

# COMUNE DI NARDO'

PROVINCIA DI LECCE

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

PROGETTO PER LA DEMOLIZIONE DEL PLESSO  
SCOLASTICO D.HAMMARSKJOLD – FACENTE PARTE  
DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO POLO 3 "P.INGUSCI" SITO IN  
VIA XX SETTEMBRE, NARDO' (LECCE) E COSTRUZIONE DI  
UN NUOVO FABBRICATO DESTINATO A SCUOLA  
SECONDARIA DI I°GRADO IN PIAZZA GIULIO PASTORE

## ***RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO***

Ruffano, gennaio 2022

IL GEOLOGO  
Dott. Marcello DE DONATIS





## INDICE

PREMESSA	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
CARATTERI GEOLOGICI	3
CARATTERI IDROGEOLOGICI	9
INDAGINE GEOGNOSTICA	11
VERIFICA DEGLI STATI ULTIMI (SLU)	13
CONCLUSIONI	19

## **PREMESSA**

Il sottoscritto è stato incaricato dall'Amm.ne Comunale di Nardo con determina n° 29 del 28.01.2002, per eseguire un'indagine geognostica per il progetto di demolizione del plesso scolastico D.HAMMARSKJOLD – facente parte dell'ISTITUTO COMPRENSIVO POLO 3 “P.Ingusci” sito in via XX Settembre, NARDO' (Lecce) e costruzione di un nuovo fabbricato destinato a scuola secondaria di I° grado in Piazza Giulio Pastore, da ubicare su Via della Costituzione nel Comune di Nardò.

L'indagine è stata finalizzata alla definizione dei lineamenti geomorfologici e strutturali della locale successione stratigrafica, dello schema di circolazione idrica sotterranea, nonché alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Per eseguire quanto sopra, si è proceduto attraverso:

- rilevamento geo-idro-morfologico di superficie;
- esecuzione di una prova penetrometrica dinamica continua.

Dopo aver acquisito i risultati del rilevamento geologico di superficie e delle indagini geognostiche, è stata ricostruita la modellazione geologica del sito interessato dall'intervento.

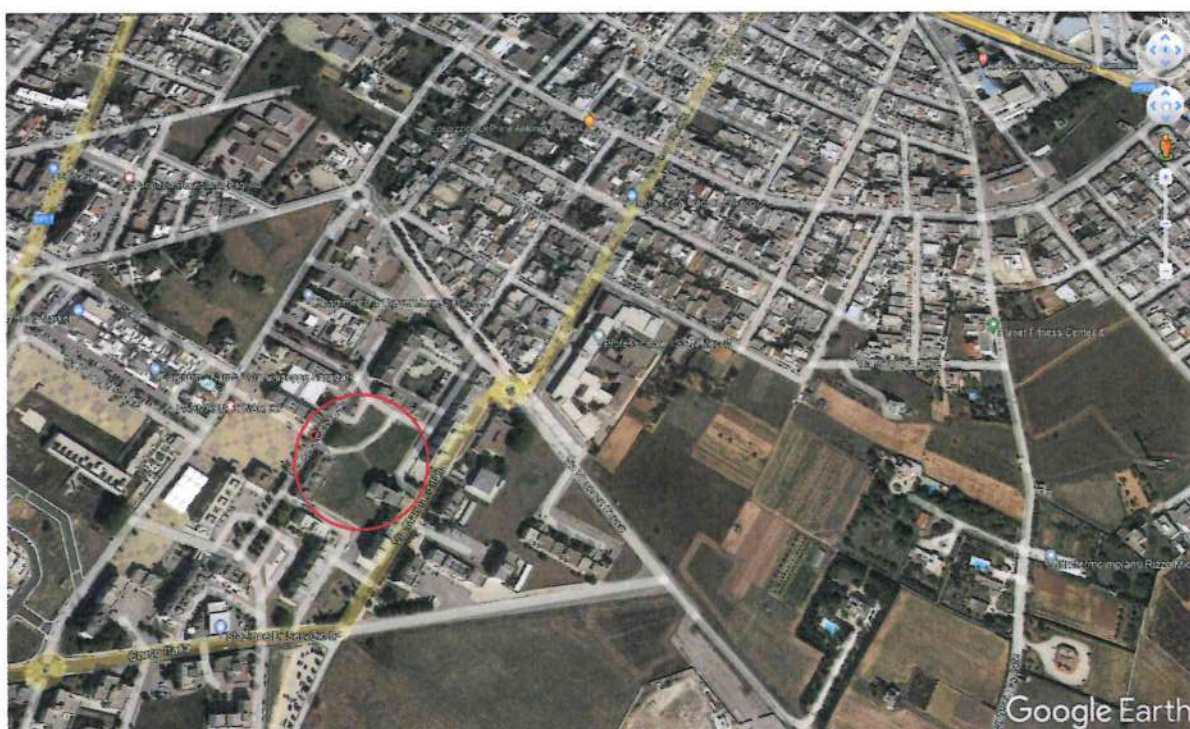
## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata su Via della Costituzione nel Comune di Nardò.

