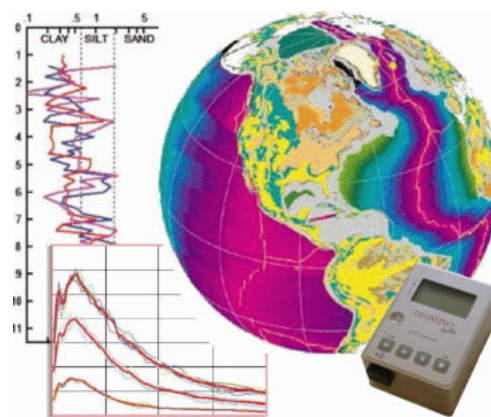


**Studio di Geologia e Geotecnica
Dott. Geol. Giuseppe Avenia**

Consulente nello Studio di Impatto Ambientale

**via Dante, 206 Agrigento
Tel. 0922 - 27367-603401**

GeoLog



***COMUNE DI AGRIGENTO
PROVINCIA DI AGRIGENTO***

***PIANO DI LOTTIZZAZIONE "REGINA" PER LA REALIZZAZIONE
DI "CASE UNIFAMILIARI CON ORTO" IN C/DA CANNATELLO
TRA LA VIA CAVALERI MAGAZZENI, VIA UNIVERSO E LA VIA
MAGELLANO, RICADENTE NELLA SOTTOZONA C/4 DI CUI AL
COMPARTO 5.9B DEL P.R.G. VIGENTE.***

Bacino Idrografico : F.San Leone - F. Naro (067)

Zona Sismica : 2

STUDIO GEOMORFOLOGICO

Agrigento Li

Luglio 2020

IL GEOLOGO

**Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo**

**COMUNE DI AGRIGENTO
PROVINCIA DI AGRIGENTO**

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE "REGINA" PER LA REALIZZAZIONE
DI "CASE UNIFAMILIARI CON ORTO" IN C/DA CANNATELLO TRA
LA VIA CAVALERI MAGAZZENI, VIA UNIVERSO E LA VIA
MAGELLANO, RICADENTE NELLA SOTTOZONA C/4 DI CUI AL
COMPARTO 5.9B DEL P.R.G. VIGENTE.**

- Secondo D.M. II. TT. del 17 gennaio 2018 -

RELAZIONE GEOLOGICA

"CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO"

*AI SENSI DEL PUNTO C6.2.1. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"
nonché CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.*

"INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA"

*AI SENSI DEL PUNTO C6.2.2. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"
nonché del D.M. 11/03/88 N.47 e della CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.*

Premesse.

Per incarico dei proprietari interessati, il sottoscritto Dott. Geol. Giuseppe Avenia, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia al numero 664, ha redatto la presente relazione geologico-tecnica, secondo il D.M. 17 gennaio 2018, nonché secondo quanto dettato dal D.A. n. 298/41 del 21/07/2000 e suc. mod. ed integrazioni, per la tutela dell'assetto idrogeologico del bacino interessato, a supporto del progetto relativo al piano di lottizzazione di apprezzamenti di terreno siti in Agrigento, tra la via Cavaleri Magazzeni, via Universo e la via Magellano, ricadenti nella zona C/4 di cui al comparto 5.9b del P.R.G. vigente.

Il presente studio, si articola in due fasi, una prima consistente nella caratterizzazione e modellazione geologica del sito, che determina la

ricostruzione delle caratteristiche litologiche, stratigrafico-strutturali, geomorfologiche ed idrogeologiche, definendo i possibili scenari delle pericolosità geologiche del territorio, ed una seconda fase che riguarda gli aspetti geotecnici preliminari di riferimento, per una corretta ricostruzione geotecnica del sito in studio, citando eventuali risultati di indagini geognostiche e sismiche attinenti.

La ricostruzione della successione stratigrafico-locale, è stata effettuata, prendendo in esame le sezioni naturali, le scarpate ed i tagli di terreno osservabili ad occhio nudo, nonché utilizzando i risultati stratigrafici ottenuti da indagini eseguite nell'ambito del sito in studio.

L'insieme dei dati ottenuti, ha permesso la ricostruzione del modello idro-geomorfologico e stratigrafico-locale del sito, a partire dal quale è possibile, valutare possibili scenari evolutivi.

Caratterizzazione e Modellazione Geologica del sito

Morfologia e Idrologia.

L'orizzonte morfologico cui fa capo l'area di studio, in generale si presenta secondo un andamento di tipo sub-pianeggiante, con lievi pendenze degradanti verso la costa, costituito a substrato da orizzonti plastici di natura argillosa che rappresentano la componente più modellabile ed erodibile e sulla quale in superficie si insediano linee di impluvio più o meno marcate, detti sedimenti sono ricoperti da deposizioni terrazzate di origine marina detti "Terrazzi marini".

In relazione alle caratteristiche dei materiali di costituzione si ha lo sviluppo della rete idrografica dove prendono vita terreni di natura argillosa impermeabili i quali favoriscono la circolazione idrica in superficie a discapito

di quella profonda, al contrario, in corrispondenza di materiali argillo-sabbioso conglomeratici (Terrazzo marino) è ipotizzabile la presenza di una lieve falda a carattere stagionale al contatto con le sottostanti argille.

Le aree circostanti sono caratterizzate da linee di impluvio a carattere torrentizio e stagionale, esse si presentano più marcate a valle della zona studiata.

L'area strettamente interessata appartiene ad un contesto geomorfologico improntato a condizioni generali di assetto tali da indurre a valutazioni positive per quanto concerne la realizzazione dell'opera in progetto atte a garantirne la funzionalità e la stabilità della stessa nel tempo.

La zona prettamente interessata, è posta morfologicamente lontano da percolazioni operate delle acque dilavanti e meteoriche e nel complesso allo stato attuale risulta in condizioni di buon equilibrio statico.

Elementi geologici.

Il suolo ed il sottosuolo dell'area investigata, è occupate da rocce sedimentarie prodotte dal lento accumulo di materiali depositatesi secondo corpi stratificati orizzontalmente (successioni sedimentarie).

In particolare, nell'area vasta, sono presenti due principali complessi sovrapposti: il complesso inferiore è rappresentato dalla argille sabbiose del Miocene superiore (Serravilliano-Tortoniano) che passano verso l'alto alla serie "Gessoso-Solfifera" del Messiniano (più frequentemente e tipicamente rappresentata da calcari e da gessi) e, ancora più in alto, ai Trubi del Pliocene inferiore.

Questa successione di livelli è molto deformata e costituisce, su larga scala, una grande struttura cuneiforme fatta al suo interno da corpi tettonici sovrapposti detti embrici, i quali sono separati da faglie.

A sovrastare i materiali citati, come detto in precedenza, sono i depositi più recenti, costituiti dalle marne calcaree (trubi) depositatesi in trasgressione e dalle argille del pliocene inferiore e del pliocene medio - pleistocene inferiore, che includono le formazioni Narbone (argille e marne, argille azzurre) e Agrigento (calcareniti), ed i depositi continentali, dune e sabbie costiere, ed alluvionali terrazzate ed attuali.

In vicinanza del mare, le aree perlopiù piatte, sono costituite da deposizione terrazzate di origine marina.

Da questo quadro geolitologico, prende spunto la zona oggetto di studio, costituita dalla seguente unità geologica:

- Terrazzate di origine marina:

Caratterizzate da materiali argilloso-sabbioso conglomeratici, la giacitura è caotica e non sono presenti piani di stratificazione evidenti.

Stratigrafia del terreno di sedime.

La stratigrafia del terreno di sedime, inerente l'area da lottizzare, lascia presupporre come le future fondazioni delle opere da realizzare, interesseranno terreni costituiti da materiali argilloso sabbioso conglomeratici.

La struttura litologica così evidenziata, è da ritenersi di buon assetto e a costituzione geomeccanica omogenea; in allegato viene riportata la *Tavola n.1* riassuntiva della situazione stratigrafico-geomeccanica dei terreni.

Dissesto idrogeologico.

Attraverso la sintesi operata nella lettura delle carte geologica e le reali osservazioni effettuate in campagna, di concerto con la cartografia prodotta dal P.A.I., relativa al bacino interessato, si è prodotta sia la carta “*della Pericolosità e del Rischio geomorfologico*” che quella dei “*Dissesti*”, nel rispetto del D.A. n. 298/41 del 21/07/2000 e suc. mod. ed integrazioni, per la tutela dell’assetto idrogeologico, per la parte di bacino interessata dal progetto in epigrafe.

Le pericolosità **P**, sono determinate attraverso la magnitudo del fenomeno franoso rilevato legato al suo stato di attività; la correlazione tra la pericolosità determinata e gli elementi a rischio connessi con la vulnerabilità del territorio, determinano il “Rischio totale” **R**.

Per la valutazione della pericolosità in termini probabilistici, sono necessarie informazioni dettagliate sulla ricorrenza temporale dei fenomeni franosi e sulle loro cause, tali informazioni, reperibili attraverso dettagliate ricerche storiche, risultano di norma frammentarie e disomogenee, pertanto si è ritenuto opportuno limitarsi alla valutazione di un grado di pericolosità relativa classificando il territorio investigato secondo classi di pericolosità generale.

Per tale zonizzazione, viene fatto riferimento al concetto di “*Area o bacino di pericolosità*”, ovvero alla zona in cui risultano riunite le condizioni che stanno alla base del meccanismo di instabilità, puntualizzando che il “*Bacino di pericolosità*”, viene limitato generalmente all’estensione del versante interessato.

Partendo quindi dalle classi di pericolosità **P**, riassunte nella *Tab.1*, si è passati all’interpretazione sulla “*Classificazione e zonizzazione del rischio R*”, essa vuole esprimere il danno atteso, il quale dipende quindi sia dal danno potenziale, che della probabilità che esso avvenga, nella *Tab.2*, vengono

riportate le classi di rischio “R” in generale e nella allegata carta le pericolosità geomorfodinamiche rilevate.

Il rischio dell’area interessata, è risultato essere nullo.

Pericolosità		Descrizione
P0	bassa	Aree di bassa pericolosità per frane nelle quali i processi geomorfologici e le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.
P1	moderata	Aree con moderata pericolosità per frana valutabile come tale sulla base di caratteri fisici territoriali, vegetazionali e di uso del suolo, ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti, sia superficiali che profondi, riferibili a fenomeni franosi. Rientrano in questa classe anche le paleofrane e le frane relitte, non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali e le frane per le quali ci sia la certezza di una stabilizzazione naturale o artificiale.
P2	media	Aree interessate da media pericolosità per frane evidenziate da indicatori morfologici diretti.
P3	elevata	Aree interessate da elevata pericolosità per frane evidenziate da indicatori morfologici diretti, quali l’esistenza di frane quiescenti o di segni precursori di movimenti gravitativi.
P4	molto elevata	Aree interessate da pericolosità per frana estremamente elevata, in cui sono presenti movimenti di massa in atto, con una dinamica geomorfologica tendente o meno all’estensione areale della pericolosità.

Tab.1 – Classi di pericolosità

	Rischio	Descrizione
R1	moderato	I danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali.
R2	medio	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale che non pregiudicano le incolumità del personale, l’agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R3	elevato	Sono possibili problemi per le incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, le interruzioni di funzionalità delle attività socio economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
R4	molto elevato	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio economiche.

Tab.2 – Classi di rischio

Tettonica e Sismicità.

I terreni affioranti nella zona in esame sono stati interessati da due fasi tettoniche successive.

La prima post Messiniana ha interessato i terreni del Miocene medio e superiore; ha tettonizzato i terreni della serie solfifera che hanno subito notevoli piegamenti.

Gli assi di queste strutture hanno direzione all'incirca nord-ovest, sud-est.

La seconda fase post Pliocenica ha interessato i terreni depositi dal Pliocene inferiore al superiore.

Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante.

Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza.

La valutazione del rischio sismico, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la *<macrozonazione sismica>*, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la *<microzonazione sismica>*.

Normativa Sismica.

La normativa sismica è dettata dal D.M. 17/01/2018 aggiornamento delle *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

La normativa sismica contempla, per la definizione delle azioni sismiche di progetto, cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media (V_S).

La classificazione viene effettuata principalmente sulla base del valore di V_{Seq} valutato dalla seguente espressione

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove :

- N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.
- H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio (V_s -eq) è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ mt. nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati 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</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La normativa, divide il territorio nazionale in quattro zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale.

ZONA	VALORE DI a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

valori dell'accelerazione orizzontale

Microzonazione sismica

La valutazione del rischio sismico, viene effettuata mediante la macrozonazione sismica, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la microzonazione sismica.

Infatti, l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale e del substrato, presenza della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

Amplificazione topografica.

La realizzazione di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti, può essere influenzata da una amplificazione del fenomeno dovuto alla situazione topografica esistente, tale interferenza è corretta tramite l'utilizzo del coefficiente di amplificazione topografica ST riportato nella seguente tabella in base alle pendenze di versante.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per il sito in oggetto secondo la tabella su riportata si ottiene una Categoria topografica di Tipo **T1** pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Amplificazione stratigrafica.

Il fenomeno dell'amplificazione stratigrafica ha cui può essere soggetto un sisma, è dovuta a fattori locali, geologici, morfologici e stratigrafici ecc. sia superficiali che di substrato, che possono modificare il moto sismico di base, gli effetti diventano devastanti in presenza di edificazioni.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione

$$a_{max} = S_s \times a_g,$$

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Pertanto in considerazione di ciò, è opportuno valutare un coefficiente di amplificazione stratigrafica da inserire nei calcoli strutturali, per mitigare gli effetti prodotti da una irregolare accelerazione sismica nel sito di studio.

Caratterizzazione sismica del sito.

L'area d'interesse ricade nel territorio di Agrigento, classificato dalla normativa sismica come **Zona 2**.

La caratterizzazione sismica del sito di studio, viene effettuata attraverso l'esecuzione di indagine sismiche dirette utilizzando idonea apparecchiatura, operate direttamente nel sito di studio

Dalle indagini sismiche effettuate si ricava un valore in difetto di $V_{seq} = 244$ m/s caratteristico di un suolo di categoria tipo "C".

Frequenza di Risonanza terreno di fondazione.

La verifica della progettazione deve essere in grado di valutare il rischio di amplificazione degli effetti di un sisma su un fabbricato esistente, o di progettare in condizioni di maggiore sicurezza l'opera da realizzare.

Quanto sopra si ottiene con la determinazione in sito della frequenza fondamentale di risonanza del terreno di fondazione e con la comparazione con la frequenza di risonanza del fabbricato realizzato o da realizzare.

Quando questi due valori sono simili si ha il rischio del cosiddetto fenomeno della "*doppia risonanza*", che si traduce in un aumento considerevole delle sollecitazioni agenti sull'edificio e quindi del danno che quest'ultimo può subire.

La pericolosità consiste nel fatto che, durante un terremoto, se la frequenza di risonanza del sottosuolo coincide con quella degli edifici presenti, può avere luogo un fenomeno di accoppiamento fra le due modalità di vibrazione; questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni indotti dal terremoto, anche più importante della dimensione del terremoto stesso.

Dalla verifica effettuata dall'indagine sismica eseguita con apparecchiatura (Micromed Tromino), adatto nella misurazione ad alta risoluzione del rumore sismico ambientale, basato su un brevetto che ottimizza la misura del microtremore nell'intervallo di frequenza compreso fra 0,0 e 200 Hz., si è ottenuto un valore di frequenza di risonanza del suolo pari a :

S1: $Fr = 0.53 \pm 0.06$ Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

S2 : $Fr = 0.63 \pm 0.10$ Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Carta Pericolosità sismica Locale.

La stesura delle suddetta carta tematica, viene elaborata attraverso la sovrapposizione degli elaborati cartografici di base, dopo aver suddiviso il territorio in aree con situazioni geo-litologiche simili, si passa a suddividere l'area in esame in sottozone rappresentate da valori di V_s quanto più possibili vicini tra loro, per poi determinare le categorie di suolo che caratterizzano arealmente la zona indagata.

La carta tematica così ottenuta, riporta le aree in cui è possibile attribuire ai litotipi affioranti un determinato valore delle onde di taglio VS.

Limiti di procedura e conclusioni.

La pericolosità sismica locale è rappresentata dalla misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, in funzione delle particolari condizioni geologiche e morfologiche che potrebbero generare amplificazioni locali delle onde sismiche di un possibile terremoto.

Le caratteristiche della colonna lito-stratigrafica del sito, l'andamento del sistema idrico sotterraneo, la situazione geomorfologica degli immediati dintorni ed infine la geometria del substrato roccioso (bedrock) o assimilabile ad esso (bedrock-like) hanno quindi generalmente l'effetto di amplificare l'ampiezza del moto sismico e di modificare la sua distribuzione spettrale.

Le modalità d'interazione dinamica suolo-struttura sono quindi condizionate da fattori legati sia alle caratteristiche proprie delle costruzioni che a quelle geolitologiche e stratigrafiche del sito di studio.

Pertanto risulta determinante poter individuare se nell'areale considerato, sono presenti degli “*scenari di pericolosità sismica potenziale*”, in grado di esaltare o incrementare gli effetti dell'onda sismica.

In relazione alla pericolosità sismica locale per l'area in esame si può affermare che:

- non sono preseti faglie che ricadono nell'area di intervento o nei suoi immediati dintorni;
- la situazione morfologica esistente non determina particolari condizioni sfavorevoli;
- i terreni non sono soggetti a fenomeni di liquefazione.

Pericolosità Geologiche.

Attraverso la sintesi operata nella lettura delle carte geologica e le reali osservazioni effettuate in campagna, di concerto con la cartografia prodotta dal P.A.I., relativa al bacino interessato, si è valutata la Pericolosità Geologica dell'area interessata.

Lo studio effettuato, ha quindi evidenziato delle aree limitate a situazioni medio-vallive, nelle quali, i terreni sono soggetti a fenomenologie di dissesto ben delimitate con tipologie di frana di tipo superficiale: *Colamento lento*, *Deformazione superficiale lenta*, *Erosione accelerata*, con attività che vanno dall'attivo al non attivo, a tal proposito si veda la carta dei dissesti P.A.I. allegata.

Fattibilità Geologica.

In riferimento alle pericolosità geologiche rilevate ed in relazione alla vulnerabilità idrogeologica dell'area in studio, si ricava un ambito di condizioni di fattibilità che non evidenzia particolari limitazioni alla realizzazione di interventi antropici in genere.

L'area d'intervento e in suo immediato circondario, non presentano, alla data attuale, particolari problematiche di tipo geomorfologico, geologico o idraulico che possano generare rischi.

Inoltre l'area interessata, risulta priva di vincoli di carattere idrogeologico che possano in qualche modo interferire con l'opera in oggetto.

