




## RELAZIONE GEOLOGICA - TECNICA

Progetto: " Interventi di riqualificazione energetica del complesso immobiliare sportivo di Contrada Balata ”  
CUP G99J18000360006 – Codice Caronte SI 1 23284 .

VISTO:	LUOGO: PALERMO (PA)
	DATA: 12/2022
Committente	Il Geologo
AREA TECNICA 3 COMUNE DI MARINEO	Geol. Giuseppe Firemi 
Studio Geologico del Dott. Giuseppe Firemi - Via Resuttana n°289/A, 90146 Palermo tel: 3270154816 e-mail: firemigiuseppe@gmail.com pec: giuseppefiremi@pecgeologidisicilia.it web: www.geotecnic.it	

## **COMUNE DI MARINEO**

**Progetto: “ Interventi di riqualificazione energetica del complesso immobiliare sportivo di Contrada Balata ”**  
**CUP G99J18000360006 – Codice Caronte SI \_1\_23284**

### **RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA E GEOMORFOLOGICA**

#### **PREMESSE**

L’incarico è stato assegnato allo scrivente; Geologo Giuseppe Firemi, nato a Brescia il 16/03/1982, con studio in Palermo, Via Resuttana n°289/A, 90146 (PA), con P.IVA n° 06074750826, regolarmente iscritto all’Ordine Regionale de Geologi di Sicilia, al n° 3094 SEZ-A, dal Comune di Marineo, Area 3 Tecnica con determina n°311 del 28/10/2022, all’interno del progetto di: “Interventi di riqualificazione energetica del complesso immobiliare sportivo di Contrada Balata ” CUP G99J18000360006 – Codice Caronte SI \_1\_23284, il servizio di redazione dello studio geologico per la progettazione dei lavori in oggetto.

L’incarico prevede l'esecuzione di tutti i rilievi geologici e geomorfologici necessari per:

- determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- studiarne le caratteristiche geomorfologiche
- indicare eventuali opere di consolidamento o presidio

In una prima fase abbiamo, quindi, organizzato il nostro lavoro eseguendo un sopralluogo, al fine di studiare una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico.

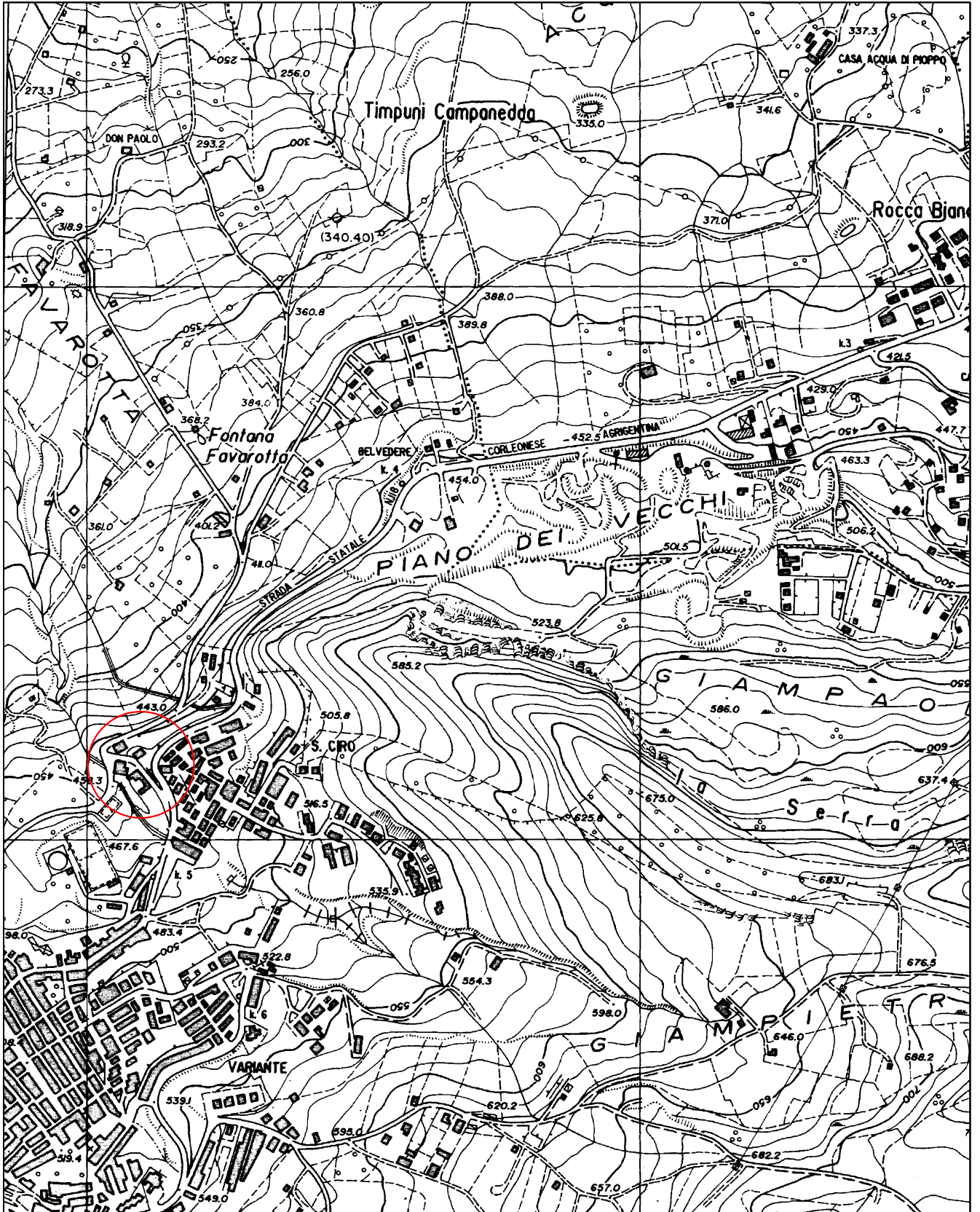
La Relazione è stata redatta in osservanza alle norme:

- D.M.del 17 gennaio 2018 e s.m.i.
- Circolare A.R.T.A. 2222/1995
- Decreto A.R.T.A. 04 luglio 2000, 25 luglio 2002 e s.m.i. (P.A.I.)

Con i dati in nostro possesso, dal rilievo geologico effettuato e sulle prove in sito realizzate e quelle fornite dalla committenza in sede di firma della “lettera di incarico” abbiamo redatto la Relazione Geologico-Tecnica e geomorfologica corredata da:

- Corografia in scala 1:10.000,
- Carta geologica in scala 1:10.000
- Carte del P.A.I. 1:10.000
- Carta ubicazione indagini 1:250
- Relazione sismica tipo MASW (*Allegato n°1*)
- Relazione sismica tipo Sismica a Rifrazione (*Allegato n°2*)
- Indagini penetrometriche (*Allegato n°3*)
- Report fotografico indagini eseguite (*Allegato n°4*)

## COROGRAFIA



SCALA 1:10.000

AREA IN STUDIO



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I terreni predominanti affioranti nell'area in studio e nelle zone limitrofe, sono:

### **F.m. Fanusi**

*Breccie dolomitiche (Trias-sup. Infralias)*

Breccie dolomitiche e dolomiti bianche o grigie stratificate in banchi dallo spessore metrico e decamentrico alternate ciclicamente a dolareniti dolosiltite gradate e laminate in strati centimetrico-decimetrici. Localmente dolomie massive, farinose e vacuolari. Gli spessori possono variare da pochi metri fino a 300 m di potenza mantenendo comunque valori medi sui 250 m.

Il limite inferiore è riconoscibile nelle superfici erosive e canalizzate dei calcari sottostanti della formazione Scillato su cui gli strati dolomitici poggiano in discordanza tipo downlap di circa 5-8°.

Il limite superiore è facilmente individuabile per il netto cambio litologico con calcari a crinoidi o con marne a radiolariti del membro delle radiolariti nere della F.m. Crisanti. Appartenente al Dominio Imerese.

### **F.m. Crisanti**

*Calcari marnosi e marne (Lias-sup, Creta-sup)*

Calcilutiti a radiolari, radiolariti, calcari selciferi e marne cui si intercalano livelli di breccie carbonatiche risedimentate, derivanti dalla frammentazione di corpi di piattaforma carbonatica del suo margine. Lo spessore medio intorno ai 50 m. può variare dai 30 ai 140m. gli strati sottili radiariticisi presentano di colore nerastro e subordinatamente rosso bianco per la diffusione di Mn

e Fe con diffuse laminazioni di bioturbazioni. Le laminazioni sono allineamenti planari di gusci di radiolari causate da correnti di fondo.

Dato che le forme fossili sono generalmente in cattivo stato di conservazione la datazione viene attribuita in funzione alla sua posizione stratigrafica ed al reperimento saltuario di fossili che ne confermino l'intervallo cronologico.

Il corpo geologico è ben riconoscibile sul terreno, poiché costituisce spianate aree di morfologia blanda essendo limitato tra le dolomie massive della formazione Fanusi. Il limite inferiore è una superficie netta con rapporti onlap sui calcari a crinoidi e/o Fm. Fanusi.

L'ambiente di sedimentazione è quello di scarpata-bacino profondo oltre i 400 m., la sedimentazione è stata da fenomeni gravitativi che innescavano fenomeni di slumping e correnti torbiditiche diluite.

### **Flysh Numidico**

*Argilliti e argille marnose con livelli quarzarenitici (Flysch Numidico)*

Rappresentano il complesso argilloso-arenaceo maggiormente diffuso nel bacino in studio. Si tratta di peliti di colore bruno, talora mangesifere, in sottili strati, cui si alternano, in subordine, siltiti ed arenarie a grana finissima in strati centimetrici.

Sono presenti a luoghi intercalazioni di calciruditi. Le peliti sono rappresentate da argille, talora siltose, talora marnose, con livelli argillitici, generalmente bruno o color tabacco, ricche in ossidi di ferro, con in subordine intercalazioni di quarzareniti e quarzosiltiti.

Le arenarie sono costituite da granuli di quarzo arrotondati con diametro da frazioni di millimetro a qualche centimetro.

Le argille si presentano con una struttura a scaglie, da minute a grossolane; quando si presentano minute costituiscono un ammasso di scagliette dell'ordine del mm, lungo piani di sovrascorrimento che portano lembi di argilla ad accavallarsi su altre argille; le dimensioni delle scaglie aumentano man mano che ci si allontana dalle zone di disturbo o quando cambiano i tipi litologici nel passare dalle argilliti alle argille o alle quarzosiltiti. Le scaglie presentano superfici lucide, talora striate ad opera degli sforzi tettonici.

Tale complesso argilloso è privo di stratificazione distinta; questa diventa evidente quando le argille si alternano a sottili livelli quarzarenitici, talora si presentano invece in giacitura caotica.

I banchi quarzarenitici, subordinati alle argille, sono costituiti da una abbondantissima frazione di granuli di quarzo mal classati e da una matrice microcristallina detritica costituita da clorite e dai minerali argillosi menzionati.

La litofacies arenacea affiorante nell'area in studio del Flysch Numidico è caratterizzata da argille, talora siltose, generalmente brune, ricche di ossidi di ferro con frequenti intercalazioni di quarzareniti e subordinatamente quarzosiltiti durissime e compatte. Le quarzareniti sono a grana fine, di colore grigio in profondità e giallastro in superficie, talora con patine ferruginose.

Talora il Flysch Numidico contiene delle arenarie biancastre poco cementate, massive, di spessore superiore al metro che in alcune aree vengono cavate come sabbie silicee.

Nelle alternanze arenaceo-argillose, dove si ha una notevole variabilità litologica, le caratteristiche tecniche dipendono dalla frequenza dei livelli arenacei, dalla loro continuità, oltre che dalla loro giacitura, dal grado di fratturazione e tettonizzazione.

In particolare tali caratteristiche risultano da buone a discrete, soprattutto dove prevalgono i termini arenacei compatti.

Trattandosi di una successione di livelli pelitici e di banchi arenacei le caratteristiche di permeabilità e quelle di consistenza sono variabili: hanno permeabilità primaria bassa o nulla e permeabilità secondaria media in corrispondenza dei banchi arenacei fratturati; l'erosibilità risulta da bassa ad elevata in relazione alla frequenza dei livelli argillosi che, unitamente allo stato di tettonizzazione influenzano le condizioni generali di stabilità: le intercalazioni argillose fungono da lubrificante dando origine a fenomeni di scivolamento che si manifestano in corrispondenza di giaciture a franapoggio, mentre in corrispondenza delle testate dei banchi arenacei, messe in rilievo dall'erosione, possono verificarsi fenomeni di crollo.

Tale complesso comprende la formazione argilloso-sabbioso-conglomeratica postorogena nota in letteratura come Formazione Terravecchia del Tortoniano-Messiniano inf. ed una formazione argillosa miocenica molto tettonizzata contenente esotici di varia natura; quest'ultima è costituita di sedimenti messisi in posto con la neotettonica per scivolamenti gravitativi verso zone più depresse. I terreni di tale complesso affiorano estesamente nella parte settentrionale ed orientale del bacino.

