GEOL.COSTANTINI DARIO
Studio geologia tecnica
Via Bellotto 16d/10 Quiliano (SV)
cosdar@gmail.com
Cell. 349/4006823

REGIONE LIGURIA

COMUNE DI QUILIANO

PROVINCIA DI SAVONA

REALIZZAZIONE PARCO EOLICO ROCCHE BIANCHE

REV. B

****

RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA

ANNO 2019

IL TECNICO:

Dott. Geol. Dario Costantini



GEOL.COSTANTINI DARIO
Studio geologia tecnica
Via Bellotto 16d/10 Quiliano (SV)
cosdar@gmail.com
Cell. 349/4006823

SOMMARIO

1 PREMESSA 2

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 0

4 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE 5

4.1 SCISTI DI GORRA 5
4.2 METABASITI (FORMAZIONE DI EZE) 5
4.3 COLTRI ELUVIO –COLLUVIALI 6

5 ASSETTO GEOMORFOLOGICO 9

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 11

6.1 ACQUE SOTTERRANEE 11
6.2 ACQUE SUPERFICIALI 12

7 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO MECCANICI DEI TERRENI 13

7.1 COLTRE DETRITICA ELUVIO-COLLUVIALE 14
7.3 SUBSTRATO ROCCIOSO SCISTOSO FORTEMENTE ALTERATO E FRATTURATO 15
7.4 SUBSTRATO ROCCIOSO DESTRUTTURATO E MILONITIZZATO 16

8 CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE DEGLI INTERVENTI 18

9 RELAZIONE GEOTECNICA 19

9.1 CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI 19
9.1.1 Coltri detritici eluvio-colluviali 19
9.1.2 Regolite del substrato roccioso 19
9.1.3 Substrato roccioso quarzo-sericitico destrutturato 19
9.1.4 Substrato roccioso metabasico massivo fortemente fratturato 20
9.1.5 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici 20
9.2 DETERMINAZIONE DEGLI STATI LIMITE DI PROGETTO - STABILITÀ DEI VERSANTI NATURALI 22
9.2.1 Verifica agli stati limite ultimi (SLU) inerente la realizzazione del fabbricato 22
9.3 NOTE GEOTECNICHE INERENTI LA FORMAZIONE DEL TRACCIATO STRADALE 59
9.4 PROCEDURE DI ABBANCAMENTO DEI TERRENI COSTITUENTI I RILEVATI E LE TERRE ARMATE 59
9.5 OPERE DI DRENAGGIO 61

10 CONCLUSIONI 62

1 PREMESSA

Le presenti *relazione geologica e relazione geotecnica* sono state eseguite nell'ambito del progetto di realizzazione di un nuovo parco eolico presso la loc. "Rocche Bianche". Il progetto ricade sul confine che separa il territorio comunale di Quiliano da quello di Vado Ligure. *Nel dettaglio la presente stesura verte sull'analisi delle modifiche che le fasi esecutive di cantiere e di ripristino apportano alla già approvata progettazione definitiva. Trattasi di varianti non sostanziali e strettamente finalizzate alle fasi di cantierizzazione dell'intervento, cui seguirà a lavori ultimati la progettazione di ripristino.*

La presente indagine fa riferimento alle nuove *Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al D.M. 17.01.2018 e relativa circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Circolare n. 7 del 21/01/2019". Il territorio in esame è riportato nell'elenco regionale dei comuni in zona sismica 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 216/2017. Poiché l'area ricade in zona assoggettata a vincolo idrogeologico ci si è attenuti inoltre ai dettami della L.R. 4/99.

La relazione riprende la caratterizzazione e la costruzione del modello geologico del sito realizzata a corredo delle pregresse fasi di progetto, implementandola con i dati a disposizione ottenuti dalle indagini e dai sopralluoghi in sito.
Sulla scorta delle informazioni di cui sopra sono state eseguite le necessarie verifiche di carattere geotecnico inerenti l'analisi di compatibilità delle opere in variante con il grado di stabilità puntuale dei singoli tratti di versante.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2018

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per |'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018" -

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali perla resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica — Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).

Eurocodice 7.3 (2002)

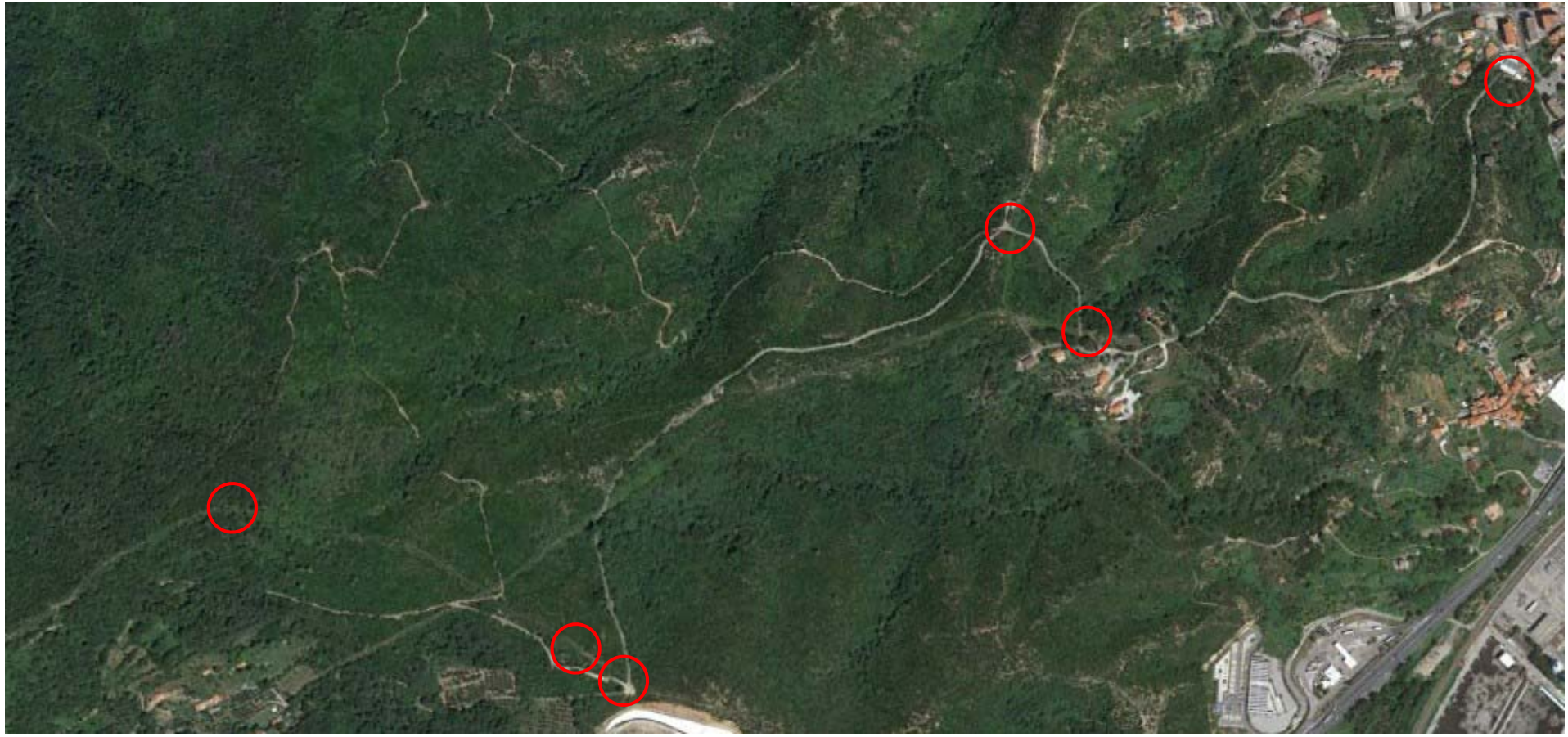
Progettazione geotecnica — Parte II: Progettazione assistita con prove in sito(2002).

L.R. 4/99

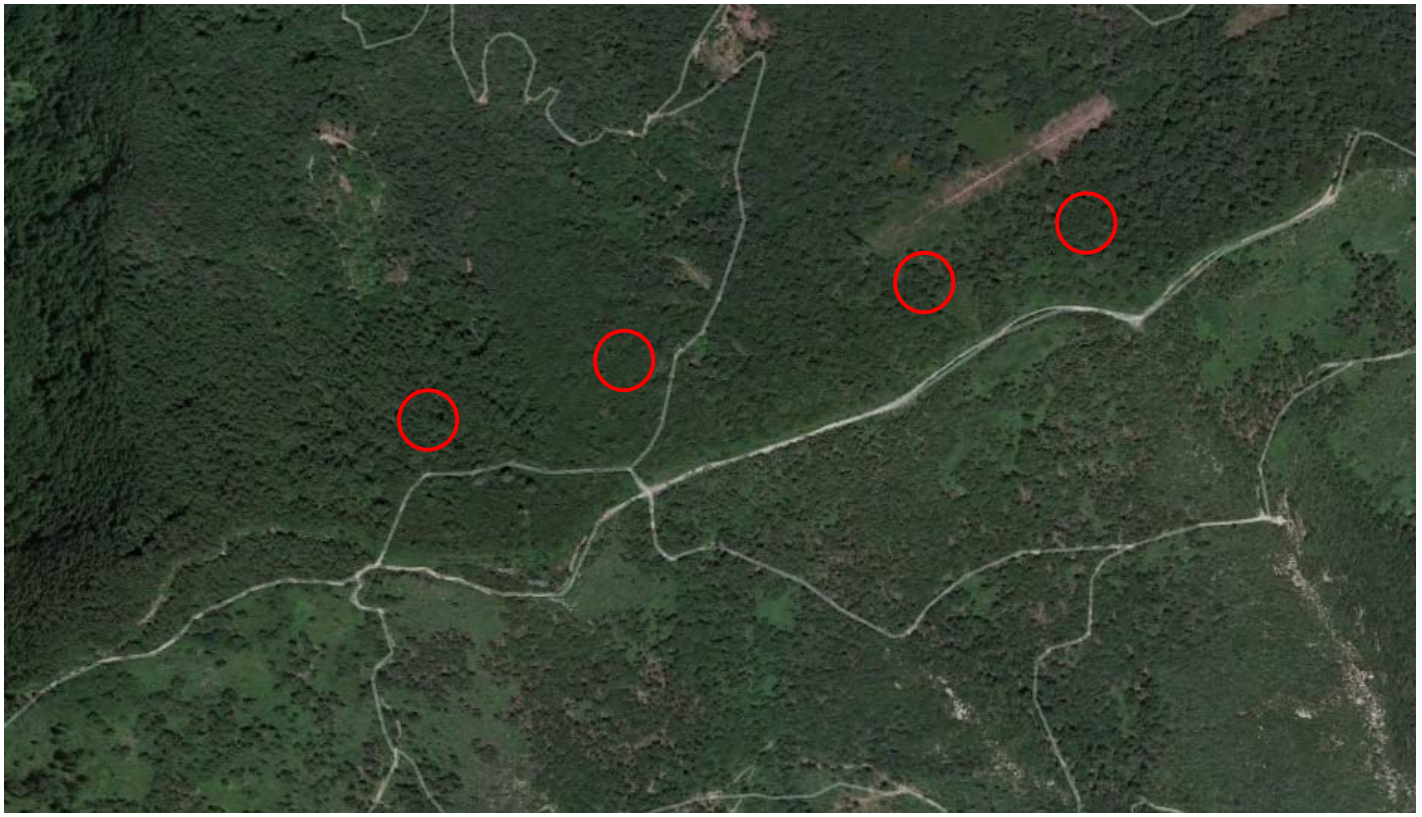
Legge forestale regionale – gestione vincolo idrogeologico

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le zone oggetto di variante sono localizzate lungo la strada di accesso al parco eolico, ovvero via Termi fino alla loc. Quattro strade e lungo la via di cantiere diretta per l'accesso alle sedi delle torri eoliche. Il percorso stradale si snoda in un ambito sostanzialmente non antropizzato, eccezion fatta la prima porzione di intervento all'imbocco di via Termi e la presenza di metanodotto ed elettrodotto.



Aree di sedime – tracciato stradale



Aree di sedime – area parco eolico

4 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Gli affioramenti compresi nella fascia di territorio esaminata sono rappresentati essenzialmente da filladi provenienti da metamorfismo di sedimenti fini, con puntuali intercalazioni di meta basiti riconducibili alla Formazione di Eze (meta basiti).

4.1 Scisti di Gorra

Il substrato roccioso, localmente sub affiorante, lungo tutto il lato di monte del tracciato stradale, si può ascrivere alla "Formazione degli Scisti di Gorra".

Dal punto di vista litologico sono costituiti da scisti sericitici e quarzo-sercitici, di diversa origine, petrograficamente trattasi di meta-sedimenti composti da quarzo, miche e cloritoide, con tormalina e rutilo spesso abbondanti derivanti da energica alterazione chimica di depositi continentali e/o prodotti di rimaneggiamento di vulcaniti acide.