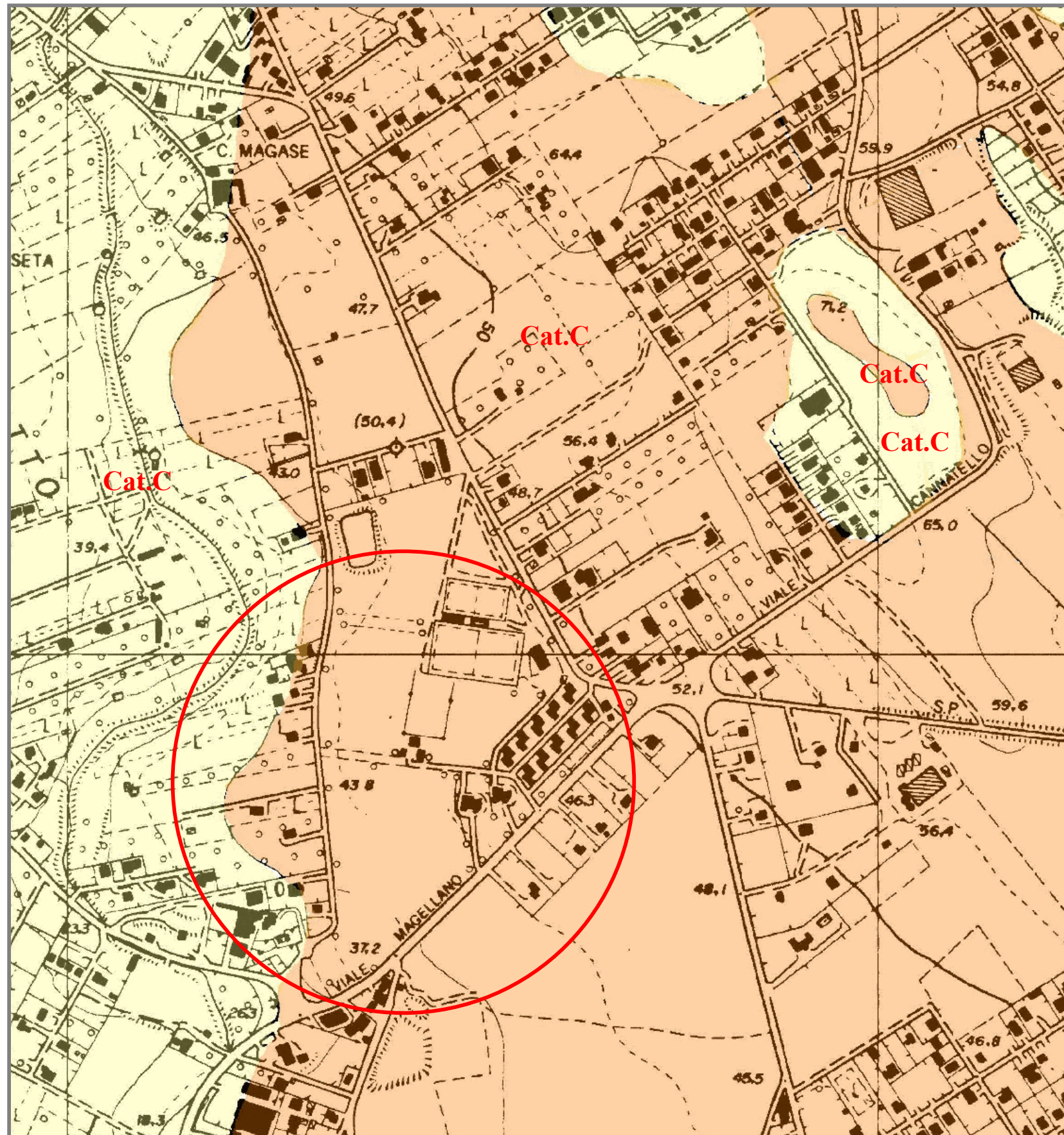
L'analisi del rischio e della pericolosità del sito interessato, alla data attuale, evidenzia come l'area risulti priva di fenomenologie di dissesto siano esse in atto che potenziali.

I livelli di Pericolosità e Rischio assumono valori nulli, vedasi cartografia PAI allegata.

La stabilità dell'area, data l'assenza di particolari pendenze, assume valori confortanti, generando condizioni di stabilità globale del versante interessato.

In considerazione di quanto delineato, non sussistono fattori ambientali incompatibili con l'opera in oggetto, ne tanto meno si evidenziano particolari pericolosità geologiche.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



Legenda

- V_{s30} m/s
- > 180-360** Categoria C
- > 180-360** Terrazzi marini
- > 180-360** Argille Plioceniche
- Area interessata

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

SCHEMA RIASSUNTIVO DELLA CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Zona Sismica : 2

$V_{Seq} = 244 \text{ m/s}$

Accelerazione orizzontale : $A_g = 0,25$

Categoria suolo : Tipo C

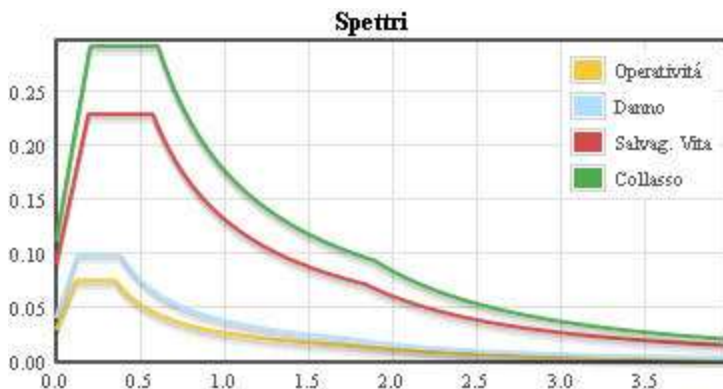
Spettro di risposta al suolo

$S = 1,25$

$T_c = 0,5$

$T_B = 0,15$

$T_D = 2$



Frequenza di risonanza suolo

$F_r = 0.53 \pm 0.06 \text{ Hz.}$ (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Indice Liquefazione $F_s = 1,71$ Verificato

Amplificazione Topografica : T1 inclinazione media = 15°

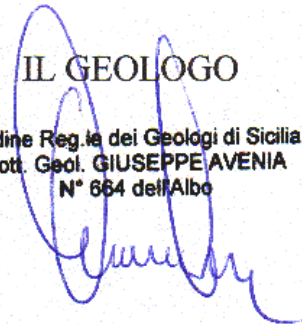
COMUNE DI AGRIGENTO
PROVINCIA DI AGRIGENTO

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE "REGINA" PER LA REALIZZAZIONE
DI "CASE UNIFAMILIARI CON ORTO" IN C/DA CANNATELLO TRA
LA VIA CAVALERI MAGAZZENI, VIA UNIVERSO E LA VIA
MAGELLANO, RICADENTE NELLA SOTTOZONA C/4 DI CUI AL
COMPARTO 5.9B DEL P.R.G. VIGENTE.**

INDAGINE SISMICA

IL GEOLOGO

Ordine Reg. Ie dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo



INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE RAPPORTI SPETTRALI.

Premesse.

Le considerazioni riportate di seguito sono i risultati d'indagine attraverso la sismica passiva tramite analisi realizzata con tromografo elettronico digitale TROMINO® ai fini della determinazione delle caratteristiche elastiche del terreno ottenute dalla analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno, ovvero attraverso l'analisi dei rumori del terreno.

Lo scopo della seguente indagine geofisica, è dunque, la caratterizzazione sismica del sottosuolo, l'individuazione delle discontinuità e la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico).

Tale metodo è in grado di stimare la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) nei primi metri di profondità, come esplicitamente richiesto dalla Normativa Tecnica per le Costruzioni del 17 gennaio 2018.

La campagna d'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 le discontinuità sismiche presenti legate alle variazioni litologiche.

Dalle tracce sismiche ottenute, attraverso un processo di elaborazione e pulitura dei disturbi spontanei, 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).

Ai sensi della Nuova Normativa Antisismica richiamata dal D.M. 17/01/2018, la definizione delle onde trasversali (S) ha permesso la determinazione del parametro V_{Seq} e la caratterizzazione dei terreni.

La restituzione dei dati, con relativa interpretazione del profilo sismico, è riportata di seguito.

METODOLOGIA SISMICA PASSIVA.

L'indagine geosismica è stata realizzata avvalendosi del metodo sismico che utilizza l'acquisizione del rumore sismico di fondo come funzione di eccitazione.

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre, esso viene chiamato anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, in essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossime a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito, tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibsvon Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al., 2001; solo per citarne alcune).

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato.

Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (r_1 e r_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

L'onda così riflessa, interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (I) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

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

$$Fr = Vs1/4H \quad (1)$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1, ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma è interpretabile attraverso opportuni fattori di correlazione.

L'analisi H/V permette pertanto di identificare i contrasti di 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 dei $V_{s_{eq}}$, avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) mostrata in precedenza.

Per i nostri scopi, la determinazione delle onde di taglio (onde S) entro i primi metri di spessore ha permesso di definire il parametro $V_{s_{eq}}$ e di poter altresì caratterizzare i terreni in esame ai sensi del DM 17/01/2018.

STRUMENTAZIONE ADOTTATA.

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento (Tromino®, Micromed s.p.a.) con sistema di qualità in conformità ai requisiti indicati dalle direttive UNI EN ISO 9001: 2000 e UNI CEI EN ISO 13485: 2002.

E' dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, senza cavi esterni.

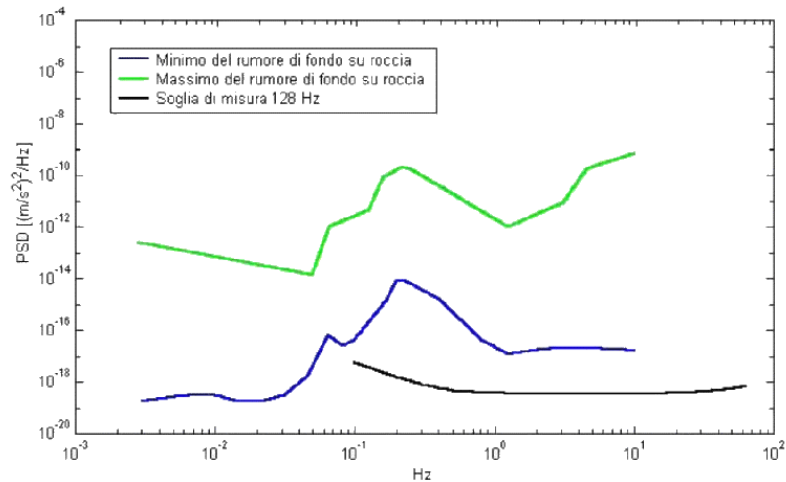
Esso rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.

Nel particolare, lo strumento racchiude al suo interno tre sensori sismometrici costituiti da tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 1024 Hz e digitalizzatore a 24 bit.

I dati acquisiti, vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

Nella figura seguente si riporta la curva di rumore ottenuta dallo strumento a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (prima curva in alto) e minimo (curva centrale) per la Terra (curva in basso).



Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

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, utilizzando i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s.;
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 5% della frequenza centrale;
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

Successivamente alle operazioni di lisciamento e rimozione dei transienti, l'interpretazione della curva H/V viene fatta attraverso la comparativa della stessa curva con le curve degli spettri di ampiezza delle componenti verticali e orizzontali.

Ogni qualvolta che ad un picco sulla curva H/V corrisponde, per lo stesso range di frequenza, una depressione della componente verticale rispetto alle

orizzontali nelle curve degli spettri di ampiezza dei segnali, si identifica la condizione di individuazione delle discontinuità presenti nel sottosuolo.

I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante apposito software, fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza; per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend.

L'operazione ha riguardato le seguenti fasi:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 20 minuti),
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA.

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

Il confronto dei picchi di frequenza H/V, con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo.

S1

Nelle misure si riconosce un primo picco significativo a 42.97 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale sovrastante il substrato; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V si osservano un secondo picco significativo a 4.82 Hz; un ulteriore picco significativo è stato interpretato sulla curva H/V a 0.61 Hz.

S2

Nelle misure si riconosce un primo picco significativo a 42.56 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza dello strato di copertura sovrastante il substrato; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V si osservano un secondo picco significativo a 3.37 Hz, ed un ultimo significativo a 0.94 Hz.

DETERMINAZIONE DEL $V_{S_{eq}}$

Per **velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio** si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità **dal piano di posa della fondazione**.

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi metri di terreno attraversato ($V_{S_{eq}}$); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, D.M. 17/01/2018, è stato possibile classificare i terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi metri 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 $V_{s_{eq}}$ attraverso la seguente espressione:

$$V_{s, eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove :

- N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde $S V_s(strato)$.
- H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio ($V_{s_{eq}}$) è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ mt. nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il $V_{s_{eq}}$, in accordo con la Normativa deve essere riferito in rapporto alla profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c., pertanto, si ricava un valore di $V_{s_{eq}}$ epurato pari a:

$$\mathbf{S1} \quad V_{s_{eq}} = 244 \text{ m/s}$$

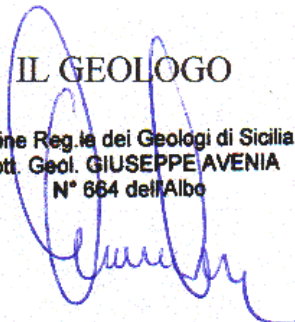
$$\mathbf{S2} \quad V_{s_{eq}} = 286 \text{ m/s}$$

RISULTANZE.

Per il sito indagato si può affermare che la crescita di velocità di propagazione delle onde sismiche è correlabile ad un aumento della rigidità del sottosuolo.

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi del D.M. 17/01/2018, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **Categoria Suolo “C”**, ovvero depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s_{eq}}$ compresi fra 180 e 360 m/s.

IL GEOLOGO
Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo



PLANIMETRIA E FOTO INDAGINE SISMICA




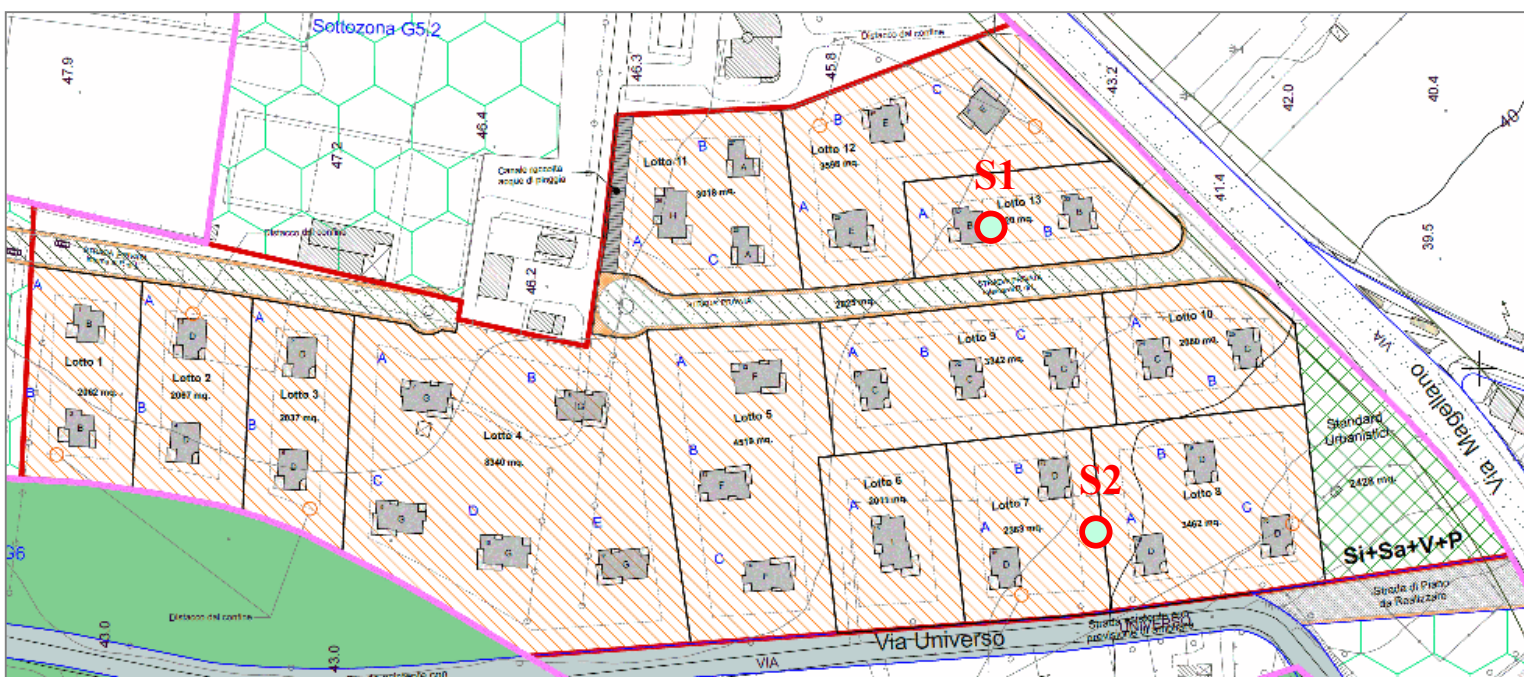
Saggio sismico S1



Saggio sismico S2

Legenda

 Saggio Sismico

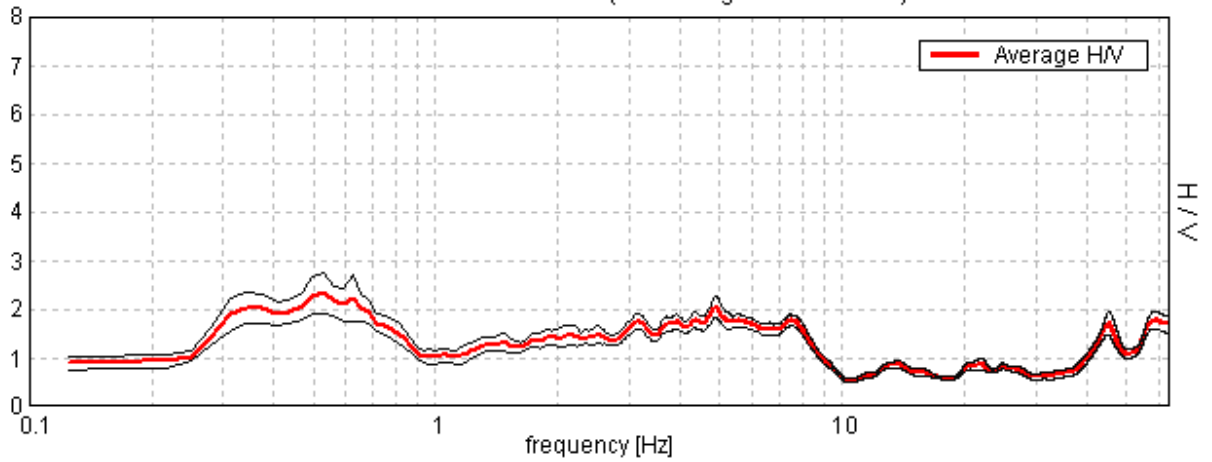


S1: Piano di Lottizzazione “Regina” c/da Cannatello - Agrigento

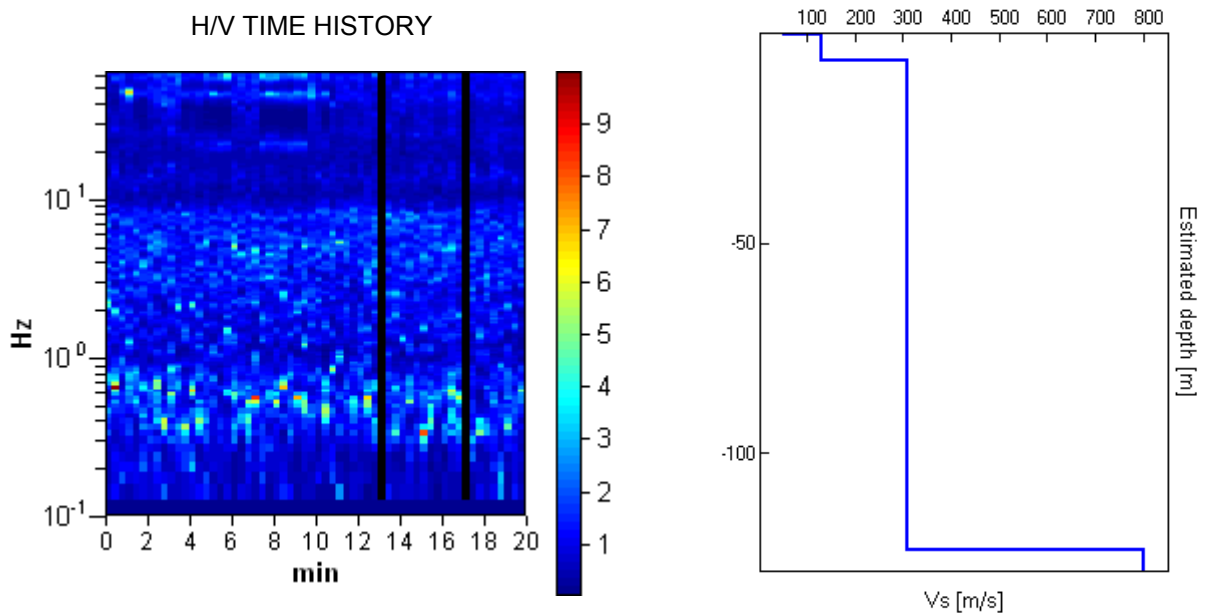
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)
 Sampling frequency: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing window: Triangular window
 Smoothing: 5%

