

COMUNE DI GALLIPOLI

PROVINCIA DI LECCE

COMMITTENTE: GALLIPOLI ECOLOGICA SRLS
PROGETTISTA: ING. MAZZOTTA SALVATORE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
CENTRO SELEZIONE E STOCCAGGIO RIFIUTI
NELLA ZONA INDUSTRIALE LOTTI 42-43-52-53

RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Ruffano, febbraio 2025

IL GEOLOGO
Dott. Marcello DE DONATIS



INDICE

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
CARATTERI GEOLOGICI.....	4
IDROGEOLOGIA.....	10
INDAGINE GEOGNOSTICA.....	13
MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO FONDALE AI SENSI DEL D.M. 17.01.2018.....	18
CAPACITA' PORTANTE.....	20
CONCLUSIONI.....	24

PREMESSA

Il sottoscritto è stato incaricato dall'Ing. Mazzotta Salvatore per conto della Gallipoli Ecologica Srls, nel mese di febbraio 2025, per eseguire un'indagine geognostica su un'area interessata dalla realizzazione di un centro di selezione e stoccaggio rifiuti, sita nella zona industriale di Gallipoli nel lotto 42-43-52 e 53 nel Comune di Gallipoli.

Il lavoro in oggetto ha mirato alla determinazione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dello stesso, suggerendo il tipo di fondazione da utilizzare e il carico ammissibile da adottare.

Si sono accertate, quindi, la situazione stratigrafica e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni di fondazione fino alla profondità alla quale le tensioni indotte dai manufatti assumono valori significativi (D.M. 17.01.2018).

Il lavoro si è articolato nel seguente modo:

- rilievo geologico di superficie, con particolare riguardo alla litologia delle formazioni affioranti, alle condizioni geomorfologiche generali e all'idrografia superficiale;
- esecuzione di un profilo sismico a rifrazione per la caratterizzazione meccanica e stratigrafica del terreno fondale.

Al termine di tali indagini è stata redatta la presente relazione geologico-tecnica che, avvalendosi di tutti i risultati acquisiti, ha consentito di ricostruire il modello geologico dell'area interessata dall'intervento.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata nella Z.I. di Gallipoli nel lotto 42-43-52 e 53 del Comune di Gallipoli.

La quota topografica è di 14 metri s.l.m.

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

- Latitudine: 40° 04' 36'' N
- Longitudine: 18° 01' 23'' E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

CARATTERI GEOLOGICI

L'area oggetto di studio ricade nel Fg 214 tavoletta di Gallipoli della Carta Geologica d'Italia.

La morfologia dell'area risulta pianeggiante ed è posizionata ad una quota topografica di 14 metri s.l.m., strutturalmente è ubicata all'interno di un Graben dove affiorano dei depositi dunari fossilizzati e delle sabbie pleistoceniche.

Tale situazione tettonica è il risultato, alquanto complesso, dei fenomeni distensivi che hanno interessato il basamento carbonatico dalla fine del cretaceo fino al pleistocene inf., generando una serie di alti strutturali (Horst) e di bacini (Graben), nei quali si sono depositate, in trasgressione, le sequenze sedimentarie quaternarie.

Dal basso verso l'alto si rinvencono i seguenti termini:

- Calcari di Altamura (Cretaceo);
- Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.);
- Formazione di Gallipoli (Pleistocene medio-sup.);
- Calcareniti post-calabriere (Pleistocene).

Calcari di Altamura (Cretaceo)

I calcari non affiorano nell'area in esame, ma si rinvencono in profondità dove risultano ribassati per cause tettoniche ed affiorano ad Est e ad Ovest dell'area indagata.

Essi costituiscono il basamento dell'intera penisola e si presentano con stratificazione variabile, ad andamento ondulato con strati da 20-30 cm di spessore che, a luoghi, diminuisce sino ad assumere la caratteristica struttura a “tavolette”, con laminazione piano-parallela.

