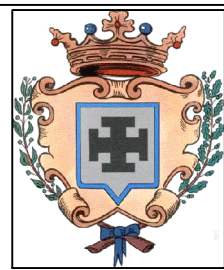




AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI COSENZA
COMUNE DI ACRI



Progetto

ADEGUAMENTO SISMICO ALLE NTC 2008
DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLA STRUTTURA IN ACCIAIO
MONOPIANO ANTISTANTE L'AUDITORIUM
LICEO CLASSICO V. JULIA DI ACRI (CS)



PROGETTO PRELIMINARE ☐
PROGETTO DEFINITIVO ☐
PROGETTO ESECUTIVO ☒

ALLEGATO

A

RELAZIONE GEOLOGICA/GEOMORFOLOGICA

Marzo 2019

Il geologo
dott. Carmine Nigro

Responsabile del procedimento
ing. Enrico Naccarato

Progettista
ing. Sergio Pagano

Direttore dei lavori
ing. Straface Gianluca Salvatore

respons. progetto		controllo		approvazione		
EMISSIONE	REV.1	REV.2				data
						marzo 2019



INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA/GEOMORFOLOGICA

Premessa

Caratterizzazione geologica, geomorfologica e strutturale

Classificazione P.A.I.

Caratterizzazione idrologica

Caratterizzazione geotecnica

Premessa

Stima dei parametri geotecnici e sismici

Verifica alla liquefazione

Allegati: Report indagini in situ

- *Prove penetrometriche in situ (SCPT);*
- *Analisi Sismica a rifrazione;*
- *Analisi Sismica MASW;*

Sintesi indagini acquisite

CONCLUSIONI

FIGURE E CARTOGRAFIA IN RELAZIONE

Ortofoto/Carta geologica – geomorfologica/PAI/Planimetria indagini

Normativa di riferimento:

Regolamento Regionale n. 7 del 28/06/2012 e s.m.i.;

Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC2008;

D.M. 11/3/88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce ...;

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

Vincolo Idrogeologico - Legge Forestale 30/12/1923 n. 3267;

Delibera G.R. Calabria n. 450/2008;

Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7 – 87040 Mendicino CS - Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it



RELAZIONE GEOLOGICA /GEOMORFOLOGICA

Premessa

Su incarico della Provincia di Cosenza il sottoscritto Geol. Carmine Nigro - N. ORG 208 ha eseguito lo studio geologico, geomorfologico con caratterizzazione geotecnica e sismica, relativo all' **ADEGUAMENTO SISMICO ALLE NTC08 – AUDITORIUM LICEO CLASSICO V. JULIA DI ACRI (Cs)**.

I terreni interessati all'ubicazione del manufatto, sono compresi nel Foglio 229 II – N.E. della Carta Geologica d'Italia dell'I.G.M. a scala 1:25.000, denominato **ACRI**.



Ortofoto da Google Earth, in giallo si evidenzia la struttura interessata da adeguamento sismico

Le finalità che si vogliono raggiungere con il presente studio, si esplicano nella definizione geologica/geomorfologica, geotecnica e sismica del sito esaminato. A tal fine è stato predisposto, nell'area in esame, un programma di indagini di ampiezza commisurata al contesto delle opere previste in progetto costituito da:

Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7 – 87040 Mendicino CS - Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it



- ✓ N. 2 SCPT (Prove Penetrometriche Superpesanti) ed installazione di piezometri;
- ✓ N. 1 profili sismici a rifrazione;
- ✓ N. 1 profili sismici M.A.S.W..

Inoltre, per la caratterizzazione dei parametri geotecnici e sismici, sono state utilizzate le stratigrafie dei pozzi adiacenti registrati sul portale ISPRA, le indagini e i dati di laboratorio eseguiti nello studio di Adeguamento sismico alle NTC08 del Liceo Classico V. Julia, contiguo all'edificio *Auditorium* in esame, a firma del dott. Geol. Pasquale Chiodo.

L'insieme dei dati ottenuti dalle indagini *insitu* e dalle indagini acquisite ha consentito di definire il modello geologico specifico del sito in esame e circoscrivere i seguenti quadri conoscitivi:

Il quadro geologico/geomorfologico: che definisce l'inquadramento geologico locale e generale, i caratteri litostratigrafici, l'origine e la natura dei litotipi, lo stato di alterazione e di aggregazione, i caratteri strutturali generali, la descrizione dei lineamenti geomorfologici della zona in generale e infine la descrizione delle forme naturali ed antropiche e degli elementi morfo-strutturali significativi ai fini geomorfologici;

Il quadro geotecnico: il modello geologico/tecnico di riferimento ha permesso di determinare gli spessori dei terreni affioranti al di sotto del piano di posa delle fondazioni e le loro caratteristiche geotecniche; di valutare l'effetto della presenza di falde idriche sotterranee che potrebbero influenzare la stabilità dell'area e dei manufatti ed infine di valutare gli eventuali processi morfologici e le azioni di dissesto potenziali o in atto nell'area in studio ed in quella circostante.

Il quadro sismico di riferimento: la definizione del quadro sismico locale, specificatamente riferita al suolo di fondazione è connessa alla misura delle onde di taglio (V_{s30}) secondo le NTC08; azione sismica per il sito esaminato.



CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA , GEOMORFOLOGICA E STRUTTURALE

In generale l'area di studio si imposta sul Massiccio della Sila, rappresentato prevalentemente da due complessi litoidi appartenenti all'Unità della Sila, uno di origine plutonica a carattere prevalentemente granodioritico-granitico, l'altro con genesi metamorfica con rocce affioranti di tipo gneissico e filladico. In successione stratigrafica si rilevano sedimenti di età pleistocenica, costituiti da una coltre superficiale derivante da processi di alterazione del sottostante substrato e da depositi di natura colluviale ed alluvionale. Il sovrascorrimento delle varie unità cristalline sulle unità appenniniche ha termine nell'Oligocene, quando le strutture cristalline interagiscono con l'Unità di Longobucco, composta da graniti e quarzo-monzoniti che superficialmente presentano un forte grado di alterazione, riducendo la formazione ad un sabbione granitico. Gradualmente procedendo dalla Sila verso la valle del fiume Crati, le rocce evolvono in strutture metamorfiche che progressivamente diminuiscono nel loro grado di metamorfismo.

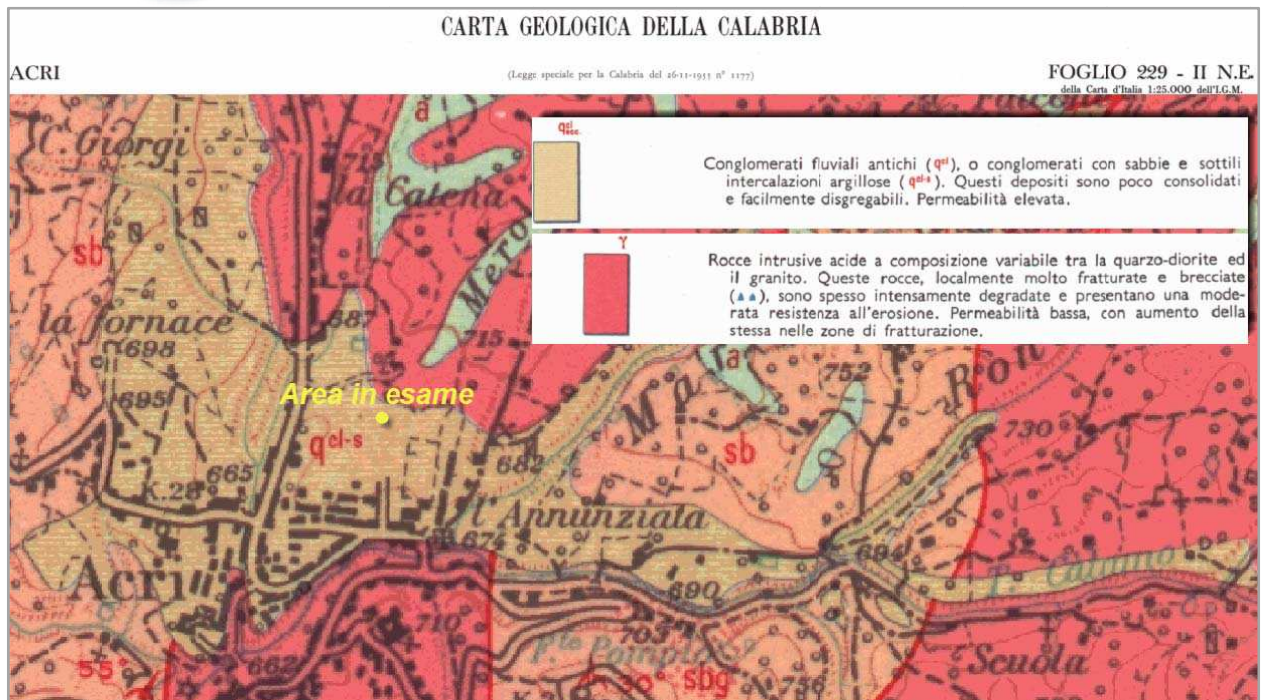
Il sito in esame, su cui è ubicato l'edificio *Auditorium* oggetto di adeguamento sismico, si trova nel territorio Comunale di Acri ad una quota di c.a. 685/690 m s.l.m. e presenta una pendenza media maggiore di 15°, per cui può essere inserito nella **Categoria Topografica T2** con un'**Amplificazione Topografica $S_T=1.20$** .

L'area è caratterizzata dalla presenza di un litotipo a composizione granodioritica-granitica (γ); questo complesso nel corso del tempo ha subito notevoli sollecitazioni tettoniche ed alterazioni chimico/fisiche che hanno trasformato la roccia in un ammasso fratturato, incoerente e dalle caratteristiche fisico-meccaniche diverse da quelle originarie, con permeabilità elevata che tende ad annullarsi in profondità alla presenza della roccia integra. In successione stratigrafica si rinvencono depositi conglomeratici (q^d) con intercalazioni di sabbie limose fini costituiti dal materiale prodotto dal granito in disfacimento, mescolati a materiale colluviale ed alluvionale.