La litofacies pelitica della Fm Terravecchia è costituita di argille grigio-verdastre e grigie, argille sabbiose bruno-azzurrastre, spesso con cristalli di gesso e con sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione, argille verdi, dure a frattura concoide, argille marnose e marne, talora biancastre, con spalmature limonitiche, noduli di ferro mangesiferi e cristalli isolati di gesso.

Si presentano giuntate e tottonizzate e i giunti di stratificazione sono talora marcati da sottili livelli sabbiosi.

La litofacies sabbioso-arenaceo-conglomeratica della Fm. Terravecchia è costituita in tutta la sua sequenza da un intervallo conglomeratico, passante verso l'alto ad arenarie, sabbie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille marnose e siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile.

I conglomerati rappresentano la parte inferiore della Formazione Terravecchia tortoniana e costituiscono la copertura dei terreni orogenici settentrionali della Sicilia.

Si tratta di conglomerati poligenici con clasti arrotondati di natura arenacea di provenienza flyschioide, carbonatica e metamorfica per lo più di alto grado. Vi appartengono anche clasti costituiti di rocce granitoidi e rocce porfiriche, assenti nelle formazioni cristalline affioranti in Sicilia.

Dal punto di vista granulometrico i clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri fino, talora, a diversi metri. I clasti sono generalmente embriciati, ben arrotondati, spesso disposti in grandi canali.

Localmente la stratificazione è incrociata su larga scala; la matrice sabbiosa del conglomerato, generalmente abbondante, in qualche caso può aumentare, tanto da dar luogo a lenti di arenaria grossolana, con laminazione ben distinta, parallela o incrociata.

Verso la sommità le intercalazioni di sabbia aumentano ed i ciottoli sono sempre più piccoli e meno embriciati, fino a passare ad una zona costituita da arenarie con sporadiche intercalazioni argillose.

La litofacies sabbioso-arenacea è costituita da una potente serie di arenarie e sabbie debolmente cementate a granulometria variabile.

I clasti si presentano a spigoli arrotondati passando da sabbie grossolane a sabbie fini siltose, con intercalate lenti conglomeratiche. Le sabbie sono costituite in prevalenza di quarzo e sono talora ben cementate. Il cemento è generalmente di natura argillosa e le sabbie passano a vere e proprie molasse. Quando le arenarie sono cementate da silice diventano durissime e passano a vere e proprie quarziti.

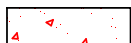
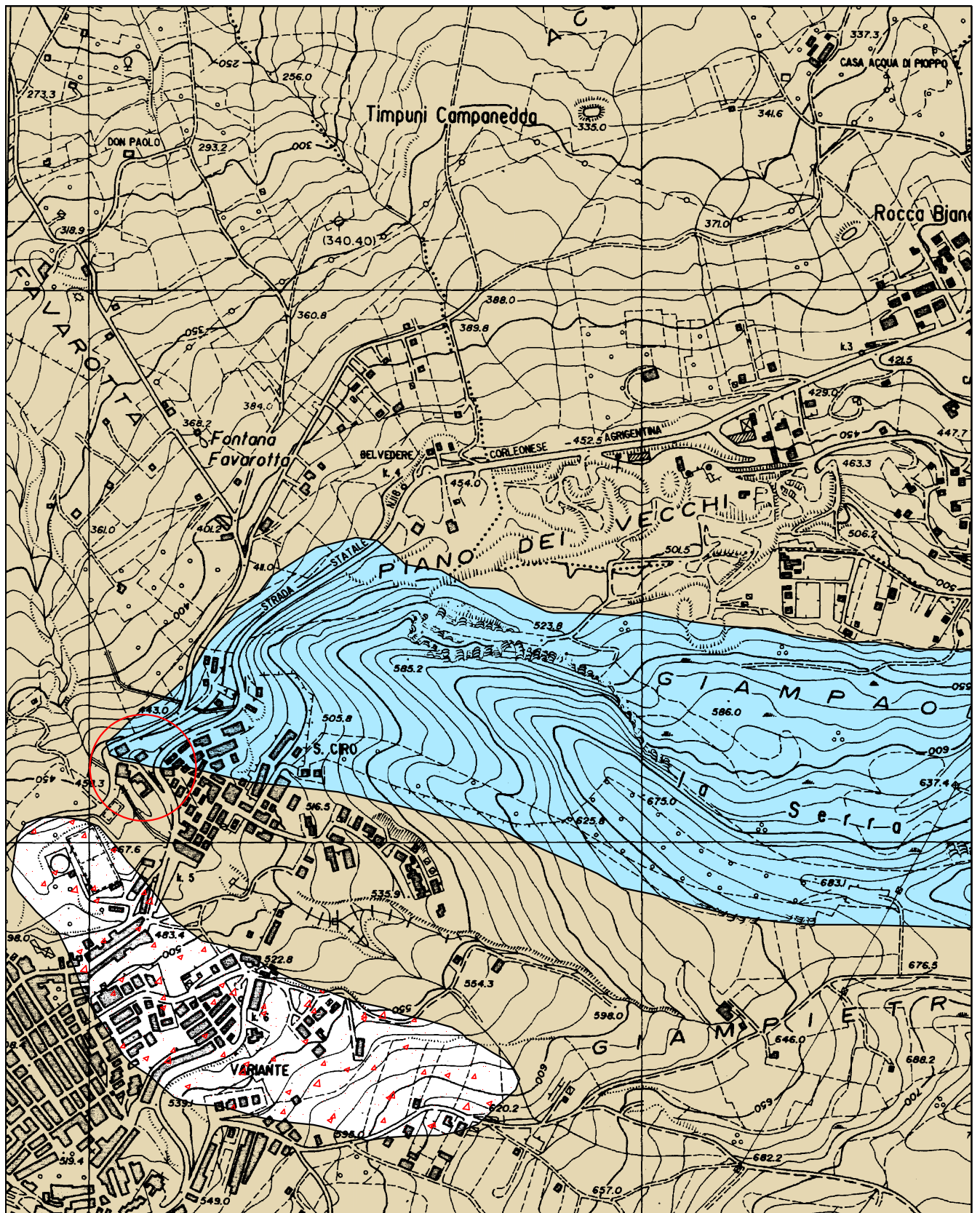
Tali sabbie presentano in genere laminazioni incrociate piane ed a spina di pesce; l'inclinazione delle lamine è spesso variabile.

### **Detrito di falda**

Costituiti da elementi sciolti o poco cementati posti lungo le fasce pedemontane dei rilievi montuosi più importanti. Le litologie sono variabili e comunque sempre riferibili al litotipo presente nei rilievi da cui si originano (*semipermeabile*).



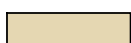
# CARTA GEOLOGICA



Detrito di falda

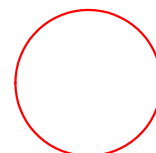


Calcari marnosi - Marne



Sequenze flyshioidi - Argille

SCALA 1:10.000



AREA IN STUDIO

## INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il territorio compreso nel bacino idrografico del Fiume Eleuterio è contraddistinto dalla presenza di formazioni che, presentando caratteristiche litotecniche ed evoluzione tettonica diverse, hanno determinato la varietà di forme presenti nel paesaggio. Si passa, pertanto, dai caratteri tipici di un'area subpianeggiante e bassocollinare, in corrispondenza degli affioramenti argillosi e arenacei, ad una morfologia più aspra e articolata di tipo montano, con versanti ripidi e scoscesi in corrispondenza degli affioramenti calcareo-dolomitici e calcareo-marnosi.

Più in particolare, l'area in studio è caratterizzata da una fascia costiera, a nord, subpianeggiante che, procedendo verso l'entroterra, lascia il posto a tutta una serie di rilievi carbonatici a morfologia più o meno aspra, intervallati soltanto, nella porzione centro-meridionale del bacino, dalle colline argillose che si interrompono nuovamente in corrispondenza del massiccio carbonatico della Rocca Busambra.

Il gruppo montuoso della porzione meridionale e centro-settentrionale del bacino, in cui prevalgono affioramenti di rocce lapidee, presenta valori di pendenza dei versanti piuttosto elevati, localmente con pareti sub-verticali o pendii ripidi e scoscesi, soggetti a degradazione fisica per processi termoclastici ed a fenomeni di crollo; di conseguenza in quest'area è presente una fascia detritica di ampiezza variabile posta alla base delle pendici rocciose stesse.

Le restanti aree del territorio in studio, caratterizzate da morfologie meno acclivi e maggiormente arrotondate, sono interessate da affioramenti di terreni di natura prevalentemente argillosa o argilloso-marnosa, localmente con intercalazioni sabbiose o arenacee. Tali depositi, essendo facilmente erodibili e dunque modellabili ad opera degli agenti esogeni, conferiscono al paesaggio una morfologia più blanda con versanti da poco a mediamente acclivi e solcati da una serie di impluvi e valloni ramificati, più o meno incisi.

Ai fini di rappresentare l'azione della dinamica dei versanti, intesa come complessi di tutti quei fenomeni fisici e naturali che, interagendo tra loro, esplicano un ruolo fondamentale nella continua opera di trasformazione del paesaggio, possono prendersi in considerazione i due principali tipi di modellamento alla cui azione è imputabile il paesaggio attuale: quello dovuto alle acque superficiali, e quello dovuto all'azione della gravità.

Nel primo caso, il modellamento avviene ad opera delle acque superficiali selvagge e incanalate. Nel sistema morfoclimatico attuale l'acqua rappresenta l'agente dominante nel modellamento del rilievo, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge che per i processi di erosione e sedimentazione ad opera delle acque incanalate. Esso si differenzia a seconda dei tipi litologici su cui ha agito o agisce, in funzione del loro differente grado di alterabilità fisica e chimica e del loro differente grado di erodibilità. Sulle rocce calcareo-dolomitiche e calcareo-marnose dà luogo a valli con profili trasversali a V più o meno svasate ed incise, quali quelle presenti lungo le pendici dei massicci carbonatici, con versanti acclivi, a tratti ripidi e scoscesi e con pareti sub-verticali.

Gli spartiacque sono rappresentati da dorsali ben definite che culminano talora in condelle vere e proprie creste. Altri elementi caratteristici dell'azione erosiva delle acque, sono le rotture di pendenza, indotte per lo più dall'erosione selettiva e dall'assetto giaciturale e strutturale dell'ammasso roccioso. I fronti rocciosi si presentano intensamente fratturati ed interessati da fenomeni di crollo e ribaltamento.

I processi erosivi sui terreni prevalentemente pelitici o argilloso-sabbiosi danno luogo a valli aperte con sezioni trasversali a V ampie e poco incise e con versanti declivi. Le dislivelli sono rappresentate da dorsali arrotondate con pendii a morfologia poco o mediamente acclive. Lungo i versanti, il modellamento ad opera delle acque si esplica con fenomenologie di erosione diffusa più o meno intensa. Le caratteristiche di elevata erodibilità dei terreni prevalentemente argillosi o argilloso sabbiosi, spesso alterati e degradati, unitamente ad altri fattori, quali l'acclività e l'azione

degli agenti esogeni, contribuiscono allo stato di erosione diffusa in alcune zone del territorio, esponendo i terreni ad una azione di degradazione fisica ed enudamento superficiale, laddove è scarsa la vegetazione. Spesso i fenomeni erosivi evolvono a forme di dissesto superficiale diffuso o a movimenti franosi veri e propri.

Alle forme di erosione diffusa si aggiungono anche fenomeni di erosione lineare nei corsi d'acqua, dove si ha prevalente erosione di fondo, in relazione all'elevato potere erosivo da parte delle acque sui terreni argillosi, alla loro velocità di scorrimento e alla ripidità degli alvei. Ne deriva, pertanto, un continuo processo di approfondimento dei solchi vallivi che comporta, talora, fenomeni di ripercussione lungo i versanti, con distacchi talora di lembi argillosi superficiali per erosione di sponda e scalzamento al piede.

Nelle zone in cui sono presenti depositi arenaceo sabbiosi o arenaceo-argillosi, i processi erosivi danno luogo a colline arrotondate alla sommità o spianate indipendentemente dalla giacitura degli strati, delimitate da versanti mediamente acclivi con locali rotture di pendenza, quale effetto morfologico dovuto all'affiorare delle teste di strati e banchi arenacei messi in risalto dall'erosione selettiva. Le incisioni sono in genere marcate con un profilo a conca o a V svasata, spesso asimmetrica.

Alle zone soggette a processi erosivi fanno riscontro le relative zone di accumulo:

- falde e conoidi detritiche, accumulate in tempi più o meno recenti, di estensione significativa e spessore dell'ordine di diversi metri, quali quelle riscontrate ai piedi delle pendici rocciose dei principali rilievi carbonatici;
- zone di fondovalle dove si accumulano i depositi alluvionali, con estensione e spessori considerevoli.

Il modellamento ad opera della gravità si manifesta lungo quei versanti dove volumi di terreni lapidei o sciolti, in precarie condizioni di equilibrio per cause diverse, intrinseche delle formazioni

litologiche stesse (stratificazione, assetto strutturale, giacitura, caratteristiche fisico-meccaniche, etc.) o esterne, quali pendenza dei versanti, piovosità, azioni sismiche, etc., sotto la spinta diretta della gravità si

mettono in movimento lungo il versante, dando luogo a veri e propri fenomeni franosi o di dissesto.

