



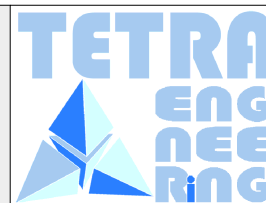
Studio TETRA ENGINEERING

ing. ZENI LUCIO - geom. IELLICI ADRIANO - geom. CARPELLA ALBERTO

38038 Tesero (TN) - Via Caltrezza 20/a - Tel. 0462/813164

38121 Trento - via Detassis 21 - Tel. 0461/830385

e-mail: info@tetraeng.com



COMUNE DI CARANO

PROVINCIA DI TRENTO

Oggetto

**PIANO ATTUATIVO AI FINI SPECIALI DI INIZIATIVA PRIVATA
NUOVA ZONA ARTIGIANALE**

Contenuto

PERIZIA GEOLOGICA E GEOTECNICA

Tavola

E.19

Scala

Commessa

11-099

Codifica

R.E.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
	prima emissione	ZEN	marzo2019	ZEN	marzo2019	ZEN	marzo2019

Committente : Zamboni s.r.l.
Vinante Riccardo
I.F.E. s.r.l.
f.lli Bellante

Firma

Timbro

File

agg.2019

Tipo

Il tecnico

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO**
dott. ing. LUCIO ZENI
ISCRIZIONE ALBO N° 1166

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

RELAZIONE GEOTECNICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

OGGETTO: progetto delle infrastrutture della nuova zona artigianale di Carano.

INDICE

Introduzione

1 RELAZIONE GEOLOGICA – IDROGEOLOGICA

- 1.1 UBICAZIONE E INQUADRAMENTO GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICO
 - 1.1.1 Aspetti generali
 - 1.1.2 Inquadramento geologico dell'area
- 1.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE
 - 1.2.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
 - 1.2.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE
- 1.3 GESTIONE DEL MATERIALE DI RISULTA DAGLI SCAVI
- 1.4 CONCLUSIONI

2 RELAZIONE GEOTECNICA

- 2.1 POZZETTI ESPLORATIVI
- 2.2 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO
- 2.3 PARAMETRAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI
 - 2.3.1 SABBIE
 - 2.3.2 GHIAIE CON CIOTTOLI E BLOCCHI
 - 2.3.3 LIMI CON GHIAIE E CIOTTOLI DEBOLMENTE ARGILLOSI
- 2.4 STIMA DELLA RESISTENZA DEL TERRENO
- 2.5 FRONTI DI SCAVO PROVVISORI
- 2.6 CONCLUSIONI

TAVOLE

ESTRATTO CARTA DELLE RISORSE IDRICHE CON UBICAZIONE SCALA A VISTA

ESTRATTO CARTA DI SINTESI GEOLOGICA P.U.P. SCALA 1:5.000

ESTRATTO CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO P.G.U.A.P. SCALA 1: 5000

PLANIMETRIA SEMPLIFICATA DI PROGETTO CON UBICAZIONE POZZETTI ESPLORATIVI SCALA A VISTA

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 4 SCALA 1:250

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 9 SCALA 1:200

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 14 SCALA 1:200

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 17 SCALA A VISTA

CERTIFICATO ANALISI GEOTECNICA DI LABORATORIO – V.A. 70/2016

ANALISI CHIMICHE – Rapporti di prova 16LA10821 e 16LA10821

Introduzione

Su incarico dello studio di progettazione *Tetra Engineering* di Trento, viene redatta la presente relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito e la relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno, di supporto al progetto delle infrastrutture della zona artigianale di Carano

E' prevista la costruzione di tutte le opere necessarie a consentire la predisposizione dell'area ovvero i muri di sostegno lungo i confini, movimenti terra e scavi finalizzati alla costruzione delle opere in calcestruzzo ed alla posa delle struttura in linea.

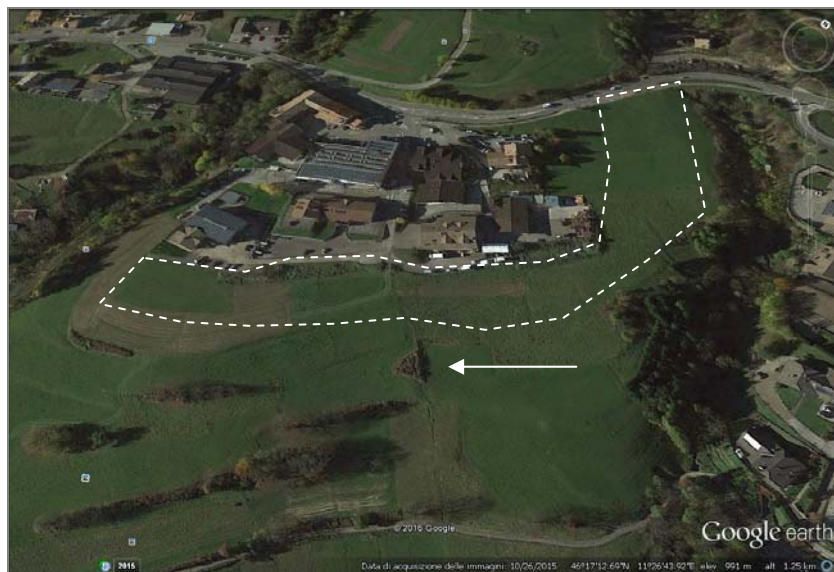


Fig.1: area d'intervento con emergenza a valle

Attraverso questo studio, si è provveduto a verificare, in campagna, le condizioni di idoneità del sito d'insistenza delle opere di progetto, a partire dalla cospicua documentazione fornita dall'Ufficio Tecnico del Comune di Carano, in qualità di relazioni geologiche e geotecniche elaborate da altri tecnici a supporto dei precedenti interventi eseguiti in loco.