La quota topografica è di 40 metri s.l.m.

L'area di indagine è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 40° 10' 05'' N
- Longitudine: 18° 01' 36'' E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## CARATTERI GEOLOGICI



L'area indagata ricade nel foglio 214 Tavoletta di Gallipoli con quote topografiche di 40 metri s.l.m.

Morfologicamente il territorio presenta due ripiani sub-pianeggianti posti a quote differenti, raccordati da un gradino di origine tettonica.

Il paesaggio fisico è costituito da una depressione alluvionale tabulare; tettonicamente è collocata all'interno di un esteso graben che si allunga in direzione NW-SE ed è delimitata ai lati da due horst, denominati localmente "Serre", dove affiorano le rocce carbonatiche.

L'attuale configurazione geologica è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento calcareo durante il Terziario e ha dato vita ad una serie di depressioni in cui si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie pleistoceniche.

Il rilievo geologico ha evidenziato la presenza delle seguenti formazioni dal basso verso l'alto:

- Calcari di Altamura (Cenomaniano-Turoniano);
- Calcareni di Gravina (Pleistocene inf.);
- Argille grigio-azzurre (Pleistocene medio);
- Sabbie (Pleistocene medio-sup).

### ***Calcari di Altamura (Cenomaniano-Turoniano)***

Questa formazione è presente in profondità dove risulta ribassata per cause tettoniche.

Essa costituisce il basamento della Penisola Salentina, si presenta con stratificazione variabile, ad andamento ondulato con strati di circa 20-30 cm di spessore che, a luoghi, diminuisce sino alla caratteristica struttura a “tavolette” con laminazioni ritmiche.

I Calcari di Altamura sono interessati da una fratturazione subverticale, con diaclasi e leptoclasì che, avendo un andamento normale ai piani di strato, talvolta, rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica.

Sono presenti, inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccazioni riempite di materiale residuale.

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana o nocciola, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri; l'immersione è verso OSO con pendenze comprese fra  $6 \div 13^\circ$ . Alcune piccole variazioni di immersione danno luogo a deboli ondulazioni, mentre la fratturazione, localmente anche intensa, dà origine ad una rete di fessure che conferisce alla formazione suddetta una generale permeabilità in grande.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità tende ad aumentare la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il loro ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo più esattamente di piattaforma. Inoltre, dato che presenta spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato per effetto di una costante subsidenza.

### ***Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)***

Questo litotipo è presente in profondità a circa 35 metri dal p.c..

Si adagia in trasgressione sui calcari del Cretaceo e costituisce un deposito con graduali passaggi in differenti varietà di tipico.

In questa unità vengono riuniti tutti i sedimenti noti con il termine generico di "Tufi".

Questa formazione è assimilabile, per caratteristiche litologiche, sedimentologiche e stratigrafiche, alle Calcareniti di Gravina (Ba); da esse infatti prendono anche il nome.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio-chiara, cui si associano sabbioni calcarei talora parzialmente cementati,



eccezionalmente argillosi. Verso la base dell'unità si rinvencono alle volte delle brecce e conglomerati con estensione e potenza molto variabile.

Il contenuto del carbonato di calcio è in genere elevato ed oscilla tra il 97-98%.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa con le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa. Al tetto della formazione si rinvencono le argille grigio-azzurre.

La stratificazione è in genere incrociata, in accordo con il suo ambiente deposizionale.

### ***Formazione di Gallipoli***

Questa formazione risulta costituita da due unità: Sabbie in affioramento e argille grigio-azzurre in profondità.

Le argille in questione, si correlano, sia dal punto di vista litologico che stratigrafico, alle argille subappennine plio-pleistoceniche o alle argille grigio-azzurre Calabrianne, rinvenibili in diverse zone della Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana, alle Murge e al Salento.

Sostanzialmente i caratteri di tali argille sono largamente confrontabili lungo tutte le aree di affioramento.

Stratigraficamente si pongono nella parte mediana del Ciclo sedimentario plio-pleistocenico.

Esse poggiano in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche (Calcareniti di Gravina).

Superiormente passano gradualmente, in linea generale, a depositi sabbiosi o calcarenitici calabriani, costituenti i termini di chiusura di detto Ciclo.