Geol. Carmine Nigro

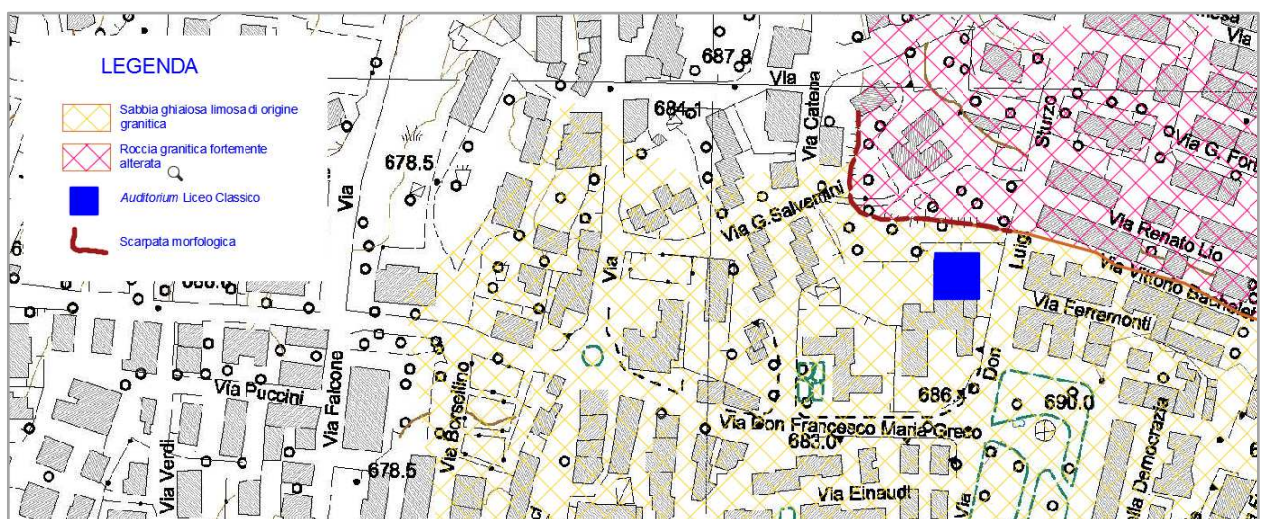
Via F. Fellini 7-87040 Mendicino CS- Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it



Stralcio Carta Geologica della Calabria 1:25.000 – Foglio 229 – II N.E. ACRI

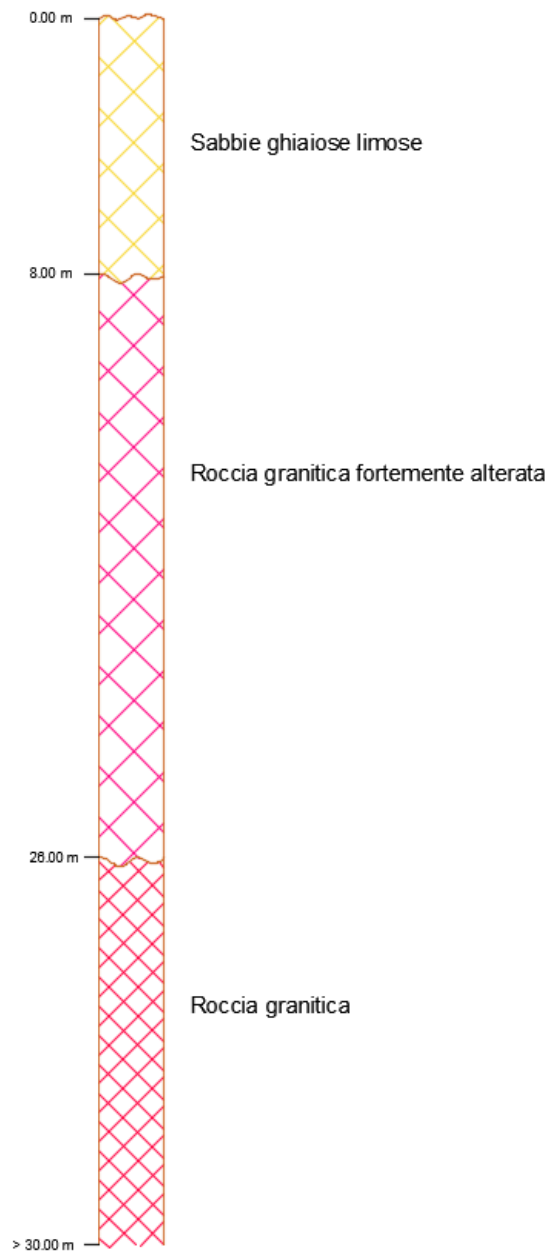
Dal punto di vista strutturale il territorio comunale di Acri è caratterizzato da sistemi di faglie ricorrenti con orientamento N-S che formano un complesso sistema a gradinata che ribassano il *graben* del Cratide ovest e innalzano l'*horst* di Silano ad est; sollevamento tettonico ancora in atto, che mette a contatto i sedimenti postorogeni con il complesso cristallino-metamorfico del substrato.



Stralcio Carta geologica schematica



COLONNA STRATIGRAFICA



Schematizzazione Colonna Stratigrafica – derivata dal confronto tra le indagini eseguite in situ per l'Adeguamento Sismico in progetto, le indagini eseguite dal dott. Geol. Chiodo per lo Studio di Adeguamento Sismico dell'adiacente Liceo Classico e le stratigrafie dei pozzi limitrofi all'area in esame estrapolate dal sito web ISPRA.

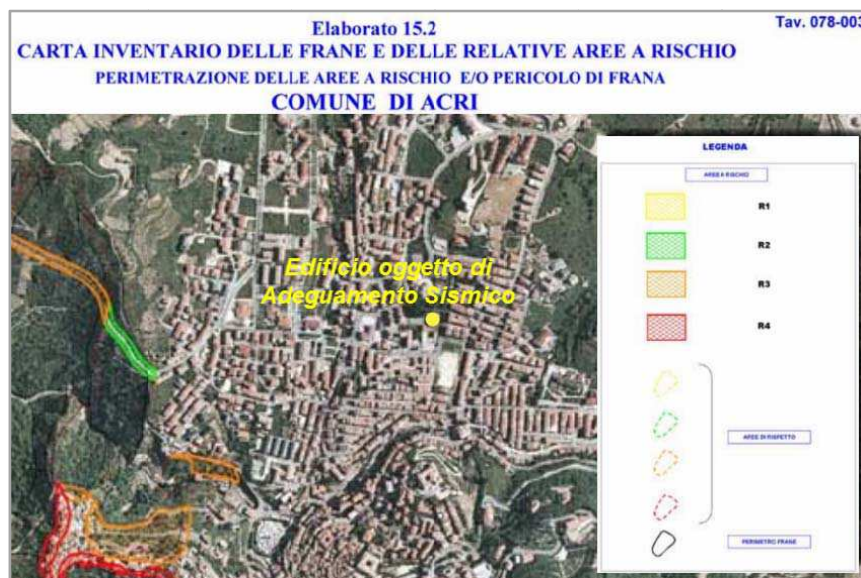
Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7 – 87040 Mendicino CS – Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it

Classificazione P.A.I.

L'area in esame, ubicata in via Don Luigi Sturzo, nel comune di ACRI (CS), non è interessata da rischio frana così come evidenziato nella Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio – Tav. 078-003 Comune di Acri, del PAI. Lo stesso non ricade in aree a Rischio Idraulico.