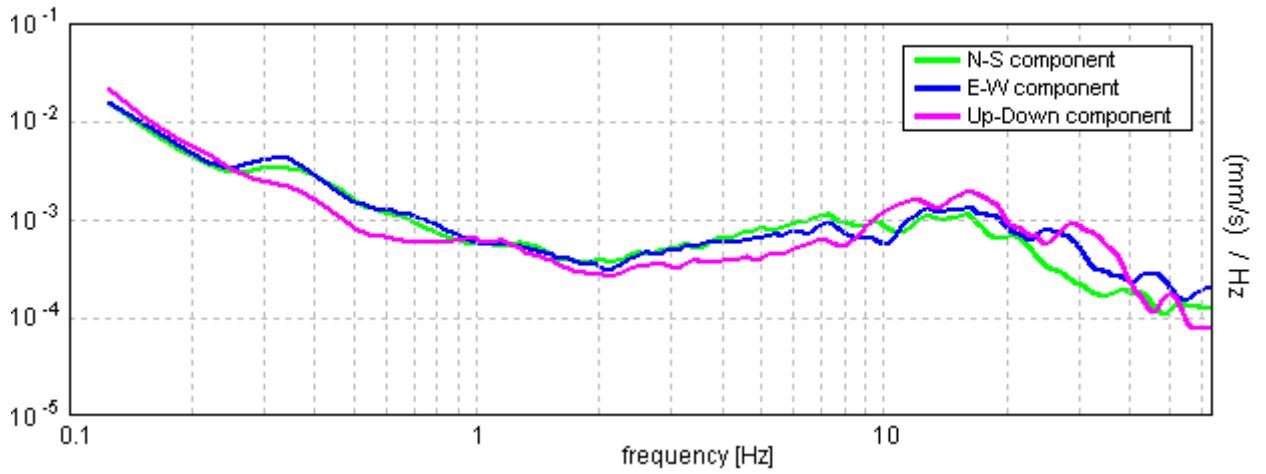
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
 Max. H/V at 0.53 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

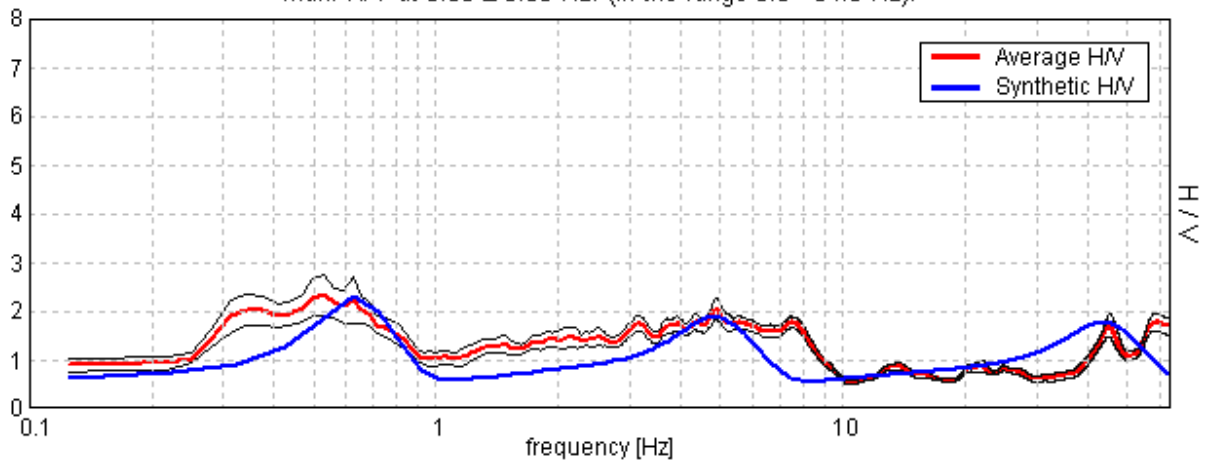


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.53 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.60	0.60	51
6.62	6.02	122
121.30	114.68	306
inf.	inf.	800

Vs(1.2-31.2)=244m/s

Max. H/V at 0.53 ± 0.06 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.53 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	616.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 26 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.32 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05738 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03048 < 0.07969	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2053 < 2.0	OK	

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

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

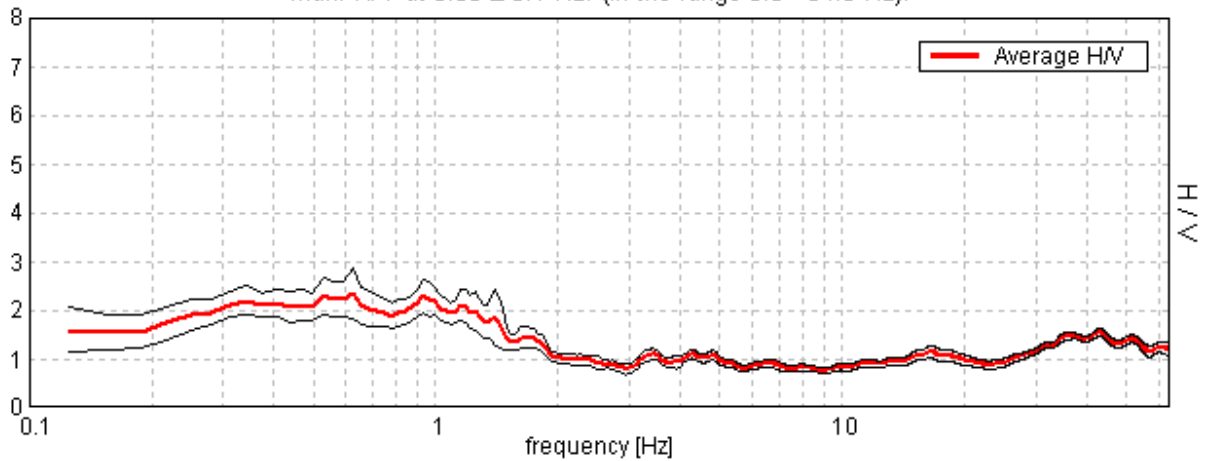
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

S2: Piano di Lottizzazione “Regina” c/da Cannatello - Agrigento

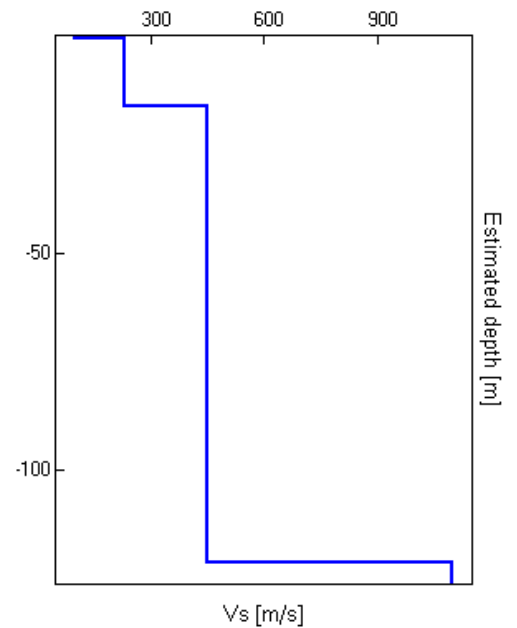
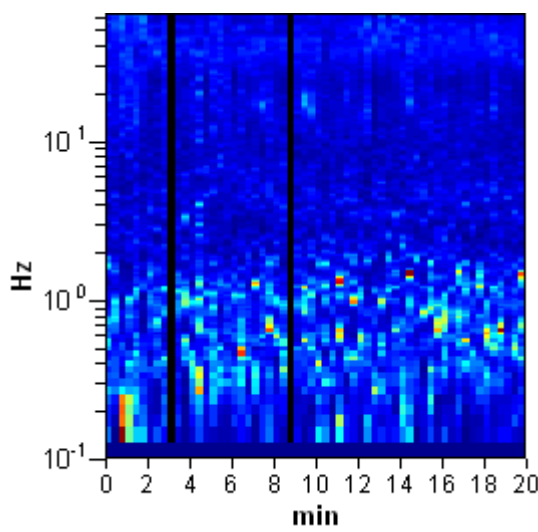
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)
 Sampling frequency: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing window: Triangular window
 Smoothing: 5%

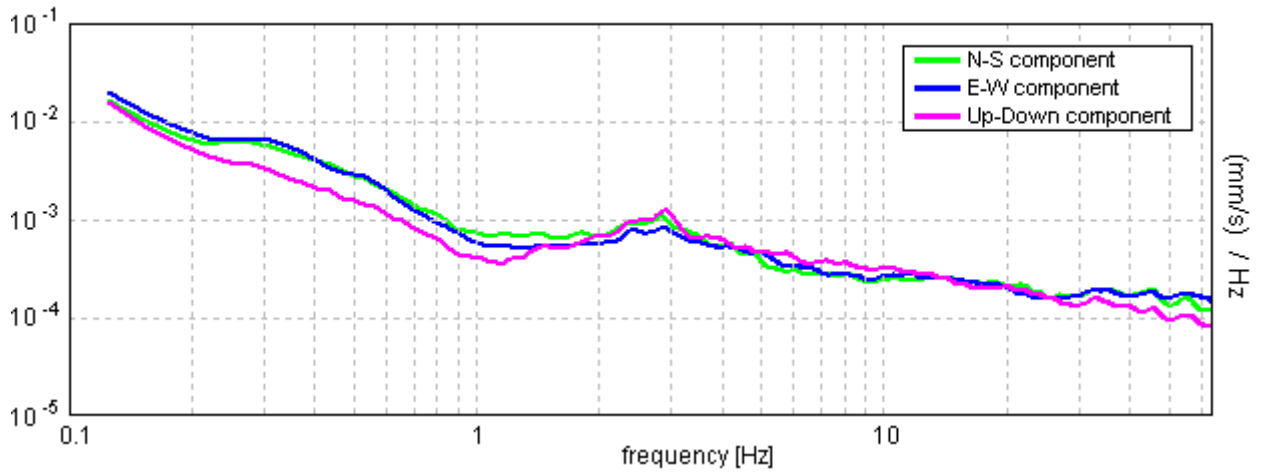
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
 Max. H/V at 0.63 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

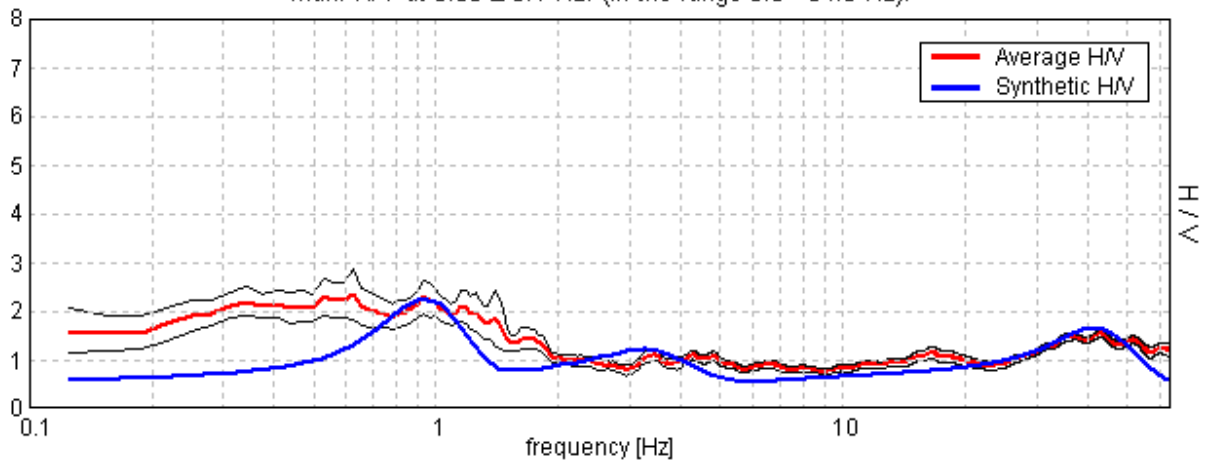


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.63 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.57	0.57	98
16.38	15.81	229
121.21	104.83	452
inf.	inf.	1100

Vs(0.0-30.0)=286m/s

Max. H/V at 0.63 ± 0.1 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$725.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 31 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.35 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07929 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04956 < 0.09375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2615 < 2.0$	OK	

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

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

Aspetti Geotecnici: Indagini Geognostiche in situ

Classificazione litotecnica.

Individuazione unità litologiche

Le varie unità geologiche sono state correlate , secondo quanto prescritto dalla letteratura tecnica in materia.

Stabiliti i diversi litotipi, si è proceduto all'attribuzione della classe geotecnica di appartenenza, in base a tali valutazioni, dalle caratteristiche geomeccaniche ottenute in laboratorio e ad esperienze personali maturate sul campo, sono state redatte delle schede per ogni elemento litotecnico riscontrato.

Classi Geotecniche.

La prima classe considerata è quella dei "***Terreni Sciolti (a)***", il cui comportamento meccanico può essere schematizzato secondo i principi fondamentali della Meccanica delle Terre. Nell'ambito di tale classe si individuano due sottoclassi, quella dei "***Terreni Incoerenti (a1)***" e quella dei "***Terreni Coesivi (a2)***", in genere rappresentati da depositi alluvionali.

Nella seconda classe quella dei "***Terreni Consistenti (b)***", si collocano in genere i materiali argillosi argillo marnosi, marnosi ed i terreni granulari superficiali dotati di una debole cementazione.

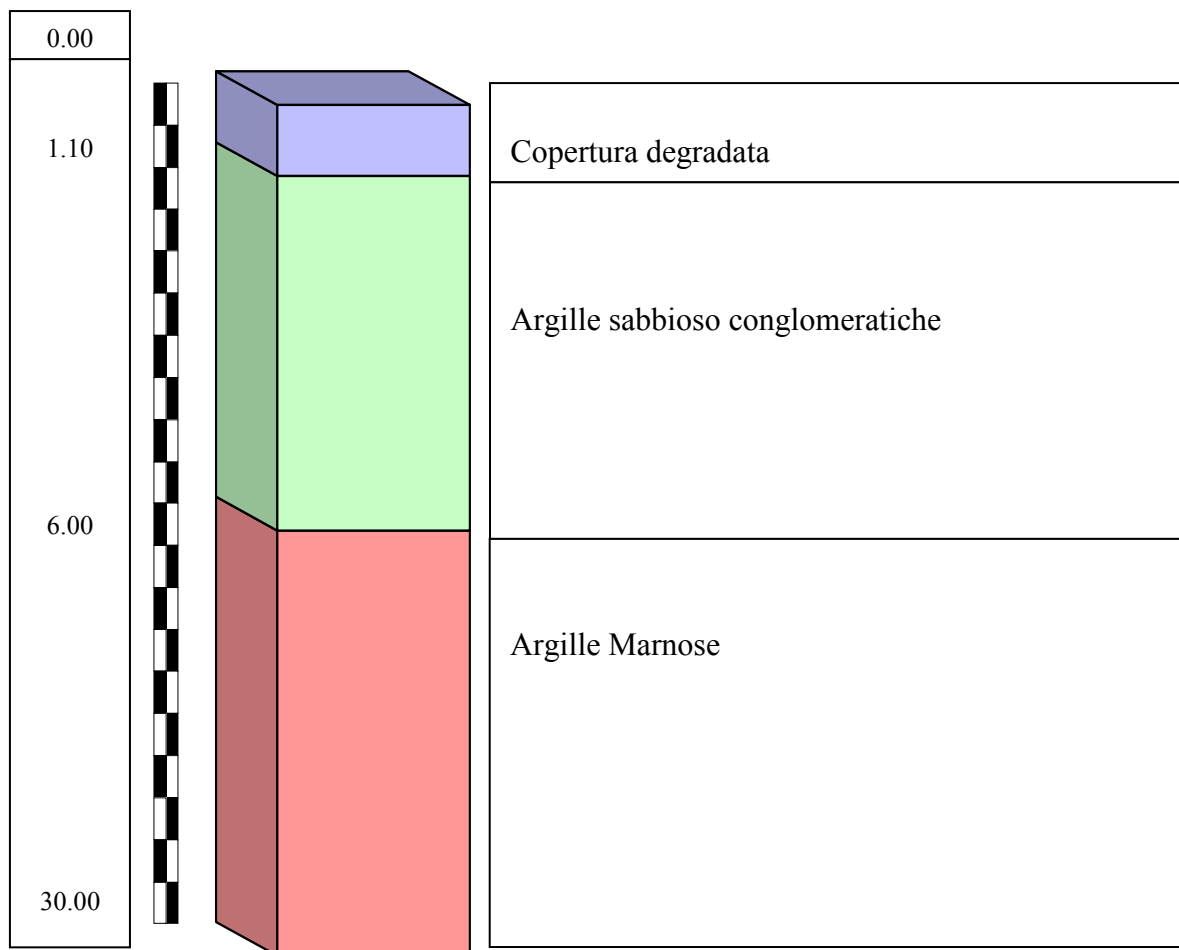
Segue la classe degli "***Ammassi Rocciosi (c)***" nella quale vengono raggruppate le rocce dotate di elevata resistenza, che, tuttavia, sono generalmente interessate da sistemi di discontinuità, che ne influenzano il comportamento fisico-meccanico.

In ultimo la classe "***Ammassi disomogenei***" (***d***), in essa si collocano tutte le deposizioni caotiche costituite da vari materiali a varia natura e dimensione.

<i>Classe geotecnica:</i> a2 Terreni Coesivi
<i>Sigla carta geologica litotipo:</i> Tp “Terrazzi marini”
<i>Età:</i> (Pleistocene sup.)
Descrizione Unità litotecnica a2 : Terrazzi marini: Pleistocenici sabbiosi conglomeratici; poggiano sul Pliocene medio e inferiore (argille, argille marnose e trubi). Testimoniano la presenza in passato di litorali, alternati a livelli di sabbie e argilla formano cicli completi a carattere regressivo e trasgressivo di sedimentazione marina, si presentano costituiti da rocce di varie natura e dimensione scarsamente cementate e a giacitura sub-orizzontale. Di colore giallastro dovuto alla presenza di componente sabbiosa. Dal punto di vista geotecnico sono classificati come "rocce pseudocoerenti" costituite da minerali argillosi più o meno alterati dall'azione dell'ossigeno trasportato dalle acque di infiltrazione. Il grado di alterazione è costante in tutta la massa per cui essa, nel complesso, risulta molto eterogenea sia nel senso verticale che orizzontale. Spessore: presentano spessori dell'ordine dei 10 mt.. Età: Pleistocene sup.. Tali litotipi sono soggetti a fenomeni di erosione da parte degli agenti esogeni. Idrogeologicamente il complesso risulta avere una idrostruttura molto permeabile, le acque meteoriche si infiltrano in profondità verso gli acquiferi esistenti. Tale litotipo nel complesso è da considerarsi dotato di buona permeabilità. Dal punto di vista del comportamento meccanico tale litotipo può essere catalogato, alla classe geotecnica dei Terreni Coesivi [a2] .