Nell'area di Nardò i rilievi effettuati hanno messo in evidenza che il deposito, poggiante sulle calcareniti di Gravina, è costituito da argille marnose più o meno siltose, di colore grigio-azzurro e giallo-grigiastro; quest'ultimo è dovuto sia ad un aumento della frazione sabbiosa che a fenomeni di ossidazione da parte degli agenti atmosferici.

In passaggio alle successive formazioni risulta generalmente di carattere trasgressivo rispetto ai depositi post-calabriani calcarenitici.

Superiormente alle Argille-grigio-azzurre si rinvencono, con probabile passaggio graduale, dei depositi sabbiosi di natura calcareo-micacea.

Esse sono affioranti estesamente su tutta l'area indagata.

Il deposito sabbioso in questione si correla abbastanza bene dal punto di vista stratigrafico e litologico con le formazioni sabbiose del Ciclo plio-pleistocenico su menzionato.

Così come le argille grigio-azzurre calabriane, anche tale deposito sabbioso risulta variamente costituito e di potenza variabile da luogo a luogo lungo le zone di affioramento.



# CARTA GEOLOGICA



## LEGENDA



CALCARENITI E SABBIE

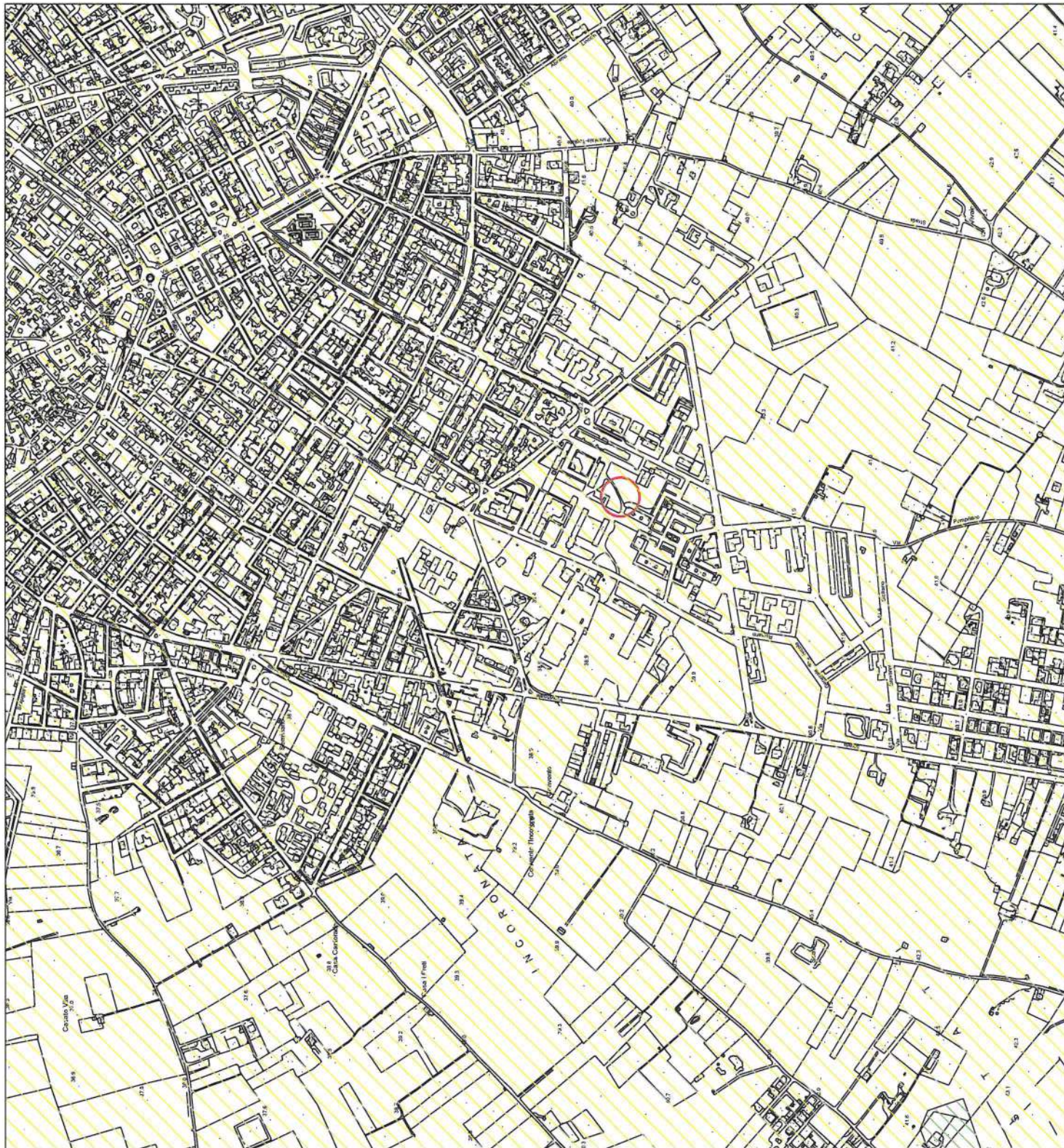
Calcarenti bioclastiche a grana media, da grigio chiaro a giallastre di norma massicce, porose e tenere (tufi calcarei).