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

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

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 aumenta la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il suo ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo e più esattamente di piattaforma continentale. Inoltre, data la presenza di spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato nel tempo, per effetto di una costante subsidenza.

Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio chiara, cui si associano sabbioni calcarei (bianchi e giallastri) talora

parzialmente cementati. Verso la base dell'unità si rinvencono alle volte delle breccie e conglomerati con estensione e potenza variabile.

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 verso le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le breccie e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

Le microfaune rinvenute nella formazione sono abbastanza indicative, insieme alla presenza di individui planctonici e la presenza di bentonici, che indicano un ambiente neritico, passante localmente e soprattutto verso l'alto al litorale.

Nella parte alta, le calcareniti sono costituite da sabbie poco cementate e con intercalati orizzonti centimetrici di calcareniti ben diagenizzate.

I depositi colluviali ricoprono le calcareniti e mascherano la primitiva morfologia.

Formazione di Gallipoli (Pleistocene medio-sup.)

Tale formazione è composta da sabbie in affioramento e da argille in profondità .

Le argille in questione, bene 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 della Fossa, 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 in esame, i rilievi effettuati hanno messo in evidenza che il deposito, poggiante su calcareniti di Gravina, è costituito da argille marnose più o meno siltose, di colore grigio-azzurro e giallo-grigiastro, quest'ultimo 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.

Come accennato, 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 potente da luogo a luogo delle zone di affioramento, andando dall'area ofantina a quella premurgiana e a quella salentina. In quest'ultima area, l'articolazione e frammentazione dei bacini di sedimentazione, ha prodotto la differente costituzione litologica, con riferimento alla presenza e alla frequenza di livelli arenacei, limosi e/o argillosi, 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.

