

COMUNE DI PARTINICO

PROVINCIA DI PALERMO

DELOCALIZZAZIONE DELLO STABILIMENTO
"DISTILLERIA BERTOLINO"
DA REALIZZARE IN LOCALITA' BOSCO

**PROGETTO DEL PIANO ATTUATIVO UNITARIO DI LOTTIZZAZIONE
PER L'AMBITO DI INTERVENTO "VIALE DEI PLATANI"**

Categoria G	Studio Geologico	Revisione -----
TAV. N. G-R2	RELAZIONE SULLE INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE	Scala

VISTI ED APPROVAZIONI

Il Committente



Il Tecnico

Dott. Leonardo Ortoleva

DATA: Luglio 2016

EGS S.R.L.
Engineering Geology Services
Via della Resistenza 92
Partinico (PA)



*Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico*



Città di Partinico

**PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO UNITARIO DI LOTTIZZAZIONE PER L'AMBITO
DI INTERVENTO DI "VIALE DEI PLATANI" NEL COMUNE DI PARTINICO**

**RELAZIONE SULLE INDAGINI INTEGRATIVI ESEGUITE
*ai sensi della Circolare ARTA n. 3 del 20/06/2014***

Luglio 2016



1 Premessa

Su incarico conferitomi dalla società Engineering Geology Service s.r.l., il sottoscritto ha eseguito delle indagini Integrative per la redazione dello studio geologico a supporto del Piano Attuativo Unitario di Lottizzazione riguarda un'area, di proprietà della Distilleria Bertolino s.p.a., sulla quale il Comune di Partinico ha redatto un progetto di Variante Urbanistica in ottemperanza al richiamato Protocollo di Intesa nella relazione TAV. G-R1.

Il presente Piano viene redatto in ottemperanza a quanto richiesto dall'Assessorato Territorio e Ambiente con Decreto Assessoriale n. 166/Gab del 04.05.2016. Con tale Decreto viene indicato di assoggettare a procedura di VAS il progetto di Variante Urbanistica unitamente al Piano Attuativo Unitario dell'area propedeuticamente all'approvazione del Progetto di Variante Urbanistica.

Tale progetto di Variante Urbanistica Ordinaria del Comune di Partinico corredato da studio geologico redatto ai sensi della circolare A.R.T.A. N.3 del 20\06\2014, ha ottenuto il parere di compatibilità geomorfologica, geologica e sismica ai sensi dell'art. 13 della legge 64\74 e s.m.i. dell'Assessorato Regionale delle Infrastrutture e della Mobilità – Dipartimento Regionale Tecnico – Servizio Ufficio del Genio Civile di Palermo con prot. N.101764 del 20/11/2015, che si allega alla presente, pertanto in conformità al precedente lo studio geologico del piano attuativo unitario di lottizzazione è stato redatto ai sensi della procedura B della circolare A.R.T.A. N.3 del 20\06\2014.

Al fine di caratterizzare il terreno di fondazione delle nuove opere progettuali e definire, quindi, il modello geologico-geotecnico di progetto è stato necessario approfondire le conoscenze già acquisite con il rilievo di campagna e l'analisi delle stratigrafie esistenti e risalenti agli studi effettuati per la realizzazione delle opere nella loro configurazione attuale. Sono, pertanto, state predisposte ed effettuate campagne di indagini sismiche e geotecniche come di seguito riepilogate:

- campagna di indagine sismica: effettuata nel corso della progettazione preliminare, ha previsto l'esecuzione di n. 3 stese sismiche masw-remi, per lo studio del Vs30 e n. 1 indagini tomografiche HVSR con tre stazioni di misura, per la determinazione della frequenza di risonanza;
- campagna di indagini geognostiche: effettuata nel giugno del 2016, ha previsto l'esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità variabili di 15 m. Nel corso dei carotaggi sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche in situ di tipo SPT ed è stato possibile prelevare n. 1 campione indisturbato dal sondaggio n.1 sul quale sono state effettuate prove di laboratorio.

I certificati dei sondaggi geognostici e delle prove in situ SPT e delle prove di laboratorio sono allegati alla presente relazione.



1. **Indagine sismica tramite metodologia combinata Masw - Remi**

Il territorio comunale di Partinico risulta classificato alla II° zona sismica, con determinati valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, per cui le indicazioni presenti in questo elaborato sono conformi a quanto previsto dal N.T.C. del 14/01/2008 e s.m.i. che seguono le indicazioni della nuova normativa sismica italiana n.3907 del 2010, n.3274 del 20 marzo 2003, aggiornata al 16/01/2006 con le indicazioni delle Regioni, gli Enti Locali e s. m. i.(Ordinanza 3431 del 10/05/2005) e la normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 e EC 8 .

Sulla base delle scelte progettuali definite dal piano di lottizzazione sono state eseguite tre stese sismiche ai fini della caratterizzazione sismica dei terreni dell'ambito d'intervento:

- S.S.1 posizionata dove è ubicato il magazzino prospiciente Viale dei Platani;
- S.S.2 posizionata dove sono ubicate le vasche dell'attuale depuratore;
- S.S.3 Serbatoi deposito alcool

Le stese sismiche sono ubicati sul reticolato geografico con le seguenti coordinate geografiche

AMBITO INTERVENTO "VIALE DEI PLATANI"	LATITUDINE	LONGITUDINE	DATUM
STESA SISMICA 1 MASW-ReMi	38.056959° 38°03'25,05''	13.112530° 13° 06'45.11''	ED 50 WGS 84
STESA SISMICA 2 MASW-ReMi	38.058098° 38°03'25,15''	13.109619° 13°06'34,63''	ED 50 WGS 84
STESA SISMICA 3 MASW-ReMi	38.055203° 38° 3'18.72"	13.109386° 13° 6'33.78"	ED 50 WGS 84

2. **Normative di riferimento**

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 e s.m.i. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizione sismiche

D.M. LL.PP. del 11/03/1988. 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.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Ordinanza P.C.M. n. 3274del 20.3.2003. 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

Decreto Ministeriale 14 Settembre 2005. Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005. Supplemento Ordinario n. 159.

Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4.02.2008

Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

Circolare A.R.T.A. Regione Sicilia n. 3/2014 Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici

3. Metodologia d'indagine

La nuova normativa sismica italiana, la normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 e EC 8 e le più avanzate normative internazionali disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche e la valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici soggetti al medesimo tipo di azioni.

Tale norma ha lo scopo di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, sono limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

La classificazione sismica locale di un sito essenzialmente consiste nel determinare la categoria a cui il sito appartiene in base ai parametri principali che influenzano la risposta del sito ai terremoti o a più generalmente alle forze dinamiche esterne.

Con l'aggiornamento del recente D.M. 14/01/2008 alcune modifiche si sono applicati ai criteri per la classificazione dei siti di tipo A, B, C, D, E, S1 e S2; alcune nuove circostanze sono state introdotte riguardo allo spessore del terreno che ricopre la roccia fresca.

Queste nuove circostanze non concedono considerare alcun sito comune, riducendo la soggettività negli autori, ad esempio secondo il nuovo D.M. 14/01/2008 un sito in cui la roccia fresca o il *bedrock sismico* è posta alla profondità di 25 m dovrebbe essere classificata come sito S2, indipendente dal suo $V_{s_{30}}$. La stessa classificazione sarebbe valida per un sito con il $V_{s_{30}}$ compreso fra 360m/s e 800m/s dove la roccia fresca (*bedrock sismico*) è ad una profondità meno di 30m.

L'indagine geofisica effettuata propone di caratterizzare sismicamente i terreni di fondazione delle opere in progetto, tramite la metodologia combinata Masw (Multichannel Analysis of



Surface Waves) - ReMi (Refraction Microtremors) e HVSr per la determinazione della frequenza fondamentale del sito.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi) che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, vale a dire onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D. 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi comunicano informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori possono essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze tra 10Hz e 100Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-20m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo o ReMi in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 15 Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 30 m – 50 m, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Roma, 2002): (1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica, (3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson μ), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità



di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali può essere individuato con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due.

In genere quando l'errore relativo tra la curva sperimentale e curva numerica è compreso tra il 5% e il 15% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità V_{s30} e quindi individuare la categoria sismica del suolo. È necessario avere a disposizione altre informazioni complementari sulla natura e sul comportamento geotecnico del suolo, prima di poter procedere alla classificazione sismica nel caso si sospetti la presenza di suoli di tipo S1 o S2.

Il metodo ReMi (Rifrazione Microtremors) permette di ottenere le informazioni all'interno della gamma di frequenza 1Hz-15Hz, secondo il disponibile rumore ambientale, quindi può dare informazioni sugli strati più profondi di 30m, potenzialmente giù a 100m, come è dichiarato da Louie (2001). In questo senso il metodo di ReMi è equivalente al MASW passivo. Combinandosi le informazioni ottenute con l'attivo MASW ed il metodo ReMi è possibile coprire intera gamma di frequenza di interesse nel sismico caratterizzazione 1Hz-100Hz del sito, raggiungente profondità maggiori dei 30m che sono richiesti dai codici internazionali per valutare il V_s 30.

Il metodo di ReMi (Refraction Microtremors) secondo quanto indicato da Louie (Louie, 2001) consiste in tre punti, gli stessi del metodo di MASW:

- Il primo punto interessa la determinazione della curva sperimentale della dispersione delle onde di Rayleigh;
- Il secondo punto coincide con il calcolo della curva numerica della dispersione;
- Il terzo punto consiste di invertire la curva di dispersione per trovare il profilo d'onda di taglio verticale del sito.

Nel metodo ReMi la curva sperimentale della dispersione è il passaggio ottenuto dal dominio (del $t-x$) al dominio (P-F) per mezzo di una trasformazione p-tau, o slantstack e un una trasformata di Fourier successiva.

A seguito delle indicazioni date da Louie la trasformata p-tau con successive trasformazioni di Fourier e approssimazioni che eludono da tale lavoro (vedi Louie, 2001) portano ha un record distanza-tempo ($x-t$) in p- frequenza (p-f) dello spazio. Il parametro p ray per questi record è la componente orizzontale della lentezza (inverso della velocità) lungo la array. Ciò significa che una volta lo spettro e la curva di dispersione sperimentale in (p-f) del dominio sono stati



valutati, allora è semplice calcolare la curva di dispersione sperimentale nello spettro dominio (Velocità di fase – frequenza).

4. **Generalità Sulle Prospezioni Geofisiche Eseguite**

5.1 **Strumentazione**

La strumentazione utilizzata per le prove è costituita da:

- un sismografo digitale 16 canali, a 16 bit reali, del tipo DoRemi della Sara Instruments;
- Unità di testa o interfaccia che lavora con 256 ch con un notebook pc;
- Cavo strumentale per una lunghezza totale di 100 m;
- Interfaccia fra la catena strumentale e il p.c. tramite porta RS232;
- 16 geofoni verticali 10 Hz
- Piastra di battuta D = 20 cm. H = 5 cm,
- Geofono start con prolunga di 100 m;
- Mazza battente da 10 Kg;
- Convertitore USB-RS232;

Le acquisizioni sono eseguite mediante il software "DoRemi" della Sara Instruments.

5.2. **Geometria della stesa sismica**

- **Stese sismiche MASW:**

La prova è stata eseguita lungo uno stendimento (line length) di 32 m I 16 geofoni sono stati distanziati di 2 m, tipo di sorgente mazza di 10 kg.

Sono state eseguite delle acquisizioni, minimo quattro, andata e ritorno con diverse posizioni della sorgente.

All'esterno dello stendimento, in posizione 0 m (end shot 1) e 32,0 m (end shot x), con posizione del geofono trigger (geophone Source) 2 m e 5 m rispettivamente dal 1° e dal 16° geofono.

Il treno d'onde generate dal colpo della mazza è stato acquisito con una frequenza di campionamento di circa 2.000 Hz, con un periodo di 500 microsecondi, per un tempo totale d'acquisizione di 2 secondi.

A parità di numero di ricevitori un interasse di 3,0 m consente di avere uno stendimento di ricevitori più lungo e quindi una maggiore risoluzione della curva di dispersione lungo la coordinata numero d'onda k; tuttavia si riduce il numero d'onda di Nyquist oltre cui non si ha certezza sull'affidabilità del segnale misurato.

Viceversa un interasse piccolo può essere necessario in piccoli spazi e consente un intervallo più ampio di numeri d'onda, ma comporta una minore risoluzione della curva di



dispersione lungo i numeri d'onda. Per tale motivo si preferisce adottare la distanza di 2 m tra i geofoni.

- **Stese sismiche ReMi:**

Per gli stessi siti, i parametri della prova di ReMi sono:

- Numero dei geofoni 16,
- Distanza intergeofonica 2 m,
- Tipo di fonte = rumore ambientale,
- Frequenza acquisizione = di 1000 Hz,
- Periodo d'acquisizione = di 1 ms;
- Durata acquisizione di 30 S.

5. Elaborazione dei dati delle prove MASW e ReMi

Di seguito sono proposte le tracce sismiche indicative ricavate dall'indagine eseguita.