In particolare, ai fini della ricostruzione del locale modello geologico, stratigrafico, sismico e geotecnico, viene fatto riferimento ai seguenti elaborati:

- Studio geologico e geotecnico per la costruzione di un edificio artigianale con annessa abitazione sulle P.P. FF. 1224 – 1226/1 in C.C. Carano (attuale P.Ed.664) – Dott. Mariano Bancher (aprile 1996)
- Relazione geologico geotecnica sul progetto per la costruzione di un nuovo edificio ad uso artigianale sulle P.P. FF. 1182 – 1195 – 1196 – 1197 – 1199/2 – 1200 – 1201/1 – 1201/2 – 1202/1 C.C. Carano (attuale P.Ed. 675) – Dott. Geol. Mario Nardin (settembre 2003)
- Relazione geologica e geotecnica per il progetto di sistemazione ed allargamento di via Coltura – Dott. Geol. Luigi Frassinella (settembre 2006);
- Relazione geologica e geotecnica per il progetto definitivo lavori di nuova rotatoria sulla S.S. 48 C.C. di Carano – Dott. Geol. Luigi Frassinella (aprile 2008);
- Relazione Geologico Ambientale per il progetto esecutivo lavori di nuova rotatoria sulla S.S. 48 C.C. di Carano – Dott. Geol. Luigi Frassinella (settembre 2009);

- Relazione geologica, ambientale e sismica e relazione geotecnica per il progetto esecutivo dei lavori di nuova rotatoria sulla S.S. 48 C.C. Carano – Dott. Geol. Luigi Frassinella (dicembre 2013).

All'interno di questi studi, sono stati rintracciati molti dati, soprattutto le stratigrafie di diversi pozzetti superficiali eseguiti sui sedimi delle costruzioni di progetto, la stratigrafia di un carotaggio continuo e di alcune prove penetrometriche dinamiche eseguite con strumentazione DL030, entrambe eseguiti a valle della provinciale, oltre a due traverse sismiche, a monte ed una a valle della Strada delle Dolomiti.

I dati raccolti sono stati integrati con quelli derivati dall'osservazione diretta dei terreni nei pozzetti esplorativi eseguiti *ad hoc*, contestualmente alla stesura del presente elaborato ed alla relazione geologica di supporto alla variante al progetto esecutivo della viabilità di accesso all'area artigianale, eseguito per incarico del Comune di Carano.

Tutte le informazioni raccolte, unitamente ad altre stratigrafie di sondaggi consultate attraverso il sito del Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento, sono state utilizzate e rielaborate anche alla luce delle osservazioni dei fronti di scavo provvisori, durante i lavori della nuova rotatoria, a partire dal maggio 2016.

Per l'attribuzione della categoria di sottosuolo, necessaria ai fini dell'applicazione delle norme sismiche, secondo il D.M. 14.01.2008, è stato fatto riferimento anche alla carta sismica dei suoli, anch'essa disponibile sul sito del Servizio Geologico e recentemente aggiornata.

I pozzetti esplorativi, ubicati in planimetria allegata, sono stati eseguiti in data 2 agosto 2016, sotto la supervisione della scrivente.

Da due dei pozzetti esplorativi, denominati P1, P2, P3 e P4, sono stati prelevati due campioni denominati P2C1 e P4C2, su cui è stata eseguita una preliminare caratterizzazione, mediante analisi chimica di laboratorio, ai fini di verificarne le eventuali possibilità di reimpiego secondo la normativa delle terre e rocce da scavo.

Le analisi sono state eseguite presso il laboratorio chimico della *Dolomiti Energia*, che ha certificato i risultati, nei rapporti di prova allegati a fondo testo.

Per la parametrizzazione geotecnica dei terreni, sono stati utilizzati i dati contenuti negli studi citati, quelli già in possesso della scrivente e riferiti a litotipi analoghi, e quelli diretti, risultato di una prova di taglio diretto, eseguita dal laboratorio *Geo - Labor* di Rovereto su di un campione prelevato dalla scrivente dal pozzetto P3 a 2 m di profondità.

Le indagini di campagna e la redazione del presente elaborato si sono svolte nei mesi di luglio ed agosto 2016.

1.1 UBICAZIONE ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

1.1.1 Aspetti generali

L'area in oggetto è ubicata a valle della S.S. 48, a quote comprese tra i 981 ai ed i 1005 m di quota s.l.m.

- La base topografica è costituita dalla sez. 044100 della Carta Tecnica della Provincia Autonoma di Trento, alla scala 1:10.000.
- Secondo la Carta di Sintesi Geologica del P.U.P., di cui l'ottavo aggiornamento è stato approvato il 27 Ottobre 2014 dalla Giunta Provinciale, con delibera n°1813, ed è entrato in vigore il giorno 5 novembre 2014 a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Trentino Alto Adige del 4 novembre 2014, le opere ricadranno in *area con penalità leggere*.
- Dal punto di vista sismico, l'area, così come l'intero territorio comunale di Carano è cartografato come *area a controllo sismico a sismicità trascurabile (zona sismica 4)*.
- Secondo il P.G.U.A.P. (Piano Generale di Utilizzo Acque Pubbliche), di cui la Giunta Provinciale, con delibera n°1828, ha approvato in data 27 ottobre 2014 il settimo aggiornamento della cartografia del rischio idrogeologico, le opere di progetto interesseranno un'area caratterizzata da assenza di rischio.
- La *Carta delle Risorse Idriche*, infine, di cui la Giunta Provinciale, con delibera n°1470 ha approvato il secondo aggiornamento in data 31/08/2015 non riporta la presenza di alcuna *area di rispetto o protezione idrogeologica*.

1.1.2 Inquadramento geologico dell'area

Dal punto di vista geologico e geomorfologico generale, l'area è caratterizzata dalla presenza di una coltre di terreni sciolti, ascrivibili principalmente ai depositi glaciali, che ricoprono il substrato roccioso, qui rappresentato dalla formazione sedimentaria continentale delle Arenarie Di Val Gardena.