Nel bacino idrografico studiato i fenomeni di dissesto sono molto diffusi e prevalenti poiché la presenza di più alti gradienti di pendio e la presenza di ammassi rocciosi carbonatici, fortemente giuntati e tettonizzati, a contatto con terreni argillosi, facilitano il loro innesco.

Sono noti da tempo fenomeni di dissesto caratterizzati sia da crolli e ribaltamenti dai fronti rocciosi, sia dalla mobilitazione di coltri detritico-argillose a seguito di intensi periodi piovosi.

#### **Categoria topografica di sito: T1**

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

*Dallo studio di rilevamento e dalla consultazione delle vigenti carte tematiche del P.A.I., si attesta che il sito NON è tra quelli soggetti a rischio, dissesto e pericolosità geomorfologica, così come quanto decretato dall' A.R.T.A. 04 luglio 2000, 25 luglio 2002 e s.m.i. (Piano Straordinario Assetto Idrogeologico del Territorio).*

## **ESAME DEL PAI**

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

I luoghi in esame del territorio comunale di Marineo (PA), ricadono nell'area del Bacino del Fiume Eleuterio (037) e area tra i Bacini del F. Eleuterio e del F. Oreto (038), CTR n° 608020.

Per tale porzione di territorio è vigente il P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico).

A seguito dell'emanazione del D.P.R.S. N°288 DEL 05/07/2007, pubblicato in G.U.R.S. n°47 del 05/10/2007, viene approvato il P.A.I. di riferimento per l'area in esame. Tale elaborato costituisce il mezzo di indagine per la valutazione complessiva dell'assetto idrogeologico, latu sensu, dell'area.

In occasione della Conferenza Programmatica del 03/02/2020 vengono aggiornate la CARTA DEI DISSESTI e CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO, deliberate con delibera n° 11 del 02/12/2020.

In questo paragrafo saranno esaminate, attraverso l'osservazione del PAI, le diverse cartografie tematiche al fine di individuare eventuali dissesti, lineari o di versante, in atto o potenziali.

In particolare sono state esaminate:

- **Carta dissesto geomorfologico**

Dall'osservazione dell'elaborato l'area risulta esterna alla perimetrazione del tematismo (TAV.1).



**- Carta della pericolosità e rischio geomorfologico**

Dall'osservazione dell'elaborato l'area risulta esterna alla perimetrazione del tematismo (TAV.2).

**- Carta rischio idraulico per i fenomeni di esondazione**

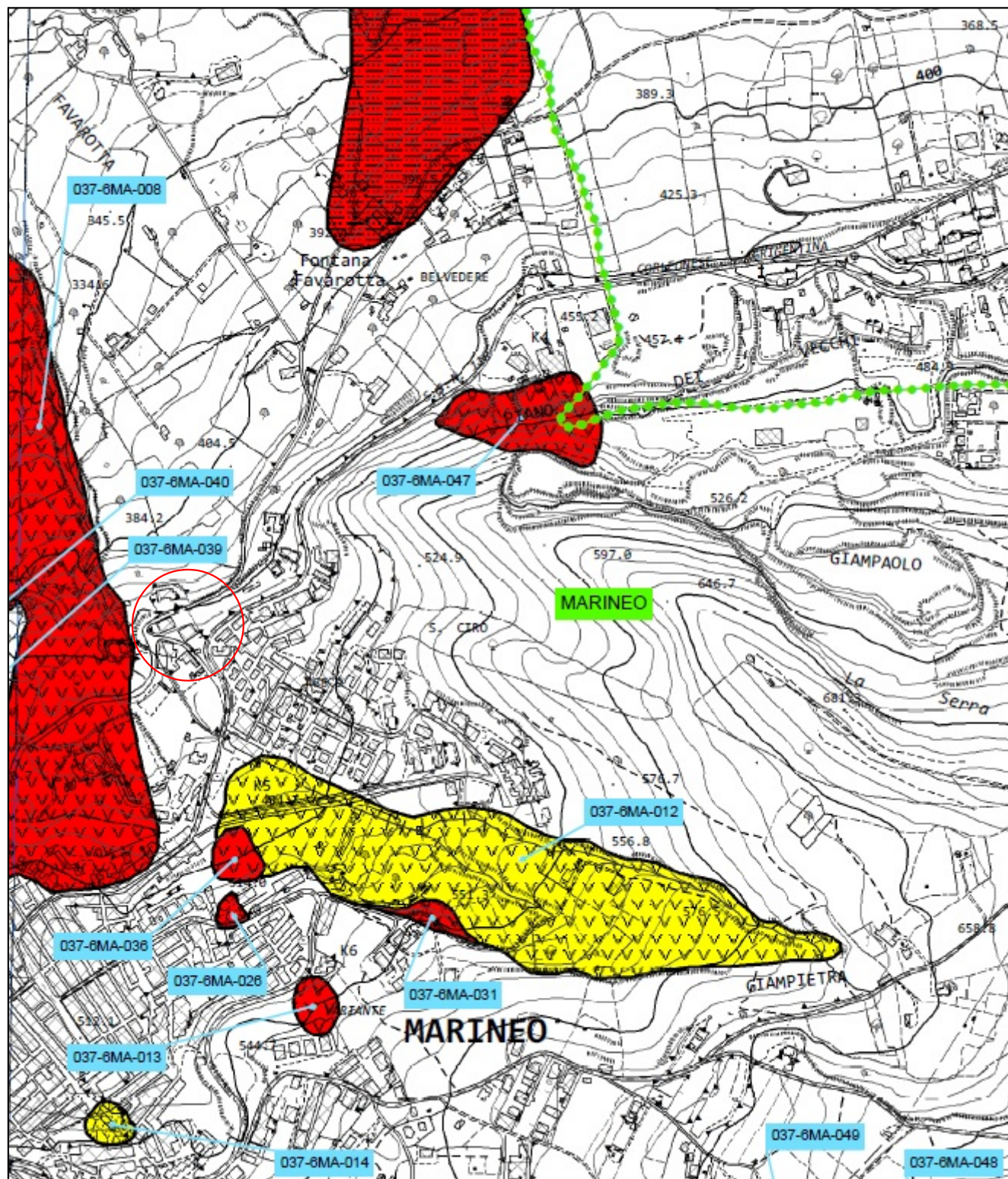
Dall'osservazione dell'elaborato l'area risulta esterna rispetto alla perimetrazione del tematismo (TAV.3).

**- Carta pericolosità idraulica per i fenomeni di esondazione**

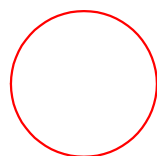
Dall'osservazione dell'elaborato l'area risulta esterna rispetto alla perimetrazione del tematismo (TAV.4).

P.A.I. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico  
Bacino idrografico del fiume Eleuterio (037) e area tra i Bacini del F.  
Eleuterio e il F. Oreto (038)

CARTA DEI DISSESTI



SCALA 1:10.000

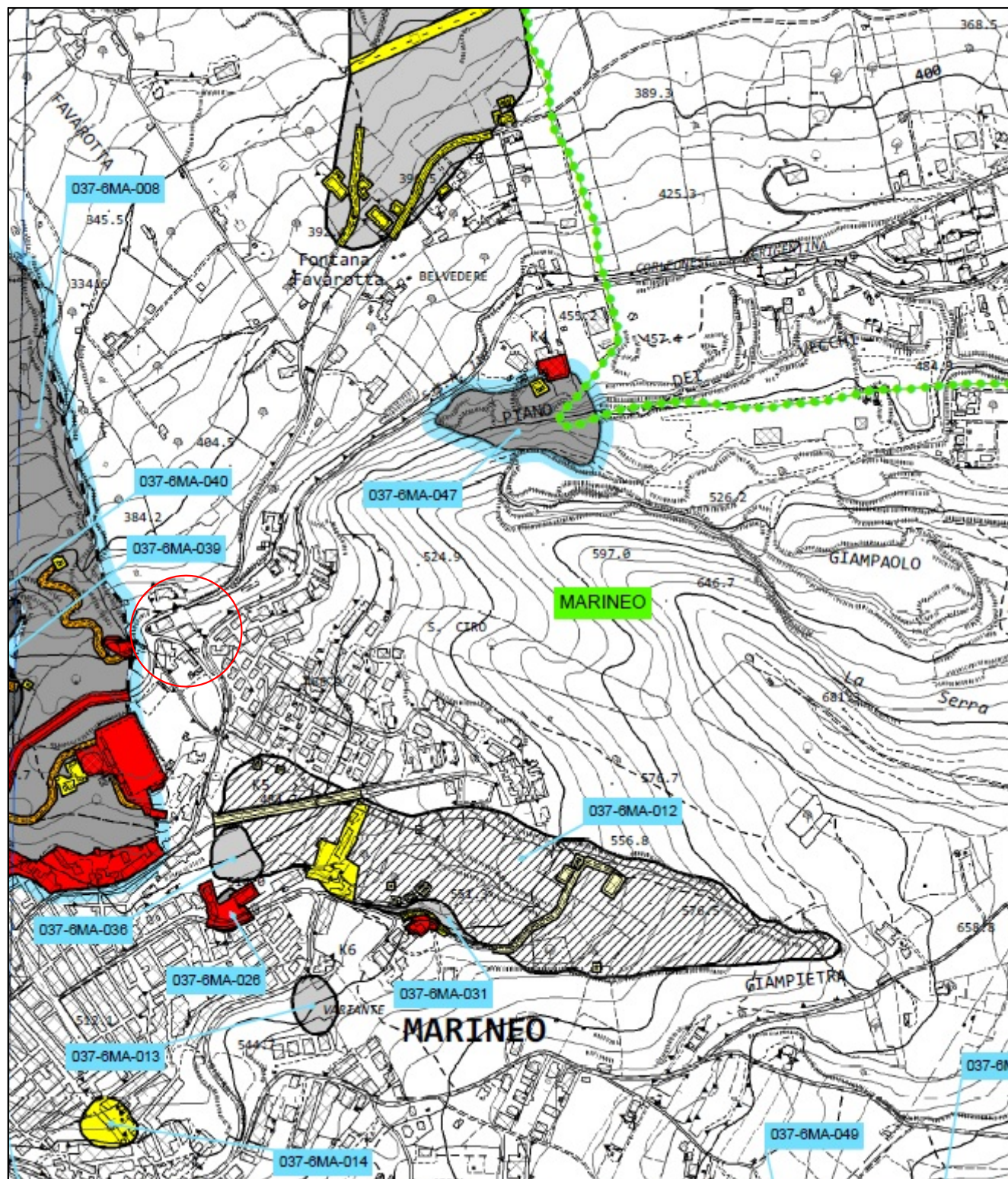


AREA IN STUDIO

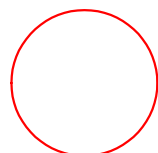


P.A.I. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico  
Bacino idrografico del fiume Eleuterio (037) e area tra i Bacini del F.  
Eleuterio e il F. Oreto (038)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO  
GEOMORFOLOGICO



SCALA 1:10.000

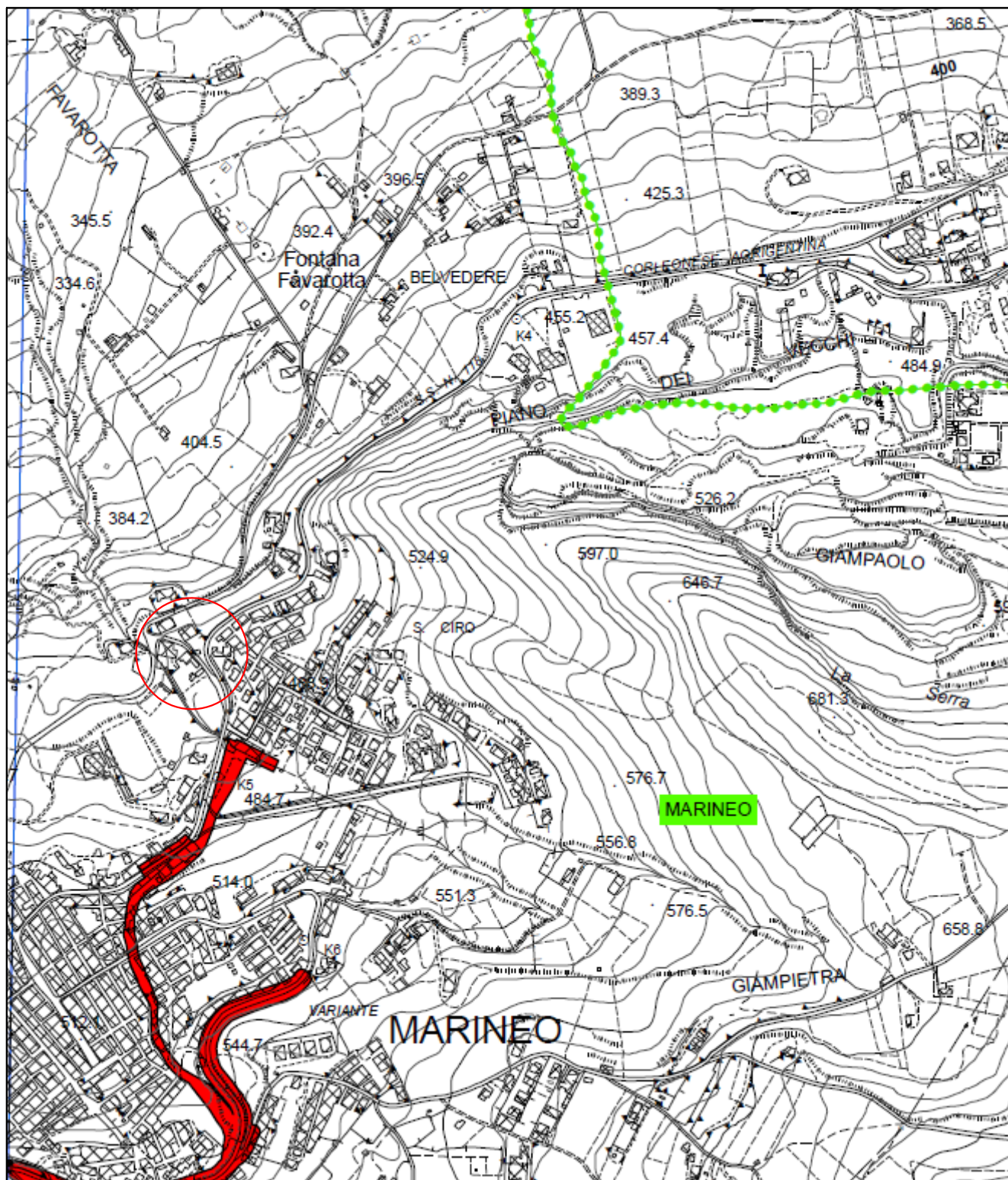


AREA IN STUDIO

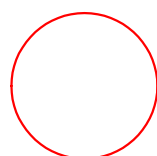


P.A.I. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico  
Bacino idrografico del fiume Eleuterio (037) e area tra i Bacini del F.  
Eleuterio e il F. Oreto (038)