Pai Calabria- Aree a Rischio Frana

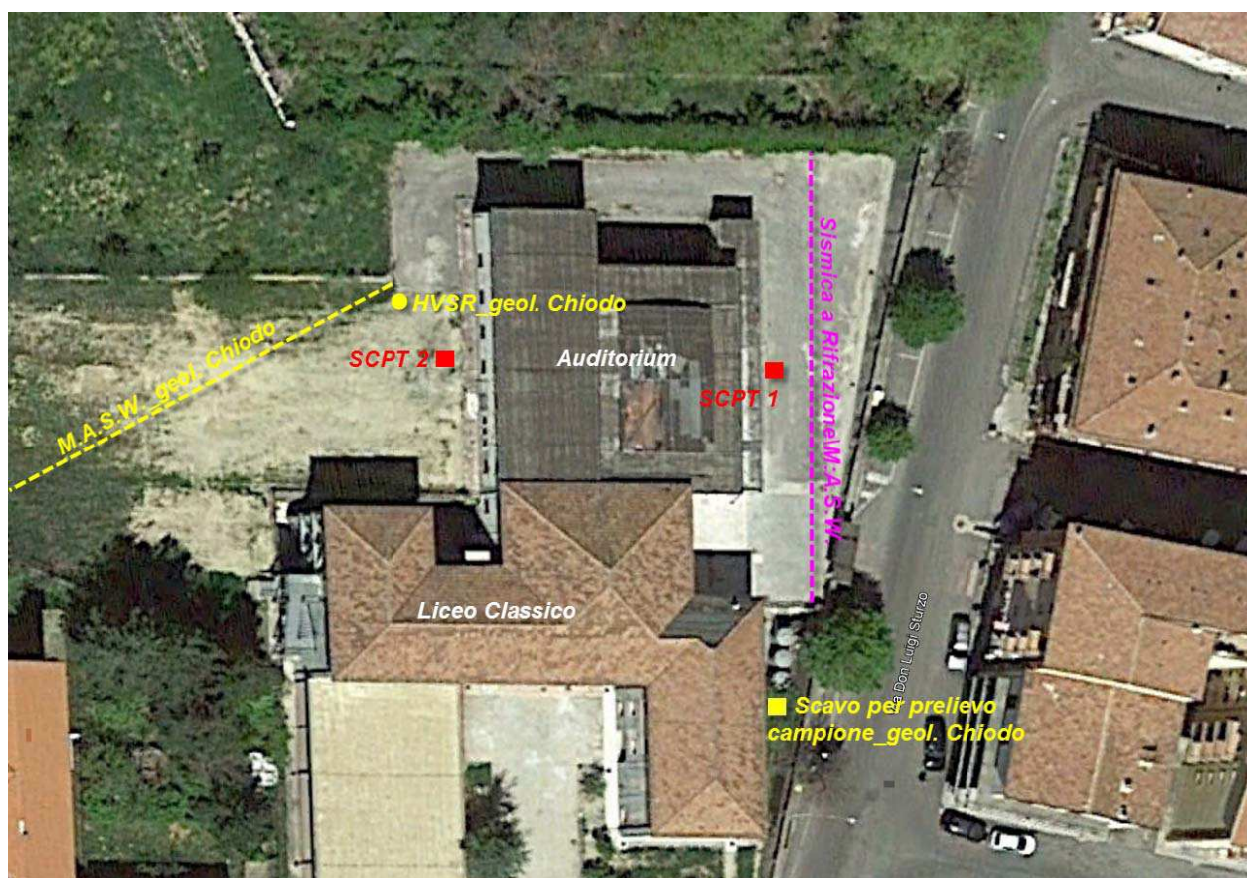
Caratterizzazione idrologica

Sulla base delle conoscenze e dei dati acquisiti, attraverso le osservazioni di campagna e mediante l'esame delle stratigrafie ricavate dai pozzi esistenti, dalle indagini storiche e da quelle eseguite *in situ*, è stato possibile schematizzare i lineamenti idrologici ed idrogeologici dei terreni indagati al fine di stabilire la tipologia degli acquiferi sotterranei, attribuendo, nel contempo, un particolare riguardo alla circolazione idrica superficiale per ricavare un quadro esauriente circa il possibile verificarsi di dissesti idrogeologici. Le caratteristiche idrogeologiche ed il comportamento delle acque di falda, sono strettamente relazionate alle caratteristiche litologiche e geomorfologiche dell'area; il complesso granitico fortemente alterato ad elevata permeabilità costituisce l'acquifero per le acque sotterranee. Lo stesso viene individuato nella località esaminata per la presenza di pozzi posti nelle vicinanze; i pozzi sovente realizzati a profondità media di 100/110 metri dal p.c. individuano il letto dell'acquifero dato dalla roccia integra. Lo stesso acquifero non influisce sulla locale stabilità dell'area.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Premessa

L'insieme dei dati indicati in premessa ha consentito di ottenere una esaustiva caratterizzazione lito stratigrafica, geotecnica e sismica per il sito in esame e per gli scopi in progetto in aderenza alle normative vigenti.



Planimetria indagini storiche ed eseguite in situ

Stima dei parametri geotecnici e sismici

Dai dati ottenuti dalle prove effettuate e dai parametri acquisiti da fonti storiche, si riportano di seguito i parametri geotecnici ed elasto-meccanici per la caratterizzazione dei litotipi affioranti *in situ*.

Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7-87040 Mendicino CS- Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it



TABELLA DI SINTESI

RICOSTRUZIONE DEI CARATTERI STRATIGRAFICI, LITOLOGICI, GEOTECNICI E SISMOSTRATIGRAFICI

Litologia	Descrizione	Spessore strato (m)	Profondità (m)	SISMOSTRATIGRAFIA (m)	V_s (m/s)	C (kPa)	φ	γ (kN/m³)	γ_s (kN/m³)
SABBIA	Sabbia ghiaiosa limosa	8.00	-8.00	-2.00	270	2.2	27/33	18.82	26.80
				-5.00	300				
				-8.00	450				
GRANITO	Graniti fortemente alterati	18.00	-26.00	-17.00	520	--	36	25.00	25.00
				-26.00	600				
GRANITO	Graniti	5.00	>di -35.00	-35.00	600	--	38	25.00	25.00
				>-35.00	850				

La tabella di sintesi dei parametri geotecnici è stata ricavata da una correlazione tra le indagini eseguite *in situ*, quelle eseguite dal dott. Geol. Pasquale Chiodo nello studio di adeguamento sismico dell'adiacente Liceo Classico (M.A.S.W./HVSR) e le stratigrafie dei pozzi presenti nelle aree limitrofe.

Verifica alla liquefazione

La verifica alla liquefazione può essere omessa in quanto profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m dal piano campagna, il piano campagna è sub-orizzontale e la struttura presenta fondazioni superficiali § 7.11.3.4.2 delle NTC2008.

Allegati: Report indagini in situ

Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7-87040 Mendicino CS- Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: PROVINCIA DI COSENZA
 Cantiere: AUDITORIUM LICEO CLASSICO
 Località: ACRI

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	72,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,15
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

OPERATORE

RESPONSABILE

GEOL. CARMINE NIGRO



Prove Penetrometriche in situ

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

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

penetrometri in uso in Italia

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

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

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

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 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 (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.

Distribuzione normale R.C.

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

$$Nspt_k = Nspt_{medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

dove $sNspt$ è la deviazione standard di $Nspt$

Distribuzione normale R.N.C.

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

$$Nspt_k = Nspt_{medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

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 $< 38^\circ$.
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per 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 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

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

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

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

Modulo di deformazione di taglio (G)

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

Modulo di reazione (Ko)

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson 1983 Qc

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 Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con Nc=20 e Qc/Nspt=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/cm²)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buissmann- 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 ($N_{spt}=28$)

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 26/03/2019
 Profondità prova 7,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	50	0,653	250,78	384,23	12,54	19,21
0,60	21	0,747	120,55	161,38	6,03	8,07
0,90	14	0,792	78,71	99,44	3,94	4,97
1,20	14	0,786	78,19	99,44	3,91	4,97
1,50	17	0,781	94,33	120,75	4,72	6,04
1,80	20	0,776	110,29	142,06	5,51	7,10
2,10	24	0,722	114,37	158,48	5,72	7,92
2,40	20	0,767	101,31	132,07	5,07	6,60
2,70	20	0,763	100,74	132,07	5,04	6,60
3,00	24	0,709	104,93	148,06	5,25	7,40
3,30	30	0,705	130,42	185,08	6,52	9,25
3,60	36	0,651	144,56	222,10	7,23	11,10
3,90	30	0,697	121,08	173,66	6,05	8,68
4,20	37	0,644	137,87	214,19	6,89	10,71
4,50	45	0,590	153,78	260,50	7,69	13,02
4,80	45	0,587	152,94	260,50	7,65	13,02
5,10	55	0,584	175,14	299,89	8,76	14,99
5,40	50	0,581	158,41	272,63	7,92	13,63
5,70	55	0,578	173,40	299,89	8,67	14,99
6,00	45	0,575	133,45	231,89	6,67	11,59
6,30	53	0,573	156,46	273,12	7,82	13,66
6,60	48	0,570	141,08	247,35	7,05	12,37
6,90	60	0,568	166,47	293,10	8,32	14,65
7,20	60	0,566	165,79	293,10	8,29	14,65
7,50	70	0,563	192,66	341,95	9,63	17,10
7,80	85	0,561	233,06	415,22	11,65	20,76

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Meyerhof 1957	100
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Malcev (1964)	27,55
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Meyerhof (1965)	38,7

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Bowles (1982) Sabbia Media	284,20
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Bowles (1982) Sabbia Media	520,60

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	113,41
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	210,52

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Meyerhof ed altri	2,21
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	(A.G.I.)	0,27
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	(A.G.I.)	0,17

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	2173,75
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Ohsaki (Sabbie pulite)	4424,76

Velocità onde

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Ohta & Goto (1978) Limi	167,118
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Ohta & Goto (1978) Limi	219,459

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Navfac 1971-1982	7,12
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Navfac 1971-1982	11,93

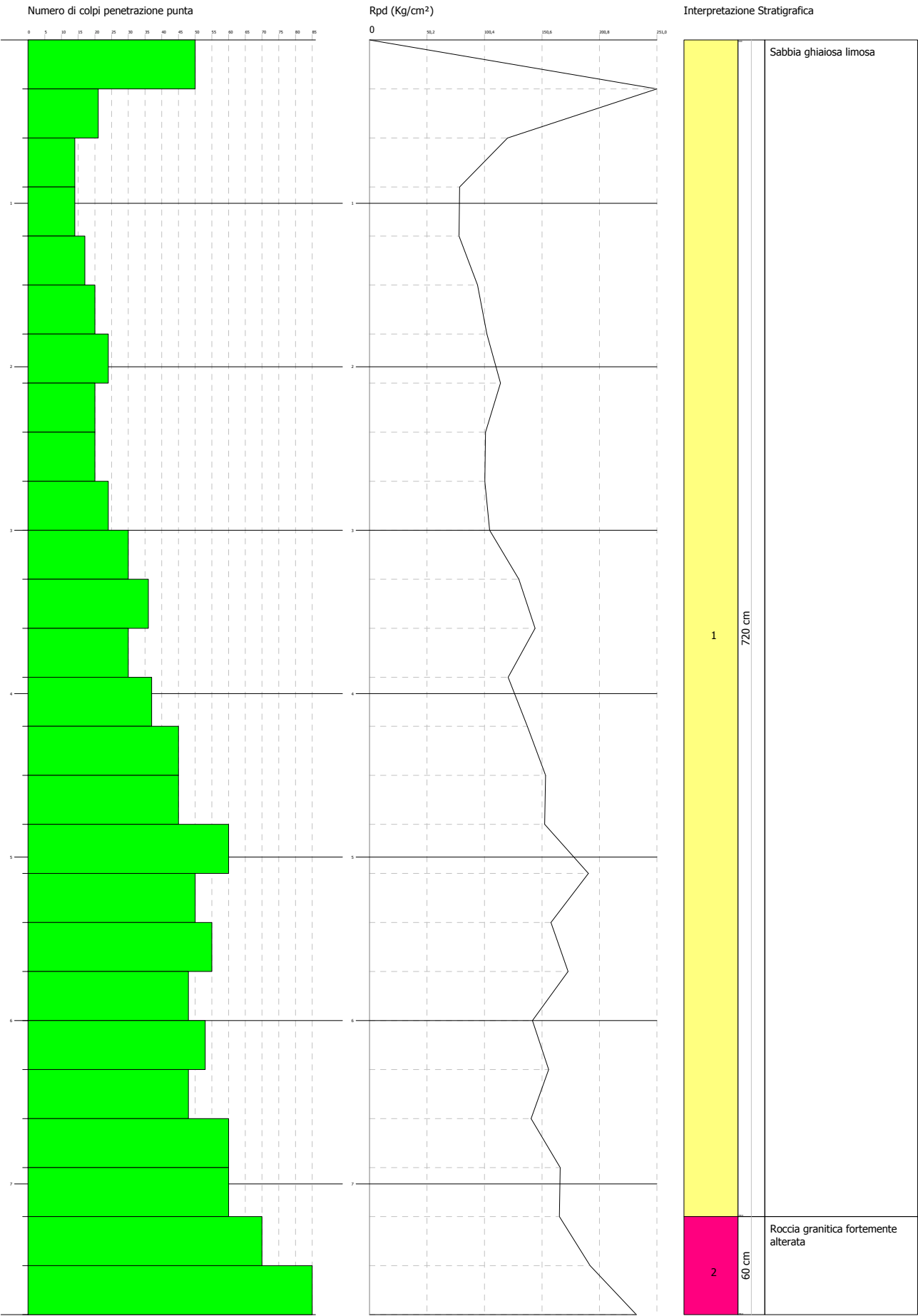
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	41,84	7,20	41,84	Robertson 1983	83,68
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	89,12	7,80	89,12	Robertson 1983	178,24

