

REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA di TORINO



COMUNE DI VALPERGA

PROGETTO

PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA DEL TERRITORIO - *bacino del Torrente Viana* *Scheda NI_7_001VI*

STRADA COMUNALE VIGNANUOVA
CONSOLIDAMENTO SCARPATE STRADALI
e REGIMAZIONE ACQUE SUPERFICIALI

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

ELABORATO

AII. B

OGGETTO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

SCALA

varie

IL PROGETTISTA



settembre 2019

1. Sommario	
1. Sommario	2
2. Premessa	4
<i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>5</i>
3. Normativa urbanistica.....	7
<i>Circ.P.G.R. 8 maggio 1996 n°7/LAP</i>	<i>7</i>
4. Dissesti pregressi e vincolo idrogeologico	7
<i>Vincolo idrogeologico.....</i>	<i>7</i>
5. Caratteristiche geomorfologiche	8
6. Assetto geologico.....	8
<i>Substrato roccioso.....</i>	<i>8</i>
<i>Formazioni superficiali.....</i>	<i>8</i>
7. Idrologia e idrogeologia.....	9
<i>Idrologia superficiale.....</i>	<i>9</i>
<i>Idrogeologia sotterranea.....</i>	<i>9</i>
8. Progetto delle indagini in sito.....	9
9. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo	10
<i>Scelta dei parametri geotecnici</i>	<i>10</i>
Classificazione dei terreni	10
<i>Classificazione Unified Soil Classification System (USCS).....</i>	<i>10</i>
<i>Classificazione CNR-UNI 10006.....</i>	<i>10</i>
Classificazione Unified Soil Classification System (USCS).....	12
Classificazione C.N.R. - U.N.I. 10006 / 1963	13
Densità relativa.....	14
Angolo di attrito.....	15
<i>Classificazione del manuale NAVFAC (1971)</i>	<i>15</i>
<i>Classificazione di Schmertmann (1978).....</i>	<i>16</i>
Coesione	16

Stima preliminare dei parametri geotecnici.....	17
Analisi statistica dei parametri geotecnici	17
<i>Angolo di attrito ϕ ($^{\circ}$)</i>	17
<i>Coesione c (kg/m^2)</i>	17
Analisi statistica angolo di attrito Ghiaia sabbiosa	18
Stima definitiva dei parametri geotecnici	19
<i>Angolo di attrito ϕ ($^{\circ}$)</i>	19
10. Verifiche della stabilità globale terreno - opere in progetto	20
<i>Introduzione</i>	20
<i>Dati di input</i>	20
<i>Risultati della simulazione</i>	20
<i>Verifica di stabilità globale terreno - opere in progetto</i>	21
11. Caratterizzazione e modellazione geologica	24

2. Premessa

Su incarico e per conto del Comune di Valperga (Det. 158 del 10/06/2019) è stato affidato al sottoscritto Geol. Davide Bolognini l'incarico professionale relativo alla *“Progettazione definitiva - esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase progettuale ed esecutiva, direzione e contabilità lavori, collaudi, Certificato di Regolare Esecuzione dei lavori di PMO anno 2017 - Lavori di consolidamento scarpate stradali strada comunale Vignanuova e regimazione acque superficiali - scheda NI_7_001VI CIG ZAB28C4B90”*

I terreni su cui è in progetto l'intervento si trovano sul versante a monte del concentrico di Valperga a quota media di circa 425 m s.l.m. in corrispondenza del versante destro orografico del rio Marguera, affluente in sinistra orografica del torrente Viana, alimentato da un bacino di modeste dimensioni che scorre in direzione nord - ovest / sud - est.

Il progetto prevede la realizzazione di opere di sostegno in due tratti della strada vicinale della Costa in loc. Vignanuova che mostrano segni di cedimento strutturale. Sono previsti inoltre interventi per la regimazione delle acque superficiali individuate come una delle principali concause del dissesto latente che coinvolge la carreggiata stradale. A completamento dell'intervento è prevista la sistemazione della sede stradale mediante la posa di binder, l'inerbimento delle scarpate, la posa di barriere stradali e il ripristino di una tubazione di attraversamento stradale danneggiata.

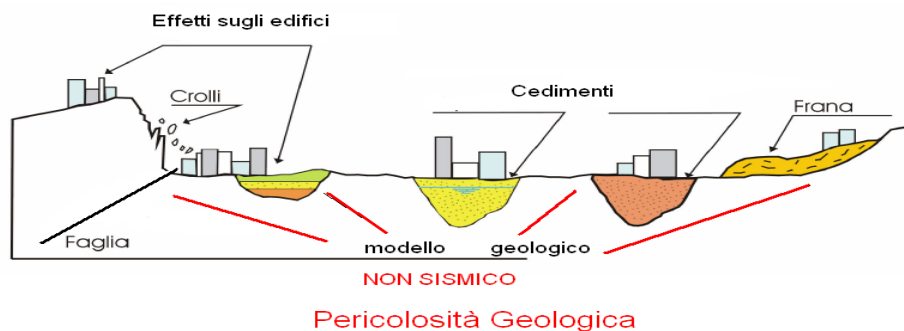
Il sopralluogo ha lo scopo di rilevare le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito di indagine al fine di accertare la compatibilità dell'intervento in progetto in funzione dell'assetto geologico ed idrogeologico del sito sul quale sarà ubicato con lo scopo di garantirne la sicurezza, la funzionalità e la stabilità.