COLONNA STRATIGRAFICA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

profondità



Simbologia cromatica	Profondità ml.	Litologia	Parametri Geotecnici			
----------------------	----------------	-----------	----------------------	--	--	--

y T/mc	f' Gradi	c' Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²
-----------	-------------	--------------------------	--------------------------

<div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #66b3ff; border: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div>	Da 0.00 a 1.10	Strato di copertura	1.5	10	0	0
<div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div>	Da 1.10 a 6.00	Argille sabbiose conglomeratiche	1.8	23	0.2	0.8
<div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #ff6666; border: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div>	Da 6.00 in poi	Argille Marnose	1.9	24	0.3	1.2

Strato di fondazione

TAVOLA N.1

PARAMETRI GEOTECNICI

AGGIUNTIVI

Modulo Edometrico (Kg/cm^q)

Argille-sabbioso conglomeratiche : 514.00

Indice di Poisson

Argille-sabbioso conglomeratiche : 0.35

Modulo di Young (Kg/cm^q)

Argille-sabbioso conglomeratiche : 320.00

Costante di Winkler (Kg/cm^c)

Argille-sabbioso conglomeratiche : 9.59

TAVOLA N.2

Calcolo della costante k_w di Winkler

Terreni COESIVI

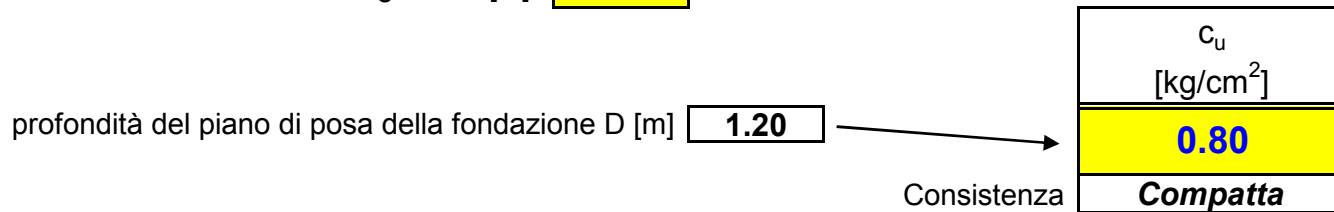
GRANA FINA

(argilla, limo)

nota che sia la COESIONE NON DRENATA: c_u

piano campagna [m]	0.00
altezza di scavo (\approx piano interrato) H [m]	0.00
profondità del piano di posa D [m]	1.20
larghezza della fondazione senza il magrone B [m]	10.00

rispetto alla superficie del terreno (lato della fondazione meno interrato)



Schema di riferimento n. 1

[N/cm ³]		[kg/cm ³]
interpolazione del $k_1 = 479$	$k_w = k_1 \frac{b}{1,5B}$	9.59

modificare solo le celle di sfondo giallo

k_w	w	σ terreno	sollecitazione trave	
grande	piccolo	terreno rigido \rightarrow grande	piccola	\rightarrow verifica del terreno
piccolo	grande	terreno deformabile \rightarrow piccola	grande	\rightarrow verifica della trave

Liquefazione dei terreni.

Durante una sollecitazione sismica, le sollecitazioni indotte nel terreno, possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica e la tensione di sconfinamento, annullando la resistenza al taglio e inducendo fenomeni di fluidificazione.

Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno soggetto ad una serie di sforzi tangenziali, che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza.

Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende da vari fattori: primo dallo stato di addensamento, poi dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

In letteratura esistono vari metodi per calcolare la suscettibilità alla liquefazione del terreni sabbiosi, escludendo quelli analitici e numerici più complessi, è possibile con metodi empirici semplificati fornire una valutazione di massima della vulnerabilità di un deposito sabbioso saturo alla liquefazione, prendendo in considerazione solo i parametri geologico-geotecnici del sito.

Metodi semplificati.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal

terremoto privilegiando metodologie correlative basate sul rapporto sulla resistenza alla liquefazione con i parametri desunti da prove in situ.

Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova penetrometrica.

Metodo di Seed e Idriss (1982)

Seed e Idriss, per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma propongono una semplice procedura basata sull'ipotesi di terreno omogeneo.

Ipotizzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza z (*Fig.1*) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità z è dato da:

$$(1.1) \tau_{max} = \frac{a_g}{g} \times \gamma z$$

dove a_g è l'accelerazione massima in superficie, g l'accelerazione di gravità e γ il peso di volume secco del terreno.

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo r_d .

Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio τ_{av} anziché ad un valore massimo τ_{max} si ottiene:

$$(1.2) \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d$$

Espressione valida per sismi di magnitudo 7.5.

Per magnitudo diverse bisogna dividere per il fattore correttivo **MSF** (Magnitudo Scaling Factor):

$$(1.3) CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

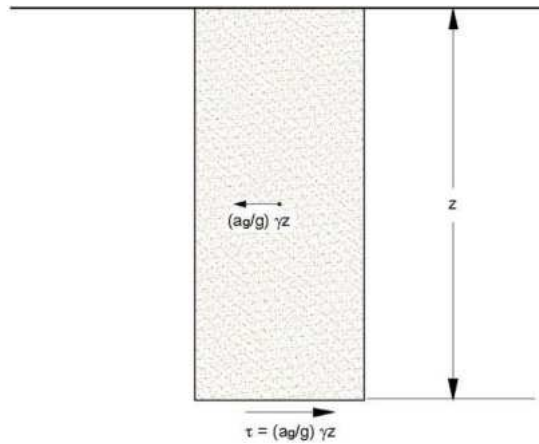


Figura 1 – Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota

Il metodo di Seed e Idriss (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume.

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$(1.4) r_d = 1 - 0,015z$$

Il termine a numeratore della (1.0), cioè la resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 2) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(1.5) (N_{1,60}) = C_N N_m$$

dove N_m è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e C_N un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$(1.6) C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

dove σ'_{vo} è la pressione verticale effettiva, Pa la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di σ'_{vo} ed n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 3).

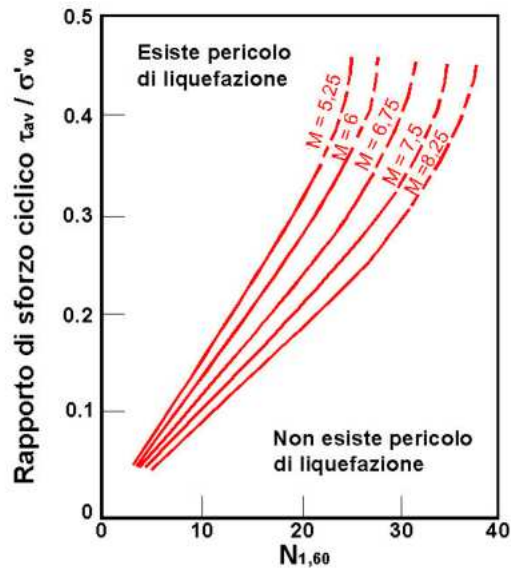


Figura 2 – Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$

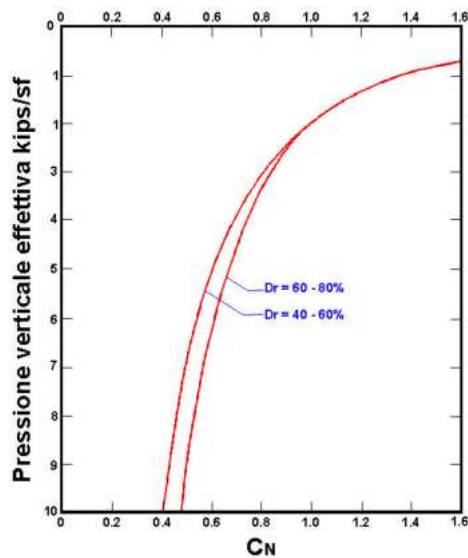


Figura 3 – Coefficiente correttivo C_N

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$(1.7) CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90}$$

si applica quindi la (1.0); se $F_S > 1,3$ il deposito non è liquefacibile.

I valori ricavati dal calcolo in allegato, risultano verificati con un valore di $F_S >$ di 1,3 pertanto i terreni considerati non risultano soggetti a liquefazione.

Pertanto, da quanto su esposto, considerando le condizioni litostratigrafiche ed idrogeologiche presenti, in caso di eventi sismici, si suppone che non siano probabili fenomeni di liquefazione dei terreni superficiali.

(Allegato 1).

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE										
(da prove dinamiche SPT)										
Metodo semplificato										
Metodo di Seed e Idris (1982)										
PARAMETRI:										
γ	=	1.8	g/cm ³							
σ_{vo}	=	0.01	kg/cm ²							
σ_{vo}'	=	0.01	kg/cm ²							
profondità dello strato	=	6	m							
N_{SPT}	=	11								
profondità falda	=	5.5	m							
γ_{H_2O}	=	1	g/cm ³							
Pressione neutra	=	0.001	kg/cm ²							
z	=	0.06	m							
				<table border="1"> <tr> <td>R=</td> <td>Resistenza al taglio mobilizzata</td> </tr> <tr> <td>T=</td> <td>Sforzo di taglio indotto dal sisma</td> </tr> <tr> <td>d_{50}=</td> <td>Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%</td> </tr> </table>	R=	Resistenza al taglio mobilizzata	T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma	d_{50} =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%
R=	Resistenza al taglio mobilizzata									
T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma									
d_{50} =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%									
FORMULE:			RISULTATI:							
Na	=	$(N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo}' + 0,7)) + N_f)$	=	26.32690413 Na						
N_f	=	0								
R	=	Na/90	=	0.292521157 R						
T	=	0,65 * ((a_{max}/g) * (σ_{vo}/σ_{vo}')) * r_d	=	0.170235 T						
a_{max}/g	=	0.25								
r_d	=	0.9991								
1.3	≤	Fs=R/T Sabbie sature	=	1.718337339 Verificato Fs						
Studio Geologico e Geotecnico Dott. Giuseppe Avenia										

Indagini geognostiche.

Allo scopo di individuare in questa fase la struttura lito-stratigrafica del terreno di sedime, si sono effettuate delle prove geotecniche in situ, i risultati si riportano in allegato.

Sistemazione idraulica.

L'area investigata, risulta costituita da una terrazzata di origine marina priva di evidenti acclività, in essa si rinvencono deposizioni argilloso sabbioso conglomeratiche, che, per loro natura, non permettono la generazione di linee di impluvio significative, come avviene al contrario nei sedimenti argillosi.

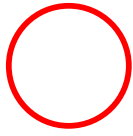
Grazie alla natura permeabile del sedimento, la circolazione idrica presente, a carattere stagionale, legata al periodo delle piogge, risulta essere di tipo profondo e non superficiale.

Da segnalare è che nel **Lotto n.11** del Piano di Lottizzazione in oggetto, durante i periodi piovosi si registrano nel terreno, lievi percolazioni di acque superficiali, dovute alle acque piovane non regimate, provenienti, durante i periodi piovosi, dalle sedi stradali presenti a monte, pertanto, in detta area è consigliabile intervenire con idonee opere di sistemazione idraulica, mediante captazione e regimazione delle acque superficiali, da convogliare nelle reti delle acque bianche da realizzare.

AEROFOTOGRAFIA

Dati cartografici 2021 Google Maps

Legenda



Lotto n.11 : Area interessata da percolazioni superficiali di acque piovane provenienti dalle sedi stradali di monte



Sottoservizi.

Per quanto attiene la messa in opera dei servizi previsti, *reti idriche e fognanti*, si dovrà ritenere necessario adottare gli accorgimenti sotto riportati allo scopo di annullare, o quanto meno, attenuare, l'aggressività chimica del terreno di posa:

- le tubazioni dovranno possedere una certa elasticità in modo da adattarsi, senza rompersi, ai movimenti verticali e orizzontali del terreno in cui verranno interrate;
- dovranno adottarsi tubazioni di materiale non soggetto a corrosione per annullare gli effetti delle correnti vaganti che percorrono disordinatamente il terreno di posa;
- le tubazioni dovranno essere adagiate su un letto di sabbia e ricoperte da un adeguato spessore di materiale sabbioso.

Conclusioni.

La seguente relazione è di supporto al progetto relativo al Piano di Lottizzazione di apprezzamenti di terreno siti in Agrigento, tra la via Cavalieri Magazzeni, via Universo e la via Magellano, ricadenti nella zona C/4 di cui al comparto 5.9b del P.R.G. vigente.

La stratigrafia del terreno di sedime ove insisteranno le opere in progetto, dalle analisi effettuate è così caratterizzata: dopo una copertura superficiale si riscontra la presenza di sedimenti di natura argillo sabbioso conglomeratica di buon assetto e struttura geomeccanica omogenea.

Dalle risultanze riportate nella presente relazione, si può asserire che :

- l'area in studio non è soggetta a vincoli P.A.I.
- si raggiungono soddisfacenti condizioni di stabilità dei versanti, assenza di condizioni di precarietà significative;
- si riscontrano discrete caratteristiche sismiche e stratigrafico geomeccaniche dei terreni;
- non sussistono fattori ambientali incompatibili con le opere in oggetto, ne tanto meno si evidenziano particolari pericolosità geologiche.

Alla luce dei risultati ottenuti, per la collocazione delle nuove edificazioni, è consigliabile poter adottare delle fondazioni di tipo diretto o indiretto a seconda della tipologia progettuale, che vadano ad interessare gli strati argillosi di buona consistenza, sottostanti la copertura superficiale.

In fase di progettazione esecutiva, le fondazioni dovranno essere verificate, caso per caso, in relazione alla stratigrafia evidenziata ed alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni, nonché in rapporto dell'effettivo carico che le strutture edificate apporteranno sul terreno di sedime.

Sulla base di quanto sopra espresso, in relazione ai disposti previsti dalla normativa di cui ai D.M. 17/01/2018 (N.T.C.), si ritiene che le opere in progetto, se realizzate secondo le corrette regole costruttive e le prescrizioni specificate, non apporteranno modificazioni al preesistente assetto geologico-strutturale ed idrogeologico del sito e del suo immediato contorno.

Pertanto, alla luce di quanto detto, si può asserire che detti terreni si prestano alla realizzazione delle opere in progetto.

Non ultimo, si dovrà operare una definitiva sistemazione idraulica dei lotti, mediante funzionali opere di regimazione delle eventuali acque ruscellanti e di infiltrazione, che andranno convogliate con appositi sistemi drenanti e portate al di fuori dei sistemi fondali.

Si rimanda alla fase di progettazione esecutiva dei singoli lotti, ai fini dei calcoli strutturali per quanto riguarda le valutazioni dal punto di vista geotecnico.

Agrigento li

IL GEOLOGO
Ordine Reg. Ie dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo





Studio di Geologia e Geotecnica Dott. Giuseppe Avenia Geologo
Via Dante, 206 Tel. 0922/27367- 608364 Agrigento

COROGRAFIA

da *SCALA 1:25.000*

 *UBICAZIONE AREA DI STUDIO*

STUDIO GEOLOGICO





Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 e ss. mm. ii.)

**Bacino Idrografico del Fiume San Leone
ed Area intermedia compresa tra i Bacini
del F. San Leone e del F. Naro (067)**



CARTA DEI DISSESTI N° 11

COMUNE DI AGRIGENTO

Anno 2011

Legenda

FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Sito d'attenzione

STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Area interessata



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 e ss. mm. ii.)

Bacino Idrografico del Fiume San Leone
ed Area intermedia compresa tra i Bacini
del F. San Leone e del F. Naro (067)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 11

COMUNE DI: AGRIGENTO

Anno 2011

Legenda

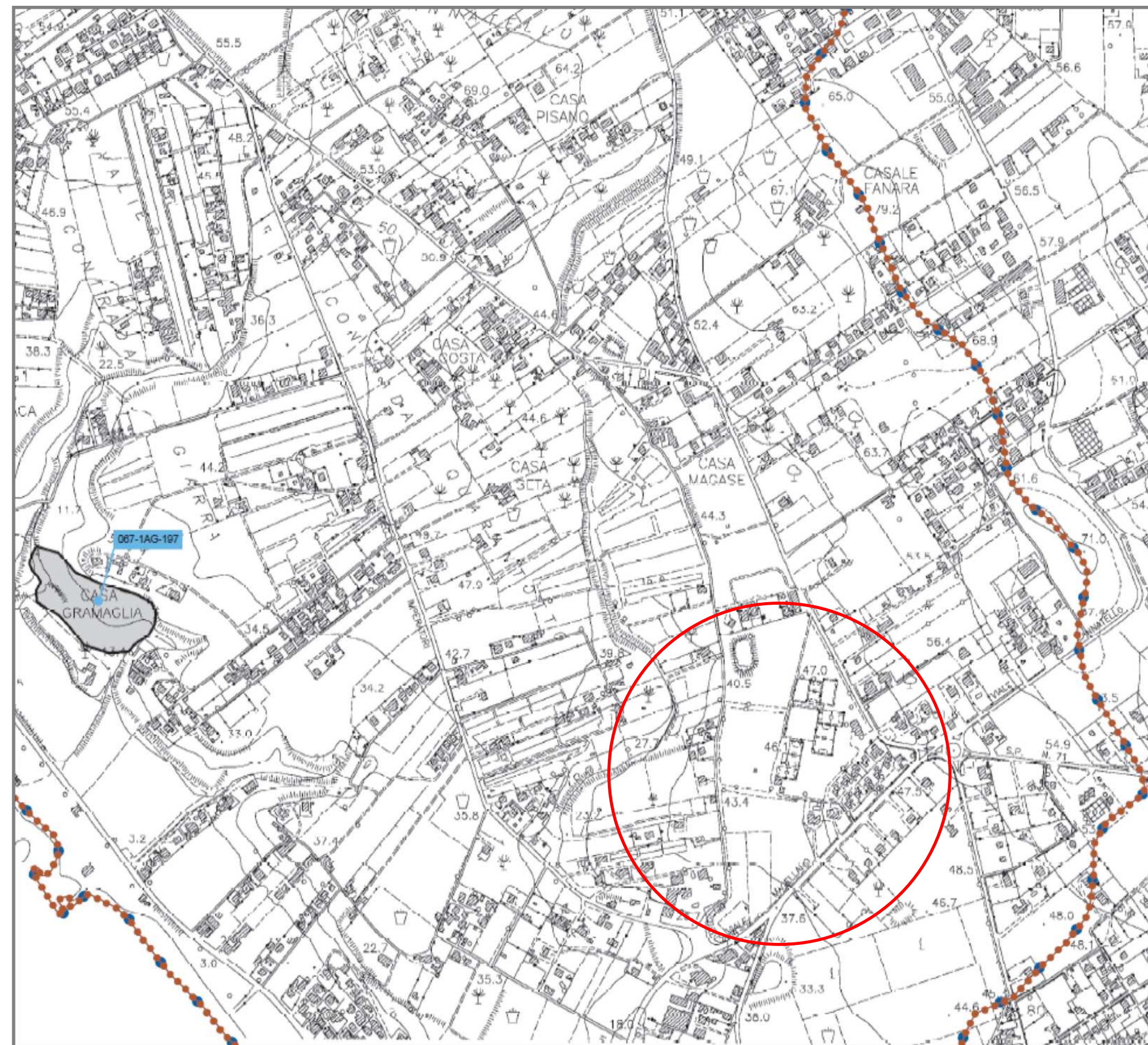
LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