Quest'ultime sono state osservate direttamente dalla scrivente (Fig.2) in corrispondenza dell'ampio fronte di scavo aperto a monte della strada provinciale.

I termini affioranti sono principalmente costituiti da siltiti di colore rosso mattone organizzate in strati di spessore decimetrico, con piani di strato orientati verso S-SE, come osservato dalla scrivente, N145E/22°, come riportato nella relazione geologica del 2013 del dott. L. Frassinella.

Il tetto del substrato roccioso è spesso coperto dai prodotti di alterazione e disaggregazione in posto dello stesso, cui si sovrappongono i depositi glaciali.

Quest'ultimi sono rappresentati da unità anche molto diverse, riconducibili essenzialmente a due litologie: i limi debolmente argillosi (*till di fondo ?*), con ghiaie e sabbie, e le sabbie medio grosse a granulometria uniforme, interpretabili come depositi di contatto glaciale.



Fig.2. affioramento di Arenarie di Val Gardena lungo la Strada delle Dolomiti



Fig.3. terreni sciolti in corrispondenza dello scavo a monte della rotatoria

Nei pozzetti P1 e P2, eseguiti a SW della strada di penetrazione all'area, è stata constatata la predominanza dei termini sabbiosi, mentre in P3 e P4, quelli limosi.

Sono stati quindi ipotizzati due modelli stratigrafici diversi, almeno fino a 3,00 – 3,50 m di profondità da p.c., come rappresentato nelle sezioni geologiche interpretative allegate.

Esiste, verosimilmente, un'estesa area, che si sviluppa dal limite SW (sez.1) fino alla sezioni 10/11, caratterizzata dalla presenza di un primo strato ghiaioso superficiale e da un importante strato di sabbia che si sviluppa almeno fino a 4 m di profondità da p.c.

Dalla sezione 11 alla 19, verosimilmente, l'area è dominata dalla presenza dei depositi glaciali s.s. costituiti da limi debolmente argillosi con ciottoli e ghiaie, molto compatto.

Tale ipotesi, sintesi dei dati di campagna e di quelli bibliografici, trova riscontro anche nelle informazioni raccolte in loco dalla scrivente. Il contatto tra i due domini, per altro, sarebbe visibile direttamente in campagna, in corrispondenza dell'emergenza lungo il versante (Fig.1 e Fig.4), ubicata sul prolungamento della strada di accesso all'area circa 50 m a valle di P2, a circa 980 – 982 m s.l.m.



Fig.4: ubicazione emergenza a valle zona d'intervento

La zona di emergenza diffusa della falda, coincide, verosimilmente con il contatto tra le sabbie sciolte ed i sottostanti depositi limosi argillosi molto più compatti, come rappresentato nella sezione 9 allegata. E' possibile che esista poi anche un sorta di "contatto laterale", in quanto il corpo di sabbie si assottiglia drasticamente passando da SW a NE.

Nel pozzetto P2 le sabbie possiedono almeno 2 m di spessore mentre in P3 sono assenti, ma nei pozzetti eseguiti contestualmente allo studio geologico di supporto alla costruzione del capannone che ospita la *Tecnobar s.a.s.*, identificato dalla P.Ed. 675, le sabbie erano descritte più superficiali, arrivando fino a profondità comprese tra i 4,00 e 4,50 m da p.c.

Queste constatazioni consentono anche di formulare il modello idrogeologico dell'area, tenendo conto che solo in P2, alla profondità di 3 m, è stata intercettata la falda, e che tale dato ha un riscontro anche nei precedenti studi eseguiti in zona.

Le acque provenienti dal versante, filtrano in profondità nel settore NW dell'area, dove la presenza di qualche metro di sabbia (almeno 2 – 3 m) ha permesso all'acqua di non essere intercettata nel pozzetto P1, eseguito a circa 987 metri di quota s.l.m.

Lo spessore delle sabbie si assottiglia poi da SW verso NE, e da monte verso valle, e la presenza dell'acqua a 3 m di profondità in P2, sta a significare la presenza di un livello poco permeabile poco al di sotto di tale profondità, come confermato nelle stratigrafie di altri pozzetti eseguiti a supporto degli studi geologici per la P.Ed. 675 e P.Ed. 664.

Lo spessore del pacco di sabbie superficiale va a zero, in corrispondenza dell'emergenza, e gradualmente, allontanandosi da P2, in direzione NE.

1.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

1.2.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

L'Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Presidente del Consiglio dei Ministri introduceva la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica basata sulla valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali e quindi sulla classificazione del suolo di fondazione, quest'ultima stabilita sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio v_s o sul numero di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata c_u . Il D.M. 14 gennaio 2008 riprende la classificazione precedente, per quanto riguarda le categorie del sottosuolo, che sono quelle riportate sotto:

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V_{s30} m/s	N_{SPT}	c_u kPa
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da V_{s30} superiori a 800 m	> 800		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti...	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti...	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti...	< 180	< 15	< 70
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con V_{s30} superiori a 800 m/sec	Tipo C o D		
S1	Depositi di terreni caratterizzati da V_{s30} inferiori a 100 m/sec (..) e che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza..	< 100		< 20 > 10
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

Tab 3.2.II : categorie di sottosuolo (D.M. 14.01.08)

In presenza di dati riferiti ad indagini eseguite nelle immediate vicinanze, come riportato nella Carta delle Caratteristiche sismiche dei suoli relativa alla Val di Fiemme, tenendo conto del tipo di depositi e della omogeneità della zona, dal punto di vista geologico e geomorfologico, rispetto ai siti a cui si riferiscono i dati, il profilo stratigrafico del sottosuolo è ascritto, prudenzialmente, alla **categoria B** ovvero: rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con valori di v_{s30} compresi tra a 800 e 360 m/s (ovvero $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

1.2.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le caratteristiche morfologiche del sito consentono di ascriverlo alla categoria T1, tenendo di un'inclinazione media del versante attorno ai 10°.