Sul terreno la roccia si presenta di colore tendente al grigio-verdarstro in relazione all'alterazione e si presentano di aspetto da mediamente a fortemente scistoso. L'andamento generale denota giaciture variabili in un range relativamente ampio e con orientazioni piuttosto disperse; é ben manifesta nell'ammasso una fratturazione ben evidente; le varie fratture e discontinuità sono tra loro circa ortogonali e tali da suddividere l'ammasso roccioso in lamine centimetriche di forma irregolare che spesso denotano bassissimi rapporti di coazione. In relazione all'andamento delle discontinuità si può osservare come l'ammasso roccioso possa essere assimilato ad un sistema a blocchi totalmente definiti dove assai raramente prevale l'aspetto massivo.

4.2 Metabasiti (formazione di Eze)

Il substrato roccioso dell'area, puntualmente affiorante nelle zone di variante poste a monte della loc. quattro strade, è costituito da un unico litotipo rappresentato da metavulcaniti d'età permo-carbonifera, in facies sia scistosa che massiccia, ascrivibili alla Formazione di Eze. In affioramento la roccia è generalmente caratterizzata da termini a marcata fissilità e scistosità assai pervasiva, da ondulata a ripiegata fino a crenulata, con tessitura localmente listata a bande: il colore è grigio-verde in superficie fresca o bruno più o meno intenso su superficie alterata.

L'intensa deformazione tettonica che ha interessato tutta la regione ha prodotto, a causa dei processi di laminazione ad essa associati ed alla rigidità del litotipo una densità di

fratturazione estremamente variabile, anche in ambiti assai ristretti, con conseguenti valori di block sizing compresi tra il pluridecimetrico ed il centimetrico.

4.3 Coltri eluvio –colluviali

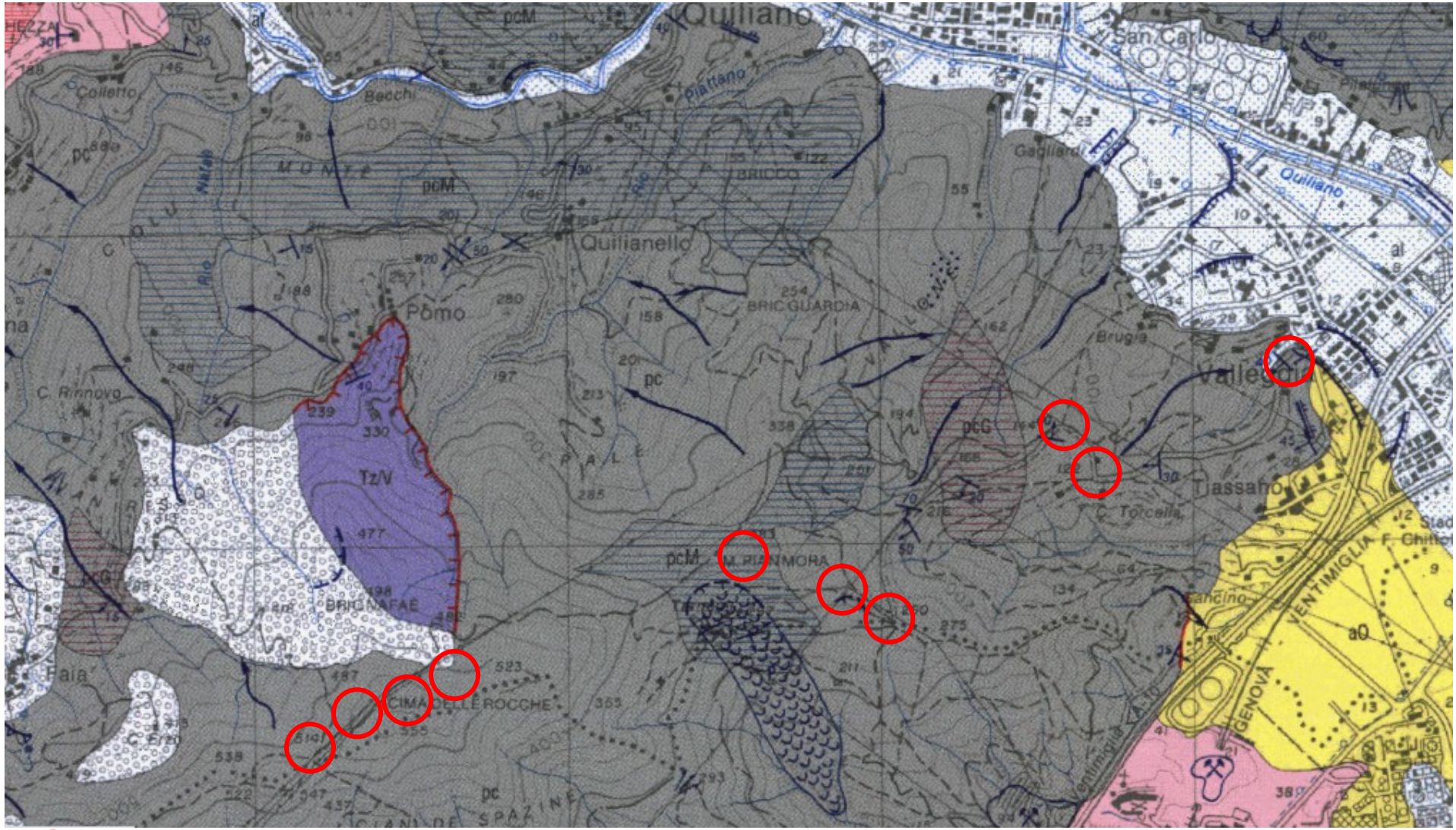
A tetto delle rocce metamorfiche è presente una coltre detritica di copertura costituita da materiali alterati di colore dal bruno chiaro al grigio cenere costituita da elementi lapidei propri del substrato scistoso (ghiaie e ciottoli a spigoli vivi) immersi in una matrice limo argillosa spesso abbondante.

Il passaggio con il bed-rock sottostante è assai graduale e discontinuo e passa attraverso uno spesso livello di roccia particolarmente alterata e fratturata (regolite).

L'andamento e gli spessori della coltre superficiale sono condizionati dall'andamento del substrato roccioso, dalla pendenza del versante e dalla sistemazione antropica del versante che, a seguito della realizzazione di edifici, strade di accesso e di fasce di coltura mediante terrazzamenti, ha chiaramente modificato l'originario andamento della coltre detritica superficiale.

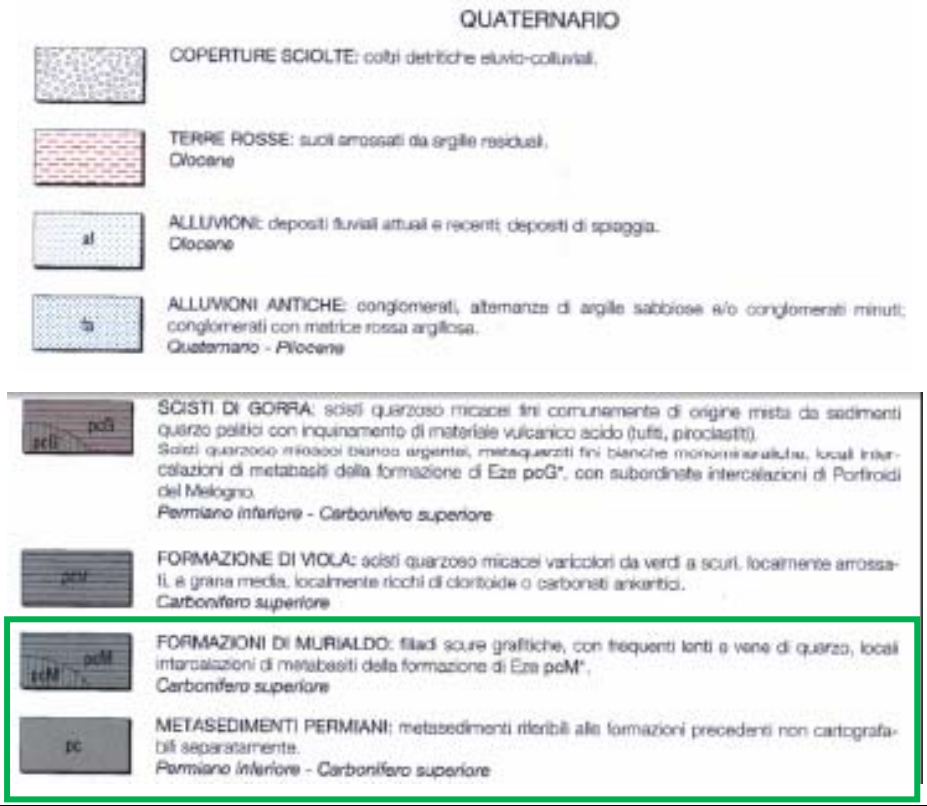
Nell'area di sedime i suoli presentano nella generalità spessori variabili ma comunque di potenza compresa tra 0.5 e 2-3 m, con puntuali inspessimenti in concomitanza con avvallamenti del substrato.

Estratto carta geologica CARG



Aree di variante

legenda


QUATERNARIO
COPERTURE SCIOLTE: coltri detritiche eluvio-colluviali.
TERRE ROSSE: suoli arrossati da argille residuali.
Olocene
al
ALLUVIONI: depositi fluviali attuali e recenti; depositi di spiaggia.
Olocene
ta
ALLUVIONI ANTICHE: conglomerati, alternanze di argille sabbiose e/o conglomerati minuti; conglomerati con matrice rossa argillosa.
Quaternario - Pliocene
pcS
pcS
SCISTI DI GORRA: scisti quarzoso micacei fini comunemente di origine mista da sedimenti quarzo pelitici con inquinamento di materiale vulcanico acido (tufiti, piroclastiti).
Scisti quarzoso micacei bianco argentei, metaquarziti fini bianche monomineraliche, locali intercalazioni di metabasiti della formazione di Eze poG*, con subordinate intercalazioni di Porfiroidi del Melogno.
Permiano inferiore - Carbonifero superiore
pcv
FORMAZIONE DI VIOLA: scisti quarzoso micacei varicolori da verdi a scuri, localmente arrossati, a grana media, localmente ricchi di cloritoide o carbonati ankeritici.
Carbonifero superiore
pcM
pcM
FORMAZIONI DI MURIALDO: filladi scure graffitiche, con frequenti lenti e vene di quarzo, locali intercalazioni di metabasiti della formazione di Eze poM*.
Carbonifero superiore
pc
METASEDIMENTI PERMIANI: metasedimenti riferibili alle formazioni precedenti non cartografabili separatamente.
Permiano inferiore - Carbonifero superiore

5 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

I vari sedimi di progetto, si collocano in una zona di alto morfologico, lungo la viabilità comunale e vicinale di collegamento tra il fondovalle della loc. Valleggia e il crinale ove sono ubicate le torri eoliche.

L'acclività generale dei luoghi risulta compresa entro un grado medio-basso, che tende comunque ad aumentare risalendo lungo il versante.

La morfologia locale vede la presenza di versanti boscati e zerbidi con quasi completa assenza di intervento antropico, fatta eccezione per le succitate piste carrabili ad uso manutentivo del bosco e della rete di distribuzione dell'energia (metanodotto – elettrodotto).

Il rilievo geomorfologico eseguito in sito ha rilevato le caratteristiche salienti del sito, al fine di delinearne il grado di stabilità a livello puntuale e di versante. Tali caratteristiche sono di seguito elencate:

- ubicazione in ambito di crinale e versante con grado di pendenza crescente dall'alto verso il basso, (pendenze da medie ad elevate);
- profilo del terreno naturale irregolare con presenza di zone boscate e zone zerbide;
- presenza di scarpate naturali in discreto grado di conservazione e stabilità collegabili ad una sufficiente manutenzione dei luoghi, che evidenziano con frequenza la presenza dei terreni che costituiscono il substrato geologico locale in relazione ad uno spessore variabile da scarso/assente a basso delle coltri detritiche;
- assenza di fabbricati e manufatti al contorno (*ad eccezione dell'intervento alla base di via Termi*);
- assenza di evidenti indicatori di ampi movimenti franosi attivi o quiescenti coinvolgenti grosse masse di terreno o di substrato;

L'analisi geomorfologica indica come i vari sedimi di progetto si posizionano in una porzione di versante geomorfologicamente complesso ma con energia di rilevo di grado medio-basso. Allo stato attuale, l'assenza di indicatori geomorfologici che indichino uno stato di dissesto in atto o quiescente, consentono tuttavia di asserire che il sedime denota una soddisfacente condizione di stabilità geomorfologica. Tale condizione dovrà tuttavia essere attentamente preservata in relazione agli scopi di progetto, predisponendo tutti gli

accorgimenti tecnico-esecutivi necessari affinché le procedure di movimento terra non vadano a condizionare in senso geostaticamente negativo gli insediamenti antropici presenti al contorno dell'area di intervento.

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

6.1 Acque sotterranee

Il posizionamento geografico del sito di intervento quasi totalmente in ambito di versante.