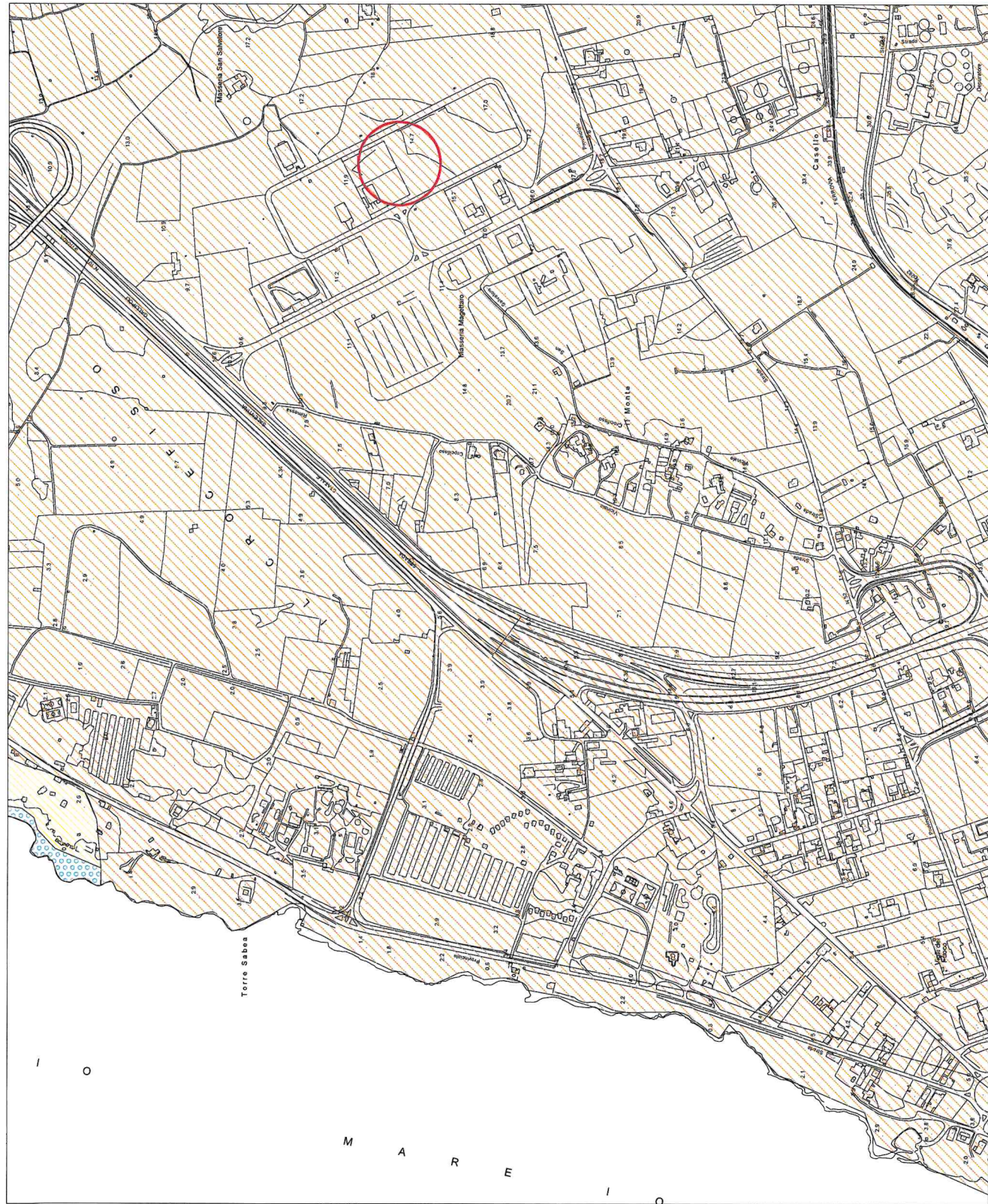
Calcareniti Pleistoceniche

Nell'area in esame si rinvencono dei depositi continentali costituiti da sedimenti generalmente calcarenitici, ben cementati di origine eolica.

Si tratta di lembi di cordoni dunari più o meno antichi, correlabili ad antiche linee di costa e quindi ad altrettante fasi regressive marine.

Sono costituite da calcareniti biancastre e giallastre ben cementate. I granuli che le costituiscono sono prevalentemente di natura carbonatica e

CARTA GEOLOGICA



scala 1:10000

risultano, dal punto di vista granulometrico, mediocrementemente classati per la presenza di aggregati granulari molto cementati.

La struttura di tali depositi è generalmente a laminazione incrociata e/o parallele.

Frequentemente alla base delle dune si rinvencono sottili livelli di terre rosse o paleosuoli, talora anche intercalati nel deposito stesso, e testimoniando il rapporto trasgressivo con le formazioni sottostanti nonché interruzioni nella sedimentazione stessa.

Il contenuto paleontologico dei depositi eolici è normalmente molto scarso, tranne per alcuni esemplari di polmonati rinvenibili nelle dune più recenti.

L'età di tali depositi è genericamente attribuibile ad un pleistocene sup. - olocene, andando da quelle poste a quote più elevate sino a quelle poste più in basso lungo la costa.

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, uno localizzato nei calcari cretacei denominato “acquifero di base” in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall’acqua marina di invasione continentale, il secondo è contenuto nelle sabbie ed è sostenuto alla base dalle argille grigio-azzurre.

La falda superficiale, rilevata durante la campagna geognostica, a -4.00 metri dal p.c. è contenuta nei depositi sabbiosi di età pleistocenica. Il livello di base è costituito da limi contenuta nei depositi sabbiosi cementati e concrezionati 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.

L’alimentazione è esclusivamente locale, avviene tramite le precipitazioni meteoriche e non si può escludere che nei periodi di abbondanti precipitazioni possa raggiungere il piano campagna, provocando così fenomeni di allagamenti e ristagno in superficie.