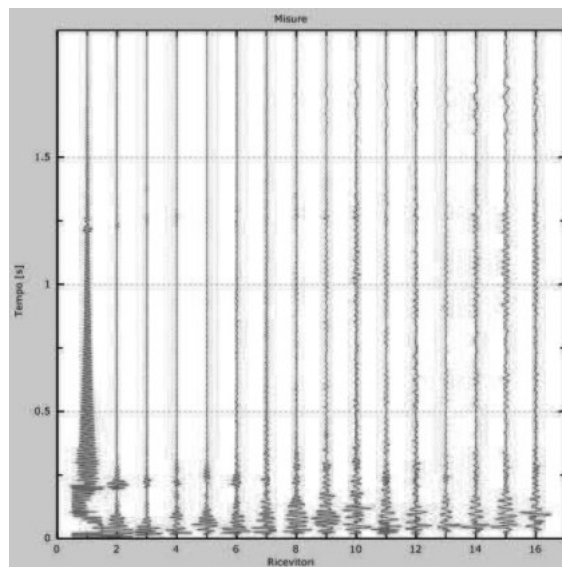


Figura 6.1. Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 1 - MASW

Numero di campioni temporali: 4000 - Passo temporale di acquisizione: 0.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi: 16 - Intervallo considerato per l'analisi: 0ms - 1999.5ms

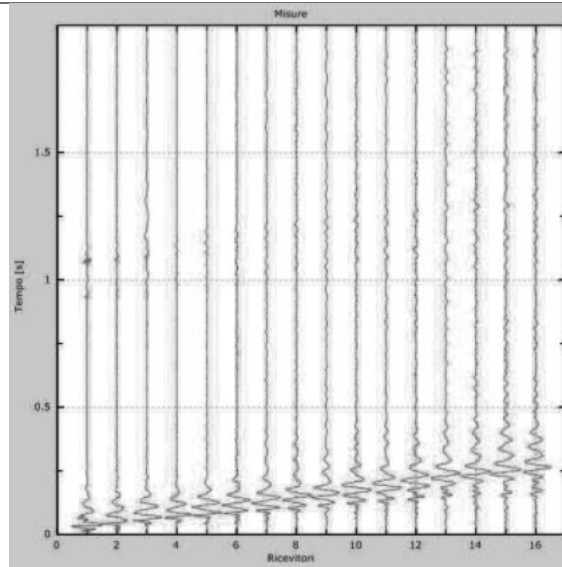


Figura 6.2. Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 2 - MASW
Numero di campioni temporali: 4000 - Passo temporale di acquisizione: 0.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi: 16 - Intervallo considerato per l'analisi: 0ms - 1999.5ms

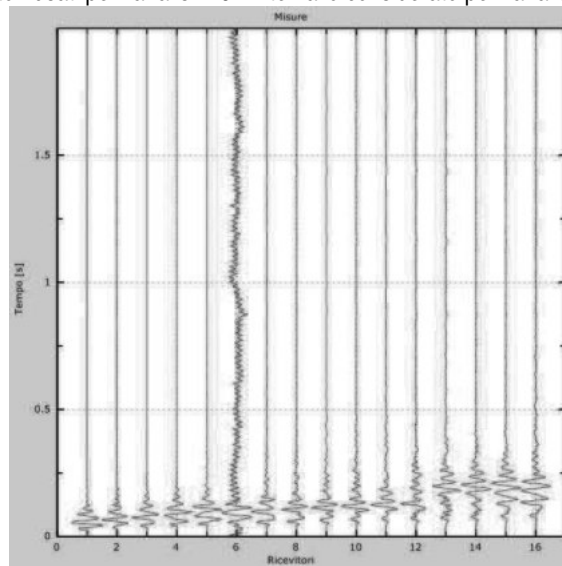


Figura 6.3. Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 3 - MASW
Numero di campioni temporali: 4000 - Passo temporale di acquisizione: 0.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi: 16 - Intervallo considerato per l'analisi: 0ms - 1999.5ms

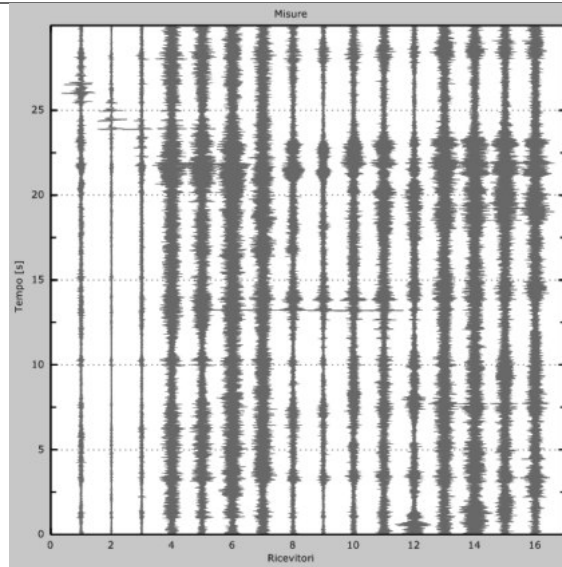


Figura 6.4 Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 1- ReMi

Environmental Noise - Numero di ricevitori usati per l'analisi: 16

Passo temporale di acquisizione: 1.0 ms - Intervallo considerato per l'analisi: 0ms – 39998

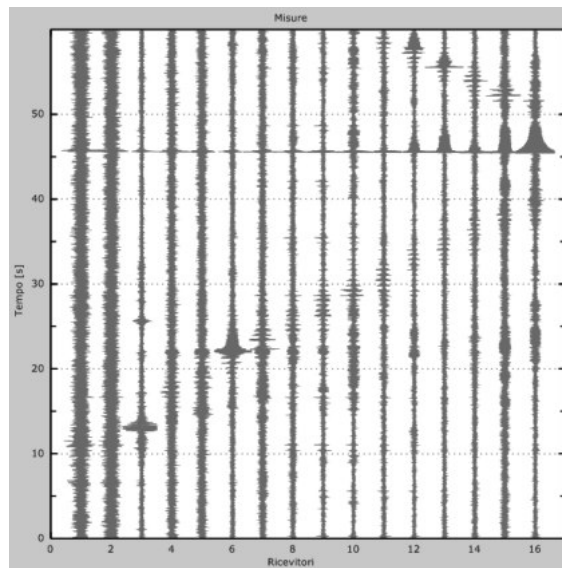


Figura 6.5 Ambito Intervento "Viale dei Platani" Stesa Sismica 2- ReMi
Environmental Noise - Numero di ricevitori usati per l'analisi: 16
Passo temporale di acquisizione: 1.0 ms - Intervallo considerato per l'analisi: 0ms – 39998

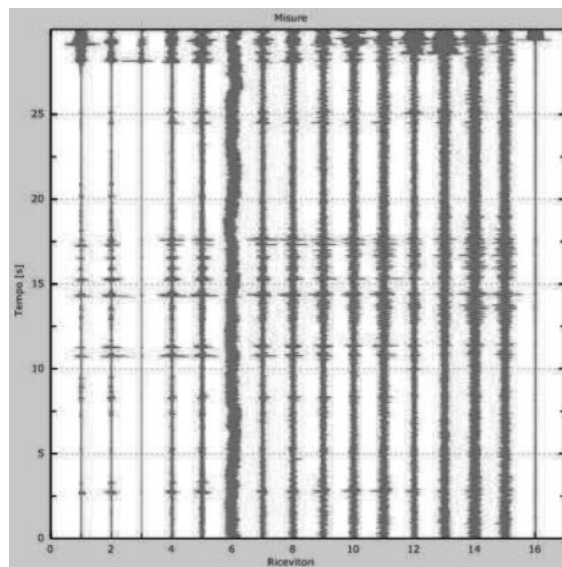


Figura 6.6 Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 3- ReMi
Environmental Noise - Numero di ricevitori usati per l'analisi: 16
Passo temporale di acquisizione: 1.0 ms - Intervallo considerato per l'analisi: 0ms – 39998



6. Curve di dispersione apparente sperimentale - MASW.

L'elaborazione delle tracce sismiche rilevate in situ è stata eseguita mediante il software "MASW-REMI" dell'ing. V. Roma. La prima fase dell'interpretazione è stata impiegata per la ricerca della curva di dispersione sperimentale, partendo da un tracciato di misura ritenuta più indicativa.

Osservando la posizione dei picchi assoluti dello spettro f-k è stato possibile individuare agevolmente un intervallo di frequenza entro cui si trova la parte indicativa dello spettro. Nel caso specifico la zona che individua i picchi assoluti dello spettro, è compresa tra circa 5 Hz e circa 70 Hz.

È in ogni modo stato esteso l'intervallo di frequenza per il calcolo della curva di dispersione, considerando il range 2 Hz – 90 Hz informazioni sugli strati, per consentire una estrapolazione dei dati misurati anche alle basse frequenze, che contengono di terreno più profondi. Per una data frequenza il primo modo di Rayleigh, nominato modo fondamentale, corrisponde alla vibrazione con il più grande numero di ampiezza d'onda per un semispazio stratificato orizzontalmente, com'è ipotizzato il modello del sottosuolo, si stabilisce l'esistenza di parecchi modi di Rayleigh, che corrispondono a diversi modi di vibrazione delle particelle di terreno per una frequenza assegnata di propagazione.

Il fenomeno fisico della dispersione, è quello che durante la propagazione di un treno d'onda fatto dei parecchi Rayleigh semplice, le onde si separano e si disperdono nel tempo e nello spazio, con dissipazione dell'energia via maggiore allontanandoci dalla sorgente, per cui alle basse frequenze, che corrisponde agli strati più profondi, com'è ben visibile dalle curve sperimentali la dispersione è maggiore. Le onde sismiche si propagano nel sottosuolo con velocità proporzionale alla rigidezza del materiale attraversato.

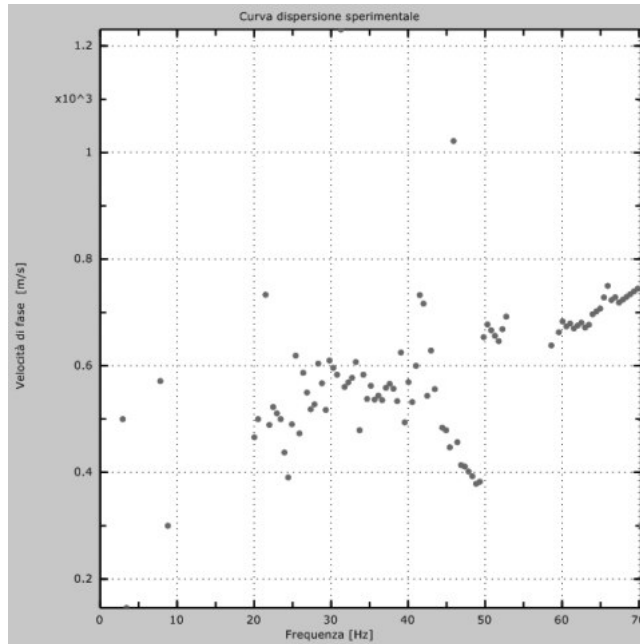


Figura 7.1 Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 1

Curva di dispersione sperimentale ottenuta dalla prova MASW ss1.

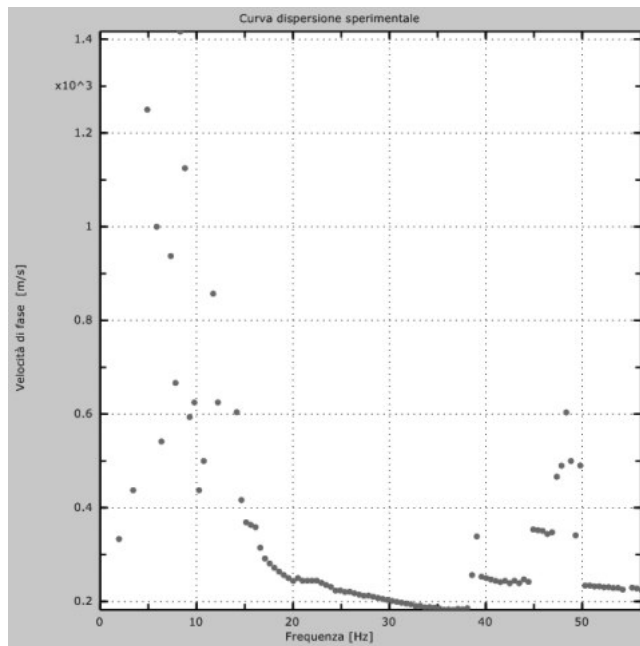


Figura 7.2 Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa Sismica 2

Curva di dispersione sperimentale ottenuta dalla prova MASW.

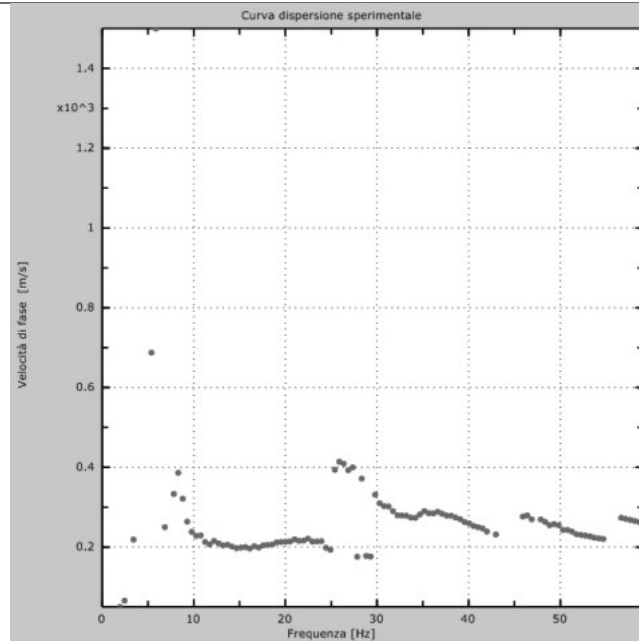


Figura 7.3 Ambito Intervento "Viale dei Platani" Stesa Sismica 3

Curva di dispersione sperimentale ottenuta dalla prova MASW ss1.

