

COMUNE DI CAIVANO

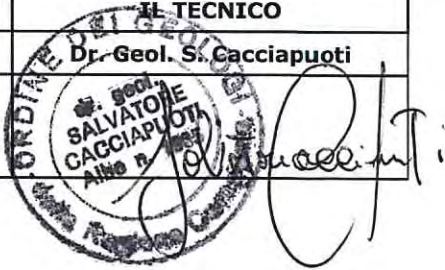
(PROVINCIA DI NAPOLI)



LOTTIZZAZIONE CONVENZIONATA PUA DEL COMPARTO D3.2

RELAZIONE GEOLOGICA

 Comune Di Caivano	Committente:	AFRE S.R.L.	
	Ubicazione:	S.S. 87 CAIVANO (NA)	
Dott. Geologo Salvatore Cacciapuoti Corso Europa 23 (80010) Villaricca (NA) Tel. 3387079632 e_mail scacciapuoti@gmail.com	RIF. CATASTALI:	F. 15 P.LLA 192	Data: GIUGNO 2020

REV	Data	DESCRIZIONE	IL TECNICO
a	30/06/2020	Relazione Geologica	Dr. Geol. S. Cacciapuoti
			

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. Geologia	4
3. Inquadramento geomorfologico e idrogeologico dell'area	7
4. Indagini geotecniche eseguite in sito.....	10
4.1 Prove penetrometriche dinamiche DPSH	10
4.2 Sondaggi.....	12
5 - Inquadramento sismico	14
5.1. Sismica H/V o HVSR	19
5.2 <i>Strumentazione e metodologia</i>	22
5.3 <i>Interpretazione dei dati H/V</i>	24
5.4 <i>Inversione della curva di ellitticit�</i>	26
5.5 <i>Classificazione dei suoli in funzione D.M. 17/01/2018</i>	28
5.6 <i>MASW Metodologia</i>	29
6 - Conclusioni	40

Allegati:

- Tav. 1 – Ubicazione indagini in situ;
- Tav. 2 – Carta Geolitologica;
- Tav. 3 – Carta Geomorfologica;

- VAX CATASTALE
- STRATIGRAFIE E REPORT FOTOGRAFICO
- CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO
- ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DPSH

1. PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta dal dott. Geologo Salvatore Cacciapuoti regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n° 1905, per incarico conferitogli dalla società AFRE s.r.l., nell'ambito del progetto di "lottizzazione convenzionata PUA del comparto D 3.2", ubicato sul territorio comunale di Caivano (NA), in S.S. 87, riportato nel Foglio Catastale 15, P.la 192.

Al fine di accertare l'idoneità dell'opera dal punto di vista geologico il sottoscritto ha realizzato per un'area significativamente vasta:

- approfondito studio della documentazione bibliografica;
- presa visione del P.R.G. del Comune di Caivano;
- presa visione delle carte del rischio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatte dalla Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale oggi Autorità di Bacino Appennino Meridionale;
- rilevamento di superficie;

Inoltre, sono state seguite le seguenti indagini in situ:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH (**Dinamic Probing Super Heavy**);
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 1 prova sismica di tipo MASW (**Multi-channel Analysis of Surface Waves**);
- n.1 prova sismica tipo H/V tecnica dei Rapporti Spettrali;
- n. 2 campioni indisturbati di terreno per la determinazione di parametri geotecnici in laboratorio.

Tutti i dati hanno consentito di ricostruire l'assetto geologico-stratigrafico, i lineamenti morfologici e idrogeologici, e sismici dell'area in studio.

Il presente studio è stato redatto al fine di esaudire in maniera più completa le prescrizioni:

- ex art. 14 L.R. n°9/83
- D.P.R. n° 328/2001
- O.P.C.M. n° 3274/2003
- D.M. 17/01/2018 NTC

2. Geologia

L'area in questione fa parte del comune di Caivano, il cui territorio si trova nella parte centro-orientale della Piana Campana; esso ricade nel foglio 183-184 della carta geologica d'Italia 1:100000 edita dal Servizio Geologico d'Italia.

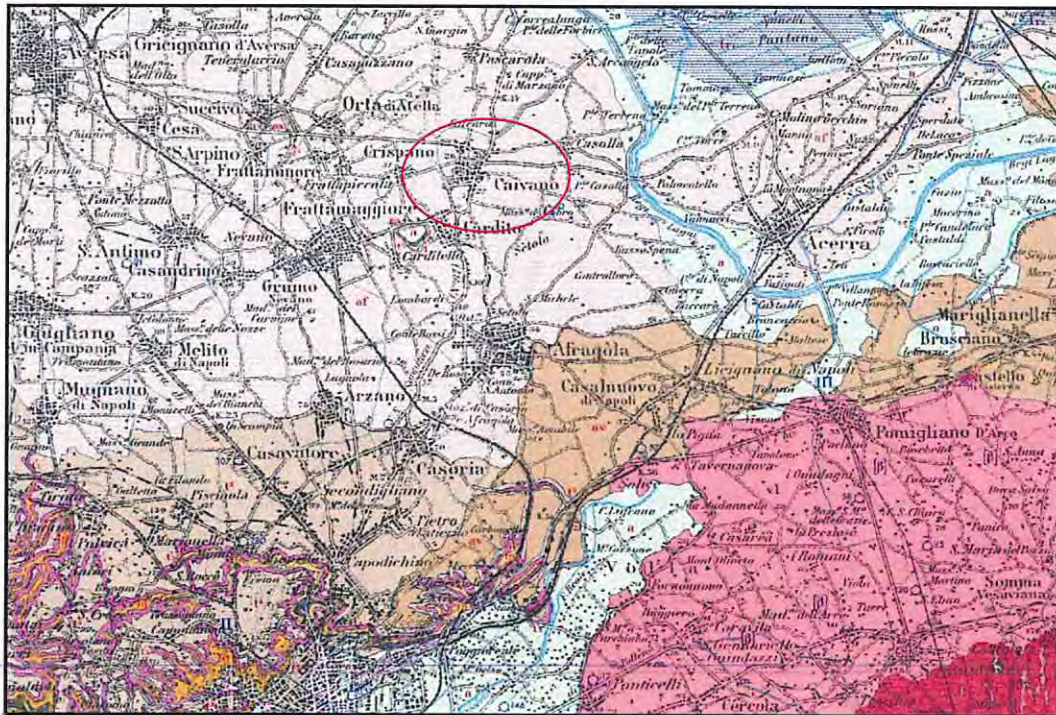


Fig.1 Carta geologica d'Italia F. 183-184

Morfologicamente la zona in cui ricade l'area oggetto di studio, è il risultato degli eventi geologici che hanno interessato la Piana Campana; questa rappresenta una depressione morfostrutturale (graben) la cui origine sembra sia legata allo sprofondamento del bordo tirrenico della catena appenninica, in seguito a fenomeni di distensione tettonica e di assottigliamento litosferico.

Il graben della Piana Campana risulta quindi, essere delimitato da carbonati mesozoici, che ne costituiscono anche il basamento, ipotizzato a 3-4 km di profondità, su cui sono andate a depositarsi le coltri delle formazioni successive.

I terreni presenti nel territorio di indagine sono costituiti da prodotti vulcanici provenienti dai Campi Flegrei ed in minima parte dal complesso vulcanico del Somma Vesuvio.

In particolare relativamente all'attività flegrea possiamo individuare tre periodi:

- I° Periodo Flegreo: Tufo Grigio Campano o anche Ignimbrite Campana, costituita da una matrice cineritica più o meno saldata , con scorie nere disorientate, che invece risultano essere sparse in maniera caotica nella parte più superficiale del deposito. L'Ignimbrite Campana è soggetta anche a variazioni laterali di facies, pertanto è possibile ritrovare depositi che hanno subito fenomeni di zeolitizzazione post-deposizionale, il cosiddetto tufo giallo a scorie nere, i cui spessori più potenti andando verso Caserta, diminuiscono invece verso la città di Napoli.
- II° Periodo Flegreo: Tufo Giallo Napoletano con pomice e scorie , esso si distingue in due unità: una basale, il cui spessore varia tra 11 e 4 m circa, costituita in gran parte da depositi fini, pseudostratificati, con molte pisoliti nella parte medio alta ed un' unità superiore, di spessore variabile tra 10m e i 15 m, costituita da depositi a matrice prevalente, non gradati, con elementi litici alternati a strutture fini a stratificazione ondulata (cineriti ondulate). Le due unità si differenziano essenzialmente per la granulometria, nel complesso il deposito diventa più grossolano verso l'alto. La formazione si presenta inoltre con due facies: una litoide ed una incoerente. La facies litoide è il cosiddetto Tufo Giallo Napoletano, risultato dalla zeolitizzazione del prodotto vulcanico originario, mentre quella incoerente è la "Pozzolana". Gli spessori relativi di queste due facies variano allontanandoci dal centro eruttivo; in particolare mentre nelle vicinanze dei Campi Flegree, la facies litoide è preponderante, man mano che ci si allontana aumenta la percentuale relativa di materiale appartenente alla facies incoerente.
- III° Periodo Flegreo: Si tratta di prodotti originati da un'attività vulcanica a carattere esplosivo, provenienti da numerosi centri vulcanici tra cui :Bacoli,

Porto Miseno, Baia, Soccavo; Agnano, Astroni, Montagna Spaccata ecc. In genere si tratta di livelli di pomici, ceneri, lapilli, talora formanti strati piano-paralleli a laminazione incrociata, intervallati da paleosuoli.

Infine i depositi più superficiali che ritroviamo a chiusura della serie stratigrafica, sono quelli relativi all'attività del Somma Vesuvio.

Gli spessori di questi prodotti cineritici, variano in conseguenza dell'assetto morfologico della superficie al momento della deposizione dei materiali stessi, sia dal rimaneggiamento e quindi dal trasporto post-deposizionale subito ad opera delle acque di dilavamento e quindi della rideposizione, raggiungendo talora differenze anche di qualche metro.

L'assetto litostratigrafico di dettaglio è stato desunto dalle stratigrafie dei sondaggi S1 e S2 effettuati dalla Soc. G&A srls con sede via Bel Vedere 29 81031 Aversa (Ce) riportati in allegato:

3. Inquadramento geomorfologico e idrogeologico dell'area

La zona in questione, a quota assoluta di circa 24 m s.l.m., è inserita in un'ampia zona a leggera pendenza direzione NW SW.

La topografia può considerarsi il risultato degli eventi vulcanici e dei movimenti eustatici che hanno interessato nel Quaternario tutta l'area Campana.

Tuttavia da quanto emerso sia dalla consultazione delle carte del rischio dell'Aut. Di Bacino della Campania Centrale, che da un attento rilievo di superficie, non risultano presenti né tanto meno previsti fenomeni di instabilità in atto o potenziali.

Lo schema idrogeologico complessivo proposto per la Piana Campana, è quello di un acquifero in materiale piroclastico ed alluvionale, dove la circolazione idrica avviene preferenzialmente attraverso le numerose lenti permeabili, secondo il meccanismo delle falde sovrapposte

L'acquifero principale è quello dell'unità piroclastica, costituita da banchi di pomici, presente alla base del Tufo Grigio Campano e il cui limite è posto tra i 30 e i 40 m circa dal p.c.

L'orizzonte tufaceo, laddove il suo tetto si trova a quota inferiore a quella della piezometria, funge da impermeabile relativo.

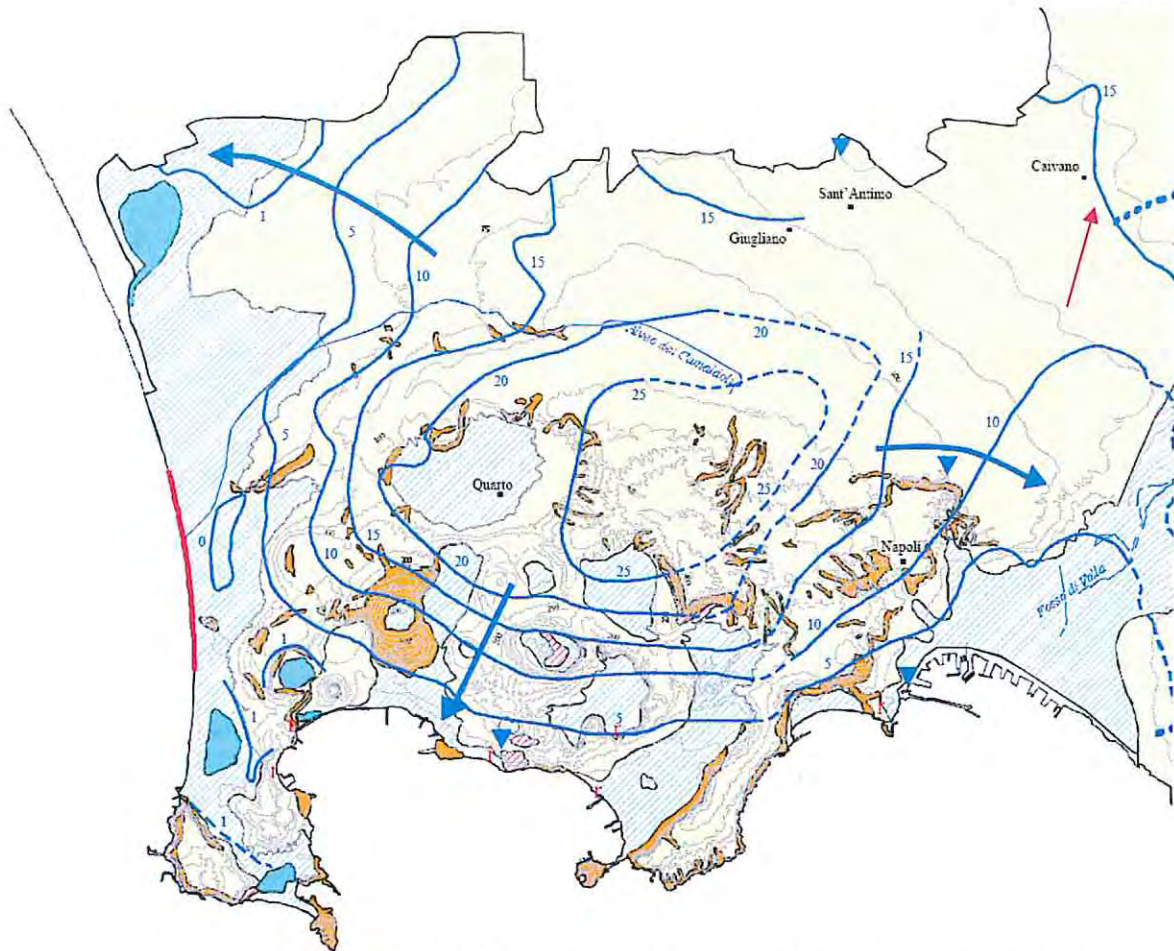






Fig. 2 - Stralcio Carta Idrogeologica della Provincia di Napoli scala 1:250.000 (Corniello A., de Riso R., Ducci D.) con indicazione dell'area di studio


LEGENDA


- 


Depositi di colmata per boronifica; terreni fluvio-lacustri con elementi piroclastici rimangiati e/o sedimentari spesso a grana fine ma anche con livelli discontinui di maggiore granulometria; depositi palustri con torba; terreni cluvio-colluviali e fimo-palustri delle piano intracratichiche; siltiti dell'Isola d'Ischia; travertini in strati intercalati ai depositi alluvionali nella zona di Carecillo (tr)
Heistocene Sup.-Clocene
 Permeabilità per pori, assai variabile arealmente e lungo verticali ma in genere piuttosto bassa, più alta nei travertini
- 

Depositi piroclastici sciolti (leggi s.l. e vesuviani con granulometria in genere medio-fine e discontinui livelli più grossolani (a); idam e.s. a copertura dei rilievi carbonatici (b). Ad Ischia (a) associati a piroclastiti rimangiato sovente con grossi blocchi di Tufo Verde
Heistocene Sup.-Clocene
 Permeabilità variabile legata alla granulometria prevalente
- 

Colate laviche vesuviane, talora separate da livelli piroclastici discontinui e variamente potenti, affioranti (a) o coperte da spessori di alcuni metri di piroclastiti (b)
Heistocene Sup.-Clocene
 Permeabilità per fessurazione talora piuttosto elevata
- 

Tufi giallastri talora stratificati, Tufo Giallo Napolitano Auct., Tufo Grigio Campano Auct., Tufo Verde d'Ischia (a)
 Cupole e colate laviche flogee s.l. sovente con piroclastiti intercalate (b)
Heistocene Sup.-Clocene
 Permeabilità medio-alta nelle lave, variabile nei tufi in ragione del grado di diagenesi e della fratturazione ma di norma ridotta
- 

Detrito di falda ad elementi carbonatici sciolto o poco cementato ed associato a prodotti piroclastici talora presenti in livelli (a) passati verso il basso a depositi ghiaioso-sabbioso-finosi e breccie di conoidi (b)
Heistocene Medio-Sup.
 Permeabilità da media a bassa in (a), più elevata in (b)
- 

Fischi argilloso-marnoso-arenaceo
Miocene
 Permeabilità assai ridotta
- 

Calcarei di formica e calcari
Cenozoico-Miocene Inf.
 Permeabilità in genere alta per fessurazione e talora carsismo

La falda di base è alimentata dalle acque di infiltrazione zenitale e dai travasi sotterranei dei complessi calcareo-dolomitici marginali, in particolare dal Roccamonfina ed in minima parte dal monte Massico nel margine settentrionale, dai monti del casertano e del nolano nel margine nord-orientale, dal Somma-Vesuvio nel margine sud-orientale e dai campi Flegree nel margine meridionale. L'area oggetto di studio appartiene all'unità idrogeologica dei Campi Flegrei, delimitata a ovest dall'alveo dei Camaldoli e ad Est dalla valle del Sebeto (Fosso di Volla), in altre parole dalla direttrice lungo la quale tende a scomparire il Tufo Giallo Napoletano, per far posto in affioramento a depositi piroclastici sciolti.

I materiali piroclastici, che si presentano da sciolti a semicoerenti, caratterizzati da variazioni giaciture e granulometriche, hanno una permeabilità abbastanza variabile sia orizzontalmente che verticalmente, in funzione della porosità e della granulometria.

La permeabilità per porosità, complessivamente buona dei terreni, rende la circolazione abbastanza veloce; pertanto le acque meteoriche facilmente assorbite, raggiungono rapidamente il basamento tufaceo, che fa da impermeabile laddove si presenta integro, mentre consente la circolazione idrica localizzata, lungo le superfici di continuità.

Durante i sondaggi geognostici è stato rilevato un corpo idrico ad una profondità di circa 7-8 mt dal p.c.

4. Indagini geotecniche eseguite in sito

Presso l'area, in oggetto di lottizzazione, ubicata sul territorio comunale di Caivano, lo scrivente, ha eseguito le seguenti attività:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH);
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 2 campioni indisturbati (laboratorio Geotecnico)

4.1 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

La prova penetrometrica dinamica DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione. Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 20 cm di affondamento. L'attrezzatura è composta da una batteria di aste lunghe 1 metro con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 60°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.

La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può essere anche condotta come proseguimento di una prova statica interrotta a causa di un livello ad elevata resistenza, il penetrometro usato per le prove è penetrometro della Pagani modello TG63-200.

Per il dettaglio completo della prova DPSH si rimanda all'allegato.



I dati di campo riportati, sono stati poi elaborati con il software Dynamic Probing della Geostru software, di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche dello strumento utilizzato:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

4.2 Sondaggi

Per la realizzazione dei sondaggi è stata incaricata la ditta G&A s.r.l.s con sede area Via Belvedere 29 Aversa (CE) utilizzata una macchina di perforazione idraulica del tipo *CMV MK 400* montata su trattore cingolato.



Sono stati eseguiti n. 2 sondaggi a carotaggio continuo sino alla profondità massima di 20 metri dal piano campagna.

La totalità dei sondaggi è stata eseguita a carotaggio continuo, utilizzando un carotiere semplice da 101 mm di diametro ed una tubazione di rivestimento provvisoria del diam. di 127 mm per prevenire eventuali franamenti delle pareti del foro. Le perforazioni sono state realizzate a secco ed a bassa

velocità, al fine di evitare il surriscaldamento dei materiali e/o il mescolamento di eventuali liquidi di perforazione con le sostanze presenti in suolo.

Il materiale è stato raccolto in apposite cassette catalogatrici in PVC, costituite da 5 scomparti di 1 m di lunghezza ciascuno, riportanti la data, il sito, il codice del sondaggio e la profondità progressiva.



Ad ogni battuta, lo scrivente ha provveduto alla compilazione del modulo stratigrafico di campagna, riportando la descrizione della successione stratigrafica del materiale recuperato e la relativa composizione litologica, il colore e la granulometria.

Durante la perforazione sono stati prelevati due campioni indisturbati attraverso un campionatore di tipo shelly.

Successivamente alle operazioni di prelievo di campioni indisturbati, sono stati consegnati e sottoposti a prove Geotecniche attraverso il laboratorio Soil

Test con sede in Via Assunta n°47 fraz. Falciano – Caserta, regolarmente autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Aut. N°315 del 04/07/2018. Sui campioni sono state determinate le caratteristiche fisiche generali (peso di volume, peso specifico, limiti di liquidità e plasticità e contenuto d'acqua naturale), analisi granulometrica, prove di taglio, e prova edometrica.

Tutte le operazioni di perforazione sono state realizzate secondo procedure di buona pratica mirate ad evitare fenomeni di cross-contamination.

Per le rispettive stratigrafie e i certificati dei campioni indisturbati prelevati si rimanda alla lettura in allegato.

5 - Inquadramento sismico

Il Comune di Caivano (NA) ricade nella **zona sismica 2** della classificazione comuni italiani ai sensi dell'OPCM 3274/03 (elenco aggiornato al 16/01/06 con le comunicazioni delle regioni ai sensi della Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447/02), con il grado d'intensità sismica pari a 9, con relativo coefficiente d'intensità sismica **$C=(S-2)/100$** pari a **0.07**.

Secondo l'O.P.C.M. 3274/03 il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone:

Zona 1: la più pericolosa in cui possono verificarsi forti terremoti;

Zona 2: nei comuni ricadenti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti;

Zona 3: i comuni inseriti in questa zona sono soggetti a scuotimenti modesti;

Zona 4: la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

Dalla nuova O.P.C.M. n. 3274/03 alle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" (All. 2), così come anche agli allegati 3 e 4, indica 4 valori di accelerazioni orizzontali (ag/g) di ancoraggio

dello spettro di risposta elastico in funzione della categoria sismica di appartenenza:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

La tabella riporta i valori di "ag" da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dal INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Fig. 3).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, come sopra già specificato, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

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>Depositi 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>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

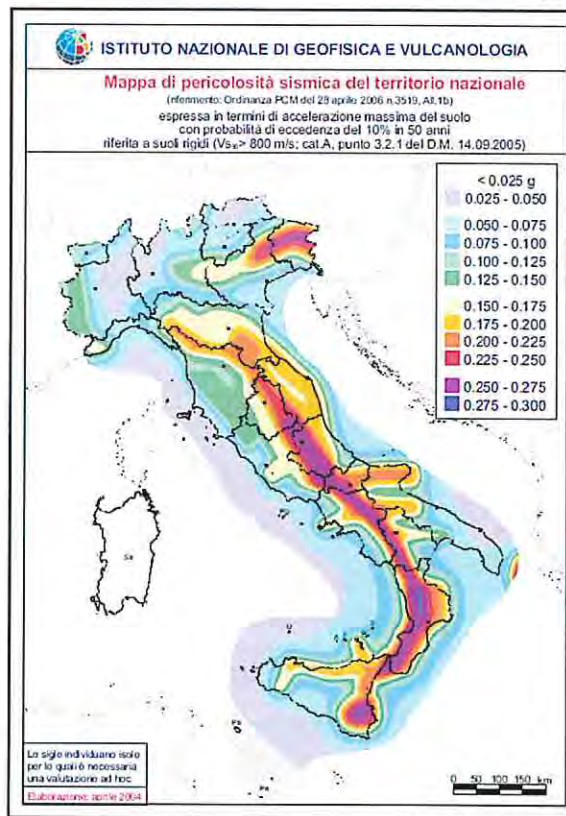


Fig.3 - Carta della pericolosità sismica nazionale (a cura INGV)

Il DM 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» che sostituisce il DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche) stabilisce che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica (PGA Peak Ground Acceleration) è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $s_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g -accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 -valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*C -periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T^*C necessari per la determinazione delle azioni sismiche, riferendosi ad una griglia di parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo.