La falda profonda presenta un gradiente idraulico, come emerge dai numerosi rilievi effettuati sui pozzi esistenti, è di 1.0 metro 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:

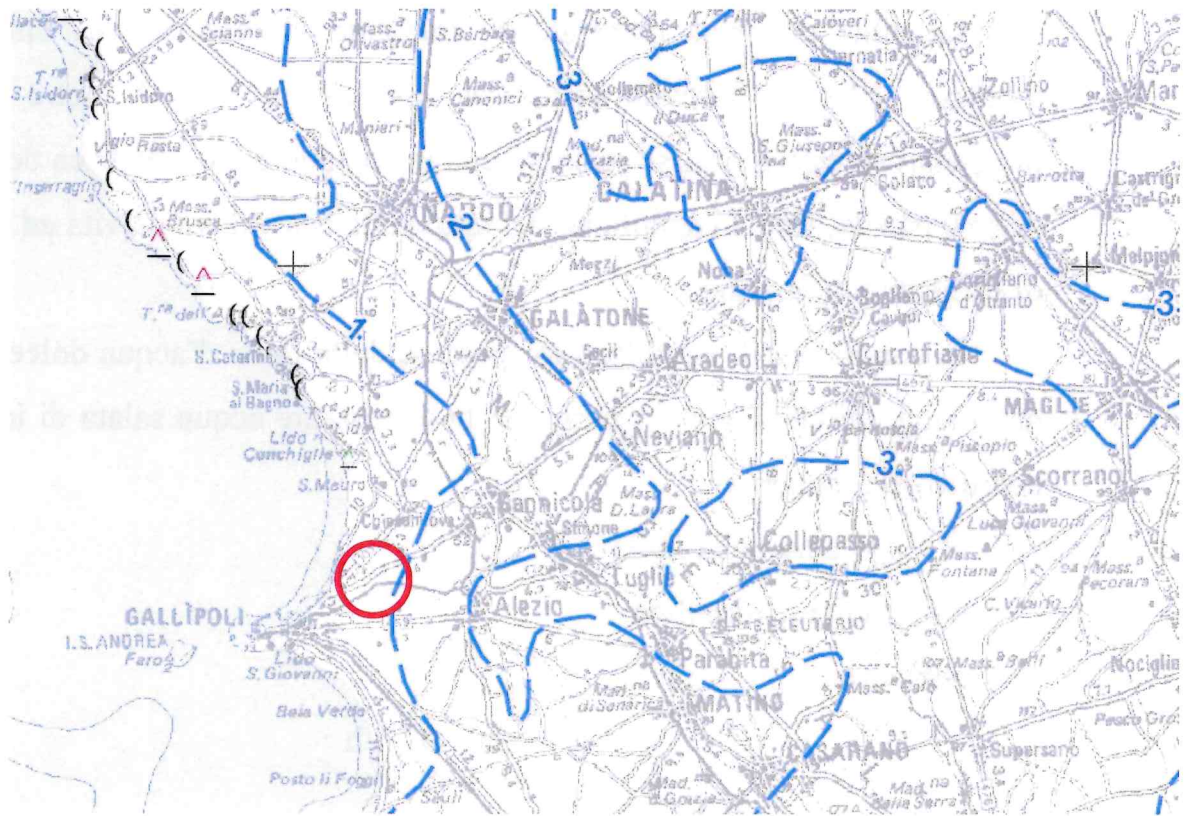
H = spessore della falda

h = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La falda di profonda si rinviene alla profondità di circa 14 metri, pertanto non interagisce con le opere fondali della struttura realizzanda.



Piano di tutela delle acque – Regione Puglia

Tav.6.2 “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”

INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità alle direttive del D.M. 14.01.2008 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 un profilo sismico a rifrazione.

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 un profilo sismico a rifrazione che consiste nel provocare delle onde sismiche che si propagano nei terreni con velocità che dipendono dalle caratteristiche di elasticità degli stessi. In presenza di particolari strutture, possono essere rifratte e ritornare in superficie, dove, tramite appositi sensori (geofoni), posti a distanza nota dalla sorgente lungo la linea retta, si misurano i tempi di arrivo delle onde longitudinali (onde P), al fine di

determinare la velocità (V_p) con cui tali onde coprono le distanze tra la sorgente ed i vari ricevitori.