7. Selezione delle curve sperimentali della dispersione - Picking.

Dopo che le curve di dispersione derivanti dalle stese sismiche MASW, calcolate nel range di frequenza definito, sono stati selezionati i punti della curva di dispersione, in maniera da rappresentare l'andamento della curva di dispersione con un numero limitato di punti, al massimo 25-30 punti. Questo perché oltre 30 punti s'incrementano i tempi computazionali senza migliorare significativamente il risultato finale.

Nel Picking sono stati distribuiti i punti in maniera da avere un maggiore infittimento a basse frequenze, dove generalmente la curva di dispersione ha un maggior gradiente.

Ad ogni punto della curva di dispersione è stato associato un range di variazione, che è legato all'incertezza associata al valore medio della velocità di fase che si attribuisce ad ogni frequenza. Nel software quest'informazione sull'incertezza dei dati sperimentali serve a definire l'incertezza associata al profilo finale di velocità Vs.

Nella figura 7 è riportato la combinazione delle due indagini MASW – ReMi con lo spettro (f-v) ottenuto con il metodo ReMi indicato, insieme alla curva di dispersione sperimentale calcolato con la MASW attiva.

In questo caso, e in quelli a seguire, la lunghezza totale dell'array geofoni utilizzato per la prova ReMi è limitata a 32 m, quindi la frequenza minima che contiene utili informazioni è 2 Hz.

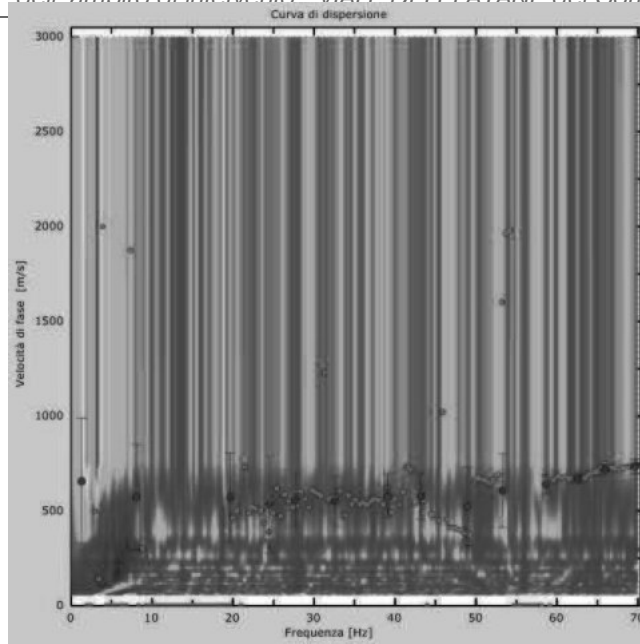


Figura 8.1 Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa sismica 1
Spettro V-F ReMi - Curva di dispersione sperimentale selezionata per l'elaborazione

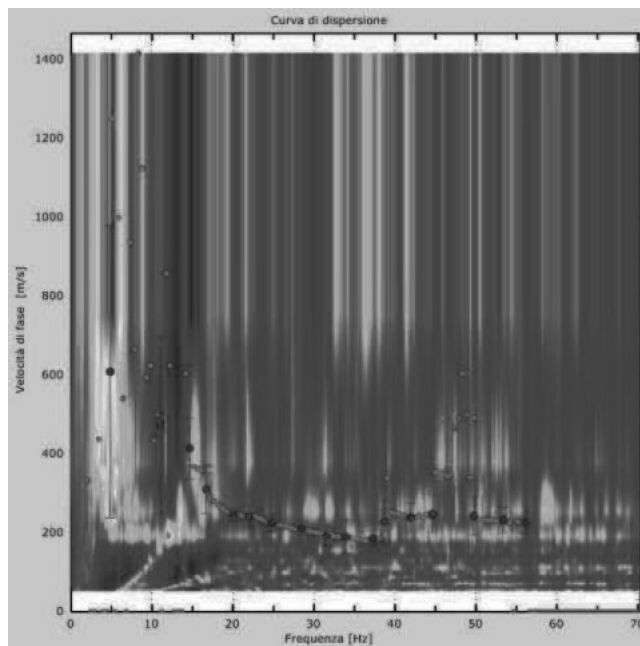


Figura .8.2 Ambito Intervento "Viale dei Platani" Stesa Sismica 2
Spettro V-F Remi - Curva di dispersione sperimentale selezionata per l'elaborazione

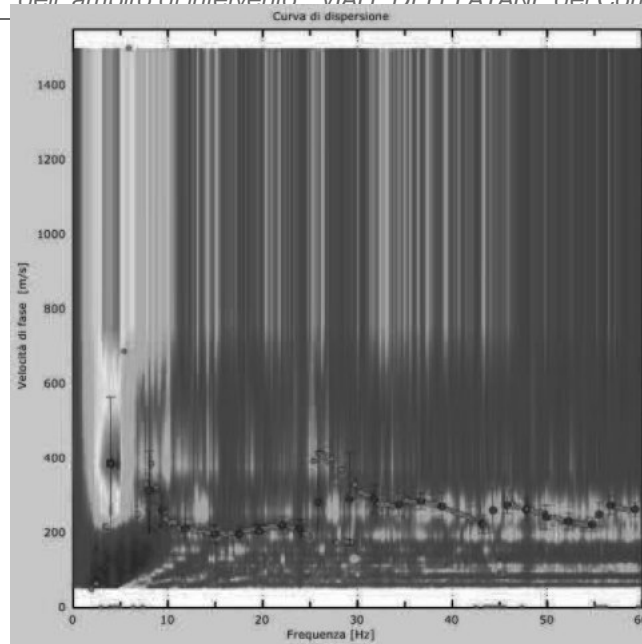


Figura .8.3. Ambito Intervento "Viale dei Platani" Stesa Sismica 3
Spettro V-F Remi - Curva di dispersione sperimentale selezionata per l'elaborazione

Louie spiega che la curva della dispersione sperimentale dovrebbe essere ottenuta dallo spettro nel dominio (V-F) selezionando non i massimi dello spettro, ma il bordo più basso del rapporto di punta più a bassa velocità, ma ancora ragionevole, con tale procedura secondo lo stesso autore, si escluderà il rumore e i più alti modi di Rayleigh, quindi soltanto il modo fondamentale di Rayleigh fornirà la curva sperimentale della dispersione. In ogni caso si può osservare che vi è un accordo molto buono tra la MASW e la ReMi, se nella procedura sono considerati i punti del basso bordo dello spettro, come suggerito da Louie.

8. Curve sperimentali, apparenti e numeriche della dispersione.

La curva di dispersione evidente o efficace teorica può essere calcolata una volta che i modi di Rayleigh sono stati determinati, per raggiungere questo scopo esistono parecchi metodi, quale il metodo Roma ed il metodo di Rix e di Lai (Roma V. 2001, b, Roma V.)

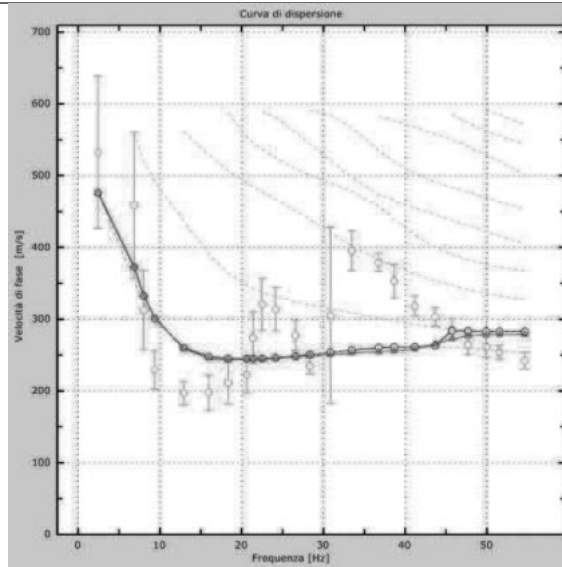


Figura 9.1.: Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa sismica 1

Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (blu), Curva apparente (cerchi blu), curva numerica (triangoli rossi), errore relativo del 9 %

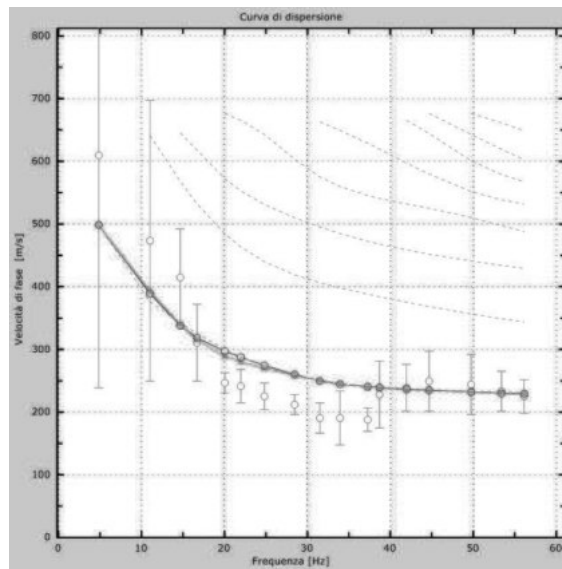


Figura 9.2. . Ambito Intervento "Viale dei Platani" Stesa sismica 2

Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (blu), Curva apparente (cerchi blu), curva numerica (triangoli rossi), errore relativo del 16%

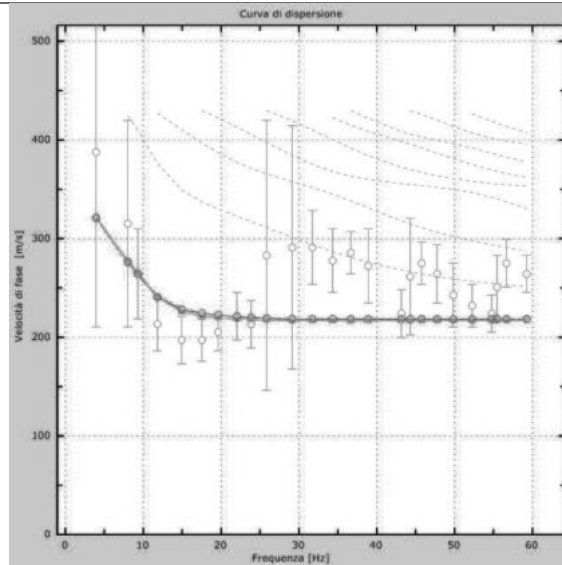


Figura 9.3.: Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa sismica 3

Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (blu), Curva apparente (cerchi blu), curva numerica (triangoli rossi), errore relativo del 12 %

9. *Profilo finale delle onde di taglio verticali Vs.*

La terza ed ultima fase ha permesso di individuare i profili di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp, la densità di massa Dr degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. È stato ottenuto i profili finali dell'onda di taglio verticali Vs di seguito riportati.



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico

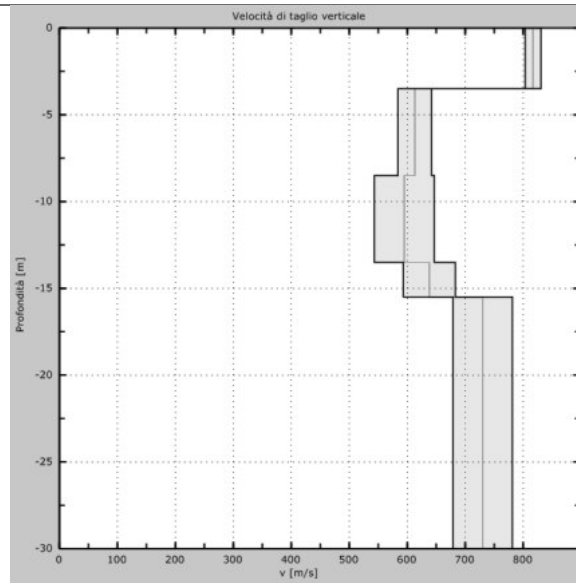


Figura 10.1. Ambito Intervento Viale dei Platani: Stesa sismica 1
Profilo Vs con la profondità.

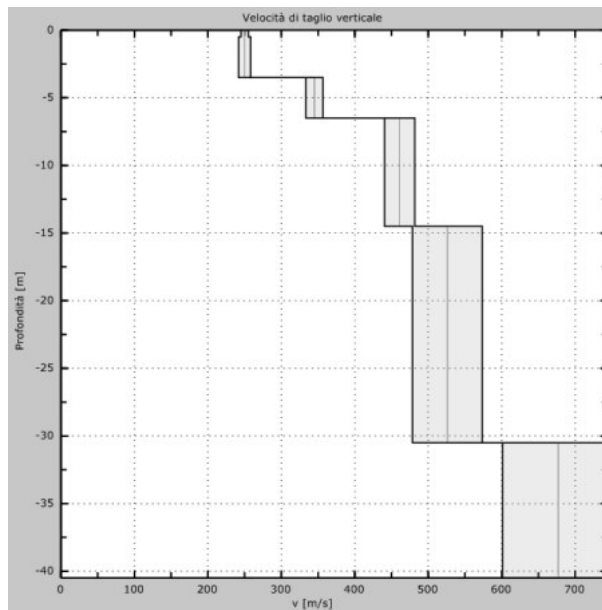


Figura 10.2 Ambito Intervento Viale dei Platani: Stesa sismica 2
Profilo Vs con la profondità.