CARTA DEL RISCHIO PER I FENOMENI DI ESONDAZIONE



SCALA 1:10.000

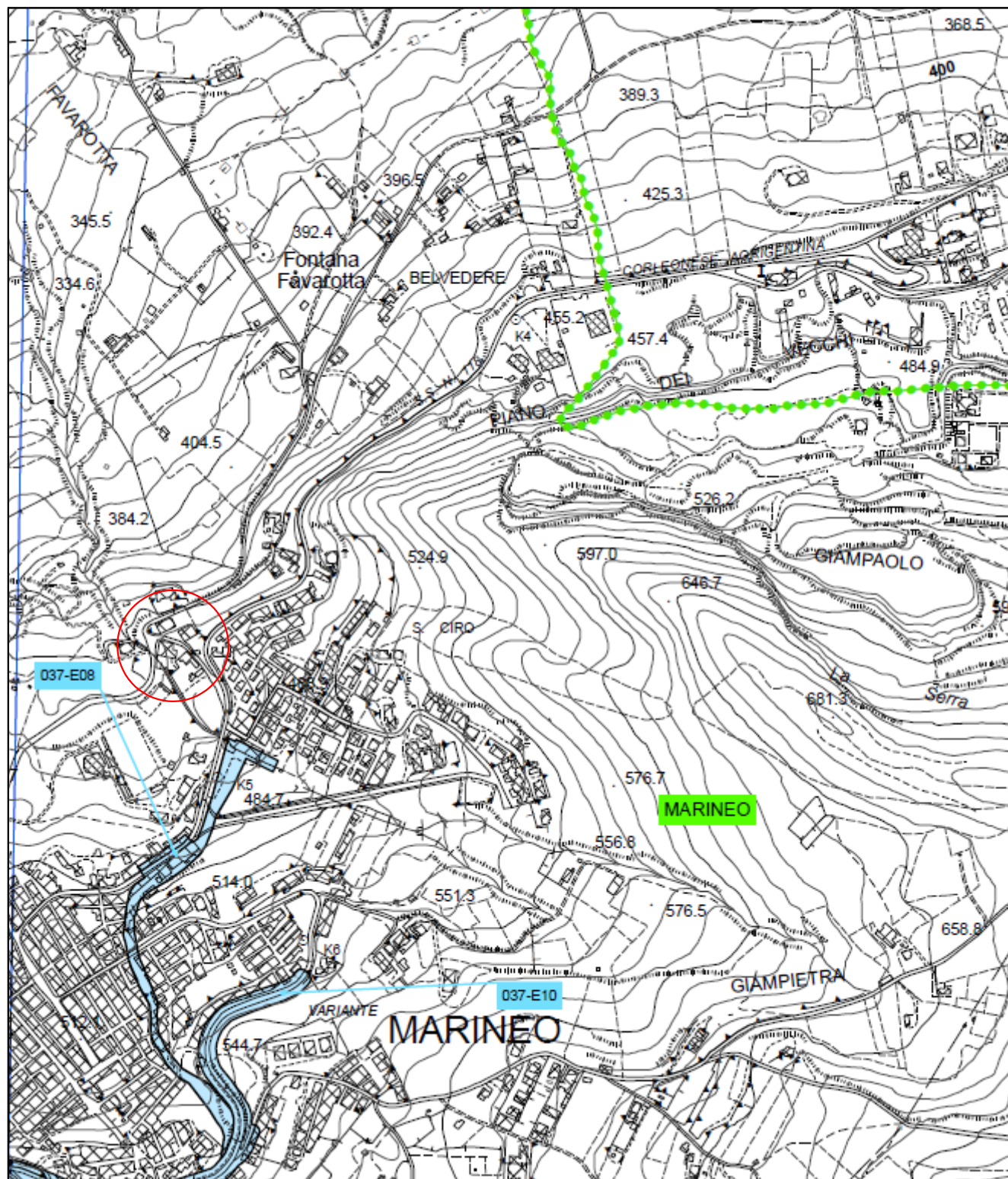


AREA IN STUDIO

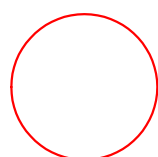


P.A.I. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico  
Bacino idrografico del fiume Eleuterio (037) e area tra i Bacini del F.  
Eleuterio e il F. Oreto (038)

CARTA DELLA PERICOLISTA' PER I FENOMENI DI ESONDAZIONE



SCALA 1:10.000



AREA IN STUDIO

## DESCRIZIONE STRATIGRAFICA E CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI PRESENTI

Come si evince dalla carta geologica allegata ed in funzione delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite in situ che i terreni su cui verrà realizzata l'opera sono costituiti da depositi sedimentari di natura prevalentemente argillosa.

La stratigrafia locale è stata desunta dalle indagini eseguite in situ e dalle conoscenze pregresse dell'area in studio:

- (1) Detrito sottofondo stradale riporto 0.6 m.,
- (2) Argilla limosa alterata umida 1.8 m.,
- (3) Argilla limo sabbiosa sagliettata 3.8 m.,
- (4) Sabbia limosa ed argillosa grigio/bruna compatta ed asciutta.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, di seguito si indicano i principali parametri geotecnici riferiti agli strati descritti precedentemente, desunti dalle indagini geognostiche e geotecniche fornite dalla committente e correlate con le indagini simiche eseguite:

- 1) Argilla limosa :

$$\gamma = 19 \text{ t/m}^3 \quad \Phi' = 20^\circ \quad c = 0.4 \text{ kg/cm}^2$$

- 2) Argilla alterata con sabbia :

$$\gamma = 19 \text{ t/m}^3 \quad \Phi' = 24^\circ \quad c = 0.4 \text{ kg/m}^2$$

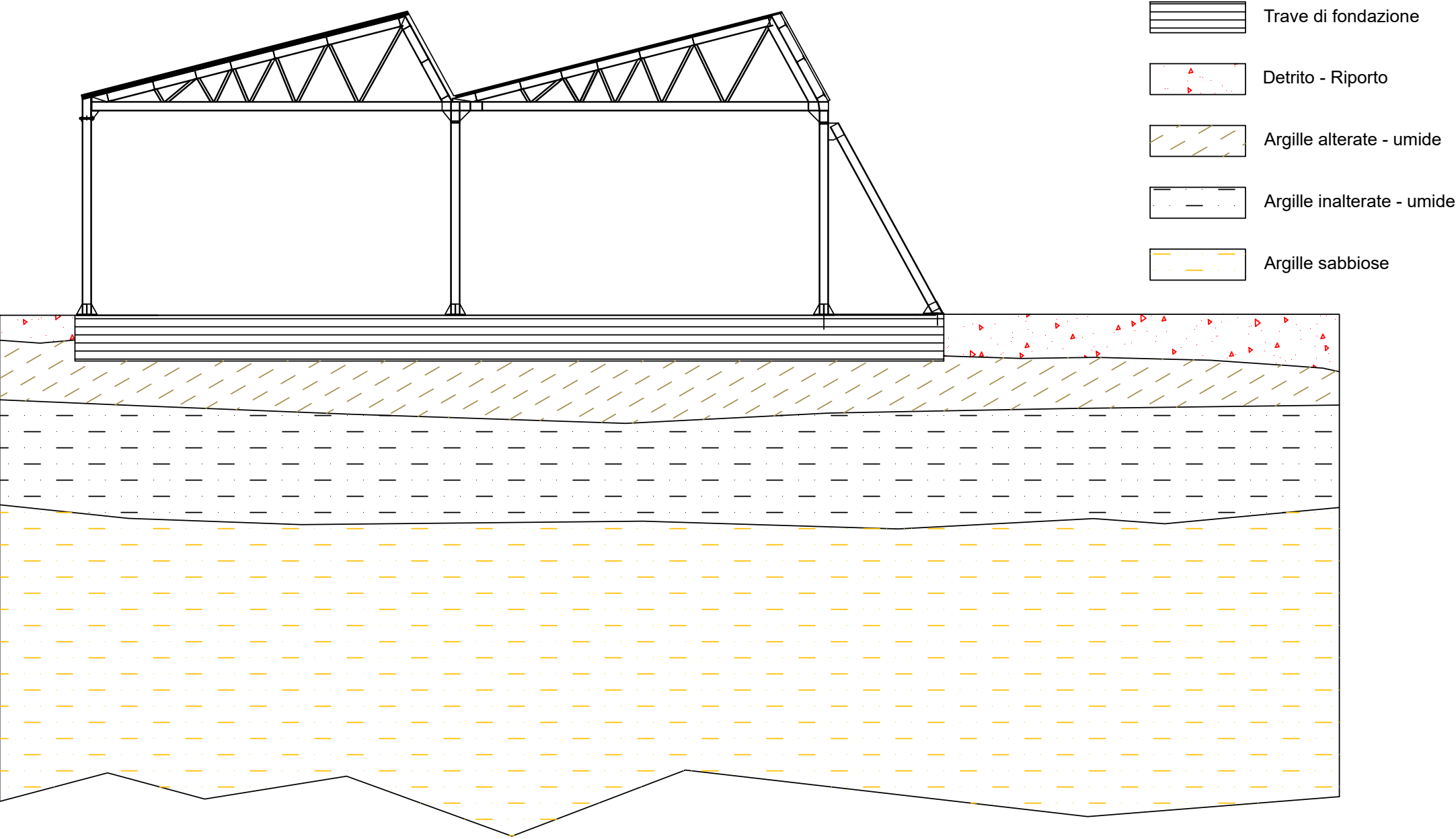
Categoria topografica: **T1**



Suolo di tipo **C**: **Vs30 [m/sec] 348.6** - 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.

SEZIONE GEOLOGICA

SCALA 1:100



## CARTA UBICAZIONE INDAGINI



• dp4 Indagini penetrometriche

Ss1 Sondaggio sismico a rifrazione G.R.M.

Sm1 Sondaggio sismico tipo M.A.S.W.

## CONCLUSIONI

In seguito alle indagini effettuate che hanno permesso di definire il contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico nel quale si sviluppa l'area in studio, si può dedurre che:

- 1) I parametri geotecnici desunti dalle indagini penetrometriche, S1-S2-S3-S4, sono stati utilizzati previa correlazione sismostratigrafica, al fine di definire una più corretta stratigrafia puntuale.
- 2) Sono state realizzate n° 1 indagini sismiche tipo M.A.S.W. spintesi fino a m 30 di profondità dal piano campagna. La caratterizzazione sismica del sottosuolo, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi della normativa in vigore (DM 17/01/18), si rimanda alla relazione sull'indagine di sismica attiva di tipo MASW, (*Allegato n°1*) allegata alla presente relazione.

Dal sondaggio sismico eseguito è risultato che il sottosuolo si può ascrivere alla categoria di **Suolo di tipo C: Vs30 [m/sec] 348.6** - *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.*

- 3) In sito è stata realizzata n° 1 indagine sismica tipo "sismica a rifrazione" spintesi fino ad una profondità di m 14.50 e m 6. Individuando un primo sismostrato con caratteristiche di velocità di propagazione delle onde sismiche basse ma commisurate alla natura dei terreni argillosi alterati presenti in sito; ed un secondo con caratteristiche litologiche migliori.

- 4) Dalla consultazione del P.A.I. l'area non risulta inserita nella perimetrazione delle aree sottoposte a vincolo;
- 5) Si consiglia la realizzazione di opere di regimentazione delle acque superficiali dilavati e piovane, attualmente inesistenti

L'opera, così come ipotizzata e con gli opportuni accorgimenti tecnici consigliati, non turba lo habitus geomorfologico dell'area in studio, inoltre i termini caratteristici dei terreni consentono di esprimere giudizio di idoneità complessiva del sito riguardo all'opera così come progettata, senza conseguenze pregiudizievoli.