Occasionalmente orizzonti argillosi consentono, talvolta la presenza di piccole falde idriche sospese (Pleistocene inferiore).



AREA INDAGATA

Scala 1:10000









Nell'area salentina l'articolazione e la frammentazione dei bacini di sedimentazione ha prodotto la differente costituzione litologica: sono presenti livelli arenacei, limosi e/o argillosi e calcarenitici nell'ambito dei depositi sabbiosi.

Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie sciolte solo localmente contenenti livelli cementati.

Il colore è giallo-paglierino, la grana prevalentemente fine ed uniforme.

## **CARATTERI IDROGEOLOGICI**

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso due livelli il più profondo dei quali localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base" in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 1.8 metri e tende progressivamente a ridursi verso W con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.015 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo:

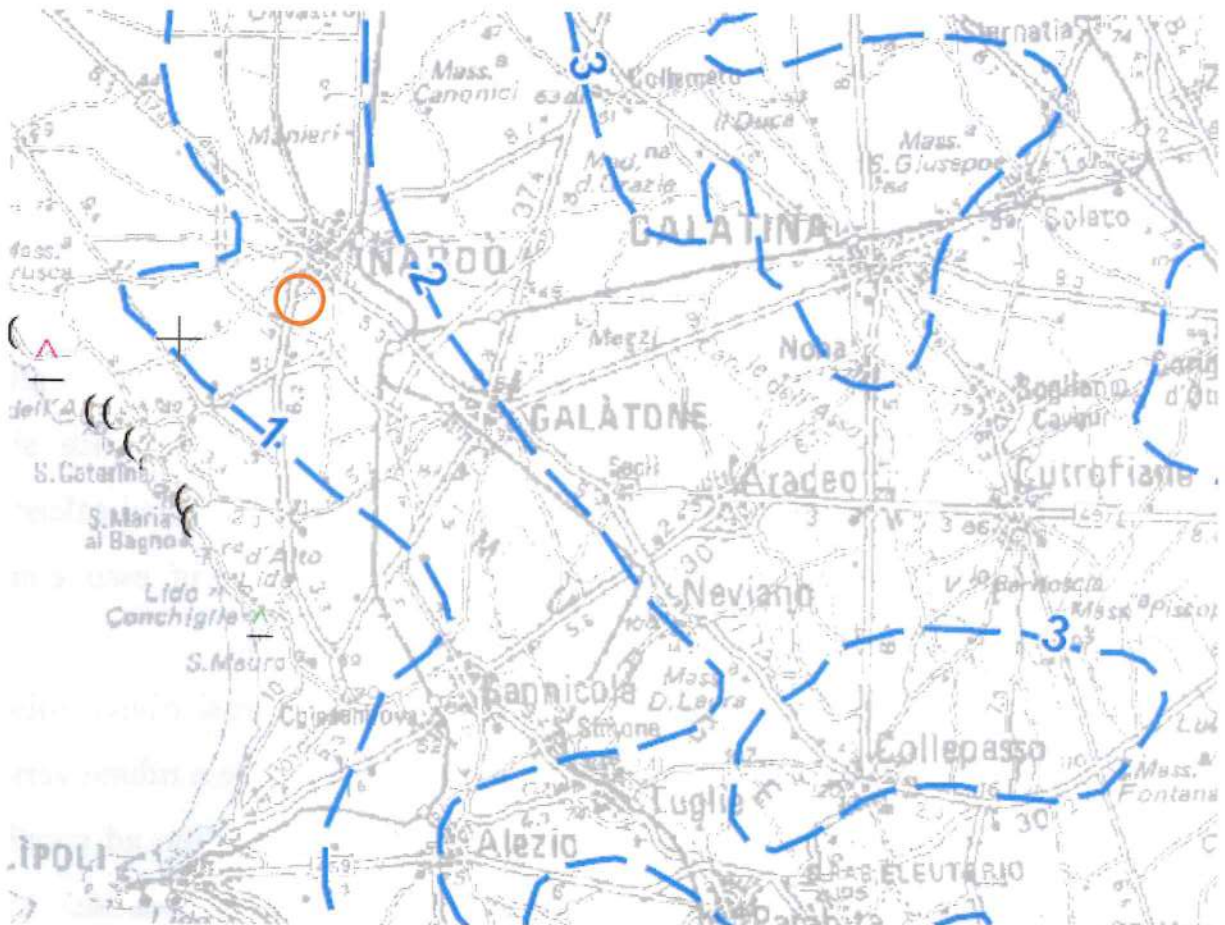
$H$  = spessore della falda

$h$  = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La profondità di rinvenimento della falda profonda è superiore a 40 metri, pertanto non interagisce con le opere fondali della struttura in esame.



Piano di tutela delle acque – Regione Puglia  
Tav.6.2 “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”