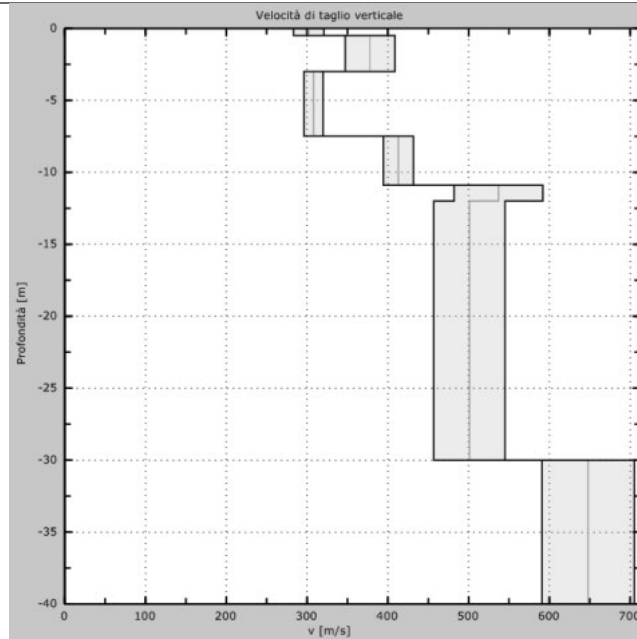


Figura 10.3 Ambito Intervento "Viale dei Platani": Stesa sismica 3
Profilo Vs con la profondità.

10. Risultati Ottenuti e Classificazione Del Suolo Di Fondazione

La nuova normativa sismica italiana (Ordinanza n. 3274 del 20/03/03 della Presidenza del Consiglio dei Ministri), così come il nuovo Decreto Ministeriale 15/09/2005 "Testo Unico sulle Costruzioni", sostituito con D.M. 4 Febbraio 2008 (G.U. n. 29 del 4.02.2008) definiscono l'azione sismica di progetto, in assenza d'analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera.

Il parametro Vs30, rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove hi e Vi indicano rispettivamente 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.



*Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell'ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico*

Negli ambiti di intervento in oggetto, sulla base dei profili delle onde di taglio elaborato nei paragrafi precedenti si ottengono rispettivamente i seguenti valori:

Nell'ambito d'intervento in oggetto, sono state complessivamente eseguite tre stese sismiche (vedi Tavola G-2_B2a Carta delle Indagini Integrative redatta ai sensi della circolare D:R.A. n. 3/2014) e si sono ottenuti i seguente valori:

- Stesa sismica 1: attuale sito prospiciente Viale dei Platani

$$V_{s30} = 684 \text{ m/s}$$

pertanto è possibile ascrivere il suolo di fondazione entro la categoria B, ai sensi delle N.T.C. 2008

- Stesa sismica 2: attuale sito vasche depuratore

$$V_{s30} = 431 \text{ m/s}$$

pertanto è possibile ascrivere il suolo di fondazione entro la categoria B, ai sensi delle N.T.C. 2008

- Stesa sismica 3: attuale sito serbatoi alcool

$$V_{s30} = 434 \text{ m/s}$$

pertanto è possibile ascrivere il suolo di fondazione entro la categoria B, ai sensi delle N.T.C. 2008

Pertanto è possibile ascrivere il suolo di fondazione dell'Ambito Viale dei Platani entro la **categoria B**, , la cui descrizione è specificata nella tabella 5:

CAT.	DESCRIZIONE
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>

Tab. 6. Categorie di sottosuolo, Tabella 3.2.11 delle N.T.C., D.M. 4 Febbraio 2008

La stratigrafia dell'ambito, in oggetto derivante dalle indagini geognostiche condotte, conferma il modello sismico del sottosuolo.

12 Indagini sismiche HVSR

Infine a completamento dell'indagine sismica svolta è stata fatta l'acquisizione del rumore sismico a stazione singola, **metodo HVSR** o di **Nakamura** per poter stabilire una preliminare *frequenza fondamentale dell'ambito d'intervento*. Il segnale acquisito in campagna non è stato in



alcun modo filtrato, perciò laddove esso non era chiaramente interpretabile è stato allungato il tempo di acquisizione, questo ha aumentato di molto l'affidabilità delle misure ed inoltre ha permesso di indagare a profondità molto elevate, mantenendo sempre un'elevata definizione.

Il modello geologico di base supposto in quest'area, in base ai dati in possesso, è stato ipotizzato prendendo in considerazione i seguenti dati litostratigrafici:

Profondità:

- 0 – 2 m: Strato di alterazione pedogenetica e sabbie limose (suolo)
- 2 – 16 m: Calcareniti e sabbie, sabbie limose, con interclazioni di arenarie quarzose
- 16 – 30 m argille limose e limi argillosi

E' stata utilizzata una strumentazione idonea composta da geofoni a 3 componenti (orientati in modo da avere le componenti N-S, E-O e Verticale) di frequenza naturale uguale (o inferiore) a 1Hz.

Le acquisizioni prese in considerazione sono state 2 per ciascun sito di progetto, ciascuna con un tempo di registrazione di 2000 secondi ciascuna, il che ha permesso di avere dei picchi netti, registrazione di finestre di rumore di almeno 30 minuti utilizzando un campionamento non inferiore a 125 Hz (passo di campionamento non superiore a 8 ms); dove possibile è stato possibile è stato interrato il sensore.

12.1 Modalità Indagine HVSR

Per quel che riguarda il processing dei dati è stato svolto nel seguente modo:

- a) Suddivisione della finestra di registrazione completa (di almeno 30 minuti) in sotto-finestre di almeno 120 secondi (la lunghezza della finestra dipende dal valore minimo di frequenza che si è interessati a campionare).
- b) Eliminazione delle sotto-finestre eventualmente contenenti transienti (la procedura indicata in SESAME, 2004 prevede un'analisi basata sul rapporto Sta/Lta in grado di riconoscere la parte stazionaria del microtremore registrato escludendo le porzioni di segnale contenenti transienti per esempio legati a sorgenti specifiche prossime al sensore come passi o passaggio di automobili);
- c) Utilizzo delle FFT (Fast Fourier Trasform) per il computo degli spettri includendo l'operazione di tapering;
- d) Lisciamento (smoothing) degli spettri utilizzando diverse tecniche. Le più utilizzate sono la Konno-Ohmachi smoothing window, valida soprattutto per analizzare frequenze inferiori a 1 Hz e la Hanning smoothing window, valida per frequenze superiori a 1 Hz;
- f) Calcolo del rapporto spettrale H/V (o dei rapporti NS/V, EO/V) per ciascuna sotto-finestra selezionata;



g) Stima del valor medio della curva H/V e della sua deviazione standard (generalmente si considera il valor medio ± 1 sigma ma è anche possibile considerare i 3 sigma in modo da avere una stima più completa dell'errore associato a ciascuna frequenza.

I risultati forniti devono essere comprensivi sia dei rapporti spettrali H/V sia degli spettri iniziali non processati in modo da valutare anche a posteriori l'effettiva qualità di un rapporto spettrale.

Calcolati per ciascun punto di misura i relativi rapporti spettrali H/V, è necessario passare all'interpretazione dei risultati:

- Riconoscimento e definizione dei picchi significativi: le linee guida del Progetto SESAME (2004) forniscono una serie di criteri che permettono di definire il livello di affidabilità della misura e di identificare il picco significativo (uso di test statistici opportuni);
- Interpretazione dei risultati: un'analisi di rapporti spettrali basata sul metodo Nakamura non può essere utilizzata per definire la risposta sismica locale, anche se limitatamente alla stima della frequenza di risonanza di un suolo, senza che sia possibile validare i risultati attraverso altre tecniche come i metodi H/V basati su fasi S sismiche o i metodi RST (metodi con stazione di riferimento) o modelli 1D basati su dati desunti da indagini geofisico-geotecniche di esplorazione geologica del sottosuolo.

In relazione a quest'ultimo aspetto, è stato ampiamente dimostrato come la tecnica Nakamura fornisca risultati quando l'assetto sismostratigrafico del sottosuolo sia caratterizzato da contrasti di impedenza significativi fra i depositi di copertura ed il substrato sismico (i.e. > 2.5 , Parolai et al., 2002); in questi casi, il picco H/V può essere utilizzato per definire la frequenza fondamentale di risonanza del sito ma non le armoniche superiori (l'ampiezza del picco H/V, invece, non è direttamente relazionabile alla effettiva amplificazione).

I dati sono stati acquisiti con il software SEISMOWIN e successivamente rielaborati tramite il software GEOPSY per il calcolo del rapporto H/V.

12.2 **Strumentazione per Indagine HVSR**

Di seguito sono elencate le caratteristiche tecniche della stazione:

- a. Numero canali: 3
- b. Convertitore A/D: 24 bit (SD)
- c. Range dinamico: 124dB @ 100SPS
- d. Campionamento: simultaneo sui tre canali
- e. Sensibilità: 2V p-p (119nV/count)
- f. Compatibilità ingressi: sensori elettrodinamici e sensori attivi (4V p-p con jumpers interni)
- g. Sincron. Real Time Clock: da GPS via PPS modulato
- h. Precisione rispetto a UTC: <50ms
- i. Antenna GPS: amplificata e connettore BNC



- j. CPU: AVR RISC processor @ 11.592MHz
- k. Velocità: programmabile da 9600 a 115200 baud
- l. Temperatura operativa: -30/+60°C
- m. Certificazioni: CE (EN55022, EN55011)

13. Risultati delle misure HVSR

Nell'interpretazione delle misure del *noise* ambientale eseguiti per il sito di progetto si è cercato di individuare sperimentalmente la frequenza caratteristica del sito, visto che questa risulta essere fondamentale nel calcolo strutturale per la costruzione degli edifici e delle strutture in c.a.. Risulta fondamentale evitare che una struttura in c.a. abbia la stessa frequenza caratteristica del sito in cui sorge, perchè se questo avvenisse, in caso di terremoto si assisterebbe a fenomeni di doppia risonanza, che come si è visto in seguito a dei terremoti, portano al collasso della struttura.

Teoricamente sia la frequenza caratteristica di un sito sia quella di una struttura in c.a. possono essere misurate, però mentre la prima può essere misurata in sito, la seconda si dovrebbe misurare a struttura ultimata, il che, come è facile intuire sarebbe un controsenso, in quanto a lavori ultimati è impensabile andare ad abbattere un edificio. Per cui, in seguito a studi eseguiti, si è appurato che la frequenza caratteristica di un edificio o una struttura in c.a. in genere, si può calcolare con buona approssimazione con la seguente formula:

Frequenza naturale edificio (Hz)= 10 Hz/numero di piani di progetto

Ovviamente, dalla precedente formula si può facilmente capire come da un punto di vista ingegneristico, le frequenze utili che dobbiamo indagare sono sotto i 10 Hz, poiché al di sopra di questo valore non è assolutamente importante.

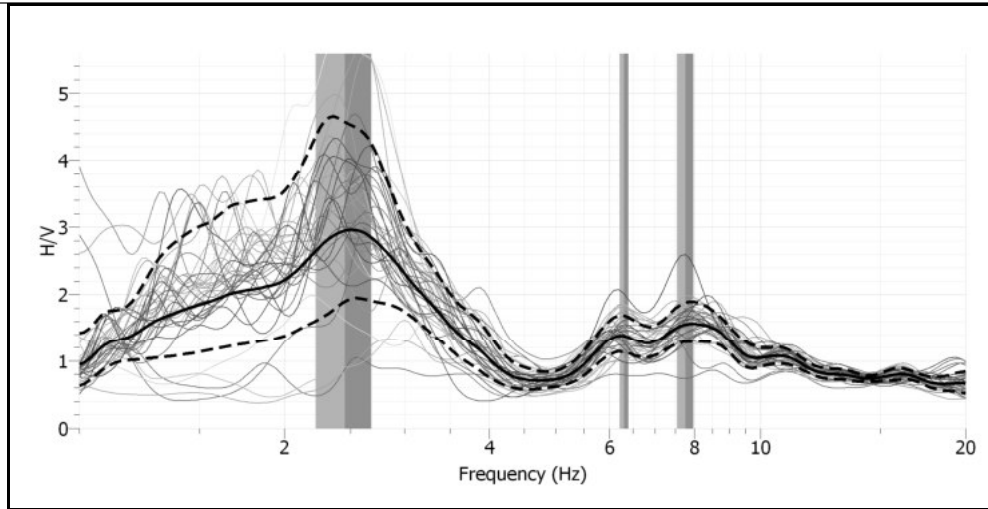
L'indagine HVSR effettuata nel sito di progetto (tre posizionamenti hvsr 1, hvsr 2 e hvsr 3 ciascuno della durata di 2000 secondi), ha registrato i seguenti picchi:

- 8 Hz +/- 0,3 Hz: picco ben definito in hvsr 1;
- 6,3 Hz +/- 0,3 Hz: picco ben definito in hvsr 1 e hvsr 3;
- 2,3 Hz +/- 0,1 Hz: picco netto in hvsr 1 e hvsr 2.

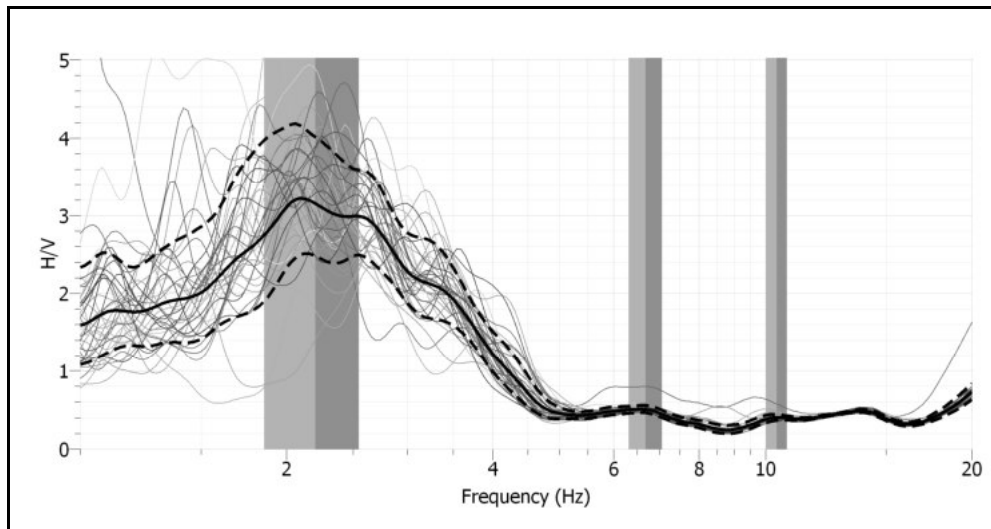
La frequenza che può essere assunta come caratteristica di questo tipo di suolo è l'ultima, ovvero 2,3 Hz +/- 0,1 Hz, in quanto rappresenta il contatto fra i terreni del complesso quaternario ed il sottostante Bedrock sismico.