Committente: PROVINCIA DI COSENZA
Cantiere: AUDITORIUM LICEO CLASSICO
Località: ACRI

Data: 26/03/2019

Scala 1:33



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
 Prova eseguita in data 26/03/2019
 Profondità prova 8,40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	27	0,753	156,17	207,48	7,81	10,37
0,60	10	0,847	65,09	76,85	3,25	3,84
0,90	9	0,842	53,80	63,93	2,69	3,20
1,20	17	0,786	94,94	120,75	4,75	6,04
1,50	23	0,731	119,46	163,37	5,97	8,17
1,80	24	0,726	123,82	170,47	6,19	8,52
2,10	28	0,722	133,43	184,89	6,67	9,24
2,40	38	0,667	167,40	250,93	8,37	12,55
2,70	52	0,613	210,43	343,37	10,52	17,17
3,00	55	0,609	206,53	339,31	10,33	16,97
3,30	63	0,605	235,02	388,67	11,75	19,43
3,60	59	0,601	218,71	363,99	10,94	18,20
3,90	42	0,597	145,20	243,13	7,26	12,16
4,20	50	0,594	171,84	289,44	8,59	14,47
4,50	68	0,590	232,38	393,64	11,62	19,68
4,80	57	0,587	193,72	329,96	9,69	16,50
5,10	66	0,584	210,17	359,87	10,51	17,99
5,40	65	0,581	205,93	354,42	10,30	17,72
5,70	58	0,578	182,85	316,25	9,14	15,81
6,00	55	0,575	163,10	283,43	8,16	14,17
6,30	60	0,573	177,12	309,19	8,86	15,46
6,60	55	0,570	161,65	283,43	8,08	14,17
6,90	63	0,568	174,79	307,75	8,74	15,39
7,20	65	0,566	179,61	317,52	8,98	15,88
7,50	60	0,563	165,14	293,10	8,26	14,65
7,80	70	0,561	191,93	341,95	9,60	17,10
8,10	80	0,559	207,74	371,47	10,39	18,57
8,40	100	0,557	258,75	464,33	12,94	23,22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Meyerhof 1957	100
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Malcev (1964)	27,82
[2] - Roccia granitica	95,83	8,40	95,83	Meyerhof (1965)	36,82

fortemente alterata					
---------------------	--	--	--	--	--

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Bowles (1982) Sabbia Media	343,85
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Bowles (1982) Sabbia Media	554,15

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	137,91
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	224,30

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Meyerhof ed altri	2,25
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	(A.G.I.)	0,25
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	(A.G.I.)	0,16

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	2751,83
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	4737,23

Velocità onde

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Ohta & Goto (1978) Limi	175,911
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Ohta & Goto (1978) Limi	224,746

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Navfac 1971-1982	8,75
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Navfac 1971-1982	11,93

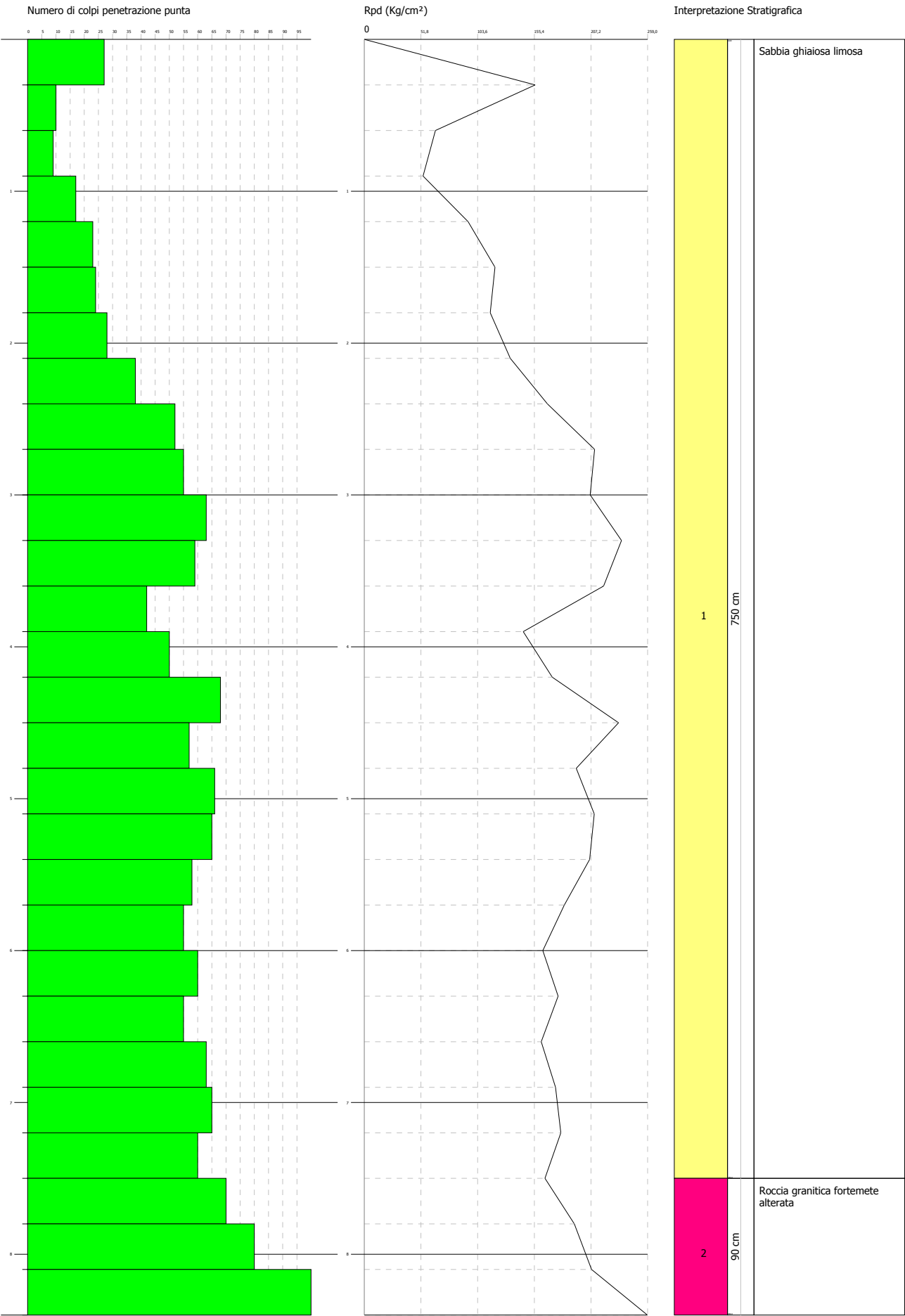
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia ghiaiosa limosa	53,77	7,50	53,77	Robertson 1983	107,54
[2] - Roccia granitica fortemente alterata	95,83	8,40	95,83	Robertson 1983	191,66

Committente: PROVINCIA DI COSENZA
Cantiere: AUDITORIUM LICEO CLASSICO
Località: ACRI

Data: 26/03/2019

Scala 1:35





Report Sismiche a Rifrazione

Lo scopo della sismica è di indagare i tipi litologici del sottosuolo differenziandoli in base al parametro "velocità delle onde elastiche". Il metodo sismico a rifrazione permette la costruzione di dromocrone (diagrammi tempo-distanze) dalle quali è possibile calcolare velocità e profondità di interfacce profonde. I tempi rifratti si riferiscono ad onde sismiche longitudinali (V_p) che incidono con "angolo critico" la superficie di separazione di due mezzi a velocità diverse e crescenti verso il basso (ad esempio V_1 e V_2 , con $V_2 > V_1$). Le onde possono propagarsi lungo tale interfaccia e tornare in superficie fornendo informazioni sugli spessori, variazioni degli stessi, sulle velocità dei due mezzi e sulla pendenza dell'interfaccia; è così possibile desumere informazioni sui caratteri elasto-meccanici dei mezzi attraversati dalle onde longitudinali, essendo il valore velocità delle onde sismiche dipendente dalla densità del litotipo investigato. Operativamente un profilo sismico a rifrazione viene eseguito utilizzando un punto di energizzazione (S) fisso ed una serie di geofoni equidistanti (dal cui numero dipende il grado di dettaglio dell'indagine) posti lungo uno stendimento rettilineo che inizia in corrispondenza del punto (A), di lunghezza proporzionale alla profondità d'indagine (mediamente la profondità d'indagine è pari a circa $1/3$ della lunghezza dello stendimento sismico effettuato). Generando onde elastiche longitudinali (V_p) in un punto del terreno e rivelandone il loro arrivo in superficie ai geofoni, è possibile ricostruire la funzione tempi di arrivo - distanze dal punto di energizzazione (dromocrone) dalla quale si ottengono, in una successiva fase di calcolo automatico, le velocità delle onde longitudinali dei vari mezzi rilevati, nonché la disposizione geometrica dei litotipi presenti nel sottosuolo investigato. Le onde elastiche che vengono registrate nell'utilizzo del seguente metodo sono le onde longitudinali o onde P. Il valore della velocità delle onde longitudinali, come quello delle onde trasversali (S), in un tipo litologico, dipende dalle caratteristiche meccaniche, in particolare essenzialmente dai moduli elastici (Poisson, Young, incompressibilità) e dalla densità. Tutte le metodologie della sismica si basano sul principio di generare onde sismiche in un punto del terreno e di rilevarne il loro arrivo in altri punti in modo da poter ricostruire attraverso lo studio dei percorsi e delle velocità la disposizione geometrica dei vari litotipi presenti al di sotto del piano

campagna. La propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo subisce, sulle superfici di discontinuità sismiche, i fenomeni di riflessione e rifrazione secondo la legge di Snell: $\text{Sen } i / \text{sen } e = V_i / V_e$.