I terreni presenti in sito si configurano essenzialmente secondo due modelli di permeabilità, ovvero:

- coltri detritiche superficiali, dotate in genere di permeabilità da media a alta; (K var. tra 10^{-3} / 10^{-4})
- substrato roccioso e regolite dello stesso dotati di permeabilità variabili ma comunque comprese in un intervallo basso o molto basso; (K var. tra 10^{-6} / 10^{-7})



Grado di permeabilità	*Valore di k* (m/s)
alto	superiore a 10^{-3}
medio	$10^{-3} \div 10^{-5}$
basso	$10^{-5} \div 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} \div 10^{-9}$
impermeabile	minore di 10^{-9}

Le forti differenze tra i due coefficienti formano un contrasto di permeabilità che può dare origine a locali fenomeni di impregnazione delle coltri superficiali e della zona di regolite maggiormente alterata, specie nel caso di eventi meteorici di notevole entità.

Il contrasto di permeabilità e il posizionamento in ambiti a pendenze mediamente elevate non è sufficiente a consentire l'instaurarsi di falde acquifere sotterranee dotate di potenza, continuità ed estensione areale significativi.

In virtù della scarsa potenza complessiva della coltre detritica si possono verificare solo sporadiche impregnazioni di acque meteoriche presso gli strati di coltre e regolite di maggiore spessore, specie in concomitanza con eventi piovosi di particolare entità.
Nell'ammasso roccioso la circolazione delle acque si limita di fatto a fenomeni di ristagno limitati a particolari condizioni strutturali, ovvero presenza di fasce milonitiche o bande cataclasiche ad elevata continuità laterale che costituiscono lineazioni a maggiore permeabilità, e consentono una lentissima permeazione dei fluidi all'interno delle masse rocciose, senza tuttavia creare vere falde acquifere, dando luogo a un lento rilascio delle acque accumulate anche a media distanza temporale dagli eventi meteorici.
In genere quindi la circolazione delle acque sotterranee in sito risulta contenuta e tale da poter essere controllata nell'ambito della consueta procedura di regimazione e allontanamento delle acque che sarà comunque tassativa e dovrà essere accuratamente programmata.

6.2 Acque superficiali

In considerazione della complessiva bassa permeabilità dei terreni in sito, il ruscellamento superficiale appare la componente principale dei deflussi acquei presenti in loco.
Il sistema idrografico locale è rappresentato unicamente da linee di deflusso embrionale che nascono immediatamente a monte della zona di sedime. Presso l'asse vallivo sotteso dai sedimi scorrono sia il torrente Quiliano che il T. Segno, che si pongono ad una distanza tale da interferire solo indirettamente sul sistema idrologico locale ma costituiscono comunque l'asse verso il quale defluiscono tutte le acque drenate dal reticolo minore sopraccitato.

7 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO MECCANICI DEI TERRENI

Gli ambiti di intervento si posizionano sia lungo le piazzole che lungo la viabilità comunale /di cantiere ad oggi in avanzata fase di esecuzione. Lungo tale viabilità, la presenza di spaccati naturali e artificiali, lo svolgimento della direzione lavori di cantiere unito alla conoscenza dei luoghi dello scrivente in merito a lavori di analoga natura tecnica presso il medesimo ambito geologico, hanno consentito la ricostruzione sufficientemente accurata della stratigrafia del sottosuolo nonché la definizione dei parametri fisico meccanici dei terreni costituenti il sottosuolo. In base alle risultanze delle suddette analisi è stato possibile definire per linee generali la stratigrafia locale schematica del sottosuolo investigato che verrà riportata per ogni singolo sedime di intervento.

Intervento 1 *Imbocco via Termi*:

- *da P.C. a -1.0/-2.0 mt -> terreni detritici eluvio-colluviali - coltre detritica limoso sabbiosa di colore marroncino chiaro con presenza di vari ciottoli e ghiaie, di colore bruno argentato;*
- *da -1.0/-2.0 mt a -3.0/-5.0 mt –> regolite del bed-rock - cappellaccio di alterazione del substrato roccioso e substrato roccioso completamente milonitizzato e destrutturato;*
- *oltre -3.0/-5.0 mt -> substrato roccioso fortemente scistoso di colore grigio con alternanza di livelli lamellari disarticolati, milonitizzati e rade fasce massive, con forte variabilità del grado di alterazione e fratturazione, che solo localmente tende a decrescere con la profondità;*

Interventi 2-3-4 *zona Oliveta – zona traliccio – zona Quattrostrade*

- *da P.C. a -1.0/-2.0 mt -> terreni detritici eluvio-colluviali - coltre detritica limoso sabbiosa di colore marroncino chiaro con presenza di vari ciottoli e ghiaie, di colore bruno argentato;*
- *da -1.0/-2.0 mt a -2.0/-3.0 mt –> regolite del bed-rock - cappellaccio di alterazione del substrato roccioso e substrato roccioso completamente milonitizzato e destrutturato;*
- *oltre -2.0/-3.0 mt -> substrato roccioso fortemente scistoso di colore grigio-*

marroncino con alternanza di livelli lamellari disarticolati, milonitizzati e rade fasce massive, con forte variabilità del grado di alterazione e fratturazione, che tende a decrescere con la profondità;

Interventi 5-6 *zona MT – Zona By-pass*

- *da P.C. a -1.0/-1.5 mt -> terreni detritici eluvio-colluviali - coltre detritica limoso sabbiosa di colore marroncino chiaro con presenza di vari ciottoli e ghiaie, di colore bruno-giallastro;*
- *da -1.0/-1.5 mt a -2.0/2.5 mt –> regolite del bed-rock - cappellaccio di alterazione del substrato roccioso e substrato roccioso completamente milonitizzato e destrutturato;*
- *oltre -2.0/-2.5 mt -> substrato roccioso massivo o debolmente scistoso di colore marroncino con alternanza di livelli lamellari, con variabilità del grado di alterazione e fratturazione, che tende a decrescere con la profondità;*

Ambiti ubicati presso le *piazzole AG01 – AG02 – AG03 – AG04;*

- *da P.C. a -4.0/-6.0 mt -> terreni detritici eluvio-colluviali - coltre detritica limoso sabbiosa di colore marroncino chiaro con presenza di vari ciottoli e ghiaie, di colore bruno argentato;*
- *da -4.0/-6.0 mt a -10.0/-14.0 mt –> regolite del bed-rock - cappellaccio di alterazione del substrato roccioso e substrato roccioso completamente milonitizzato e destrutturato;*
- *oltre -10.0/-14.0 mt -> substrato roccioso fortemente scistoso di colore grigio con alternanza di livelli lamellari disarticolati, milonitizzati e rade fasce massive, con forte variabilità del grado di alterazione e fratturazione, che solo localmente tende a decrescere con la profondità;*

7.1 Coltre detritica eluvio-colluviale

Tralasciando il primo livello di terreni superficiali ad elevata componente antropica, la coltre detritica eluviale propriamente detta presenta uno spessore medio compreso tra alcuni dm e 6 m e sfuma nel regolite di alterazione del sottostante substrato lapideo.
Tali materiali denotano un consistente scheletro litico (costituito da trovanti di dimensioni anche pluridecimetriche), di natura petrografia analoga al substrato, immerso in una

matrice di colore bruno-marroncino a granulometria fine. Il terreno è quindi decisamente eterogeneo, tuttavia, sulla base di altre precedenti esperienze conseguite dallo scrivente nell'area in esame e verificate in back-analysis, i terreni sopraindicati possono essere inseribili nella classifica funzionale U.S.C.S. nei gruppi GM – GC - SC (ghiaie da limose ad argillose ad sabbie argillose scarsamente plastiche) e nonostante una certa variabilità composizionale possono esserne definiti i seguenti parametri litotecnici:

- *Peso di Volume* $= \gamma =$ *18.0 – 20.0 kN/m^3*
- *Coesione* $= c =$ *10 – 20 kpa*
- *Angolo di Attr. Int.* $= \phi =$ *28°-30°*

7.2 Regolite del substrato roccioso

In ragione della diversa consistenza a livello litologico dello strati di alterazione del bed-rock si forniscono di seguito i parametri che lo contraddistinguono, considerando il terreno molto più simile ad una coltre fortemente addensata che ad una vera e propria roccia.
Pertanto si ritengono adeguate le seguenti caratteristiche litologiche:

- *Peso di Volume* $= \gamma =$ *22.0 – 24.0 kN/m^3*
- *Coesione* $= c =$ *20 – 40 kpa*
- *Angolo di Attr. Int.* $= \phi =$ *29° - 31°*

7.3 Substrato roccioso scistoso fortemente alterato e fratturato

Di seguito si espongono le caratteristiche strutturali e geomeccaniche dei livelli di substrato a minore componente di alterazione e fratturazione, sulla base dei risultati dei sondaggi geognostici e delle indagini di laboratorio geotecnico, oltre alle evidenze desumibili dall'osservazione degli spaccati naturali che mostrano la disposizione strutturale dell'ammasso e dai quali è stato possibile effettuare un rilievo strutturale speditivo sufficientemente accurato. Tale substrato presenta significative variazioni nella densità di fratturazione e di alterazione dei litotipi che, unite all'estrema variabilità delle giaciture dei giunti, lo rendono classificabile come "ammasso roccioso a corpi parzialmente/totalmente definiti".
Pertanto si ritengono adeguate le seguenti caratteristiche litotecniche:

- *Peso di Volume* $= \gamma =$ *25.0 – 27.0 kN/m^3*
- *Coesione* $= c =$ *160 - 200 kpa*
- *Angolo di Attr. Int.* $= \phi =$ *35° - 37°*

7.4 Substrato roccioso destrutturato e milonitizzato

Il substrato roccioso in varie porzioni di sondaggio presenta livelli di consistenza e alterazione assai elevati, che ne diminuiscono fortemente il range di valori geotecnici e geomeccanici. Pertanto i valori definiti per il materiale roccioso a minore alterazione di cui al paragrafo precedente non sono validi per la tipologia di materiale roccioso con elevato o elevatissimo grado di alterazione.

Di seguito si forniscono di seguito i parametri geotecnici propri dei livelli di substrato roccioso ad elevatissimo grado di alterazione, considerando il terreno molto più simile ad un terreno granulare fortemente addensato che ad una vera e propria roccia.

Pertanto si ritengono adeguate le seguenti caratteristiche litologiche:

- *Peso di Volume* $= \gamma = 24.0 – 26.0\ kN/m^3$
- *Coesione* $= c = 30 – 50\ kpa$
- *Angolo di Attr. Int.* $= \phi = 27° - 29°$

N.B. i valori caratteristici dei parametri geotecnici e geomeccanici saranno calcolati nella collegata stesura geotecnica, i valori sopra indicati hanno unicamente funzione indicativa.

A. CLASSIFICATION PARAMETERS AND THEIR RATINGS									
Parameter			Range of values						
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	For this low range - uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial comp. strength	>250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa	< 1 MPa
	Rating		15	12	7	4	2	1	0
2	Drill core Quality RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Rating		20	17	13	8	3		
3	Spacing of		> 2 m	0.6 - 2 . m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Rating		20	15	10	8	5		
4	Condition of discontinuities (See E)		Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or Gouge < 5 mm thick or Separation 1-5 mm Continuous	Soft gouge >5 mm thick or Separation > 5 mm Continuous		
	Rating		30	25	20	10	0		
5	Groundwater	Inflow per 10 m tunnel length (l/m)	None	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		(Joint water press)/ (Major principal σ)	0	< 0.1	0.1, - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		General conditions	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating		15	10	7	4	0		

B. RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS (See F)						
Strike and dip orientations		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
Ratings	Tunnels & mines	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	

C. ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATINGS					
Rating	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 21
Class number	I	II	III	IV	V
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock

D. MEANING OF ROCK CLASSES					
Class number	I	II	III	IV	V
Average stand-up time	20 yrs for 15 m span	1 year for 10 m span	1 week for 5 m span	10 hrs for 2.5 m span	30 min for 1 m span
Cohesion of rock mass (kPa)	> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100
Friction angle of rock mass (deg)	> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15

E. GUIDELINES FOR CLASSIFICATION OF DISCONTINUITY conditions					
Discontinuity length (persistence) Rating	< 1 m 6	1 - 3 m 4	3 - 10 m 2	10 - 20 m 1	> 20 m 0
Separation (aperture) Rating	None 6	< 0.1 mm 5	0.1 - 1.0 mm 4	1 - 5 mm 1	> 5 mm 0
Roughness Rating	Very rough 6	Rough 5	Slightly rough 3	Smooth 1	Slickensided 0
Infilling (gouge) Rating	None 6	Hard filling < 5 mm 4	Hard filling > 5 mm 2	Soft filling < 5 mm 2	Soft filling > 5 mm 0
Weathering Ratings	Unweathered 6	Slightly weathered 5	Moderately weathered 3	Highly weathered 1	Decomposed 0

F. EFFECT OF DISCONTINUITY STRIKE AND DIP ORIENTATION IN TUNNELLING**			
Strike perpendicular to tunnel axis		Strike parallel to tunnel axis	
Drive with dip - Dip 45 - 90°	Drive with dip - Dip 20 - 45°	Dip 45 - 90°	Dip 20 - 45°
Very favourable	Favourable	Very unfavourable	Fair
Drive against dip - Dip 45-90°	Drive against dip - Dip 20-45°	Dip 0-20 - Irrespective of strike*	
Fair	Unfavourable	Fair	

* Some conditions are mutually exclusive . For example, if infilling is present, the roughness of the surface will be overshadowed by the influence of the gouge. In such cases use A.4 directly.
** Modified after Wickham et al (1972).