1.3 GESTIONE DEL MATERIALE DI RISULTA DAGLI SCAVI

L'area d'intervento è una zona a prato, dove in passato non è mai stata svolta alcuna attività antropica, diversa da quelle legate alla cura dei pascoli.

L'intervento prevede scavi finalizzati all'asportazione del suolo agrario ed al raggiungimento del terreno di fondazione, rappresentato principalmente da due tipi di terreni naturali di origine glaciale ma di diversa composizione granulometrica, ovvero sabbie medio grosse e limi debolmente argillosi con ghiaie e sabbie.

Solo una parte del materiale di risulta dagli scavi verrà riutilizzato in situ e, per questo, il D.M. 161/2012 non entra nel merito delle esclusioni previste dall'art. 185 comma 1 del D. lgs. 152/06, pertanto il suolo non contaminato o altro materiale allo stato naturale, scavato nell'ambito di lavori di costruzione e riutilizzato in situ, è escluso dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti e dalla gestione come sottoprodotto.

Per il materiale che dovrà essere portato fuori dal cantiere, tenendo conto della presenza di due tipi di terreno così diversi, è stato prelevato per ciascuno di essi, un campione significativo, su cui sono state svolte le verifiche analitiche in riferimento al seguente set di parametri minimi: Arsenico, Cromo esavalente, Amianto, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Zinco, Rame, Cromo totale, Mercurio, idrocarburi C>12.

Le modalità di prelievo e analisi si sono svolte in misura conforme alle norme UNI 10802.

Le analisi si sono svolte presso il laboratorio della Dolomiti Energia che ha prodotto i documenti allegati a fondo testo, parte integrante del presente studio. Tutti i valori misurati sono risultati **inferiori** a quelli riportati nell'Allegato 5¹ Tab. 1 : *Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare – per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (colonna A)*.

Terreni con caratteristiche diverse da quelli descritti e campionati e costituiti verosimilmente da materiali di natura granulare grossolana e detritica, come quelli che potrebbero venir essere intercettati durante la demolizione delle rampe stradali e dei riporti antropici, descritti ad esempio nelle sezioni 6 e 14 di progetto, potranno essere reimpiegati dentro e fuori dal cantiere, in osservanza della normativa di riferimento.

¹ D. Lgs. 3 aprile 2006 n°152 – Allegati alla parte quarta - Allegati al titolo V

1.4 CONCLUSIONI

Le caratteristiche geologiche – idrogeologiche e geomorfologiche del sito esaminato risultano idonee ad accogliere le opere di progetto. Nell'area non si osservano processi in atto o potenziali, tali da costituire pericolo o vincolo alla realizzazione delle opere.

Tutte le acque provenienti dalle nuove superfici impermeabilizzate verranno raccolte ed allacciate al collettore comunale esistente

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Trento, agosto 2016

2.1 POZZETTI ESPLORATIVI

Pozzetto P1

Eseguito in prossimità del limite a valle dell'area artigianale, che verrà servita dalla viabilità di progetto, è stato spinto fino alla profondità di 3,20 m da p.c.



Fig. 5: ubicazione P1



Fig. 6: particolare pareti P1

Sotto uno strato di 50 cm di suolo agrario ricco in sostanza organica e costituito da limi di colore marrone bruno scuro con rari ciottoli spigolosi, è stato intercettato uno strato compatto di ghiaie sabbiose con ciottoli e blocchi delle dimensioni anche di 40 cm, di forme arrotondate e subarrotondate, spesso 1,40 m. Alla base di questo, fino a fondo foro è stato intaccato un'alternanza di strati decimetrici di sabbie medie e grosse a granulometria uniforme di colore marrone rocciccio con medio- basso grado di addensamento. I terreni erano asciutti.

Pozzetto P2

E' ubicato proprio a monte dell'emergenza d'acqua, che affiora circa 50 m a valle. La stratigrafia è identica a quella di P1 e lo scavo ha raggiunto i 3,30 m da p.c., ma diversamente da P1, a 3 m da p.c. è stata intercettata la falda (Fig.8).



Fig.7: ubicazione P2



Fig.8: ubicazione P2

Pozzetto P3

In corrispondenza della rotatoria prevista in progetto, è stato intercettato uno strato di suolo agrario delle medesime caratteristiche in precedenza descritte, spesso in questo caso 1,10 m. Alla base dello stesso, è stato intercettato un corpo molto compatto costituito da limi argillosi con ghiaie e ciottolidi colore marrone nocciola chiaro con blocchi arrotondati delle dimensioni fino a 40 cm e litologie calcaree, marnose, porfidee e carbonatiche. Il pozzetto è stato spinto fino alla profondità di 2,60 m da p.c. Condizioni asciutte.



Fig.9: ubicazione P3



Fig.10: particolare P3

Pozzetto P4

Al di sotto di uno strato di suolo agrario spesso soli 30 cm, è stato dapprima intercettato uno strato di 70 cm composto da ghiaie, ciottoli e grossi blocchi (60 cm) in matrice sabbioso limosa debolmente argillosa e compattissimo. Da 1,00 a 1,40 m di profondità da p.c. è stato intercettato uno strato di sabbie medio grosse, le cui caratteristiche sono molto simili a quelle dei primi due pozzetti. A partire da 1,40 m da p.c. fino a fondo foro (2,20m) è stata intercettata una miscela di limi da argillosi a debolmente argillosi, molto compatti, con ciottoli di dimensioni centimetriche, forme subarrotondate. in termini percentuale, la matrice può essere stimata intorno al 70 – 80 %



Fig.11: ubicazione P4



Fig.12: ubicazione P4

2.2 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO

E' ben rappresentato nelle sezioni geologiche interpretative che descrivono la porzione superficiale dei terreni e permettono di individuare anche due domini principali, quello dei terreni di natura essenzialmente granulare presenti nella zona a SW della strada di penetrazione, arrivando probabilmente fino alla sezione 11, e quello dei terreni di natura essenzialmente limosa, presenti nell'area rimanente.