La falda superficiale è presente a -2.0 metri dal p.c., è contenuta nei depositi sabbiosi di età pleistocenica. Il livello di base è costituito dalle sottostanti argille grigio-azzurre che ne condizionano anche l'estensione areale, mentre l'andamento della superficie piezometrica è all'incirca parallelo alla superficie topografica.

## INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità alle direttive del D.M. 17.01.2018 § 6.2.2 delle N.T.C. e § 6.2.1 della Circolare C.S.LL.PP. n. 7/2019 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

Trattandosi di accertare la costituzione del sottosuolo e di valutare le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti, si è proceduto con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica continua.

Il sondaggio penetrometrico dinamico consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica battendo sulle aste con un maglio a caduta libera e contando il numero di colpi necessari all'avanzamento della punta, di successive quantità costanti.

Le prove sono state eseguite con un penetrometro TG 63-200 della PAGANI, le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

- Maglio a caduta libera Kg 63.5
- Aste in acciaio speciale  $\phi = 50.8$  mm; L = 100 cm; Kg = 4.6
- Punta conica della superficie  $20.43 \text{ cm}^2$ ;
- Altezza di caduta libera maglio 75 cm.

Di seguito si allegano gli istogrammi penetrometrici, con i numeri di colpi registrati durante l'indagine.



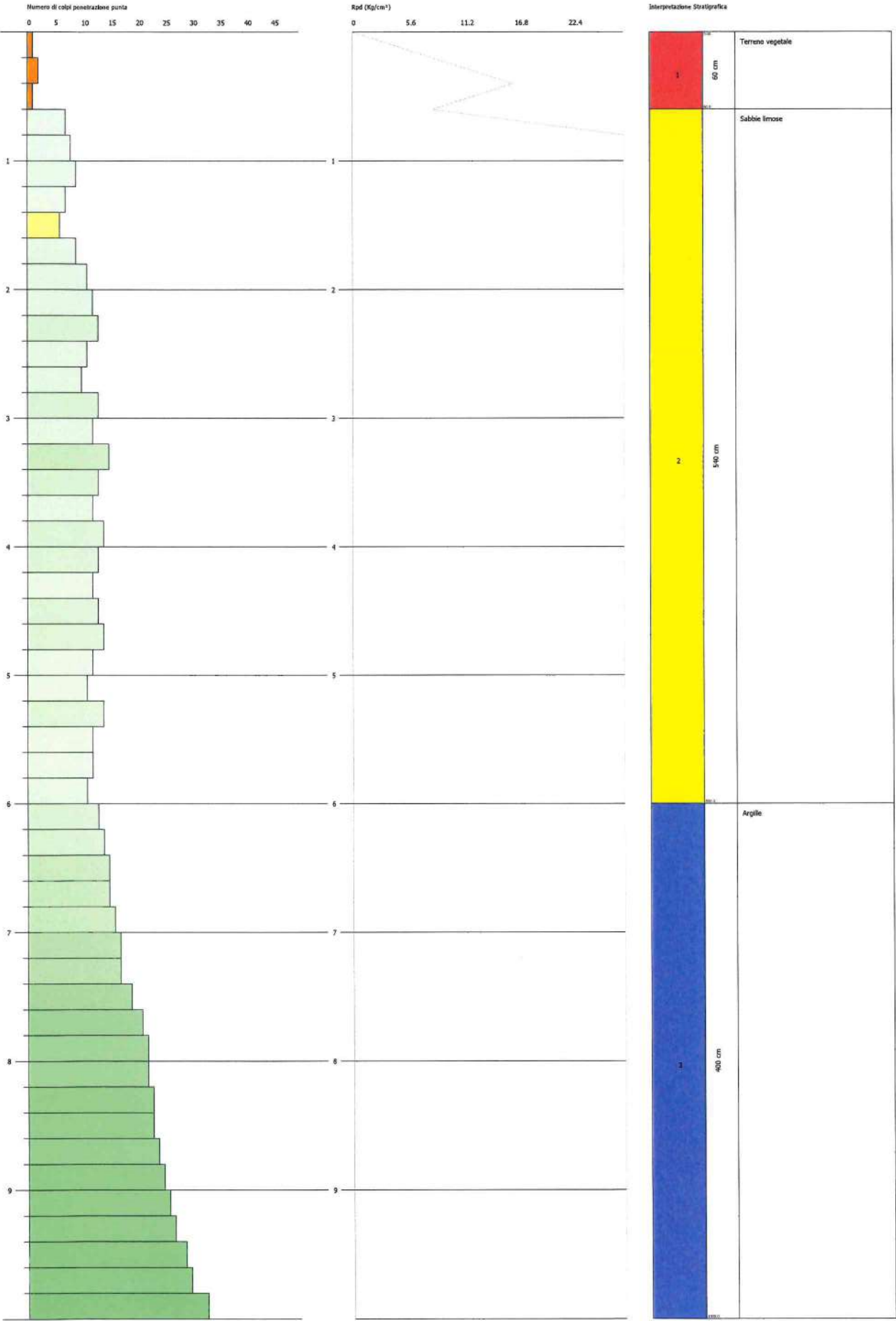
Dalle prove è stata ricostruita la seguente successione litostratigrafia:

- da 0.00 m a 0.6 m            terreno vegetale
- da 0.60 m a 6.00 m        sabbie limose
- da 6.00 m a 10.00 m       argille

I parametri geotecnici del litotipo calcolati sulla scorta delle prove penetrometriche dinamiche continue sono risultati i seguenti:

<i>litologie</i>	<i>Sabbie limose</i>	<i>Argille</i>
Densità (%)	72	-
Angolo di attrito (°)	31.87	20
Coesione non drenata (kg/cmq)	0.0	2.21
Modulo Young (kg/cmq)	160	324
Modulo edometrico (kg/cmq)	62	-
Classificazione AGI	Moderat. addensato	Estremament e cons.
Peso di volume (gr/cmc)	1.93	2.21
Modulo di Poisson	0.32	0.33
Mod. di def. a taglio (kg/cmq)	934	-
Modulo di spinta Ko (kg/cmc)	3.	5.69







## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Amm.ne Comuanle Descrizione: Realizzazione di una scuola Località: Via della Costituzione - Nardo (Le);	
--	--

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

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 22/01/2022

Profondità prova 10.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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> )
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	1	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.80	7	0.843	57.37	68.02	2.87	3.40
1.00	8	0.840	60.39	71.92	3.02	3.60
1.20	9	0.836	67.66	80.91	3.38	4.05
1.40	7	0.833	52.41	62.93	2.62	3.15
1.60	6	0.830	44.75	53.94	2.24	2.70
1.80	9	0.826	66.86	80.91	3.34	4.05
2.00	11	0.823	75.73	92.00	3.79	4.60
2.20	12	0.820	82.31	100.36	4.12	5.02
2.40	13	0.767	83.41	108.72	4.17	5.44
2.60	11	0.814	74.91	92.00	3.75	4.60
2.80	10	0.811	67.86	83.63	3.39	4.18
3.00	13	0.759	77.11	101.64	3.86	5.08
3.20	12	0.806	75.62	93.82	3.78	4.69
3.40	15	0.753	88.36	117.28	4.42	5.86
3.60	13	0.751	76.32	101.64	3.82	5.08
3.80	12	0.798	74.91	93.82	3.75	4.69
4.00	14	0.746	76.66	102.76	3.83	5.14
4.20	13	0.744	70.97	95.42	3.55	4.77
4.40	12	0.791	69.71	88.08	3.49	4.40
4.60	13	0.739	70.54	95.42	3.53	4.77
4.80	14	0.737	75.75	102.76	3.79	5.14
5.00	12	0.785	65.16	83.01	3.26	4.15
5.20	11	0.783	59.58	76.09	2.98	3.80
5.40	14	0.731	70.79	96.84	3.54	4.84
5.60	12	0.779	64.67	83.01	3.23	4.15
5.80	12	0.777	64.52	83.01	3.23	4.15
6.00	11	0.775	55.79	71.94	2.79	3.60
6.20	13	0.724	61.53	85.02	3.08	4.25
6.40	14	0.722	66.11	91.56	3.31	4.58
6.60	15	0.720	70.67	98.10	3.53	4.91
6.80	15	0.719	70.51	98.10	3.53	4.91
7.00	16	0.717	71.17	99.24	3.56	4.96
7.20	17	0.716	75.46	105.44	3.77	5.27
7.40	17	0.714	75.30	105.44	3.76	5.27
7.60	19	0.713	83.99	117.84	4.20	5.89
7.80	21	0.661	86.13	130.25	4.31	6.51
8.00	22	0.660	85.62	129.74	4.28	6.49