Tabella riepilogativa dei parametri di Bieniawski

8 CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE DEGLI INTERVENTI

Le opere in esame constano in modifiche di modesta entità e pertanto caratterizzabili come non sostanziali (e comunque temporanee in ragione delle sole fasi di cantiere e ripristino) alle sezioni di sterro e riporto di alcuni specifici tratti del tracciato stradale e delle piazzole di servizio delle torri eoliche.

Per tutti i dettagli al riguardo delle tecniche architettoniche e progettuali utilizzate e per una maggiore comprensione delle stesse si rimanda di fatto agli elaborati tecnici e grafici a firma del progettista incaricato.

9 RELAZIONE GEOTECNICA

Al fine di determinare le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni caratterizzati i sedimi di intervento, si è fatto riferimento al compendio di nozioni in possesso dello scrivente in merito al pregresso progettuale proprio della tipicizzazione geologico-geotecnica del parco eolico nel suo complesso, inerente le fasi definitive e esecutive.

9.1 Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici

9.1.1 Coltri detritici eluvio-colluviali

Principali caratteristiche geotecniche:

- *Peso volume γ = 18.0 – 20.0 kN/mc (valore magg. attendibile 19.0 kN/mc)*
- *Peso volume saturo γ_{sat} = 20.0 – 22.0 kN/mc (valore magg. attendibile 21.0 kN/mc)*
- *Angolo di attrito interno ϕ (stimato per la componente granulare) = 28° - 30° (valore magg. attendibile 29°)*
- *Coesione C (stimata) = 10 – 20 kPa (valore magg. attendibile 15 kPa)*
- *Modulo elastico E= 150 kg/cm^2*
- *Densità relativa Dr = 40 – 50 % (valore magg. attendibile 45 %)*

9.1.2 Regolite del substrato roccioso

Principali caratteristiche geotecniche:

- *Peso volume γ = 22.0 – 24.0 kN/mc (valore magg. attendibile 23.0 kN/mc)*
- *Peso volume saturo γ_{sat} = 23.0–25.0 kN/mc (valore magg. attendibile 24.0 kN/mc)*
- *Angolo di attrito interno ϕ (stimato per la componente granulare) = 29° - 31° (valore magg. attendibile 30°)*
- *Modulo elastico E= 180 kg/cm^2*
- *Coesione C (stimata) = 20 - 40 kPa (valore magg. attendibile 25 kPa)*

9.1.3 Substrato roccioso quarzo-sericitico destrutturato

Principali caratteristiche geotecniche:

- *Peso volume γ = 24.0 – 26.0 kN/mc (valore magg. attendibile 25.0 kN/mc)*
- *Peso volume saturo γ_{sat} = 25.0 – 27.0 kN/mc (valore magg. attendibile 26.0 kN/mc)*
- *Angolo di attrito interno ϕ = 33° - 35° (valore magg. attendibile 34°)*
- *Coesione C (stimata) = 40 – 80 kPa (valore magg. attendibile 60 kPa)*
- *Modulo elastico E= 200 kg/cm2*
- *Fattore R.Q.D. = 25 %*

9.1.4 Substrato roccioso metabasico massivo fortemente fratturato

Principali caratteristiche geotecniche:

- *Peso volume γ = 25.0 – 27.0 kN/mc (valore magg. attendibile 26.0 kN/mc)*
- *Peso volume saturo γ_{sat} = 25.0 – 27.0 kN/mc (valore magg. attendibile 26.0 kN/mc)*
- *Angolo di attrito interno ϕ (stimato per la componente granulare) = 35° - 37° (valore magg. attendibile 36°)*
- *Coesione C (stimata) = 160 – 200 kPa (valore magg. attendibile 180 kPa)*
- *Modulo elastico E= 350 kg/cm^2*
- *Fattore R.Q.D. = 55 %*

9.1.5 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici

Per valore caratteristico (Vk) di un parametro geotecnico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato; nello specifico quel valore quale è associata una prefissata probabilità di non superamento (non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove).

Secondo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC (comma C.6.2.2) si possono utilizzare le seguenti combinazioni:

A) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi;

B) Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi.

Secondo l'Eurocodice 7 e le NTC, i valori caratteristici "Xk" consistono in una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. Il comma.C6.2.2.4 della Circolare LL.OO. 2/2/0 9 illustra chiaramente come tali valori debbano essere scelti.

In particolare:

"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 rigidezza 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 rigidezza. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato"

Nel caso in esame tenuto conto che la analisi sono riferite alla stabilità del versante e quindi coinvolgono grandi volumi di terreno si può fare riferimento ai "valori medi".

In sintesi i valori geotecnici caratteristici dei terreni sono di seguito riportati:

Terreni di riporto

- *Peso volume* $\gamma_k \approx 16.0$ kN/mc
- *Peso volume saturo* $\gamma_k \approx 18.0$ kN/mc
- *Angolo di attrito interno* $\phi_k \approx 26°$
- *Coesione* $c_k \approx 15$ kPa *(previa elevata compattazione meccanica)*

Coltri detritiche eluvio-colluviali

- *Peso volume* $\gamma_k \approx 19.0$ kN/mc
- *Peso volume saturo* $\gamma_k \approx 21.0$ kN/mc
- *Angolo di attrito interno* $\phi_k \approx 31°$
- *Coesione* $C_k \approx 15$ kPa
- *Densità relativa* $Dr_k \approx 35$ %

Strato di alterazione del bed-rock- regolite

- *Peso di Volume* $\gamma_k \approx 22.0$ kN/mc
- *Peso volume saturo* $\gamma_k \approx 24.0$ kN/mc
- *Angolo di Attr. Int.* $\phi_k \approx 33°$
- *Coesione* $C_k \approx 40$ kPa

Substrato roccioso scistoso destrutturato

- *Peso di Volume* $\gamma_k \approx 25.0$kN/mc
- *Peso volume saturo* $\gamma_k \approx 26.0$ kN/mc

- *Angolo di Attr. Int.* $\phi_k \approx 34°$
- *Coesione* $C_k \approx 60\ kPa$
- *Modulo Elastico* $E \approx 200\ Kg/cm^2$
- *R.Q.D.* *25%*

Substrato roccioso metabasico massivo fortemente fratturato

- *Peso di Volume* $\gamma_k \approx 27.0 kN/mc$
- *Peso volume saturo* $\gamma_k \approx 27.0\ kN/mc$
- *Angolo di Attr. Int.* $\phi_k \approx 36°$
- *Coesione* $C_k \approx 180\ kPa$
- *Modulo Elastico* $E \approx 350\ Kg/cm^2$
- *R.Q.D.* *55%*

9.2 Determinazione degli stati limite di progetto - stabilità dei versanti naturali

I versanti, lungo tutto l'areale in esame presentano pendenze di grado assai variabile ma comunque compresi entro un intervallo medio-alto e nello specifico caso si superano frequentemente puntualmente i 15° come valore di inclinazione generale del versante.

Il substrato roccioso è affiorante presso i sedimi, in virtù della presenza dello spessore ridotto delle coltri detritiche di natura eluvio-coluviale le quali presentano caratteristiche tessiturali in parte analoghe al sottostante bed-rock.

L'assetto idrogeologico vede assenza di zone di impregnazione del sottosuolo (coltri e regolite), segno che una certa circolazione di acque sub-superficiali è comunque limitata solo in caso di eventi meteorologici di rilevante importanza. Dal punto di vista dell'uso del suolo è possibile inserire la zona all'interno delle aree rurali e boschive scarsamente o per nulla antropizzate.

Incrociando i dati relativi all'uso del suolo e della pericolosità geomorfologica, per le strutture antropiche e per la popolazione che gravita negli immediati dintorni della zona di indagine si ottiene comunque un rischio potenziale basso.

9.2.1 Verifica agli stati limite ultimi (SLU) inerente la realizzazione del fabbricato

Le verifiche di sicurezza si intendono soddisfatte se la condizione $E_d \leq R_d$ risulta soddisfatta per tutti i possibili cinematismi possibili, verificando che non si raggiunga una condizione

di SLU, con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici.

Le verifiche saranno effettuate secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2 (A2+M2+R2)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II (vedasi par.7.2.2) e assumendo R2 pari a 1,1.

Le verifiche di sicurezza per la stabilità dei pendii devono essere effettuate con metodi che tengano conto della forma e posizione della superficie di scorrimento, dell'assetto strutturale, dei parametri geotecnici e del regime delle pressioni interstiziali; trattandosi di pendii non in frana le verifiche devono essere eseguite lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in **condizioni sismiche** può essere eseguita mediante metodi *pseudo-statici*, nei quali l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo **SLU** le componenti orizzontali e verticali dell'azione sismica si ricavano da:

$F_h = k_h \times W$

$F_v = k_v \times W$

dove F_h e F_v sono incrementi di forza proporzionali a W (peso del volume di terreno potenzialmente instabile).

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0{,}5 \cdot k_h$$

β_m = coefficiente riduttivo dell'accelerazione massima attesa al sito

a_{max} = accelerazione massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

Il livello di sicurezza è espresso in generale tramite F_s come il rapporto tra la **resistenza al taglio disponibile** e lo **sforzo di taglio** mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale, sotto l'azione dei carichi:

$$F_s = \frac{\tau_s}{\tau_m}$$

Si è provveduto all'esecuzione di una verifica di stabilità puntuale realizzata sulla sezione che prevede le maggiori criticità in termini di stabilità, considerando parametri quali

acclività del pendio, spessore dello strato di coltri detritiche e impatto puntuale delle opere di progetto sul terreno.

La verifica è stata eseguita:

- *nelle condizioni di stato progetto,* in ragione della necessità di controllo della stabilità del sistema *"opera – versante"* a lavori in corso e a seguito della loro esecuzione*;*

Le verifiche di stabilità sono state eseguite agli SLU mediante l'approccio 1 combinazione 2 con l'utilizzo dei parametri di sicurezza A2+M2+R2 con R2 = 1.1

La verifica è soddisfatta se $FS_{min} > 1,1$

La tipologia di verifica adottata consiste nel ricercare tra le possibili superfici di rottura quella che presenta il minor coefficiente di sicurezza e nello stimare se questo è ancora ammissibile tenendo conto dell'andamento stratigrafico dei terreni a comportamento geotecnico / geomeccanico diverso. Il coefficiente di sicurezza viene definito quale rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e quella mobilitata nei confronti dello scorrimento lungo la ipotizzata superficie di rottura.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di cui sopra si fa riferimento ai valori riportati nel paragrafo precedente. I valori aggiunti agli eventuali terreni di riporto sono stati desunti basandosi sull'esperienza pratica dello scrivente in merito a tale tipologia di terreni.

Viene utilizzato il ***Metodo di Jambu.***:

I simboli utilizzati nella formula hanno i seguenti significati:

Base = Larghezza del concio;

ϕ= angolo di attrito interno del terreno

c = coesione del terreno

α = Inclinazione del concio rispetto all'orizzontale;

Li = Lunghezza della base del concio;

Wi = Peso del concio;

ui = Risultante delle pressioni neutre;

Ni = Risultante delle tensioni normali;

Ti = Risultante delle tensioni tangenziali;

Fcorretto = fo F (dove fo è riportato in grafici funzione di: geometria e parametri geotecnici.)

Convenzioni

Angoli antiorari positivi;

Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;

Unità di misura

Lunghezze in m;

Angoli in gradi;

Carichi distribuiti t/m2;

Carichi concentrati in t/m;

La posizione dei punti e della superficie di maggior debolezza è stata determinata per tentativi (in relazione alla geometria del pendio, alla stratigrafia del sottosuolo) fino a determinare il coefficiente di sicurezza più basso. I valori geotecnici e geomeccanici di "input" sono stati prescelti in modo "conservativo" e sono riportati in allegato.

Nelle pagine seguenti si riporta la relazione di calcolo e le restituzioni grafiche allegate.

N.B. le verifiche allegate sono quelle ottenute nelle condizioni maggiormente sfavorevoli in termini di Fs, sulla base del confronto tra la verifica in condizioni statiche (con coefficienti A2+M2+R2) e la verifica in condizioni sismiche (con solo coefficiente R2).

Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 1 imbocco via Termi sez 1A

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,56	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,72	2,65	0,33

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.	0,2736	0,2	0,0056	0,0028
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,8064	0,2	0,0164	0,0082
S.L.C.	1,0368	0,2	0,0211	0,0106

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,016**
Coefficiente azione sismica verticale **0,008**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,28246/8,426611
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2755,02 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1197,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2763,74 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1201,85 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	15,0

Numero di celle lungo y 15,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		31	1900	2100,00	coltre	
2	0.4		33	2200	2400	regolite	
3	0.6		34	2500	2600	substrato	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m³)
1	2760,98	1187,57	0,6	0	1,35	0,25	0,25	2500

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2755,5	1187,725	2760,7	1187,63	0

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	**2.11 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**2.11 > 1.1 → verificato**

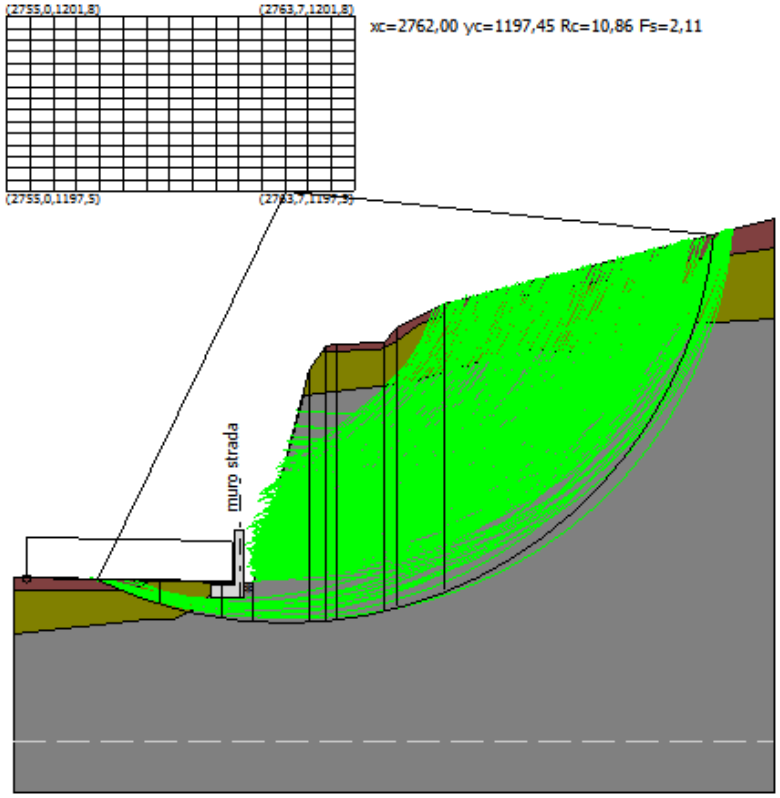
Ascissa centro superficie	2762,0 m
Ordinata centro superficie	1197,45 m
Raggio superficie	10,86 m

==========

xc = 2761,995 yc = 1197,45 Rc = 10,86 Fs=2,105

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,55	-21,3	1,67	972,71	15,95	7,98	0,32	27,5	0,0	2517,0	4059,0
2	1,55	-12,9	1,59	2645,11	43,38	21,69	0,48	28,4	0,0	3992,7	5727,3
3	0,8	-6,6	0,8	3374,44	55,34	27,67	0,48	28,4	0,0	3788,8	3383,4
4	1,44	0,0	1,44	13198,37	216,45	108,23	0,48	28,4	0,0	13198,4	7983,4
5	0,41	3,2	0,41	6671,54	109,41	54,71	0,48	28,4	0,0	6505,3	3125,6
6	0,25	5,3	0,25	4185,55	68,64	34,32	0,48	28,4	0,0	4024,8	1924,6
7	1,22	10,9	1,25	20578,21	337,48	168,74	0,48	28,4	0,0	19169,0	9472,3
8	0,3	17,5	0,32	5110,35	83,81	41,9	0,48	28,4	0,0	4635,5	2405,5
9	1,21	17,8	1,28	21203,93	347,74	173,87	0,48	28,4	0,0	19248,4	9882,6
10	6,79	52,9	11,24	96458,78	1581,92	790,96	0,48	28,4	0,0	84764,7	94151,2

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



N.B. con scopo conservativo nella relazione di calcolo non sono stati volutamente considerati gli effetti di consolidamento della nuova scarpata rocciosa dovuti alla pose delle opere di protezione corticale (reti metalliche e ancoraggi)

Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 1 imbocco via Termi sez 1B

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,56	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,72	2,65	0,33

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.	0,2736	0,2	0,0056	0,0028
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,8064	0,2	0,0164	0,0082
S.L.C.	1,0368	0,2	0,0211	0,0106

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,016**
Coefficiente azione sismica verticale **0,008**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,28246/8,426611
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2918,72 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1087,78 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2934,53 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1093,21 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	15,0

Numero di celle lungo y 15,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		31	1900	2100,00	coltre	
2	0.3		33	2200	2400	regolite	
3	0.4		34	2500	2600	substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2922	1077,463	2932	1077,344	1
2	2937	1083,317	2940	1083,317	0,2

Risultati analisi pendio

==========

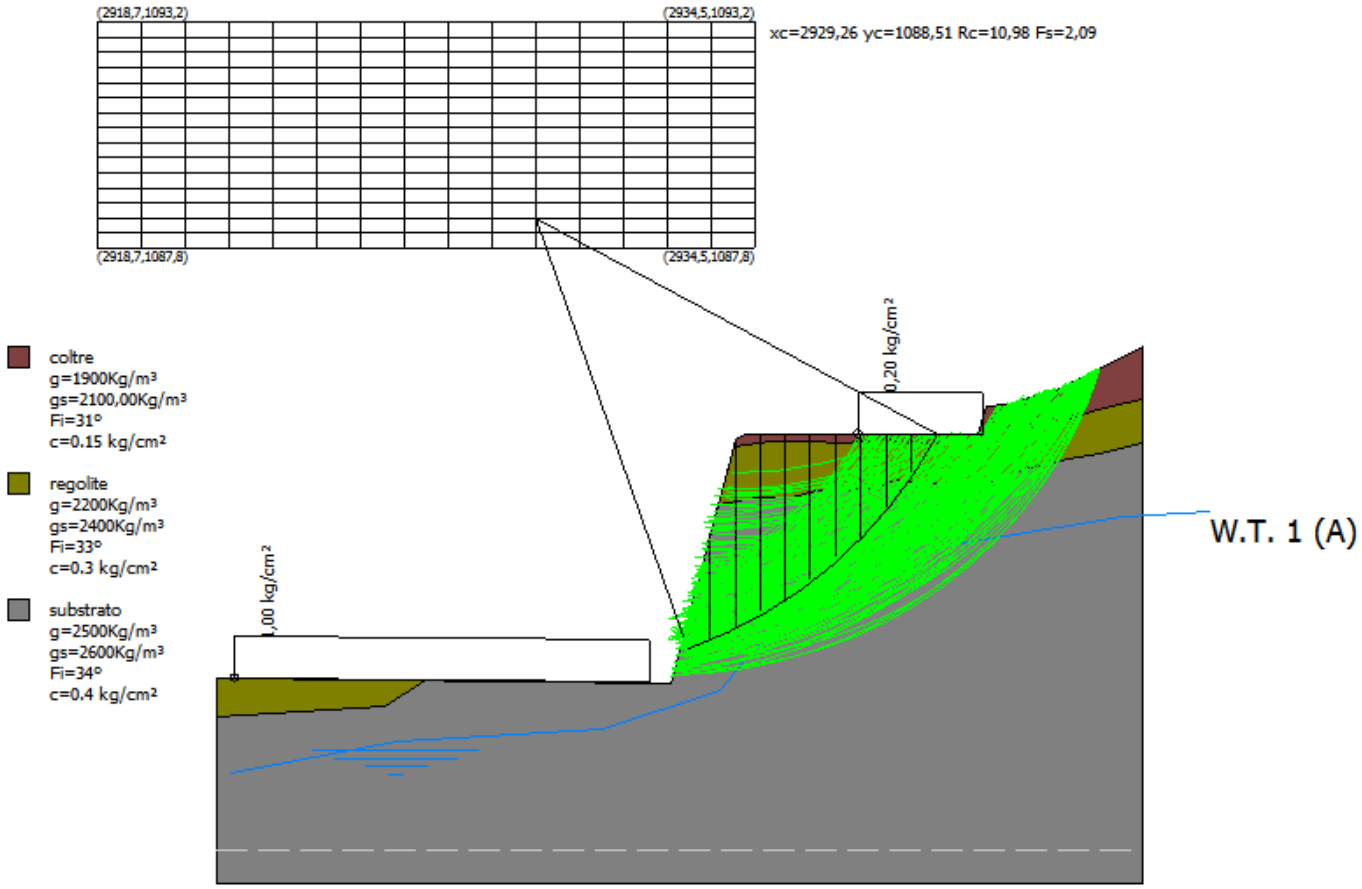
Fs minimo individuato	**2.09 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**2.09 > 1.1 → verificato**
Ascissa centro superficie	2929,26 m
Ordinata centro superficie	1088,51 m
Raggio superficie	10,98 m

==========

xc = 2929,259 yc = 1088,508 Rc = 10,976 Fs=2,089

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,61	-8,0	0,62	2054,58	33,7	16,85	0,32	28,4	0,0	2336,1	1872,3
2	0,65	24,7	0,72	5615,25	92,09	46,05	0,32	28,4	0,0	4877,3	3119,2
3	0,56	32,8	0,67	6068,43	99,52	49,76	0,32	28,4	0,0	5356,2	3438,2
4	0,61	23,7	0,67	6022,19	98,76	49,38	0,32	28,4	0,0	5316,8	3135,1
5	0,61	39,5	0,79	5448,61	89,36	44,68	0,32	28,4	0,0	4672,2	3759,4
6	0,61	41,2	0,81	4864,68	79,78	39,89	0,32	28,4	0,0	4061,4	3652,5
7	0,61	35,9	0,75	4187,99	68,68	34,34	0,32	28,4	0,0	3406,2	3007,5
8	0,61	50,9	0,97	4185,31	68,64	34,32	0,32	28,4	0,0	3224,3	4392,0
9	0,61	54,0	1,04	3116,36	51,11	25,55	0,32	28,4	0,0	1878,4	4234,5
10	0,61	57,1	1,12	1775,23	29,11	14,56	0,24	27,5	0,0	600,5	3179,1

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



N.B. con scopo conservativo nella relazione di calcolo non sono stati volutamente considerati gli effetti di consolidamento della nuova scarpata rocciosa dovuti alla pose delle opere di protezione corticale (reti metalliche e ancoraggi) e alla realizzazione del cordolo di micropali a consolidamento della strada privata soprastante via Termi.

Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 2 - Oliveta

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,56	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,73	2,65	0,33

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.	0,2736	0,2	0,0056	0,0028
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,8064	0,2	0,0164	0,0082
S.L.C.	1,0512	0,2	0,0214	0,0107

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0164**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0082**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,278916/8,418571
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3012,16 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1503,52 m
Ascissa vertice destro superiore xs	3025,48 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1507,75 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	15,0

Numero di celle lungo y 15,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		26	1600	1800	riporti	
2	0.15		31	1900	2100	coltre	
3	0.4		33	2200	2400	regolite	
4	0.6		34	2500	2600	substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	3019,695	1497,21	3025,695	1497,21	1

Risultati analisi pendio

==========

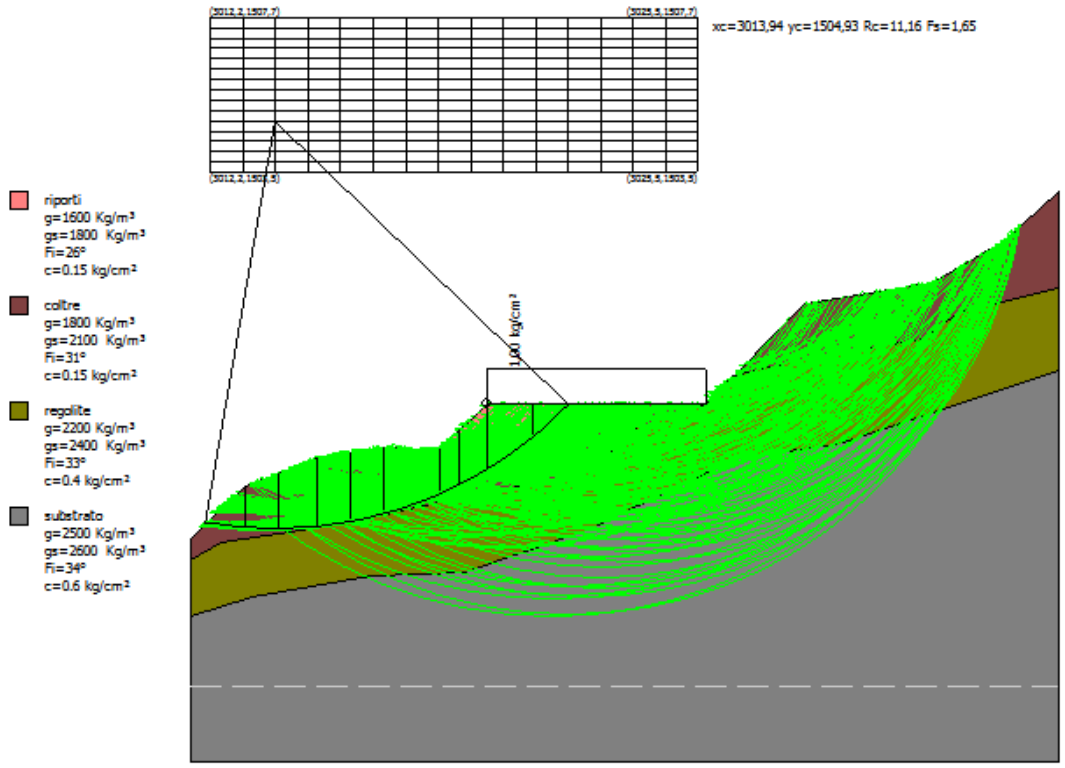
Fs minimo individuato	**1.65 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**1.65 > 1.1 → verificato**
Ascissa centro superficie	3013,94 m
Ordinata centro superficie	1504,93 m
Raggio superficie	11,16 m