Per quanto riguarda l'interferenza delle opere fondazionali con la falda, essa sarà limitata al confine a valle nel settore a monte dell'emergenza e fino verosimilmente alla sezione 11, dove il limite dell'area artigianale raggiunge la quota dei 982 m s.l.m. avvicinandosi a quella di affioramento della tavola d'acqua.

Nel paragrafo che segue viene fornita una stima dei parametri geotecnici delle unità litostratigrafiche in cui verranno incastrate le opere fondazioni, seguendo le ipotesi delle sezioni geologiche interpretative allegate a fondo testo.

2.3 PARAMETRAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

2.3.1 SABBIE

Il valore di angolo d'attrito del terreno viene individuato confrontando le caratteristiche dei materiali osservati direttamente, con i dati in possesso della scrivente e riferibili a litologie analoghe e la principale bibliografia di riferimento:

- E. Hoek & J.W. Bray: Rock Slope Engineering, Revised Third Edition, 1981; table 1, pag. 23:

sabbia densa gran. uniforme: $32^\circ - 40^\circ$

sabbie sciolte gran.uniforme: $28^\circ - 34^\circ$

- M. Tanzini: Fondazioni (Caratterizzazione geotecnica, verifiche geotecniche, dimensionamento, pag.62 Fig.3.57):

sabbie medie e grosse con addensamento $< 33\%$

$$\phi = 32^\circ - 35^\circ$$

- formula di Chen:

$$\phi = 36^\circ + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4$$

In formazioni clastiche, esso risulta funzione dei seguenti parametri:

- compattezza (ϕ_1);
- forma dei grani (ϕ_2);
- taglio dei grani (ϕ_3);
- granulometria (ϕ_4).

A ciascun parametro vengono assegnati diversi valori numerici a seconda del tipo di materiale:

COMPATTEZZA
FORMA DEI GRANI

soffice (-6°), media (0°), densa ($+6^\circ$)
angolati ($+1^\circ$), media (0°), arrotondati (-3°),
molto arrotondati (-5°)

TAGLIO DEI GRANI
GRANULOMETRIA

sabbia (0°), ghiaia fine ($+1^\circ$), ghiaia grossa ($+2^\circ$)
uniforme (-3°), media (0°), dispersa ($+3^\circ$)

da cui la soluzione:

$$\phi = 36^\circ + 0^\circ + 0^\circ + 0^\circ - 3^\circ = 33^\circ$$

I valori ricavati tengono conto di un terreno con densità media, forma dei grani arrotondata, taglio sabbioso prevalente e granulometria uniforme. In precedenza, attraverso prove penetrometriche dinamiche eseguite in terreni di composizione analoga e con la medesima

storia tensionale, sono stati ricavati valori di angolo di attrito interno dell'ordine dei 31° – 32°. Per la coesione, può essere ipotizzato un valore infimo, dovuto solo all'umidità presente negli strati inferiori. Sulla base di queste osservazioni vengono proposti i seguenti parametri geotecnici:

	angolo d'attrito (°)	coesione (kPa)	peso di volume (KN/m³)
sabbie medio grosse uniformi	31 - 33	0 – 2	17,50 – 18,50

2.3.2 GHIAIE CON CIOTTOLI E BLOCCHI IN MATRICE SABBIOSA

Il valore di angolo d'attrito del terreno viene individuato confrontando le caratteristiche dei materiali osservati direttamente, con i dati in possesso della scrivente e riferibili a litologie analoghe e la principale bibliografia di riferimento:

- E. Hoek & J.W. Bray: Rock Slope Engineering, Revised Third Edition, 1981; table 1, pag. 23;

ciottoli a gran. uniforme: 34° – 37°

- formula di Chen:

$$\phi = 36^\circ + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4$$

In formazioni clastiche, esso risulta funzione dei seguenti parametri:

- compattezza (ϕ_1);
- forma dei grani (ϕ_2);
- taglio dei grani (ϕ_3);
- granulometria (ϕ_4).

A ciascun parametro vengono assegnati diversi valori numerici a seconda del tipo di materiale:

COMPATTEZZA	soffice (-6°), media (0°), densa (+6°)
FORMA DEI GRANI	angolati (+1°), media (0°), arrotondati (-3°), molto arrotondati (-5°)
TAGLIO DEI GRANI	sabbia (0°), ghiaia fine (+1°), ghiaia grossa (+2°)
GRANULOMETRIA	uniforme (-3°), media (0°), dispersa (+3°)

da cui la soluzione:

$$\phi = 36^\circ + 0 - 3^\circ + 2^\circ + 3^\circ = 38^\circ$$

Il valore ottenuto per l'angolo di attrito è riferito ad un materiale di media densità, con forma dei grani arrotondata, taglio ghiaioso prevalente e granulometria dispersa. Per la coesione, il valore assegnato è dovuto esclusivamente al grado di compattazione dei depositi e alla modesta quantità della frazione fine. Sulla base di queste osservazioni vengono proposti i seguenti parametri geotecnici:

	angolo d'attrito (°)	coesione (kPa)	peso di volume (KN/m³)
ciottoli e ghiaie con sabbie	35 - 38	0 – 4	19 - 20

2.3.3 LIMI CON GHIAIE E CIOTTOLI DEBOLMENTE ARGILLOSI

La parametrizzazione geotecnica deriva dal confronto tra il risultato della prova di taglio diretto sul materiale e l'esito di una prova triassiale eseguita in precedenza per conto della scrivente su terreni di analoga composizione e storia tensionale, campionati nel corso di una perforazione diretta a carotaggio continua eseguita a Tesero².