Area interessata



CARTA GEOLOGICA

Legenda



Tp

Terrazzi marini



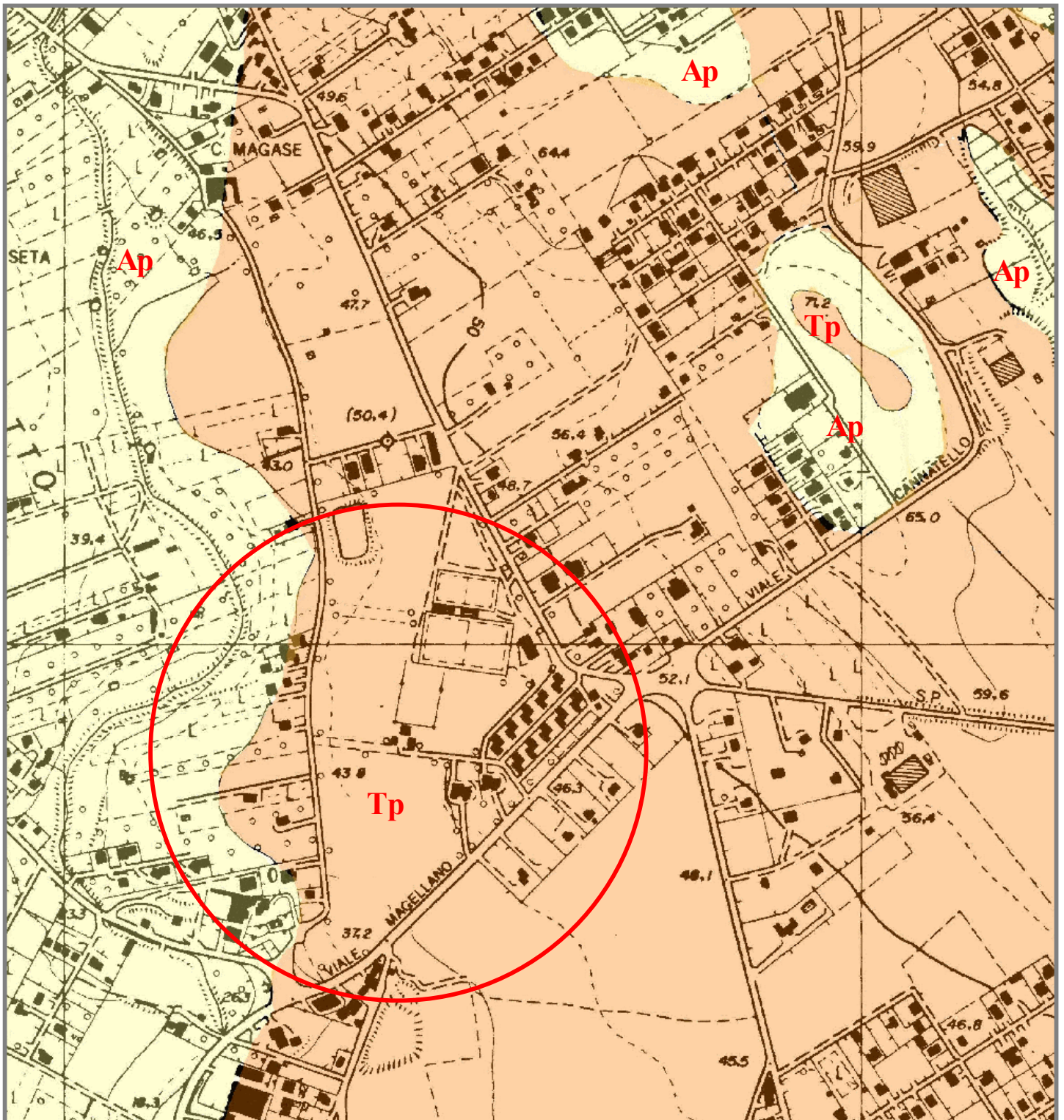
Ap

Argille plioceniche

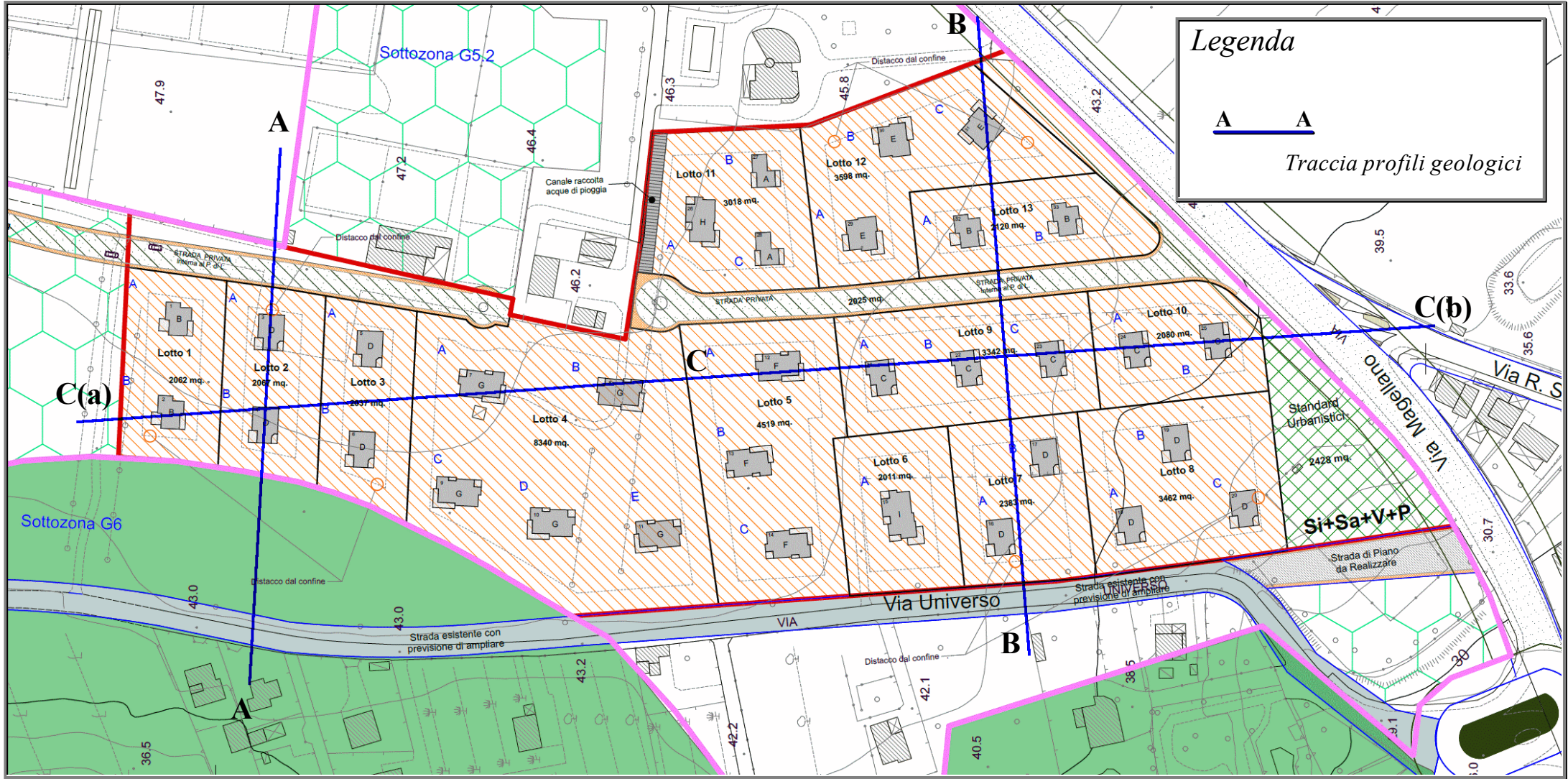


Area in studio

da SCALA 1:10.000

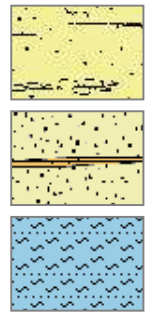


PLANIMETRIA DI PROGETTO



PROFILO GEOLOGICO A-A

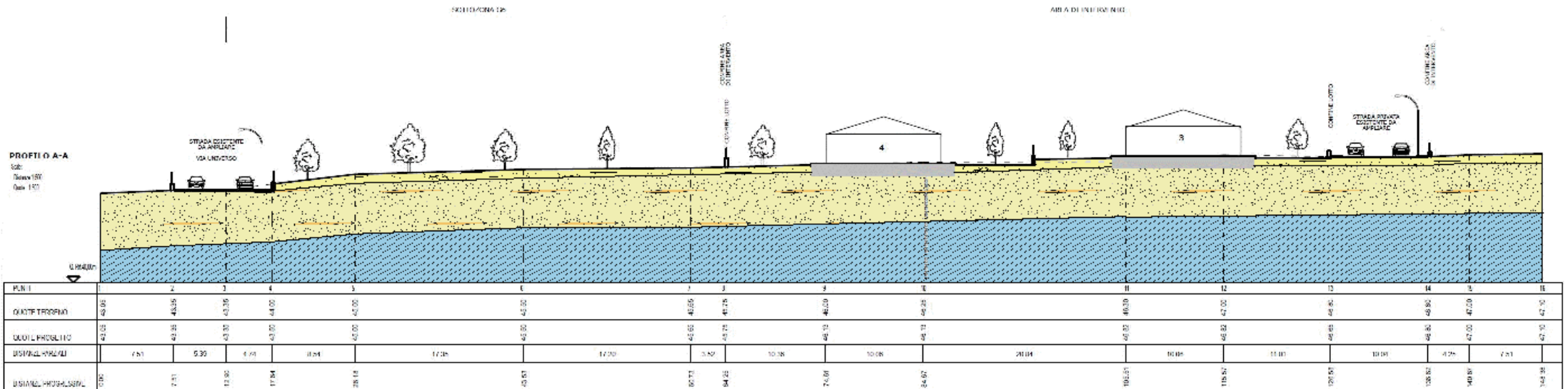
Legenda



Copertura superficiale

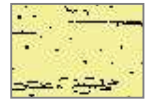
Argille sabbioso conglomeratiche

Argille marnose

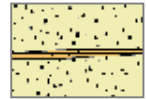


PROFILO GEOLOGICO B - B

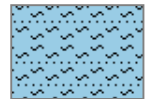
Legenda



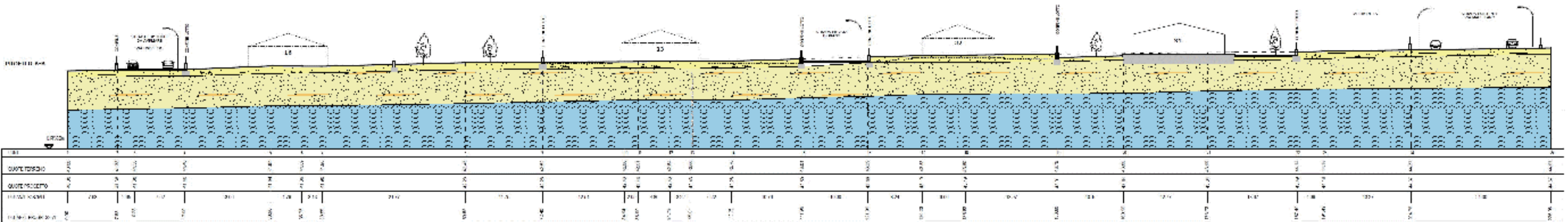
Copertura superficiale



*Argille sabbioso
conglomeratiche*



Argille marnose



INDAGINE DI ARCHIVIO



Comune di Agrigento

Provincia di Agrigento

Oggetto: Progetto per la costruzione di un fabbricato in c/da Cannatello, Agrigento.

Località: C/da Cannatello - Agrigento (AG)

INDAGINI GEOGNOSTICHE



Allegati:

- Rapporto di Prova sulle Indagini Geotecniche
- Ubicazione Indagini
- Stratigrafia
- Documentazione Fotografica

00		Emissione	Dott. Antonio Alba	Dott. Antonio Alba
REV.	data	Descrizione	Redatto	Approvato



Comune di Agrigento- Villaggio Mosè

Provincia di Agrigento

Oggetto: Progetto per la costruzione di un fabbricato inc/da Cannatello Agrigento.

Località: C/da Cannatello Agrigento (AG)

Rapporto di Prova sulle Indagini Geotecniche in Situ

Determinazione della successione litostratigrafica, prelievo di campioni, ed esecuzione di prove geotecniche in situ.

1 PREMESSE

Sui luoghi indicati, è stato eseguito n° 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo nel territorio del Comune di Agrigento (Ag) (Vedi Ubicazione dei Sondaggi)

Sondaggio n	Prof. m	Diam mm	Metodo	Campioni Prelevati		Prove in foro	Strumentazione Installata	Note
				dist	ind.			
1	14,00	101	carotaggio	/	2	/	/	/

Al presente rapporto di prova sono allegati:

n° 1 Fogli Ubicazione Sondaggi Geognostici

n° 1 Fogli Stratigrafie

Sondaggio n°	Profondità		Foglio n°
	da m	a m	
1	0,00	14,00	1 di 1

n° 2 Fogli Documentazione Fotografica

2 OBIETTIVI DELLE INDAGINI

Lo scopo della presente indagine è quello della determinazione sperimentale in situ della successione litostratigrafica, delle caratteristiche geotecniche dei terreni nelle more e nelle specifiche del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione". Il sondaggio geotecnico consiste nella perforazione a carotaggio continuo in terreno o roccia e nella descrizione della stratigrafia con modalità e osservazioni tali da consentire una caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati. Si definisce sondaggio geotecnico una perforazione caratterizzata dalle seguenti modalità esecutive:

- ✓ carotaggio continuo integrale e rappresentativo del terreno attraversato eseguito con carotiere semplice a secco, in assenza di fluido di perforazione. A circolazione di Fluido con i carotieri doppi e tripli
- ✓ descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei terreni attraversati;
- ✓ prelievo di campioni Rimaneggiati raccolti tra il carotaggio ed inseriti in doppio sacchetto di plastica, Campioni Indisturbati tipo Shelby, infissi a pressione nel terreno, è introdotti in fustelle metalliche; Campioni Indisturbati tipo Denison, prelevati con campionatore a scarpa sporgente; la scarpa è infissa a pressione nel terreno e ruotato per l'avanzamento, è contenuto in tubo di plastica, altri tipi di campionamento;
- ✓ esecuzione di prove geotecniche o geomeccaniche in foro;
- ✓ determinazione del livello piezometrico della falda, se presente;
- ✓ annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.



3 ATTREZZATURA E UTENSILI DI PERFORAZIONE:

Sonda utilizzata	Per la esecuzione delle indagini in oggetto è stata utilizzata una macchina di perforazione idraulica a rotazione di avanzata concezione delle seguenti caratteristiche: Perforatrice idraulica Tipo Elletari EK 200 P; Costruttore Elletari; Velocità di Rotazione 800 rpm; motore potenza 75 hp; Coppia Massima 750 kgm; Corsa Utile 1700 mm; Spinta sull'utensile 2000 Kg, Tiro 2000 kg; Pompe Acqua Bellini NG 500 L 80 lt a 50 bar
Utensili per perforazione	Semplici C.S. con valvola in testa a sfera e calice: diametro nominale \varnothing_{est} = 86-101-116-132146 mm; lunghezza utile l = 1.000-1.500-3.000 mm; Carotiere doppio a corona sottile (T2, T6) con estrattore: diametro nominale \varnothing_{est} = 101 mm; lunghezza utile l = 1.500 mm Carotiere triplo con porta campione interno estraibile ed apribile longitudinalmente (T6S), con estrattore a calice: diametro nominale \varnothing_{est} = 101 mm; Semplice divisibile: diametro nominale \varnothing_{est} = 101 mm; lunghezza utile l = 1.000 mm; Corone di perforazione in widia; corona diamantata; Aste di perforazione con filettatura tronco-conica: diametro esterno \varnothing_{est} = 76-90 mm; 2 ³ / ₈ Api Reg. Tubazioni di rivestimento provvisorio: spessore del tubo s = 8-10 mm; diametro interno 107-162 mm; lunghezza spezzoni l = 1.500 mm. Campionatori: tipo Shelby, Mazier, Denisons, \varnothing_{int} = 101-88,9-83; spess. 2-1,5-1 mm
Altri utensili attrezzatura	Strumentazione di Controllo: scandaglio a filo graduato; sondina piezometrica elettrica; penetrometro tascabile; scissometro tascabile. Cassette catalogatrici: Casette in legno o polistirolo o PVC a cinque scomparti della lunghezza di metri 1,00.; Macchina fotografica digitale ad alta risoluzione, per documentare le varie fasi lavorative, le cassette catalogatrici, le postazioni

4 MODALITÀ ESECUTIVE:

Carotaggio	Il carotaggio sarà integrale e rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero massima possibile in funzione della litologia attraversata. Il carotaggio sarà eseguito a secco, senza l'ausilio del fluido di perforazione, nel caso in cui venga utilizzato il carotiere semplice. Nel caso in cui venga utilizzato il carotiere doppio (T2, T6) o triplo (T6S), il carotaggio sarà eseguito usando il fluido di circolazione, con o senza additivi. I carotieri saranno azionati ad aste.
Rivestimento provvisorio	La perforazione sarà seguita dal rivestimento provvisorio solo in assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro. Le manovre di rivestimento saranno eseguite con l'uso di fluido in circolazione, curando che la pressione del fluido sia la minore possibile e controllandola mediante manometro.
Pulizia del fondo foro	La quota del fondo foro sarà misurata con scandaglio a filo graduato prima di ogni manovra di campionamento indisturbato, di prova geotecnica SPT o di prova scissometrica. Apposite manovre di pulizia saranno eseguite qualora la differenza tra quota raggiunta con la perforazione e quota misurata con scandaglio superi i 10 cm;
Campionamento in foro e prove geotecniche	In tutti i casi nei quali non siano prevedibili fenomeni di collasso delle pareti del foro nel tratto non rivestito, il prelievo di campioni in foro o l'esecuzione di prove geotecniche SPT dovranno seguire la manovra di perforazione con carotiere precedendo il rivestimento a fondo foro, il quale sarà eseguito, se necessario, una volta ultimate le prove geotecniche o il campionamento, in modo da evitare che il prelievo o la prova interessino uno strato di terreno disturbato dal getto di fluido.
fluidi di circolazione	Il fluido di circolazione nelle fasi di perforazione e di rivestimento, sarà essere costituito da: acqua; fango bentonitico; fanghi polimerici. Nel caso di installazione di piezometri si utilizzerà solamente acqua o fanghi polimerici biodegradabili.

5 STRATIGRAFIE

Sono compilate durante l'esecuzione delle operazioni di carotaggio, da un geologo abilitato e regolarmente iscritto al relativo Albo Professionale, la descrizione segue le raccomandazioni A.G.I. 1977, sono riportate:

Dati Generali	Nelle stratigrafie vengono inserite le seguenti informazioni: Committente, Direttore dei Lavori, Oggetto dei Lavori, Ubicazione, quota, Profondità raggiunta, numero di schede del sondaggio, numero di fogli totali, nome del compilatore; attrezzature impiegate.
Profondità	E' la distanza dal piano di campagna al tetto dello strato, o dal campione o della prova in foro, ecc...; Nelle Perforazioni a mare e la distanza dal fondale a tetto dello strato, o dal campione o della prova in foro, ecc..., nelle note viene comunque indicato, l'altezza dal pelo l.m.m. della perforatrice, e la profondità del fondale. E' individuato dalla lunghezza degli utensili di perforazione in foro e controllata attraverso lo scandaglio manuale;
Spessore	Indica la potenza apparente dello strato;
Colonna Stratigrafica	Simbolo grafico rappresentativo del litotipo attraversato
Descrizione Litologica Di Campagna	E' effettuata durante l'esecuzione delle operazioni di carotaggio, la descrizione segue le raccomandazioni A.G.I. 1977;
Recupero Carota R.Q.D.	Rappresenta il rapporto percentuale tra la lunghezza del tratto perforato e la lunghezza della carota estratta; Rock Quality Designation, rappresenta un indice di qualità per gli ammassi rocciosi ed è dato dal rapporto percentuale tra la lunghezza complessiva dei singoli pezzi di carota maggiori di 10 cm e la lunghezza totale del tratto perforato;
Metodo di Perforazione Corona	CC: Carotaggio Continuo; DN: Distruzione di Nucleo con l'utilizzo di DTH , Trilame o Triconi.
Tipo di Carotiere	Le perforazioni a carotaggio continuo è eseguita con: W: Corone in lega dure con inserti in Carburo di Tungsteno o Corone in Widia; D: Corone Diamantate a concrezione o a pietre incastonate
Diametro Foro Carota	A: Carotiere Semplice generalmente di Tipo C.S.; B: Doppio, può essere del tipo T2, T6 o T6S; C: Altri generalmente il triplo carotiere a Scarpa avanzata o Denison; E: Carotiere semplice divisibile per indagini ambientali;
Rivestimento	Diametro foro, indica il diametro esterno del carotiere utilizzato; Diametro carota, indica il diametro interno del tubo porta carota Individua il tratto di perforazione in cui si è utilizzato il rivestimento metallico e il diametro utilizzato Le cassette sono utili per catalogare le carote estratte durante la esecuzione del sondaggio, nella stratigrafia è riportato il tratto di carotaggio catalogato in ogni cassetta;



**Numero Cassette
Campioni**

La numerazione dei campioni è progressiva e relativa sempre al sondaggio. La numerazione dei campioni disturbati e indisturbati è sempre distinta dalla numerazione dei campioni rimaneggiati. I campioni disturbati e indisturbati al momento del prelievo vengono paraffinati, i campioni rimaneggiati sigillati con doppio sacchetto. Tutti i campioni vengono etichettati. Nella etichetta viene riportato: Ente Appaltante, Committente, Direttore dei Lavori, Località, Numero del Sondaggio, Numero del Campione, Profondità di Prelievo, Data. I Campioni di Terra vengono denominati con Cn, quelli di roccia con Rn. I campioni possono essere del Seguento tipo: **F**: il campionatore a parete sottili Shelby; **D**: il campionatore a scarpa avanzata Denison per i terreni tenaci; **S**: il campionatore a punta aperta a percussione o da S.P.T. (Si-Cn); **i**: campioni indisturbati. Il prelievo dei campioni viene eseguito con attrezzature e modalità atte a prevenire qualsiasi tipo di disturbo o contaminazione, viene utilizzato: **d**: campioni disturbati. Il prelievo dei campioni viene eseguito con le stesse modalità dei campioni indisturbati, ma le modalità operative non hanno garantito la perfettamente campionatura quindi possono essere del tipo F,D,S. **R**:Campioni Rimaneggiati. Sono sempre dei campioni disturbati, il campione viene prelevato dal carotaggio e posto in doppio sacchetto.