L'interpretazione delle indagini eseguite con la sismica a rifrazione ha consentito di ottenere i valori delle velocità sismiche del primo strato di terreno e dei rifrattori, cioè strati con velocità sismica superiore a quella dello strato soprastante. I dati di campagna registrati su supporto magnetico, sono stati interpretati correlando su diagramma distanza tempo "dromocrone" i tempi di arrivo delle onde longitudinali (o prime) con la distanza sorgente sismica-geofono, mediante l'impiego di programmi di calcolo. Tuttavia, qualunque metodo adottato per l'interpretazione dei dati sismici non può prescindere da alcune limitazioni, pertanto, le condizioni reali del sottosuolo si devono soddisfare almeno in via approssimativa. In generale si sottintende quanto segue:

1. la velocità di ogni strato si mantiene pressoché costante;
2. ogni strato ha velocità inferiore rispetto a quello sottostante, cioè non deve esservi inversione di velocità.

Per l'esecuzione delle misure di velocità sismica è stato utilizzato un **sismografo DoReMi - SARA Electronic Instruments 18 canali** collegato a geofoni verticali (4.5 Hz).

Elaborazione: **Software InterSism 2.0**

Caratteristiche tecniche

Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipunto
Lunghezza max rete:	virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori
N. max canali per tratta:	255
Dimensioni elemento:	80x55x18 mm
Peso:	250 g (per elemento con cavo di 5 metri)
Cavo:	per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 twisted pair schermato
Memoria:	60 kBytes (30000 campioni)
Frequenze selezionabili:	da 500 a 20000 Hz (passi di campionamento da 2 a 0.05 ms)
Convertitore:	tipo SAR a 16 bit (96 dB)
Amplificatore:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Banda passante:	2Hz - 200Hz
Relezione modo comune:	>80dB
Diafonia (crosstalk):	zero, la trasmissione è digitale
Dinamica del sistema	
Risoluzione:	7.6 μV @ 27dB; 0.076 μV @ 60dB
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
S/N ratio fra 0.5 e 30Hz:	>94dB (> 150dB con l'uso del PGA)
Alimentazione	
Alimentazione:	batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc
Consumo di energia:	Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: < 500mA



Fig. 1 – Sismografo DoReMi SARA

CANTIERE: AUDITORIUM LICEO CLASSICO V. JULIA – ACRI (CS)

OPERATORE: NIGRO

DATA ACQUISIZIONE: 26/03/2019 - DATA ELABORAZIONE: 27/03/2019



Fig. 3 – Sismica a rifrazione



Analisi sismica a rifrazione

SISMICA A RIFRAZIONE – AUDITORIUM LICEO CLASSICO V. JULIA ACRI CS

Geofoni (4,5 Hz); Canali 18; Distanza mt; 1.5

COMMITTENTE: GEOLOGO CARMINE NIGRO

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-6.00	0.00	2019-03-26_11-24-26_05000_00200_018_Acq v2_SEG2.dat
-3.00	0.00	2019-03-26_11-25-48_05000_00200_018_Acq v2_SEG2.dat
1275.00	0.00	2019-03-26_11-28-50_05000_00200_018_Acq v2_SEG2.dat
285.00	0.00	2019-03-26_11-31-58_05000_00200_018_Acq v2_SEG2.dat
315.00	0.00	2019-03-26_11-33-25_05000_00200_018_Acq v2_SEG2.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -6 [ms]	FBP da -3 [ms]	FBP da 12.75 [ms]	FBP da 28.5 [ms]	FBP da 31.5 [ms]
1	0.00	0.00	12.90	11.20	21.40	85.60	97.00
2	1.50	0.00	25.10	18.20	20.80	83.20	94.60
3	3.00	0.00	33.60	29.20	18.60	78.60	91.20
4	4.50	0.00	45.80	32.00	18.00	74.20	85.80
5	6.00	0.00	53.80	39.80	14.40	72.00	80.00
6	7.50	0.00	61.00	42.40	12.60	69.40	77.40
7	9.00	0.00	62.40	44.20	10.60	67.20	73.60
8	10.50	0.00	64.60	46.40	5.30	64.00	70.20
9	12.00	0.00	67.00	47.00	0.60	62.80	68.00
10	13.50	0.00	70.40	48.40	1.40	60.00	61.00
11	15.00	0.00	71.40	51.20	4.80	54.80	58.60
12	16.50	0.00	73.40	54.00	7.40	49.20	55.10
13	18.00	0.00	75.80	55.60	8.20	45.20	48.80
14	19.50	0.00	78.80	57.20	9.60	39.80	45.00
15	21.00	0.00	81.80	58.40	12.60	32.90	43.30
16	22.50	0.00	82.00	59.40	14.00	23.40	40.10
17	24.00	0.00	83.60	61.20	14.90	12.00	33.20
18	25.50	0.00	87.20	62.20	15.40	2.80	28.30



Adeguamento sismico
Auditorium Liceo Classico V. Julia – Acri (CS)
Relazione tecnica sulle indagini – Sismica a rifrazione

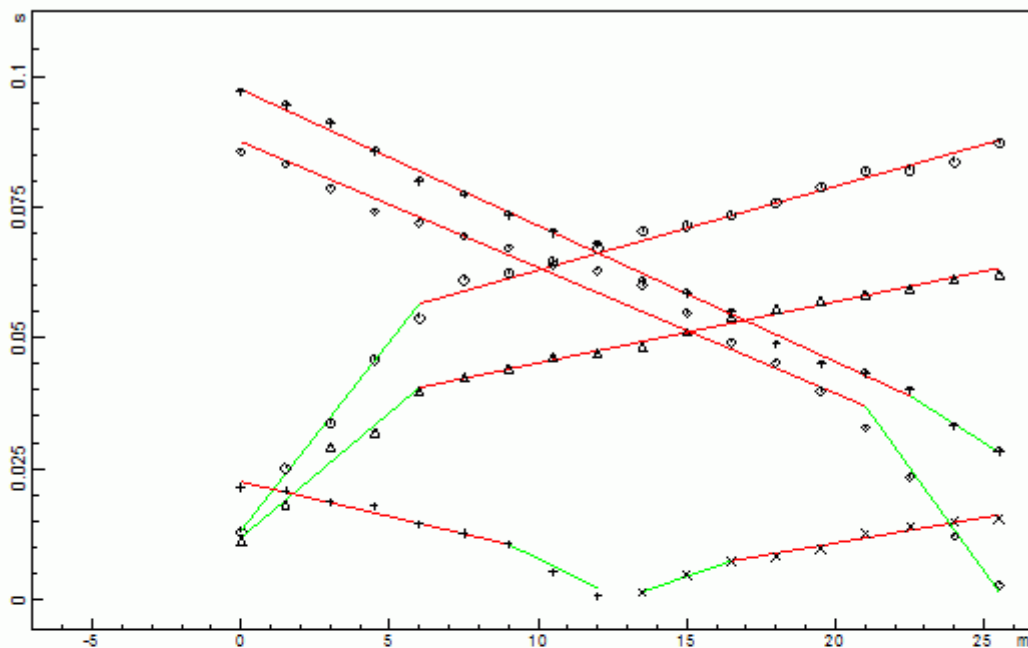
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	7.8
2	7.6
3	7.4
4	7.8
5	7.6
6	7.4
7	7.2
8	7.2
9	7.1
10	6.9
11	6.8
12	6.5
13	6.3
14	5.9
15	5.5
16	5.1
17	5.1
18	5.0