Inoltre, la suddetta norma, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle cinque categorie definite nella tabella successiva propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione, da eseguire con un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H 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 le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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 $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Trovandoci nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di **velocità delle onde di taglio** mediate, sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Per la determinazione della classe di appartenenza dei terreni dell'area oggetto degli interventi di progetto, sono stati acquisiti dati mediante indagine sismica i cui dati, a cura dello scrivente, sono esposti di seguito.

In particolare è stata eseguita sia una sismica di tipo MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), che H/V tecnica dei Rapporti Spettrali.

La modellazione sismica dell'area in indagine risulta dall'analisi ed interpretazione congiunta di prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) multicomponente e H.V.S.R. (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) realizzate presso l'area in studio. La tecnica MASW, correntemente usata per la stima del profilo di V_s , viene spesso associata al solo studio delle Onde di Rayleigh; tale convinzione è errata, in quanto è possibile e addirittura raccomandabile estendere l'indagine anche alle

Onde di Love, eseguendo un'analisi congiunta; difatti, limitare lo studio alle sole Onde di Rayleigh comporta la possibilità di errori legati all'interpretazione degli spettri di velocità, dove il modo fondamentale spesso risulta non facilmente identificabile e in alcuni casi quasi del tutto assente.

In queste situazioni, l'utilizzo dell'analisi congiunta è il solo modo per ridurre notevolmente la possibilità di interpretazioni errate, in quanto il modello estrapolato dovrà essere coerente con gli spettri di velocità di entrambi i tipi di Onde, riducendo, in ogni caso, il grado di approssimazione dell'indagine stessa.

A questo proposito è importante sottolineare che tutte le tecniche geofisiche (che si tratti di MASW, HVSR o qualsiasi altra) soffrono del problema della non univocità, ovvero ad un dato strumentale possono essere associati molteplici modelli, tutti diversi tra loro e tutti teoricamente coerenti con il dato acquisito.

L'unico modo per limitare il problema della non-univocità, ricostruendo così un modello del sottosuolo veritiero, è quello di unire più tipologie di dati, estrapolando da una loro analisi congiunta un risultato coerente con tutte le informazioni a disposizione.

5.1. Sismica H/V o HVSR

La tecnica dei rapporti spettrali H/V o HVSR è totalmente non invasiva, e si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;

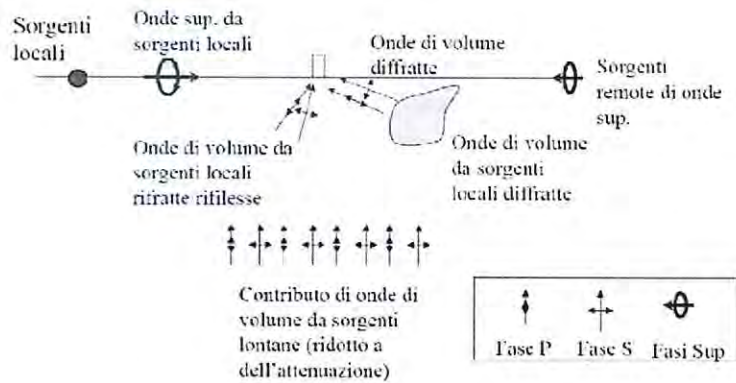
- la velocità media delle onde di taglio V_s calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la V_{s30} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018.

- la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda),
3. dalla risposta dello strumento.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.



Nel tragitto dalla sorgente *s* al sito *x* le onde elastiche (sia di terremoto che il microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartate dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

5.2 Strumentazione e metodologia

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo digitale modello "SR04 GeoBox" prodotto dalla Sara Electronic Instruments.

Caratteristiche tecniche generali

Alimentazione: 10-16Vdc o da batteria interna < 1W
Numero canali: 3 a 24 bit □□□□
Range dinamico: 124dB (144dB, 24 bit effettivi [enob], fra 0.1 e 10Hz)
Campionamento: simultaneo sui tre canali
Sampling rates: da 10-600 Hz
Real Time Clock: +/-10ppm (-20/+50°C)
Sincronizzazione : GPS via PPS modulato
Precisione rispetto a UTC: <50□s
Interfaccia dati sismici: RS232, cavo USB in dotazione
Formato dati: protocollo binario SADC20HS
Velocità: 115200 baud
Contenitore: Monoblocco in alluminio IP66
Temperatura operativa: -30/+60°C
Dimensioni e peso: 155x140x110 mm
Peso: 3.1kg con sensori da 4.5Hz; 4.4kg con sensori da 2Hz
Conformità: CE (EN55022, EN55011).

Lo strumento racchiude al suo interno tre sensori ortogonali ed è finalizzato alla rilevazione di vibrazioni naturali e artificiali, dal rumore di fondo ai forti terremoti. L' SR04 – Geobox è gestito dal modulo software acquisizione LOG-MT di SEISMOWIN.

In fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (20 minuti),
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno (25 sec.),
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.



Fig. 4 sismografo digitale modello "SR04 GeoBox" in registrazione

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario che:

1. i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano "stabili" ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato,
2. gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti "dominanti",
3. la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori).

Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde S.

Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde S è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$\hat{v}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

v_s = valore di velocità delle onde di taglio [m/s]
 H = profondità alla quale si desidera stimare v_s [m] (30 m in caso di v_{s30})
 h_i = spessore dello strato i - esimo [m]

5.3 Interpretazione dei dati H/V

L'acquisizione dell'indagine sismica mediante tecnica dei Rapporti Spettrali H/V ha dato i seguenti risultati:

HVSR 1:

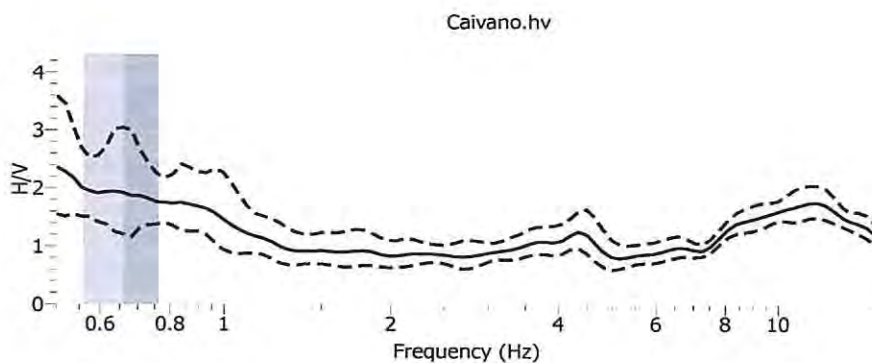


Fig. 5

Per l'analisi dei dati è stato utilizzato il software Geopsy (M. Whatelet, 2002-2007).

La figura 5 riporta il grafico del rapporto spettrale H/V per il sito, mentre in figura 6 è rappresentato il grafico di direzionalità del segnale dove è possibile stabilire la polarizzazione del segnale lungo la sua direttrice, entrambi sono stati calcolati con il programma GEOPSY.

Data la natura geologica del sito in oggetto, dove si osserva una successione di terreni piroclastici da sciolti a mediamente addensati non si registrano amplificazioni di sito, e la frequenza fondamentale è nota a profondità fuori dal range di interesse ingegneristico.

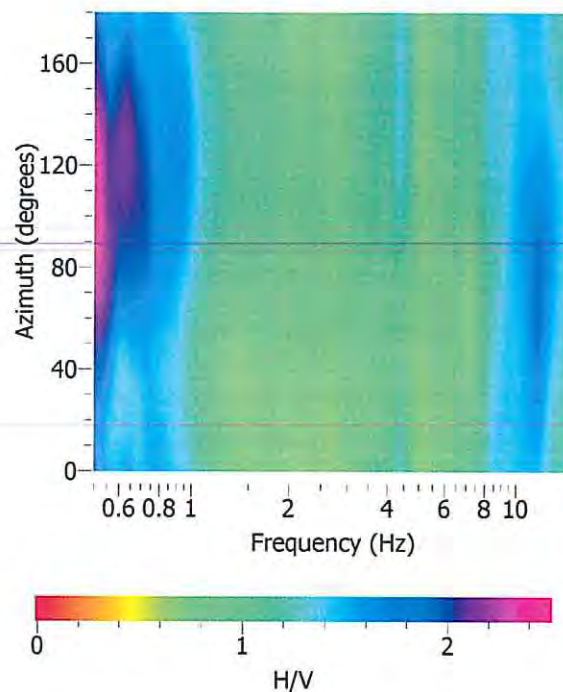


Fig. 6: Grafico direzionalità del segnale Hvsr1

Frequenza fondamentale di sito
f_0 0.66 Hz

Dal grafico si osserva una media stabilizzazione del rapporto H/V, indice del graduale aumento delle velocità delle onde di taglio con la profondità.

Pertanto, nota la frequenza e la profondità delle discontinuità sismiche è possibile mediante codici di calcolo utilizzando l'equazione 3.1

$$\hat{v}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

determinare la velocità delle onde di taglio V_s fino a 30 mt dal p.c..

5.4 Inversione della curva di ellitticità

Unitamente, attraverso il modulo dinver del software Geopsy (M. Whatelet, 2002-2007), è possibile effettuare l'inversione dei dati ottenuti mediante l'elaborazione HVSR, della cosiddetta curva di ellitticità, per ricavare il profilo stratigrafico dell'area di indagine, e del corrispondente modello di distribuzione delle onde di taglio V_s nel sottosuolo fino a 30 mt dal p.c. così come espressamente richiesto dalle norme tecniche sulle costruzioni D.M. 17/01/2018.

Caricati i dati della curva di ellitticità calcolata tramite Geopsy, si procede all'inserimento della stratigrafia di riferimento.

A questo punto, è possibile avviare il processo di inversione automatica, attraverso cui il modulo dinver di Geopsy calcolerà una serie infinita di modelli stratigrafici, che a partire dal modello di riferimento inserito, cercherà quello che corrisponde alla curva di ellitticità sintetica che meglio approssima quella sperimentale.

L'acquisizione dell'indagine sismica mediante tecnica dei Rapporti Spettrali H/V ha dato i seguenti risultati:

HVSR 1:

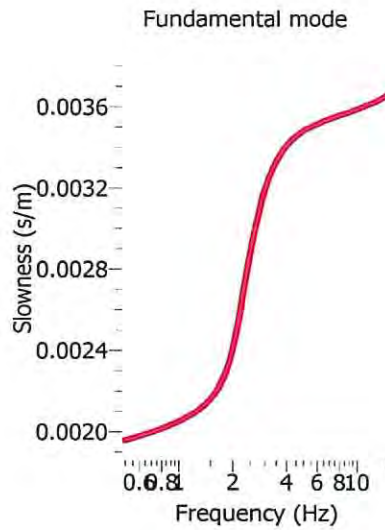


Fig. 7: Modo della curva di dispersione Hvsr1

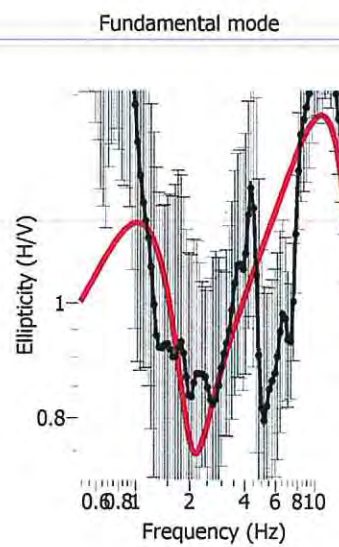


Fig. 8: Modo della curva di ellitticità Hvsr1

5.5 Classificazione dei suoli in funzione D.M. 17/01/2018

Pertanto, dai valori di Vs pari a 287 m/s registrato in HVSR1 desunti dalle indagini realizzate in situ mediante analisi dei Rapporti Spettrali H/V è possibile classificare i terreni del sottosuolo, come appartenenti alla classe C, ovvero:

"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."

HVSR 1:

SPERSSORE SISMOSTRATI (m)	PROFONDITA' (m)	VELOCITA' ONDE S (m/s)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA
3.50	0.00 – 3.50	149	<i>Copertura terreni soffici</i>
26.50	3.50 – 30.00	287	<i>Terreni da mediamente densi a densi</i>

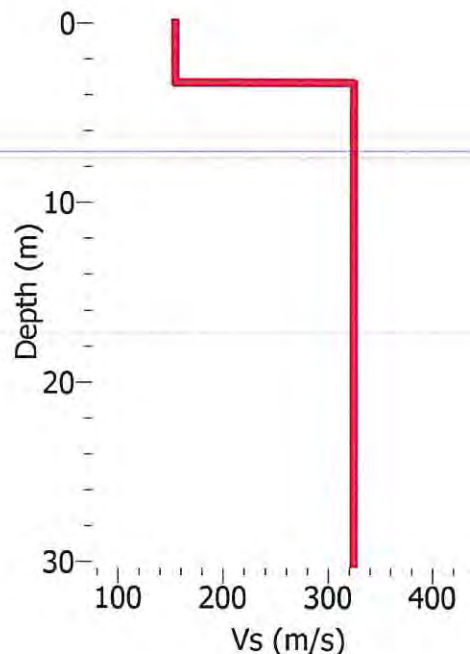


Fig. 9: modello di distribuzione delle onde di taglio nel sottosuolo

5.6 MASW *Metotologia*

La MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie (cioè il fatto che frequenze diverse - cioè lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa). Il semplice principio base è: le varie componenti (frequenze) del segnale sismico che si propaga viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

Le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini sentono gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente della componente verticale delle onde di Rayleigh - ZVF). Più in dettaglio: le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata) o da un cannoncino e vengono poi registrate tramite comuni geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5 Hz.

Accanto a questo tipo di acquisizione, o ancora meglio della componente radiale delle onde di Rayleigh (RVF), è possibile acquisire le onde di Love (altro tipo di onde di superficie - THF) da analizzare congiuntamente alle Rayleigh per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità riferiti alle onde di Rayleigh.

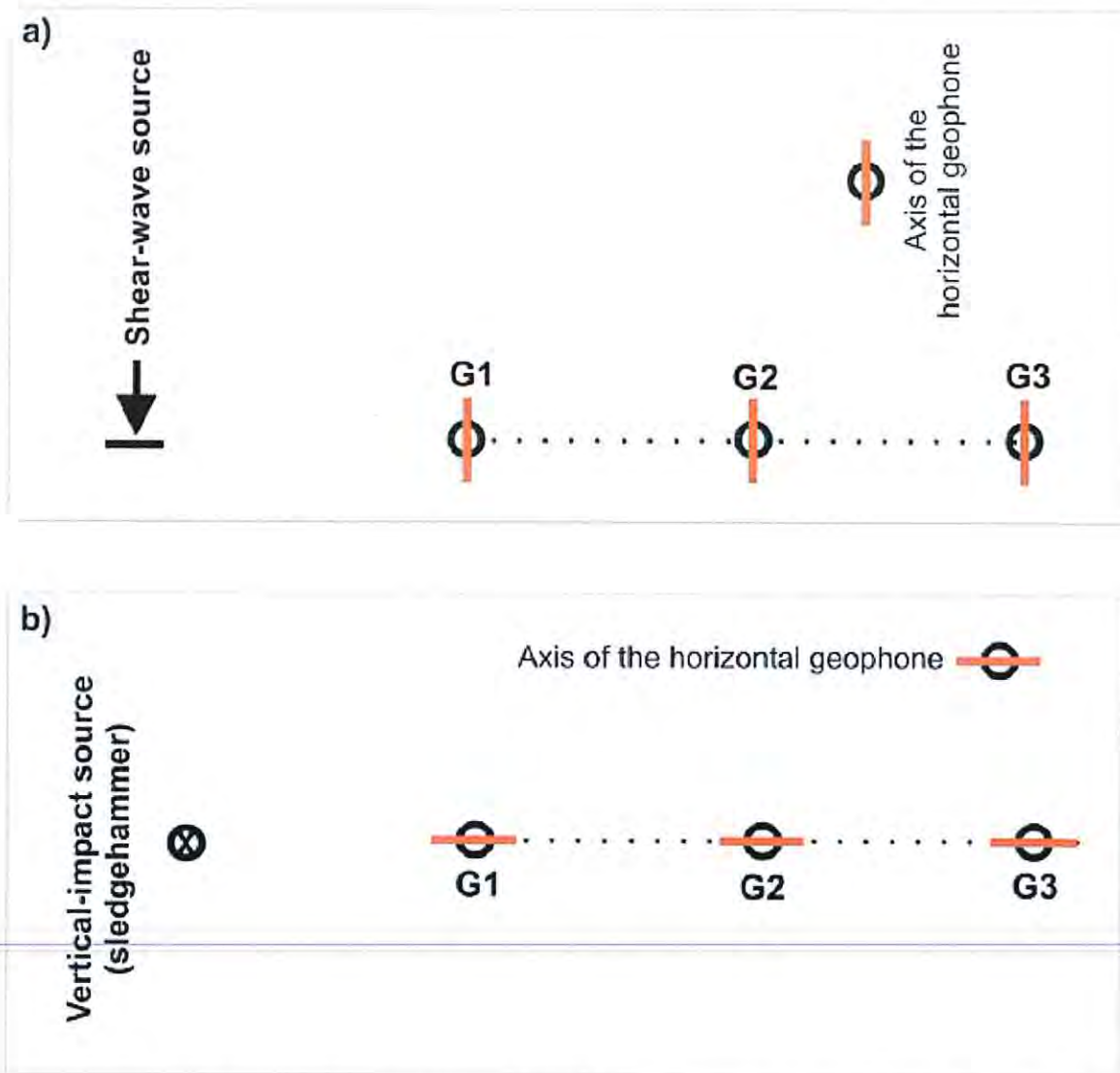


Fig. 10 – Acquisizione di dati per acquisizioni congiunte Rayleigh e Love utilizzando unicamente geofoni orizzontali: a) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la rifrazione delle onde SH e la dispersione delle onde di Love; b) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Rayleigh (componente radiale) e, in una certa misura, la rifrazione delle onde P (da *Linee Guida acquisizioni MASW_ReMi_ESAC_HVSR* di Giancarlo dal Moro ed. gennaio 2019)

Le acquisizioni in onde di Love non possono sostituire completamente quelle in onde di Rayleigh ma la chiarezza dei loro spettri di velocità risulta di estrema utilità allorché gli spettri delle onde di Rayleigh risultano di ardua interpretazione in relazione alla presenza di forti segnali scatterati e all'intrecciarsi di diversi *modi* del segnale sismico. Per questo motivo è sempre utile acquisire anche dati per analisi MASW in onde di Love.

L'acquisizione è del tutto analoga ma cambiano sorgente e tipo di geofono dovendo in questo caso utilizzare una "sorgente di taglio" e dei geofoni orizzontali orientati con l'asse perpendicolare allo stendimento (Fig. 10).

Nel caso specifico è stata realizzata appunto un'acquisizione congiunta di onde di Love (THF) e di onde di Rayleigh in componente radiale (RVF), con uno stendimento di geofoni orizzontali da 4,5 Hz disposti rispettivamente con asse dapprima perpendicolare (componente onde di Love) e poi parallelo (componente radiale onde di Rayleigh) allo stendimento stesso, con impiego di sorgente (martellata – 8kg) di taglio nella prima acquisizione e verticale nella seconda (foto in fig. 11).



Fig. 11 – foto acquisizione sismica MASW (componente radiale onde di Rayleigh)

Sono stati utilizzati n. 12 geofoni disposti a distanza intergeofonica di 5 m e con sorgente (martellata) "off-end shooting" ("esterna" allo stendimento di geofoni) a 5 m dal primo geofono, quindi offset minimo di 5 m., per una lunghezza dello stendimento di 60 mt.

Questo in virtù del principio che la qualità del dato alla basse frequenze dipende anche dalla lunghezza dello stendimento: più lungo è, meglio saranno definite le basse frequenze. Si è quindi privilegiata la lunghezza dello stendimento disponendo i geofoni alla distanza intergeofonica (5 m) in maniera da ottenere uno stendimento sufficientemente lungo da ben definire l'andamento della dispersione.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei principali parametri di acquisizione impostati:

distanza tra i geofoni (distanza intergeofonica)	5 m
Distanza sorgente-primo geofono (minimum offset)	5 m
stack verticale	4
Geofoni	Orizzontali – frequenza propria 4,5 Hz
Tempo di registrazione	2 sec
Numero di canali/geofoni	12
dt (intervallo di campionamento)	1 ms (1000 Hz) (teorema di Nyquist)
note	Nessun AGC (Automatic Gain Control)

Tab. 1 – Riepilogo parametri di acquisizione indagine MASW.

Il sismografo impiegato è un PASI mod. 16S24-U. Il guadagno (amplificazione) impostato è lo stesso per tutti i canali, allo scopo di analizzare correttamente la dispersione (cioè ricostruire il profilo delle velocità sismiche V_s) e tale da evitare la saturazione delle tracce.

L'elaborazione ed analisi congiunta dei dati così acquisiti è avvenuta con l'impiego del software *winMASW Academy 2019* (ed. Eliosoft – G. dal Moro).

L'analisi delle onde di superficie (nel ns. caso onde di Rayleigh in componente radiale – RVF, e onde di Love – THF) è svolta attraverso due operazioni in successione:

- la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo/sito;
- la loro analisi/inversione.

L'approccio qui utilizzato per l'analisi è del tipo FVS (*full velocity spectrum*), un modo tra i più evoluti di analizzare la dispersione delle onde di superficie acquisite secondo metodologie attive, che va oltre l'approccio classico e problematico delle curve modali le quali sono a volte di difficile interpretazione non essendo in alcuni casi identificabili/separabili.

Il metodo FVS è basato sull'analisi dell'intero spettro di velocità senza passare attraverso una fase di interpretazione in termini di curve di dispersione modali. Nel nostro caso si basa quindi sull'inversione degli spettri interi di velocità delle onde RVF e di quelle THF (MASW multi-componente).

Nella sua implementazione automatica l'approccio FVS consiste essenzialmente di tre fasi:

1. calcolo delle tracce sintetiche delle componenti considerate per un certo modello;
2. determinazione degli spettri di velocità (di fase) delle tracce sintetiche calcolate;
3. calcolo del *misfit* ("disaccordo") tra gli spettri di velocità dei dati di campagna e delle tracce sintetiche precedentemente calcolate.

Questi tre passaggi sono implementati all'interno di uno schema di ottimizzazione euristica attraverso il quale si cerca di minimizzare il *misfit* andando ad identificare un modello del sottosuolo che abbia una spettro di velocità il più simile possibile allo spettro di velocità dei dati di campagna (da *Acquisizione e analisi di dati sismici e vibrazionali per studi di caratterizzazione sismica e geotecnica*, aut. Giancarlo Dal Moro, ed. D. Flaccovio Editore, gennaio 2019).

