



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE

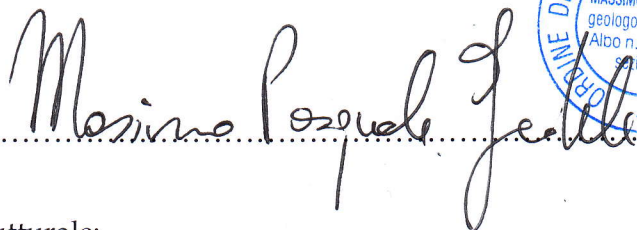
RELAZIONE DI MODELLAZIONE GEOTECNICA

Proprietà: Spett. Soc. Isael s.r.l., Via Amendola 2, Sirmione, 25015, Desenzano del Garda (BS).
C.F. 02131100980

Oggetto: Relazione geotecnica sulle indagini, modellazione del volume significativo di terreno e di modellazione sismica per un progetto di ampliamento e sopralzo dell'edificio esistente per la realizzazione di nuovo albergo e ampliamento ristorante esistente in via Agello, n. 41, 25015, località "Zattera", Desenzano del Garda (BS).

Desenzano del Garda, 28/04/2018.

Il Responsabile/Progettista:
Dott. Geol. Massimo Pasquale FEDELE
Via Antonioli 221 - 25015
Desenzano del Garda (BS) - Italy
Tel. 3345719897
E-mail: studiogeologofedele@libero.it





Il progettista strutturale:

.....



INDICE.

1.0	Normativa di riferimento	pag. 2
2.0	Premessa	pag. 3
3.0	Descrizione del programma delle indagini geotecniche e modello geotecnico di riferimento	pag. 3
4.0	Conclusioni	pag. 5

1.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione ha le sue basi legali nella seguente normativa:

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988. *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992. *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- D.M. 9 Gennaio 1996. *Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- D.M. 16 Gennaio 1996. *Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.*
- D.M. 16 Gennaio 1996. *Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*
- Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. *Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 gennaio 1996.*
- Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 N. 65/AA.GG. *Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996.*
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003. *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- Nuove Norme tecniche per le Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008. Pubblicato su S.O. della G.U. n. 30 del 4 febbraio 2008. Circolare applicativa del 2 febbraio 2009. n. 617.
- Decreto Ministeriale 17.01.2018 recante "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»".
- Eurocodice 7. *Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*
- Eurocodice 8. *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009. *Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;*
- Circolare n. 36 del 27 Luglio 2007 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. *Pericolosità sismica e Criteri Generali per la classificazione sismica del territorio nazionale;*
- Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 n° 30483 – *Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*



2.0 PREMESSA.

Nel presente fascicolo vengono raccolte tutte le informazioni di carattere geotecnico emerse dai rilievi svolti a supporto per un progetto di costruzione di un di un nuovo porticato per rimessaggio delle attrezzature agricole in Desenzano del Garda (BS), dove sono previste e si progettano opere geotecniche interagenti con il terreno (fondazioni) regolate dal capitolo §6 del D.M. 17.01.2018 *“Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni”*.

La Relazione di modellazione geotecnica¹ per il sito in studio riporta la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, la suddivisione statisticamente omogenea dal punto di vista delle caratteristiche geomeccaniche lungo la verticale e lungo l'orizzontale del sito (in presenza di eteropie), la determinazione dei valori caratteristici delle proprietà del terreno e, per ultimo, il regime delle pressioni interstiziali. *“Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato”*². La complessità è legata all'intrinseca natura dei terreni, che sono materiali multifase, caratterizzati da un comportamento non lineare e fortemente condizionato da fattori quali la storia tensionale, l'anisotropia e l'eterogeneità.

Si fornisce una stima della resistenza dinamica agli stati limite (SLU) e alle condizioni di esercizio (SLE-SLD) per la stratigrafia geotecnica calcolata, per la condizione drenata, per i tre tipi di approccio nel rispetto dei principi e delle procedure citate nel paragrafo 6.2.3 delle NTC, per fornire al progettista strutturale un ordine di grandezza della capacità portante dei terreni presenti nell'area.

Poiché trattasi di una costruzione con affollamenti normali, sulla scorta del D.M. 14.01.2008 la Classe d'Uso è la **classe II** (NTC 2008 – 2.4.2).

3.0 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOTECNICHE E MODELLO GEOTECNICO.

Le prove penetrometriche realizzate si sono fermate a rifiuto strumentale a poca distanza dal piano di campagna in corrispondenza di litologie molto consistenti. Di conseguenza, la caratterizzazione geotecnica dei litotipi è stata determinata in base alle informazioni di natura geotecnica ricavate dallo studio geofisico effettuato nella zona in esame.

L'uso sempre più frequente di prove geofisiche in situ (sismica a rifrazione, down-hole; cross-hole, MASW, ecc.), finalizzate generalmente alla misura delle velocità sismiche e alla caratterizzazione sismica del sottosuolo (calcolo di Vs30 e della categoria di sottosuolo), consente di procedere anche alla definizione dei principali parametri geotecnici dei terreni tramite l'applicazione di correlazioni empiriche con le velocità sismiche (*“Stima dei parametri geotecnici in geofisica applicata”*, F. Roccaforte, C. Cucinotta).