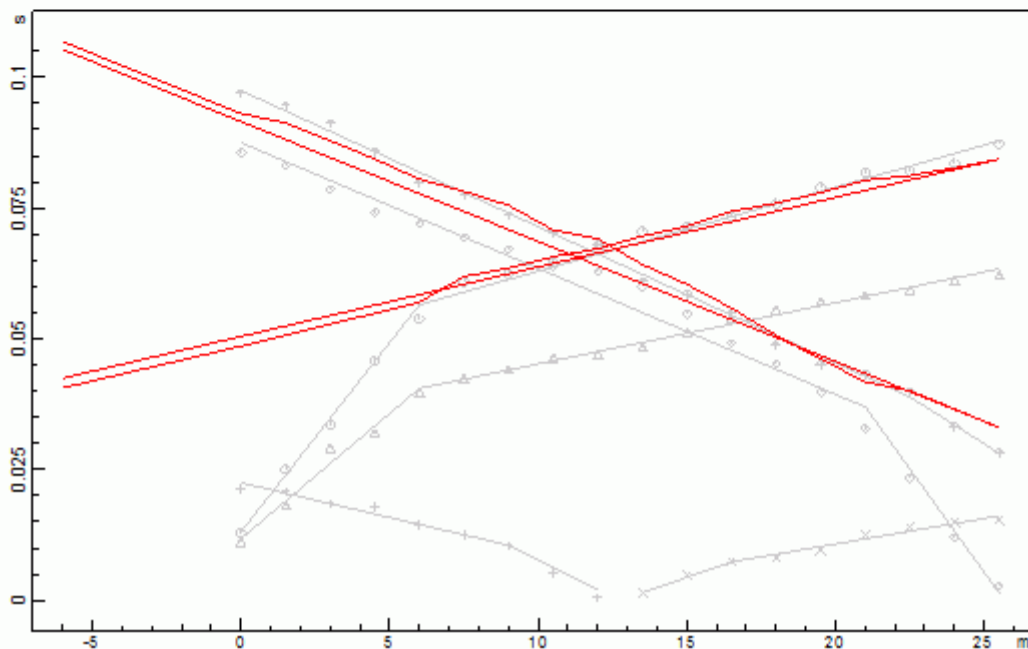
VELOCITA' DEGLI STRATI

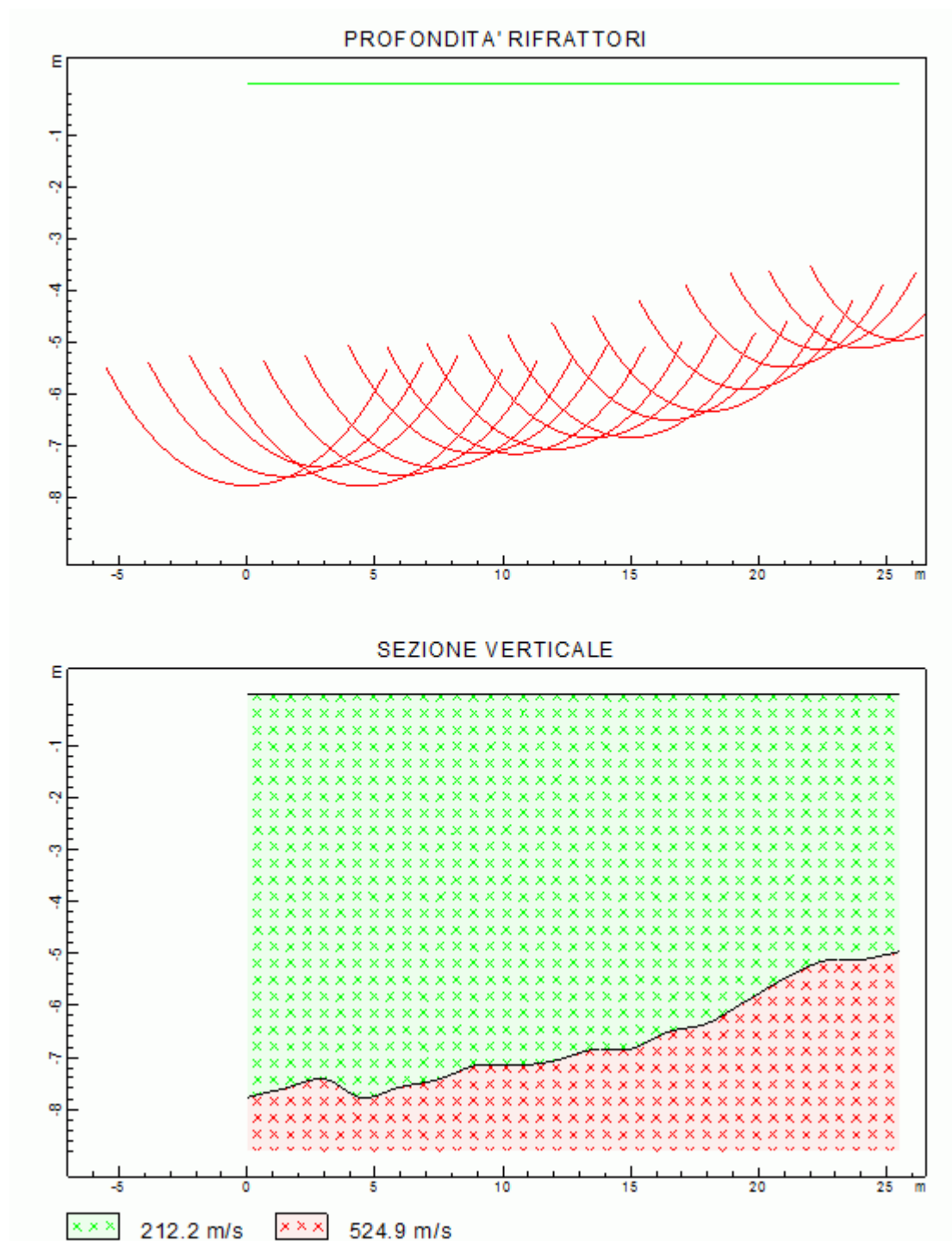
N. Strato	Velocità [m/s]
1	212.2
2	524.9

DROMOCRONE ORIGINALI

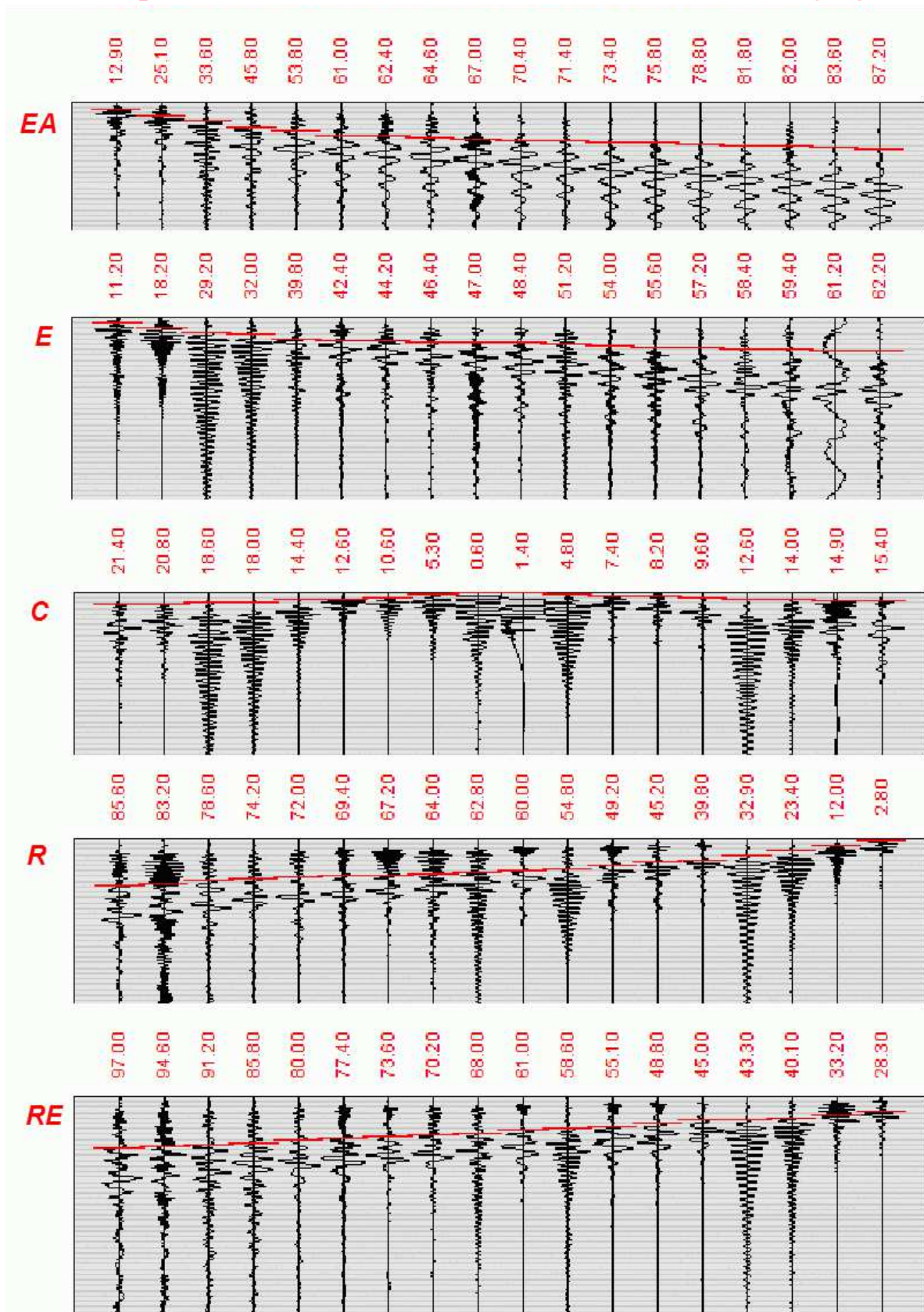


DROMOCRONE TRASLATE





Adeguamento sismico Auditorium Liceo Classico - Acri (CS)



Report M.A.S.W.

Multichannel Analysis of Surface Waves

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde, per cui si ha che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

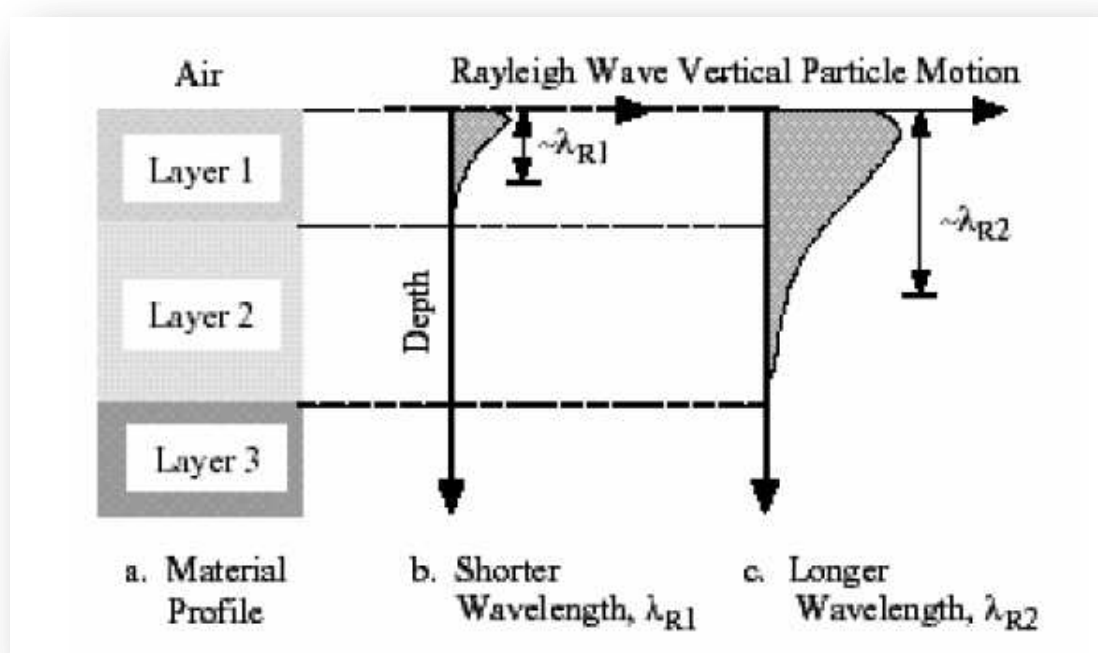


Fig. 1 – Dal diagramma si evince come le onde di Rayleigh ad alta frequenza e piccola lunghezza d'onda interessano gli strati più superficiali del sito, mentre le onde a basse frequenze interessano anche gli strati più profondi

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. In generale facciamo riferimento al metodo MASW attivo che consente di definire la classificazione sismica dei suoli, poiché consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel *range* di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo.

Per l'esecuzione della prova sismica M.A.S.W. è stato utilizzato un **sismografo DoReMi - SARA Electronic Instruments 18 canali** collegato a geofoni verticali.