==========

xc = 3013,936 yc = 1504,927 Rc = 11,156 Fs=1,649

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,06	-3,6	1,06	935,07	15,34	7,67	0,12	25,7	0,0	1016,7	1283,8
2	0,93	-2,8	0,93	2148,98	35,24	17,62	0,12	25,7	0,0	2228,6	1590,0
3	1,09	4,7	1,09	3289,39	53,95	26,97	0,12	25,7	0,0	3131,1	2053,1
4	0,9	11,5	0,92	3035,23	49,78	24,89	0,12	25,7	0,0	2740,5	1793,8
5	0,92	14,1	0,95	3061,34	50,21	25,1	0,12	25,7	0,0	2709,7	1833,2
6	1,51	19,3	1,6	4231,21	69,39	34,7	0,12	25,7	0,0	3558,2	2799,7
7	0,54	20,2	0,58	1333,47	21,87	10,93	0,12	25,7	0,0	1094,6	944,4
8	0,73	26,0	0,82	2155,58	35,35	17,68	0,12	25,7	0,0	1751,4	1475,5
9	1,25	38,4	1,59	15221,83	249,64	124,82	0,12	21,3	0,0	14956,2	7195,3
10	0,99	41,3	1,32	9800,02	160,72	80,36	0,12	21,3	0,0	9630,5	5172,9

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 3 - Traliccio

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,56	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,73	2,65	0,33

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.	0,2736	0,2	0,0056	0,0028
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,8064	0,2	0,0164	0,0082
S.L.C.	1,0512	0,2	0,0214	0,0107

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0164**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0082**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,280349/8,417112
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2668,31 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1526,23 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2680,2 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1529,91 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	15,0

Numero di celle lungo y 15,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		31	1900,00	2100,00	coltre	
2	0.4		33	2200	2400	regolite	
3	0.6		34	2500	2600	substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2672,037	1517,922	2677,037	1517,922	1

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato 3.56 (R2=1.1)

Fs minimo calcolato 3.56 > 1.1 → verificato

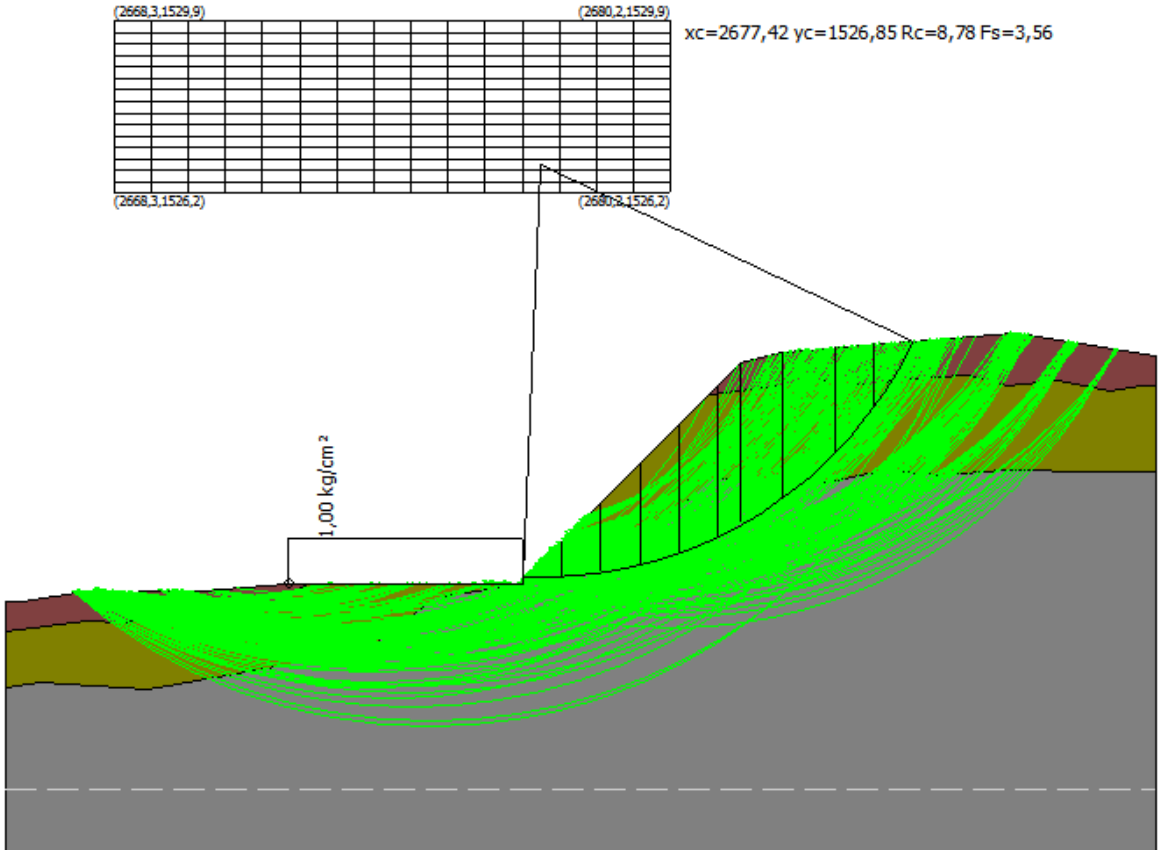
Ascissa centro superficie	2677,42 m
Ordinata centro superficie	1526,85 m
Raggio superficie	8,78 m

==========

xc = 2677,424 yc = 1526,845 Rc = 8,778 Fs=3,555

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,83	5,0	0,84	531,57	8,72	4,36	0,32	27,5	0,0	446,8	986,9
2	0,83	7,8	0,84	2075,13	34,03	17,02	0,48	28,4	0,0	1861,1	1719,3
3	0,83	11,8	0,85	3438,9	56,4	28,2	0,48	28,4	0,0	3106,3	1988,5
4	0,83	14,0	0,86	4733,29	77,63	38,81	0,48	28,4	0,0	4334,1	2249,3
5	0,83	23,9	0,91	5748,47	94,27	47,14	0,48	28,4	0,0	5211,9	2654,7
6	0,48	31,0	0,56	3582,05	58,75	29,37	0,48	28,4	0,0	3275,5	1755,0
7	0,91	30,9	1,06	6483,56	106,33	53,17	0,48	28,4	0,0	5889,3	3244,0
8	1,12	41,4	1,49	6393,8	104,86	52,43	0,32	27,5	0,0	6154,4	3577,2
9	0,83	48,0	1,25	3117,82	51,13	25,57	0,32	27,5	0,0	2647,8	2709,0
10	0,83	59,8	1,66	1022,21	16,76	8,38	0,12	25,7	0,0	687,2	1554,3

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



N.B. la zona di intervento N° 4 – Quattrostrade non vede movimenti terra o sbancamenti tali da giustificare l'esecuzione di verifiche di stabilità a livello di versante.

Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 5 – Palo Media Tensione

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,57	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,73	2,65	0,33

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.	0,2736	0,2	0,0056	0,0028
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,8208	0,2	0,0167	0,0084
S.L.C.	1,0512	0,2	0,0214	0,0107

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0167
Coefficiente azione sismica verticale 0,0084

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 44,275268/8,40933
Normativa NTC 2018
Numero di strati 3,0
Numero dei conci 10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,1
Coefficiente parziale resistenza 1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2662,85 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1232,13 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2677,9 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1238,02 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	15,0
Numero di celle lungo y	15,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		31	1900	2100,00	coltre	
2	0.4		34	2200	2400	regolite	
3	1.8		36	2700	2700	substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2671	1224,1	2682	1224,1	1

Risultati analisi pendio

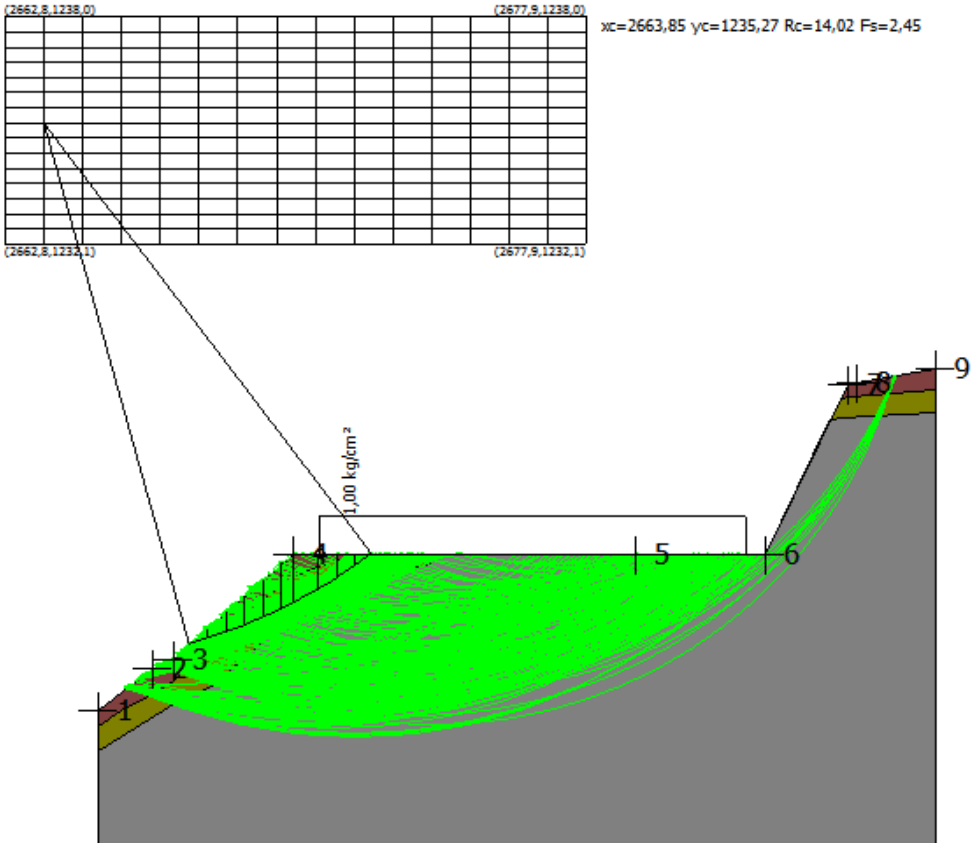
Fs minimo individuato 2.45 (R2=1.1)
Fs minimo calcolato 2.45 > 1.1 → verificato

Ascissa centro superficie	2663,85 m
Ordinata centro superficie	1235,27 m
Raggio superficie	14,02 m

xc = 2658,612 yc = 1206,422 Rc = 8,871 Fs=2,45

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,46	-1,3	0,46	189,9	3,17	1,6	0,12	25,7	0,0	197,5	331,7
2	0,46	20,8	0,49	452,56	7,56	3,8	0,12	25,7	0,0	337,5	413,0
3	0,46	10,9	0,46	704,4	11,76	5,92	0,32	27,5	0,0	541,4	929,4
4	0,46	18,0	0,48	1006,95	16,82	8,46	0,32	27,5	0,0	736,6	1041,6
5	0,45	25,5	0,49	1189,77	19,87	9,99	0,32	27,5	0,0	823,5	1149,5
6	0,47	21,9	0,5	1402,28	23,42	11,78	0,32	27,5	0,0	1063,9	1200,8
7	0,46	29,3	0,52	5592,67	93,4	46,98	0,32	27,5	0,0	5152,9	2575,2
8	0,46	33,2	0,55	5321,86	88,88	44,7	0,32	27,5	0,0	4909,9	2650,2
9	0,46	34,3	0,55	5054,13	84,4	42,45	0,32	27,5	0,0	4646,0	2612,4
10	0,46	37,5	0,58	3696,63	61,73	31,05	0,32	27,5	0,0	3260,2	2300,2

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 6 – By-pass metanodotto

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,57	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,74	2,65	0,32

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.	0,2736	0,2	0,0056	0,0028
S.L.D.	0,36	0,2	0,0073	0,0037
S.L.V.	0,8208	0,2	0,0167	0,0084
S.L.C.	1,0656	0,2	0,0217	0,0109