La presente:

- *“Relazione di modellazione geologica”* è stata redatta ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”*, Cap. 6 *“Progettazione geotecnica”*, Par. 6.2 *“Articolazione del progetto”*, punto 6.2.1 *“Caratterizzazione e modellazione geologica del sito”* e illustra la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici
- *“Relazione di modellazione geotecnica”* è stata redatta ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”*, Cap. 6 *“Progettazione*

geotecnica”, Par. 6.4 “Opere di fondazione” e illustra le scelte progettuali, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica.

Lo studio geologico è stato esteso ad una zona significativamente ampia in funzione del tipo di intervento previsto in progetto e della complessità del contesto geologico. Fanno parte del modello geologico anche i rischi naturali di origine geologica che gravano sull’area di intervento.



Il modello geologico dell’area di indagine è stato sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geognostiche e geofisiche.

Normativa di riferimento

- **D.M. 11 marzo 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 ed il collaudo delle opere di sostegno sulle terre e delle opere di fondazione*”
- **D.M. 14 gennaio 2008** “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*”
- **Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 02 febbraio 2009 n°617** “*Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”*”.
- **O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006** “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”

- **Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058**
“Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)”
- **L.R. 5 dicembre 1977 n°56 e s.m.i. “Tutela e uso del suolo”**
- **Circ. P.G.R. 6 maggio 1996 n°7LAP “Specifiche tecniche per l’elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici”**
- **R.D.L. 30 dicembre 1923 n° 3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”**
- **L. R. 9 agosto 1989, n. 45 “Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”**
- **Circolare del Presidente della Giunta regionale 3 aprile 2012, n. 4/AMD**
“Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45 (Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici). Note interpretative e indicazioni procedurali”

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”* , cap.6.2.1 *“Caratterizzazione e modellizzazione geologica del sito”* e cap.6.2.2 *“Indagini, caratterizzazione e modellizzazione geotecnica”* e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo al 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.

3. Normativa urbanistica

Circ.P.G.R. 8 maggio 1996 n° 7/LAP

L'area oggetto di intervento rientra nella perimetrazione prevista dalla L.R. 56/77 e s.m.i. (Circ.P.G.R. 8 maggio 1996 n° 7/LAP) in **classe II** *“Porzioni di territori nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11 marzo 1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo, circostante”*.

4. Dissesti pregressi e vincolo idrogeologico

Vincolo idrogeologico

L'area di intervento rientra all'interno della perimetrazione del vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. 30 dicembre 1923 n° 3267 (vedi *Carta del vincolo idrogeologico* allegata).

In base alla L. R. 9 agosto 1989, n. 45 *“Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”*, art. 2, l'intervento rientra tra quelli autorizzati dal **Sindaco**: interventi ed attività che comportino modificazione o trasformazione d'uso del suolo su aree non superiori a 5.000 mq o per volumi di scavo NON superiori a 2.500 mc

5. Caratteristiche geomorfologiche

L'area d'intervento è localizzata nel settore basale in destra orografica del rio Marguera, affluente in sinistra orografica del torrente Viana. L'azione erosiva delle acque superficiali incanalate causa erosione al piede del versante con conseguente periodico riequilibrio del pendio con franamenti della coltre detritica superficiale.

La presenza della viabilità causa una regimazione delle acque superficiali che concentra in alcuni punti del versante le acque raccolte dalla sede stradale concentrandole in alcuni punti che sono sottoposti ad erosione accelerata.

Il transito, seppure saltuario, di mezzi d'opera è motivo di assestamento del sottosuolo della carreggiata stradale che cede sotto il peso dei mezzi pesanti soprattutto in concomitanza con la saturazione, anche parziale, della coltre detritica superficiale a seguito di precipitazioni prolungate.

L'assenza di opere di sostegno favorisce infine l'assestamento dei tratti di viabilità maggiormente sollecitati dal sovraccarico accidentale in corrispondenza dei tratti dove il versante presenta maggiore acclività.

6. Assetto geologico

La ricerca bibliografica ed il rilievo appositamente effettuato hanno permesso di ricostruire una adeguata litostratigrafia locale, anche in assenza di apposite indagini geognostiche, limitatamente alle necessità imposte dal progetto.

Substrato roccioso

Il substrato roccioso è costituito da graniti permiani appartenenti al complesso dei Graniti del Canavese in condizioni di affioramento o mascherati al di sotto di una coltre detritica di spessore modesto.

Si presentano variamente fratturati con possibile riempimento delle fratture derivante dalla coltre eluvio colluviale di alterazione. Nei settori di versante caratterizzati da forte presenza di umidità l'alterazione dei minerali di feldspato risulta molto veloce con produzione di abbondante materiale detritico colluviale.