Tenendo conto degli esiti delle prove di laboratorio, e del fatto che cmq il campione è stato fatto su un materiale in la frazione fine risultava particolarmente abbondante, per consentire la fattibilità della prova, si ritiene di poter assegnare ai limi argillosi i seguenti parametri geotecnici:

	angolo d'attrito (°)	coesione (kPa)	peso di volume (KN/m ³)
limi con ciottoli e ghiaie deb., argillosi	30 - 32	5 - 10	19 – 20

Il valore dell'estremo superiore del range fornito per la coesione è superiore a quello della prova perché il campione è stato parzialmente ricostruito e, verosimilmente, in condizioni indisturbate, avrebbe sicuramente qualche punto in più.

Preme rilevare come la coesione risulti di gran lunga inferiore a quella che avrebbe potuto essere stimata, solo osservando le pareti dello scavo, e ciò è riconducibile esclusivamente alla scarsa presenza della frazione argillosa, presente mediamente in percentuali inferiori al 10 %.

La stabilità delle pareti dei pozzetti esplorativi, è da imputare principalmente al grado di compattazione del materiale e non alla presenza delle frazioni coesive in s.s.

2.4 STIMA DELLA RESISTENZA DEL TERRENO

Secondo le NTC 2008, le opere di progetto sono ascrivibili alla **classe II**.

Ai fini della determinazione dei parametri di pericolosità sismici, viene considerata una vita nominale della struttura pari a **50 anni** ed un periodo di riferimento dell'azione sismica di 35 anni.

Il sito in oggetto è individuato attraverso le seguenti coordinate geografiche WGS84: latitudine:46.286, longitudine:11.445.

La resistenza R_d viene determinata in modo analitico³, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per il coefficiente parziale γ_m specificato nella tabella che segue e tenendo conto, dove necessario, dei coefficienti parziali γ_r specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

² Relazione geologica e geotecnica di supporto al progetto di costruzione di una nuova autorimessa interrata sulla P.F. 1806 – 1807 in C.C. Tesero (2009)

Tabella 6.2. Il D.M. 14/01/2008 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_m	
		M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	$\gamma_{\phi'} = 1.00$	$\gamma_{\phi'} = 1.25$
Coesione efficace	C'_k	$\gamma_{c'} = 1.00$	$\gamma_{c'} = 1.25$
Resistenza non drenata	C'_{uk}	$\gamma_{cu'} = 1.00$	$\gamma_{cu'} = 1.40$
Peso dell'unità di volume	γ	$\gamma_{\gamma'} = 1.00$	$\gamma_{\gamma'} = 1.00$

In assenza di dati certi, in merito a tipologia delle opere fondazionali, segue la stima preliminare delle resistenze del terreno, ipotizzando alcune sezioni tipo secondo quanto indicato nel paragrafo 2.1⁴ I calcoli sono svolti utilizzando il programma di calcolo numerico *Loadcap 2010* secondo l'approccio 1⁵ che prevede le combinazioni di calcolo:

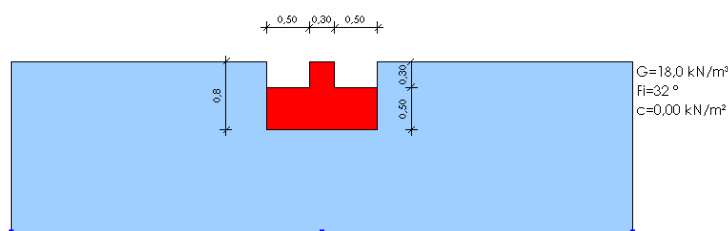
combinazione 1: A1 + M1+R1

combinazione 2: A2 + M2+R2

Non inserendo nei calcoli i carichi di progetto (ovvero le azioni) quelli che vengono determinati sono i valori della pressione limite, ottenuti attraverso valori prudenziali, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza delle opere di fondazione eseguite dal progettista.

SEZIONE 4

Muro di confine a monte (depositi sabbiosi)



DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	1,3 m
Lunghezza fondazione	10,0 m
Profondità piano di posa	0,8 m
Altezza di incastro	0,5 m

⁴ 2.1 Modello stratigrafico e geotecnico

⁵ D.M. 14.01.2008 – 6.2.3.1.2 -Resistenze

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,031
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0061
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,07

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,49	0,19
S.L.D.	50,0	0,3	2,5	0,21
S.L.V.	475,0	0,63	2,61	0,36
S.L.C.	975,0	0,79	2,64	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,756	0,2	0,0154	0,0077
S.L.C.	0,948	0,2	0,0193	0,0097

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
2,0	18,0	19,0	32,0	32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
3	Si	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 217,89 kN/m²

Resistenza di progetto [Rd] 121,05 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

A1+M1+R1

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq] 23,18

Fattore [Nc] 35,49

Fattore [Ng]	20,79
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,08
Fattore profondità [Dq]	1,17
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,95
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	494,42 kN/m ²
Resistenza di progetto	494,42 kN/m ²

A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	12,59
Fattore [Nc]	23,18
Fattore [Ng]	8,69
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,19
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,95
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	239,71 kN/m ²
Resistenza di progetto	133,17 kN/m ²

Sisma

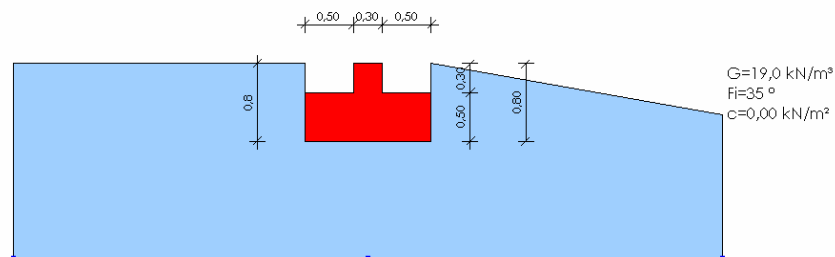
Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	12,59
Fattore [Nc]	23,18
Fattore [Ng]	8,69
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,19
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,95
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0

Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,77
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	217,89 kN/m ²
Resistenza di progetto	121,05 kN/m ²

SEZIONE 4 e 9

Muro di confine a valle (depositi ghiaiosi)



DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	1,3 m
Lunghezza fondazione	10,0 m
Profondità piano di posa	0,8 m
Altezza di incastro	0,5 m
Inclinazione pendio	10,0 °

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,031
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0061
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,07

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,49	0,19
S.L.D.	50,0	0,3	2,5	0,21
S.L.V.	475,0	0,63	2,61	0,36
S.L.C.	975,0	0,79	2,64	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,756	0,2	0,0154	0,0077
S.L.C.	0,948	0,2	0,0193	0,0097

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
2,0	19,0	20,0	35,0	35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
3	Si	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 204,71 kN/m²

Resistenza di progetto [Rd] 113,73 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 8188,27 kN/m³

A1+M1+R1

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq] 33,3

Fattore [Nc] 46,12

Fattore [Ng] 33,92

Fattore forma [Sc] 1,08

Fattore profondità [Dc] 1,25

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1,0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 0,93

Fattore inclinazione base [Bc] 1,0

Fattore forma [Sq] 1,07

Fattore profondità [Dq] 1,16

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1,0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 0,63

Fattore inclinazione base [Bq] 1,0

Fattore forma [Sg] 0,96

Fattore profondità [Dg] 1,0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1,0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 0,63

Fattore inclinazione base [Bg] 1,0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1,0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1,0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1,0

Carico limite 501,73 kN/m²

Resistenza di progetto 501,73 kN/m²

A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	16,92
Fattore [Nc]	28,42
Fattore [Ng]	13,38
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0,93
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,18
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0,63
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0,63
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	227,33 kN/m ²
Resistenza di progetto	126,29 kN/m ²

Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

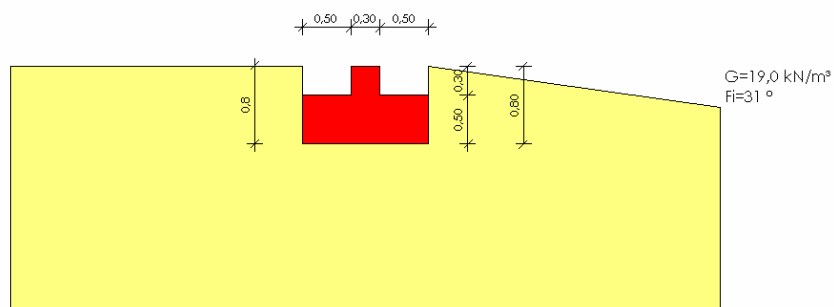
Fattore [Nq]	16,92
Fattore [Nc]	28,42
Fattore [Ng]	13,38
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0,93
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,18
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0,63
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0,63
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,77
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	204,71 kN/m ²
Resistenza di progetto	113,73 kN/m ²

SEZIONE 14

Muro di sostegno rotatoria (limi asciutti)

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	1,3 m
Lunghezza fondazione	10,0 m
Profondità piano di posa	0,8 m
Altezza di incastro	0,5 m
Inclinazione pendio	8,0 °



SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,031
Effetto sismico secondo	NTC (C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0061
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,07

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	- Opere ordinarie
Classe d'uso:	lasse II
Vita nominale:	0,0 [anni]
Vita di riferimento:	0,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,49	0,19
S.L.D.	50,0	0,3	2,5	0,21
S.L.V.	475,0	0,63	2,61	0,36
S.L.C.	975,0	0,79	2,64	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,756	0,2	0,0154	0,0077
S.L.C.	0,948	0,2	0,0193	0,0097

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
2,5	19,0	20,0	31,0	31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	0,005

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
3	Si	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 142,95 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 79,42 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

A1+M1+R1

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq] 20,63
 Fattore [Nc] 32,67
 Fattore [Ng] 17,69
 Fattore forma [Sc] 1,0
 Fattore profondità [Dc] 1,25
 Fattore inclinazione carichi [Ic] 1,0
 Fattore inclinazione pendio [Gc] 0,95
 Fattore inclinazione base [Bc] 1,0
 Fattore forma [Sq] 1,08
 Fattore profondità [Dq] 1,17
 Fattore inclinazione carichi [Iq] 1,0
 Fattore inclinazione pendio [Gq] 0,69
 Fattore inclinazione base [Bq] 1,0
 Fattore forma [Sg] 0,95
 Fattore profondità [Dg] 1,0
 Fattore inclinazione carichi [Ig] 1,0
 Fattore inclinazione pendio [Gg] 0,69
 Fattore inclinazione base [Bg] 1,0
 Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1,0
 Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1,0
 Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1,0
 Carico limite 316,28 kN/m²
 Resistenza di progetto 316,28 kN/m²

A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq] 11,45
 Fattore [Nc] 21,74
 Fattore [Ng] 7,53
 Fattore forma [Sc] 1,0
 Fattore profondità [Dc] 1,25
 Fattore inclinazione carichi [Ic] 1,0
 Fattore inclinazione pendio [Gc] 0,95
 Fattore inclinazione base [Bc] 1,0
 Fattore forma [Sq] 1,06
 Fattore profondità [Dq] 1,19
 Fattore inclinazione carichi [Iq] 1,0
 Fattore inclinazione pendio [Gq] 0,69
 Fattore inclinazione base [Bq] 1,0
 Fattore forma [Sg] 0,95
 Fattore profondità [Dg] 1,0
 Fattore inclinazione carichi [Ig] 1,0
 Fattore inclinazione pendio [Gg] 0,69
 Fattore inclinazione base [Bg] 1,0
 Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1,0
 Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1,0

Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	156,84 kN/m ²
Resistenza di progetto	87,13 kN/m ²