***Nulla osta dal punto di vista geologico-tecnico alla realizzazione delle opere in progetto.***

Palermo, Dicembre 2022

Il Geologo

Dott. Giuseppe Firemi



# Sondaggi sismico tipo M.A.S.W.

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

## Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

## Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

## Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

## Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.



**Modi di vibrazione**

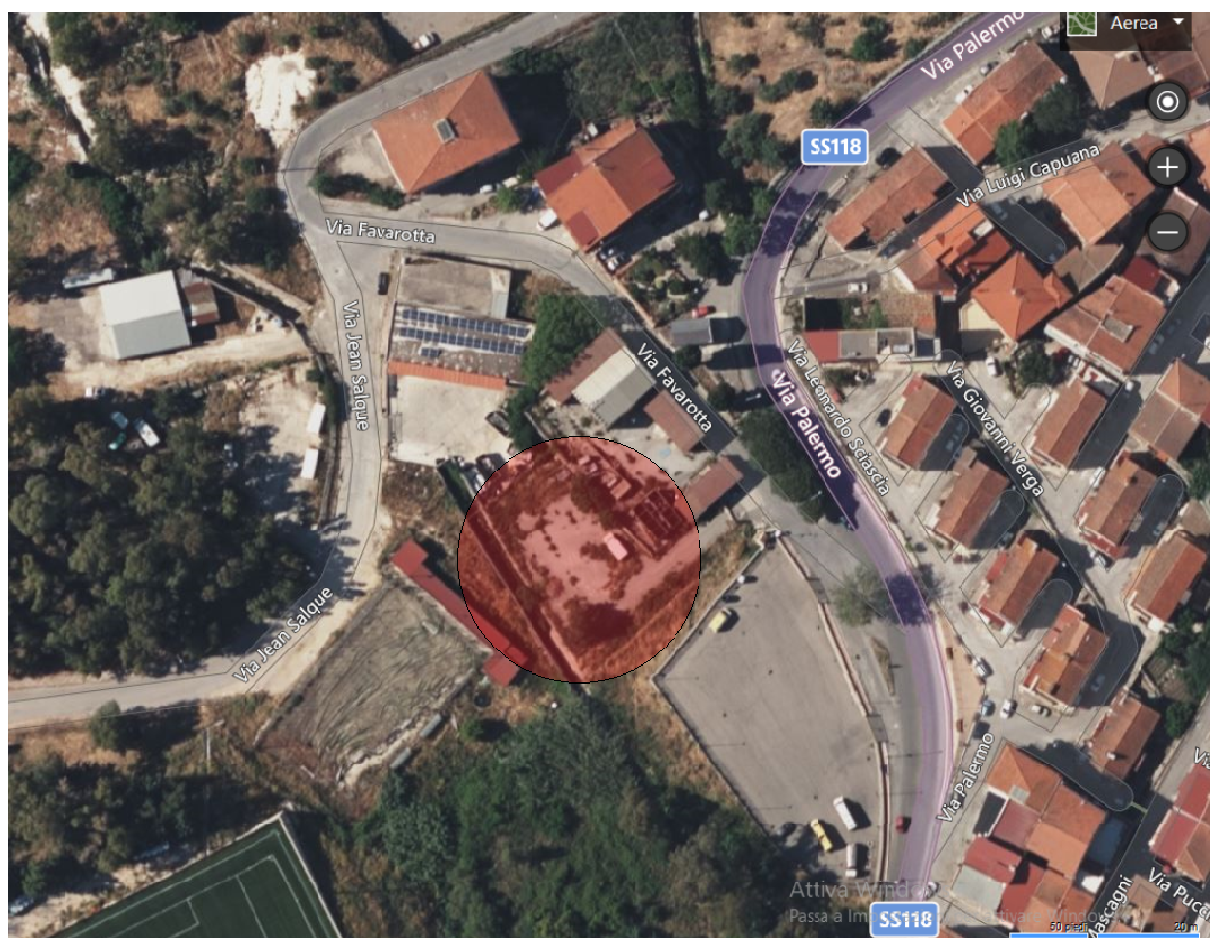
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

**Profondità di indagine**

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

## Dati generali

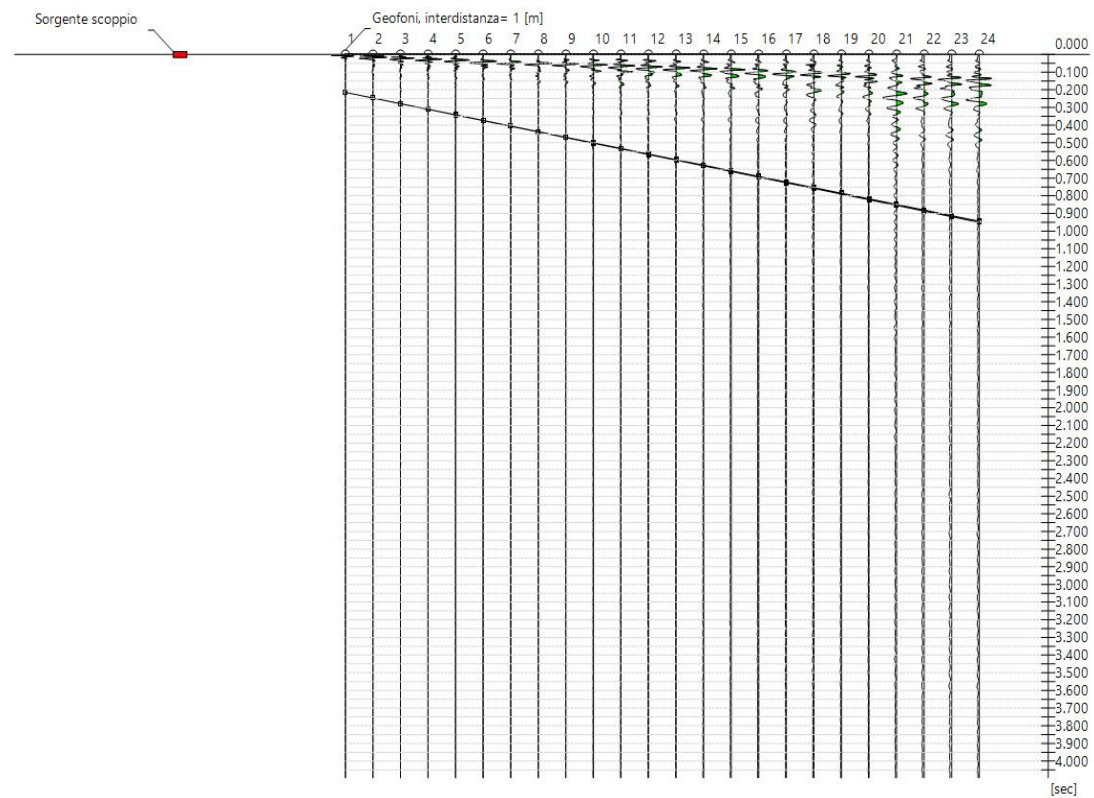
<b>Committente</b>	Comune di Marineo
<b>Località</b>	Marineo (PA)
<b>Operatore</b>	Geologo Giuseppe Firemi
<b>Responsabile</b>	Geologo Giuseppe Firemi
<b>Zona</b>	marineo
<b>Data</b>	08/11/2022



## Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	4096.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00

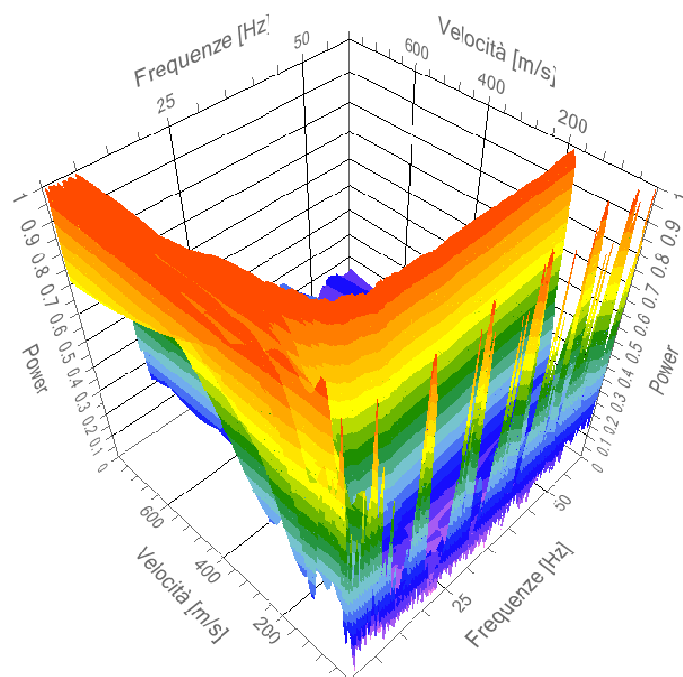
Committente: Comune di Marineo  
Località: Marineo (PA)  
Operatore: Geologo Giuseppe Firemi  
Responsabile: Geologo Giuseppe Firemi  
Data: 14/12/2022  
Latitudine: 37.9515°, Longitudine: 13.4153°



## Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

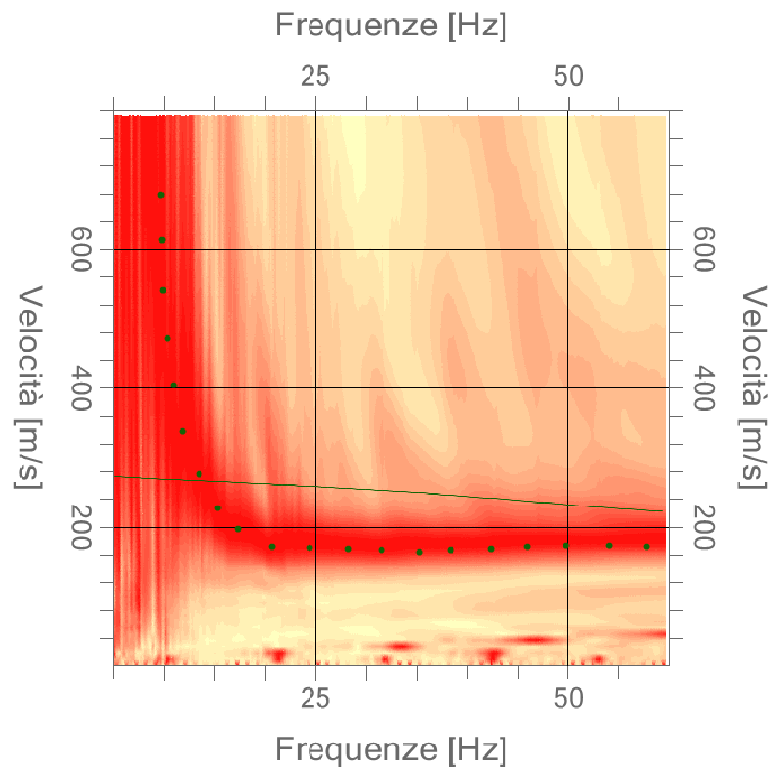
Spettro Velocità di fase - Frequenze



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.7	679.2	0
2	9.8	613.1	0
3	9.9	540.3	0
4	10.3	470.8	0
5	11.0	404.6	0
6	11.9	338.5	0
7	13.5	275.6	0
8	15.3	227.6	0
9	17.4	196.2	0
10	20.7	171.4	0
11	24.4	169.7	0
12	28.4	168.1	0
13	31.6	166.4	0
14	35.3	163.1	0
15	38.5	166.4	0
16	42.3	168.1	0
17	46.0	171.4	0
18	49.8	173.0	0
19	54.1	173.0	0
20	57.9	170.9	0