I dati, così ottenuti, si riportano su diagrammi cartesiani aventi in ascissa le distanze e in ordinata i tempi dei primi arrivi dell'onda proveniente dalla sorgente. In questo modo si ottengono delle curve (dromocrone) che, in base ad una metodologia interpretativa basata essenzialmente sulla legge di Snell, ci permettono di determinare la velocità di propagazione delle onde e le costanti elastiche dei terreni attraversati.

E' stato eseguito un profilo sismico coniugato adottando una distanza tra i geofoni di 2 metri.

L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza battente del peso di 5 kg che batte su una piastra rettangolare

Le onde così generate sono state registrate con un sismografo a 12 canali della GEOMETRICS mod Geode, il quale consente di ottenere le misurazioni dei tempi di arrivo delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo.

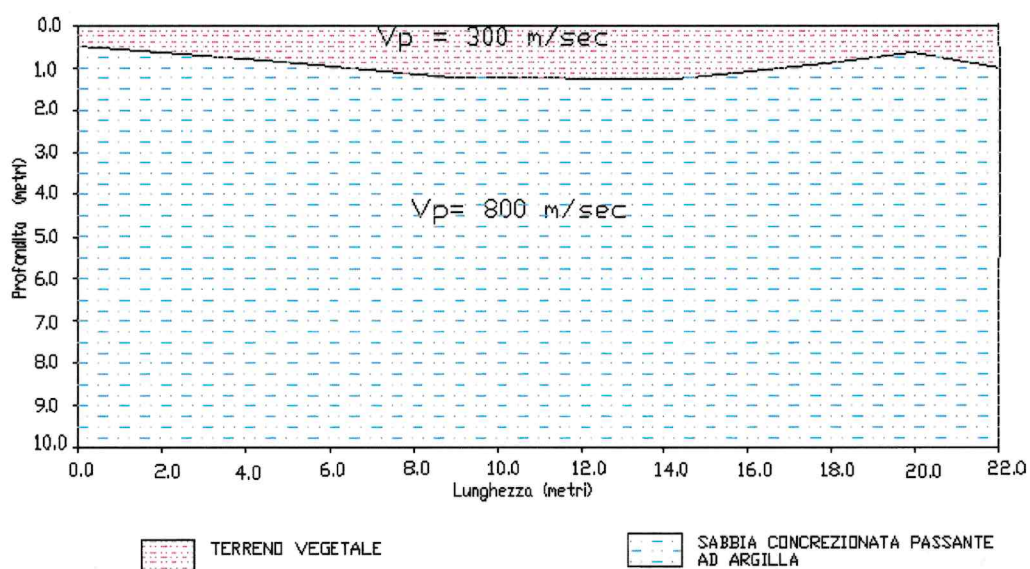
L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita tramite l'applicazione congiunta e computerizzata del metodo di Palmer e delle intercette.

Dall'indagine sismica è stato ricostruito un modello a due sismostrati. In affioramento si rinviene del terreno vegetale che presenta uno spessore variabile da 0.5 a 1.2 m ed una velocità di 300 m/sec, segue una sabbia concrezionata passante ad argilla caratterizzata da una velocità di 800 m/sec.