Formazioni superficiali

I depositi superficiali osservati appartengono al Pleistocene e sono di origine fluviale, fluvio-glaciale o deltizia, costituiti da clasti generalmente piuttosto alterati in una matrice sabbiosa debolmente limosa. In superficie è presente una coltre eluvio colluviale sabbiosa limosa argillosa di potenza superiore al metro e di colore marrone nocciola.

La viabilità oggetto di intervento è stata impostata al di sopra dei depositi superficiali, in parte anche rimaneggiati, e parzialmente saturi.

7. Idrologia e idrogeologia

Idrologia superficiale

I lavori in progetto sono localizzati a breve distanza dal rio Marguera, sul versante destro dell'impluvio. Le acque di ruscellamento superficiale, grazie ad una accentuata acclività, raggiungono in tempi brevi l'asse fluviale del rio, provocando visibili variazioni morfologiche al versante conseguenti all'asportazione della coltre detritica colluviale.

La corretta regimazione delle acque superficiali raccolte dalla sede stradale è compromessa dalla vetustà degli attraversamenti sotto - strada che si presentano talvolta occlusi dal materiale detritico trasportato nel corso di eventi meteorici di forte intensità.

Idrogeologia sotterranea

La presenza dle substrato roccioso a profondità di alcune decine di centimetri favorisce la saturazione degli strati superficiali di materiale detritico a seguito di precipitazioni prolungate.

La morfologia del versante, che presenta una marcata acclività, inibisce di fatto l'impostazione di una vera e propria falda idrica superficiale.

8. Progetto delle indagini in sito

I lavori in progetto non prevedono la realizzazione di manufatti che incidono sul terreno di fondazione in maniera significativa rispetto a quelli esistenti. *“Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali”* (D.M. 14 gennaio 2008, cap.6.2.2 *“Indagini, caratterizzazione e modellizzazione geotecnica”*).

9. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo

Le scelte progettuali per le opere di fondazione sono state effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione.

Le verifiche sulle strutture di fondazione rispettano gli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) e le verifiche di durabilità.

Scelta dei parametri geotecnici

La parametrizzazione litotecnica dei terreni è stata basata sulle caratteristiche granulometriche ed il grado d'addensamento sulla base di relazioni e diagrammi, riportati nella bibliografia specializzata di settore, abitualmente utilizzati nella pratica geotecnica.

Classificazione dei terreni

Classificazione Unified Soil Classification System (USCS)

Con riferimento alla classificazione Unified Soil Classification System (USCS), i materiali detritici possono essere definiti “grossolani” (trattenuto al setaccio 0,075 mm > 50%), suddivisibili alternativamente in ragione della tessitura dominante, a:

- ghiaie (passante al setaccio 0,075 mm < 5%) del gruppo GP o GW
- sabbie (passante al setaccio 0,075 mm < 5%) del gruppo SP o SW

Classificazione CNR-UNI 10006

Pur se la classificazione CNR-UNI 10006 è specifica per la geotecnica stradale, può essere utilizzata come valido riferimento per la classificazione dei materiali detritici naturali e fornisce indicazioni:

- sulle qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo
- sull'azione del gelo in relazione alle qualità portanti del terreno di sottofondo
- sul ritiro o rigonfiamento
- sulla permeabilità.

I materiali detritici appartengono al gruppo A1, sottogruppi A1-a, A1-b. Nel gruppo A1 rientrano i materiali descritti come “*Ghiaia o breccia. Ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice scorie vulcaniche, pozzolane*”.

Le caratteristiche sono:

- *qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo: da eccellente a buono*
- *azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo: nessuna o lieve*
- *ritiro o rigonfiamento: nullo*
- *permeabilità: elevata*