L'analisi FVS non risolve definitivamente, in fase di interpretazione dei dati, l'ambiguità intrinseca degli spettri di dispersione. Ci si avvale quindi delle analisi congiunte, anche con i dati HVSR.

Ai nostri scopi e considerati gli spazi e le distanze disponibili, come detto sono state realizzate acquisizioni in onde di Rayleigh (componente radiale) ed

in onde di Love. Per l'analisi delle velocità dei terreni più profondi ci si avvarrà anche dei dati HVSR.

Analizzando congiuntamente le due componenti delle onde superficiali acquisite, lo schema di inversione adottato si basa sul *criterio di Pareto* attraverso il quale si vanno a determinare i modelli che rappresentano il miglior compromesso rispetto alle due funzioni obiettivo.

In questo approccio multi-obiettivo (algoritmo di ottimizzazione MOEA – *multi-objective evolutionary algorithm*) sono due i modelli più importanti:

- il modello medio determinato come media di tutti i modelli appartenenti al fronte di Pareto;
- il modello con la minima distanza geometrica dal punto utopico (detto *modello migliore* o *minimum-distance model*).

Tali modelli devono essere molto simili tra loro.

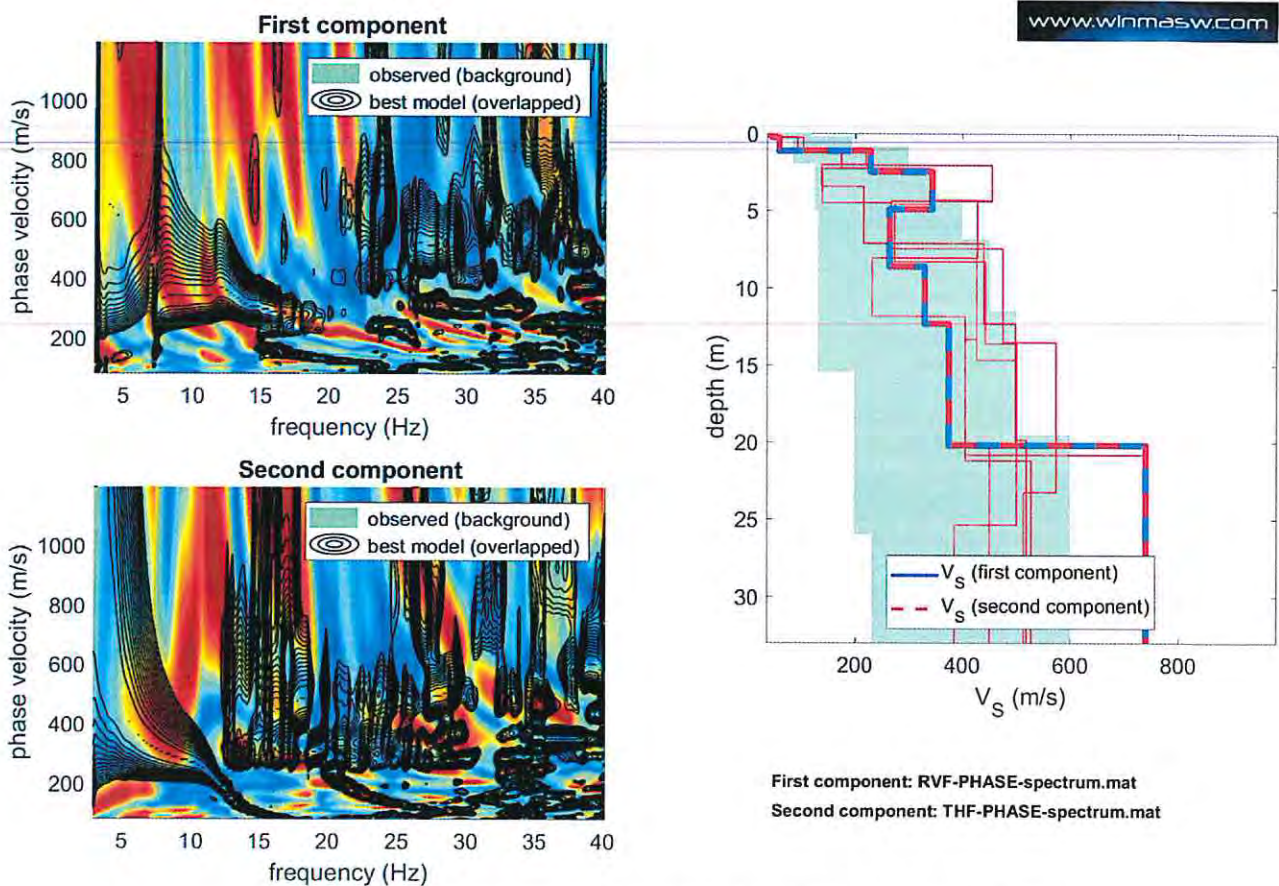


Fig. 12 – risultato analisi congiunta onde di Rayleigh (RVF) e onde di Love (THF)

La coerenza complessiva tra i dati di campagna e quelli sintetici è evidente.

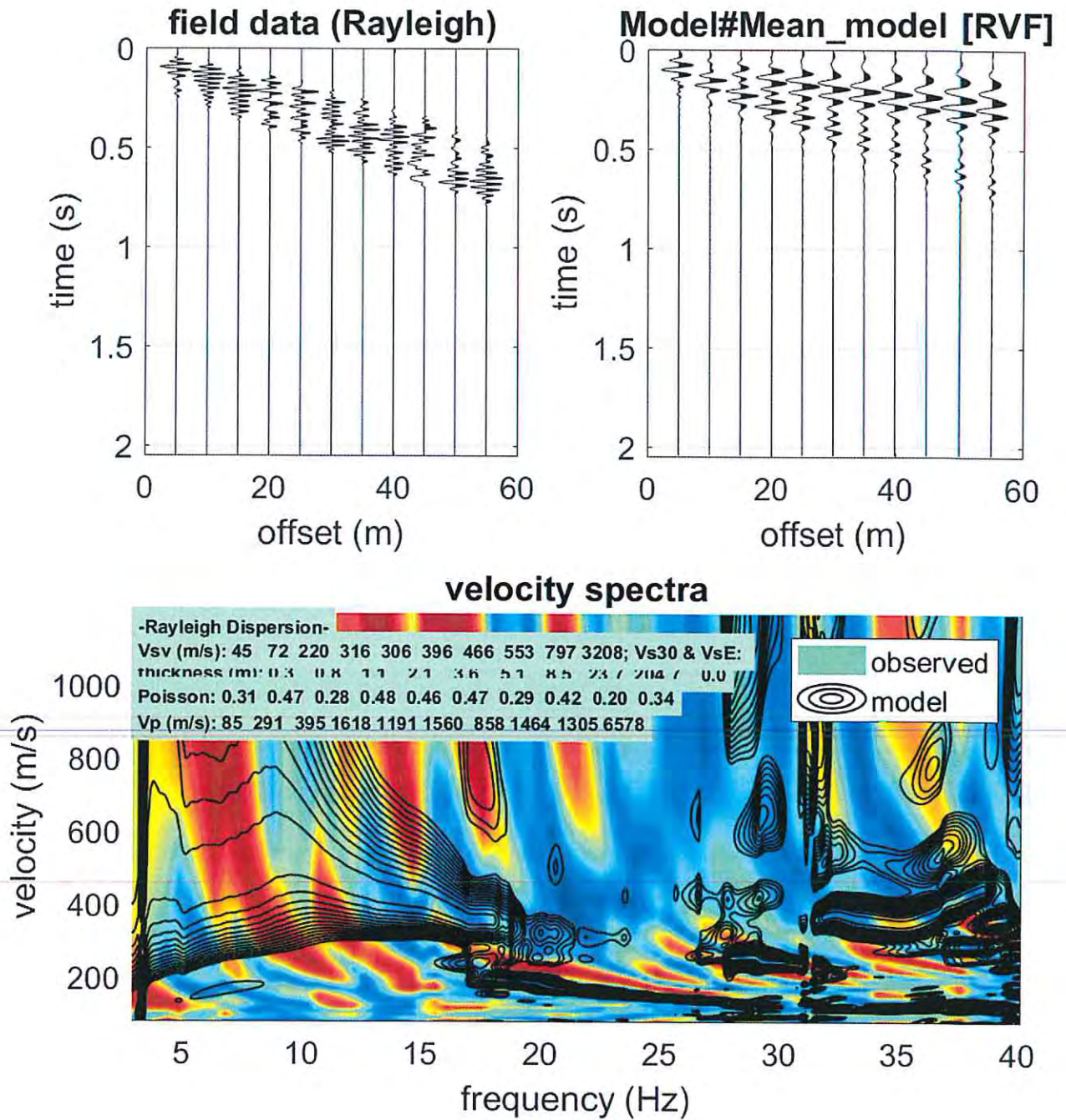


Fig. 13 – analisi FVS componente RVF delle onde di Rayleigh

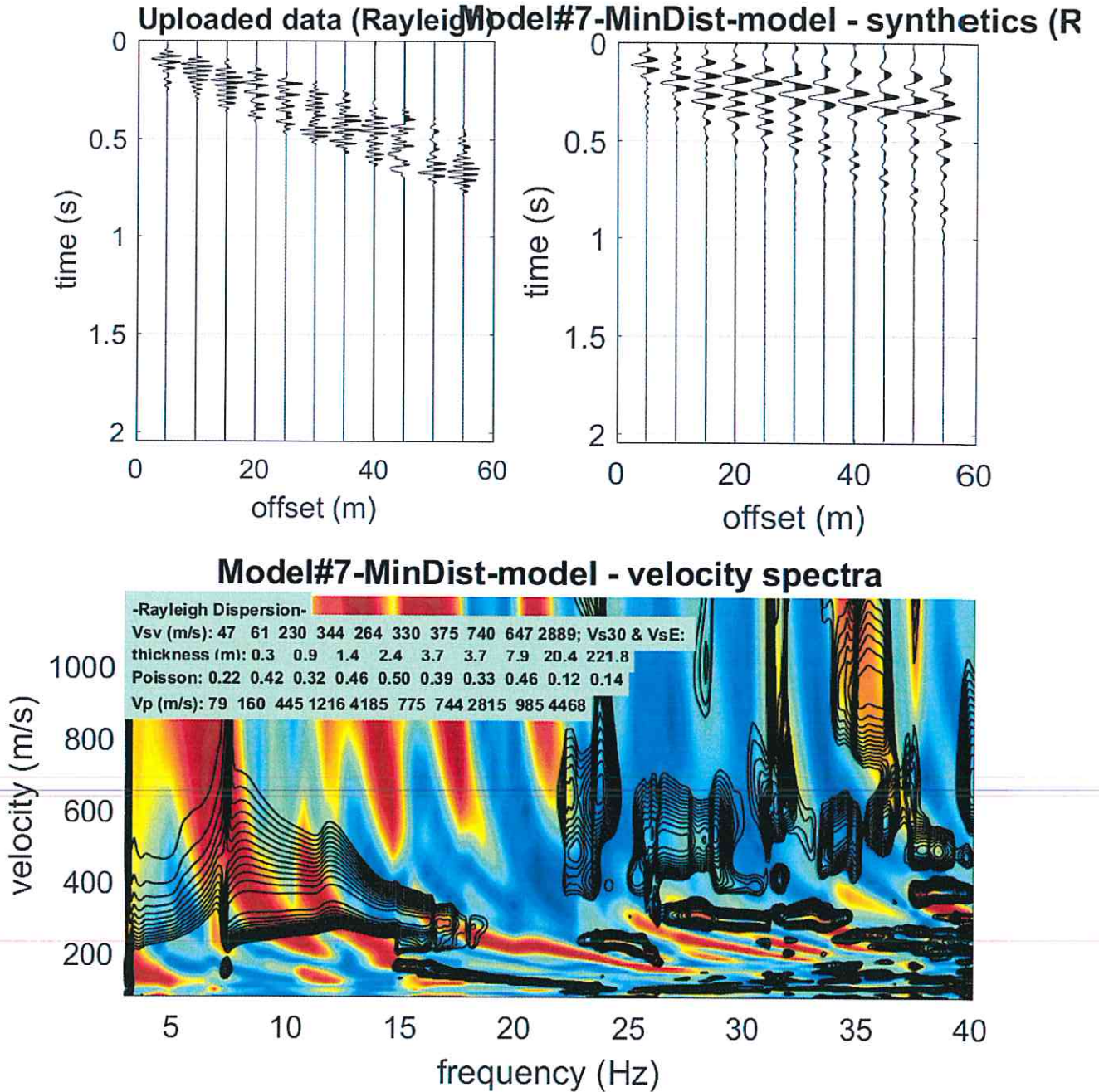


Fig. 13 – analisi FVS delle onde di Love (THF), modello migliore (sx) e modello medio (dx)

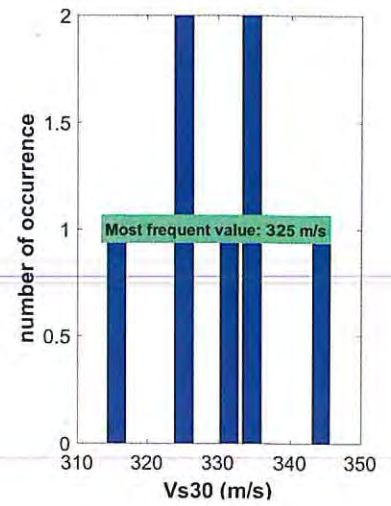
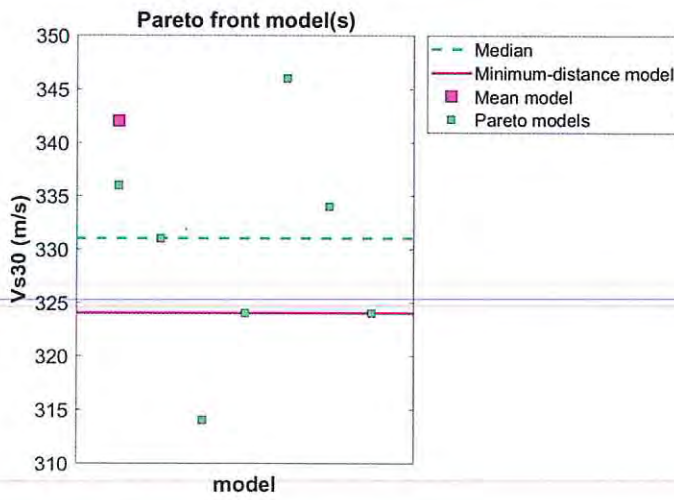
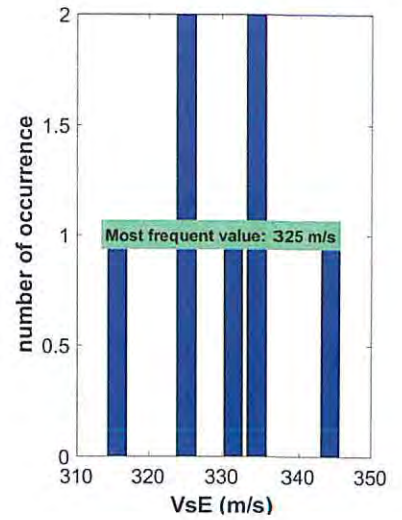
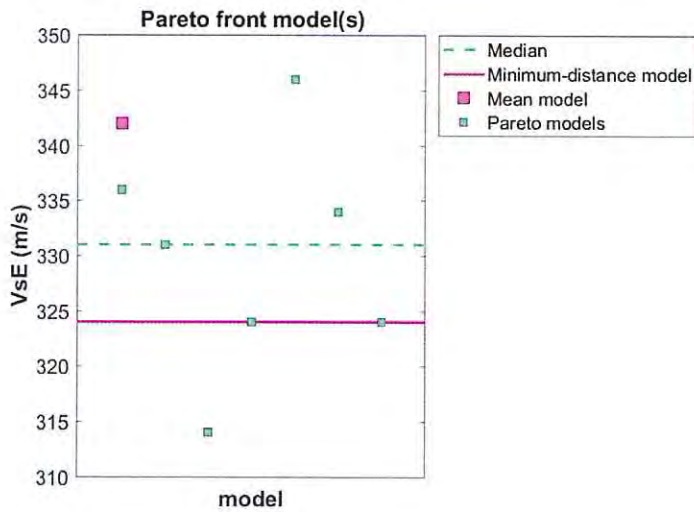


Fig. 14 – modelli del fronte di Pareto e rispettivi valori di Vs30 e VsE; *misfit* bi-obiettivo e indice di simmetria

Il modello migliore (*minimum-distance model*) mostra valori di Vs compresi tra 47 e 230 m/s tra il piano campagna e la profondità di 1,4 m, intervallati da uno strato di terreni più compatti/addensati (344-375 m/s) tra 2,4 e 7,9 m, e quindi a velocità tipiche del tufo (780 m/s) oltre i 0,6 m dal p.c., con **Vs30 = VsE = 324 m/s**

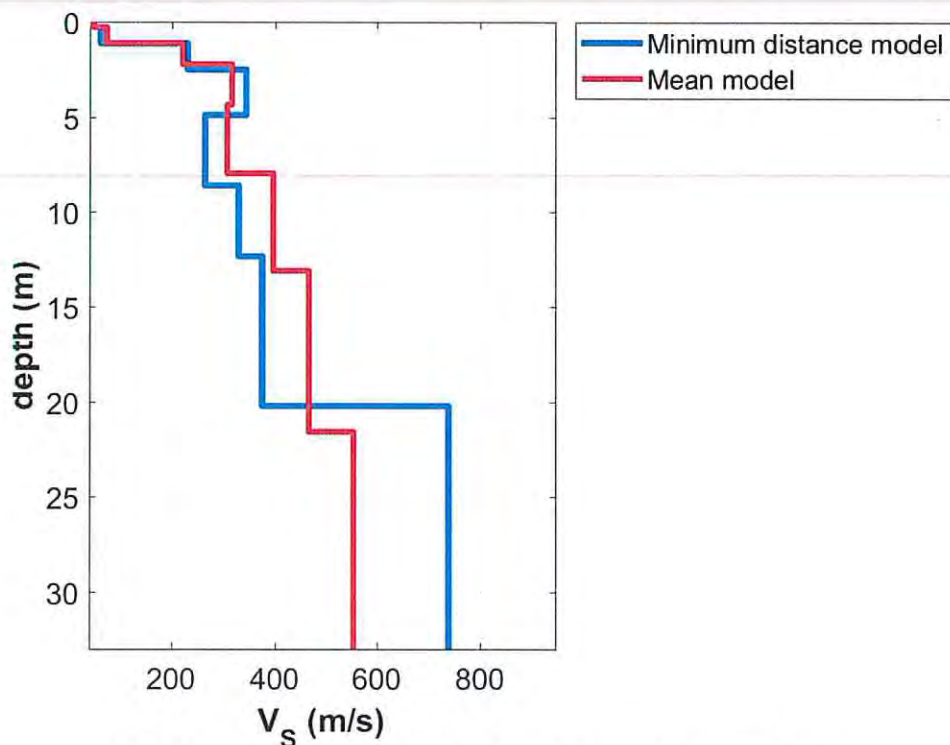
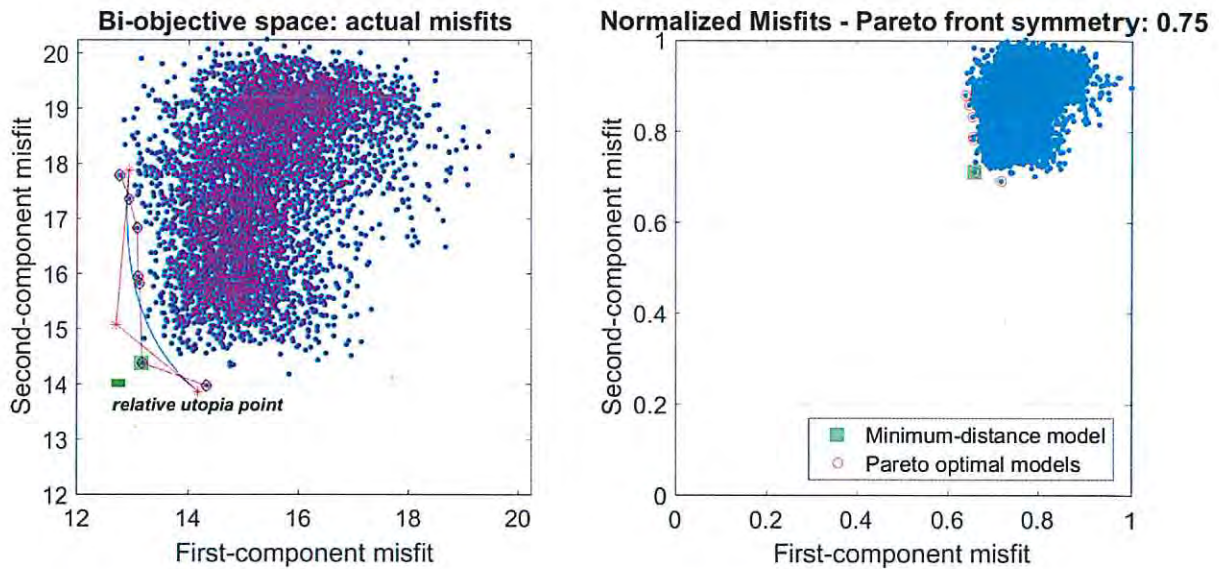


Fig. 15 – profilo Vs30, VsE per i modelli medio e migliore del fronte di Pareto

Come detto MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie (cioè il fatto che frequenze diverse - cioè lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa). Il semplice principio base è: le varie componenti (frequenze) del segnale sismico che si propaga viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

Le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini sentono gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente della componente verticale delle onde di Rayleigh - ZVF). Più in dettaglio: le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata) o da un cannoncino e vengono poi registrate tramite comuni geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5 Hz.

Accanto a questo tipo di acquisizione, o ancora meglio della componente radiale delle onde di Rayleigh (RVF), è possibile acquisire le onde di Love (altro tipo di onde di superficie - THF) da analizzare congiuntamente alle Rayleigh per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità riferiti alle onde di Rayleigh.

6 - Conclusioni

Lo studio dell'area ha portato alla definizione dell'assetto geologico generale. In particolare si è ricostruita la successione stratigrafica dei litotipi presenti nell'area, avendo cura di inquadrare il tutto in un contesto morfostrutturale.

Particolare attenzione è stata rivolta alla parte geomorfologica e non di meno è stato curato l'aspetto idrogeologico.

La falda acquifera è posta a profondità di circa 8 m dal p.c., per cui è da tenere in debita considerazione nel momento lo strutturista dovrebbe optare per una scelta fondale su pali.

A seguito di rilievo di superficie eseguito dal sottoscritto, e dalla presa visione delle carte del rischio "rischio frana" e "rischio idraulico" redatta dall'Autorità di Bacino Centrale della Campania, oggi Autorità di Bacino Appennino Meridionale, l'area non è a rischio frane né idraulico, inoltre il rilievo effettuato dallo scrivente non ha evidenziato nessuna anomalia di superficie che faccia presumere ad eventuali cavità.

Il comune di Caivano ricade nella **zona sismica 2** della classificazione comuni italiani ai sensi dell'OPCM 3274/03 (elenco aggiornato al 16/01/06 con le comunicazioni delle regioni ai sensi della Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447/02).

Le indagini di prospezione sismica, hanno permesso di classificare i suoli di fondazione che ricadono nella Classe **C**.

Per la parte geotecnica dei terreni si rimanda agli allegati della presente relazione dove sono riportati gli elaborati di tutti i dati rilevati durante la fase di indagini in situ.