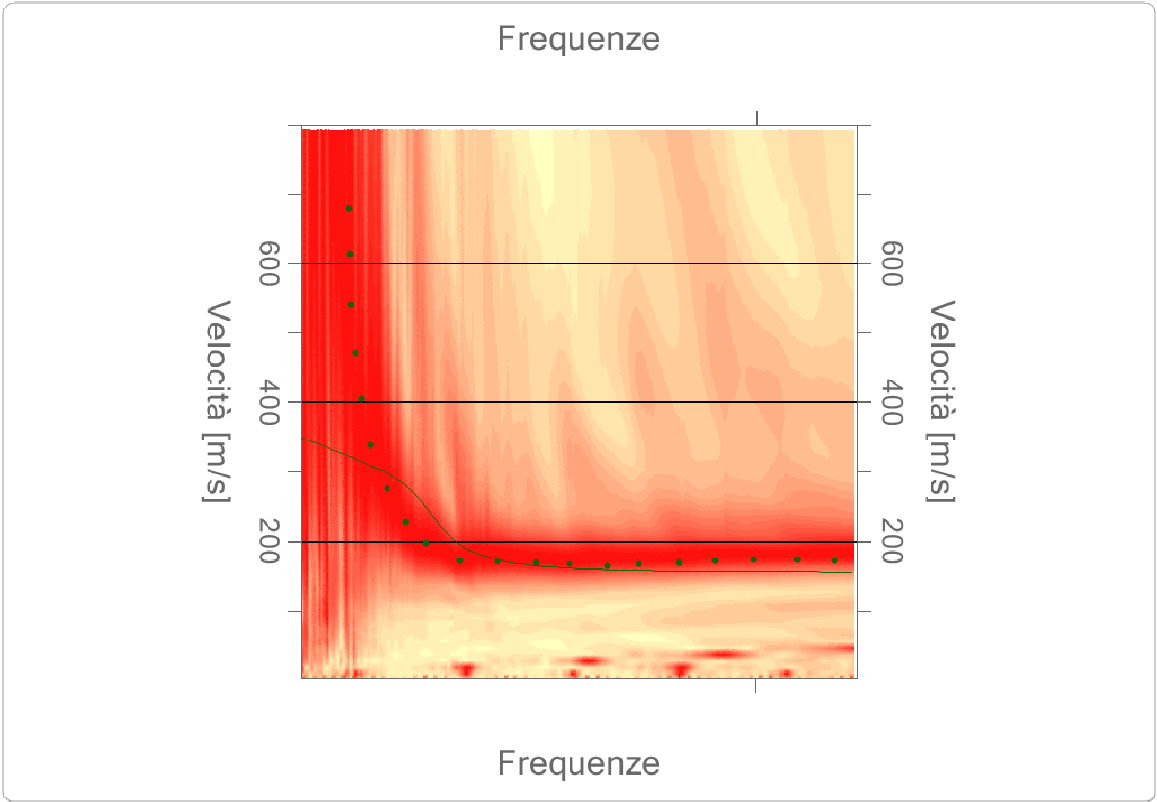
Spettro Velocità di fase - Frequenze



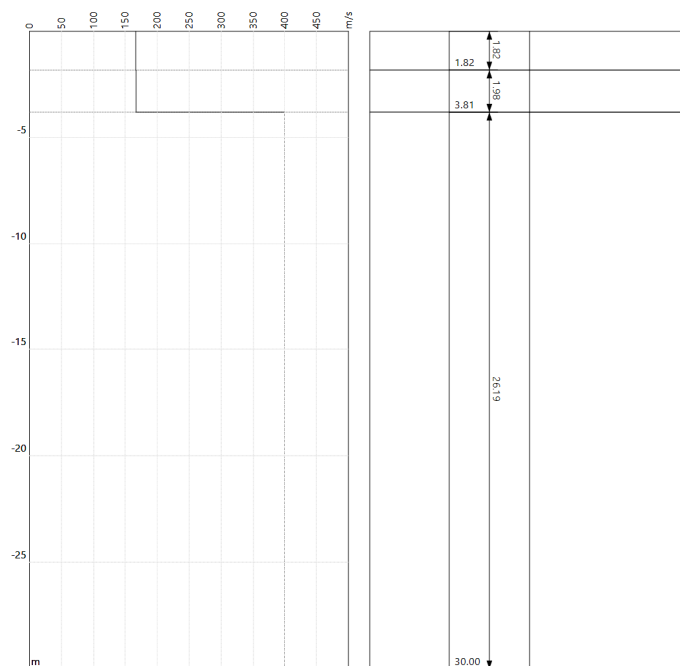
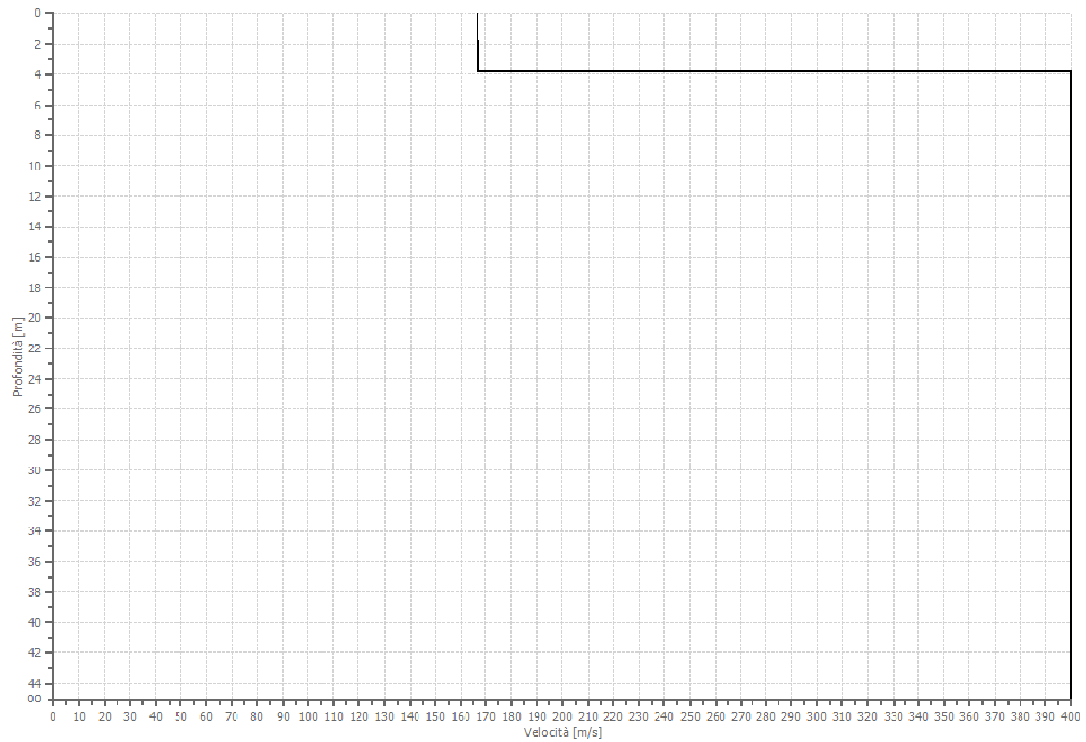
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.82	1.82	1800.0	0.30	No	312.0	166.8
2		3.81	1.98	1800.0	0.30	No	312.8	167.2
3		oo	oo	1800.0	0.30	Si	748.3	400.0

Inversione



# Profilo di velocità





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.60
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	348.10
<b>Categoria del suolo</b>	C

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

## Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.82	1.82	166.77	311.99	1800.00	0.30	50.06	175.21	108.46	130.15	N/A	305.13
2	3.81	1.98	167.20	312.81	1800.00	0.30	50.32	176.13	109.03	130.84	55	309.17
3	oo	oo	400.00	748.33	1800.00	0.30	288.00	1008.00	624.00	748.80	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



## Indice

Dati generali.....	4
Tracce.....	6
Analisi spettrale.....	7
Curva di dispersione.....	8
Inversione.....	11
Risultati.....	15
Altri parametri geotecnici.....	15
Indice.....	17

## RELAZIONE SULLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Comune di Marineo  
Cantiere: Marineo zona Ex Macello  
Località: Marineo (Pa)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,753
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

**OPERATORE**

**RESPONSABILE**



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

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

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

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

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

### Correlazione con $N_{spt}$

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

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

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;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

$M$  = 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

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

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

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

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a 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  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/sec)**

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

#### **Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )**



- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.

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

#### **Modulo di reazione ( $K_0$ )**

- 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).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

**Modulo Di Young ( $E_y$ )**

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

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

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

**Peso di volume saturo**

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

**UBICAZIONE PROVE**



**ESECUZIONE PROVE**



# REPORT DELLE PROVE ESEGUITE – DP1

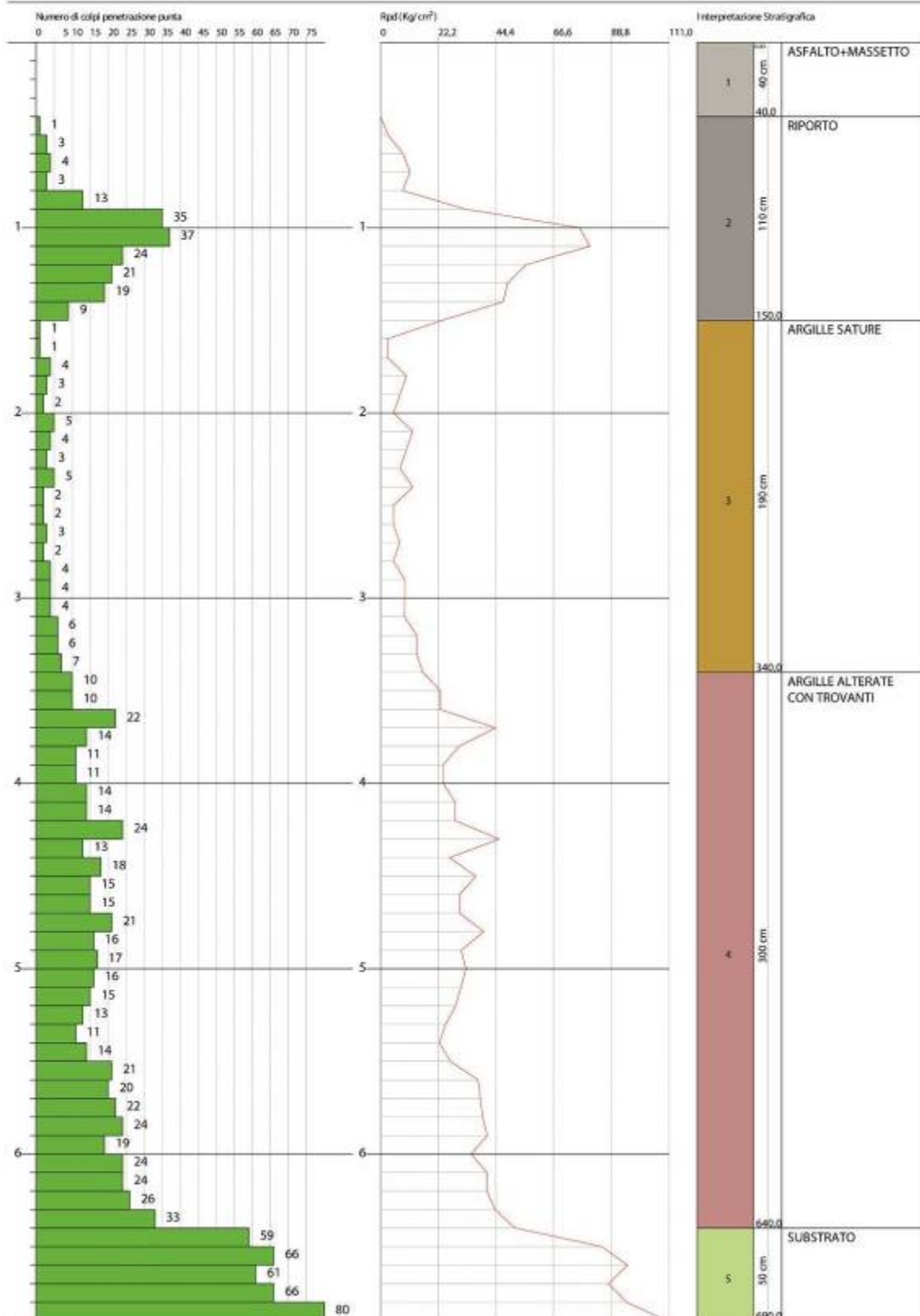
Geotru Software  
www.geotru.com  
geotru@geotru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP1  
Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Comitente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 17/11/2022

Scg



Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 17/11/2022  
 Profondità prova 6,90 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	1	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	3	0,847	8,49	10,02	0,42	0,50
0,70	4	0,845	11,29	13,36	0,56	0,67
0,80	3	0,843	8,45	10,02	0,42	0,50
0,90	13	0,792	32,61	41,20	1,63	2,06
1,00	35	0,690	76,50	110,92	3,83	5,55
1,10	37	0,688	80,67	117,25	4,03	5,86
1,20	24	0,736	56,00	76,06	2,80	3,80
1,30	21	0,735	48,88	66,55	2,44	3,33
1,40	19	0,783	47,14	60,21	2,36	3,01
1,50	9	0,831	23,71	28,52	1,19	1,43
1,60	1	0,830	2,63	3,17	0,13	0,16
1,70	1	0,828	2,62	3,17	0,13	0,16
1,80	4	0,826	10,47	12,68	0,52	0,63
1,90	3	0,825	7,46	9,05	0,37	0,45
2,00	2	0,823	4,96	6,03	0,25	0,30
2,10	5	0,822	12,39	15,08	0,62	0,75
2,20	4	0,820	9,89	12,06	0,49	0,60
2,30	3	0,819	7,40	9,05	0,37	0,45
2,40	5	0,817	12,32	15,08	0,62	0,75
2,50	2	0,816	4,92	6,03	0,25	0,30
2,60	2	0,814	4,91	6,03	0,25	0,30
2,70	3	0,813	7,35	9,05	0,37	0,45
2,80	2	0,811	4,89	6,03	0,24	0,30
2,90	4	0,810	9,32	11,50	0,47	0,58
3,00	4	0,809	9,30	11,50	0,47	0,58
3,10	4	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	6	0,806	13,91	17,25	0,70	0,86
3,30	6	0,805	13,88	17,25	0,69	0,86
3,40	7	0,803	16,17	20,13	0,81	1,01
3,50	10	0,802	23,06	28,75	1,15	1,44
3,60	10	0,801	23,03	28,75	1,15	1,44
3,70	22	0,700	44,26	63,26	2,21	3,16
3,80	14	0,748	30,13	40,26	1,51	2,01
3,90	11	0,797	24,10	30,23	1,20	1,51
4,00	11	0,796	24,06	30,23	1,20	1,51
4,10	14	0,745	28,66	38,47	1,43	1,92
4,20	14	0,744	28,61	38,47	1,43	1,92
4,30	24	0,693	45,68	65,95	2,28	3,30
4,40	13	0,741	26,49	35,73	1,32	1,79
4,50	18	0,740	36,62	49,47	1,83	2,47
4,60	15	0,739	30,47	41,22	1,52	2,06
4,70	15	0,738	30,43	41,22	1,52	2,06
4,80	21	0,687	39,65	57,71	1,98	2,89
4,90	16	0,736	30,99	42,11	1,55	2,11
5,00	17	0,735	32,88	44,74	1,64	2,24
5,10	16	0,734	30,91	42,11	1,55	2,11
5,20	15	0,733	28,93	39,47	1,45	1,97
5,30	13	0,732	25,04	34,21	1,25	1,71
5,40	11	0,781	22,61	28,95	1,13	1,45
5,50	14	0,730	26,90	36,84	1,34	1,84
5,60	21	0,679	37,53	55,26	1,88	2,76