Le opere fondali saranno attestate sulle sabbie, i parametri geotecnici sono risultati:

litologia	Sabbie passanti ad argilla
Peso di volume (gr/cmc)	2.06
Modulo edometrico (kg/cm ^q)	76
Coesione (kg/cm ^q)	0.0
Angolo di attrito (°)	34
Modulo di Poisson	0.31
Modulo di deformazione a taglio (kg/cm ^q)	1276
Modulo di reazione (Kg/cm ^q)	4.68
Classificazione AGI	Moder. addensato

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE LOCALITA': Zona Industriale - Comune di Gallipoli



UBICAZIONE PROFILO SISMICO





Esecuzione indagine sismica

MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO FONDALE AI SENSI DEL D.M. 17.01.2018

I carichi trasmessi dalla struttura realizzando interessano le sabbie limose sottostanti:

Peso di volume	(gr/cmc)	2.06
Coesione	(kg/cm ^q)	0.00
Angolo di attrito	(°)	34

Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli strati limite, per tener conto di eventuali indeterminazioni, si devono dividere i valori dei parametri geotecnici, per i coefficienti parziali, indicati nella seguente tabella:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_m	
	M1	M2
Tan ϕ'	$\gamma_{\phi'} = 1,00$	$\gamma_{\phi'} = 1,25$
C'	$\gamma_c = 1,00$	$\gamma_{c'} = 1,25$
γ	$\gamma_\gamma = 1,00$	$\gamma_\gamma = 1,00$
Cu	$\gamma_{cu} = 1,00$	$\gamma_{cu} = 1,40$

$\tan \phi'$ = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°); γ = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione efficace (kg/cm^q); c_u = resistenza non drenata.

Verranno, quindi, calcolati i valori delle risultanze ultime del terreno (R_d) utilizzando sia i coefficienti parziali della colonna M1 sia quelli della colonna M2.

Nel nostro caso risultano valori dei parametri corretti in sito rispettivamente pari a:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_m	
	M1	M2
$\tan \phi'$	34	28
C'	0	0
γ	2.06	2.06

$\tan \phi'$ = tangente dell'angolo di resistenza al taglio ($^\circ$); γ = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione efficace (kg/cmq).

CAPACITA' PORTANTE

Per il calcolo della capacità portante è stato applicato l'approccio 2 combinazione unica, combinazione di tipo geotecnica-strutturale GEO-STRU (A1 + M1 + R3) , nel nostro caso per la determinazione della capacità portante dei terreni è stata utilizzata la relazione di Meyerhof per fondazioni continue, senza inclinazione di carico. La formula è la seguente:

$$q_{lim} = cN_c s_c d_c + \gamma D N_q s_q d_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

dove N_γ , N_q , N_c = fattori di capacità portante, dipendenti dall'angolo di attrito efficace ϕ' ;

s_γ , s_q , s_c = fattori di forma della fondazione;

d_q , d_c , d_γ = fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa.

Ai fattori di capacità portante sono stati assegnati i valori proposti da VESIC (1975).

Il valore dei fattori di forma è stato calcolato mediante le relazioni:

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot K_p \cdot \frac{B}{L}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0,1 \cdot K_p \cdot \frac{B}{L}$$

dove :

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$$

con : L = lunghezza della fondazione

B = larghezza

Nei casi reali la fondazione è posta sempre ad una certa profondità D al di sotto del p.c..

Ciò comporta:

a) un effetto stabilizzante dovuto alla presenza del sovraccarico $q' = \gamma D$ agente ai bordi della fondazione;

b) un effetto stabilizzante dovuto alla resistenza al taglio mobilitabile lungo la superficie di scorrimento.

Il primo è rappresentato nell'espressione q_{lim} dal termine $(q'Nq)$; il secondo è ricavabile dall'espressione approssimata (Meyerof, 1970):

$$d_c = 1 + 0,2\sqrt{K_p} \cdot \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1\sqrt{K_p} \cdot \frac{D}{B}$$

dove :

$$K_p = \tan^2(45 + \varphi / 2)$$

con: D = profondità

B = larghezza

Il carico di sicurezza, q_s , è stato ottenuto applicando alla capacità portante ultima (q_{lim}) un coefficiente pari a 2.3