Indefinitiva si può affermare che l'area in oggetto sotto il profilo geologico, idrogeologico, geomorfologico, e sismico è idoneo alla realizzazione a farsi, tuttavia in fase di realizzazione dell'opera bisogna tenere ben presente che la falda è posta ad una profondità di circa 7 mt. dal p.c. pertanto bisogna tenere in considerazione il fenomeno della liquefazione in fase progettuale.

Tanto doveva il geologo per ottemperare all'incarico ricevuto.

Villaricca, Giugno 2020

IL GEOLOGO
Dr. Salvatore Cacciapuoti



The image shows a circular professional stamp of a geologist. The text inside the stamp includes "IL GEOLOGO" at the top, "Dr. Salvatore Cacciapuoti" in the center, and "Associazione Geologica" at the bottom. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink.

ALLEGATI

COMUNE DI CAIVANO(NA)

Oggetto: Progetto di Lottizzazione Convenzionata PUA del comparto D3.2

Committente: AFRE s.r.l.

Ubicazione: S.S.87 foglio 15 p.lla 192 Caivano (Na)



TAV. 1

CARTA UBICAZIONE INDAGINI

S ● SONDAGGIO A CAROTTAGGIO CONTINUO

DPSH ● PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

SISMICA ———— MASW

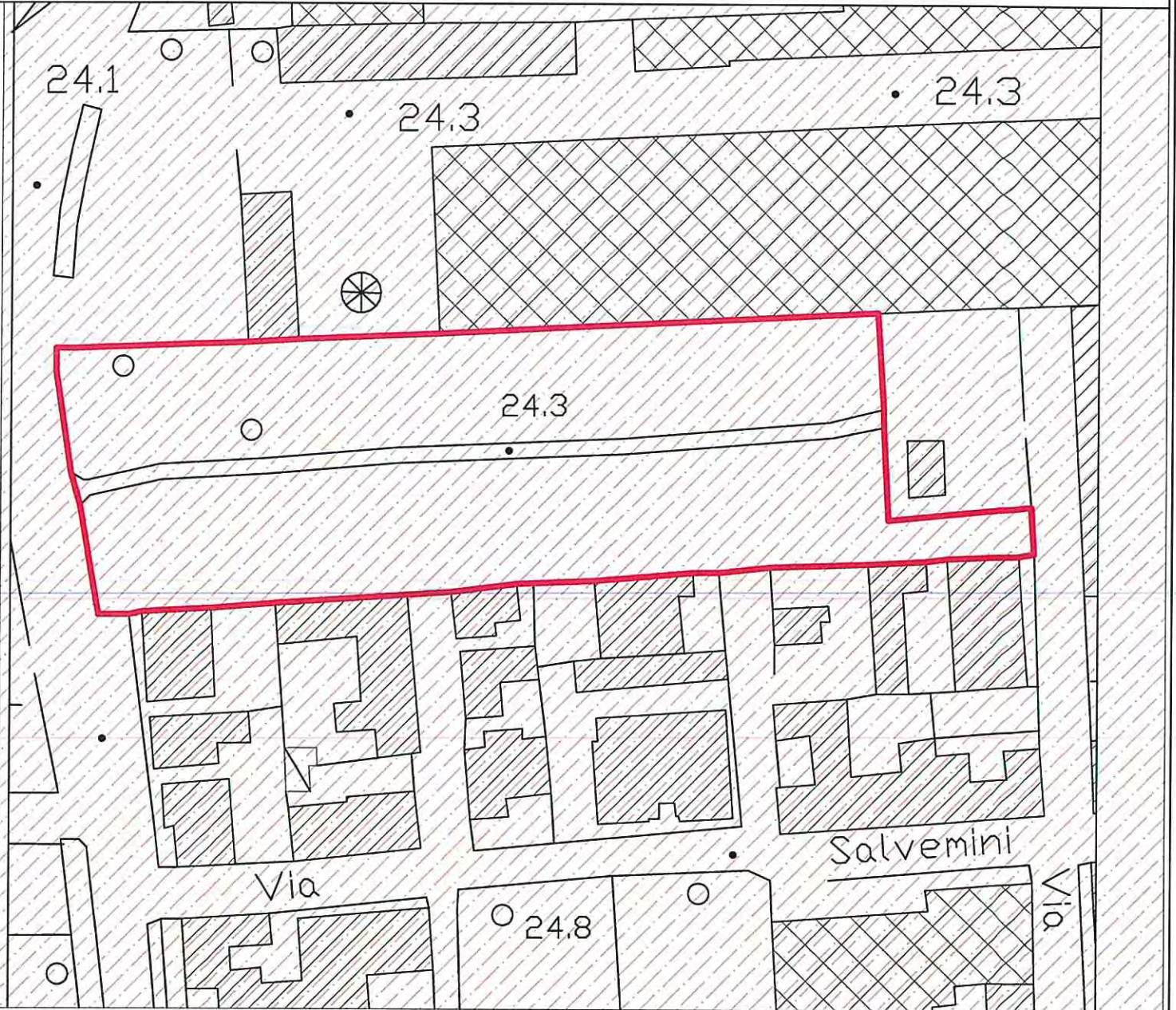
dr. geologo:
dr. Salvatore Caccapuoti
Aut. n. 1982

COMUNE DI CAIVANO (NA)

Oggetto: Progetto di Lottizzazione Convenzionata PUA del comparto D3.2

Committente: AFRE s.r.l.

Ubicazione: S.S.87 foglio 15 p.lla 192 Caivano (Na)



Terreni vegetali che ricoprono i depositi piroclastici flegrei

TAV. 2

CARTA GEOLITOLOGICA

SCALA 1 : 1.2000

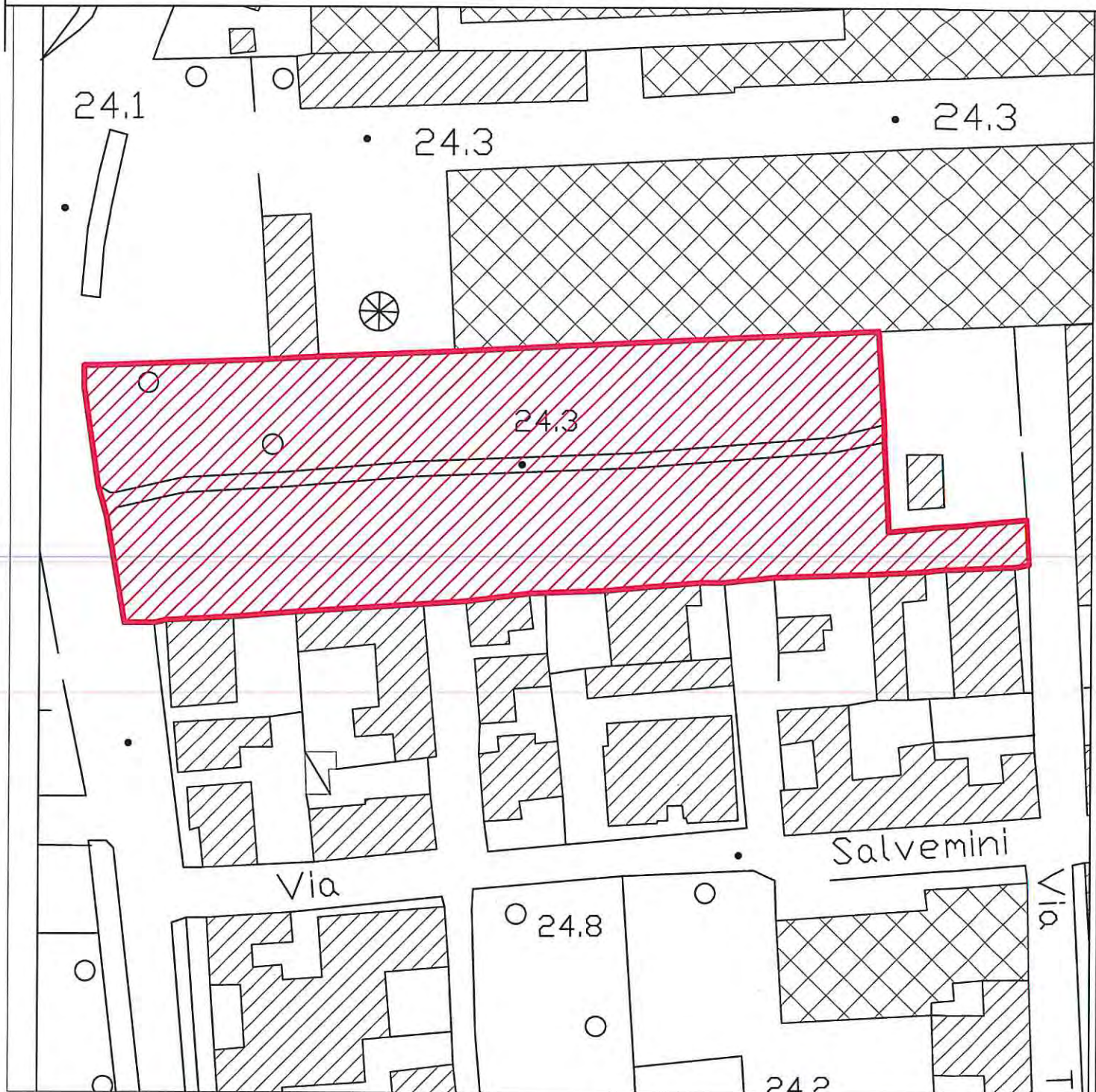


COMUNE DI CAIVANO(NA)

Oggetto: Progetto di Lottizzazione Convenzionata PUA del comparto D3.2

Committente: AFRE s.r.l.

Ubicazione: S.S.87 foglio 15 p.lla 192 Caivano (Na)



CARTA GEOMORFOLOGICA

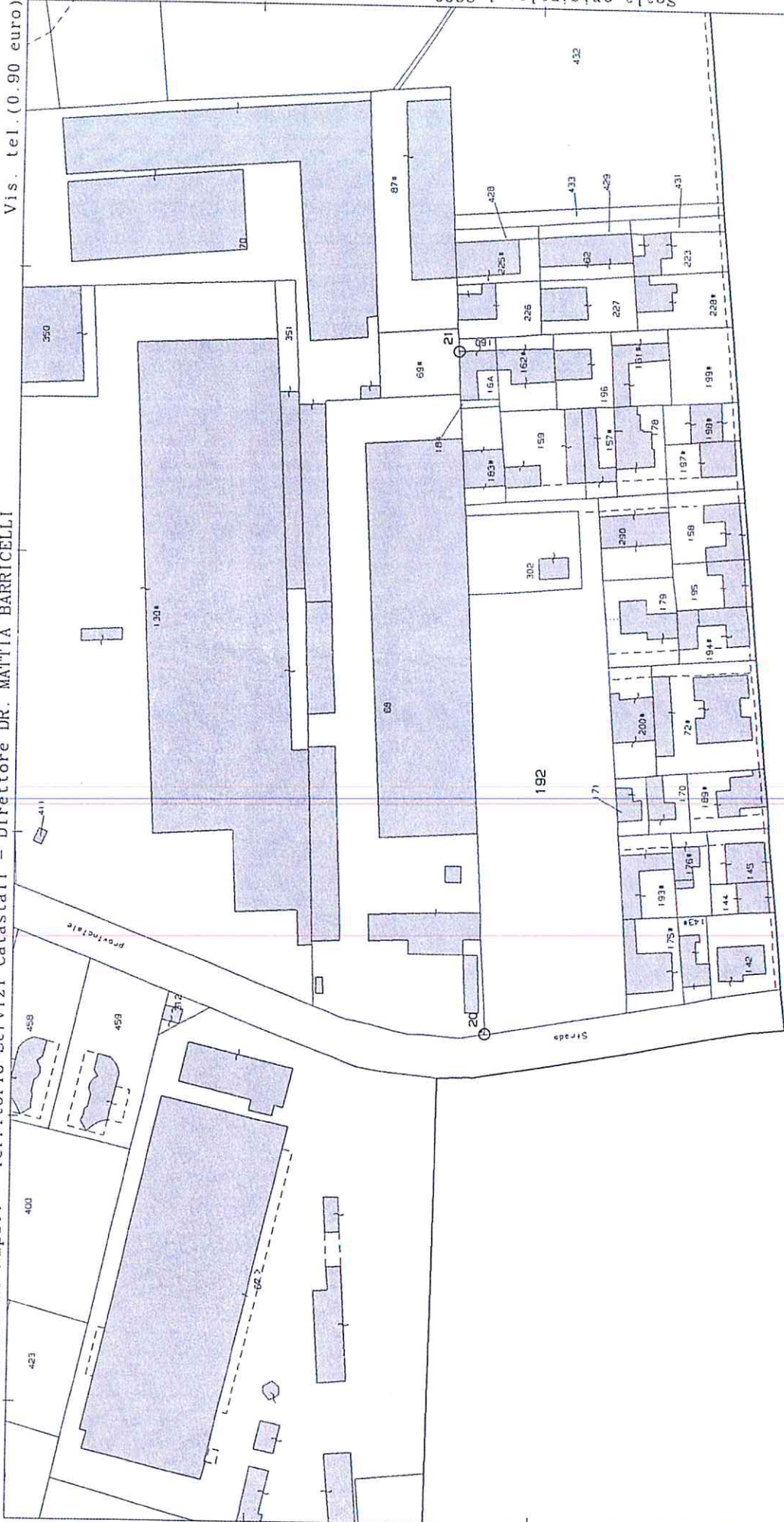
TAV. 3



AREA STABILE

SCALA 1 : 1.2000

il geologo:
dr. SALVATORE CACCIAPUOTI
dr. Salvatore Cacciapuoti

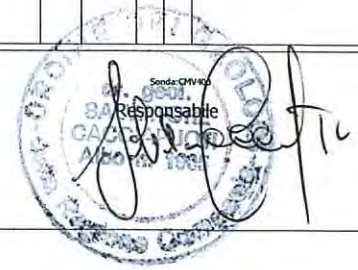


MODULO SONDAGGI PENETROMETRICI

Committente SOC. AFRE SRL	Profondità raggiunta 20	Quota Ass. P.C. 24	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine GEOGNOSTICHE	Note1 INDAGINI PER LA LOTTIZZAZIONE CONV. COMPARTO D.3		Inizio/Fine Esecuzione 12/06
Responsabile GEOLOGO CACCIAPUOTTI	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda CMV400	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Prodotto Test kg/cmq	Venne Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro (P) o Inclinatorio (I)
1		PIROCLASTITE LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA DI COLORE MARRONE	1.40	%C=85											
2		PIROCLASTITE LIMO - SABBIOSA CON PRESENZA piccole pomici	2.00	%C=90											
3		PIROCLASTITE LIMOSA SABBIOSA DI COLORE DA MARRONE SCURO A GRIGIO													
4				%C=79											
5															
6															
7		SABBIA DI COLORE GRIGIASTRA CON ABBONDANTI LAPILLI SCOREACEI DI DIMENSIONI DI PICCOLI A GRANDI DIM 4/5 CM	7.00									7.00			
8															
9															
10															
11															
12															
13				%C=77											
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20			20.00												

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, RS-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonici
 Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio:CONTINUO



MODULO SONDAGGI PENETROMETRICI

Committente SOC. AFRE SRL	Profondità raggiunta 20	Quota Ass. P.C. 24	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine GEOGNOSTICHE	Note1 INDAGINI PER LA LOTTIZZAZIONE CONV. COMPARTO D.3		Inizio/Fine Esecuzione 12/06
Responsabile GEOLOGO CACCIAPUOTI	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda CMV400	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Prodotto Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro (P) o Inclino metro (I)
1		PIROCLASTITE LIMOSA DEBOLMENTE SABBIOSA DI COLORE MARRONE	1.40	%C=85											
2		PIROCLASTITE LIMO - SABBIOSA CON PRESENZA piccole pomici	2.50	%C=90				1.50 S 2.00							
3		PIROCLASTITE LIMOSA SABBIOSA DI COLORE DA MARRONE SCURO A GRIGIO	7.00	%C=79				4.00 S 4.50							
4															
7		SABBIA DI COLORE GRIGIASTRA CON ABBONDANTI LAPILLI SCORACEI DI DIMENSIONI DI PICCOLI A GRANDI DIM 4/5 CM	7.00									7.00			
8															
9															
10															
11															
12															
13				%C=77											
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20			20.00												

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione:CS-Carotere Semplice, CD-Carotere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betoniti
 Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio:CONTINUO

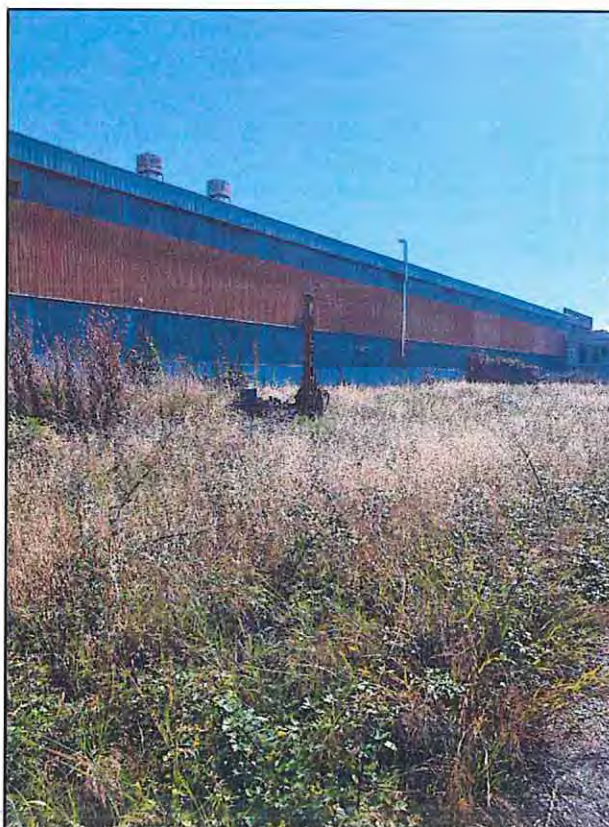


REPORT FOTOGRAFICO

Committente: **AFRE SRL**
Oggetto: **PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMPARTO D3.2**
Comune: **CAIVANO (NA) RIF. CATASTALI FOGLIO 15 P.LLA 192**

Pag 1 di 5

POSTAZIONE SONDAGGIO S1



CASSETTA CATALOGATRICE S1 0.00-5.00 MT



REPORT FOTOGRAFICO

	Committente: AFRE SRL	Pag 2 di 5
	Oggetto: PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMPARTO D3.2	
	Comune: CAIVANO (NA) RIF. CATASTALI FOGLIO 15 P.LLA 192	

CASSETTA CATALOGATRICE S1 5.00 – 10.00 MT



CASSETTA CATALOGATRICE S2 10.00 – 15.00 MT



REPORT FOTOGRAFICO

	Committente: AFRE SRL	Pag 3 di 5
	Oggetto: PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMPARTO D3.2	
	Comune: CAIVANO (NA) RIF. CATASTALI FOGLIO 15 P.LLA 192	

CASSETTA CATALOGATRICE S1 15.00 - 20.00 MT



REPORT FOTOGRAFICO

Committente: **AFRE SRL**
Oggetto: **PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMPARTO D3.2**
Comune: **CAIVANO (NA) RIF. CATASTALI FOGLIO 15 P.LLA 192**

Pag 4 di 5

POSTAZIONE SONDAGGIO S2



CASSETTA CATALOGATRICE S2 0.00 – 5.00 MT



REPORT FOTOGRAFICO

	Committente: AFRE SRL	Pag 5 di 5
	Oggetto: PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMPARTO D3.2	
	Comune: CAIVANO (NA) RIF. CATASTALI FOGLIO 15 P.LLA 192	

CASSETTA CATALOGATRICE S2 5.00 – 10.00 MT



CASSETTA CATALOGATRICE S2 10.00 – 15.00 MT



IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020
Certificato n°: 1258-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.e.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

DATI GENERALI

PROVE SPEDITIVE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	47,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	54,2	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Very Dark Grayish Brown 3/2

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore marrone con presenza di pomice eterometriche, poco addensato.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1259-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	14,26
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	25,27
w	Contenuto di acqua naturale	%	26,75

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	11,25
n	Porosità	%	55,48
e	Indice dei vuoti	---	1,25
s_r	Grado di saturazione	%	55,30
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	16,69
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	6,88

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

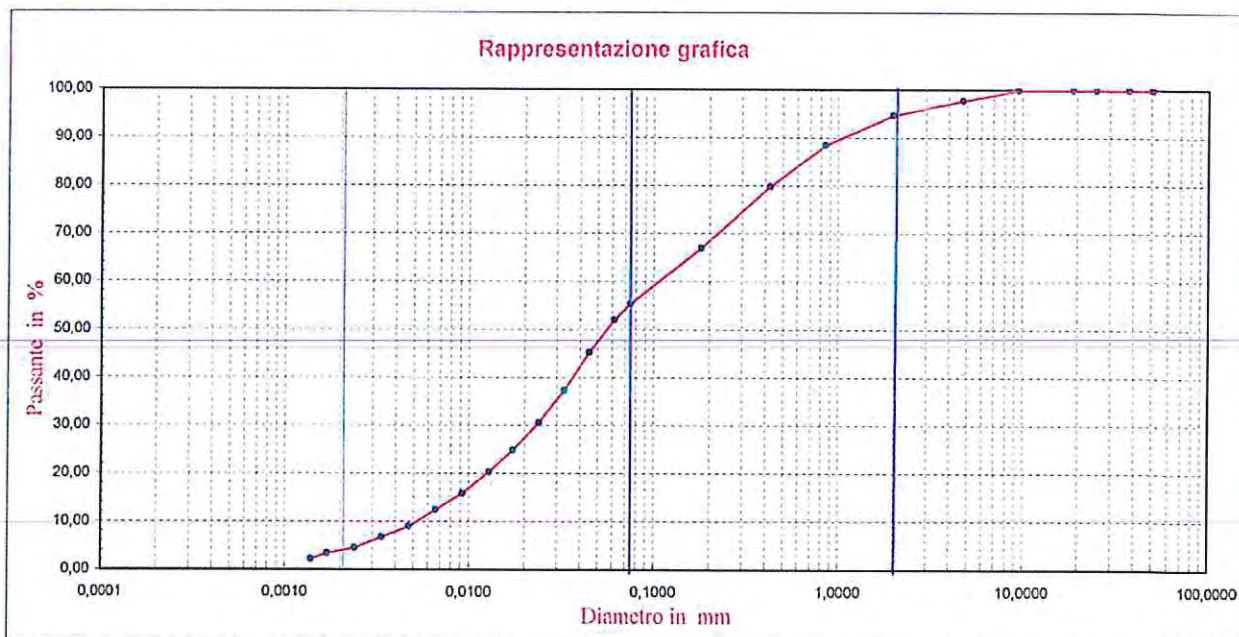
Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020
Certificato n°: 1260-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.e.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,79	94,78	88,48	79,84	67,04	55,39

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0615	0,0449	0,0328	0,0239	0,0172	0,0128	0,0092	0,0066	0,0047	0,0034	0,0024	0,0017	0,0014
P. (%)	52,05	45,26	37,34	30,55	24,90	20,37	15,84	12,45	9,05	6,79	4,53	3,39	2,26

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
5,22	42,73	47,53	4,53

Definizione granulometrica:

Limo con sabbia debolmente ghiaioso

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. G. FERRILLO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 137/20 Certificato n°: 1261-2020
del: 12.06.2020 Data certificato: 29.06.2020
Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0105	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	13,98	26,87	48,66
Provino 2	36,00	23,00	14,34	26,62	45,01
Provino 3	36,00	23,00	14,45	26,72	42,99