Classificazione U.S.B.R. dei suoli e delle terre a grana grossa

SUDDIVISIONI PRINCIPALI			SIMBOLO DI GRUPPO	DENOMINAZIONI	CRITERIO DI CLASSIFICAZIONE DI LABORATORIO			
SUOLI E TERRE A GRANA GROSSA (+50% del materiale > setaccio 0,075 UNI)	GHIAIE (+50% della frazione grossa > setaccio 0,4 UNI)	GHIAIE PULITE	GW	Ghiaie ben assortite, miscele ghiaia - sabbia, fini scarsi o assenti	Determinare le percentuali di sabbia e di ghiaia della curva granulometrica. Secondo il % dei fini (frazione passante al setaccio 0,075 UNI): >5% GW, GP, SW, SP; 5 - 12% doppia simbologia; <12% GM, GC, SM, SC	$C_u = D_{60} / D_{10} > 4$		
			GP	Ghiaie male assortite, miscele ghiaia - sabbia, fini scarsi o assenti		Non soddisfacente tutte le condizioni di 6W		
		GHIAIE CON FINI	GM	Ghiaie limose, miscele ghiaia - sabbia - limo		Limiti di Atterberg sotto la linea "A" o IP < 4; Limiti di Atterberg sopra la linea "A" con IP > 4; Sopra la linea "A" con 4 < IP < 7 occorre la simbologia doppia		
			GC	Ghiaie argillose, miscele ghiaia - sabbia - argilla		$C_u = D_{60} / D_{10} > 6$; $C_c = (D_{10})^2 / (D_{10} \times D_{60}) = 1 - 3$		
	SABBIE (+50% della frazione grossa < setaccio 0,4 UNI)	SABBIE PULITE	SW	Sabbie ben assortite, ghiaie sabbiose, fini scarsi o assenti		Non soddisfacente a tutte le condizioni granulometriche per SW		
			SP	Sabbie poco assortite, sabbie ghiaiose, fini scarsi o assenti		Limiti di Atterberg sotto la linea "A" o IP < 4	Con limiti entro la zona a tratteggio con IP compreso tra 4 e 7 occorre la simbologia doppia	
		SABBIE CON FINI	SM; SC	Sabbie limose, miscele sabbia - limo, sabbie limose, miscele sabbia - argilla		Limiti di Atterberg sopra la linea "A" con IP > 4		
	SUOLI E TERRE A GRANA GROSSA (+50% del materiale < setaccio 0,075 UNI)	LIMI ED ARGILLE (LL < 50)	ML	Limi inorganici e sabbie molto fini, farina di roccia, sabbie limose o limi argillosi con bassa plasticita'		CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DI LABORATORIO		
			CL	Argille inorganiche con bassa - media plasticita', argille ghiaiose, argille sabbiose, argille pure				
			OL	Limi organici e argille limose organiche di bassa plasticita'				
LIMI ED ARGILLE (LL > 50)		MH	Limi inorganici, suoli sabbiosi o limosi, micacei o diatomacei, limi elastici					
		CH	Argille inorganiche di alta plasticita', argille grasse					
		OH	Argille organiche di medio - alta plasticita', limi organici					
Suoli e terre molto organiche		Pt	Materia organica					

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - U.N.I. 10006 / 1963 derivata dalla class. AASHO - U.S.A.

Classificazione Generale	Terre ghiaioso - sabbiose Frazione passante allo setaccio 0,075 UNI 2332 < 35%							Terre limoso - sabbiose Frazione passante allo setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe o terre organiche o palustri	
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8	
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6		
Analisi Granulometrica. Frazione passante allo setaccio														
2 UNI 2332%	< 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
0,4 UNI 2332%	< 30	< 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
0,075 UNI 2332%	< 15	< 10	< 10	< 35	< 35	< 35	< 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35		
Caratteristiche della frazione passante allo setaccio														
0,4 UNI 2332% Limite liquido Indice di plasticita'	- < 6		- N.P.	< 40 < 10	> 40 < 10 max	< 40 > 10	> 40 > 10	< 40 < 10	> 40 < 10	< 40 > 10	> 40 > 10 (IP < LL-30	> 40 > 10 (IP < LL-30		
Indice di gruppo	0		0	0		< 4		< 8	< 12	< 16	< 20			
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia. Ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice scorie vulcaniche, pozzolane.		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compres-sibili	limi poco compres-sibili	Argille poco compres-sibili	Argille fortemente compres-sibili moderata-mente plastiche	Argille fortemente compres-sibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre	
Qualita' portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulle qualita' portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilita'	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista	Aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacita' media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili alo stato umido				Fibrosi di color bruno o nero Facilmente individuabili a vista	
* Prova di cantiere che puo' servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendo successivamente tra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparira' sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparira' comprimendo il campione fra le dita.														

* Prova di cantiere che puo' servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendo successivamente tra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparira' sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparira' comprimendo il campione fra le dita.

Densità relativa

Secondo R. Lancellotta (GEOTECNICA, Zanichelli 1987), “... l’angolo di attrito non rispecchia soltanto l’attrito interno tra i grani, e per questo motivo si preferisce la definizione di angolo di resistenza al taglio. A parità di altri fattori questa dipende infatti dall’attrito interno tra i grani che si mobilita nel corso dei movimenti relativi tra le particelle, e dal loro grado di mutuo incastro crescente all’aumentare della densità relativa”.

In quest’ottica, per la determinazione dell’angolo di resistenza al taglio non si è tenuto in considerazione solamente il dato estrapolato dalla bibliografia e riferibile alla classificazione granulometrica, ma si è tenuta in debita considerazione anche la naturale densità relativa D_r che il materiale presenta.

La densità di un terreno rappresenta il grado di addensamento e si definisce relativa in quanto non è il valore ottimale per quel tipo di terreno.