Pocket Penetrometer.

Strumento tascabile che permette la determinazione rapida della resistenza a compressione semplice. Nella stratigrafia viene riportato alla profondità corrispondente il valore a compressione determinato durante l'esecuzione del carotaggio.

Torvane.

Strumento tascabile che permette la determinazione rapida della resistenza a taglio nei terreni coesivi. Nella stratigrafia è riportato alla profondità corrispondente il valore della resistenza a taglio determinato durante l'esecuzione del carotaggio.

Tipo di Fluido

Durante l'esecuzione del carotaggio può essere richiesto l'uso di fluido di perforazione. Tale fluido può essere costituito da acqua pulita o acqua con additivi quali bentonite, polimeri o additivi chimici. Gli additivi utilizzati sono sempre specifici per perforazioni, sono biodegradabili, non inquinano, e non sono tossici. Le abbreviazioni utilizzate per il fluido di perforazione e la seguente: Assenza di fluido: Assen; Acqua: Acqua.; Fango Bentonitico: Bento.; Fango con Polimeri : Poli; Altri tipi di Fluidi: Altro;

Diagrafia dei sondaggi

Se richiesta dalla committenza viene effettuata la registrazione dei parametri di perforazione, i parametri registrati sono:

Pressione fluido: espressa in bar indica la pressione di iniezione del fluido di perforazione;

Velocità di Avanzamento: espressa cm/min indica la velocità di avanzamento della perforazione;

Pressione di Spinta: espressa in bar indica la pressione sull'utensile di perforazione;

Pressione Rotazione: espressa in bar indica la coppia necessaria per far ruotare la batteria di aste e l'attrezzatura per il carotaggio;

Profondità Falda

Durante l'esecuzione del sondaggio viene misurata la profondità della falda, operazione che è ripetuta fino alla fine del sondaggio nelle stratigrafie se ne riporta la profondità e le eventuali osservazioni.

Strumentazione in foro tipo

Una volta ultimato l'esecuzione del sondaggio all'interno del foro di sondaggio può essere installata della strumentazione di controllo, quale per esempio: piezometri, inclinometri, assestimetri ecc., per la modalità di installazione si veda la sezione relativa alla installazione

Prova Scissometrica

La prova viene eseguita secondo la normativa ASTM D 2573/78 - Standard Method for « Field vane Shear Test in Cohesive Soil». In modo indicativo, viene riportato il valore della prova scissometrica e la profondità cui è stata eseguita la prova. Nell'allegato prove Geotecniche in foro, verranno indicate le modalità operative e l'attrezzatura utilizzata per la esecuzione della prova

Prova S.P.T.

La prova viene eseguita secondo la normativa A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle Indagini Geotecniche. In modo indicativo, viene riportato la profondità il tipo di scarpa Chiusa o Aperta e il numero di colpi per l'infissione per il tratto preliminare e per i tratti di prova. Nell'allegato prove Geotecniche in foro, verranno indicate le modalità operative e l'attrezzatura utilizzata per la esecuzione della prova.

Note

Oltre agli elementi sopra indicati vengono indicate nelle note: eventuali perdite di circolazione del fluido, rifluimenti in colonna, manovre di campionamento o prova non condotta a termine, soste durante la perforazione, profondità massima raggiunta durante la giornata, ecc.

6 RISULTATI DELLE PROVE

Nelle allegate stratigrafie vengono sintetizzati i risultati richiesti dalla Direzione Lavori, eseguite secondo le norme dettate da:

A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana;

CNR. - Consiglio Nazionale delle Ricerche

I.S.R.M. - International Society of Rock Mechanics;

R.I.G. - Rivista Italiana di Geotecnica

B.S. - British Standard;

A.S.T.M. - American Society of Testing Materials

Favara,

Il Responsabile Tecnico
Dott. Antonio Alba

UBICAZIONE INDAGINE MECCANICA



SAGGIO MECCANICO





Cassetta Catalogatrice n.1



Cassetta Catalogatrice n.2

**Studio di Geologia e Geotecnica
Dott. Geol. Giuseppe Avenia**

Consulente nello Studio di Impatto Ambientale

**via Dante, 206 Agrigento
Cell. 338 8696670**



GeoLog

PROVA PENETROMETRICA

IL GEOLOGO

Ordine Reg. Ie dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Giuseppe Avenia', written over the printed name and title.

PLANIMETRIA INDAGINE

Legenda

 Ubicazione Prove penetrometriche

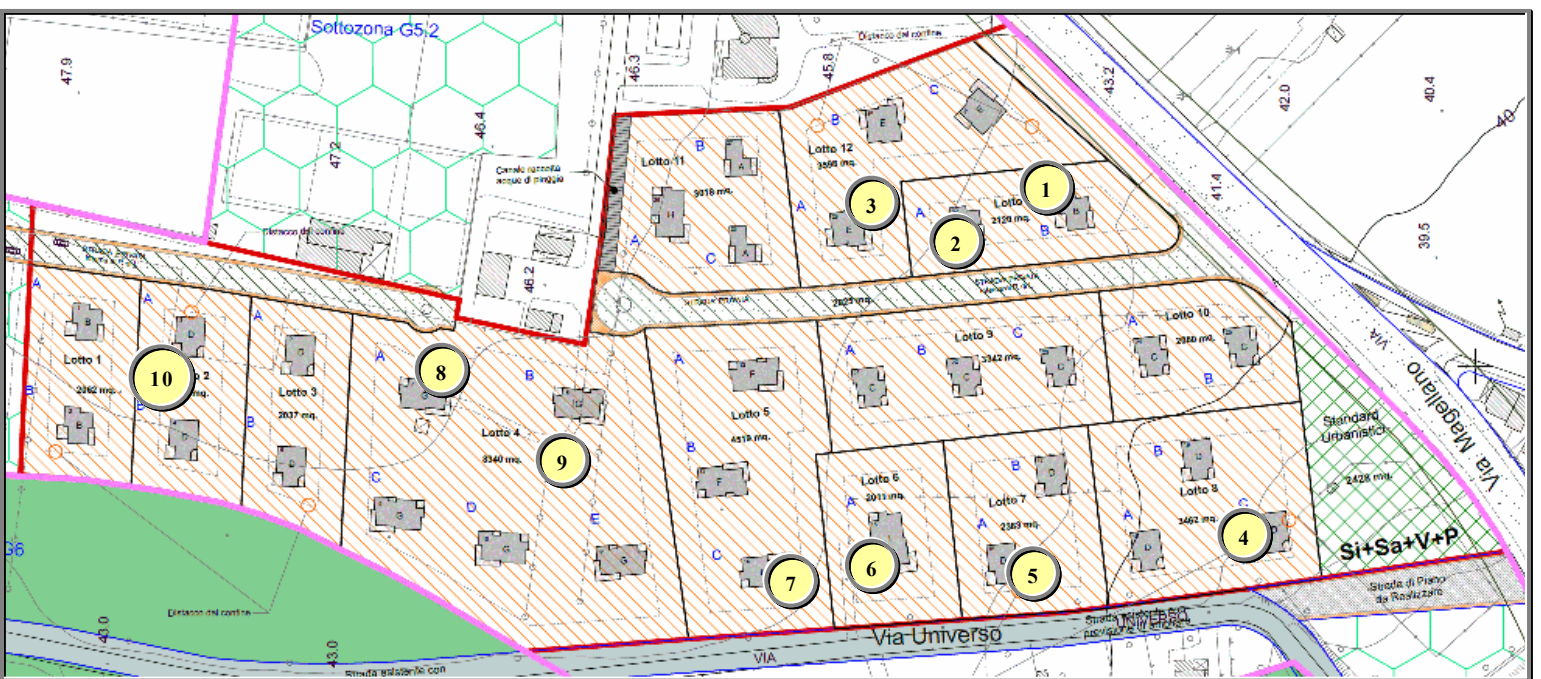
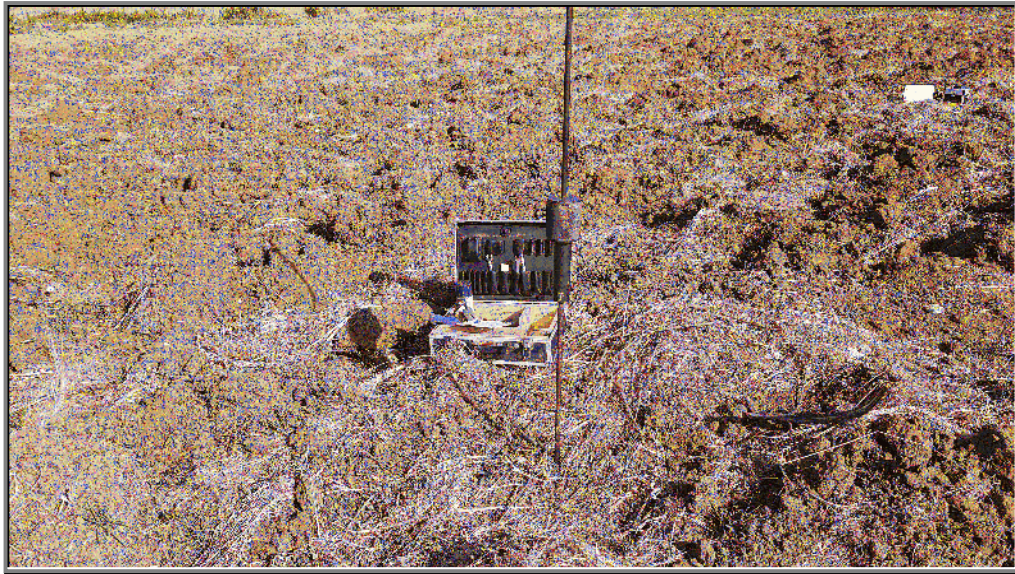


FOTO INDAGINE PENETROMETRICA



Prova 1



Prova 2



Prova 3



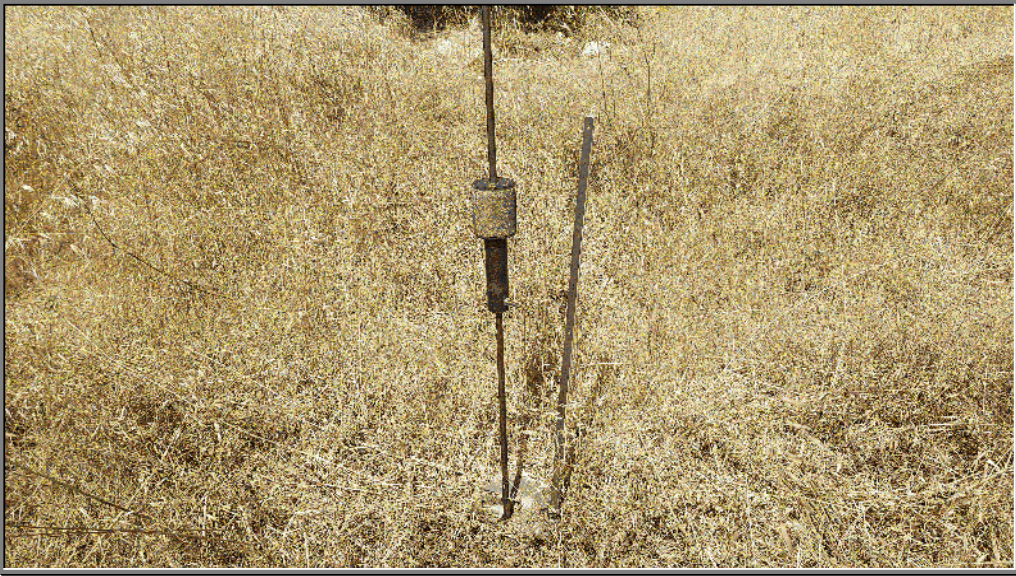
Prova 4



Prova 5



Prova 6



Prova 7



Prova 8



Prova 9



Prova 10

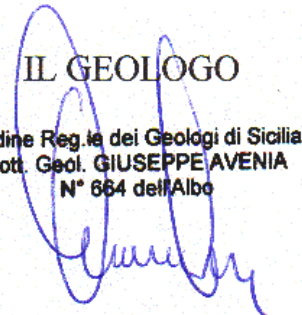
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Lottizzazione "Regina" Località: Cannatello - Agrigento	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	10Kg
Altezza di caduta libera	0.58 m
Peso sistema di battuta	17Kg
Diametro punta conica	19.99 mm
Area di base punta	3.14 cm ²
Lunghezza delle aste	0.8m
Peso aste a metro	2Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°

IL GEOLOGO
Ordine Reg. Ie dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... sctt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere 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 ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² 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 ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE 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 $A=20.27$ cm² 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 conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici 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:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

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.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

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.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 2.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	5.41	6.31
0.20	2	0.855	10.79	12.63
0.30	2	0.853	10.77	12.63
0.40	3	0.851	16.12	18.94
0.50	3	0.849	16.08	18.94
0.60	4	0.847	21.39	25.26
0.70	4	0.845	21.35	25.26
0.80	5	0.843	26.63	31.57
0.90	4	0.842	19.88	23.63
1.00	5	0.840	24.80	29.54
1.10	6	0.838	29.70	35.44
1.20	5	0.836	24.70	29.54
1.30	5	0.835	24.65	29.54
1.40	6	0.833	29.52	35.44
1.50	7	0.831	34.37	41.35
1.60	6	0.830	29.40	35.44
1.70	5	0.828	22.97	27.75
1.80	12	0.826	55.02	66.59
1.90	12	0.825	54.92	66.59
2.00	13	0.773	55.78	72.14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	12.33	1.70-2.00	Terzaghi-Peck	0.78

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	12.33	1.70-2.00	Robertson (1983)	24.66

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	12.33	1.70-2.00	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	12.33	1.70-2.00	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille limo sabbiose	12.33	1.70-2.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille limo sabbiose	12.33	1.70-2.00	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura degradata	4.29	0.00-1.70	4.29	Meyerhof 1957	47.79

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura degradata	4.29	0.00-1.70	4.29	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura degradata	4.29	0.00-1.70	4.29	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura degradata	4.29	0.00-1.70	4.29	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura degradata	4.29	0.00-1.70	4.29	Robertson 1983	8.58

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
Prova eseguita in data 15/07/2020
Profondità prova 2.00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	5.41	6.31
0.20	1	0.855	5.40	6.31
0.30	2	0.853	10.77	12.63
0.40	3	0.851	16.12	18.94
0.50	3	0.849	16.08	18.94
0.60	4	0.847	21.39	25.26
0.70	3	0.845	16.01	18.94
0.80	5	0.843	26.63	31.57
0.90	4	0.842	19.88	23.63
1.00	5	0.840	24.80	29.54
1.10	5	0.838	24.75	29.54
1.20	6	0.836	29.64	35.44
1.30	5	0.835	24.65	29.54
1.40	5	0.833	24.60	29.54
1.50	6	0.831	29.46	35.44
1.60	5	0.830	24.50	29.54
1.70	5	0.828	22.97	27.75
1.80	5	0.826	22.93	27.75
1.90	11	0.825	50.34	61.04
2.00	12	0.823	54.82	66.59

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11.5	1.80-2.00	Terzaghi-Peck	0.78

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11.5	1.80-2.00	Robertson (1983)	23.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11.5	1.80-2.00	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11.5	1.80-2.00	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille limo sabbiose	11.5	1.80-2.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11.5	1.80-2.00	Meyerhof	1.80

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura degradata	4.06	0.00-1.80	4.06	Meyerhof 1957	46.31

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura degradata	4.06	0.00-1.80	4.06	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura degradata	4.06	0.00-1.80	4.06	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura degradata	4.06	0.00-1.80	4.06	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura degradata	4.06	0.00-1.80	4.06	Robertson 1983	8.12

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 2.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	5.41	6.31
0.20	1	0.855	5.40	6.31
0.30	2	0.853	10.77	12.63
0.40	2	0.851	10.74	12.63
0.50	3	0.849	16.08	18.94
0.60	3	0.847	16.05	18.94
0.70	2	0.845	10.67	12.63
0.80	4	0.843	21.30	25.26
0.90	4	0.842	19.88	23.63
1.00	5	0.840	24.80	29.54
1.10	5	0.838	24.75	29.54
1.20	4	0.836	19.76	23.63
1.30	4	0.835	19.72	23.63
1.40	4	0.833	19.68	23.63
1.50	5	0.831	24.55	29.54
1.60	5	0.830	24.50	29.54
1.70	6	0.828	27.57	33.29
1.80	6	0.826	27.51	33.29
1.90	10	0.825	45.77	55.49
2.00	11	0.823	50.25	61.04
2.10	11	0.822	50.15	61.04
2.20	12	0.820	54.61	66.59

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11	1.80-2.20	Terzaghi-Peck	0.74

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11	1.80-2.20	Robertson (1983)	22.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11	1.80-2.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11	1.80-2.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille limo sabbiose	11	1.80-2.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille limo sabbiose	11	1.80-2.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura degradata	3.67	0.00-1.80	3.67	Meyerhof 1957	44.07

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura degradata	3.67	0.00-1.80	3.67	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura degradata	3.67	0.00-1.80	3.67	Classificazione A.G.I.	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura degradata	3.67	0.00-1.80	3.67	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura degradata	3.67	0.00-1.80	3.67	Robertson 1983	7.34

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	10.82	12.63
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	4	0.853	21.54	25.26
0.40	4	0.851	21.49	25.26
0.50	12	0.849	64.32	75.77
0.60	12	0.847	64.18	75.77
0.70	14	0.795	70.29	88.40
0.80	14	0.793	70.13	88.40
0.90	15	0.792	70.14	88.61
1.00	16	0.790	74.64	94.51
1.10	16	0.788	74.48	94.51
1.20	18	0.786	83.60	106.33

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	14.62	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.80

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	14.62	0.40-1.20	Robertson (1983)	29.24