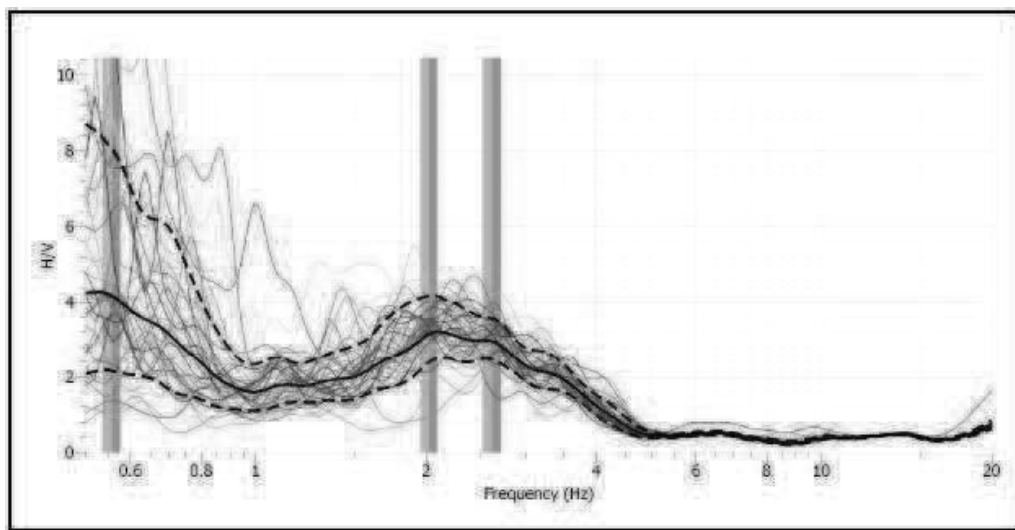
Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



Sondaggio HVSR 1 Lat. 38°03' 27,05" – Lon. 13°06'39,94"



Sondaggio HVSR 2 Lat. 38°03' 23,07" – Lon. 13°06'34,77"





Ovviamente, come accennato in precedenza, la **frequenza** che può essere assunta come **caratteristica di questo tipo di suolo**, è l'ultima, ovvero **2,3 Hz +/- 0,1 Hz**, in quanto rappresenta il contatto, probabilmente profondo, fra i terreni di copertura ed il sottostante *Bedrock sismico*.

11. Profili sismici e note conclusive

Le prove sismiche combinate MASW attiva (Multichannel Analysis of Surface Wave) e ReMi (Refraction Microtremors) eseguite nei due ambiti di intervento, hanno reso possibile ricostruire i seguenti profili sismici, in cui sono riportati i valori delle velocità delle onde di taglio (V_S verticali) misurati:

VSismostrato	Descrizione	H [m]	Z [m]	γ [kg/m ³]	ν [-]	V_S [m/s]	V_P [m/s]
		spessore	Profondità	P. U. V.	Mod. di Poisson	Velocità trasvers.	Velocità long.
1	Pavimentazione e riporto	0.50	-0.50	1800	0,30	817	1334
2	Calcareniti dure	1.00	-1.50	1950	0,48	817	1334
3	Sabbie limose fini addensate	3.00	-4.50	2000	0,48	613	1001
4	Sabbie fini	4.00	-8.50	2000	0,48	595	972
5	Calcareniti e sabbie	5.00	-13.5	2000	0,48	638	1042
6	Argille e limi argillosi grigi	17.50	-30.0	2100	0,48	730	1192
7	Argilliti	∞	∞	2100	0,48	805	1355

Tab. 1 Sismostratigrafia: Stesa sismica 1

VSismostrato	Descrizione	H [m]	Z [m]	γ [kg/m ³]	N [-]	V_S [m/s]	V_P [m/s]
		spessore	Profondità	P. U. V.	Mod. di Poisson	Velocità trasvers.	Velocità long.
1	Pavimentazione e cemento	0.50	- 0.50	1850	0,20	250	408
2	Sabbie argillose limose	2.50	- 3.00	1870	0,48	250	408
3	Sabbie arenacee	6.50	- 10.00	1900	0,48	345	563
4	Calcareniti e sabbie	7.50	-17.50	1900	0,48	461	753
5	Calcareniti e sabbie	5.50	-23.0	1900	0,48	526	859



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico

6	Calcareniti e sabbie	∞	-30.0	1910	0,48	677	1106
7	Argilliti	∞	∞	2100	0,48	805	1355

Tab. 2 Sismostratigrafia: Stesa sismica 2

VSismostrato	Descrizione	H [m]	Z [m]	γ [kg/m ³]	N [-]	V _S [m/s]	V _P [m/s]
		spessore	Profondità	P.U.V.	Mod. di Poisson	Velocità trasvers.	Velocità long.
1	Terreno Vegetale e ghiaie	0.50	- 0.50	1850	0,20	302	493
2	Sabbie argillose limose	2.50	- 3.00	1870	0,48	378	617
3	Sabbie limose	4 .50	- 7.50	1900	0,48	308	503
4	Sabbie arenacee	3.40	-10.90	1900	0,48	413	674
5	Aranarie e sabbie	1.10	-12.00	1900	0,48	537	877
6	Argille e limi argillosi grigi	18.00	-30.00	1910	0,48	501	818
7	Argilliti	∞	∞	2000	0,48	648	1058

Tab. 3 Sismostratigrafia: Stesa sismica 3



ALLEGATO 1. Documentazione Fotografica

Ambito Intervento Viale dei Platani – Stese sismiche Masw – ReMi



Foto 1 e 2: Masw-ReMi 1: Strumentazione e stendimento Masw – Remi andata e ritorno



Foto 3 e 4: Masw-ReMi 2 : Strumentazione e stendimento Masw – Remi andata e ritorno

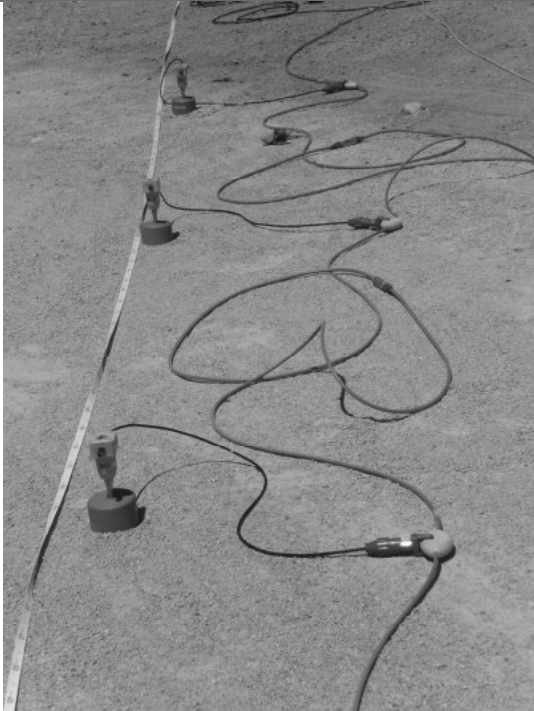


Foto 5: Masw-Remi 3 :
Particolare stendimento Masw – Remi N.3



Foto 6 Sondaggio HVSR 1



Foto 7 Sondaggio HVSR 2

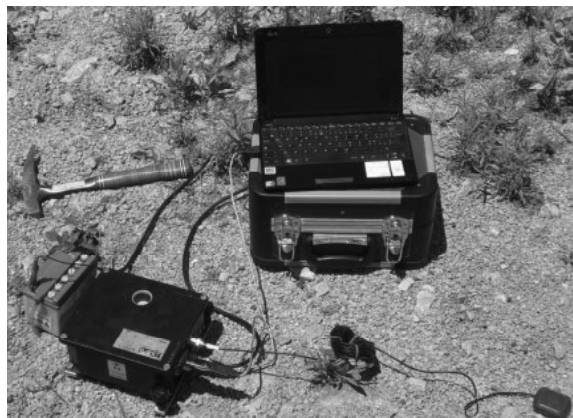


Foto 8 Sondaggio HVSR 3



**Rapporto sui sondaggi a carotaggio continuo, prelievo campioni indisturbati e
sulle prove SPT in foro**

Sulla base delle scelte progettuali del piano di lottizzazione e soprattutto in considerazione del fatto che allo stato attuale il sito è occupato dall'impianto della Distilleria Bertolino S.p.A. sono stati previsti ed eseguiti tre sondaggi a carotaggio continuo, dove erano previsti il prelievo di n.3 campioni indisturbati e n. 3 prove SPT in foro (Tabella 1):

Sondaggio	Profondità	N. Campioni indisturbati.	Prove SPT n.	Stato Attuale	Cassette Catalogatrici
SN1	15,00 m	1	1	Uffici-Vecchia distilleria	3
SN2	15,00 m	No	1	Fossa Vinaccia	3
SN3	15,00 m	No	1	Depuratore	3

Tab. n. 1

I sondaggi a carotaggio continuo, il prelievo dei campioni indisturbati per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche le prove SPT in foro, sono stati eseguiti dalla Ditta IDROGEODRILL di Marcello Calì con sede legale in Contrada Orestagno, Casteldaccia (PA) CAP 90014, sotto le indicazioni della D.L..

I sondaggi sono consistiti nella infissione nel terreno di una batteria di aste, una batteria di rivestimento di diametro 127 mm, ed una serie di tubi carotieri, semplici e doppi, diametro mm 101. Le carote di terreno prelevate nel corso delle perforazioni sono state collocate, subito dopo l'estrazione, in cassette catalogatrici in PVC per il riconoscimento della stratigrafia.

Nel corso delle perforazioni nei sondaggi n. 2 e n.3 non è stato possibile prelevare campioni indisturbati mentre è stato possibile prelevare un campione indisturbato di terreno nel sondaggio N.1 sottoposto a prove di laboratorio, utilizzando un campionatore a pareti sottili tipo Shelby. spinto a pressione; il campioni sono stati inseriti in delle fustelle metalliche cilindriche che sono state subito paraffinate, etichettate e consegnate al *Laboratoio Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc* sito in Via Libertà n.°53 in Canicatti (Laboratoio di analisi e prove geotecniche sulle terre - Autorizzazione Ministeriale delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi del D.P.R. n. 380/2001 – Circolare 7618/STC.).

Al raggiungimento di determinate profondità indicate dalla D.L. sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT in foro (tab.2), la prova consiste nella misura del numero di colpi necessari per l'infissione di un campionatore Raymond (De= 51 mm, Di= 35 mm, L= 610 mm, spessore delle pareti s= 8 mm) sotto i colpi di un maglio della massa di 63.5 kg e volata di 0.76 m.

La prova viene eseguita al fondo di un foro di sondaggio alla profondità desiderata, per le operazioni di pulizia e approfondimento del foro non è possibile eseguire la prova con



frequenza maggiore di una al metro, il campionatore viene infisso per tre avanzamenti successivi di 150 mm ciascuno. Il primo tratto detto di avviamento, comprende l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio; se sotto un numero di colpi $N_1=50$ l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa, la prova è considerata conclusa, e si annota la relativa penetrazione (ad esempio $N_1=50/13$ cm). La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dalla somma del numero di colpi necessari all'avanzamento del secondo e terzo tratto da 150 mm: $NSPT = N_2+N_3$.

In questo modo si elimina o si riduce al minimo l'influenza dei fattori estranei quali presenza di detrito a fondo foro e il disturbo prodotto dal rilascio tensionale durante la perforazione. Se con $N_2+N_3=100$ non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm, si dice che la prova è andata "a rifiuto", l'infissione è sospesa e la prova è considerata conclusa, annotando la relativa penetrazione. Al termine di ciascuna determinazione il campionatore Raymond viene riportato in superficie per consentire l'approfondimento del foro e per recuperare il campione, nella tabella n. 2 si riportano i risultati delle prove SPT.

Si rimanda al *Report delle indagini acquisite ed eseguite* per le colonne stratigrafiche derivante dai carotaggi eseguiti e ai risultati delle prove geotecniche di laboratorio, e si riporta di seguito la colonna stratigrafica del carotaggio n.2 come colonna stratigrafica tipo del sottosuolo del piano di lottizzazione (Fig. 5)

RISULTATI PROVE SPT IN FORO							
SONDAGGIO	Quota inizio prova m	1° Tratto Colpi (N) Avanzamento (cm)		2° Tratto Colpi (N) Avanzamento (cm)		3° Tratto Colpi (N) Avanzamento (cm)	
S1	3,00	8	15	16	15	33	15
S2	1,70	15	15	23	15	30	15
S2	4,70	38	15	50	15	a rifiuto	15
S3	3,70	15	15	44	15	a rifiuto	15

Tab.n.1

I terreni di fondazione sono costituiti da Sabbie limose a granulometria fine (SL) e sabbie arenacee (SA) e limi con sabbia argilla (LSA) che costituiscono la parte superficiale alterata dei Depositi Preterreniani e della Fm Calcareniti di Marsala, facies eteropica con calcareniti e livelli di arenarie quarzose molto dure.