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,45
Fattore [Nc]	21,74
Fattore [Ng]	7,53
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [lc]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0,95
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,19
Fattore inclinazione carichi [lq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0,69
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,95
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [lg]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0,69
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,77
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	142,95 kN/m ²
Resistenza di progetto	79,42 kN/m ²

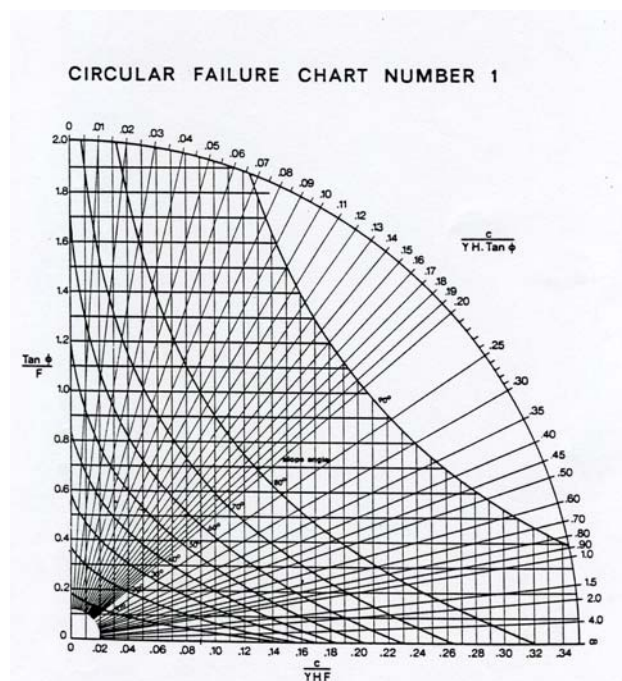
Nel caso dei muri in corrispondenza del confine a valle della lottizzazione, nel tratto verosimilmente rappresentato dalla sezioni 10 e 11, dove la quota d'imposta delle fondazioni è molto prossima a quella di emergenza della falda, al contatto tra sabbie e limi, si raccomando l'accurata intercettazione delle acque provenienti dal versante, in modo da poter verificare le opere in condizioni asciutte.

2.5 FRONTI DI SCAVO PROVVISORI

L'intervento prevede scavi provvisori di altezze superiori ai 2,50 m, che interagiranno con profili litostratigrafici diversi.

Gli scavi sono considerati *opere provvisorie*, in ragione di ciò *"le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi, quando le relative durate, previste in progetto, siano inferiori a due anni"*.

1. Gli scavi nel settore SW, in corrispondenza del confine a monte e compresi tra le sezioni 1 e 5, intercetteranno la successione di terreni osservata nel pozzetto P2, ma in condizioni asciutte. Per materiali granulari, la stabilità di una scarpata, rispetto ad un'inclinazione compatibile con il coefficiente di sicurezza di **1,1** stabilito dal D.M. 14.01.2008, può essere definita attraverso il diagramma di *Hoek & Bray, Chart 1*, riportato sotto.



Utilizzando i valori intermedi tra quelli delle ghiaie con ciottoli e delle sabbie ovvero 34° come angolo di attrito interno, 3kPa di coesione e 2 t/m^2 come peso di volume, ce riducendoli secondo i coefficienti indicati dal D.M. 14.01.08, si ottiene così che le scarpate in terreno sciolto, per altezze fino a 3,00 m di altezza dovranno possedere un angolo di inclinazione non superiore ai 45° .

2. Tutti gli scavi che andranno ad intaccare i rilevati stradali e riporti grossolani dovranno essere profilati con un angolo massimo di inclinazione pari a 45° :
3. Nel settore NE dell'area, a valle delle opere stradali in corso d'esecuzione e che non compaiono ancora nelle sezioni di raffronto, sono previsti scavi all'interno dei limi argillosi, riportati anche nella stratigrafia del carotaggio continuo del 2008⁶, a distanze fino a 2 m dalle murature di sostegno, a valle della rotatoria, nel tratto compreso tra le sezioni 17 e 18.

A partire dalla sezione 17 e per altezze fino a 3,0 m le scarpate in terreno sciolto potranno avere un'inclinazione massima di 70° . Nel rimanente tratto, che comprende altezze fino a 4,85 m (sez.18) e dove il progetto delle murature di sostegno prevede una distanza di soli 2 m dalla opere della rotatoria, le scarpate in terreno sciolto potranno essere eseguite esclusivamente mediante utilizzo di adeguate opere provvisorie.

Gli scavi dovranno rimanere aperti lo stretto tempo necessario alla realizzazione delle opere e, in caso di maltempo, protetti con teli impermeabili.

Il materiale di risulta dagli scavi non dovrà gravare sui bordi, così come qualsiasi carico accidentale.

Si sottolinea che fronti di scavo verticali o subverticali in terreno sciolto potranno essere realizzati esclusivamente mediante utilizzo di adeguate **opere provvisorie**.

• ⁶ Relazione geologica e geotecnica per il progetto definitivo lavori di nuova rotatoria sulla S.S. 48 C.C. di Carano – Dott. Geol. Luigi Frassinella (aprile 2008);

2.6 CONCLUSIONI

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione a edificare.

Si ribadisce l'importanza del geologo in corso d'opera, per valutare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, come previsto dalla normativa di settore.

Si raccomanda la predisposizione di un accurato sistema di drenaggio, a tergo di tutte le opere fondazionali, specialmente quelle previste nella zona di emergenza della falda, tra le sezioni 9 e 11, e nel settore NE dell'area, dove lenti di sabbia, come quella intercettata in P4, potrebbero favorire delle infiltrazioni, proprio in corrispondenza delle quote d'imposta delle fondazioni.

Per tutti gli aspetti puntuali si rimanda direttamente al contenuto dei paragrafi che precedono.

La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in sede esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.3.delle NTC.

Trento, agosto 2016