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0167**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0084**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,276886/8,404781
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2778,38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1481,08 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2793,22 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1485,3 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x	15,0
Numero di celle lungo y	15,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		26	1600	1800	riporti	
2	0.15		31	1900	2100	coltre	
3	0.4		33	2200	2400	regolite	
4	1.8		36	2700	2700	substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2788,5	1473,72	2792,5	1473,72	1

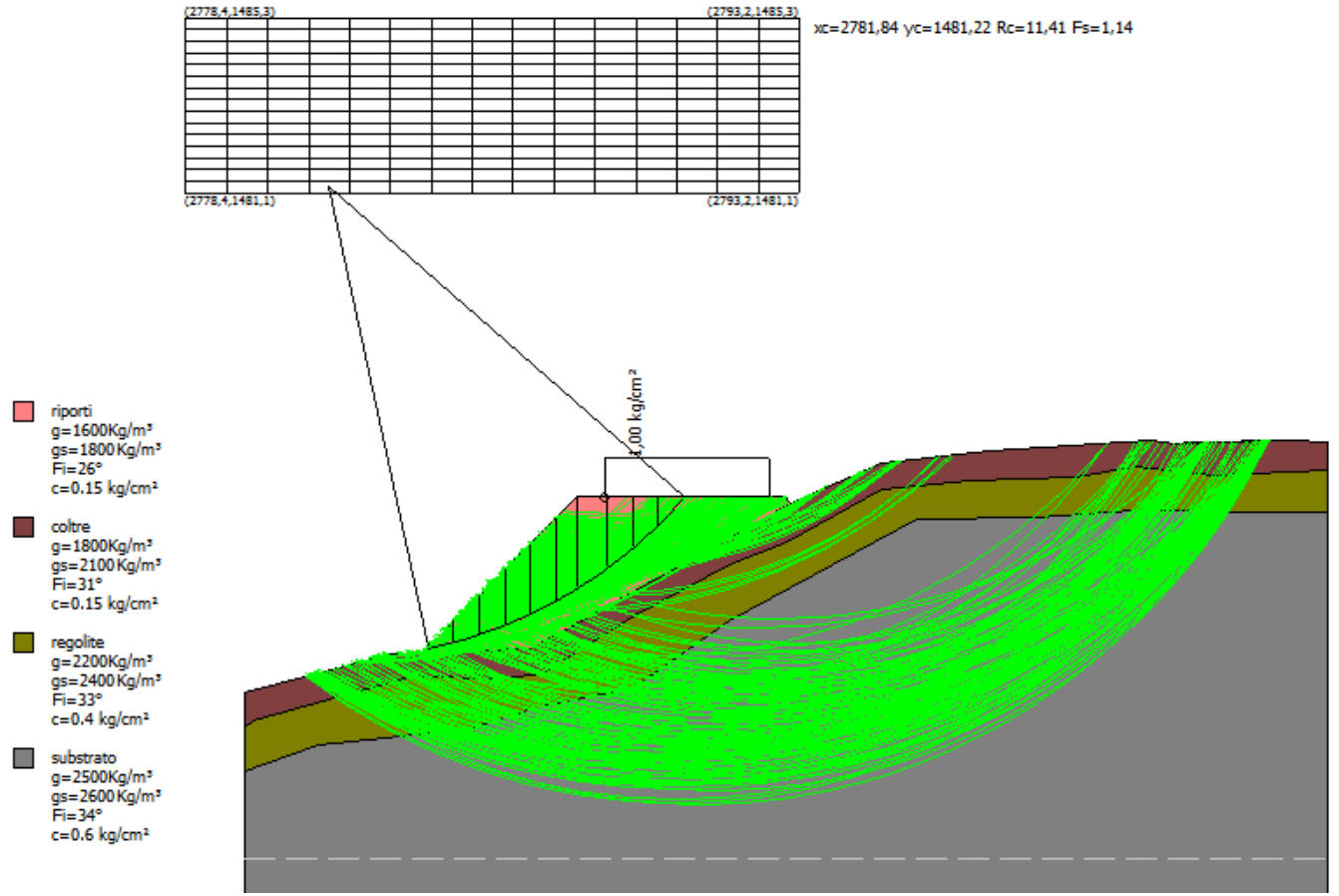
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	**1.14 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**1.14 > 1.1 → verificato**
Ascissa centro superficie	2781,84 m
Ordinata centro superficie	1481,22 m
Raggio superficie	11,41 m

xc = 2781,841 yc = 1481,22 Rc = 11,407 Fs=1,144

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,62	12,6	0,63	285,55	4,77	2,4	0,12	21,3	0,0	104,9	860,3
2	0,62	14,6	0,64	715,96	11,96	6,01	0,12	21,3	0,0	479,8	1032,6
3	0,62	22,6	0,67	1144,03	19,11	9,61	0,12	21,3	0,0	759,1	1248,9
4	0,62	21,2	0,66	1474,34	24,62	12,38	0,12	21,3	0,0	1085,7	1370,9
5	0,62	27,4	0,7	1820,58	30,4	15,29	0,12	21,3	0,0	1317,7	1592,9
6	0,53	32,1	0,62	1740,68	29,07	14,62	0,12	21,3	0,0	1244,4	1525,1
7	0,71	34,0	0,85	2843,4	47,48	23,88	0,12	21,3	0,0	2119,8	2342,2
8	0,62	39,2	0,8	7636,98	127,54	64,15	0,12	21,3	0,0	6774,9	4870,1
9	0,62	39,2	0,8	7124,22	118,97	59,84	0,12	21,3	0,0	6279,5	4611,3
10	0,62	47,9	0,92	5551,57	92,71	46,63	0,12	21,3	0,0	4816,4	4674,8

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 7 – piazzola AG01

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,6	2,6	0,3
S.L.C.	975,0	0,77	2,63	0,32

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.	0,3192	0,2	0,0065	0,0033
S.L.D.	0,42	0,2	0,0086	0,0043
S.L.V.	1,008	0,2	0,0206	0,0103
S.L.C.	1,2936	0,2	0,0264	0,0132

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0206**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0103**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,271091/8,385053
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2756,51 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1063,98 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2781,51 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1072,4 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x 15,0
Numero di celle lungo y 15,0
==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno
==========
Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si
==========

Stratigrafia
c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		26	1600	1800	riporti	
2	0.15		31	1900	2100	coltre	
3	0.4		33	2200	2400	regolite	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2774	1048,215	2794	1048,215	1,35

Risultati analisi pendio
==========

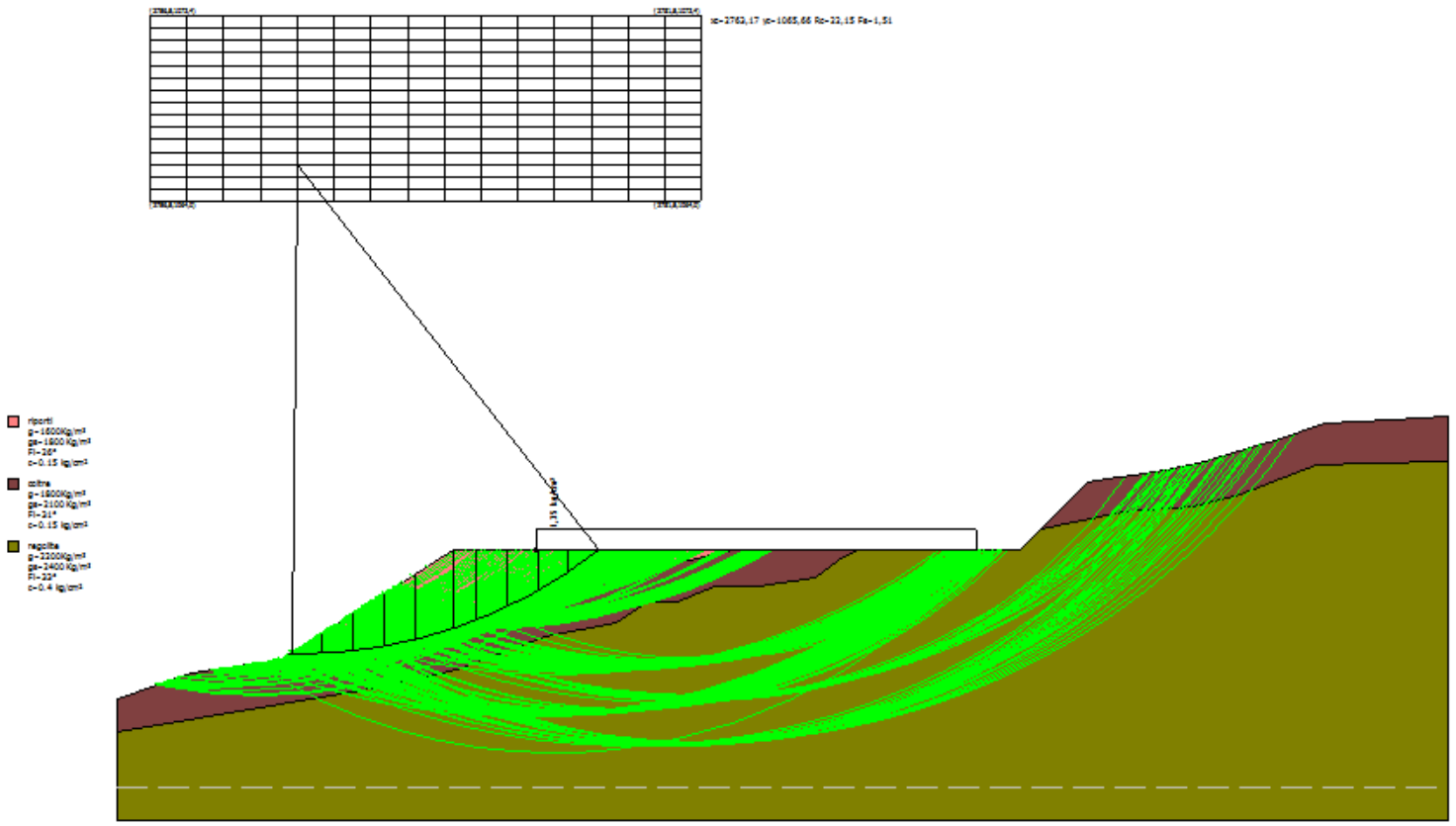
Fs minimo individuato 1.51 (R2=1.1)
Fs minimo calcolato 1.51 > 1.1 → verificato

Ascissa centro superficie 2763,17 m
Ordinata centro superficie 1065,66 m
Raggio superficie 22,15 m
==========

xc = 2763,174 yc = 1065,664 Rc = 22,151 Fs=1,515

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,39	1,1	1,39	958,05	19,74	9,87	0,12	21,3	0,0	927,9	1610,9
2	1,39	4,2	1,4	2810,5	57,9	28,95	0,12	21,3	0,0	2660,7	2155,3
3	1,39	8,4	1,41	4485,35	92,4	46,2	0,12	21,3	0,0	4147,7	2648,5
4	1,39	12,6	1,43	5899,74	121,53	60,77	0,12	21,3	0,0	5370,7	3091,0
5	1,72	16,0	1,79	9023,62	185,89	92,94	0,12	21,3	0,0	8174,6	4401,9
6	1,06	20,5	1,13	5727,5	117,99	58,99	0,12	21,3	0,0	5120,7	2838,5
7	1,39	23,0	1,51	6411,26	132,07	66,04	0,12	21,3	0,0	5617,9	3447,7
8	1,39	27,1	1,56	5831,15	120,12	60,06	0,12	21,3	0,0	4999,1	3404,5
9	1,39	32,1	1,64	21968,42	452,55	226,27	0,12	21,3	0,0	20900,8	9471,7
10	1,39	35,7	1,71	18560,14	382,34	191,17	0,12	21,3	0,0	17742,6	8759,9

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 8 – piazzola AG02

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,59	2,61	0,3
S.L.C.	975,0	0,77	2,63	0,32

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.	0,3192	0,2	0,0065	0,0033
S.L.D.	0,42	0,2	0,0086	0,0043
S.L.V.	0,9912	0,2	0,0202	0,0101
S.L.C.	1,2936	0,2	0,0264	0,0132

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0202**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0101**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,271604/8,387303
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2570,21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1211,65 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2591,32 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1219,45 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	15,0

Numero di celle lungo y 15,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		26	1600	1800	riporto	
2	0.15		31	1900	2100	coltre	
3	0.4		33	2200	2400	regolite	
4	0.6		34	2500	2600	substrato	

piazzola AG02 (x=2581,65 y= 1194,11)

No	Tipologia	Tallow (Kg)	Resistenza sfilamento (Kg)
1	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	9809,279
2	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	9052,39
3	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	8295,5
4	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	7538,612
5	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	6781,723
6	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	6024,835
7	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	5267,946
8	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	4511,057
9	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	3754,168
10	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	2997,28
11	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	2240,391
12	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	1483,502

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2587	1200,89	2607	1200,904	1,35