I depositi sabbiosi debolmente limose addensate rappresentano delle eteropie di facies all'interno del complesso calcarenitico-sabbioso e sono quindi fortemente interdigitate con le calcareniti più o meno cementate.



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico

Nei tre sondaggi è stato verificato la differente quota del tetto delle argille e limi argillosi miocenici di colore grigio scure rinvenuti a - 9,30 dal p.c. nel sondaggio n.1, a - 13,50 m dal p.c. nel sondaggio n.2 e non rinvenute nel sondaggio n.3 ma rinvenibili a circa 25 m dal p.c. (dato derivante da S.E.V.).

Modello Geologico del Sottosuolo				
Sigla	Spessori [m]	Descrizione litologica	Stato Addensamento	Consistenza
TV	da 0,00 a 0,90	Materiale di riporto costituito da sabbia e ghiaietto	Sciolto	Scarsa
SLA	da 0,90 a 2,30	Sabbie limose e limi con sabbia argillosi con ghiaia minuta	Moderato	Poca
LA	da 2,30 a 4,60 m	Sabbie fini limose debolmente argillose di colore giallo cangiante al grigio,	Moderato	-----
CA e AQ	da 4,60 a 7,60 m	Calcarenite e arenarie quarzose dure con intercalati sottili livelli sabbiosi	Duro	Consistente
AL	da 7,60 a 8,80 m	Argille limose con sabbia e ghiaietto siliceo	-----	Consistente
AL	da 8,80 a 15,0 m	Limi argillosi grigiastri con intercalazioni di livelli marnosi duri	-----	Consistente

Tab. n.2

Caratterizzazione stratigrafica geotecnica dei terreni di fondazione delle nuove opere progettuali					
Sigla	Spessori [m]	Descrizione litologica	C' [kPa]	γ [kN/m ³]	ϕ'
TV	da 0,00 a 0,90	Materiale di riporto costituito da sabbia e ghiaietto	---	---	---
SL LSA	da 0,90 a 2,30	Sabbie limose e limi sabbiosi con argilla e ghiaia minuta calcarea e calcarenitica	14,78	18,52	22°
SL	da 2,30 a 4,60 m	Sabbia limosa fine di colore giallo cangiante al grigio,	0,00	18,25	29°
CA e AQ	da 4,60 a 7,60 m	Calcarenite e arenarie quarzose dure con intercalati sottili livelli sabbiosi	0,00	23,50	38°

Tab. n.3

■ Risultati da prove geotecniche di laboratorio ■ Risultati da prove SPT in foro

I parametri fisico-meccanici dei sedimenti calcarenitici variano da quelli caratteristici dei materiali incoerenti (sciolti) a quelli delle rocce lapidee (cementate), si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle prove geotecniche di laboratorio e delle prove SPT in foro.

Alla presente Relazioni sulle indagini si allegano:

- Colonna stratigrafica sondaggio SN1
- Documentazione fotografica Sondaggio SN1



- Colonna stratigrafica sondaggio SN2
- Documentazione fotografica Sondaggio SN2
- Colonna stratigrafica sondaggio SN3
- Documentazione fotografica Sondaggio SN3
- Report prova penetrometriche SPT sondaggi SN
- Report prove geotecniche di laboratorio

IL GEOLOGO

Dott. Leonardo Ortoleva



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico

ALLEGATO
Stratigrafie Sondaggi Eseguiti
Documentazione fotografica

COLONNA STRATIGRAFICA														
SONDAGGIO 1: Vecchia Distilleria - Dietro Uffici DA METRI: 0,0 A METRI: 15,0 Responsabile: a Lunghezza (m): Sonda tipo: Operatore:						LEGENDA: PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T. PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico FB Fanghi bentonitici % CAROTAGGIO _____ R.Q.D. _____								
COMMITTENTE: DISTILLERIA BERTOLINO S.p.A. CANTIERE: Progetto Piano Attuativo Unitario di lottizzazione Ambito «Viale dei Platani» LOCALITA': Viale dei Platani - Partinico DATA INIZIO: 11/07/2016 DATA FINE: 11/07/2016 QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.): 150,31 m														
S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI Prof. Tipo	STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE				Prof. (m)	Carot. (%) ROD (%) 20 40 60 80	Pocket Test kg/cmq	Vane Test	FALDA Rinv Stab	Piezo- metri	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
1	1,00	S		Materiale di riporto e Terreno vegetale costituito da sabbie e ghiaie	0,90									
2	1,90			Sabbie limose fini addensate di colore giallo e limi sabbiosi con argilla e ghiaia minuta di natura calcarenitica e calcarea	2,30									
3				Sabbie limose fini addensate di colore giallo cangiante al grigio	4,30									
4				Calcarenitici giallastri a diverso grado di cementazione e sabbie a granulometria medio-fine, con intercalazioni di livelli di arenarie quarzose molto dure	7,50									
5				Arenarie quarzose molto dure	7,60									
6				Argille limose con sabbia e ghiaietto siliceo	8,80									
7				Limati sabbiosi con ghiaietto di colore grigio-verde passanti verso il basso a limi argillosi grigiastri consistenti con intercalazioni di livelli marnosi duri (11,00 - 13,00)	15,0						15,0 101	15,0 CS		
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



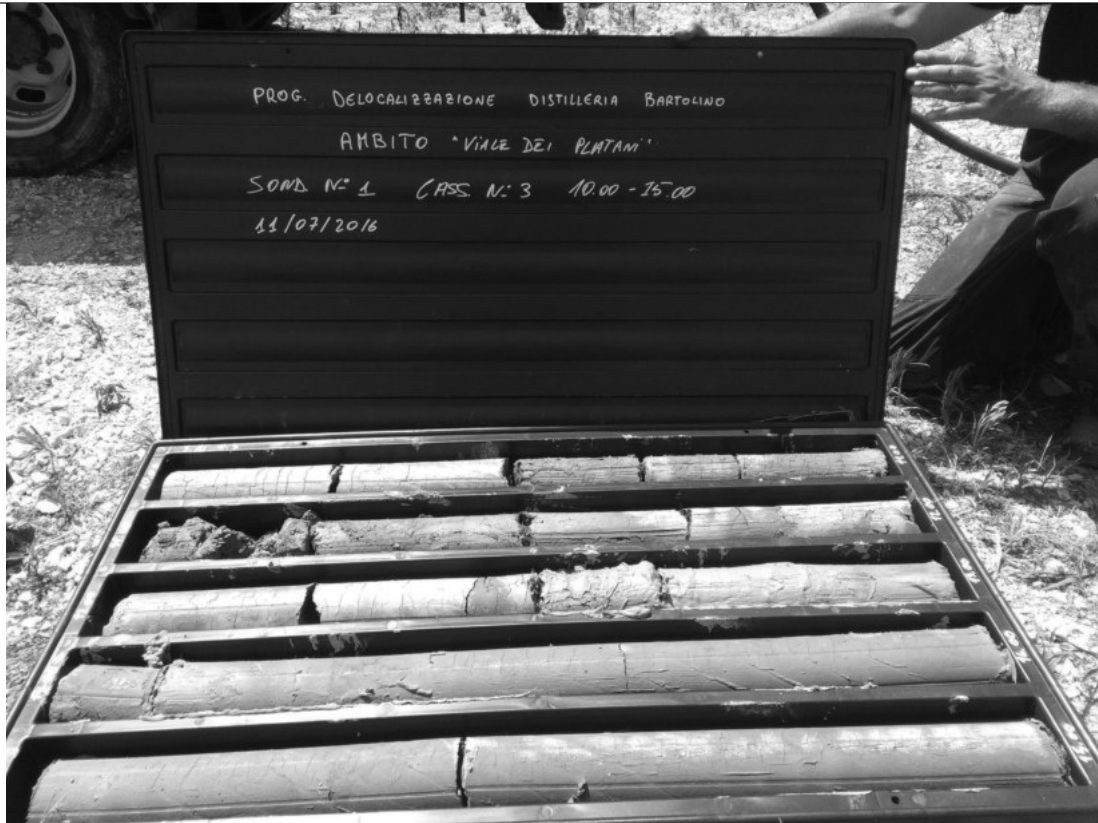
Cassetta Catalogatrice n.1 Sondaggio S.1 da 0,00 a – 5,00 m – Campione prelevato S1C1 da 1,00 m a – 1,90 m



Cassetta Catalogatrice n.2 Sondaggio S.1 da 5,00 a – 10,0 m – Prova SPT da 9,00 – 9,45 m



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



Cassetta Catalogatrice n.3 Sondaggio S.1 da 10,00 a – 15,00 m dal piano campagna



Carota prelevata S1C1 da 1,00 – 1,90 m da p.c.



Posizionamento Sondaggio a carotaggio continuo n.1



Particolare Sondaggio a carotaggio continuo n.1



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



Cassetta Catalogatrice n.1 Sondaggio S.2 da 0,00 a – 5,00 m – Prova dinamica SPT in foro da – 1,90 m



Cassetta Catalogatrice n.2 Sondaggio S.2 da 5,00 a – 10,0 m – Prova dinamica SPT in foro da – 4,70 m



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



Cassetta Catalogatrice n.3 Sondaggio S.2 da 10,00 a – 15,00 m



Posizionamento del Sondaggio a carotaggio continuo n. 2



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



Cassetta Catalogatrice n.1 Sondaggio S.3 da 0,00 a – 5,00 m - Prova SPT da 3,80 a 4,15 m



Cassetta Catalogatrice n.2 Sondaggio S.3 da 5,00 a – 10,00 m



Progetto di Piano Attuativo Unitario di lottizzazione
dell' ambito di intervento "VIALE DEI PLATANI" del Comune di Partinico



Cassetta Catalogatrice n.3 Sondaggio S.3 da 10,00 a – 15,00 m



Posizionamento Sondaggio a carotaggio continuo n.3



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

LABORATORIO DI ANALISI E PROVE GEOTECNICHE SU TERRE

COMMITTENTE: *Dott. Geol. Leonardo Ortoleva*

RICHIEDENTE: *Dott. Geol. Leonardo Ortoleva*

PROGETTO/LAVORO: *Piano attuativo unitario di lottizzazione per l'ambito di intervento "Viale dei Platani"*

LOCALITA': *Viale dei Paltani - Distilleria Bertolino - Partinico (Pa)*

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 000036 DEL 20/07/2016

CERTIFICATI DAL N°: 000478 AL N°: 000482

DATA DI EMISSIONE: 26/07/2016

B & B GEOLOGICAL CENTER
di Bellia A. e Bella L. SNC
Via Libertà n° 53
92024 CANICATTI (AG)
P.IVA: 02418860843



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

APERTURA CAMPIONE ED ELENCO PROVE RICHIESTE

(Norma: Metodo di prova interno)

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000478 del 26/07/2016

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Ortoleva

PROGETTO/LAVORO: Piano attuativo unitario di lottizzazione per l'ambito di intervento "Viale dei Platani"

LOCALITA' DI PRELIEVO: Viale dei Paltani - Distilleria Bertolino - Partinico (Pa)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 1,00

Tipologia campione: Indisturbato Lunghezza utile del campione (cm) 40

<input checked="" type="checkbox"/>	Apertura campione indisturbato/rimaneggiato	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio diretto CD
	Descrizione ed identificazione visivo/manuale		Prova di compressione semplice ELL
<input checked="" type="checkbox"/>	Contenuto d'acqua naturale		Prova edometrica IL
<input checked="" type="checkbox"/>	Peso di volume con fustella tarata		Prova triassiale UU
	Peso di volume con pesata idrostatica		Prova triassiale CIU
<input checked="" type="checkbox"/>	Peso specifico dei grani		Prova triassiale CID
	Analisi granulometrica per setacciatura		Contenuto in carbonati
	Analisi granulometrica per sedimentazione		Contenuto in sostanza organica
	Limiti di Atterberg W_L W_P W_R		
	Contenuto in sostanza organica		

Descrizione campione	Campione costituito per i primi 12 cm da sabbie fini incoerenti di colore bruno giallastro, passante per i successivi 28 cm a limi con sabbia argillosi, ricchi in inclusioni ghiaiose minute di natura calcarea e calcarenitica. Campione di aspetto alluvionale, poco consistente, colore bruno scuro.
----------------------	--

ALTO BASSO

Pocket Penet. (Kg/cm²)
Torvane (Kg/cm²)

N.P.	1,2	1,3
n.d.	n.d.	n.d.