È definita come:

$$D_r = \frac{e_{\max} - e_0}{e_{\max} - e_{\min}} \%$$

dove:

e_0 *indice dei vuoti del terreno allo stato naturale;*

$e_{\max}$ *indice dei vuoti del terreno nelle condizioni di minimo addensamento;*

$e_{\min}$ *indice dei vuoti del terreno nelle condizioni di massimo addensamento.*

In base al valore di densità relativa, un terreno è (Scesi, Papini - Il rilevamento geologico - tecnico, Geologia applicata 1 - Città studi edizioni - 1995):

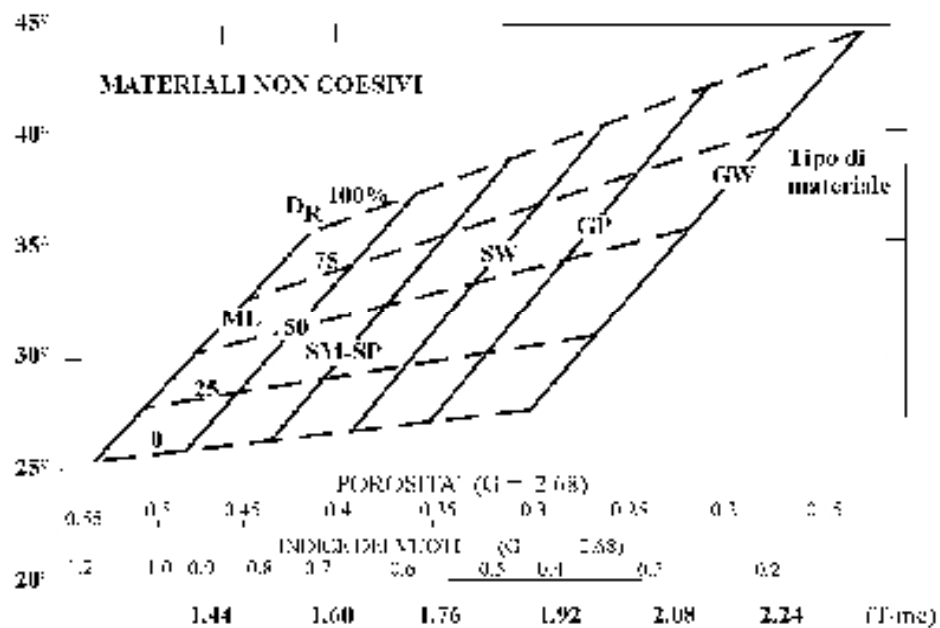
DENOMINAZIONE	$D_r\%$
Molto sciolto	15
Sciolto	15 - 35
Mediamente addensato	35 - 65
Addensato	65 - 85
Molto addensato	85 - 100

In base al grado di addensamento il materiale in sito può essere definito **mediamente addensato**.

Angolo di attrito

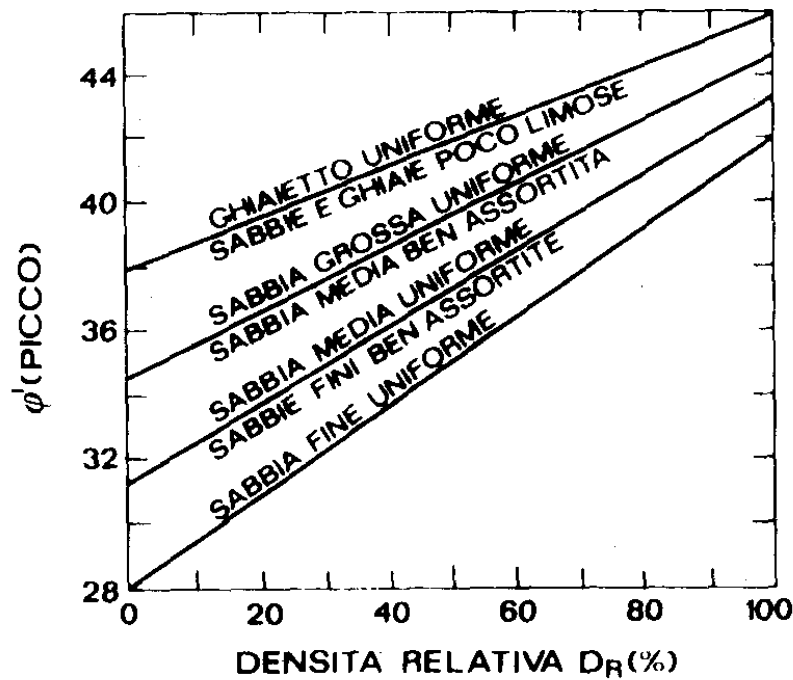
Classificazione del manuale NAVFAC (1971)

Dal diagramma riportato nella figura sottostante (NAVFAC Manual, 1971), per i gruppi GP e SW assumendo un peso di volume (γ) = 1,70 - 1,80 T/mc, moderatamente addensato con valori di densità relativa (D_r) nell'ordine del 35% - 65%, si correla un valore dell'angolo d'attrito interno (ϕ) compreso tra 34° e 36°.



Classificazione di Schmertmann (1978)

Le osservazioni in sito e le indicazioni riportate in precedenza sono confermate dalla classificazione di Schmertmann (1978) dalla quale si deduce come l'angolo di attrito interno di materiali ghiaioso - sabbiosi con elementi arrotondati mediamente addensati varia da un minimo di 36° per ad un massimo di $38^\circ - 40^\circ$.