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	14.62	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	14.62	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	14.62	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	14.62	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof 1957	44.33

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Robertson 1983	6.50

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	10.82	12.63
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	5	0.853	26.92	31.57
0.40	6	0.851	32.23	37.89
0.50	10	0.849	53.60	63.15
0.60	10	0.847	53.48	63.15
0.70	12	0.845	64.04	75.77
0.80	12	0.843	63.90	75.77
0.90	14	0.792	65.46	82.70
1.00	15	0.790	69.98	88.61
1.10	17	0.788	79.13	100.42
1.20	18	0.786	83.60	106.33

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	13.5	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.79

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	13.5	0.40-1.20	Robertson (1983)	27.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	13.5	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	13.5	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	13.5	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	13.5	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Meyerhof 1957	49.16

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Robertson 1983	8.00

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	10.82	12.63
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	3	0.853	16.15	18.94
0.40	5	0.851	26.86	31.57
0.50	11	0.849	58.96	69.46
0.60	12	0.847	64.18	75.77
0.70	14	0.795	70.29	88.40
0.80	15	0.793	75.14	94.72
0.90	15	0.792	70.14	88.61
1.00	16	0.790	74.64	94.51
1.10	18	0.788	83.79	106.33
1.20	19	0.786	88.25	112.24

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI COESIV I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.81

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15	0.40-1.20	Robertson (1983)	30.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	15	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	15	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof 1957	44.33

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Robertson 1983	6.50

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	10.82	12.63
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	3	0.853	16.15	18.94
0.40	5	0.851	26.86	31.57
0.50	12	0.849	64.32	75.77
0.60	12	0.847	64.18	75.77
0.70	13	0.795	65.27	82.09
0.80	14	0.793	70.13	88.40
0.90	15	0.792	70.14	88.61
1.00	18	0.790	83.97	106.33
1.10	19	0.788	88.44	112.24
1.20	20	0.786	92.89	118.14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15.38	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.82

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15.38	0.40-1.20	Robertson (1983)	30.76

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15.38	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	15.38	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	15.38	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	15.38	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof 1957	44.33

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Robertson 1983	6.50

PROVA ... Nr.8

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	5.41	6.31
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	4	0.853	21.54	25.26
0.40	5	0.851	26.86	31.57
0.50	12	0.849	64.32	75.77
0.60	15	0.797	75.49	94.72
0.70	18	0.795	90.38	113.66
0.80	18	0.793	90.17	113.66
0.90	17	0.792	79.49	100.42
1.00	19	0.790	88.64	112.24
1.10	20	0.788	93.10	118.14
1.20	21	0.736	91.33	124.05

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.5	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.84

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.5	0.40-1.20	Robertson (1983)	35.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.5	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.5	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	17.5	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	17.5	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof 1957	44.33

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	3.25	0.00-0.40	3.25	Robertson 1983	6.50

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
 Prova eseguita in data 15/07/2020
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	10.82	12.63
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	5	0.853	26.92	31.57
0.40	6	0.851	32.23	37.89
0.50	12	0.849	64.32	75.77
0.60	13	0.797	65.43	82.09
0.70	14	0.795	70.29	88.40
0.80	18	0.793	90.17	113.66
0.90	19	0.792	88.84	112.24
1.00	20	0.790	93.30	118.14
1.10	21	0.738	91.55	124.05
1.20	22	0.736	95.68	129.96

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.38	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.83

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.38	0.40-1.20	Robertson (1983)	34.76

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.38	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.38	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	17.38	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	17.38	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Meyerhof 1957	49.16

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	4	0.00-0.40	4	Robertson 1983	8.00

PROVA ... Nr.10

Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)
Prova eseguita in data 15/07/2020
Profondità prova 1.20 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	5.41	6.31
0.20	3	0.855	16.19	18.94
0.30	4	0.853	21.54	25.26
0.40	6	0.851	32.23	37.89
0.50	12	0.849	64.32	75.77
0.60	15	0.797	75.49	94.72
0.70	17	0.795	85.36	107.35
0.80	18	0.793	90.17	113.66
0.90	17	0.792	79.49	100.42
1.00	20	0.790	93.30	118.14
1.10	21	0.738	91.55	124.05
1.20	22	0.736	95.68	129.96

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.75	0.40-1.20	Terzaghi-Peck	0.85

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.75	0.40-1.20	Robertson (1983)	35.50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.75	0.40-1.20	Vesic (1970)	514.00

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) Argille sabbiose	17.75	0.40-1.20	Apollonia	320.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Argille sabbiose	17.75	0.40-1.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (2) Argille sabbiose	17.75	0.40-1.20	Meyerhof	1.8

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura	3.5	0.00-0.40	3.5	Meyerhof 1957	46

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura	3.5	0.00-0.40	3.5	Meyerhof (1956)	10.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Copertura	3.5	0.00-0.40	3.5	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura	3.5	0.00-0.40	3.5	Meyerhof et al.	1.5

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

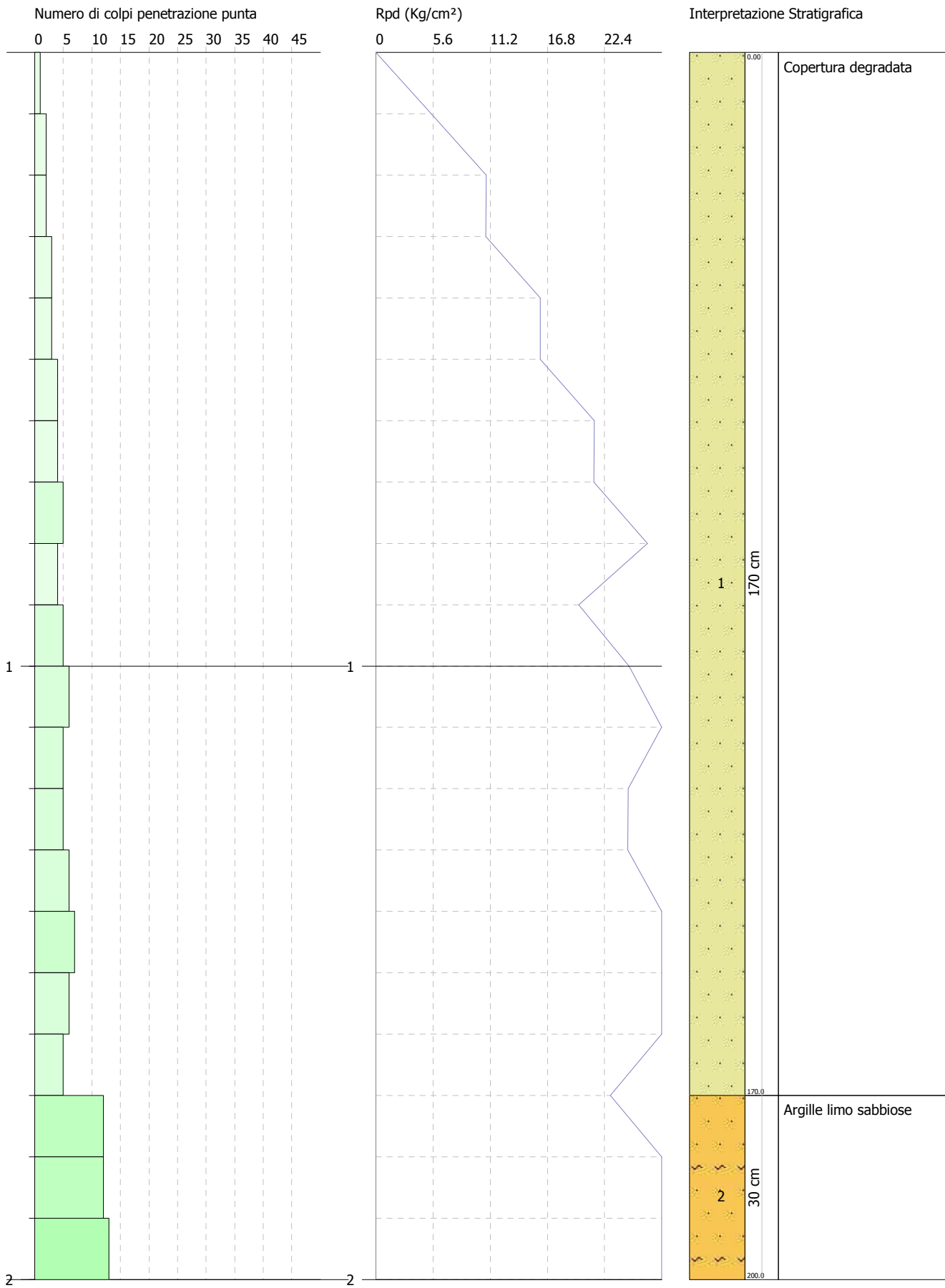
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura	3.5	0.00-0.40	3.5	Robertson 1983	7.00

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
 Descrizione: Lottizzazione "Regina"
 Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:9

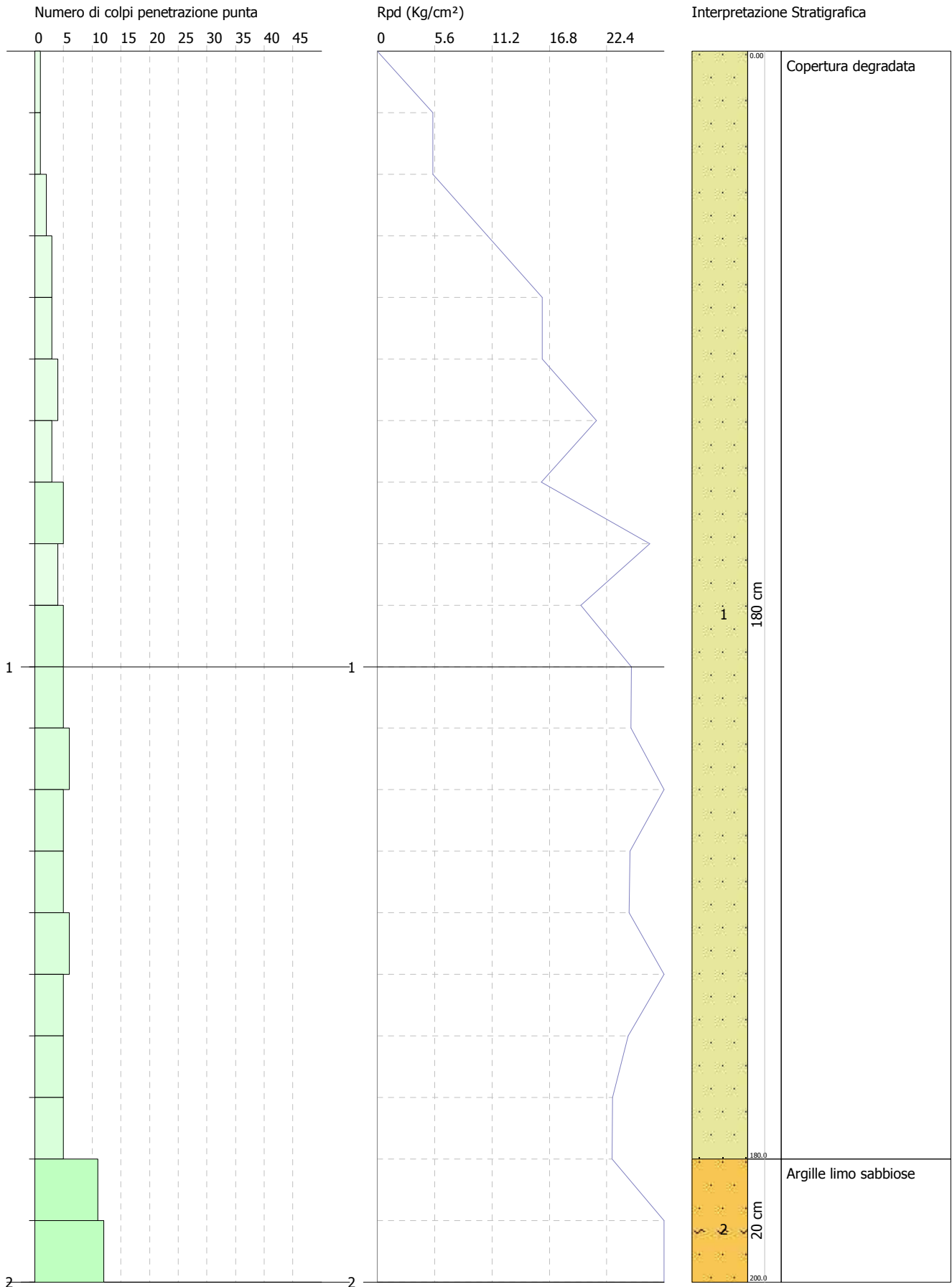


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
 Descrizione: Lottizzazione "Regina"
 Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:9

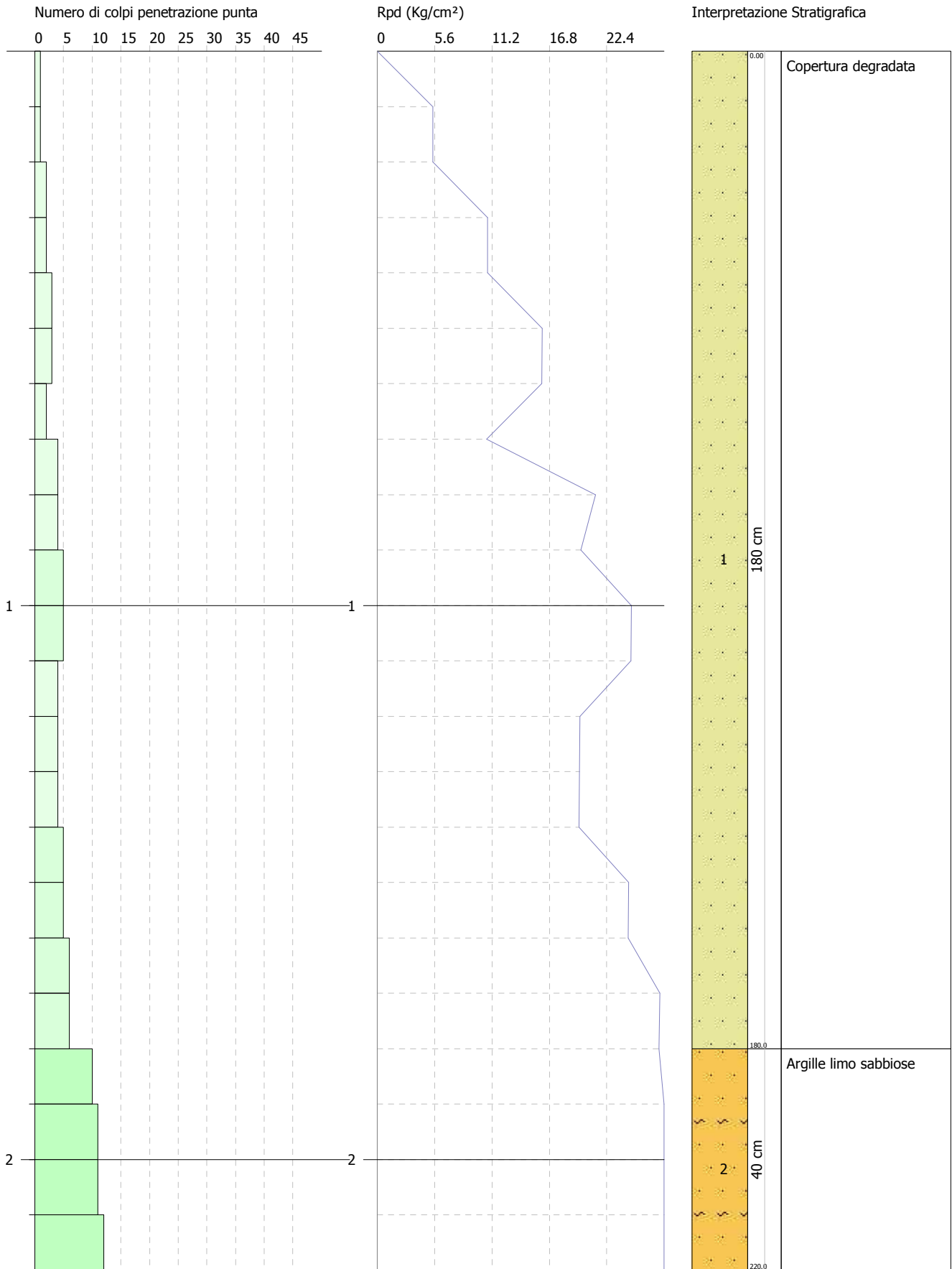


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
 Descrizione: Lottizzazione "Regina"
 Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:10

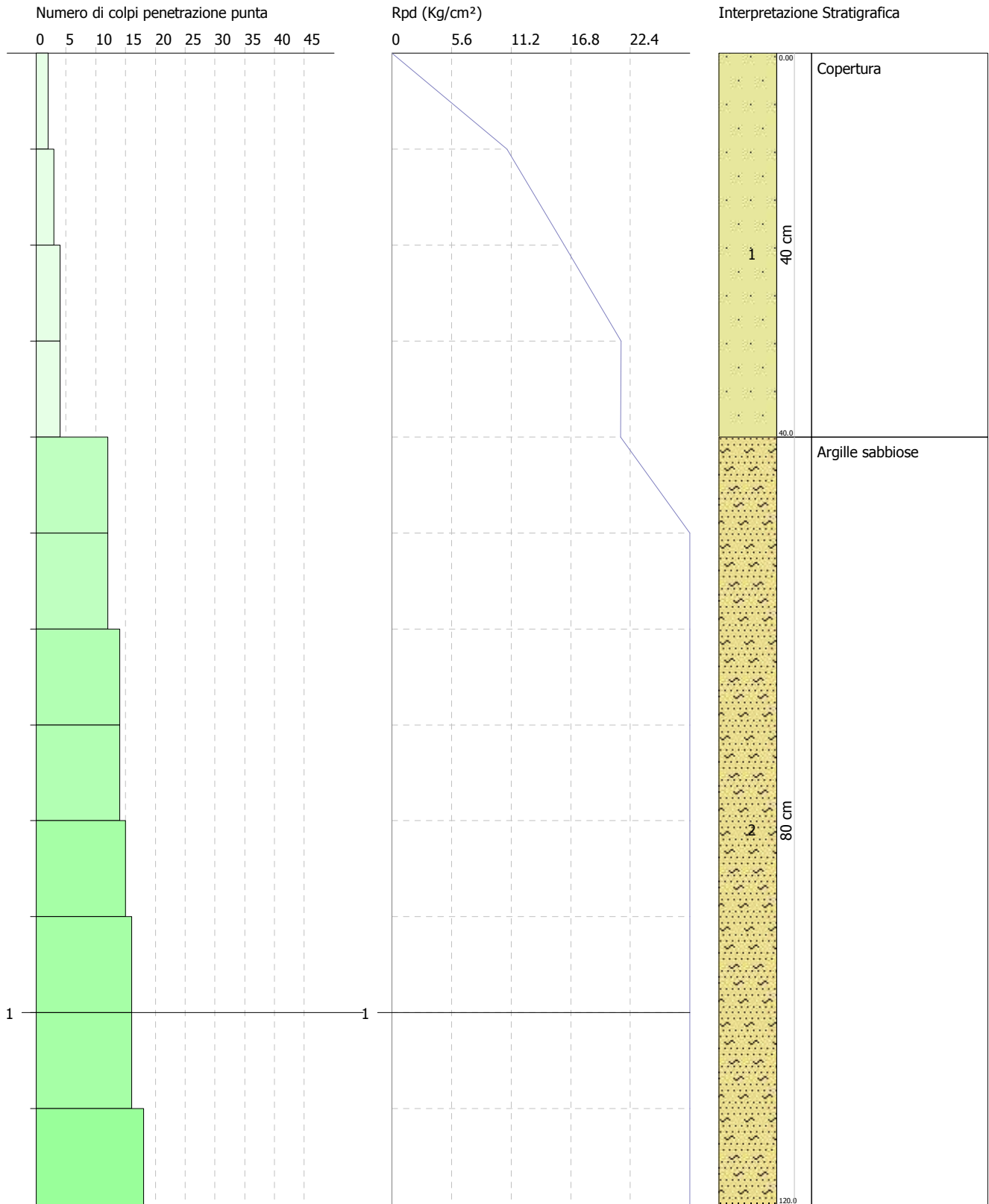


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
Descrizione: Lottizzazione "Regina"
Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6