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,38
Provino 2	24	100	0,71
Provino 3	24	150	1,10

ATTREZZATURA UTILIZZATA: Matest Srl S/N S277-01/ZI/0011

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1261-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl

Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG

Località: S.S. 87 - Caivano (NA)

Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

Dati relativi al provino I

σ_v 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,21	0,009	0,017	4,8										
40	0,42	0,018	0,032	8,8										
60	0,63	0,030	0,043	12,0										
80	0,84	0,040	0,053	14,8										
100	1,05	0,050	0,060	16,7										
120	1,26	0,058	0,067	18,6										
140	1,47	0,068	0,072	20,1										
160	1,68	0,076	0,078	21,6										
180	1,89	0,084	0,082	22,7										
200	2,10	0,094	0,086	24,0										
220	2,31	0,103	0,090	25,0										
240	2,52	0,110	0,092	25,6										
260	2,73	0,119	0,095	26,3										
280	2,94	0,128	0,096	26,7										
300	3,15	0,136	0,096	26,8										
320	3,36	0,145	0,098	27,2										
340	3,57	0,153	0,096	26,6										
360	3,78	0,162	0,093	25,7										
380	3,99	0,170	0,088	24,5										
400	4,20	0,180	0,084	23,4										
420	4,41	0,187	0,078	21,8										
440	4,62	0,193	0,073	20,4										
460	4,83	0,200	0,068	19,0										
480	5,04	0,206	0,064	17,9										

Pressione a rottura	27,2 (KPa)
Deformazione a rottura	3,12 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. FERRIELLO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1261-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti

Committente: Afre Srl

Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG

Località: S.S. 87 - Caivano (NA)

Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

Dati relativi al provino 2

σ_v 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,21	0,025	0,026	7,3										
40	0,42	0,038	0,047	13,0										
60	0,63	0,055	0,067	18,5										
80	0,84	0,067	0,082	22,8										
100	1,05	0,078	0,096	26,7										
120	1,26	0,088	0,110	30,5										
140	1,47	0,100	0,122	33,8										
160	1,68	0,109	0,131	36,4										
180	1,89	0,118	0,140	38,9										
200	2,10	0,129	0,147	40,9										
220	2,31	0,141	0,154	42,7										
240	2,52	0,150	0,159	44,1										
260	2,73	0,159	0,163	45,3										
280	2,94	0,168	0,166	46,1										
300	3,15	0,177	0,168	46,6										
320	3,36	0,189	0,170	47,1										
340	3,57	0,197	0,171	47,5										
360	3,78	0,207	0,169	46,9										
380	3,99	0,218	0,166	46,1										
400	4,20	0,224	0,162	45,1										
420	4,41	0,234	0,157	43,6										
440	4,62	0,242	0,151	42,0										
460	4,83	0,248	0,145	40,2										
480	5,04	0,254	0,138	38,2										

Pressione a rottura	47,5	(KPa)
Deformazione a rottura	3,32	(mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1261-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl

Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG

Località: S.S. 87 - Caivano (NA)

Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	CI	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

Dati relativi al provino 3

σ_v 150 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,21	0,040	0,038	10,6										
40	0,42	0,064	0,071	19,7										
60	0,63	0,080	0,102	28,3										
80	0,84	0,097	0,131	36,3										
100	1,05	0,108	0,158	44,0										
120	1,26	0,121	0,180	50,0										
140	1,47	0,132	0,199	55,3										
160	1,68	0,143	0,214	59,4										
180	1,89	0,152	0,227	63,0										
200	2,10	0,164	0,237	65,9										
220	2,31	0,177	0,245	68,0										
240	2,52	0,189	0,251	69,8										
260	2,73	0,198	0,256	71,1										
280	2,94	0,208	0,260	72,1										
300	3,15	0,219	0,262	72,8										
320	3,36	0,228	0,264	73,3										
340	3,57	0,238	0,261	72,5										
360	3,78	0,248	0,256	71,2										
380	3,99	0,257	0,251	69,6										
400	4,20	0,266	0,245	68,0										
420	4,41	0,274	0,238	66,2										
440	4,62	0,281	0,232	64,4										
460	4,83	0,289	0,227	63,0										
480	5,04	0,294	0,220	61,2										

Pressione a rottura	73,3	(KPa)
Deformazione a rottura	3,12	(mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. V. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1261-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti

Committente: Afre Srl

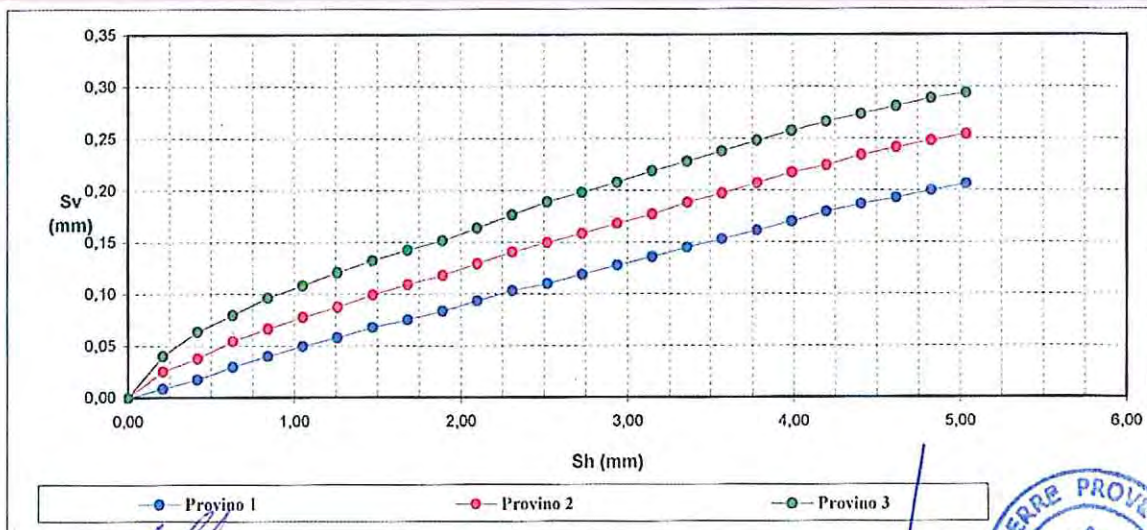
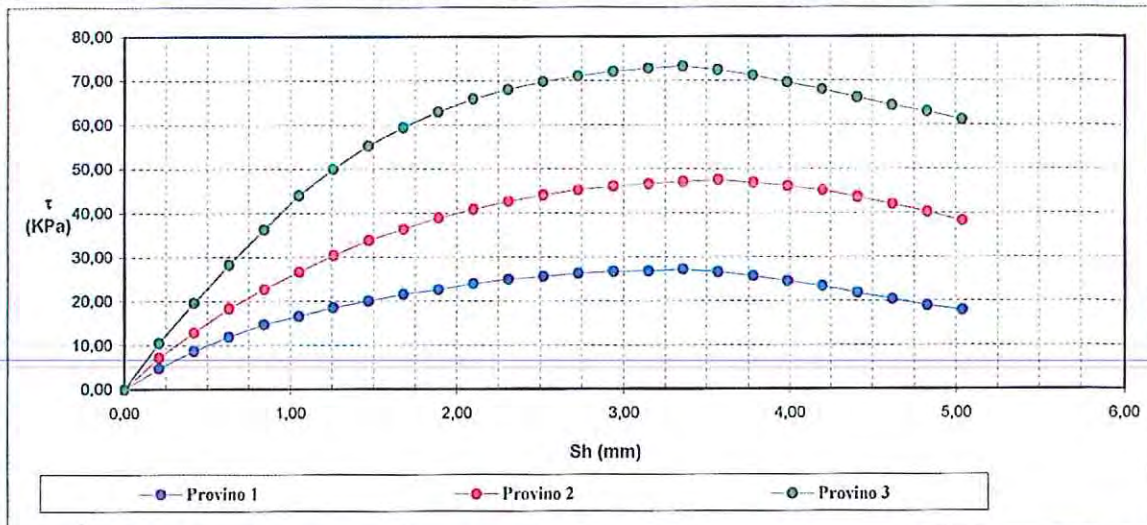
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG

Località: S.S. 87 - Caivano (NA)

Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 137/20

Certificato n°: 1261-2020

del: 12.06.2020

Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti

Committente: Afre Srl

Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG

Località: S.S. 87 - Caivano (NA)

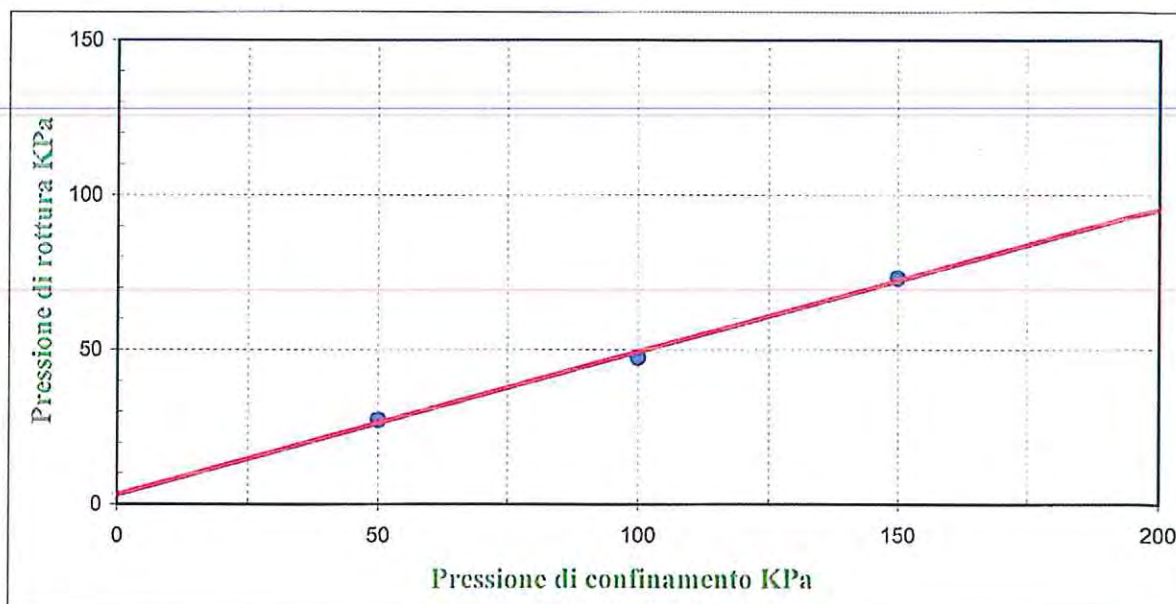
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50 - 2,00	indisturbato	12.06.2020

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	27,20	3,12
Provino 2	100,00	47,50	3,32
Provino 3	150,00	73,30	3,12



Resultati sperimentali

Angolo di attrito **24,75** Gradi
Coesione **3,23** KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020
Certificato n°: 1262-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	4,00 - 4,50	indisturbato	12.06.2020

DATI GENERALI

PROVE SPEDITIVE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	47,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	54,2	Colore (Tabella colori Munsell)	5Y Olive 4/4

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore verdastro con presenza di pomici millimetriche, moderatamente addensato.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	MC-01 Rev. 01 del 03/01/2013
Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216	

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 137/20 Certificato n°: 1263-2020
del: 12.06.2020 Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE				
Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	4,00 - 4,50	indisturbato	12.06.2020

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	16,64
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	24,83
w	Contenuto di acqua naturale	%	38,13

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	12,05
n	Porosità	%	51,46
e	Indice dei vuoti	---	1,06
s_r	Grado di saturazione	%	91,04
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	17,10
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	7,29

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO



Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILO



ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

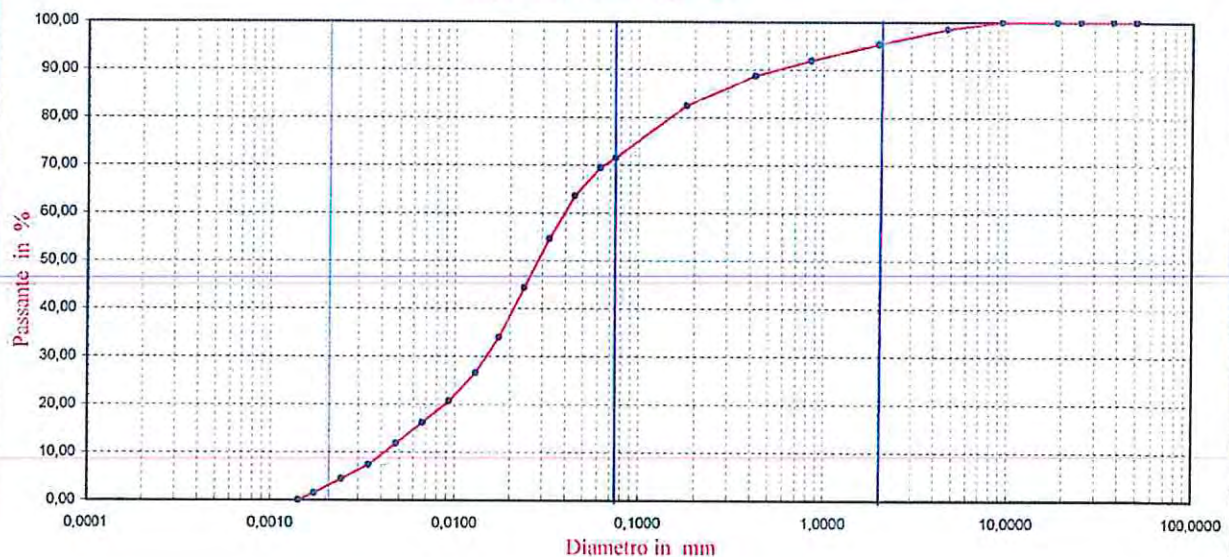
Certificato n°: 1264-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C2	4,00 - 4,50	indisturbato	12.06.2020

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,52	95,33	91,89	88,73	82,52	71,52

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0621	0,0448	0,0327	0,0239	0,0174	0,0130	0,0093	0,0067	0,0048	0,0034	0,0024	0,0017	0,0014
P. (%)	69,46	63,55	54,68	44,33	33,99	26,60	20,69	16,26	11,82	7,39	4,43	1,48	0,00

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
4,67	25,87	65,02	4,43

Definizione granulometrica:

Limo con sabbia

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20 Certificato n°: 1265-2020
del: 12.06.2020 Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico (KPa)	Deformazione (mm)	Deformazione (%)	Indice dei vuoti ---	Modulo edometrico (MPa)	Cv (cm ² /s)	C _α (%)	K (m/s)
0	0,000	0,00	1,06				
25	0,123	0,62	1,05	4,07			
50	0,220	1,10	1,04	5,15			
100	0,367	1,84	1,02	6,80			
200	0,591	2,96	1,00	8,93			
400	0,907	4,54	0,97	12,66			
800	1,409	7,05	0,92	15,94			
1600	2,101	10,51	0,84	23,12			
3200	3,059	15,30	0,75	33,40			
1600	3,038	15,19	0,75				
400	2,957	14,79	0,76				
100	2,851	14,26	0,77				
25	2,730	13,65	0,78				

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Indice dei vuoti iniziale	1,06	
Peso dell'unità di volume	16,64	KN/m ³
Altezza campione	20,00	mm
Diametro campione	50,47	mm
Sezione campione	20,00	cmq
Contenuto acqua iniziale	38,13	%
Contenuto acqua finale	30,92	%

Cv = Coefficiente di consolidazione primaria
C_α = Coefficiente di consolidazione secondaria
K = Coefficiente di permeabilità

Attrezzatura utilizzata: Edometro MATEST S/N S260/AD/0008 - trasduttore n° 09210251

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. T. Martone

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1265-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti

Committente: Afre Srl

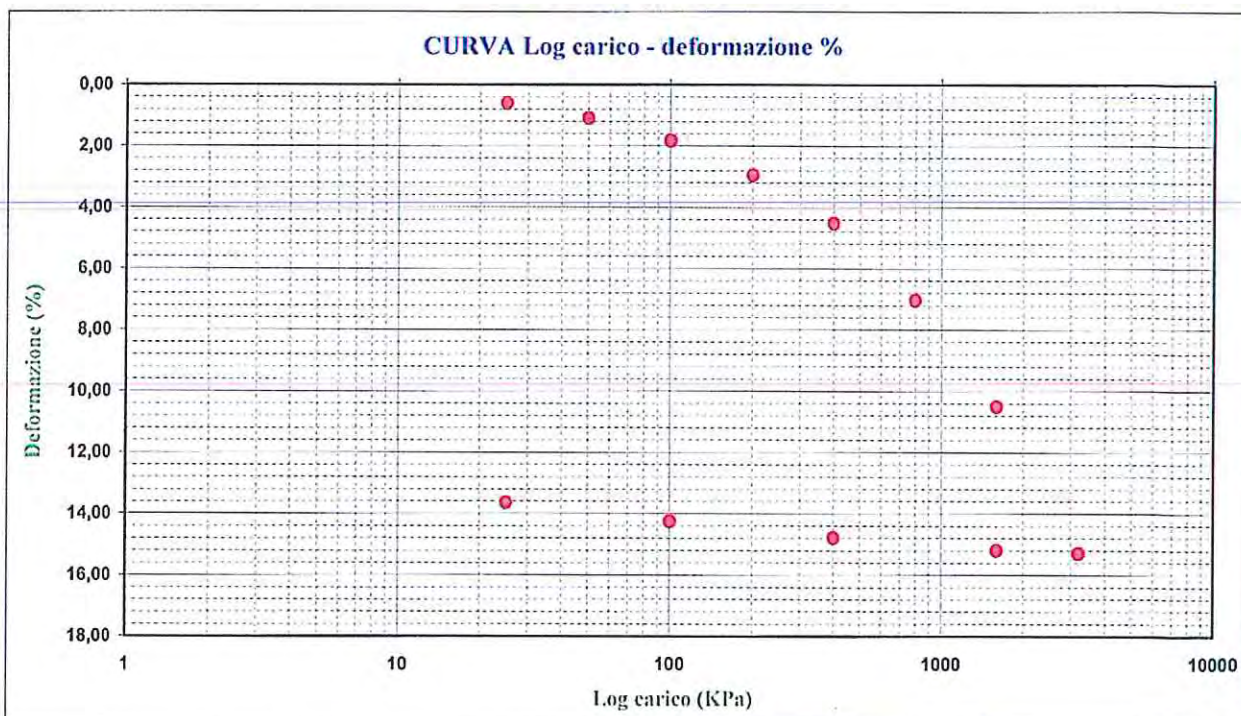
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG

Località: S.S. 87 - Caivano (NA)

Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. FERRILLO



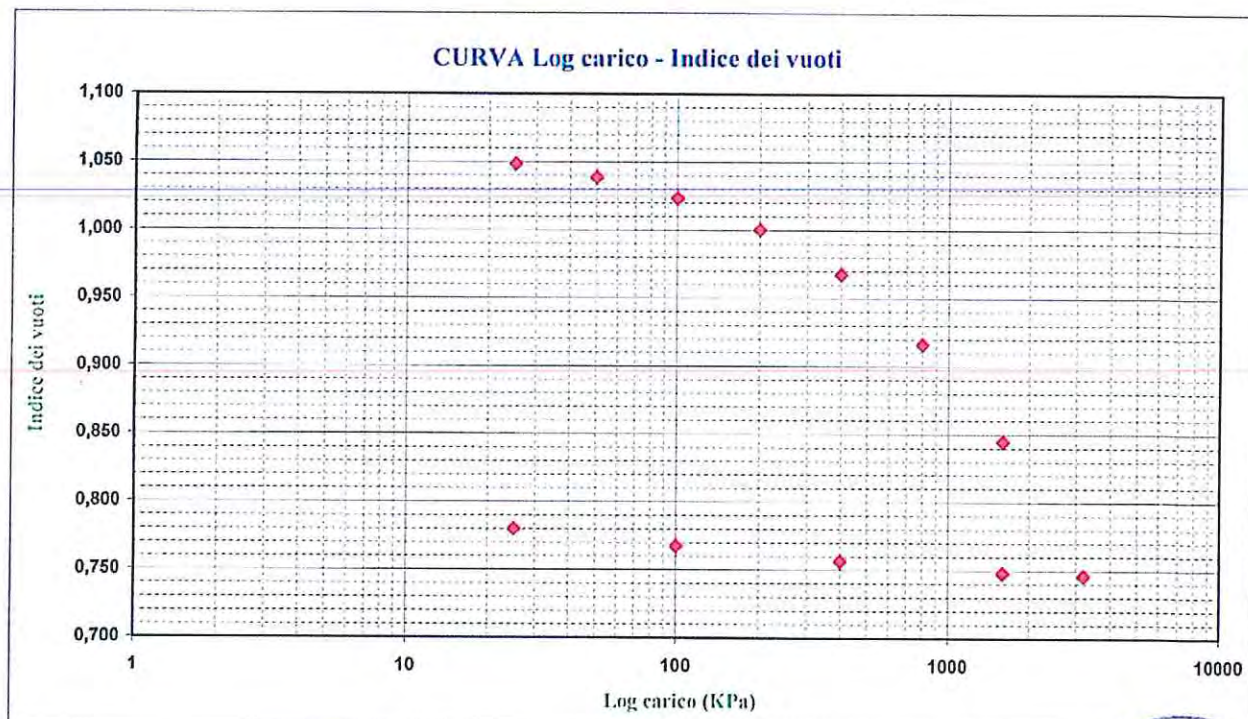
PROVA EDOMETRICA	MC - 07 Rev. 01 del 03/01/2013
<i>Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5</i>	

Pag. 3 di 12

Verbale di accettazione n°: **TR 137/20** Certificato n°: **1265-2020**
del: **12.06.2020** Data certificato: **29.06.2020**

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione				
Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. T. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRI



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 4 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

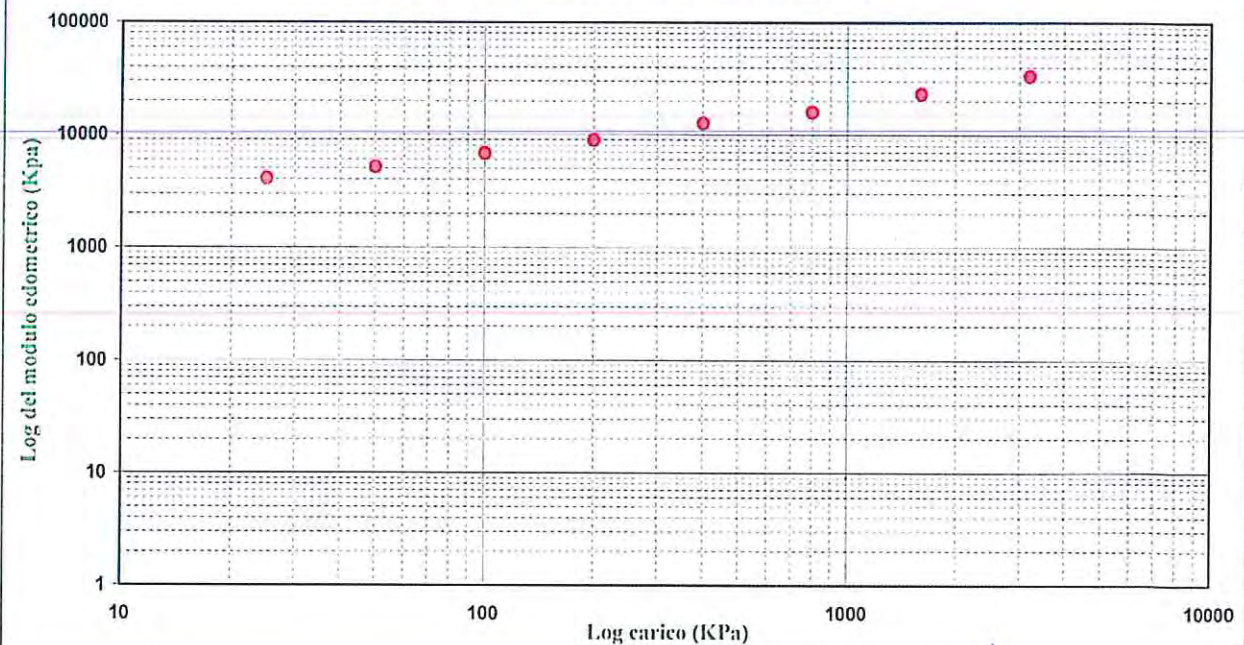
Certificato n°: 1265-2020
Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afire Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