Valori indicativi dell'angolo di attrito di picco (ϕ') (Schmertmann, 1978)

Coesione

Il comportamento geotecnico è di tipo granulare, pertanto il contributo alla resistenza al taglio è determinato esclusivamente dall'angolo d'attrito interno (ϕ), mentre la coesione (c) si può verosimilmente considerare nulla.

L'assunzione di $c = 0$ per il materiale inerte sottostante la coltre di terreno agrario è a favore della stabilità in quanto nel materiale esistono tensioni intergranulari, peraltro mal quantificabili su di un terreno con le caratteristiche di quello analizzato, che nella realtà simulano una sorta di "pseudocoesione" ed offrono un contributo alle forze resistenti. Peraltro anche i valori di angolo di resistenza al taglio utilizzati nei calcoli riportati di seguito risultano coincidenti ad una densità relativa inferiore a quella effettivamente misurata in sito e pertanto i parametri utilizzati risultano cautelativi.

Stima preliminare dei parametri geotecnici

Visti i dati bibliografici analizzati si stimano preliminarmente i seguenti parametri geotecnici:

Caratteristiche geotecniche <u>preliminari</u>	Φ	C
	(°)	[kg/m ²]
Ghiaia sabbiosa	36	0

Analisi statistica dei parametri geotecnici

Angolo di attrito ϕ (°)

Il valore di angolo di attrito *di picco* non può essere utilizzato tal quale in quanto non cautelativo.

I parametri geotecnici sono stati pertanto sottoposti ad analisi statistica con metodo Bayesiano¹ che permette di ricavare il valore del quinto percentile anche con una popolazione statistica di dati ridotta.

Nelle pagine seguenti sono riportati i calcoli effettuati ipotizzando una popolazione costituita da 3 campioni.

La varianza, ipotizzata pari al 10%, deriva una deviazione standard della stima Bayesiana pari a 2,55.

Coesione c (kg/m²)

Il valore di coesione utilizzato è nullo e pertanto non richiede analisi statistica.

¹ L'inferenza bayesiana è un approccio all'inferenza statistica in cui le probabilità non sono interpretate come frequenze, proporzioni o concetti analoghi, ma piuttosto come livelli di fiducia nel verificarsi di un dato evento. Tramite tale approccio, si usa una stima del grado di fiducia in una data ipotesi prima dell'osservazione dei dati, al fine di associare un valore numerico al grado di fiducia in quella stessa ipotesi successivamente all'osservazione dei dati.