Elaborazione M.A.S.W: **Software M.A.S.W. 3.0.0.2 – Vitantonio ROMA**



Caratteristiche tecniche

Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipunto
Lunghezza max rete:	virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori
N. max canali per tratta:	255
Dimensioni elemento:	80x55x18 mm
Peso:	250 g (per elemento con cavo di 5 metri)
Cavo:	per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 twisted pair schermato
Memoria:	60 kBytes (30000 campioni)
Frequenze selezionabili:	da 500 a 20000 Hz (passi di campionamento da 2 a 0.05 ms)
Convertitore:	tipo SAR a 16 bit (96 dB)
Amplificatore:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Banda passante:	2Hz - 200Hz
Rilezione modo comune:	>80dB
Diافonia (crosstalk):	zero, la trasmissione è digitale
Dinamica del sistema	
Risoluzione:	7.6 μ V @ 27dB; 0.076 μ V @ 60dB
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
S/N ratio fra 0.5 e 30Hz:	>94dB (> 150dB con l'uso del PGA)
Alimentazione	
Alimentazione:	batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc
Consumo di energia:	Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: < 500mA

Fig. 2 – Sismografo DoReMi SARA

CANTIERE: AUDITORIUM LICEO CLASSICO V. JULIA – ACRI (CS)

OPERATORE: NIGRO

SPAZIATURA GEOFONI: 1.5m TEMPO DI ACQUISIZIONE: 0.667 ms

DATA ACQUISIZIONE: 26/03/2019 - DATA ELABORAZIONE: 27/03/19



Fig. 4 – *Acquisizione MASW in situ*

M.A.S.W. 1

1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracce..... C:\Users\Desktop\Server\Lavori2019\ACRI
 AUDITORIUM\MASW\2019-03-26_11-19-11_05000_00050_018_Acq v2_SEG2.dat
 Numero di ricevitori 18
 Distanza tra i sensori: 1.5m
 Numero di campioni temporali 3000
 Passo temporale di acquisizione 0.667ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi..... 18
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 2000.33ms
 I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz
 Frequenza iniziale 10Hz

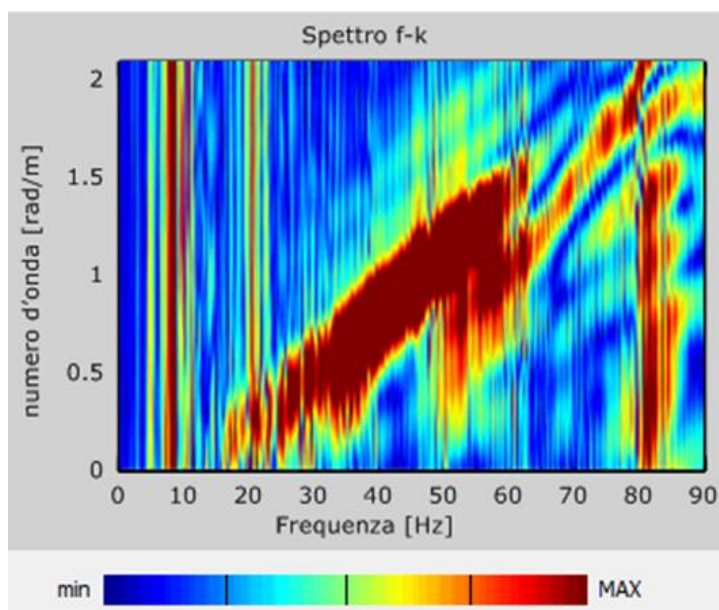


Fig. 5: Spettro di frequenza

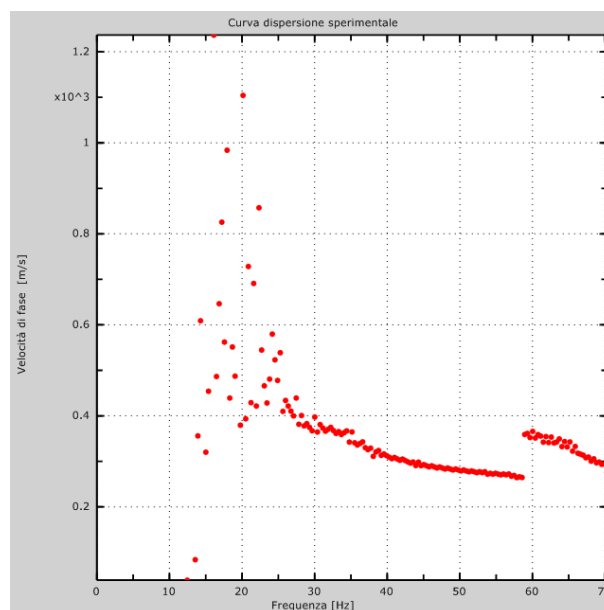


Fig. 6: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Quando si misurano le onde superficiali lungo uno stendimento di ricevitori sulla superficie di un sito energizzato in un punto, la perturbazione generata contiene al suo interno tutti i diversi modi o onde di Rayleigh, che formano un unico treno d'onda, un'unica curva denominata curva apparente o effettiva. Indipendentemente dal disturbo apportato dal sistema di misura, la curva apparente è comunque data dall'interazione dei diversi modi di Rayleigh. In funzione delle caratteristiche geometriche e meccaniche degli strati di terreno alcuni modi di Rayleigh possono risultare predominanti rispetto agli altri modi in determinati intervalli di frequenza. Generalmente quando la rigidità degli strati aumenta gradualmente con la profondità il modo fondamentale di Rayleigh risulta predominante a tutte le frequenze. Tuttavia esistono diverse stratigrafie, con strati rigidi compresi tra strati soffici o strati soffici compresi tra strati rigidi o con variazioni brusche di rigidità con la profondità, in cui i modi di Rayleigh superiori al primo diventano predominanti in certi intervalli di frequenza.

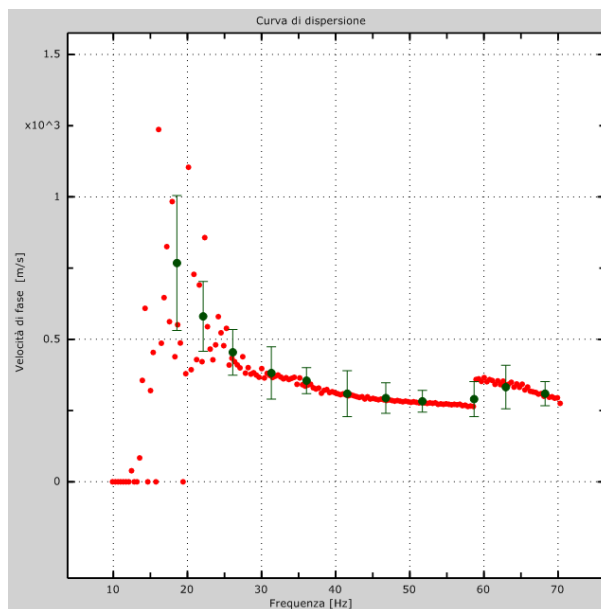


Fig. 7: Curva dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
18.5811	767.965	530.978	1004.95
22.1156	580.669	458.353	702.984
26.1153	454.53	374.261	534.8
31.3241	381.905	290.168	473.642
36.0679	355.149	309.28	401.017

41.5558	309.28	229.011	389.55
46.7647	293.991	240.478	347.504
51.6945	282.524	244.3	320.747
58.6706	290.168	229.011	351.326
62.9493	332.215	255.767	408.662
68.2511	309.28	267.234	351.326

4 - Profilo in sito

Quando la sovrapposizione tra curva di dispersione sperimentale e curva di dispersione numerica è soddisfacente allora la ricerca del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs può ritenersi conclusa e si definisce il tipo di suolo sismico. Con un maggior numero di iterazioni si ha maggiore possibilità di individuare un profilo finale di velocità Vs ottimale, che genera una curva di dispersione numerica più prossima alla curva di dispersione sperimentale, cioè con un minor errore relativo. Generalmente con 15 iterazioni si ottiene un profilo di velocità Vs che genera una curva di dispersione numerica in buon accordo con la curva di dispersione sperimentale.

Numero di strati (escluso semispazio)	7
Spaziatura ricevitori [m]	1.5m
Numero ricevitori	18
Numero modi	7

STRATO	h (m)	z (m)	Densità	Poisson	Vs fin. (m/s)
Sabbie ghiaiose limose	2.00	-2.00	1850	0.45	270.00
Sabbie ghiaiose limose	3.00	-5.00	1900	0.45	300.00
Sabbie ghiaiose limose	3.00	-8.00	2000	0.35	450.00
Graniti fortemente alt.	9.00	-17.00	2200	0.35	520.00
Graniti fortemente alt.	9.00	-26.00	2200	0.25	600.00
Graniti	9.00	-35.00	2500	0.25	600.00
Graniti		>-35.00	2500	0.2	850.00

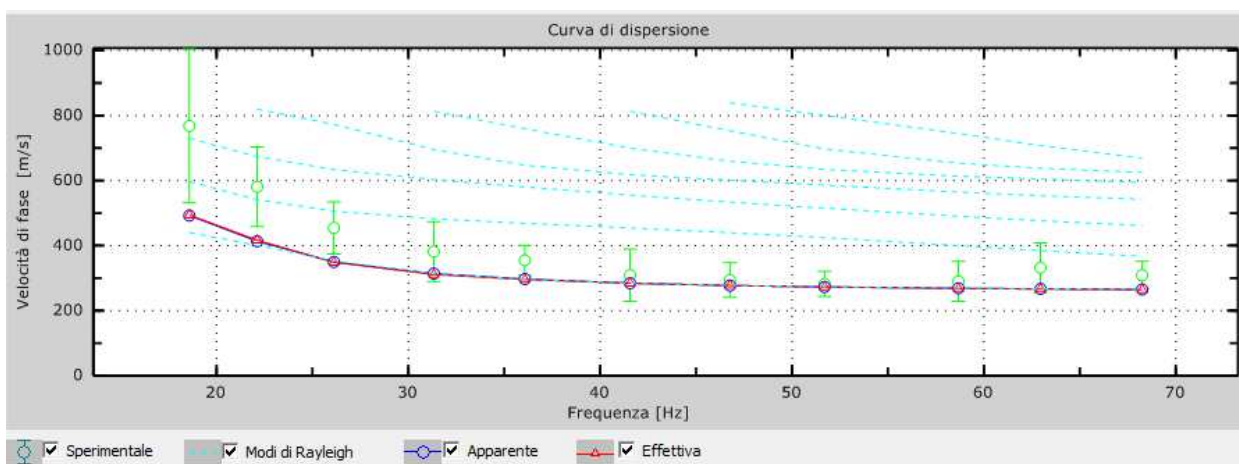


Fig. 8: Rappresenta le curve di dispersione sperimentale, numerica apparente, numerica effettiva e i modi di Rayleigh per come riportato in legenda