CURVA Log carico - Log modulo edometrico



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1265-2020
Data certificato: 29.06.2020

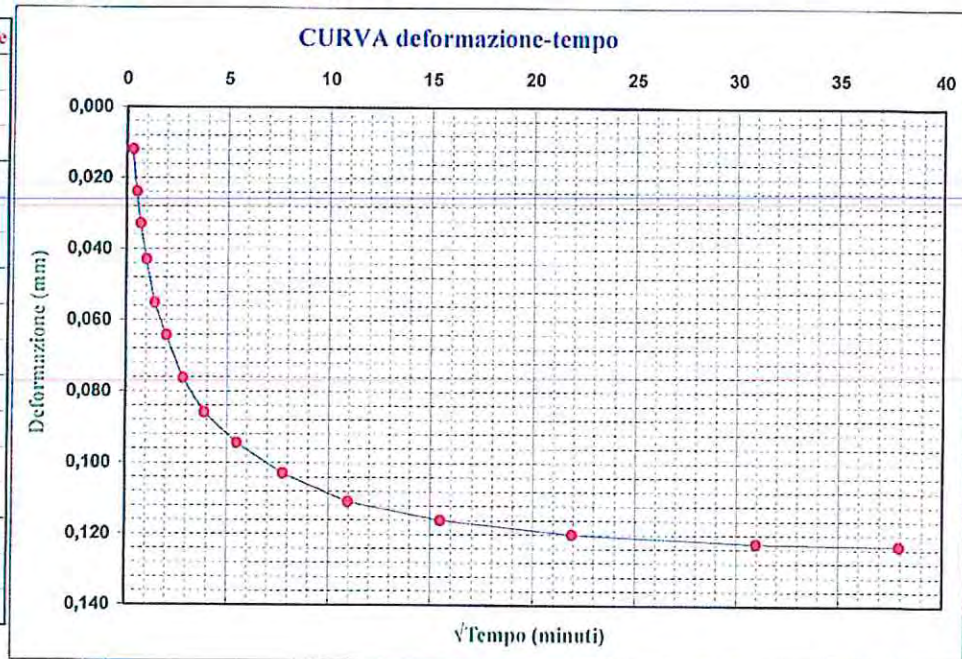
Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	25	KPa
Cedimento	0,123	mm

Tempo	Deformazione
min	mm
0,10	0,012
0,25	0,024
0,5	0,033
1	0,043
2	0,055
4	0,064
8	0,076
15	0,086
30	0,094
60	0,103
120	0,111
240	0,116
480	0,120
960	0,122
1440	0,123



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. T. Martone



Divettore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 12

Verbale di accettazione n°: **TR 137/20**
del: **12.06.2020**

Certificato n°: **1265-2020**
Data certificato: **29.06.2020**

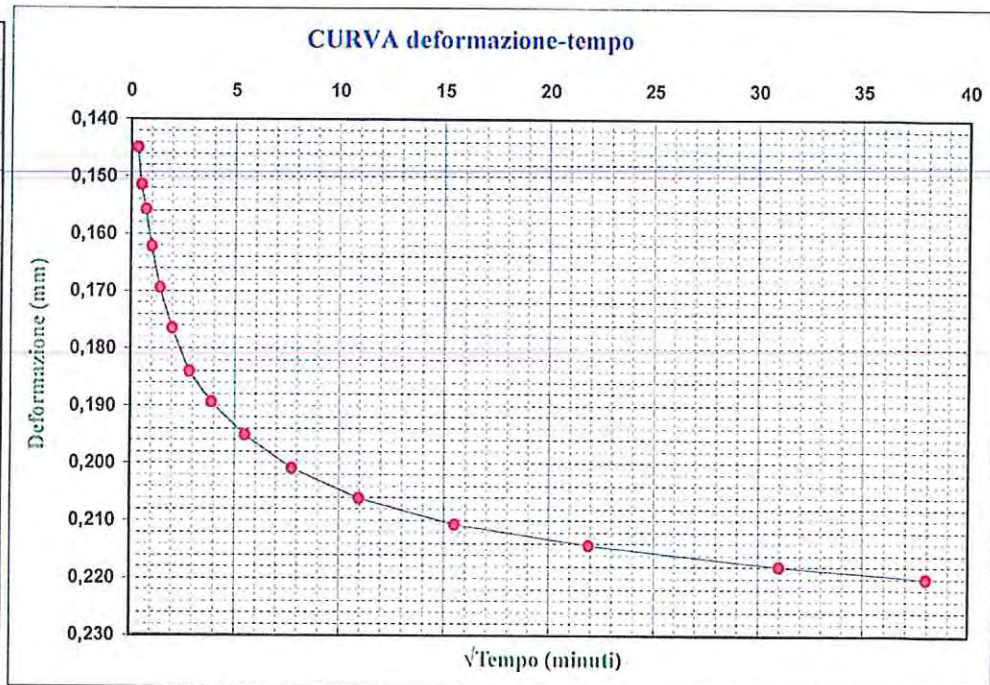
Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pe)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	50	KPa
Cedimento	0,22	mm

Tempo	Deformazione
min	mm
0,10	0,145
0,25	0,152
0,5	0,156
1	0,162
2	0,169
4	0,177
8	0,184
15	0,189
30	0,195
60	0,201
120	0,206
240	0,211
480	0,214
960	0,218
1440	0,220



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERILLO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 7 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1265-2020
Data certificato: 29.06.2020

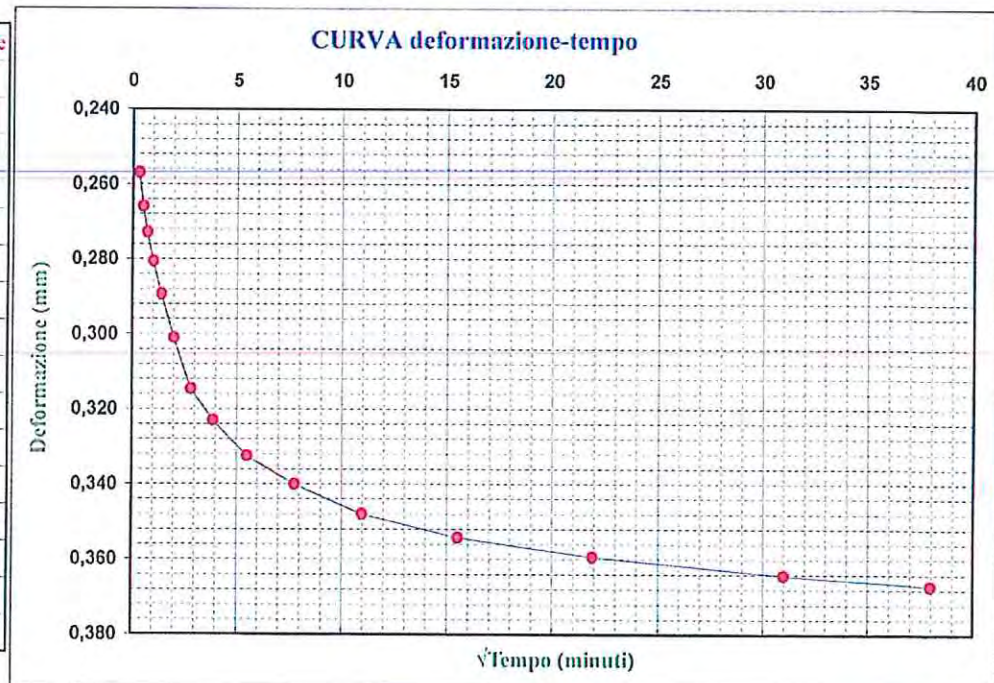
Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pe)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	100	KPa
Cedimento	0,367	mm

Tempo min	Deformazione mm
0,10	0,257
0,25	0,266
0,5	0,273
1	0,281
2,0	0,289
4	0,301
8	0,315
15	0,323
30	0,333
60	0,340
120	0,348
240	0,354
480	0,359
960	0,364
1440	0,367



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 8 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1265-2020
Data certificato: 29.06.2020

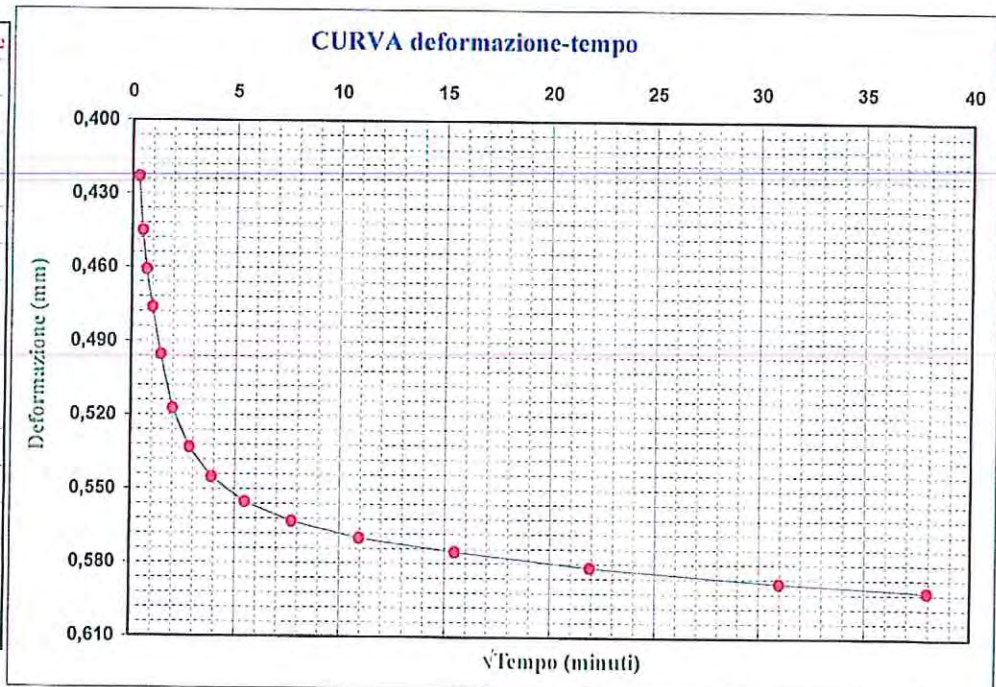
Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pe)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	200	KPa
Cedimento	0,591	mm

Tempo	Deformazione
min	mm
0,10	0,423
0,25	0,445
0,5	0,461
1	0,476
2	0,496
4	0,517
8	0,533
15	0,545
30	0,555
60	0,563
120	0,570
240	0,576
480	0,582
960	0,588
1440	0,591



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. Martone



Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA	MC - 07 Rev. 01 del 03/01/2013
Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5	

Pag. 9 di 12

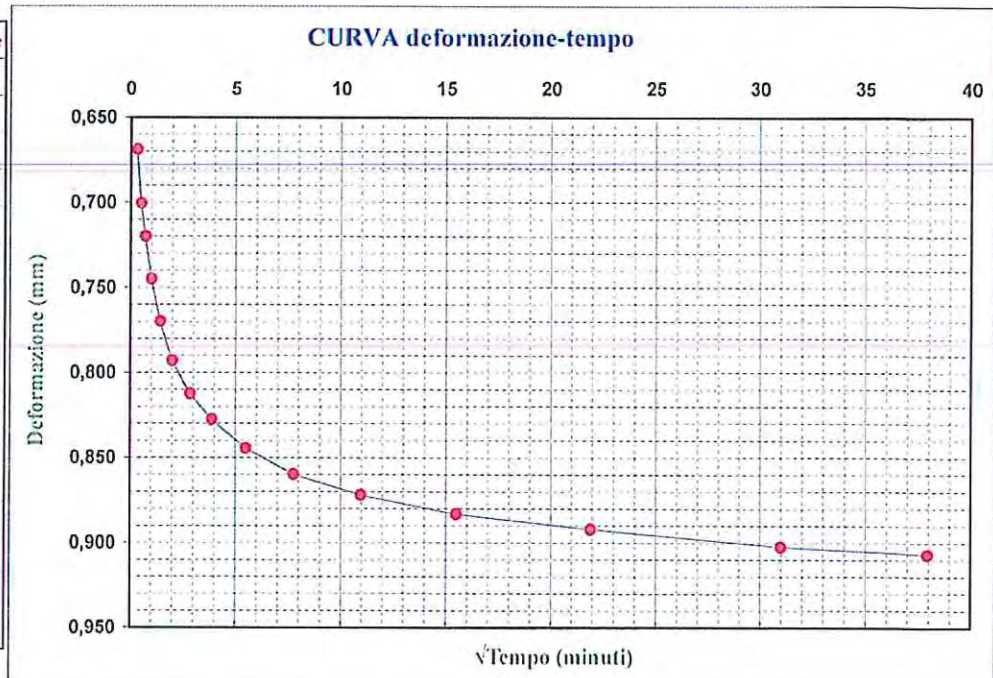
Verbale di accettazione n°: **TR 137/20** Certificato n°: **1265-2020**
del: **12.06.2020** Data certificato: **29.06.2020**

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione				
Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	400	KPa
Cedimento	0,907	mm

Tempo	Deformazione
min	mm
0,10	0,669
0,25	0,701
0,5	0,720
1	0,745
2	0,770
4	0,793
8	0,813
15	0,828
30	0,845
60	0,860
120	0,872
240	0,883
480	0,892
960	0,902
1440	0,907



Tecnico sperimentatore
Dr Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5	MC - 07 Rev. 01 del 03/01/2013
---	-----------------------------------

Pag. 10 di 12

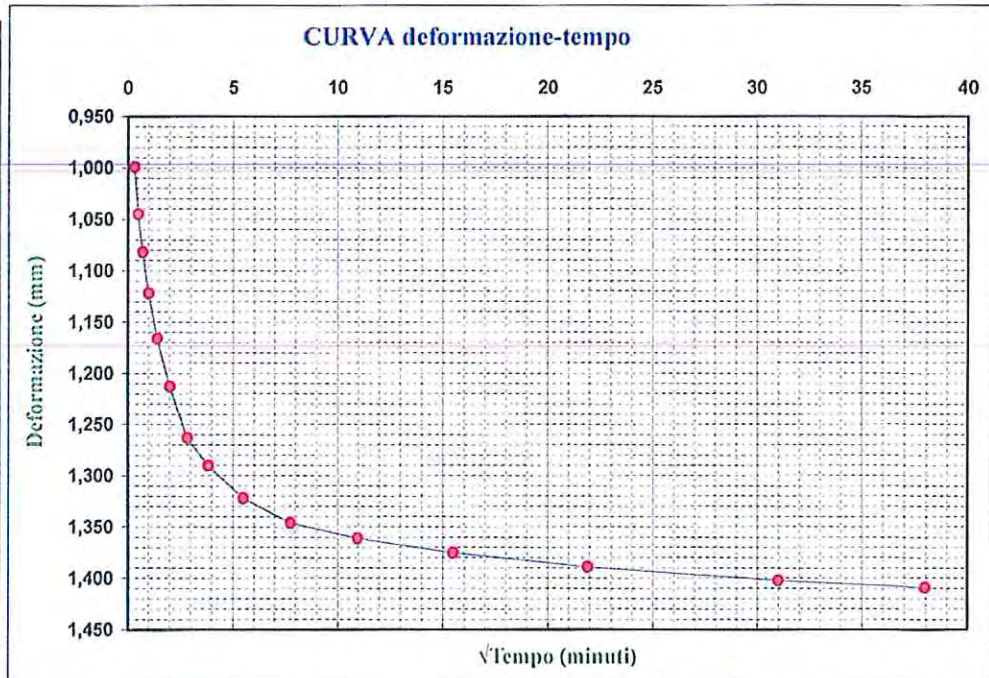
Verbale di accettazione n°: **TR 137/20** Certificato n°: **1265-2020**
del: **12.06.2020** Data certificato: **29.06.2020**

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione				
Sondaggio	Campione	Profondità (m da pe)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	800	KPa
Cedimento	1,409	mm

Tempo	Deformazione
min	mm
0,10	0,999
0,25	1,045
0,5	1,082
1	1,122
2	1,166
4	1,213
8	1,263
15	1,290
30	1,322
60	1,346
120	1,361
240	1,375
480	1,389
960	1,402
1440	1,409



Tecnico Sperimentatore
Dr Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA <i>Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5</i>	MC - 07 Rev. 01 del 03/01/2013
--	-----------------------------------

Pag. 11 di 12

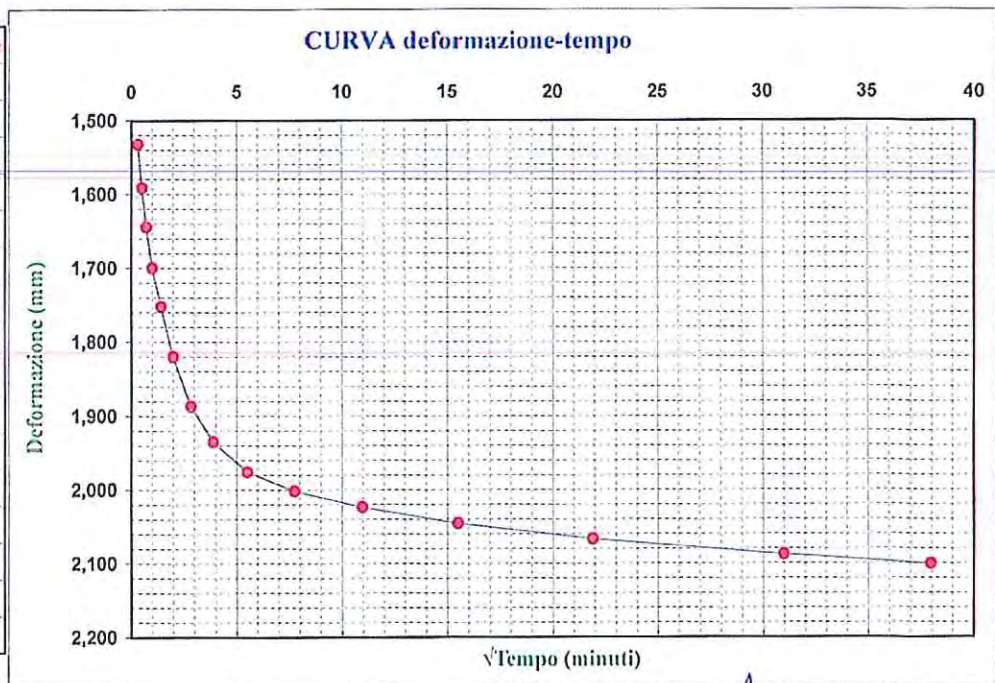
Verbale di accettazione n°: TR 137/20 Certificato n°: 1265-2020
del: 12.06.2020 Data certificato: 29.06.2020

Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione				
Sondaggio	Campione	Profondità (m da pe)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	1600	KPa
Cedimento	2,101	mm

Tempo	Deformazione
min	mm
0,10	1,532
0,25	1,591
0,5	1,644
1	1,700
2	1,752
4	1,820
8	1,887
15	1,935
30	1,976
60	2,002
120	2,024
240	2,046
480	2,067
960	2,088
1440	2,101



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



PROVA EDOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-5

MC - 07 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 12 di 12

Verbale di accettazione n°: TR 137/20
del: 12.06.2020

Certificato n°: 1265-2020
Data certificato: 29.06.2020

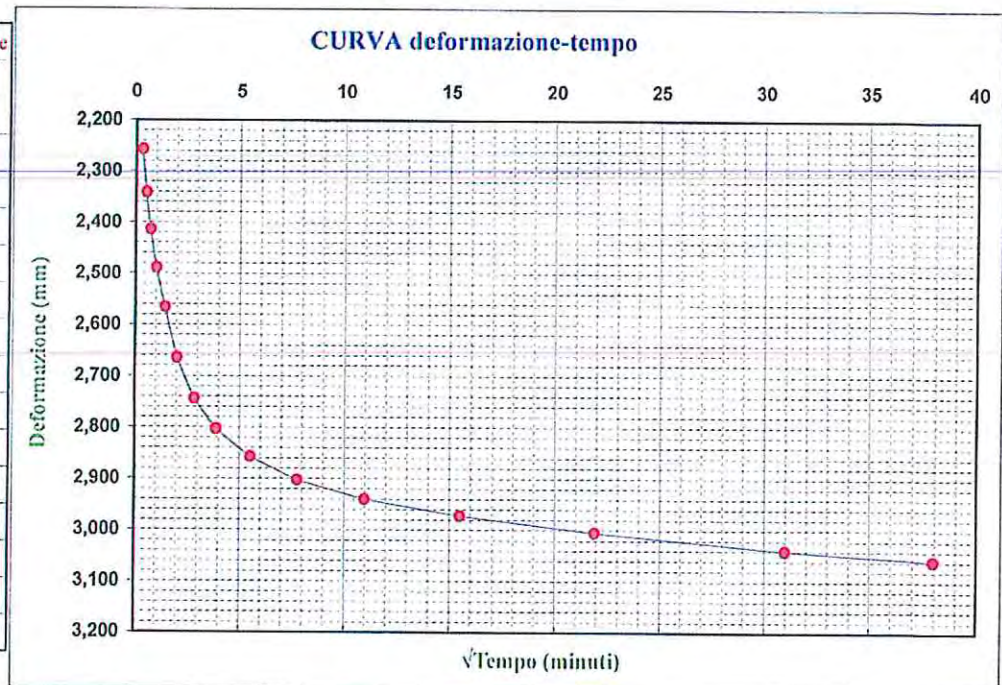
Richiedente: Geol. Salvatore Cacciapuoti
Committente: Afre Srl
Cantiere: Progetto di lottizzazione convenzionata PUA del comparto D3.2 scheda n. 32 del PRG
Località: S.S. 87 - Caivano (NA)
Data di prova: 15.06.2020

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m da pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C2	4,00-4,50	indisturbato	12.06.2020

Carico unitario	3200	KPa
Cedimento	3,059	mm

Tempo min	Deformazione mm
0,10	2,258
0,25	2,342
0,5	2,414
1	2,489
2	2,566
4	2,665
8	2,745
15	2,804
30	2,858
60	2,903
120	2,940
240	2,973
480	3,005
960	3,040
1440	3,059



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. F. Martone

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. G. VERRILLO



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Soc. AFRE SRL
 Cantiere: CAIVANO
 Località: S.S. 87

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

OPERATORE
 DOTT. VALLIFUOCO

RESPONSABILE
 DOTT. GEOLOGO SCACCIARUOTI



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... sapt 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 riportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

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

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
 e = infissione media per colpo (δ/N);
 M = peso massa battente (altezza caduta H);
 P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

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

Media

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

Media minima

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

Massimo

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

Minimo

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

Scarto quadratico medio

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

Media deviata

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

Media + s

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

Media - s

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

Pressione ammissibile

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

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**Liquefazione**

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

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

Correzione N_{spt} in presenza di falda

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

N_{spt} è il valore medio nello strato

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

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

Sowers 1961 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)

$\sigma > 5$ t/mq.