8.20	22	0.659	85.44	129.74	4.27	6.49
8.40	23	0.657	89.15	135.64	4.46	6.78
8.60	23	0.656	88.98	135.64	4.45	6.78
8.80	24	0.655	92.67	141.54	4.63	7.08
9.00	25	0.653	91.83	140.53	4.59	7.03
9.20	26	0.652	95.33	146.15	4.77	7.31
9.40	27	0.651	98.82	151.77	4.94	7.59
9.60	29	0.650	105.95	163.01	5.30	8.15
9.80	30	0.649	109.41	168.64	5.47	8.43
10.00	33	0.598	105.91	177.20	5.30	8.86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	1.33	12.96		0	0.0	0.0	0.0	1.5	2	Terreno vegetale
6	11.33	88.22	Incoerente	0	1.93	1.96	0.52	1.5	17.04	Sabbie limose
10	21.55	127.53	Incoerente - coesivo	0	2.21	2.45	1.48	1.5	32.41	Argille

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Terzaghi-Peck	2.19

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Robertson (1983)	64.82

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	332.35

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Apollonia	324.10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Meyerhof	2.21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Meyerhof	2.45

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	186.54

## TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Meyerhof 1957	78.45

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.87
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	32.41	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	25.23

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Bowles (1982) Sabbia Media	160.20

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	62.47

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Argille	32.41	6.00-10.00	32.41	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume



Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Meyerhof et al.	1.93

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Ohsaki (Sabbie pulite)	934.32

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Ohta & Goto (1978) Limi	140.68

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Navfac 1971-1982	3.51

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm²)
Strato (2) Sabbie limose	17.04	0.60-6.00	17.04	Robertson 1983	34.08





## VERIFICA DEGLI STATI ULTIMI (SLU)

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimo delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismo di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alla condizione di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

### SLU di tipo geotecnico

- *collasso per carico limite*
- *collasso per scorrimento sul piano di posa*
- *stabilità globale*

### SLU di tipo strutturale

- *raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali*

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$R_d \geq E_d$$

Dove  $E_d$  = valore di progetto delle azioni o effetto dell'azione

$R_d$  = valore di progetto della resistenza del sistema

## geotecnico (terreno)

La verifica di detta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti:

- per le azioni (A1 e A2)
- per i parametri geotecnici (M1 e M2)
- per le resistenze (R1, R2, R3)

### Azioni

Il valore di progetto ( $E_d$ ) delle azioni si calcola moltiplicando le azioni per i coefficienti della tabella 1

**Tabella 1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTE PARZIALE	EQU	(A1)	(A2)
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

### Resistenze

La resistenza  $R_d$  del terreno si calcola utilizzando i valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno divisi per i coefficienti parziali  $\gamma_m$  della tabella 2:

**Tabella 2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo resistenza al taglio	$\tan \phi'k$	$\phi'k$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'k$	$\gamma c'$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma c_u$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma\gamma$	1.0	1.0

Per le rocce, al valore caratteristico della resistenza a compressione uniassiale ( $q_u$ ) deve essere applicato un coefficiente parziale di 1.6.

Il valore di progetto dei parametri di resistenza ( $c'$  e  $\phi'$ ) devono essere impiegati sia per la determinazione dei fattori di capacità portante,  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ , sia per la determinazione dei coefficienti correttivi, ove tali coefficienti intervengono. I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono stati scelti nell'ambito di approcci progettuali distinti ed alternativi.

### Approccio 1

Si basa sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziale e considera due famiglie di combinazioni (una combinazione di tipo strutturale STR “scenario A1+M1+R1” e una combinazione di tipo Geotecnico GEO, “scenario A2+M2+R2” generalmente con le seguenti modalità:

- **combinazione 1 (A1+M1+R1) combinazione di tipo strutturale STR**
- **combinazione 2 (A2+M2+R2) combinazione di tipo geotecnico GEO**

dove:

A = coefficiente di amplificazione dei carichi;

M = coefficiente di riduzione dei parametri geotecnici;

R = coefficiente di riduzione delle resistenze (portanza, scorrimento ecc..)

La prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opera a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

## **Approccio 2**

In questo tipo di approccio è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche:

**(A1 + M1 + R3) (STRU-GEO)**

In questo tipo di combinazione vengono incrementati le azioni permanenti e variabili (A1) con i coefficienti parziali sulle azioni, vengono lasciate



inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno (M1), mentre la resistenza (R3) assume valori ridotti o invarianti in relazione al tipo di verifica (GEO-STR).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

In definitiva, la norma dà la facoltà di scegliere in alternativa l'Approccio 1 verificando entrambe le combinazioni, oppure l'approccio 2 – combinazione unica.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1: combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 1 e nella 3 per le azioni e i parametri geotecnici e dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  delle resistenze (tab. 4).

Le rimanenti verifiche (rottura per carico limite e per scorrimento) devono essere effettuate tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 1, 2 e 3 seguendo almeno uno dei due approcci:

**Tabella 3: Coefficienti e al variare di  $\tan\theta$ , dove  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{k_h}{1-k_v}\right)$**

$\tan\theta$	FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE			COEFFICIENTI RIDUTTIVI		
	$N_{qE}$	$N_{\gamma E}$	$N_{cE}$	$e_q$	$e_\gamma$	$e_c$
0	16.51	23.76	26.86	1.00	1.00	1.00
0.807	12.86	15.34	20.55	0.78	0.65	0.77
0.176	9.84	9.45	15.31	0.60	0.40	0.57
0.268	7.30	5.36	10.90	0.44	0.23	0.41
0.364	5.12	2.61	7.14	0.31	0.11	0.27
0.466	3.21	0.88	3.83	0.19	0.04	0.14
0.577	1.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00



**Tabella 4: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

**Tabella 5: Parametri caratteristici di progetto**

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_m$ <b>Sabbie limose</b>		Coefficiente parziale $\gamma_m$ <b>Argille</b>	
	M1	M2	M1	M2
Tan $\phi'$	31	25.6	20	16
C'	0.0	0.0	2.19	1.75
$\gamma$	1.9	1.9	2.21	2.21

Tan  $\phi'$  = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°);

$\gamma$  = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione non drenata (kg/cm<sup>2</sup>).

## CONCLUSIONI

Su incarico incaricato dall'Amm.ne Comunale di Nardo con determina n° 29 del 28.01.2002, per eseguire un'indagine geognostica per il progetto di demolizione del plesso scolastico D.HAMMARSKJOLD – facente parte dell'ISTITUTO COMPRENSIVO POLO 3 “P.Ingusci” sito in via XX Settembre, NARDO' (Lecce) e costruzione di un nuovo fabbricato destinato a scuola secondaria di I° grado in Piazza Giulio Pastore, da ubicare su Via della Costituzione nel Comune di Nardò.

Dai rilievi geologici di superficie e dalle indagini eseguite, è emerso quanto segue:

- litologicamente, si rinvencono delle sabbie pleistoceniche;
- idrogeologicamente è presente una falda superficiale rinvenuta alla profondità di -2.00 metri e contenuta nei depositi sabbiosi pleistocenici;
- morfologicamente l'area risulta sub-pianeggiante, posizionata ad una quota topografica di 40.0 metri s.l.m.;

- Le caratteristiche geotecniche delle **sabbie limose** sono:

<i>litologie</i>	<i>Sabbie limose</i>	<i>Argille</i>
Densità (%)	72	-
Angolo di attrito (°)	31.87	20
Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	0.0	2.21
Modulo Young (kg/cm <sup>2</sup> )	160	324
Modulo edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )	62	-
Classificazione AGI	Moderat. addensato	Estremament e cons.
Peso di volume (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.21
Modulo di Poisson	0.32	0.33
Mod. di def. a taglio (kg/cm <sup>2</sup> )	934	-
Modulo di spinta Ko (kg/cm <sup>2</sup> )	3.00	5.69



Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli strati limite, per tener conto di eventuali indeterminazione, si devono dividere i valori dei parametri geotecnici, per i coefficienti parziali, che risultano pertanto pari a:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_m$ <b>Sabbie limose</b>		Coefficiente parziale $\gamma_m$ <b>Argille</b>	
	M1	M2	M1	M2
Tan $\phi'$	31	25.6	20	16
C'	0.0	0.0	2.19	1.75
$\gamma$	1.9	1.9	2.21	2.21

$\tan \phi' =$  tangente dell'angolo di resistenza al taglio ( $^\circ$ );  
 $\gamma =$  peso dell'unità di volume (g/cm<sup>3</sup>);  $c' =$  coesione efficace (kg/cmq).

L'area risulta idonea per l'esecuzione dell'intervento di cui all'oggetto.

Ruffano, gennaio 2022

**IL GEOLOGO**  
dr. Marcello DE DONATIS  