Così, con riferimento alle correlazioni tra parametri sismici (velocità sismiche o modulo di taglio) e

¹ § 6.2.2 delle NTC e § C 6.2.2 della Circolare.

² Il significato di tali parole è ben chiarito nelle Istruzioni: *“Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.”* (Istruzioni - par. C6.2.1).



parametri geotecnici, è stato possibile parametrizzare geotecnicamente gli orizzonti costituenti la parte di sottosuolo influenzata dall'intervento in progetto.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Vp/Vs	Tipo di terreno	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G ₀ [MPa]	Ey _{din} [MPa]	M ₀ [MPa]	Ed [MPa]	Q _{amm} [kg/cm ²]	Kw (Kg/cm ²)
1	1,8	1,8	235,5	840,1	3,6	Suolo soffice	16,8	0,46	99,64	269,04	298,93	431,8	1,1	1,3
2	3,5	1,7	400,0	832,7	2,1	Suolo intermedio	19,2	0,35	303,17	818,57	909,52	1313,8	2,2	4,5
3	8,5	5	239,3	586,2	2,4	Suolo soffice	16,9	0,40	113,22	317,02	528,36	679,3	1,2	1,3
4	11,98	3,48	281,8	690,2	2,4	Suolo soffice	17,6	0,40	165,79	464,22	773,7	994,8	1,4	1,9

Tabella 2. Stima dei parametri elastici dinamici relativi alle basse deformazioni.

Legenda:

1. **Densità (r)**: peso di volume.
2. **Coefficiente di Poisson (v)**: esprime il rapporto tra la deformazione trasversale e assiale subita dal corpo. Varia tra 0 e 0.5 ed è adimensionale.
3. **Modulo elastico longitudinale dinamico (E_{y_{din}})**: è la costante di proporzionalità tra gli sforzi di compressione e la deformazione assiale appartenente a valori delle deformazioni inferiori allo 0.01% in campo elastico.
4. **Modulo di rigidità o di taglio dinamico G₀**: ha uno significato fisico, in altre parole rappresenta la resistenza di un certo materiale alle variazioni di forma dovuti a sforzi di taglio puri.
5. **Modulo d'incompressibilità dinamico (M₀)**: Rappresenta la resistenza di un corpo alle variazioni di volume. Se, infatti, esso è sottoposto a una pressione idrostatica, in altre parole in tutte e tre le direzioni, questo subirà una deformazione volumetrica tanto minore quanto maggiore è K_{y_{din}}.
6. **Modulo edometrico drenato (E_d)**: rappresenta la deformabilità di un certo materiale se sottoposto a consolidazione.
7. **Q_{amm}**: capacità portante (Imai e Yoshimura, 1976).
8. **Kw**: Coefficiente di Winkler (Imai e Yoshimura, 1976).

La capacità portante e il modulo k non sono proprietà intrinseche del terreno, cioè determinabili a prescindere dalla geometria delle fondazioni, dalla distribuzione dei carichi, dalle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo. In qualunque caso le stime con le precedenti relazioni, ancorché non molto accurate, forniscono una soddisfacente indicazione del comportamento effettivo del terreno.

Dall'analisi condotta e dai dati di letteratura emerge un terreno composto da depositi a comportamento prevalentemente geomeccanico incoerente riassunto nella prossima tabella.

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson
1,8	17,63	17,63	23,0	0,0	0,0	269040,6	431793,5	0,35
1,7	18,58	18,58	28,0	0,0	0,0	818566,6	1313749,0	0,35
5,0	19,39	19,39	24,0	0,0	0,0	317017,8	679323,9	0,4
3,48	20,48	20,48	23,0	0,0	0,0	464219,2	994755,4	0,4
8,0	22,12	22,12	30,0	0,0	0,0	490951,2	1052038,	0,4

La falda idrica è considerata posta alla profondità di -3,5 mt dal p.c., in grado pertanto di comportare mutue, negative interferenze con le opere di progetto.



4.0 CONCLUSIONI

Le indagini geotecniche eseguite nell'area in esame e le conoscenze disponibili hanno permesso di caratterizzare il terreno, composto nel complesso da depositi alluvionali a comportamento geomeccanico attrittivo o misto con comportamento dubbio, solo localmente coesivo.

Si è ricavata la modellazione geotecnica dei terreni finalizzata all'analisi quantitativa dello specifico problema geotecnico, cioè la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni compresi nel volume significativo, la suddivisione statisticamente omogenea dal punto di vista delle caratteristiche geomeccaniche lungo le verticali del sito e l'applicazione dell'approccio statistico-empirico per la determinazione dei valori caratteristici delle proprietà del terreno. Lo strato superficiale a comportamento misto entro il cuneo efficace della fondazione è caratterizzato da un peso specifico $\gamma = 18,6 \text{ KN/mc}$, da una coesione drenata $c' = 0,0 \text{ KN/mq}$ e dall'angolo di attrito interno $\varphi' = 28,0^\circ$. Nelle elaborazioni la falda freatica è stata considerata alla profondità di 3,5 mt dal p.c..

Tanto dovevo secondo le conoscenze tecniche specifiche e l'accurata diligenza in concreto per l'incarico ricevuto, a tutela della pubblica e privata incolumità.

Dott. Geol. Massimo Pasquale **FEDELE**

Massimo Pasquale Fedele