De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.

Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).

Schmertmann 1977 - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

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

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

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

Densità relativa (%)

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

Modulo Di Young (E_y)

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

Modulo Edometrico

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

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

Peso di volume saturo

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

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

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

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

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

Modulo di deformazione di taglio (G)

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

Modulo di reazione (K_0)

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

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

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

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

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

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

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

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

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

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

Modulo Di Young (E_y)

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

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

Peso di volume saturo

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

PROVA ...DPSH I

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 22/05/2020
 Profondità prova 13,20 mt
 Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,63	1,91	81,45	95,30
0,40	1	0,851	0,81	0,95	40,54	47,65
0,60	2	0,847	1,61	1,91	80,72	95,30
0,80	2	0,843	1,61	1,91	80,37	95,30
1,00	1	0,840	0,74	0,88	37,02	44,08
1,20	2	0,836	1,47	1,76	73,73	88,16
1,40	2	0,833	1,47	1,76	73,43	88,16
1,60	2	0,830	1,46	1,76	73,13	88,16
1,80	1	0,826	0,73	0,88	36,42	44,08
2,00	2	0,823	1,35	1,64	67,51	82,02
2,20	2	0,820	1,35	1,64	67,26	82,02
2,40	2	0,817	1,34	1,64	67,02	82,02
2,60	2	0,814	1,34	1,64	66,78	82,02
2,80	2	0,811	1,33	1,64	66,55	82,02
3,00	5	0,809	3,10	3,83	155,01	191,68
3,20	4	0,806	2,47	3,07	123,60	153,35
3,40	7	0,803	4,31	5,37	215,60	268,36
3,60	6	0,801	3,68	4,60	184,22	230,02
3,80	8	0,798	4,90	6,13	244,87	306,69
4,00	4	0,796	2,29	2,88	114,60	143,97
4,20	4	0,794	2,29	2,88	114,27	143,97
4,40	4	0,791	2,28	2,88	113,94	143,97
4,60	6	0,789	3,41	4,32	170,44	215,95
4,80	13	0,737	6,90	9,36	344,88	467,89
5,00	13	0,735	6,48	8,82	324,09	440,92
5,20	16	0,733	7,96	10,85	397,78	542,67
5,40	16	0,731	7,93	10,85	396,72	542,67
5,60	14	0,729	6,92	9,50	346,22	474,84
5,80	15	0,727	7,40	10,18	370,01	508,76
6,00	15	0,725	6,98	9,62	348,98	481,03
6,20	13	0,724	6,03	8,34	301,71	416,89
6,40	15	0,722	6,95	9,62	347,31	481,03
6,60	14	0,720	6,47	8,98	323,41	448,96
6,80	14	0,719	6,45	8,98	322,69	448,96
7,00	14	0,717	6,11	8,52	305,34	425,76
7,20	12	0,766	5,59	7,30	279,41	364,94
7,40	12	0,764	5,58	7,30	278,87	364,94
7,60	10	0,763	4,64	6,08	231,95	304,11
7,80	10	0,761	4,63	6,08	231,52	304,11
8,00	11	0,760	4,83	6,36	241,72	318,09
8,20	9	0,759	3,95	5,21	197,42	260,25
8,40	9	0,757	3,94	5,21	197,08	260,25
8,60	9	0,756	3,93	5,21	196,74	260,25
8,80	8	0,755	3,49	4,63	174,59	231,34
9,00	10	0,753	4,15	5,51	207,68	275,62
9,20	10	0,752	4,15	5,51	207,35	275,62
9,40	10	0,751	4,14	5,51	207,02	275,62
9,60	12	0,750	4,96	6,61	248,05	330,75
9,80	11	0,749	4,54	6,06	227,03	303,19
10,00	7	0,748	2,76	3,69	137,80	184,30
10,20	16	0,697	5,87	8,43	293,45	421,27
10,40	12	0,746	4,71	6,32	235,55	315,95

10.60	8	0,744	3,14	4,21	156,81	210,63
10.80	8	0,743	3,13	4,21	156,58	210,63
11.00	10	0,742	3,74	5,04	187,08	252,02
11.20	7	0,741	2,62	3,53	130,77	176,41
11.40	6	0,740	2,24	3,02	111,94	151,21
11.60	8	0,739	2,98	4,03	149,04	201,61
11.80	8	0,738	2,98	4,03	148,84	201,61
12.00	7	0,737	2,49	3,38	124,71	169,17
12.20	6	0,736	2,13	2,90	106,75	145,00
12.40	6	0,735	2,13	2,90	106,60	145,00
12.60	5	0,734	1,77	2,42	88,71	120,83
12.80	5	0,733	1,77	2,42	88,59	120,83
13.00	5	0,732	1,70	2,32	84,97	116,07
13.20	5	0,731	1,70	2,32	84,85	116,07

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 1	0	0	0	0	
Strato 2	0	0	0	0	
Strato 3	0	0	0	0	
Strato 4	11,7	19,5	31,2	46,8	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
Strato 5	12,69	21,15	33,84	50,76	Liquefazione possibile al VII° Mercalli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Skempton 1986	14,41
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Skempton 1986	28,45
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Skempton 1986	51,35
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Skempton 1986	42,89
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Skempton 1986	31,4

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	21,35
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,97
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	32,36
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	29,96
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	26,8

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Schmertmann (1978) (Sabbie)	2,11
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	6,29
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Schmertmann (1978) (Sabbie)	15,75
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Schmertmann (1978) (Sabbie)	11,71
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Schmertmann (1978) (Sabbie)	7,29

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,24
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,31
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,74
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,70
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,56

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m ³)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Meyerhof ed altri	14,02
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Meyerhof ed altri	19,61
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Meyerhof ed altri	18,44
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Meyerhof ed altri	16,77

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m ³)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,12
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2,69	2,80	2,69	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	8,02	4,60	8,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	20,08	8,00	20,08	(A.G.I.)	0,31
Strato 4	14,93	11,00	14,93	(A.G.I.)	0,32
Strato 5	9,29	13,20	9,29	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	22,44
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	43,74
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	76,63
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	63,94
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	47,85

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Navfac 1971-1982	0,44
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Navfac 1971-1982	1,67
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Navfac 1971-1982	4,06
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Navfac 1971-1982	3,11
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Navfac 1971-1982	1,95

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	2,69	2,80	2,69	Robertson 1983	0,53
Strato 2	8,02	4,60	8,02	Robertson 1983	1,57
Strato 3	20,08	8,00	20,08	Robertson 1983	3,94
Strato 4	14,93	11,00	14,93	Robertson 1983	2,93
Strato 5	9,29	13,20	9,29	Robertson 1983	1,82

PROVA ...DPSH 2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 22/05/2020
 Profondità prova 13,20 mt
 Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,63	1,91	81,45	95,30
0,40	1	0,851	0,81	0,95	40,54	47,65
0,60	1	0,847	0,81	0,95	40,36	47,65
0,80	1	0,843	0,80	0,95	40,18	47,65
1,00	2	0,840	1,48	1,76	74,03	88,16
1,20	2	0,836	1,47	1,76	73,73	88,16
1,40	2	0,833	1,47	1,76	73,43	88,16
1,60	2	0,830	1,46	1,76	73,13	88,16
1,80	1	0,826	0,73	0,88	36,42	44,08
2,00	2	0,823	1,35	1,64	67,51	82,02
2,20	2	0,820	1,35	1,64	67,26	82,02
2,40	2	0,817	1,34	1,64	67,02	82,02
2,60	2	0,814	1,34	1,64	66,78	82,02
2,80	4	0,811	2,66	3,28	133,10	164,03
3,00	4	0,809	2,48	3,07	124,01	153,35
3,20	5	0,806	3,09	3,83	154,50	191,68
3,40	5	0,803	3,08	3,83	154,00	191,68
3,60	6	0,801	3,68	4,60	184,22	230,02
3,80	5	0,798	3,06	3,83	153,04	191,68
4,00	4	0,796	2,29	2,88	114,60	143,97
4,20	4	0,794	2,29	2,88	114,27	143,97
4,40	7	0,791	3,99	5,04	199,40	251,94
4,60	6	0,789	3,41	4,32	170,44	215,95
4,80	8	0,787	4,53	5,76	226,63	287,93
5,00	12	0,785	6,39	8,14	319,51	407,01
5,20	12	0,783	6,37	8,14	318,69	407,01
5,40	13	0,731	6,45	8,82	322,33	440,92
5,60	13	0,729	6,43	8,82	321,49	440,92
5,80	15	0,727	7,40	10,18	370,01	508,76
6,00	14	0,725	6,51	8,98	325,71	448,96
6,20	14	0,724	6,50	8,98	324,92	448,96
6,40	13	0,722	6,02	8,34	301,00	416,89
6,60	12	0,770	5,93	7,70	296,45	384,82
6,80	12	0,769	5,92	7,70	295,83	384,82
7,00	10	0,767	4,67	6,08	233,31	304,11
7,20	12	0,766	5,59	7,30	279,41	364,94
7,40	10	0,764	4,65	6,08	232,39	304,11
7,60	10	0,763	4,64	6,08	231,95	304,11
7,80	12	0,761	5,56	7,30	277,82	364,94
8,00	11	0,760	4,83	6,36	241,72	318,09
8,20	10	0,759	4,39	5,78	219,35	289,17
8,40	8	0,757	3,50	4,63	175,18	231,34
8,60	9	0,756	3,93	5,21	196,74	260,25
8,80	11	0,755	4,80	6,36	240,06	318,09

9,00	10	0,753	4,15	5,51	207,68	275,62
9,20	9	0,752	3,73	4,96	186,61	248,06
9,40	9	0,751	3,73	4,96	186,32	248,06
9,60	8	0,750	3,31	4,41	165,36	220,50
9,80	8	0,749	3,30	4,41	165,11	220,50
10,00	9	0,748	3,54	4,74	177,18	236,96
10,20	10	0,747	3,93	5,27	196,57	263,29
10,40	8	0,746	3,14	4,21	157,03	210,63
10,60	8	0,744	3,14	4,21	156,81	210,63
10,80	8	0,743	3,13	4,21	156,58	210,63
11,00	8	0,742	2,99	4,03	149,67	201,61
11,20	9	0,741	3,36	4,54	168,14	226,81
11,40	7	0,740	2,61	3,53	130,59	176,41
11,60	7	0,739	2,61	3,53	130,41	176,41
11,80	7	0,738	2,60	3,53	130,23	176,41
12,00	8	0,737	2,85	3,87	142,53	193,33
12,20	4	0,736	1,42	1,93	71,16	96,67
12,40	5	0,735	1,78	2,42	88,83	120,83
12,60	4	0,734	1,42	1,93	70,97	96,67
12,80	6	0,733	2,13	2,90	106,30	145,00
13,00	5	0,732	1,70	2,32	84,97	116,07
13,20	6	0,731	2,04	2,79	101,82	139,28

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 1	0	0	0	0	
Strato 2	0	0	0	0	
Strato 3	10,44	17,4	27,84	41,76	Liquefazione possibile al IX° Mercalli
Strato 4	12,24	20,4	32,64	48,96	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
Strato 5	12,69	21,15	33,84	50,76	Liquefazione possibile al VII° Mercalli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Skempton 1986	13,97
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Skempton 1986	28,23
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Skempton 1986	48,37
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Skempton 1986	38,07
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Skempton 1986	27,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	21,17
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,91
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	31,5
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	28,64
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	25,83

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1,99
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Schmertmann (1978) (Sabbie)	6,22
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Schmertmann (1978) (Sabbie)	14,23
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Schmertmann (1978) (Sabbie)	9,74
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Schmertmann (1978) (Sabbie)	6,14

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3,20
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,29
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,35
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,19
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4,27

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m ³)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Meyerhof ed altri	14,02
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Meyerhof ed altri	16,28
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Meyerhof ed altri	19,22
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Meyerhof ed altri	17,75
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Meyerhof ed altri	16,18

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m ³)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,63

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2,54	2,60	2,54	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	7,93	4,80	7,93	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	18,14	8,20	18,14	(A.G.I.)	0,32
Strato 4	12,41	12,20	12,41	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	7,82	13,20	7,82	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	21,67
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	43,44
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	72,02
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	57,11
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	43,07

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Navfac 1971-1982	0,40
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Navfac 1971-1982	1,65
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Navfac 1971-1982	3,72
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Navfac 1971-1982	2,61
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Navfac 1971-1982	1,63

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

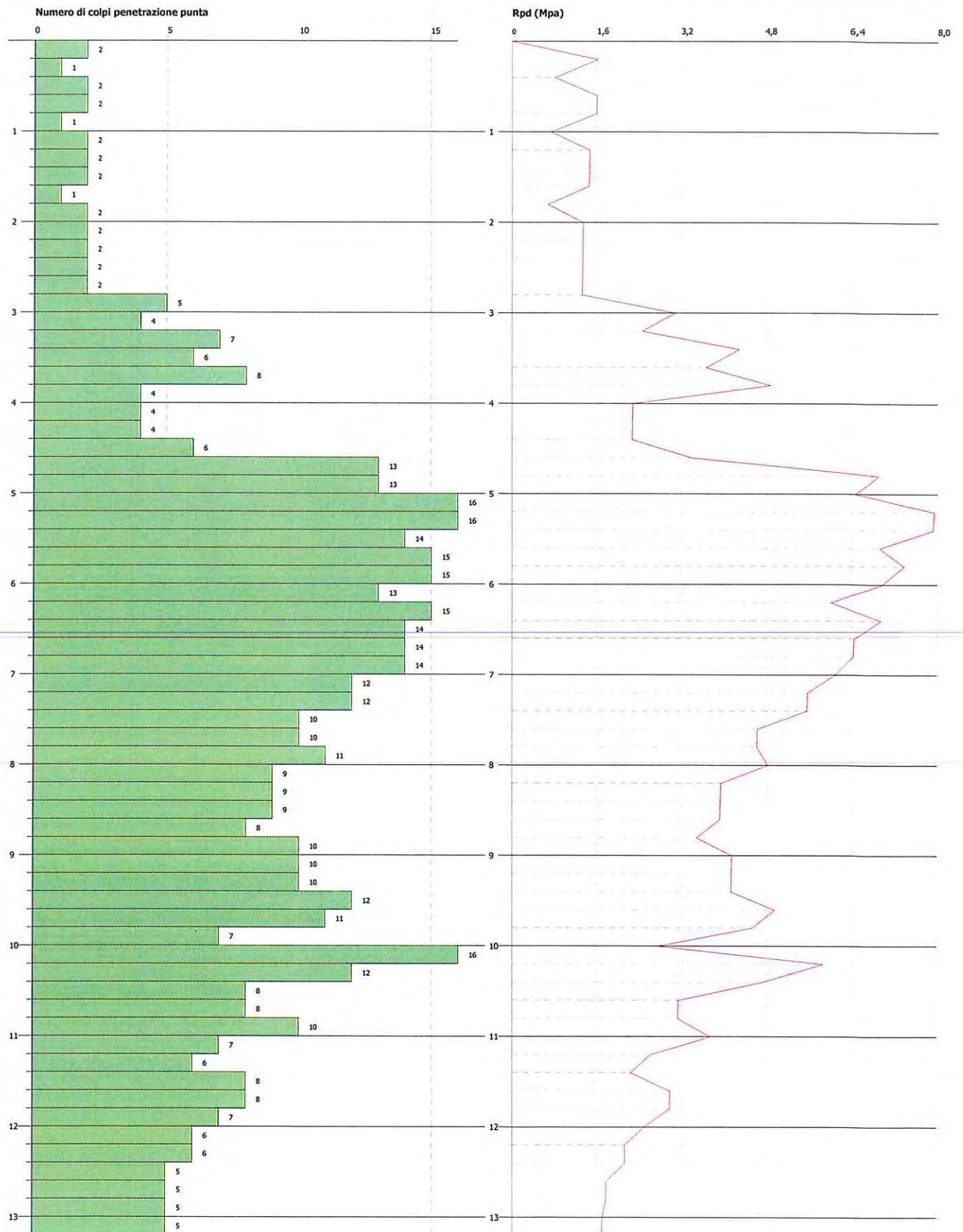
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	2,54	2,60	2,54	Robertson 1983	0,50
Strato 2	7,93	4,80	7,93	Robertson 1983	1,56
Strato 3	18,14	8,20	18,14	Robertson 1983	3,56
Strato 4	12,41	12,20	12,41	Robertson 1983	2,43
Strato 5	7,82	13,20	7,82	Robertson 1983	1,53

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Soc. AFRE SRL
 Cantiere : CAIVANO
 Località : S.S. 87

Data :22/05/2020

Scala 1:60

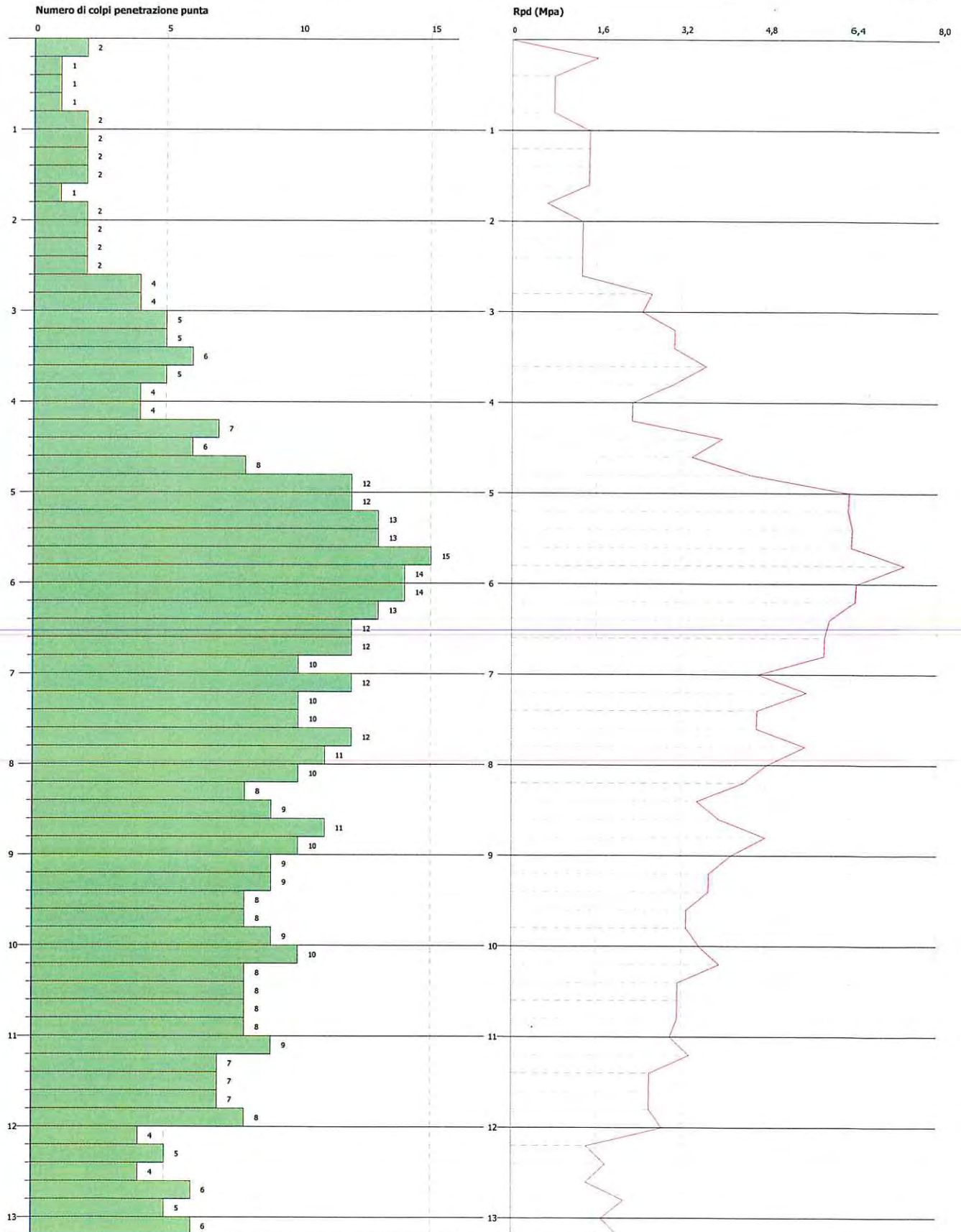


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Soc. AFRE SRL
 Cantiere : CAIVANO
 Località : S.S. 87

Data :22/05/2020

Scala 1:60





COMUNE DI CAIVANO

PROVINCIA DI NAPOLI

STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

VIA FERDINANDO I N.11, CAIVANO (NA) - TEL/FAX 081-8348097

OGGETTO:

Progetto di Lottizzazione Convenzionata PUA del
comparto D3.2 scheda n.32 del PRG

COMMITTENTI:

AFRE s.r.l.

UBICAZIONE:

S.S. 87
f. 15 p.lla 192

ELABORATI:

 relazione tecnica illustrativa

N° TAV.

1	di 17

REV. 3: MARZO 2023

AFRE S.R.L.
L'Amministratore

IL TECNICO



TIMBRO E FIRMA

PARTE RISERVATA ALL'UFFICIO:

PRATICA UTC N. /

Prot .Gen N. del

**PROGETTO DI PIANO URBANISTICO ESECUTIVO (P.U.E.) ovvero PIANO
URBANISTICO ATTUATIVO (PUA)- LOTTIZZAZIONE CONVENZIONATA
COMPARTO D.3.2 DEL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI
CAIVANO (NA)**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il Comune di Caivano è dotato di Piano Regolatore Generale, approvato con Decreto del Sindaco di Caivano nr.14005 del 20.09.2005, pubblicato sul BURC nr. 50 del 03.10.2005.

La zonizzazione del citato P.R.G. articola il territorio nelle seguenti zone omogenee: A1 – A2 – A3 – A4 – A5 - B – C1- C2 – D1 – D2 – D3 – E1 – E2 – F1 – F2 – F3 – G – H1 – H2.

Le relative Norme Tecniche di Attuazione, al Titolo II artt. 17 e 18 prevedono che il P.R.G. si attua attraverso i Piani Urbanistici Esecutivi (P.U.E.) previsti dalle vigenti norme urbanistiche, annoverando, tra gli altri, i Piani di lottizzazione ed i PIANI PARTICOLAREGGIATI DI CUI ALLA Legge 1150/42.

L'art. 46 delle citate Norme Tecniche di Attuazione del vigente P.R.G. norma la zona territoriale **D3 di nuovo impianto**, per la quale l'attuazione del P.R.G. avviene mediante P.U.E., ovvero Piano Urbanistico Attuativo (Legge Regione Campania n°16 del 22.12.2004);

Il vigente Piano Regolatore Generale ha classificato la suddetta area D3 di nuovo impianto (Elaborato P3.4), disciplinata dall'art. 46 delle relative Norme Tecniche di Attuazione;

Dalla scheda n.32 dell'elaborato P 5.1 del vigente Piano Regolatore Generale, si rilevano i seguenti parametri urbanistici :

PARAMETRI URBANISTICI D.3.2 DA PIANO

Superficie totale zona	mq	8012,00
------------------------	----	----------------

edificabilità:

Sup. utile	mq	3116,00
------------	----	---------

Superficie per attrezzature e servizi da cedere al Comune (Ss)	mq	1780,00
--	----	---------

di cui:

strade, piazze e parcheggi	mq	1780,00
----------------------------	----	---------

verde pubblico sportivo	mq	0,00
-------------------------	----	------

servizi ed attrezzature pubbliche	mq	0,00
-----------------------------------	----	------

La società AFRE srl con sede in Caivano alla Strada Sannitica Nord n.3 Residenza Liria ,P.Iva n. 03678181219 è proprietaria del lotto riportato in catasto di Napoli al foglio n. **15 p.lla 192**, di mq 8.005 di cui mq 7.792,00 rientrano nel comparto D.3.2 e mq 213, 00 sono adibiti a strada del prolungamento di via Turati . Su tale lotto è presente una condotta di gas metano che attraversa l'intero lotto in direzione ovest - est fino a raggiungere la cabina di trasformazione del gas da alta a bassa pressione. Tale condotta sarà spostata nella nuova strada di lottizzazione.