Si è considerata una fondazione continua, attestata sulle sabbie

Calcolo del Carico Limite con il metodo di Meyerhof			
Parametri geotecnici del terreno			
Peso dell'unità di volume terreno di fondazione	(γ)	t/mc	2.06
Angolo di attrito interno	(φ)	°	34.00
Coesione	(c')	t/m ²	0.00
Kp			3.53713
Peso dell'unità di volume terreno di riporto	(γ_r)	t/mc	1.70

Caratteristiche geometriche della fondazione			
Larghezza fondazione	B	m	1.50
Lunghezza fondazione	L	m	5.00
Eccentricità larghezza	e _x	m	0.00
Approfondimento	D	m	0.60
Inclinazione carico	i	°	0.00
Larghezza ridotta	B'	m	1.50

Coefficienti di fondazione		
N _q		29.4398
N _γ		31.1455
N _c		42.1637

Fattori di forma		
S _c		1.2122
S _q = S _γ		1.1061

Fattori di profondità		
d _c		1.1505
d _q = d _γ		1.0752

Fattori di inclinazione del carico		
i _q = i _c		1.0000
i _γ		1.0000

Calcolo del carico limite			
			35.7137
			57.2301
			0.0000
q_d		t/m²	92.9438

Il carico ammissibile risulta pari a 4.0 kg/cmq

CONCLUSIONI

Il sottoscritto è stato incaricato dall'Ing. Mazzotta Salvatore per conto della Gallipoli Ecologica Srls, nel mese di febbraio 2025, per eseguire un'indagine geognostica su un'area interessata dalla realizzazione di un centro di selezione e stoccaggio rifiuti, sita nella zona industriale di Gallipoli nel lotto 42-43-52 e 53 nel Comune di Gallipoli.

Dal rilievo di superficie è emerso che:

- l'area presenta una morfologia pianeggiante con quote topografiche di circa 14 metri s.l.m.;
- litologicamente affiorano le Calcareni pleistoceniche, passanti in profondità a sabbie limose e argille;
- idrogeologicamente è stata rilevata una falda superficiale ad una profondità di -4.0 metri contenuta nei depositi sabbiosi di età pleistocenica, non si può escludere che nei periodi di abbondanti precipitazioni possa raggiungere il piano campagna.

Dopo il rilievo geologico di superficie è stata eseguita un'indagine indiretta per la determinazione delle principali caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.

La successione stratigrafica determinata dall'indagine sismica è risultata:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| - da 0.00 m a 0.5-1.2 m | Terreno vegetale |
| - da 0.5-1.2 m a 10.00 m | Sabbia concrez. passante ad argilla |

Le opere fondali saranno attestate sulle sabbie, i parametri geotecnici sono risultati:

litologia	Sabbie passanti ad argilla
Peso di volume (gr/cmc)	2.06
Modulo edometrico (kg/cmq)	76
Coesione (kg/cmq)	0.0
Angolo di attrito (°)	34
Modulo di Poisson	0.31
Modulo di deformazione a taglio (kg/cmq)	1276
Modulo di reazione (Kg/cmq)	4.68
Classificazione AGI	Moder. addensato

Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli strati limite, per tener conto di eventuali indeterminazioni, 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 γ_m	
	M1	M2
Tan ϕ'	34	28
C'	0.0	0.0
γ	2.06	2.06

tan ϕ' = tangente dell'angolo di resistenza al taglio ($^\circ$); γ = peso dell'unità di volume (g/cmc); c' = coesione efficace (kg/cmq).

Il calcolo della capacità portante è stato effettuato secondo la metodologia di Meyerhof con fondazione continua, da attestare sulle sabbie ed è risultato un carico ammissibile pari a 4.0 kg/cmq per fondazioni continue.

Ruffano, gennaio 2025

IL TECNICO
Dr. Geol. Marcello DE DONATIS

A circular professional stamp. The outer ring contains the text "ORDINE DEI GEOL" at the top and "PUGLIA" at the bottom, separated by two stars. The inner circle contains the text "Dr. Geol. DE DONATIS MARCELLO" and "N. 350".