METODO BAYESIANO PER LA STIMA DEI VALORI CARATTERISTICI

Distribuzioni coniugate normali

Campione riferito alla litologia GHIAIA SABBIOSA

PRIORI: esperienza pregressa

media	COV %	Dev.st
36,00	10,00	3,60

VEROSIMIGLIANZA o Likelihood: misure

n°_dati	media	COV %	Dev.st
3	36,00	10,00	3,60

POSTERIORI: stima bayesiana

media	COV %	Dev.st
36,00	0,07	2,55

Stima bayesiana del valore caratteristico in situazioni di compensazione

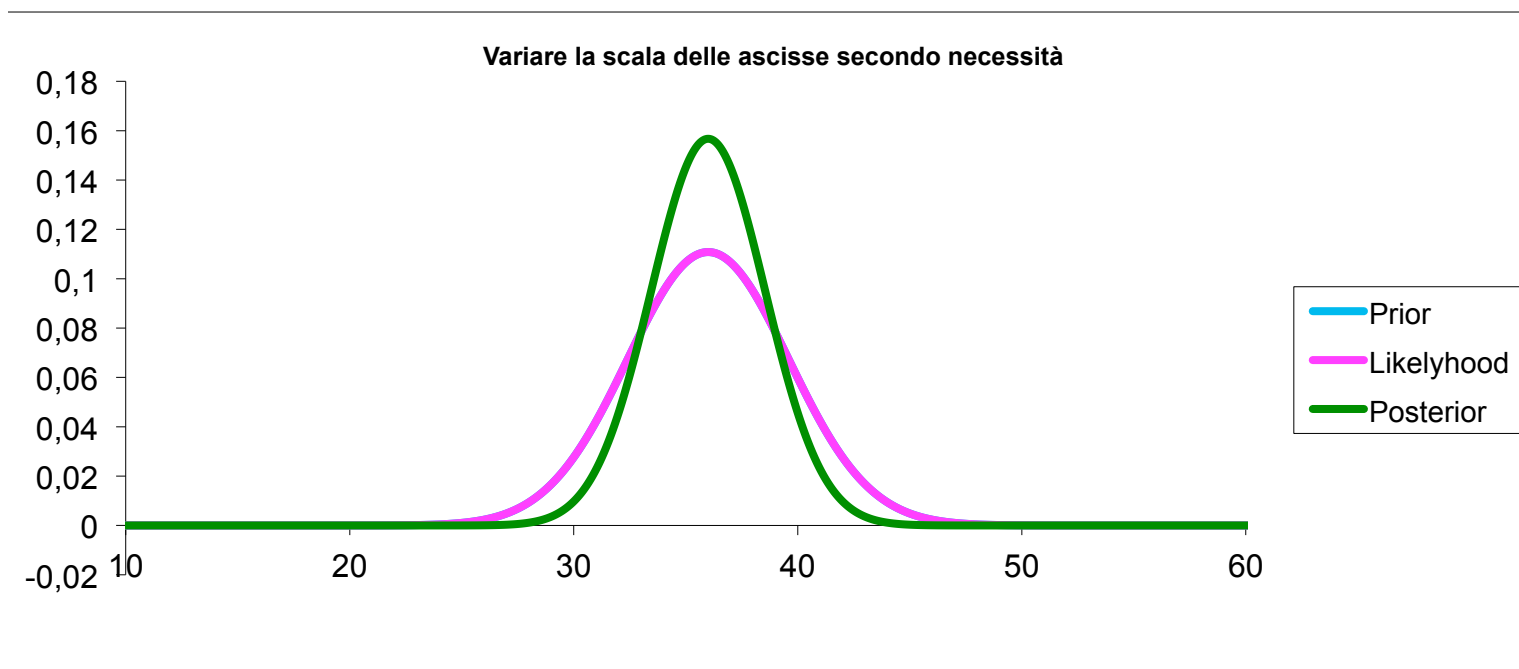
32,54

Stima bayesiana del valore caratteristico con pochi dati (statistica della varianza nota)

33,58

Stima bayesiana del valore caratteristico in situazioni di non compensazione

31,81



N.B.: con $n < 5$, viene utilizzata la varianza della verosimiglianza

Stima definitiva dei parametri geotecnici

Angolo di attrito ϕ (°)

Il valore di angolo di attrito *corretto* è riportato nella tabella seguente alla quale sono stati aggiunti i valori di massa volumica drenata e satura.

Caratteristiche geotecniche <u>definitivi</u>	Φ	C	γ drenato	γ saturo
	(°)	[kg/m ²]	[kg/m ³]	[kg/m ³]
Ghiaia sabbiosa	33,5	0	1.900	1.950

10. Verifiche della stabilità globale terreno - opere in progetto

Introduzione

La necessità di realizzare le opere di sostegno in progetto al fine di garantire la stabilità dei manufatti esistenti è stata soddisfatta attraverso l'implementazione del modello geologico su una sezione topografica trasversale all'asse stradale è stata eseguita una analisi di stabilità utilizzando apposito software (I.L.A. di Geo&Soft).

Dati di input

La ricostruzione del modello geologico descritto nei capitoli precedenti ha permesso di differenziare i livelli litologici omogenei ad ognuno dei quali è stato assegnato un set di parametri coerente con le proprie caratteristiche. Si rimanda alla parte introduttiva della relazione di calcolo alle pagine seguenti per l'analisi specifica dei valori.

Risultati della simulazione

Le analisi condotte su numerose superfici di scivolamento circolari hanno evidenziato come l'opera di sostegno sia adeguata a garantire la stabilità del pendio anche con sovraccarichi teorici omogeneamente distribuiti corrispondenti a 2,0 T/mq.

Di seguito si riportano i risultati testuali e grafici della simulazione.

VERIFICA DI STABILITA'

Unione Montana della Val Gallenca
Comune di Valperga
strada vicinale della Costa, loc. Vigna nuova

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	36
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	0.0
2	1.0	1.0
3	2.0	0.9
4	2.1	2.8
5	5.0	2.8
6	8.0	6.0

SUPERFICIE FALDA

Falda assente

CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Progressiva dell'opera [m]	2
Pretensionamento [kN/m]	0
Carico di rottura [kN/m]	30
Inclinazione reazione [°]	0

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]
2	20
5	20

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	3.5
Larghezza maglia [m]	4.0
N. centri base	6.0
N. centri lato	6.0
Inclinazione maglia [°]	45.0
Ascissa punto passaggio [m]	2.0
Ordinata punto passaggio [m]	0.9