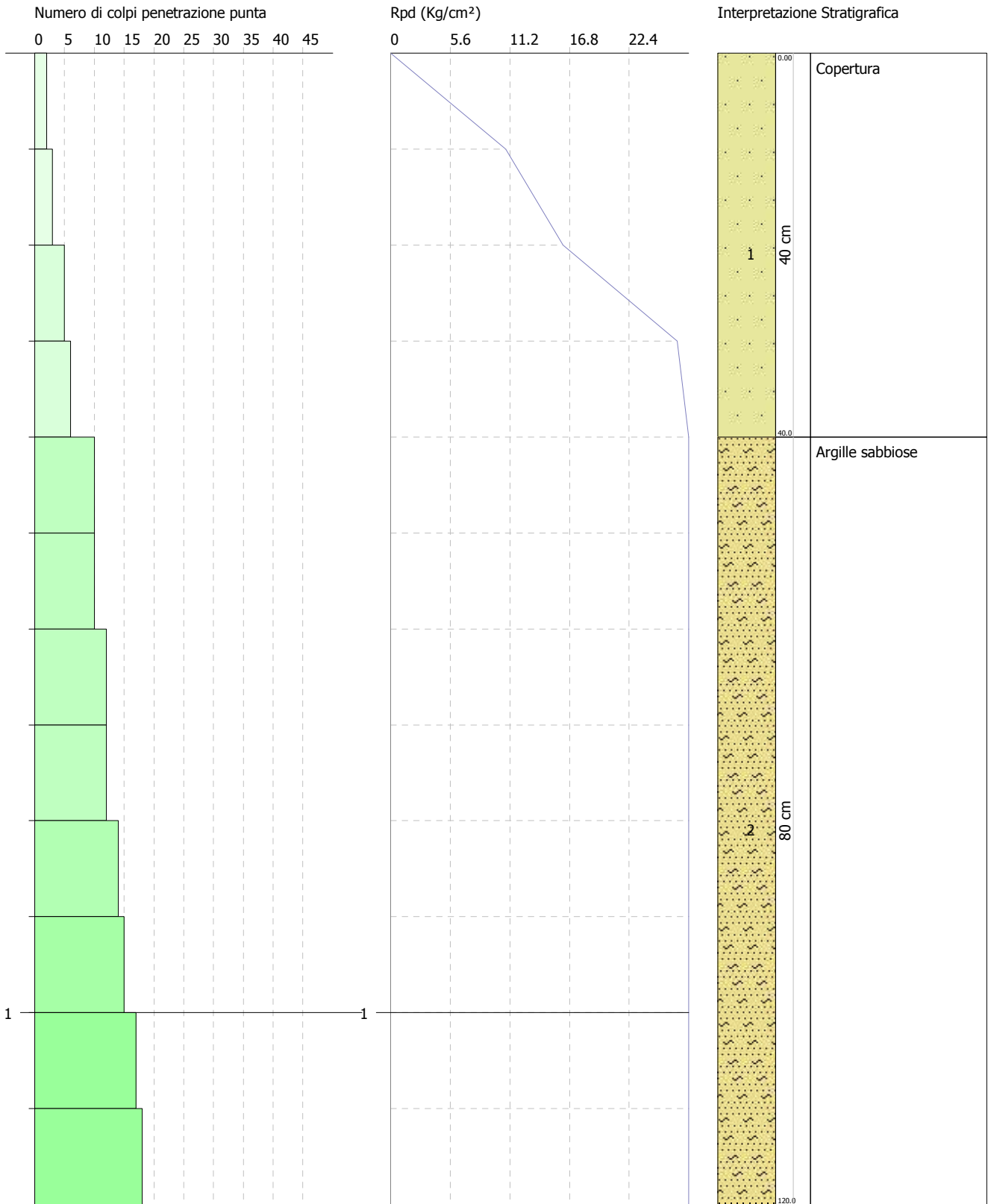


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
 Descrizione: Lottizzazione "Regina"
 Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6

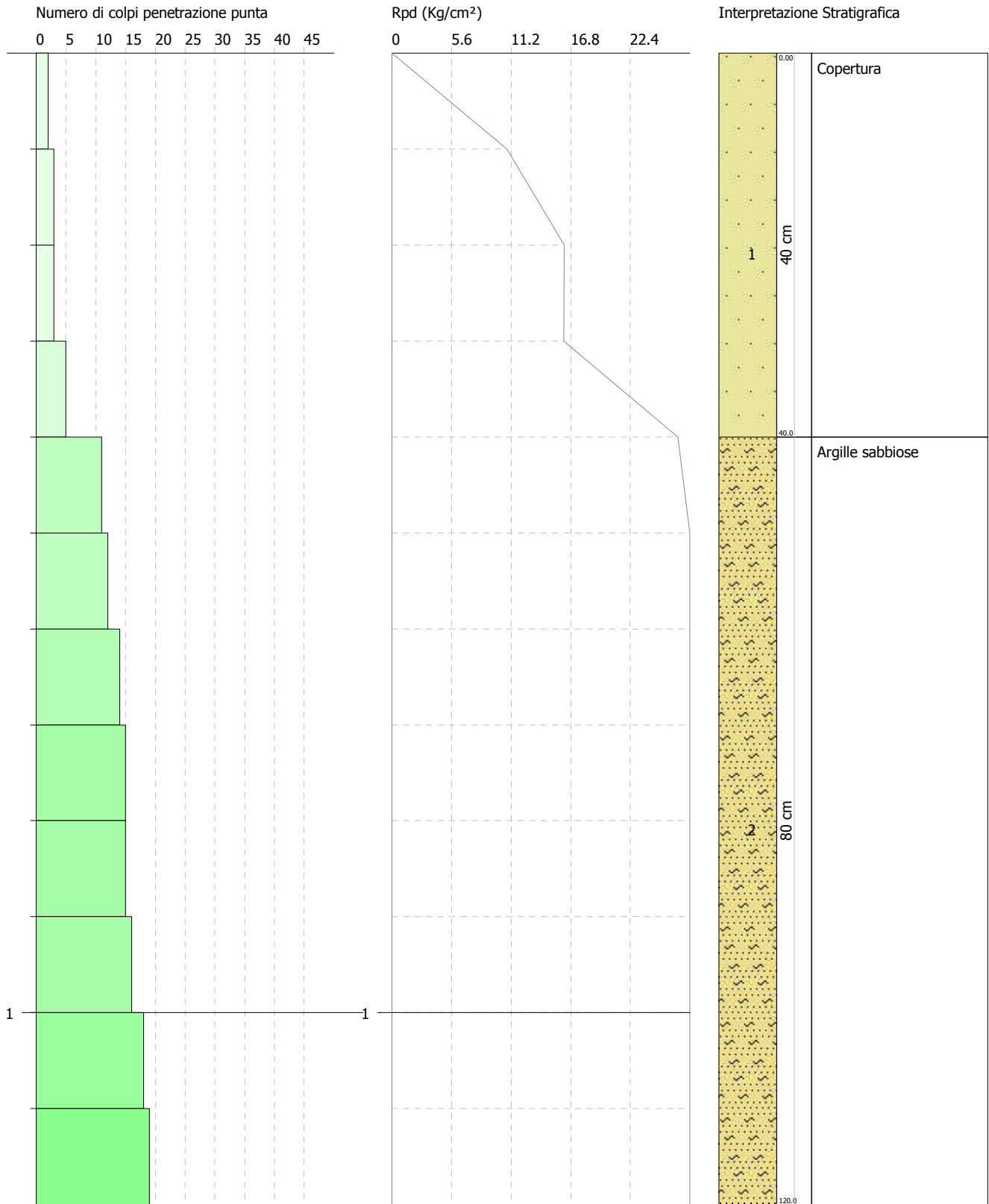


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
Descrizione: Lottizzazione "Regina"
Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6

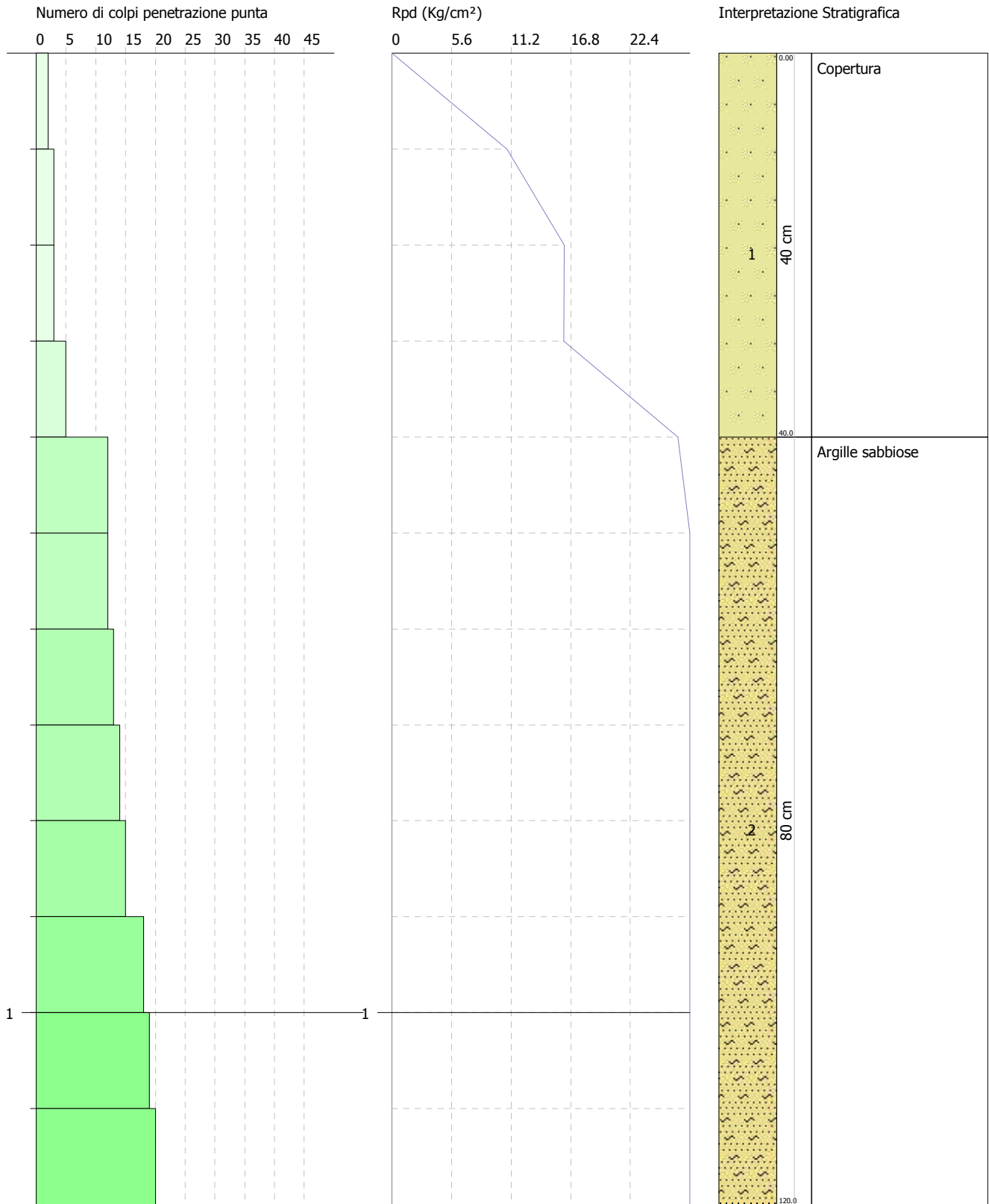


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
Descrizione: Lottizzazione "Regina"
Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6

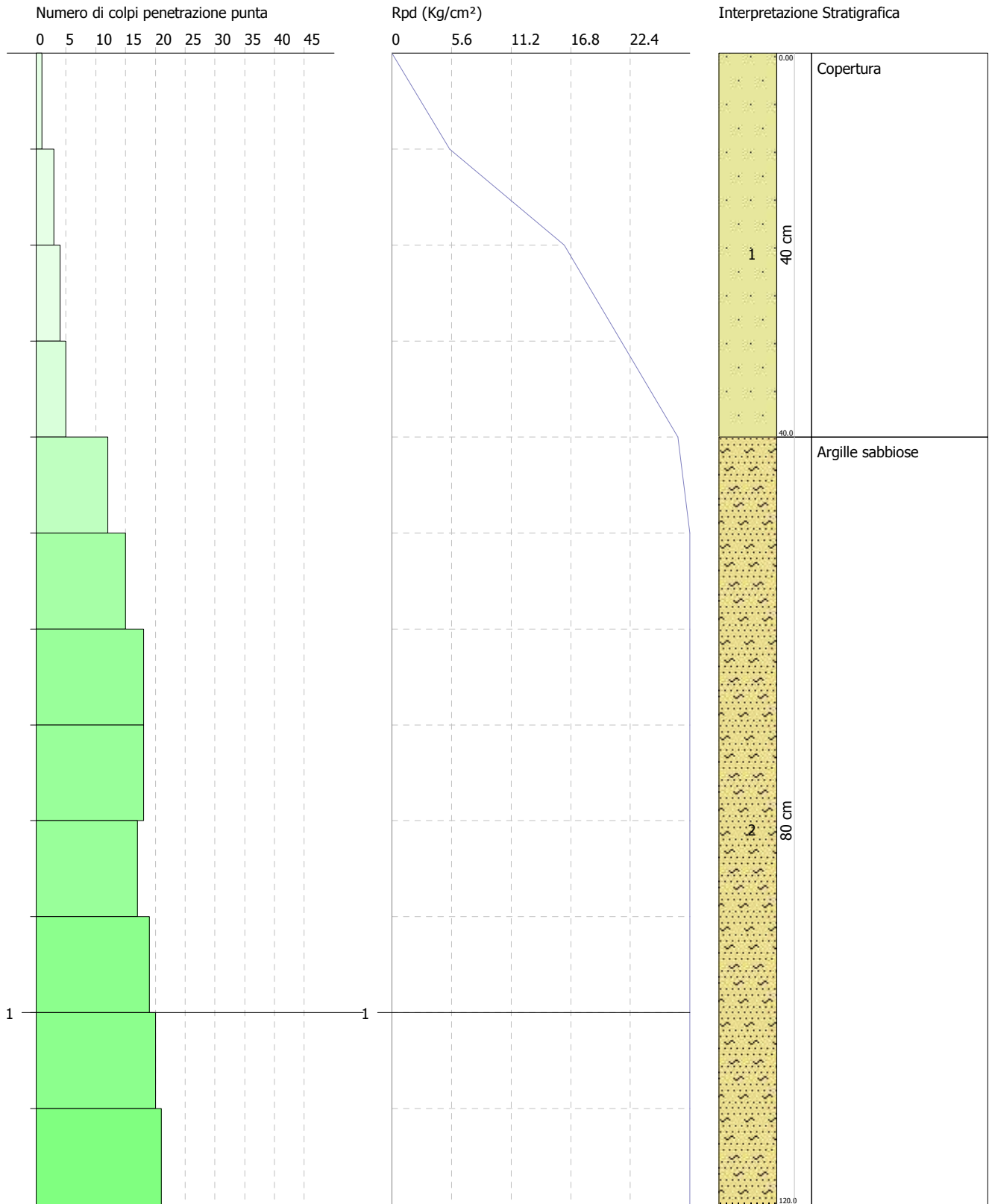


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
Descrizione: Lottizzazione "Regina"
Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6

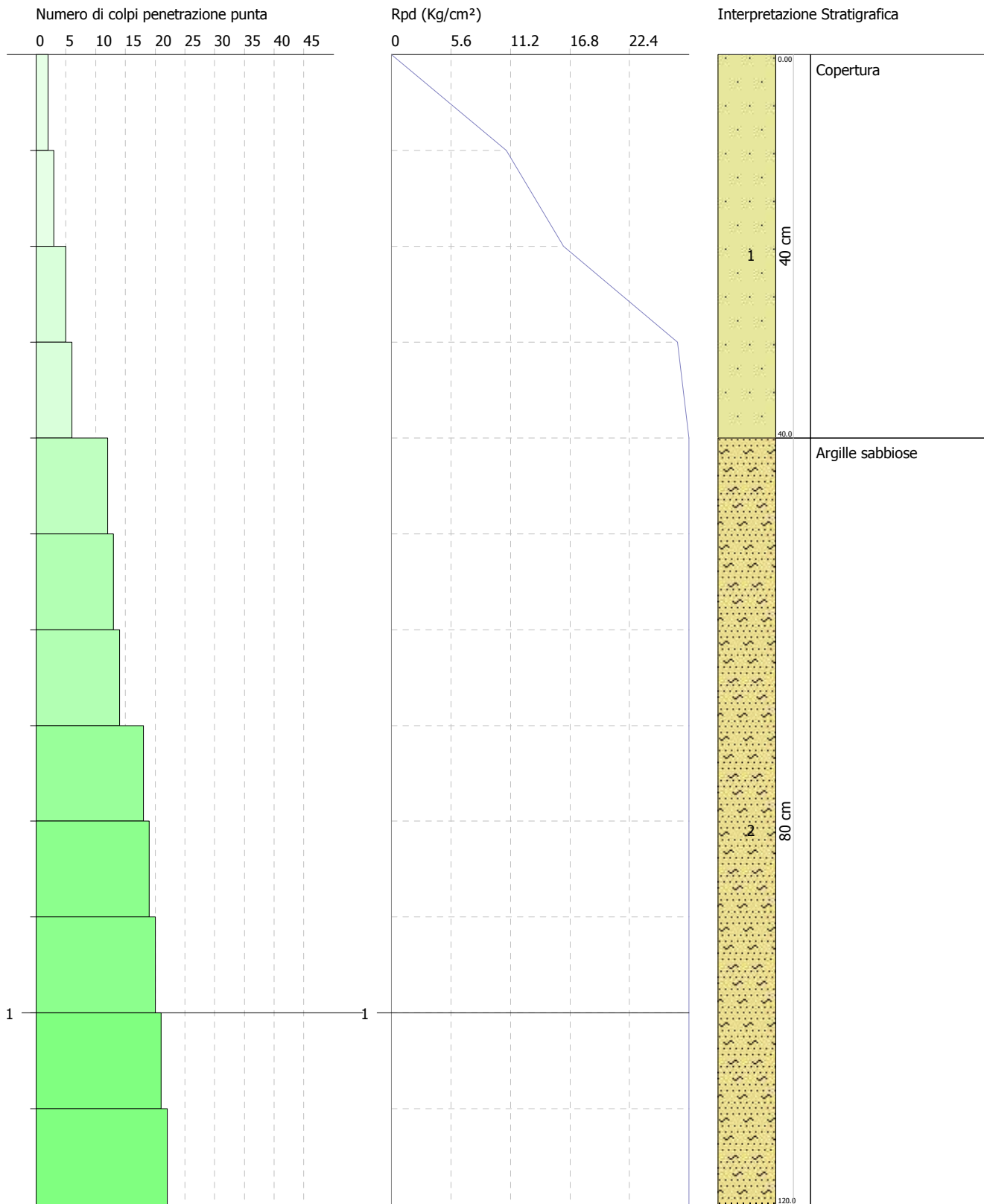


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
 Descrizione: Lottizzazione "Regina"
 Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10
Strumento utilizzato... DCP (Penetrometro Dinamico a Cono)

Committente:
Descrizione: Lottizzazione "Regina"
Località: Cannatello - Agrigento

Data: 15/07/2020

Scala 1:6