5,70	20	0,728	38,33	52,63	1,92	2,63
5,80	22	0,677	39,21	57,89	1,96	2,89
5,90	24	0,676	40,98	60,59	2,05	3,03
6,00	19	0,725	34,80	47,97	1,74	2,40
6,10	24	0,675	40,87	60,59	2,04	3,03
6,20	24	0,674	40,82	60,59	2,04	3,03
6,30	26	0,673	44,17	65,64	2,21	3,28
6,40	33	0,622	51,82	83,31	2,59	4,17
6,50	59	0,571	85,08	148,95	4,25	7,45
6,60	66	0,570	95,03	166,62	4,75	8,33
6,70	61	0,570	87,71	154,00	4,39	7,70
6,80	66	0,569	94,76	166,62	4,74	8,33
6,90	80	0,568	110,22	194,07	5,51	9,70

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPI

### Strato 1 (asfalto + massetto) non parametrizzato

#### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	2,7	3,40	Sanglerat	0,18
Strato 4	13,23	6,40	Sanglerat	0,88

##### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	2,7	3,40	Robertson (1983)	5,40
Strato 4	13,23	6,40	Robertson (1983)	26,46

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 3	2,7	3,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 4	13,23	6,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 3	2,7	3,40	Meyerhof ed altri	1,61
Strato 4	13,23	6,40	Meyerhof ed altri	2,04

#### TERRENI INCOERENTI

##### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	11,57	1,50	11,57	Meyerhof (1956)	18,31
Strato 3	2,7	3,40	2,7	Meyerhof (1956)	15,77
Strato 4	13,23	6,40	13,23	Meyerhof (1956)	18,78
Strato 5	50	6,90	50	Meyerhof (1956)	34,29

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	11,57	1,50	11,57	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	2,7	3,40	2,7	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	13,23	6,40	13,23	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	50	6,90	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 2	11,57	1,50	11,57	Meyerhof ed altri	1,78
Strato 3	2,7	3,40	2,7	Meyerhof ed altri	1,43
Strato 4	13,23	6,40	13,23	Meyerhof ed altri	1,83
Strato 5	50	6,90	50	Meyerhof ed altri	2,24

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	11,57	1,50	11,57	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	2,7	3,40	2,7	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	13,23	6,40	13,23	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	50	6,90	50	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 2	11,57	1,50	11,57	Robertson 1983	23,14
Strato 3	2,7	3,40	2,7	Robertson 1983	5,40
Strato 4	13,23	6,40	13,23	Robertson 1983	26,46
Strato 5	50	6,90	50	Robertson 1983	100,00



## REPORT DELLE PROVE ESEGUITE – DP2

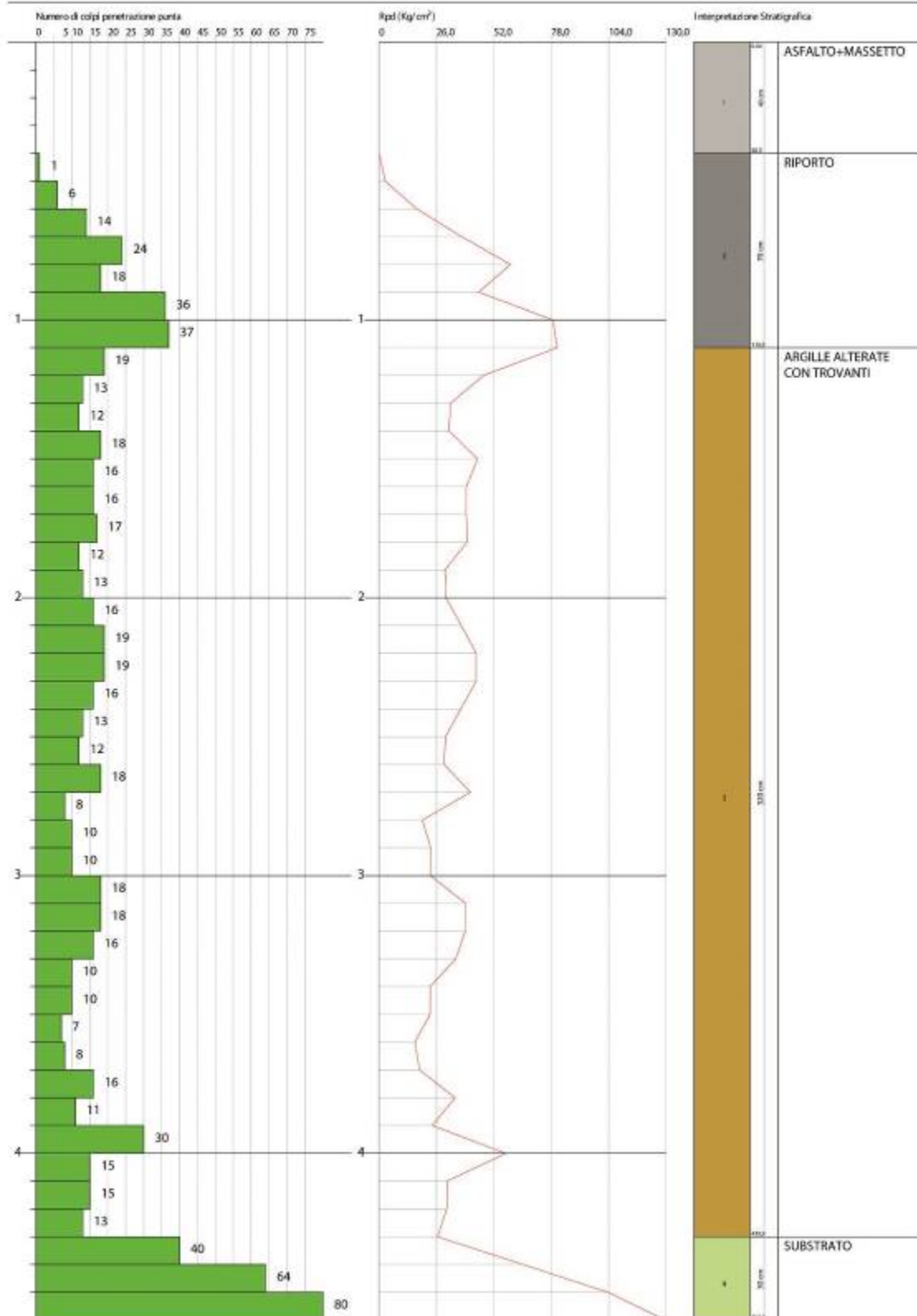
Geostru Software  
www.geostru.com  
geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP2  
Sperimento ultrazvuk. DPM (DL030 10) (Medium)  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Contributo:  
Cantiere:  
Località:

Data: 12/11/2022

Scala 1:20





Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 17/11/2022  
 Profondità prova 4,60 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	1	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	6	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	14	0,795	37,18	46,75	1,86	2,34
0,80	24	0,743	59,58	80,15	2,98	4,01
0,90	18	0,792	45,15	57,04	2,26	2,85
1,00	36	0,690	78,69	114,08	3,93	5,70
1,10	37	0,688	80,67	117,25	4,03	5,86
1,20	19	0,786	47,34	60,21	2,37	3,01
1,30	13	0,785	32,32	41,20	1,62	2,06
1,40	12	0,833	31,67	38,03	1,58	1,90
1,50	18	0,781	44,56	57,04	2,23	2,85
1,60	16	0,780	39,53	50,70	1,98	2,54
1,70	16	0,778	39,44	50,70	1,97	2,54
1,80	17	0,776	41,82	53,87	2,09	2,69
1,90	12	0,825	29,84	36,18	1,49	1,81
2,00	13	0,773	30,31	39,20	1,52	1,96
2,10	16	0,772	37,23	48,24	1,86	2,41
2,20	19	0,770	44,12	57,29	2,21	2,86
2,30	19	0,769	44,03	57,29	2,20	2,86
2,40	16	0,767	37,01	48,24	1,85	2,41
2,50	13	0,766	30,01	39,20	1,50	1,96
2,60	12	0,814	29,46	36,18	1,47	1,81
2,70	18	0,763	41,40	54,27	2,07	2,71
2,80	8	0,811	19,57	24,12	0,98	1,21
2,90	10	0,810	23,29	28,75	1,16	1,44
3,00	10	0,809	23,25	28,75	1,16	1,44
3,10	18	0,757	39,20	51,76	1,96	2,59
3,20	18	0,756	39,13	51,76	1,96	2,59
3,30	16	0,755	34,72	46,01	1,74	2,30
3,40	10	0,803	23,10	28,75	1,16	1,44
3,50	10	0,802	23,06	28,75	1,15	1,44
3,60	7	0,801	16,12	20,13	0,81	1,01
3,70	8	0,800	18,39	23,00	0,92	1,15
3,80	16	0,748	34,43	46,01	1,72	2,30
3,90	11	0,797	24,10	30,23	1,20	1,51
4,00	30	0,696	57,38	82,44	2,87	4,12
4,10	15	0,745	30,70	41,22	1,54	2,06
4,20	15	0,744	30,66	41,22	1,53	2,06
4,30	13	0,743	26,53	35,73	1,33	1,79
4,40	40	0,591	65,01	109,92	3,25	5,50
4,50	64	0,590	103,83	175,88	5,19	8,79
4,60	80	0,589	129,54	219,85	6,48	10,99

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DP2****Strato 1 (asfalto + massetto) non parametrizzato****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	10,88	4,30	Sanglerat	0,72

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	10,88	4,30	Robertson (1983)	21,76

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 3	10,88	4,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 3	10,88	4,30	Meyerhof ed altri	1,99

**TERRENI INCOERENTI****Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	16,94	1,10	16,94	Meyerhof (1956)	19,84
Strato 3	10,88	4,30	10,88	Meyerhof (1956)	18,11
Strato 4	46,18	4,60	46,18	Meyerhof (1956)	28,19

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	16,94	1,10	16,94	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	10,88	4,30	10,88	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	46,18	4,60	46,18	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	16,94	1,10	16,94	Meyerhof ed altri	1,93
Strato 3	10,88	4,30	10,88	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 4	46,18	4,60	46,18	Meyerhof ed altri	2,22

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	16,94	1,10	16,94	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	10,88	4,30	10,88	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	46,18	4,60	46,18	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	16,94	1,10	16,94	Robertson 1983	33,88
Strato 3	10,88	4,30	10,88	Robertson 1983	21,76
Strato 4	46,18	4,60	46,18	Robertson 1983	92,36