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	F.N.	R.A.	%	Cond.	FS
1	-1.50	4.50	20.95	20.95	69.85	tratto lineare	1.30
2	-.70	4.50	18.03	18.03	60.11	tratto lineare	1.30
3	0.10	4.50	12.57	12.57	41.88	tratto lineare	1.30
4	0.90	4.50	4.22	4.22	14.07	tratto lineare	1.30
5	1.70	4.50	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.48
6	2.50	4.50	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.61
7	-1.50	5.20	21.18	21.18	70.59	tratto lineare	1.30
8	-.70	5.20	18.42	18.42	61.39	tratto lineare	1.30
9	0.10	5.20	13.63	13.63	45.43	tratto lineare	1.30
10	0.90	5.20	6.47	6.47	21.57	tratto lineare	1.30
11	1.70	5.20	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.38
12	2.50	5.20	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.53
13	-1.50	5.90	21.30	21.30	71.01	tratto lineare	1.30
14	-.70	5.90	18.70	18.70	62.32	tratto lineare	1.30
15	0.10	5.90	14.44	14.44	48.12	tratto lineare	1.30
16	0.90	5.90	8.20	8.20	27.33	tratto lineare	1.30
17	1.70	5.90	0.00	0.00	0.00	tratto lineare	1.30
18	2.50	5.90	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.46
19	-1.50	6.60	21.37	21.37	71.23	tratto lineare	1.30
20	-.70	6.60	18.90	18.90	63.01	tratto lineare	1.30
21	0.10	6.60	15.07	15.07	50.23	tratto lineare	1.30
22	0.90	6.60	9.55	9.55	31.85	tratto lineare	1.30
23	1.70	6.60	2.25	2.25	7.49	tratto lineare	1.30
24	2.50	6.60	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.40
25	-1.50	7.30	21.40	21.40	71.32	tratto lineare	1.30
26	-.70	7.30	19.23	19.23	64.09	tratto lineare	1.30
27	0.10	7.30	15.57	15.57	51.91	tratto lineare	1.30
28	0.90	7.30	10.65	10.65	35.49	tratto lineare	1.30
29	1.70	7.30	4.17	4.17	13.90	tratto lineare	1.30
30	2.50	7.30	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.35
31	-1.50	8.00	21.40	21.40	71.35	tratto lineare	1.30
32	-.70	8.00	19.34	19.34	64.47	tratto lineare	1.30
33	0.10	8.00	15.99	15.99	53.28	tratto lineare	1.30
34	0.90	8.00	11.54	11.54	38.46	tratto lineare	1.30
35	1.70	8.00	5.74	5.74	19.15	tratto lineare	1.30
36	2.50	8.00	0.00	0.00	0.00	non necessaria	1.31

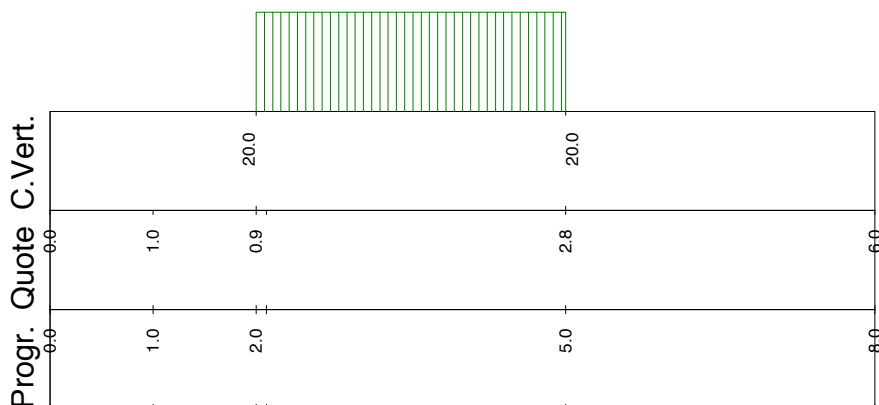
LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza

scala 1:80

$$\gamma \text{ [kN/m}^3\text{]} = 19$$

P=precarico; R=residuo



11. Caratterizzazione e modellazione geologica

L'area di intervento è ubicata a monte del concentrico di Valperga in corrispondenza del versante destro orografico del rio Marguera, affluente in sinistra orografica del torrente Viana.

Il versante presenta le caratteristiche geomorfologiche di un rilievo di recente formazione con evidenze della presenza del substrato roccioso a poche decine di centimetri di profondità al di sotto della coltre colluviale pedogenizzata.

La presenza del substrato roccioso, pur se con elevato grado di alterazione accelerato dalle condizioni meteo - climatiche locali e dalla litologia con prevalenza di minerali di feldspato, permette di impostare le fondazioni delle opere di sostegno in progetto in condizioni di stabilità a garanzia dell'efficacia dell'intervento e della sua durata.

Le acque superficiali che possono interessare l'area di intervento sono esclusivamente di ruscellamento diffuso pur se, in conseguenza con precipitazioni di forte intensità anche se di breve durata, possono risultare molto energiche e causare erosione degli strati superficiali del terreno.

La falda idrica non può insediarsi nel sottosuolo dell'area di intervento a causa della presenza del substrato roccioso a profondità di poche decine di centimetri. Tuttavia la presenza di una forte componente limosa nella coltre colluviale superficiale favorisce la parziale saturazione della copertura detritica.

La caratterizzazione geotecnica dei materiali detritici oggetto di intervento è stata condotta mediante comparazione con le caratteristiche granulometriche ed il grado d'addensamento sulla base di relazioni e diagrammi disponibili nella bibliografia specializzata di settore, abitualmente utilizzati nella pratica geotecnica.

Le verifiche di stabilità dell'insieme terreno - opera di sostegno in progetto hanno fornito risultati ampiamente al di sopra del fattore di sicurezza minimo previsto dalla normativa.

settembre 2019