Classe di qualità: Q1 Q2 Q3 Q4 Q5

Prove eseguite dal 21/07/2016 al 26/07/2016

NOTE: Prove eseguite sulla porzione più profonda (Limi con sabbia argillosi)

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
(Norma ASTM D 2216)

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000479 del 26/07/2016

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Ortoleva

PROGETTO/LAVORO: Piano attuativo unitario di lottizzazione per l'ambito di intervento "Viale dei Platani"

LOCALITA' DI PRELIEVO: Viale dei Paltani - Distilleria Bertolino - Partinico (Pa)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 1,00

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Limi con sabbia argillosi

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa tara (g)	21,29	22,58	22,27
Massa tara + massa campione umido (g)	152,23	164,31	185,87
Massa tara + massa campione secco (g)	127,37	137,42	154,81
Contenuto d'acqua (%)	23,4	23,4	23,4

Contenuto medio d'acqua (%)	23,4
-----------------------------	-------------

Prova eseguita dal 21/07/2016 al 22/07/2016

NOTE:

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

(Norma: Metodo di prova interno)

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000480 del 26/07/2016

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Ortoleva

PROGETTO/LAVORO: Piano attuativo unitario di lottizzazione per l'ambito di intervento "Viale dei Platani"

LOCALITA' DI PRELIEVO: Viale dei Paltani - Distilleria Bertolino - Partinico (Pa)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 1,00

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Limi con sabbia argillosi

Caratteristiche geometriche del provino

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza media (cm)	2,00	2,00	2,00
Diametro/Lato medio (cm)	6,00	6,00	6,00

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa provino (g)	136,08	135,83	135,88
Volume provino (cm ³)	72,00	72,00	72,00
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	18,53	18,50	18,51

Peso medio dell'unità di volume (kN/m³) **18,52**

Prova eseguita dal 21/07/2016 al 21/07/2016

NOTE:

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicattì (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

(Norma: ASTM D 854)

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000481 del 26/07/2016

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Ortoleva

PROGETTO/LAVORO: Piano attuativo unitario di lottizzazione per l'ambito di intervento "Viale dei Platani"

LOCALITA' DI PRELIEVO: Viale dei Paltani - Distilleria Bertolino - Partinico (Pa)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 1,00

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Limi con sabbie argillosi

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro (g)	146,24	147,33
Massa picnometro + massa campione secco (g)	186,24	187,33
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua (g)	469,71	473,62
Massa picnometro + massa acqua (g)	444,56	448,51
Temperatura di prova (°C)	20	20
Peso specifico dei grani	2,69	2,69
Peso specifico dei grani a t = 20°C (kN/m ³)	26,42	26,34

Peso specifico medio dei grani	2,69
--------------------------------	-------------

Prova eseguita dal 21/07/2016 al 25/07/2016

NOTE:

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD
(Norma ASTM D 3080)

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Ortoleva

PROGETTO/LAVORO: Piano attuativo unitario di lottizzazione per l'ambito di intervento "Viale dei Platani"

LOCALITA' DI PRELIEVO: Viale dei Paltani - Distilleria Bertolino - Partinico (Pa)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Profondità di prelievo (m): 1,00

Tipologia campione: Indisturbato Descrizione campione: Limi con sabbia argillosi

Tipo macchina di taglio: Autoshear - Controls Tipo scatola: Quadrata

Caratteristiche fisiche dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Contenuto d'acqua iniziale (%)	23,4	23,4	23,4
Contenuto d'acqua finale (%)	22,5	21,6	20,4
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	18,53	18,50	18,51
Peso specifico dei grani*	2,69	2,69	2,69

* Valore medio del campione

Caratteristiche geometriche iniziali dei provini

Altezza media (mm) 20,00 Lato medio (mm) 60,00 Area (cm²) 36,00 Volume (cm³) 72,00

Dati di prova

Velocità fase di taglio (mm/min) 0,0020

Provino n°	Pressione verticale (kPa)
1	98,07
2	196,13
3	294,20

Prova eseguita dal 21/07/2016 al 26/07/2016

NOTE:

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicattì (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



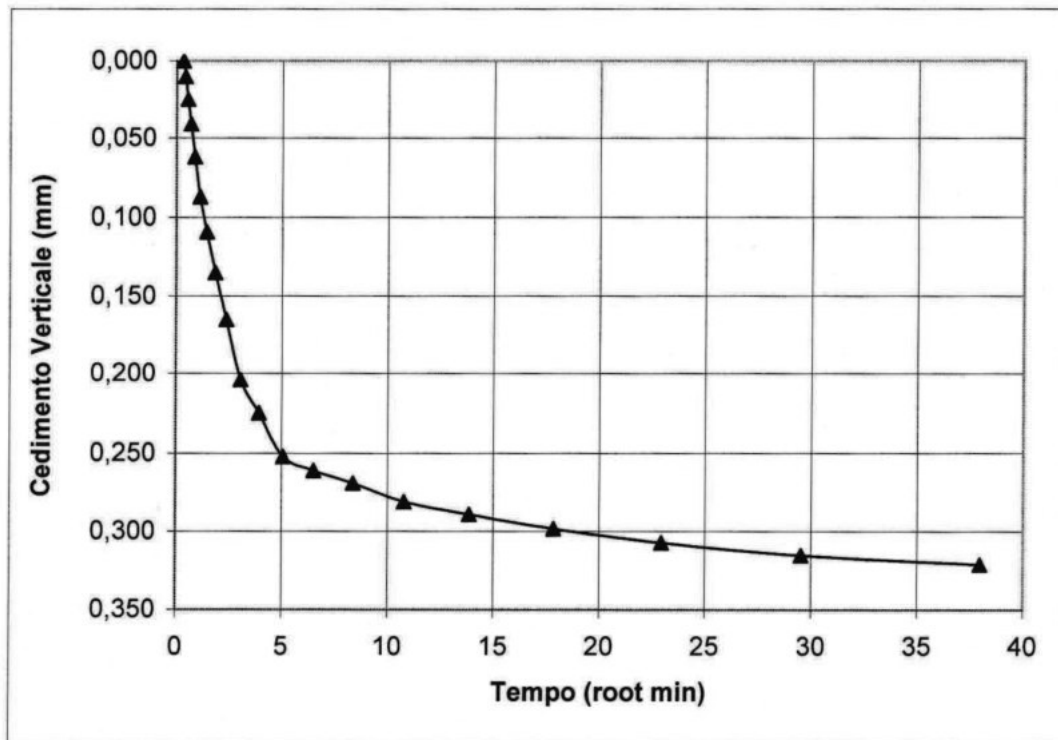
Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO N° 1	
Pressione verticale (kPa)	98,07



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



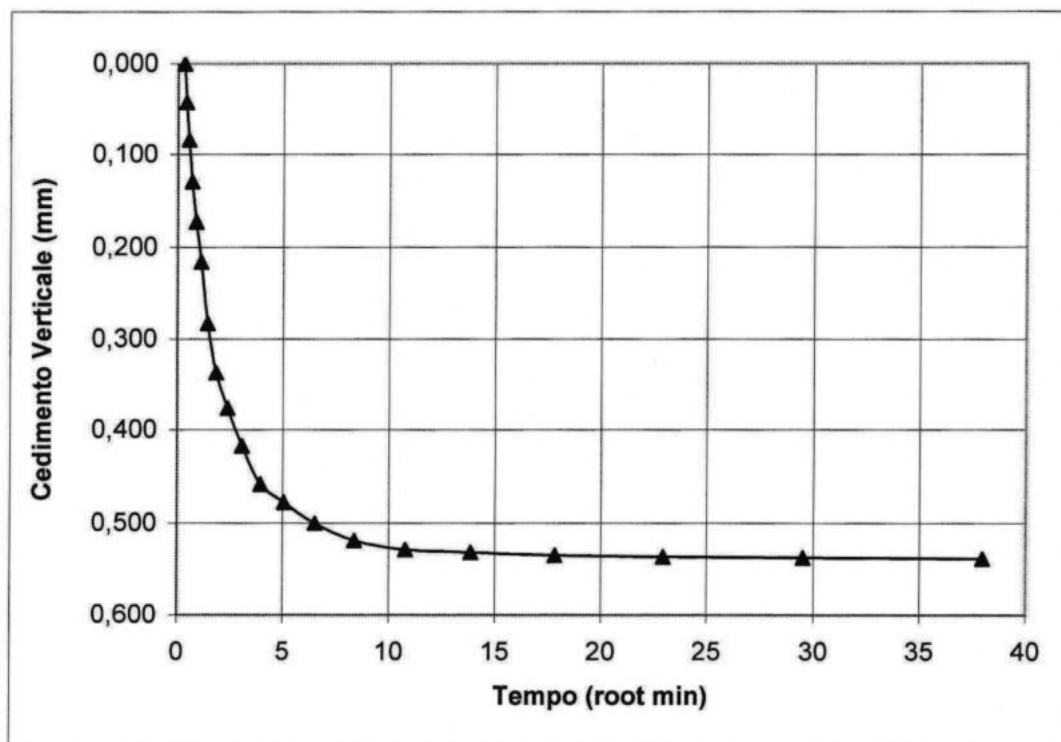
Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO N° 2	
Pressione verticale (kPa)	196,13



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bella



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



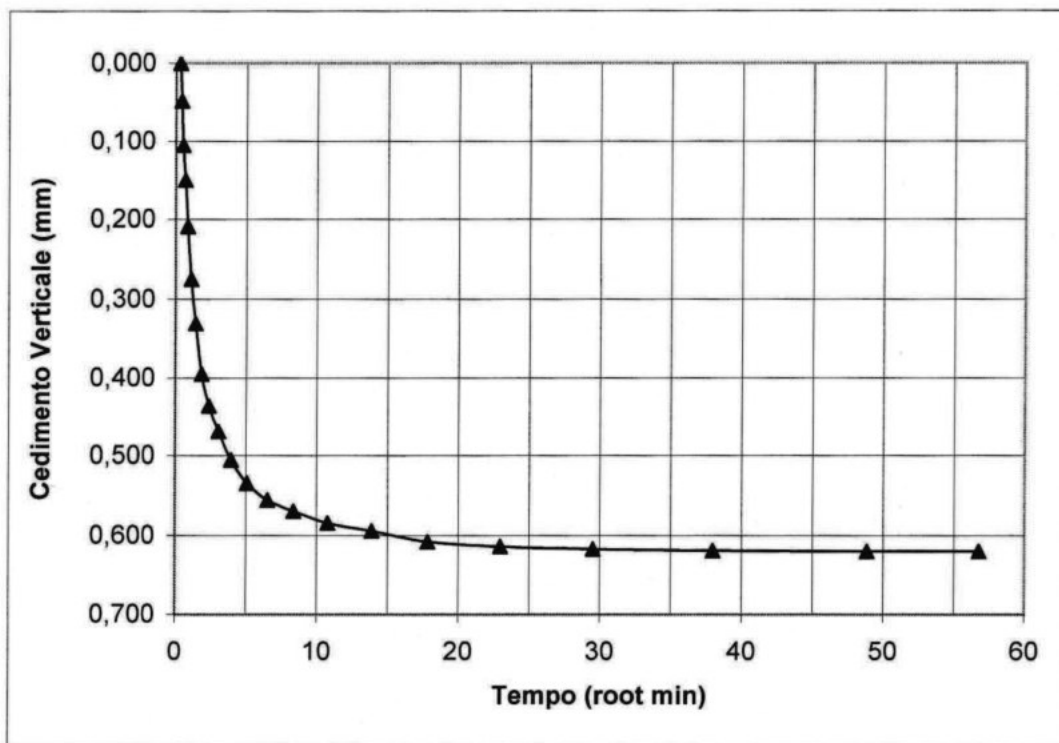
Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO N° 3	
Pressione verticale (kPa)	294,20



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicattì (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843



Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino n° 1					Provino n° 2					Provino n° 3				
Pressione verticale (kPa)				98,07	Pressione verticale (kPa)				196,13	Pressione verticale (kPa)				294,20
dt	dH	dS	F	τ	dt	dH	dS	F	τ	dt	dH	dS	F	τ
min	mm	mm	N	kPa	min	mm	mm	N	kPa	min	mm	mm	N	kPa
0	0,000	0,00	0,0	0,0	0	0,000	0,00	0,0	0,0	0	0,000	0,00	0,0	0,0
60	0,051	0,13	37,2	10,3	60	0,066	0,12	100,2	27,8	60	0,077	0,13	111,1	30,9
120	0,082	0,25	55,4	15,4	120	0,096	0,25	134,7	37,4	120	0,104	0,25	164,8	45,8
180	0,114	0,37	72,2	20,1	180	0,135	0,37	159,5	44,3	180	0,129	0,37	200,8	55,8
240	0,135	0,50	88,4	24,6	240	0,151	0,50	181,3	50,4	240	0,152	0,49	227,1	63,1
300	0,150	0,62	102,2	28,4	300	0,180	0,62	197,3	54,8	300	0,175	0,61	249,7	69,4
360	0,164	0,74	114,3	31,8	360	0,197	0,74	211,2	58,7	360	0,200	0,73	270,6	75,2
420	0,176	0,86	124,3	34,5	420	0,213	0,86	224,7	62,4	420	0,211	0,85	290,2	80,6
480	0,188	0,98	132,4	36,8	480	0,237	0,99	237,8	66,1	480	0,232	0,96	308,2	85,6
540	0,198	1,10	139,1	38,6	540	0,247	1,12	249,3	69,3	540	0,256	1,08	323,9	90,0
600	0,207	1,23	145,3	40,4	600	0,259	1,24	260,0	72,2	600	0,266	1,20	337,8	93,8
660	0,215	1,35	151,2	42,0	660	0,280	1,36	269,9	75,0	660	0,284	1,32	351,6	97,7
720	0,222	1,47	155,8	43,3	720	0,292	1,49	277,6	77,1	720	0,298	1,44	364,4	101,2
780	0,230	1,60	160,7	44,6	780	0,301	1,61	284,9	79,1	780	0,302	1,56	375,7	104,4
840	0,239	1,72	165,1	45,9	840	0,311	1,73	292,4	81,2	840	0,313	1,69	387,3	107,6
900	0,247	1,84	168,7	46,9	900	0,320	1,85	298,7	83,0	900	0,339	1,81	396,7	110,2
960	0,253	1,96	172,9	48,0	960	0,328	1,98	304,6	84,6	960	0,347	1,93	406,6	112,9
1020	0,260	2,08	177,4	49,3	1020	0,335	2,11	310,8	86,3	1020	0,356	2,05	416,1	115,6
1080	0,268	2,20	180,2	50,1	1080	0,342	2,23	316,6	87,9	1080	0,364	2,13	424,1	117,8
1140	0,275	2,32	182,7	50,8	1140	0,346	2,36	321,7	89,4	1140	0,372	2,25	430,7	119,6
1200	0,282	2,45	185,8	51,6	1200	0,348	2,48	325,1	90,3	1200	0,378	2,36	438,1	121,7
1260	0,290	2,57	188,2	52,3	1260	0,351	2,60	328,4	91,2	1260	0,384	2,48	443,6	123,2
1320	0,302	2,70	190,4	52,9	1320	0,354	2,72	329,7	91,6	1320	0,389	2,59	449,9	125,0
1380	0,308	2,82	192,2	53,4	1380	0,356	2,84	331,9	92,2	1380	0,393	2,71	455,2	126,4
1440	0,311	2,94	193,4	53,7	1440	0,357	2,96	334,2	92,8	1440	0,396	2,83	460,3	127,9
1500	0,314	3,06	193,7	53,8	1500	0,358	3,08	336,1	93,4	1500	0,399	2,95	464,4	129,0
1560	0,317	3,18	195,2	54,2	1560	0,359	3,20	337,2	93,7	1560	0,402	3,08	468,4	130,1
1620	0,320	3,30	196,2	54,5	1620	0,360	3,32	336,3	93,4	1620	0,404	3,20	470,7	130,8
1680	0,323	3,43	195,3	54,3	1680	0,360	3,45	333,9	92,8	1680	0,406	3,32	473,8	131,6
1740	0,325	3,55	192,8	53,6	1740	0,359	3,57	330,8	91,9	1740	0,408	3,44	475,9	132,2
										1800	0,409	3,56	477,7	132,7
										1860	0,410	3,68	478,8	133,0
										1920	0,411	3,80	479,6	133,2
										1980	0,411	3,92	481,2	133,7
										2040	0,411	4,04	480,4	133,4
										2100	0,410	4,17	478,7	133,0
										2160	0,410	4,29	476,7	132,4
										2220	0,409	4,41	474,7	131,9
										2280	0,408	4,53	471,9	131,1