## REPORT DELLE PROVE ESEGUITE – DP3

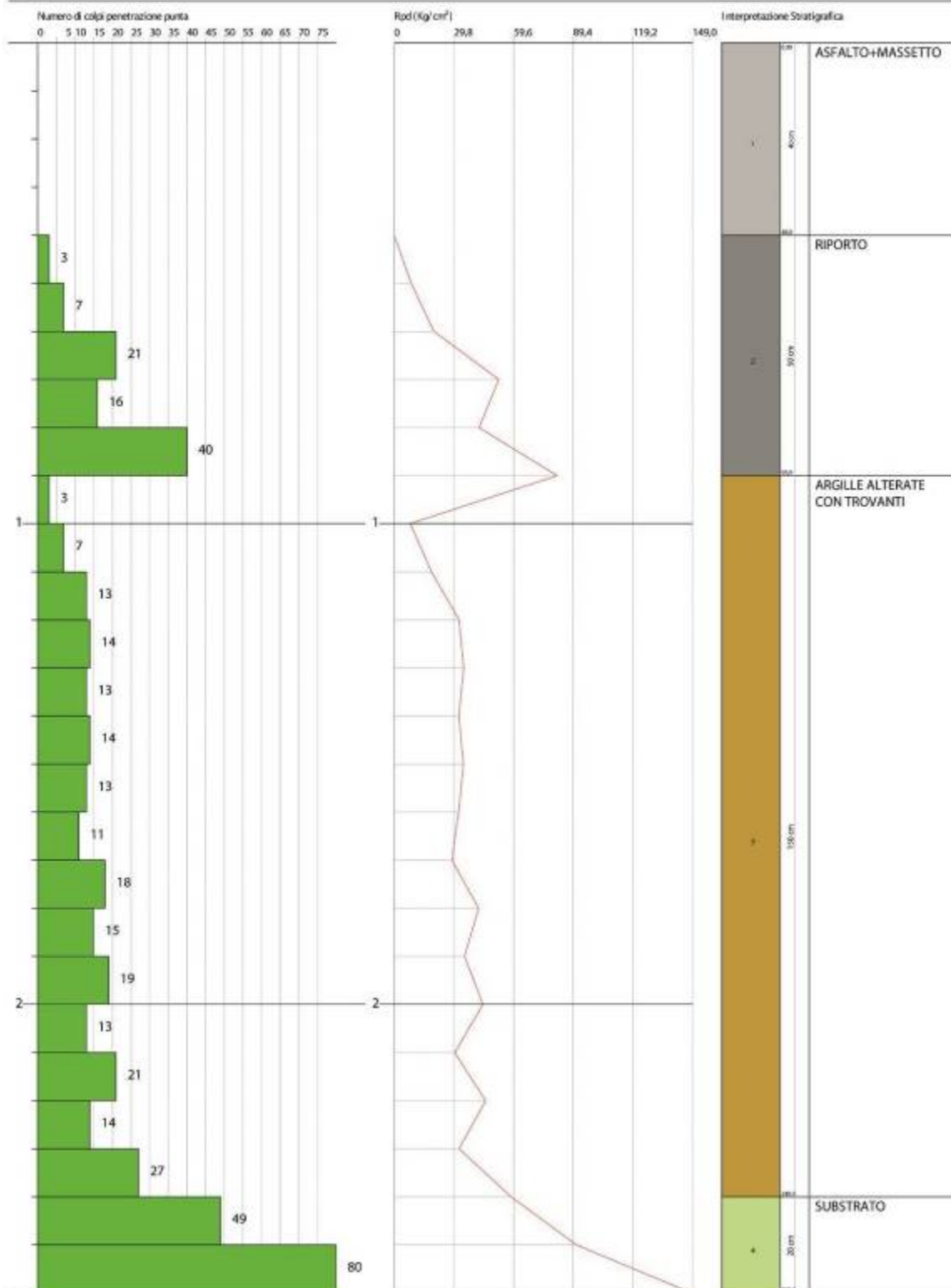
Geotru Software  
www.geotru.com  
geotru@geotru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP3  
Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Comittente:  
Cantiere:  
Località:

Data: 12/11/2022

Scala 1:12



Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 17/11/2022  
 Profondità prova 2,60 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	3	0,849	8,50	10,02	0,43	0,50
0,60	7	0,847	19,80	23,38	0,99	1,17
0,70	21	0,745	52,26	70,13	2,61	3,51
0,80	16	0,793	42,39	53,43	2,12	2,67
0,90	40	0,642	81,32	126,76	4,07	6,34
1,00	3	0,840	7,98	9,51	0,40	0,48
1,10	7	0,838	18,59	22,18	0,93	1,11
1,20	13	0,786	32,39	41,20	1,62	2,06
1,30	14	0,785	34,81	44,37	1,74	2,22
1,40	13	0,783	32,25	41,20	1,61	2,06
1,50	14	0,781	34,66	44,37	1,73	2,22
1,60	13	0,780	32,12	41,20	1,61	2,06
1,70	11	0,828	28,86	34,86	1,44	1,74
1,80	18	0,776	44,28	57,04	2,21	2,85
1,90	15	0,775	35,04	45,23	1,75	2,26
2,00	19	0,773	44,29	57,29	2,21	2,86
2,10	13	0,772	30,25	39,20	1,51	1,96
2,20	21	0,720	45,60	63,32	2,28	3,17
2,30	14	0,769	32,44	42,21	1,62	2,11
2,40	27	0,717	58,38	81,41	2,92	4,07
2,50	49	0,616	90,96	147,74	4,55	7,39
2,60	80	0,614	148,16	241,21	7,41	12,06

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DP3

Strato 1 (asfalto + massetto) non parametrizzato

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	10,79	2,40	Sanglerat	0,72

### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	10,79	2,40	Robertson (1983)	21,58

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 3	10,79	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE



**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 3	10,79	2,40	Meyerhof ed altri	1,99

**TERRENI INCOERENTI****Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	13,1	0,90	13,1	Meyerhof (1956)	18,74
Strato 3	10,79	2,40	10,79	Meyerhof (1956)	18,08
Strato 4	48,57	2,60	48,57	Meyerhof (1956)	28,88

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	13,1	0,90	13,1	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 3	10,79	2,40	10,79	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO
Strato 4	48,57	2,60	48,57	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	13,1	0,90	13,1	Meyerhof ed altri	1,83
Strato 3	10,79	2,40	10,79	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 4	48,57	2,60	48,57	Meyerhof ed altri	2,23

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	13,1	0,90	13,1	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	10,79	2,40	10,79	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	48,57	2,60	48,57	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	13,1	0,90	13,1	Robertson 1983	26,20
Strato 3	10,79	2,40	10,79	Robertson 1983	21,58
Strato 4	48,57	2,60	48,57	Robertson 1983	97,14

**REPORT DELLE PROVE ESEGUITE – DP4**

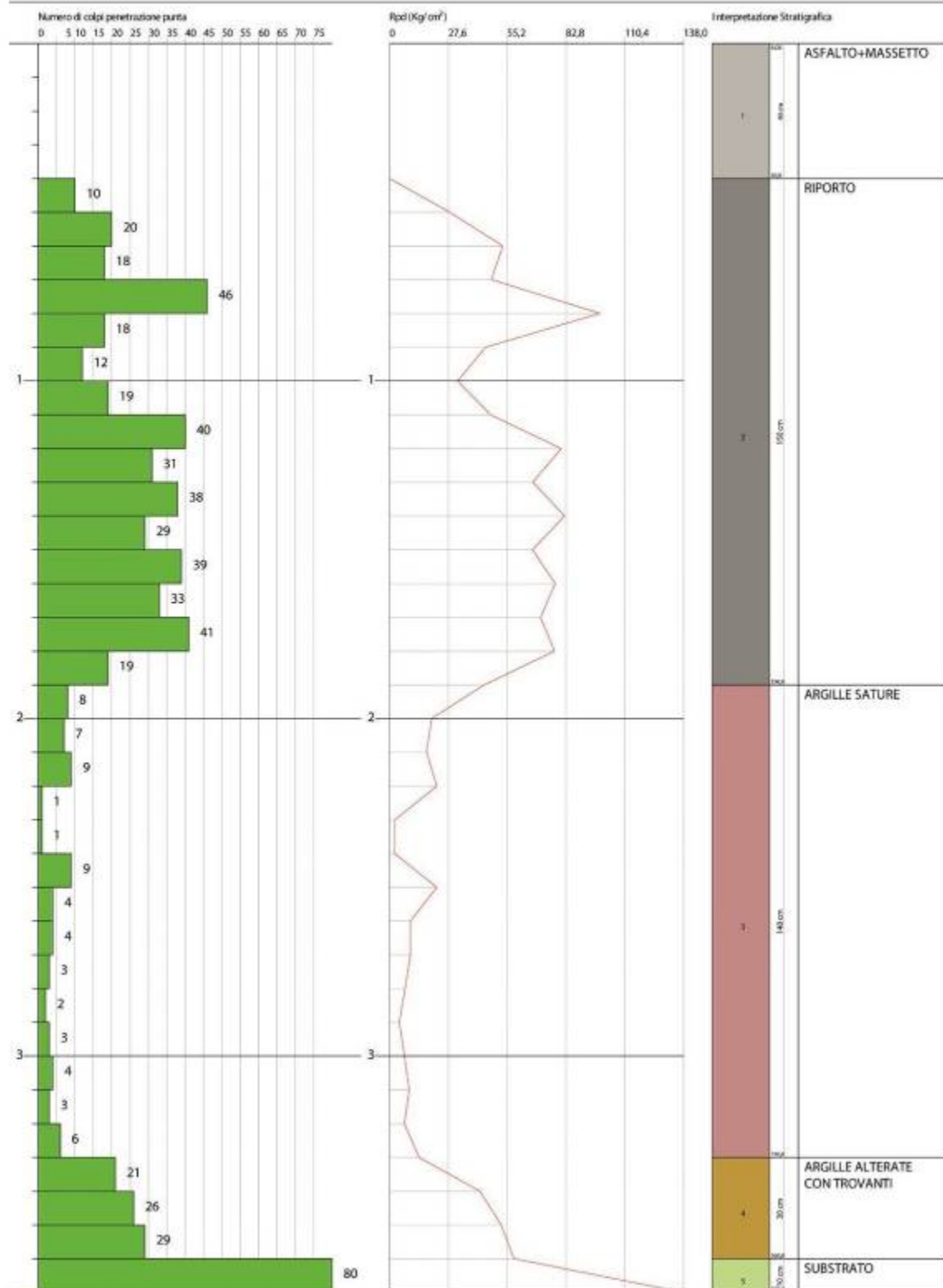
Geotru Software  
www.geotru.com  
geotru@geotru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP4  
Strumento utilizzato: DPM (DL030 10) (Medium)  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Cantierista:  
Cantiere:  
Località:

Data: 10/11/2022

Scala: 1:17



Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 17/11/2022  
 Profondità prova 3,70 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,30	0	0,853	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	10	0,849	28,35	33,40	1,42	1,67
0,60	20	0,797	53,23	66,79	2,66	3,34
0,70	18	0,795	47,80	60,11	2,39	3,01
0,80	46	0,643	98,83	153,62	4,94	7,68
0,90	18	0,792	45,15	57,04	2,26	2,85
1,00	12	0,840	31,93	38,03	1,60	1,90
1,10	19	0,788	47,45	60,21	2,37	3,01
1,20	40	0,636	80,65	126,76	4,03	6,34
1,30	31	0,685	67,25	98,24	3,36	4,91
1,40	38	0,683	82,23	120,42	4,11	6,02
1,50	29	0,731	67,20	91,90	3,36	4,60
1,60	39	0,630	77,81	123,59	3,89	6,18
1,70	33	0,678	70,90	104,58	3,54	5,23
1,80	41	0,626	81,38	129,93	4,07	6,50
1,90	19	0,775	44,38	57,29	2,22	2,86
2,00	8	0,823	19,86	24,12	0,99	1,21
2,10	7	0,822	17,34	21,11	0,87	1,06
2,20	9	0,820	22,25	27,14	1,11	1,36
2,30	1	0,819	2,47	3,02	0,12	0,15
2,40	1	0,817	2,46	3,02	0,12	0,15
2,50	9	0,816	22,13	27,14	1,11	1,36
2,60	4	0,814	9,82	12,06	0,49	0,60
2,70	4	0,813	9,80	12,06	0,49	0,60
2,80	3	0,811	7,34	9,05	0,37	0,45
2,90	2	0,810	4,66	5,75	0,23	0,29
3,00	3	0,809	6,98	8,63	0,35	0,43
3,10	4	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	3	0,806	6,95	8,63	0,35	0,43
3,30	6	0,805	13,88	17,25	0,69	0,86
3,40	21	0,703	42,47	60,38	2,12	3,02
3,50	26	0,702	52,49	74,76	2,62	3,74
3,60	29	0,701	58,44	83,39	2,92	4,17
3,70	80	0,600	137,94	230,03	6,90	11,50

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DP4****Strato 1 (asfalto + massetto) non parametrizzato****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	3,44	3,30	Sanglerat	0,23
Strato 4	19,07	3,60	Sanglerat	1,27

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	3,44	3,30	Robertson (1983)	6,88
Strato 4	19,07	3,60	Robertson (1983)	38,14

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 3	3,44	3,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 4	19,07	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 3	3,44	3,30	Meyerhof ed altri	1,66
Strato 4	19,07	3,60	Meyerhof ed altri	2,10

**TERRENI INCOERENTI****Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	20,73	1,90	20,73	Meyerhof (1956)	20,92
Strato 3	3,44	3,30	3,44	Meyerhof (1956)	15,98
Strato 4	19,07	3,60	19,07	Meyerhof (1956)	20,45
Strato 5	60,24	3,70	60,24	Meyerhof (1956)	32,21

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	20,73	1,90	20,73	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	3,44	3,30	3,44	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	19,07	3,60	19,07	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	60,24	3,70	60,24	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	20,73	1,90	20,73	Meyerhof ed altri	2,01
Strato 3	3,44	3,30	3,44	Meyerhof ed altri	1,47
Strato 4	19,07	3,60	19,07	Meyerhof ed altri	1,97
Strato 5	60,24	3,70	60,24	Meyerhof ed altri	2,29

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	20,73	1,90	20,73	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	3,44	3,30	3,44	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	19,07	3,60	19,07	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	60,24	3,70	60,24	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	20,73	1,90	20,73	Robertson 1983	41,46
Strato 3	3,44	3,30	3,44	Robertson 1983	6,88
Strato 4	19,07	3,60	19,07	Robertson 1983	38,14
Strato 5	60,24	3,70	60,24	Robertson 1983	120,48

## Report fotografico

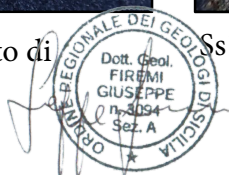




SM1 Sondaggio sismico tipo MASW punto di battuta



Ss1 Sondaggio sismico tipo MASW punto di battuta



Sismografo MAE Sismatrack 24 geofoni 4.5 Hz