A tal fine la società AFRE srl con scrittura privata , notaio Marco Marini , del 15/10/2021 registrata il 26/10/2021 al n. 21738/1T) ha costituito a favore della società SNAM RETE GAS una nuova servitù , sul lotto riportato in catasto al foglio 15 . p.lla 192 , per lo scavo e l'interramento alla profondità di un metro di una condotta trasportante idrocarburi nonché di cavi accessori per reti tecnologiche secondo il tracciato proposto dalla SNAM ed accettato dall' AFRE sri e riportato nella tav. 14 allegata.

La società AFRE s.r.l. ha , altresì , versato alla SNAM l'intero importo pari ad € 116.000,00 (Centosedicimila euro) + Iva nella misura di € 32.116,00 (trentaduemilacentosedici euro) per i lavori relativi allo spostamento della condotta del gas.

Per tutto quanto sopra si è impostato il Piano Esecutivo Urbanistico, ovvero Piano Urbanistico Attuativo, operando preliminarmente la verifica topografica della consistenza del lotto di intervento, come segue:

PARAMETRI URBANISTICI D.3.2 DI PROGETTO

Superficie totale zona	mq	7792,00
edificabilità:		
Sup. utile	mq	2265,00
Superficie per attrezzature e servizi da cedere al Comune (Ss)		
di cui:	mq	1842,00
Strade	mq	1842,00
verde pubblico sportivo	mq	0,00
servizi ed attrezzature pubbliche	mq	0,00

Dal confronto dei parametri urbanistici di piano e di progetto si evince che la superficie per la nuova strada (mq 1715,00) più quella occorrente per la rotatoria (mq 127,00) che sarà ceduta al comune è maggiore di mq 62,00 (1.842,00- 1.780.00) mentre la superficie coperta che sarà edificata è minore di mq 851,00 (3.116,00 – 2.265,00) .

I tipi edilizi sono stati progettati nel rispetto delle superfici, dell'altezza massime consentite e delle distanza minime dai confini e dai fabbricati. Infatti sull'intero comparto è previsto la realizzazione di un capannone in struttura prefabbricata da adibirsi **ad attività commerciale**. Tale capannone ha una superficie coperta di mq 2.265.00 e una altezza massima di mt 7,00 . Esso è ubicato sul lato est ad una distanza minima di mt 5,60 mt dal confine libero , sul lato nord in

aderenza ai fabbricati esistenti , sul lato sud a 5,70 mt dal ciglio della strada di lottizzazione e ad ovest a circa mt 70 dalla S.S. 87.

In considerazione che il capannone sarà adibito ad una attività commerciale (supermercato alimentare) avente una superficie utile interna di mq 1.964,00 di cui **mq 1437,00 destinati alla vendita** e mq 527,00 a servizi (depositi , W.C. , spogliatoi , uffici , celle frigorifere ed ecc.....), le aree esterne di pertinenza , circa mq 3.685,00 sono destinate :

- **a parcheggi per mq 2679,00** > di $1437,00 * 1,5 = \text{mq } 2115,50$ in rispetto dell'allegato C della L.R. n.7/2020,
- **uso pubblico mq 60,00** > di $1437,00 * 0,03 = \text{mq } 43,11$ in rispetto dell'allegato D della L.R. n. 7/2020
- **a movimentazione merci mq 103,30** > di $1437,00 * 0,03 = \text{mq } 43,11$ in rispetto dell'allegato D della L.R. n. 7/2020
- **a verde e camminamenti mq 842,70**

I posti auto all'interno dell'area parcheggio sono **120** > dei 118 richiesti dall'art. 24 delle N.T.A. allegate al P.R.G. che prevede 6 posti auto ogni 100 mq di superficie utile dello stabilimento.

La pavimentazione delle aree esterne sarà realizzata:

posti auto con masselli drenati al 100% ,

corsie di manovra e camminamenti con uno strato di collegamento della massicciata in binder da cm 10 e tappetino di usura di cm 3

Reti tecnologiche e impianti di trattamento acque di prima pioggia e acque reflue

1) Descrizioni delle Reti

RETE DI SCARICO

Acque bianche

Acque nere

Acque meteoriche

RETE DI CARICO

Alimentazione idrica

Alimentazione Gas

Alimentazione energia elettrica

Gli elementi delle Reti e degli Allacciamenti sono:

- Tracciato delle reti di carico esteso fino ai fabbricati, nel corpo dei quali sono posti i quadri contatori delle forniture;
- Tubazioni per le reti di scarico fino ai punti di immissioni delle acque nere nella condotta principale;
- Tubazioni per le reti di scarico fino ai punti di immissioni delle acque bianche nella condotta principale;
- Impianto di trattamento acque di prima pioggia;
- Impianto di trattamento acque reflue;

Le reti di scarico (rete fognaria) saranno realizzati con tubazioni di idonea sezione, in modo da poter smaltire i nuovi carichi derivanti dall'edificio di progetto.

Lo speco previsto è di sezione circolare del diametro di 150 , 200, e 300 mm, che sarà realizzato utilizzando tubi in p.v.c annegati in getto di calcestruzzo .

2) Impianto di laminazione e trattamento acque di prima pioggia

Considerato che il ricettore finale delle acque meteoriche è la fognatura comunale esistente sulla strada Sannitica sarà installato un impianto di trattamento acque di prima pioggia che ha lo scopo di laminare le portate al fine di non sovraccaricare la rete durante l'evento meteorico e trattare le prime acque che cadano sui piazzali impermeabili .

L'impianto è costituito da una vasca di laminazione che impegna l'accumulo e il trattamento delle acque meteoriche;

Il trattamento prevede tre fasi distinte:

- Raccolta delle acque;
- Accumulo temporaneo per consentirne lo stoccaggio e la sedimentazione delle sostanze solide;
- Convoglio delle acque nell'unità di trattamento per la separazione degli idrocarburi;

Nella pratica corrente, le acque di prima pioggia vengono separate da quelle successive (seconda pioggia) e rilanciate all'unità di trattamento (Dissabbiatori, Disoleatori, etc) tramite un bacino di accumulo interrato di capacità tale da contenere il volume d'acqua corrispondente ai primi 5mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto. Il bacino è preceduto da un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo. Nel bacino è di solito prevista una pompa di svuotamento che viene attivata automaticamente da una sonda rivelatrice di pioggia.

Le acque meteoriche che cadano sulla copertura del capannone sono immerse direttamente nella fogna , in quanto queste non richiedano nessun trattamento

3) Impianto di trattamento acque reflue:

Le acque reflue provenienti dai servizi igienici prima di essere immerse nella fognatura della strada di lottizzazione , il cui ricettore finale e il collettore esistente su via Sannitica, saranno trattate in fossa Imhoff

La fossa Imhoff è composta da Comparto di sedimentazione e un comparto di digestione.

Il comparto di sedimentazione è costituito da una cameretta rettangolare in cemento (o circolare) disposta orizzontalmente. Nella parte sottostante si trovano poste due pareti inclinate e convergenti nel centro della vasca, creando fessurazione per il passaggio dei fanghi sedimentati. Il liquame in arrivo è costretto a dissipare subito tutta la sua energia di velocità ed a sottopassare il primo deflettore facendo sì che le sostanze più leggere (schiume, oli ecc.) si fermino a ridosso dello stesso. Le altre sostanze più pesanti, nel sottopassare la parete, sono trascinate verso il fondo del comparto dalla stessa forza di caduta, maggiore della velocità di deflusso del liquame e dall'appesantimento dovuto all'agglomerarsi di più particelle.

Il comparto di digestione si trova nella zona sottostante della vasca in cemento. In esso si raccolgono per caduta naturale le sostanze sedimentate nel sottostante comparto passando attraverso le feritoie di fondo dello stesso. Tali sostanze, inizialmente ad elevatissimo contenuto d'acqua (98-99% in ragione di circa 2,2 litri per abitante/giorno), accumulandosi nel fondo tendono ad ispessirsi (diminuzione di volume fino al 50%) e l'acqua che si libera tende a risalire per unirsi in superficie all'affluente

sedimentato. I fanghi depositatisi subiscono il processo di digestione anaerobica in circa 60 giorni ad una temperatura che mediamente si mantiene intorno ai 12-15 °C.

NORME TECNICHE PROGETTUALI OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIE

RETE VIARIA

La larghezza della sede della strada di lottizzazione è prevista di metri 10,00 con restringimento a mt 7,70 in aderenza al lotto della cabina del gas . La larghezza dei marciapiedi e di m 1,50 e sono dotati di rampe conformi alla normativa vigente per i soggetti portatori di handicap. Per la progettazione della nuova rotatoria per l'intersezione della strada Caserta-Napoli (strada Sannitica) si è fatto riferimento al D.M. del 19/04/2006 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” -. La rotatoria prevista in progetto ha le seguenti dimensioni planimetriche: - forma circolare con diametro esterno della corona giratoria di 11,00 mt; - larghezza utile della corona giratoria di 7,00 mt. ed isola centrale di diametro di mt 4,00 interamente o parzialmente valicabile in segnaletica , larghezza corsie d'ingresso di 3,50 - 4,00 mt , larghezza corsie di uscita di 3,50 -4,00 mt. con idonea segnaletica orizzontale e verticale di sicurezza. La corretta progettazione della rotatoria ha consentito la verifica dei raggi di deflessione delle traiettorie in attraversamento, dei raggi in entrata ed in uscita e dei raggi interni dell'isola centrale necessari per agevolare l'iscrizione degli autobus e dei veicoli pesanti previsti.

STRATO DI COLLEGAMENTO

E' previsto uno strato di collegamento realizzato con conglomerato bituminoso (binder) dello spessore medio di circa cm 10 eseguito con impasto a caldo così da ottenere una massa perfettamente chiusa.

TRATTAMENTO SUPERFICIALE

Sul binder sarà realizzato uno strato di usura (tappetino) eseguito con impasto a caldo di conglomerato bituminoso delle spessore medio di circa cm 3, dopo il costipamento che sarà realizzato con idonea rullatura a mezzo compressore.

ZANELLE E CORDONATE

Lungo i marciapiedi, al bordo della carreggiata, saranno sistemati cordoni prefabbricati in calcestruzzo di cemento vibrato con spigolo smussato di dimensioni 12-14 x 25 x100 cm. La zanella sarà realizzata in conglomerato cementizio dosato a q.li 2,00 di spessore cm 25. Lungo i bordi della carreggiata sono previste le caditoie dei pozzetti sifonati per la raccolta delle acque meteoriche.

MARCIAPIEDE

I marciapiedi avranno una larghezza complessiva di circa m 1,50, dotata di massetto di fondazione in calcestruzzo, che verrà realizzato previa idonea compattazione meccanica del piano di posa che avrà uno spessore medio pari a circa cm 15.

La pavimentazione sarà realizzata con tappetino dello spessore di circa cm 3.

ROTATORIA

L'isola centrale della rotatoria sarà a raso avrà un pendenza del 2% a salire verso il suo centro è sarà pavimentato con cubetti di porfido poggianti su una fondazione stradale che garantisce il transito dei mezzi pesanti. Al fine di garantire l'accesso in sicurezza al nuovo distributore di benzina " ITE di Laezza Josafat" sarà realizzata una corsia di immissione attraverso un arretramento del marciapiede in modo che eviti intralcio alle corsie verso Napoli così come stabilito nella conferenza di servizi del 27/09/2022 protocollo n.31310/22 del 03/10/2022

RETE FOGNARIA

La rete fognaria sarà realizzata con tubazioni di idonea sezione, in modo da poter smaltire i nuovi carichi derivanti dall'edificio di progetto.

Lo speco previsto è di sezione circolare del diametro di 630 mm, che sarà realizzato utilizzando tubi di polietilene ad alta densità rispondenti alle norme UNI EN 12666.

Per il calcolo idraulico della fognatura in PEAD si è ricorso alla formula:

$$V = K R i$$

Dove K è ricavato dalla seconda espressione di Bazin, ottenendo, infine:

$$Q = (87 S R i) / (R + 0,06)$$

Assumendo:

Q= portata in m/s

S= sezione bagnata del tubo in m

R= 2 / P raggio medio della sezione bagnata in m

I = pendenza

POZZETTI DI ISPEZIONE

I pozzetti saranno del tipo prefabbricato in cemento vibrato di dimensioni improntate ad una idonea facilità di esercizio, con i relativi dati costruttivi rilevabili dai grafici cui si rimanda.

POZZETTI CON CADITOIE

Sono previsti pozzetti sifonati del tipo prefabbricato di altezza pari a cm 70 dotati di griglia superiore in ghisa, collegati alla rete fognaria mediante tubazioni in P.V.C. rinforzato di diametro 200 mm con rinfiaccio in calcestruzzo. Per migliore lettura si rimanda al grafico specifico.

RETE IDRICA

La rete idrica interna al Piano di Lottizzazione è stata prevista in modo tale da avere percorrenze minime con basse perdite di carico e, quindi, costi minimi. Essa sarà realizzata con tubazione in polietilene PE 80 con diametro esterno 90mm e sarà allacciata alla rete esistente di via Salvemini

TUBAZIONI-POZZETTI DI DERIVAZIONE

Le tubazioni sono posate su un letto di sabbia dello spessore pari a circa cm 15, poste ad una profondità non inferiore a m 1,00.

Sono previsti pozzetti di derivazione costruiti in opera in c.c.a.
Per maggiore dettaglio si rimanda allo specifico grafico.

RETE PUBBLICA ILLUMINAZIONE

La rete di illuminazione pubblica è stata prevista a disposizione unilaterale lungo tutto il tratto stradale. Tale disposizione risponde in modo ottimale sia alle esigenze di natura tecnica sia a quelle di natura economica.

CARATTERISTICHE DEI CORPI ILLUMINANTI

Le lampade che saranno impiegate per le rete sono del tipo a vapore di sodio ad alta pressione, con bulbo tubolare trasparente, in quanto queste rispondono a caratteristiche di efficienza luminosa e di lunga durata, oltre ad avere uno spettro luminoso adatto sia al traffico motorizzato che pedonale.

LIVELLO DI ILLUMINAZIONE

Per il livello di illuminamento si è tenuto conto del fatto che la stessa è a scarso traffico motorizzato e medio traffico pedonale.

Pertanto si è optato per un livello di illuminamento pari a 15 Lux.

Al fine di ottenere un livello medio di illuminamento non inferiore a 15 Lux si è calcolato una distanza tra i corpi luminosi in prima approssimazione col metodo del flusso totale e, in via definitiva, col metodo del punto per punto.

RETE DI DISTRIBUZIONE

L'impianto elettrico sarà dotato di un quadro di comando e protezione. Ogni lampada sarà protetta anche da fusibile posto nella cassetta di derivazione a palo. L'accensione e lo spegnimento dell'impianto sarà affidato ad interruttore orario o crepuscolare.

La distribuzione sarà realizzata mediante circuito trifase con neutro e circuito monofase con neutro. Verranno posti in opera cavi quadripolare e bipolare interrati entro tubazione in P.V.C..

Il dimensionamento dei conduttori è stato operato in modo che la caduta di tensione massima sulla linea sarà contenuta entro il 4% della tensione di alimentazione garantendo, così, il corretto funzionamento dell'impianto.

IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è stato previsto utilizzando dispersori in numero adeguato di acciaio zincato a fuoco o acciaio armato, infissi nel terreno, uno per ogni palo e collegati tra loro mediante corda di rame nuda da 35 mmq fissati al palo mediante corda da pari area.

CANALIZZAZIONE PER RETI ENEL

E' stata prevista la costruzione della canalizzazione della rete energia elettrica, utilizzando tubazioni interrate in Corrugato con rinfiacco in calcestruzzo.

Sono stati previsti, altresì, pozzetti di presa di utenza.

Se l'ENEL lo riterrà necessario sarà fornita una cabina elettrica per la trasformazione dell'energia secondo le direttive dell'ENEL.

RETE DI DISTRIBUZIONE GAS METANO

RETE URBANA B.P.

La rete urbana in B.P. che trasporta il gas dai GR agli impianti di derivazione d'utenza verrà esercitata a pressione inferiore a 40 Mbar (D.M. 24.11.84).

Il materiale che si prevede utilizzare è il tubo in polietilene, del diametro di mm 80, conformemente alla direttiva del D.M. 24.11.84.

IMPIANTI DI DERIVAZIONE DI UTENZA

Gli impianti di derivazione di utenza sono previsti in tubazione di acciaio rivestita, per quanto riguarda la parte interrata, e zincata per la parte aerea, ove è prevista, in posizione protetta e accessibile, un organo di intercettazione.

STIMA DEL FLUSSO DI TRAFFICO INDOTTO

Il progetto proposto prevede l'insediamento di una media struttura di alimentare (supermercato, probabile Lidl) all'interno del centro urbano sulla via Sannitica nord Km 13,700. In questo tratto la strada Sannitica è a due sensi di marcia, una corsia, di larghezza mt 4,50, per senso di marcia. La nuova struttura commerciale avrà una superficie lorda di 2.265 m² di cui 1.437 m² destinati alla superficie di vendita (S.V.). Sono previsti parcheggi pertinenziali con accesso dall'intersezione a rotatoria di nuova realizzazione, e dalla nuova strada di lottizzazione. Gli addetti, i fornitori e mezzi di servizio per il rifornimento accederanno (ingresso e uscita) sia all'area di parcheggio, connessa alla struttura, sia agli spazi destinati a scarico merci dalla nuova strada di lottizzazione.

Le stime dei flussi di traffico **indotti dalla nuova struttura di vendita** sono effettuabili avvalendosi delle consolidate metodiche messe a punto dall'Institute of Transportation Engineers (ITE), con articolare riferimento all'ultimo aggiornamento del Trip Generation Manual, secondo il quale la determinazione dei flussi di veicolari negli orari di punta (AM, PM) e giornalieri attesi nei diversi periodi settimanali (feriale dal lunedì a venerdì, sabato e domenica) viene svolta partendo dalla valutazione delle previsioni insediative (tipo destinazione d'uso e relativa consistenza) connesse all'insediamento di nuove attività sul territorio ed applicando specifici valori medi caratteristici, ovvero specifiche relazioni empiriche ricavati dall'ITE sulla base di ultradecennali esperienze di misure sul campo. Le risultanze ricavate dall'applicazione delle metodologie ITE sono state incrociate con le stime preliminari in merito al fatturato atteso da proponenti di strutture simili, riscontrandone una sostanziale coerenza.

Analisi traffico intersezioni SS87 per nuova attività commerciale alimentare. In riferimento al previsto supermercato con superficie lorda di circa 2.265 m² e superficie di vendita di meno di 1.500 m² (circa 1.437 m²), applicando i parametri indicati dall'ITE nel Trip Generation Manual (v. 9th edition del 2012) alla corrispondente categoria contemplata, si ricavano i seguenti flussi veicolari attratti/generati:

- **spostamento orari nella fascia oraria di punta AM (08-09) ≈ 92** di cui spostamenti attratti 58 e spostamenti generati 34
- **spostamento orari nella fascia oraria di punta PM (17-18) ≈ 190** di cui spostamenti attratti 98 e spostamenti generati 92.

Questi spostamenti complessivi imputabili al supermercato in progetto non costituiscono in toto i flussi sulla rete circostante, dato che contengono una quota di "pass-by trips", ovvero flussi già presenti sulla rete strade adiacente per compiere tragitti tra origini e destinazioni indipendenti dall'insediamento delle attività in questione, ma su di esse attratti con momentanea "deviazione" dal cammino prefissato, per effettuarvi passaggi/soste intermedie. Nel caso specifico, i pass-by trips sono costituiti da flussi già presenti sulla via Sannitica e che sono intercettati dalla nuova struttura lungo il cammino; essi dunque non costituiscono flussi aggiuntivi.

I flussi per i conferimenti, le forniture periodiche e le attività di servizio, che sulla base di esperienze simili sono stimabili in circa 10 v/giorno (ingresso e uscita) di veicoli pesanti (corrispondenti a 20 viaggi/giorno di veicoli equivalenti). In generale, questi flussi veicolari pesanti non interessano le fasce orarie di punta AM/PM, normalmente avvengono nella fascia mattutina o tardo-serale rispettivamente antecedenti e susseguenti l'orario di apertura al pubblico. Tali flussi interesseranno la nuova strada di lottizzazione la cui carreggiata, a due sensi di marcia e di larghezza di mt 7,00 abbondantemente dimensionate per tale flusso veicolare pesante.

CONCLUSIONI

le suddette stime di traffico indotto sono finalizzate all'analisi degli impatti sul traffico correlati alla proposta progettuale di inserimento di una media struttura di vendita alimentare (supermercato) all'ingresso nord del territorio urbanizzato di Caivano.

La nuova struttura commerciale avrà una superficie lorda 2.265,00 mq di cui massimo 1.437 mq destinati alla superficie di vendita, SV.

Sono previsti parcheggi pertinenziali per mq 2679,00 con accesso dalla via Sannitica e dalla nuova strada di lottizzazione.

L'intervento è associato alla realizzazione di una rotatoria sulla strada Sannitica che permetterà sia l'ingresso che l'uscita, della nuova struttura commerciale, in sicurezza e senza ingombri sulla stessa Sannitica; permetterà altresì, per chi si immette dalla strada di lottizzazione sulla Sannitica, la sola svolta a destra con regolazione a precedenza a mezzo di segnaletica orizzontale e verticale.

In ordine alla consistenza prevista del supermercato alimentare, a seguito dell'applicazione dei consolidati criteri dell'Institute of Transportation Engineers per la determinazione del traffico indotto sulla porzione di rete interessata è stimabile un aumento netto dei flussi veicolari nelle fasce orarie di punta AM/PM dell'ordine rispettivamente dei 58 e dei 98 veicoli/ora di punta, corrispondente ad un incremento trascurabile rispetto ai flussi già attualmente presenti.

L'intervento della nuova rotatoria, pur tenendo conto del traffico indotto dell'intervento in oggetto, si configura in un'ottica di ottimizzazione dei flussi di traffico.

il tecnico



A circular blue stamp from the "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI" (Order of Engineers of the Province of Naples). The stamp contains the following text: "DOTT. ING. MASSIMO GIUSEPPE", "SEZIONE A", "SETTORE CIVILE E AMBIENTALE", and "N° ISCRIZ. 8822". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

ASSEVERAZIONI DEL PROGETTISTA

Il sottoscritto ing. Giuseppe Massaro , nato a Caivano il 29/03/1955 , e residente in Caserta alla via dei Ginepri n. 3, iscritto all'ordine degli ingegneri della prov. di Napoli al n. 8830 in qualità di progettista

Dichiara ed Assevera

- Che la rotatoria di progetto rispetta tutte le norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali di cui al D.M.19/04/2006.
- Che il progetto dello stabilimento destinato a supermercato alimentare di media struttura di vendita rispetta tutte le norme di cui alla L.R. n.7/2020 .
- Che le reti tecnologiche di progetto sono funzionalmente collegabili alle reti esistenti.
- L'accesso al lotto sarà garantito dagli ingressi posti sulla nuova viabilità , qualora la rotonda sulla via Sannitica non sia realizzata.

21/03/2023

IL PROGETTISTA

ing. Giuseppe Massaro