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicatti (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843

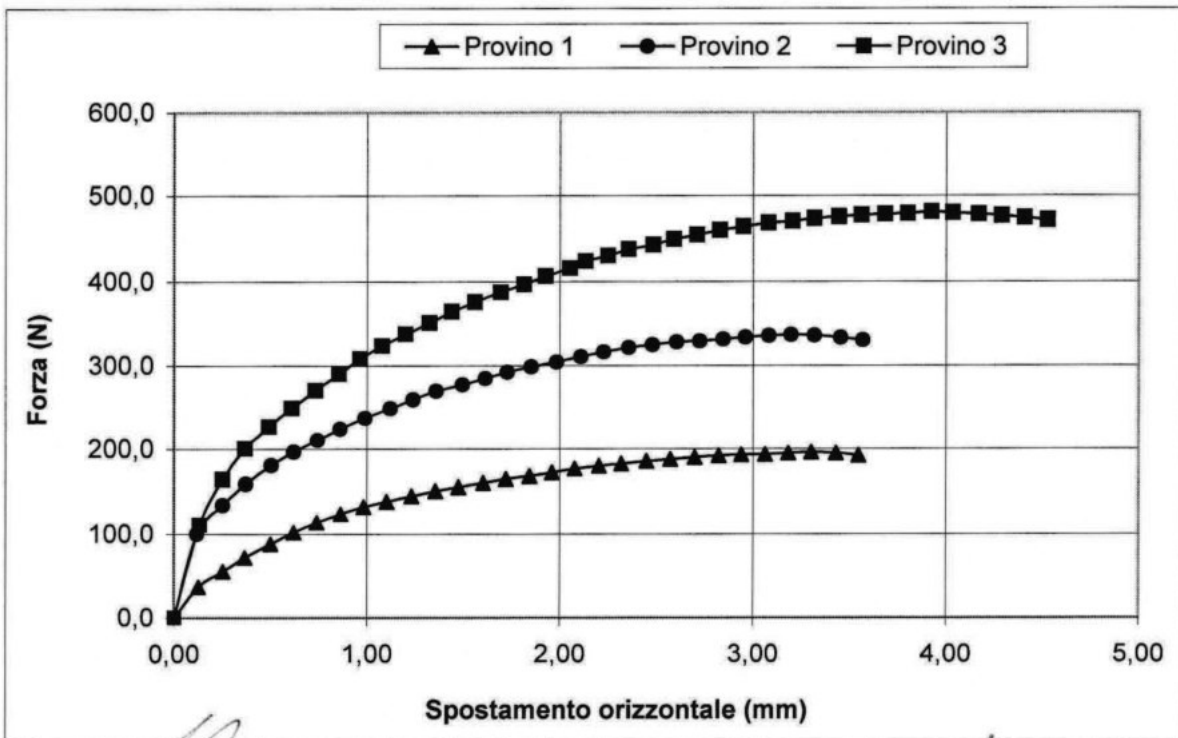
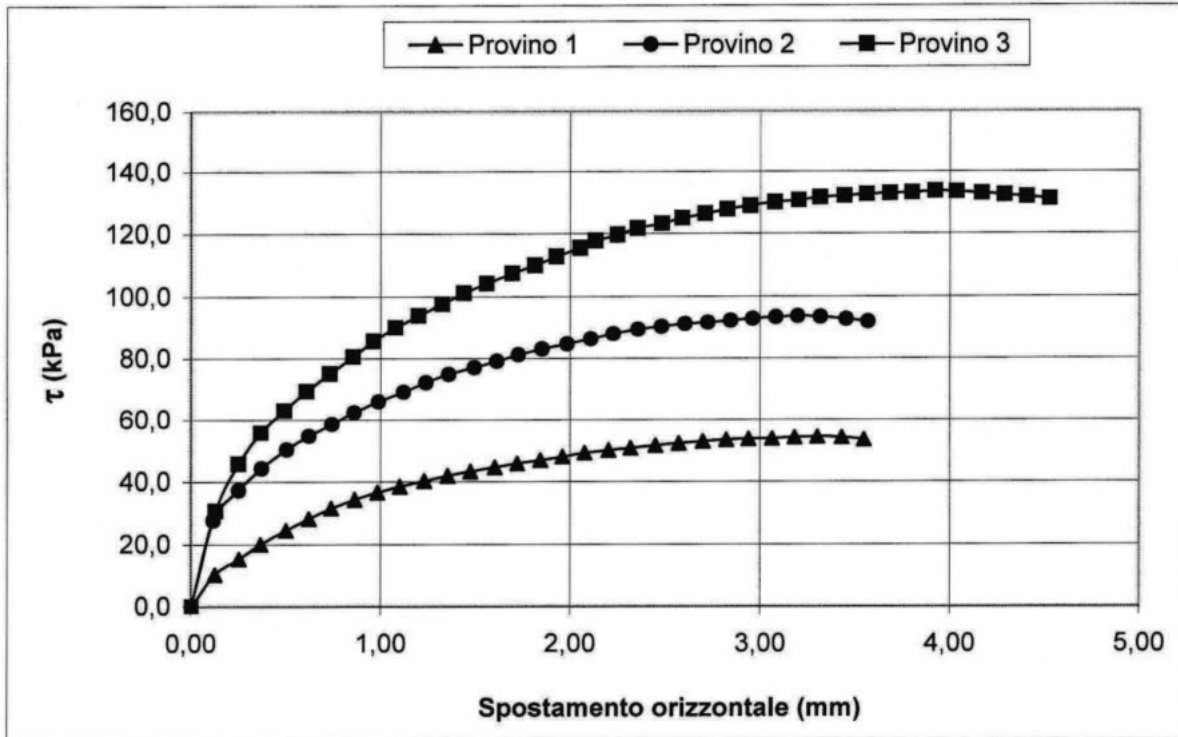


Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia



Geological Center di Bellia A. e Bella L. snc

Via Libertà n°53 - 92024 Canicattì (Ag)
Tel./fax 0922 738683 - P.IVA 02418860843

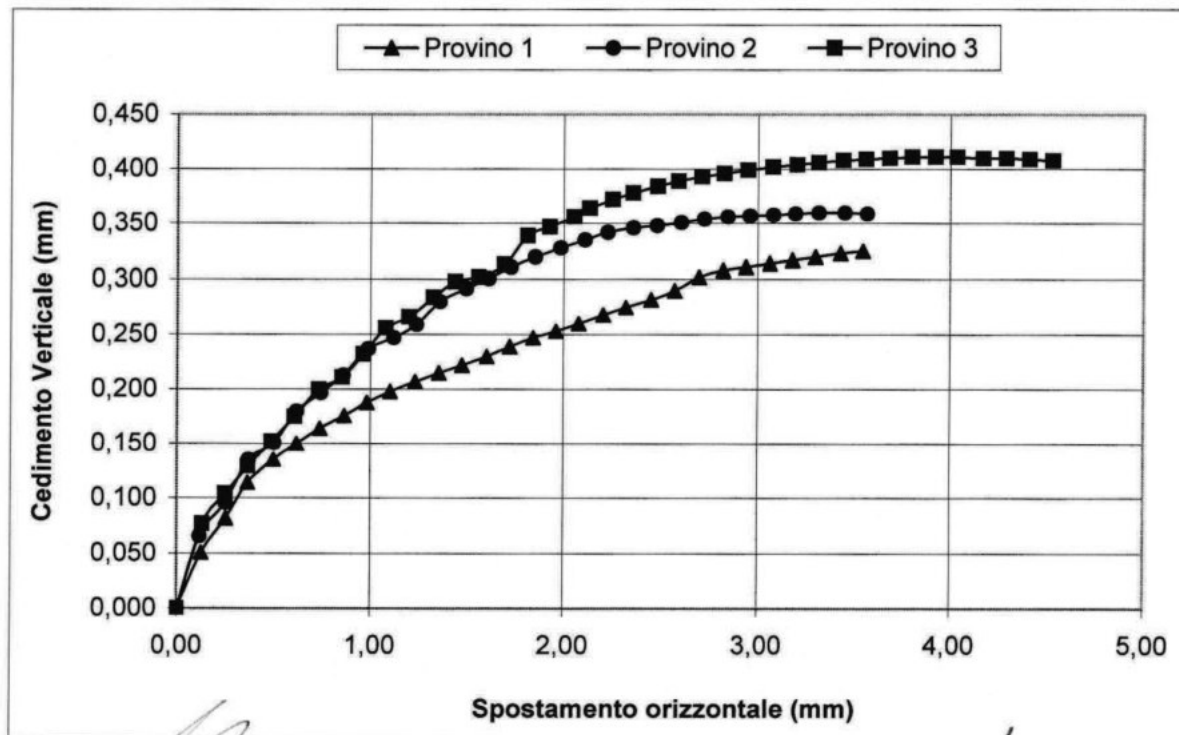
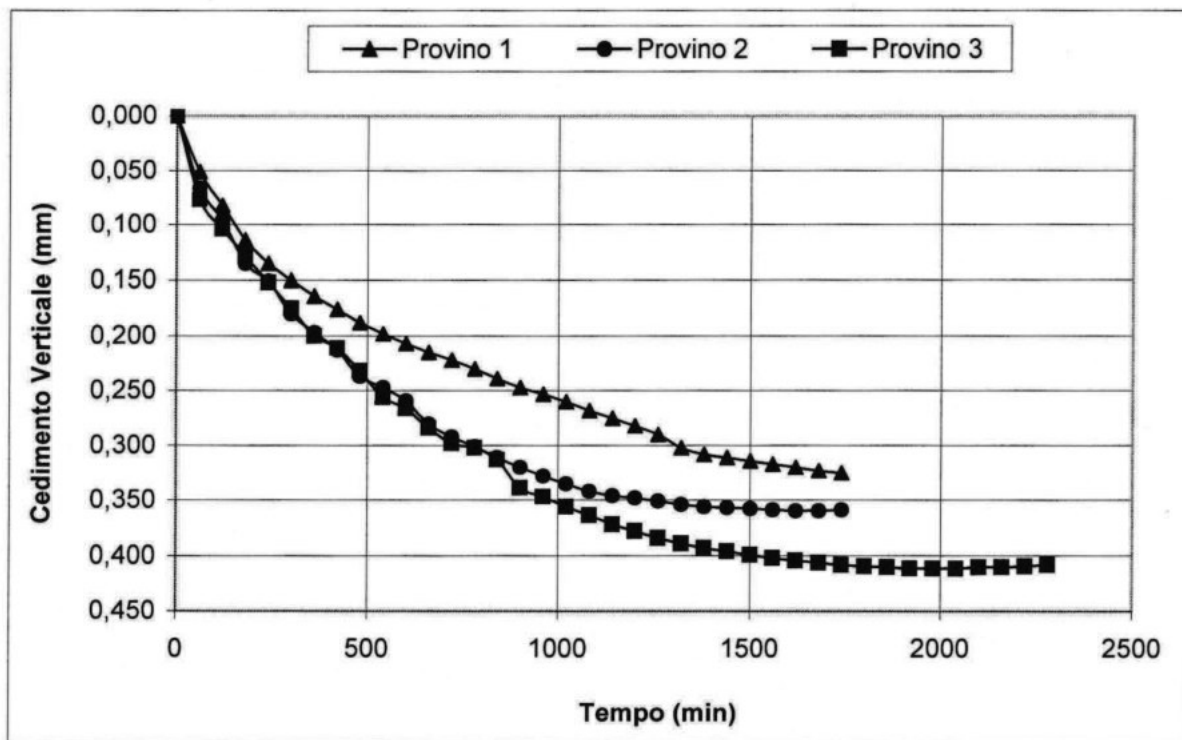


Laboratorio di analisi e prove geotecniche sulle terre
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ai sensi del D.P.R. n.380/2001 - Circolare 7618/STC

Verbale di accettazione n° 000036 del 20/07/2016

Certificato di prova n° 000482 del 26/07/2016

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Luigi Bella

Il Direttore di laboratorio
Dott. Geol. Angelo Bellia