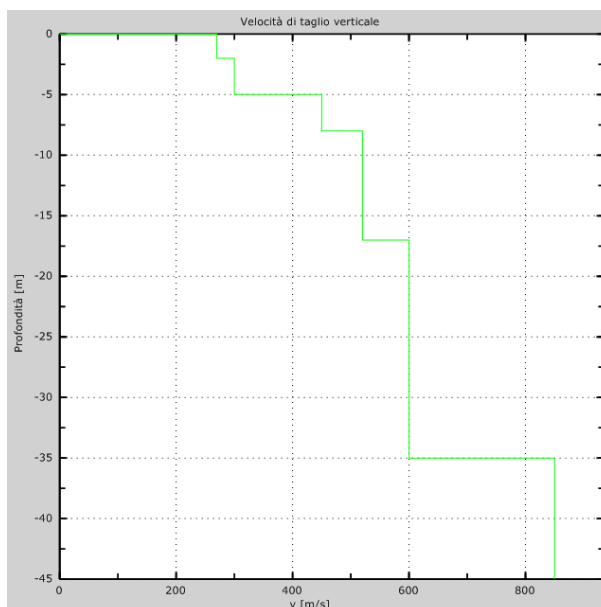


Figura 9: Profilo delle velocità Vs

5 - Risultati finali

Vs30 Calcolato a -30.00 m dal p.c.	475 m/s
---	----------------

Categoria Suolo

In relazione all'analisi svolta ed alla profondità presunta delle fondazioni, il valore del Vs30 rientra nella categoria di suolo di tipo B.

Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

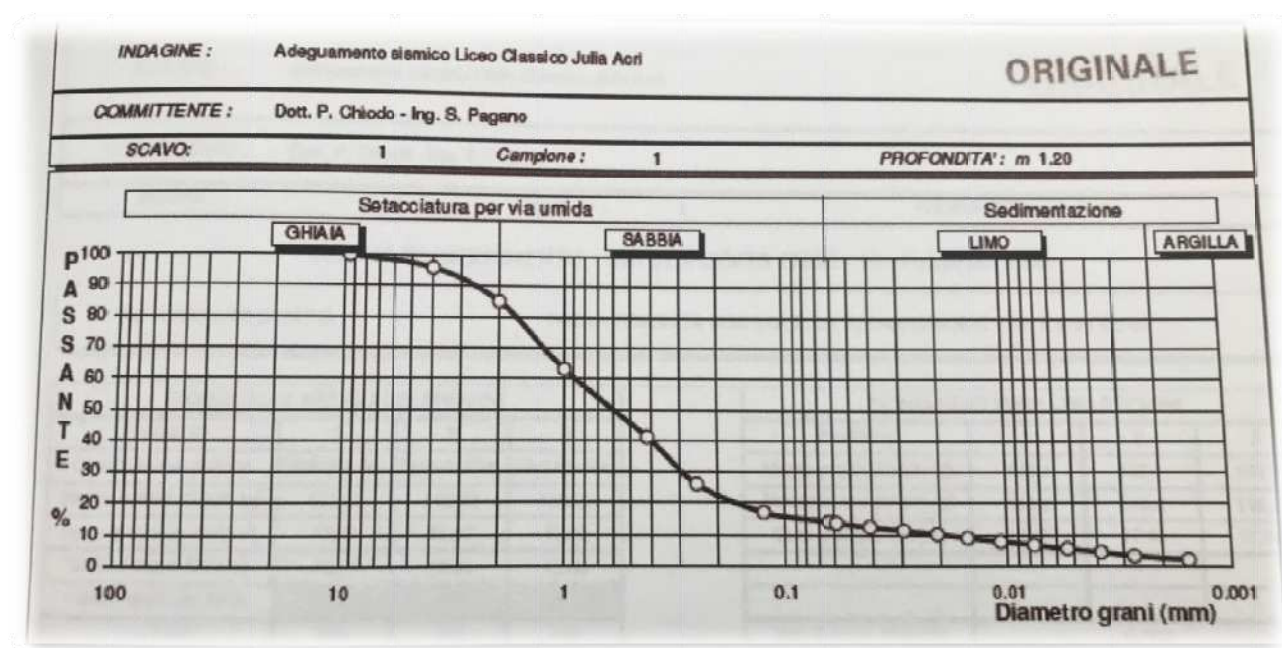


Sintesi indagini acquisite

DATI LABORATORIO GEOTECNICO

γ	17.904 kN/m ³
γ_s	26.359 kN/m ³
Φ	33.54
C	2.183 kPa

ANALISI GRANULOMETRICA



GHIAIA 15% - SABBIA 71% - LIMO 11% - ARGILLA 3% → **SABBIA GHIAIOSA LIMOSA**

Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7 - 87040 Mendicino CS - Tel. 3334844252

e-mail: carmine.nigro@alice.it; geol.carminenigro@pec.it



RIEPILOGO M.A.S.W.

STRATO	PROFONDITÀ (m)	SPESSORE (m)	γ (kN/m ³)	μ	V _s (m/s)
1	0.0	3.0	18.5	0.42	210
2	3.0	6.5	19.8	0.36	435
3	9.5	6.0	20.0	0.31	450
4	15.5	6.0	21.2	0.30	600
5	21.5	8.0	21.5	0.30	665
6	29.5	50.0	22.3	0.27	1050

RAPPORTO SPETTRALE H/V

FREQUENZA MASSIMA	15.00 Hz
FREQUENZA MINIMA	0.50 Hz
PASSO FREQUENZE	0.15 Hz
FREQUENZA DEL PICCO DEL RAPPORTO H/V	5.90 Hz \pm 0.01Hz

SCHEDE POZZI

Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
Codice: 153946 Regione: CALABRIA Provincia: COSENZA Comune: ACRÌ Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 112,00 Quota pc s.l.m. (m): 470,00 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1,500 Portata esercizio (l/s): 1,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 2 Longitudine WGS84 (dd): 16.383750 Latitudine WGS84 (dd): 39.492289 Longitudine WGS84 (dms): 16° 23' 01.01" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 29' 32.32" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	0,00	112,00	220		
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	00,00	112,00	32,00		
POSIZIONE FILTRI					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	76,00	112,00	168		
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)		
nov-2003	23,00	76,00	53,00		
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	12,00	12,00	PALEOZOICO	CONGLOMERATI CON PASSAGGI SABEIOSI
2	12,00	112,00	100,00	PALEOZOICO	GRANITO FRATTURATO E ALTERATO CON INTRUSIONI QUARZOSE

IEFRA - Copyright 2018

Geol. Carmine Nigro

Via F. Fellini 7-87040 Mendicino CS- Tel. 3334844252

[e-mail: carmine.nigro@alice.it](mailto:carmine.nigro@alice.it); geol.carminenigro@pec.it

Stampa

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 177406 Regione: CALABRIA Provincia: COSENZA Comune: ACRÌ Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 102,00 Quota pc s.l.m. (m): 700,00 Anno realizzazione: 1990 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 2,000 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 16,384861 Latitudine WGS84 (dd): 39,495069 Longitudine WGS84 (dms): 16° 23' 05.05" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 29' 42.42" N	

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	102,00	102,00	250

MISURE PIEZOMETRICHE


Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1990	35,00	50,00	15,00	1,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	45,00	44,00		ROCCE INTRUSIVE ACIDE CON COMPOSIZIONE VARIABILE DA GRANITI A QUARZODIORITI IN DISFACIMENTO
3	45,00	102,00	57,00		ROCCE CONSISTENTI INTRUSIVE ACIDE CON COMPOSIZIONE VARIABILE DA GRANITI A QUARZODIORITI

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 177544 Regione: CALABRIA Provincia: COSENZA Comune: ACRÌ Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 36,00 Quota pc s.l.m. (m): 719,00 Anno realizzazione: 2001 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1,667 Portata esercizio (l/s): 1,333 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 16,381811 Latitudine WGS84 (dd): 39,496739 Longitudine WGS84 (dms): 16° 22' 54.54" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 29' 48.48" N	

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	36,00	36,00	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	28,00	36,00	8,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/2001	11,30	27,70	16,40	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,40	1,40		TERRENI VEGETALI
2	1,40	5,00	3,60		SABBIE DEBOLMENTE LIMOSE
3	5,00	36,00	31,00		SABBIA E GHIAIA CON TROVANTI



CONCLUSIONI

Il presente studio, è parte integrante degli atti progettuali (D.M. 11-03-88 e delle NTC2008), con il fine di analizzare le peculiarità geolitologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche, sismologiche e geo-meccaniche del terreno di sedime delle fondazioni in previsione dell'Intervento di Adeguamento Sismico Auditorium Liceo Classico V. Julia - Comune di Acri (CS).

Dai risultati ottenuti dalle indagini in situ ed in considerazione delle caratteristiche dei manufatti e alle finalità di progetto, si possono effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- Il sito esaminato è idoneo ad accogliere le opere previste in progetto;
- Le caratteristiche sismologiche sono omogenee;
- I terreni in esame al di sotto dei piani di fondazione, del fabbricato NON sono suscettibili a liquefazione;
- Gli interventi in progetto sono tali da non aggravare le condizioni di sicurezza del territorio;
- L'area in esame non rientra in aree perimetrate dal PAI come Rischio Frana o Rischio Idraulico.

In ogni caso siano attuate le seguenti ulteriori prescrizioni e modalità esecutive:

- a. Le fondazioni delle opere strutturali siano verificate e calcolate nel rispetto delle norme tecniche di cui al D.M. 11.03.88 e del D.M. 17.01.2018;
- b. Non si segnala la presenza di falda idrica alla profondità investigata, in ogni caso, nei periodi invernali possono verificarsi accumuli idrici superficiali strettamente connessi alle intense precipitazioni

In considerazione all'assetto morfo-strutturale ed alla sismicità dell'area, nonché alla tipologia fondale in progetto, fermo restando le condizioni prima evidenziate, si può concludere che gli interventi strutturali da realizzare previsti in progetto sono compatibili, nel rispetto anche a quanto prescritto e consigliato, con le caratteristiche fisiche e meccaniche del terreno di fondazione studiato.

Il Geologo
Dott. Carmine Nigro