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	**1.17 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**1.17 > 1.1 → verificato**
Ascissa centro superficie	2580,06 m
Ordinata centro superficie	1211,65 m
Raggio superficie	18,52 m

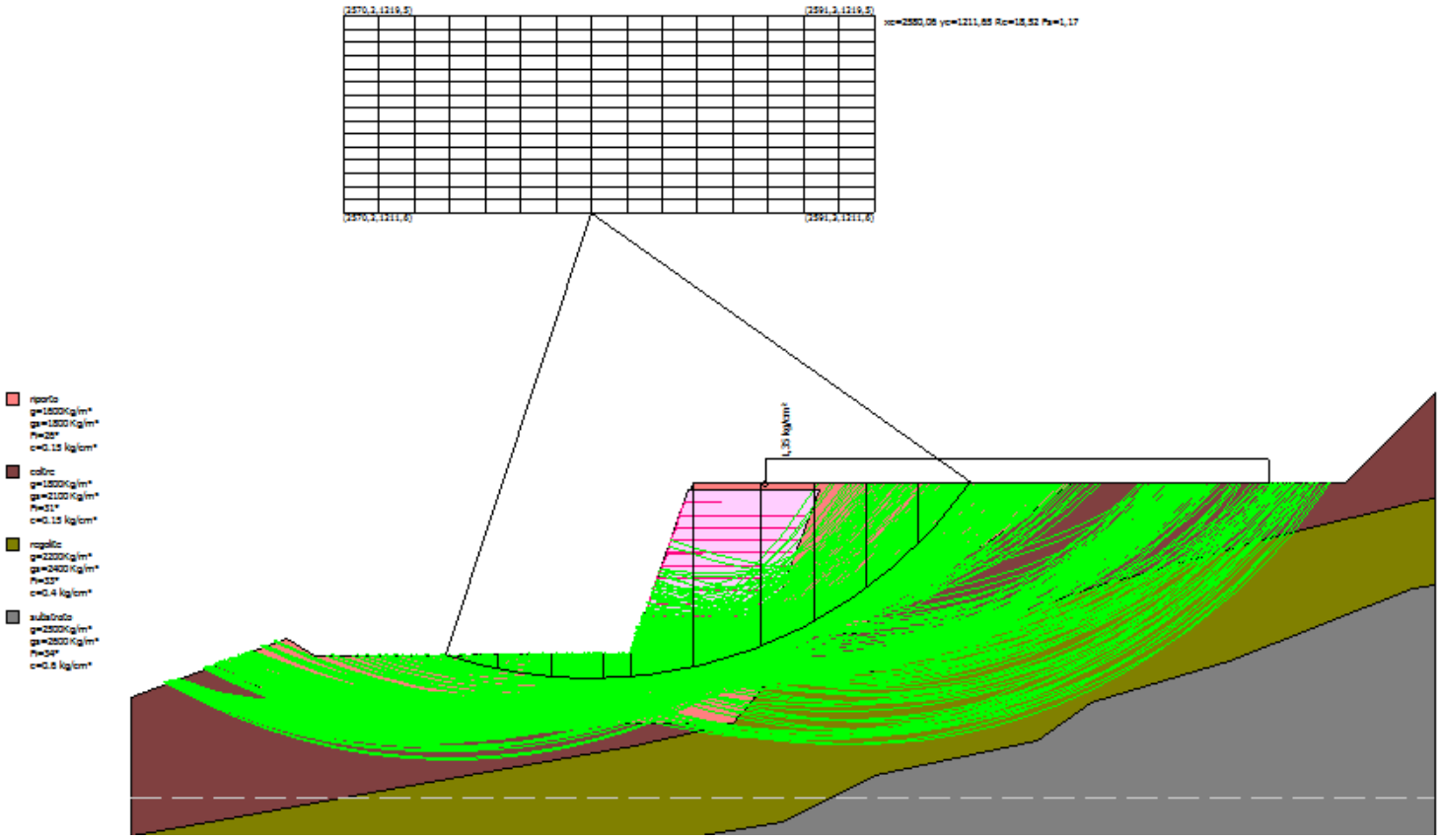
==========

xc = 2580,059 yc = 1211,647 Rc = 18,522 Fs=1,173

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,09	-15,2	2,16	1081,15	21,84	10,92	0,12	21,3	0,0	2064,5	3603,0
2	2,09	-8,2	2,11	2564,87	51,81	25,91	0,12	21,3	0,0	3143,9	3880,8
3	2,09	-1,1	2,09	3207,15	64,78	32,39	0,12	21,3	0,0	3282,8	3871,2
4	1,1	2,1	1,1	1667,1	33,68	16,84	0,12	21,3	0,0	1595,1	1990,3

5	2,47	8,8	2,516412,33	331,53	165,76	0,12	21,3	0,0	15192,4	9226,3
6	2,7	17,2	2,8229945,67	604,9	302,45	0,12	21,3	0,0	26949,2	14872,6
7	2,09	24,6	2,345771,85	924,59	462,3	0,12	21,3	0,0	41480,6	21278,5
8	2,09	32,1	2,4744579,77	900,51	450,26	0,12	21,3	0,0	40582,0	22676,7
9	2,09	40,7	2,7539482,98	797,56	398,78	0,12	21,3	0,0	36610,4	23690,6
10	2,09	49,3	3,231171,36	629,66	314,83	0,12	21,3	0,0	29539,9	24073,9

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 9 – piazzola AG03

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,59	2,61	0,3
S.L.C.	975,0	0,76	2,63	0,32

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.	0,3192	0,2	0,0065	0,0033
S.L.D.	0,42	0,2	0,0086	0,0043
S.L.V.	0,9912	0,2	0,0202	0,0101
S.L.C.	1,2768	0,2	0,026	0,013

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0202**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0101**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,272178/8,39055
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2198,27 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1200,17 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2223,39 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1211,15 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x	15,0
Numero di celle lungo y	15,0

==========

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		26	1600	1800	riporti	
2	0.15		31	1900	2100	coltre	
3	0.4		33	2200	2400	regolite	
4	0.6		34	2500	2600	substrato	

piazzola AG03 (x=2213,27 y= 1182,04)

No	Tipologia	Tallow (Kg)	Resistenza sfilamento (Kg)
1	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	11716,64
2	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	10959,75
3	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	10202,86
4	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	9445,971
5	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	8689,083
6	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	7932,194
7	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	7175,305
8	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	6418,416
9	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	5661,528
10	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	4904,639
11	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	4147,75
12	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	3390,861
13	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	2633,972
14	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	1877,084
15	XGrid PET PVC 110/30 IT	6604,596	1120,195

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2220	1190,093	2238	1190,093	1,35

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	**1.15 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**1.15 > 1.1 → verificato**
Ascissa centro superficie	2211,67 m
Ordinata centro superficie	1200,9 m
Raggio superficie	18,35 m

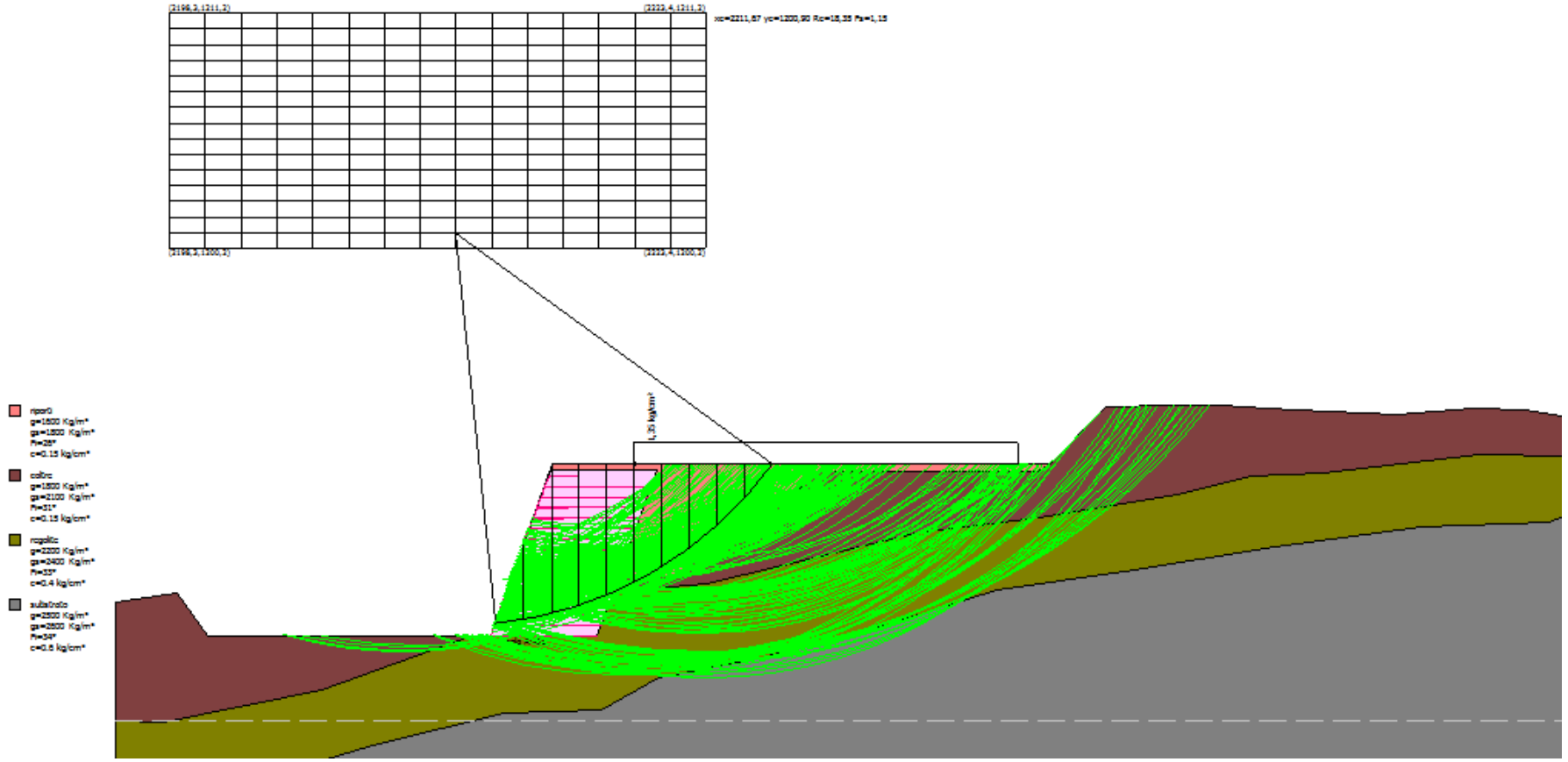
==========

xc = 2211,668 yc = 1200,90 Rc = 18,35 Fs=1,147

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)

1	1,3	4,3	1,3	3729,17	75,33	37,66	0,12	21,3	0,0	3511,7	3071,2
2	1,38	12,0	1,4	111578,98	233,9	116,95	0,12	21,3	0,0	10546,8	6207,8
3	1,21	15,7	1,2	613219,45	267,03	133,52	0,12	21,3	0,0	11919,4	6693,5
4	1,3	20,3	1,3	813240,54	267,46	133,73	0,12	21,3	0,0	11707,4	6943,7
5	1,3	24,9	1,4	312301,53	248,49	124,25	0,12	25,7	0,0	10322,2	7695,5
6	1,29	29,1	1,4	828254,84	570,75	285,37	0,12	21,3	0,0	25507,4	14034,2
7	1,29	34,0	1,5	626595,21	537,22	268,61	0,12	21,3	0,0	24117,9	14229,8
8	1,3	39,2	1,6	724630,92	497,54	248,77	0,12	21,3	0,0	22561,3	14576,3
9	1,3	45,6	1,8	522310,56	450,67	225,34	0,12	25,7	0,0	19505,3	17344,4
10	1,29	50,3	2,0	317831,99	360,21	180,1	0,12	21,3	0,0	16665,8	14644,9

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



Verifica di stabilità stato di cantiere – zona intervento 10 – piazzola AG04

Software di calcolo: GEO.STRU Slope 2018

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:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,58	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,54	0,19
S.L.V.	475,0	0,58	2,61	0,31
S.L.C.	975,0	0,76	2,64	0,32

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.	0,3192	0,2	0,0065	0,0033
S.L.D.	0,42	0,2	0,0086	0,0043
S.L.V.	0,9744	0,2	0,0199	0,0099
S.L.C.	1,2768	0,2	0,026	0,013

Coefficiente azione sismica orizzontale **0,0199**
Coefficiente azione sismica verticale **0,0099**

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

==========

Lat./Long.	44,272692/8,393025
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2749,63 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1163,21 m
Ascissa vertice destro superiore xs	2773,64 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1173,0 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x 15,0
Numero di celle lungo y 15,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	Litologia	
1	0.15		26	1600	1800	riporti	
2	0.15		31	1900	2100	coltre	
3	0.4		33	2200	2400	regolite	
4	0.6		34	2500	2600	substrato	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	2770	1147,548	2794	1147,548	1,35

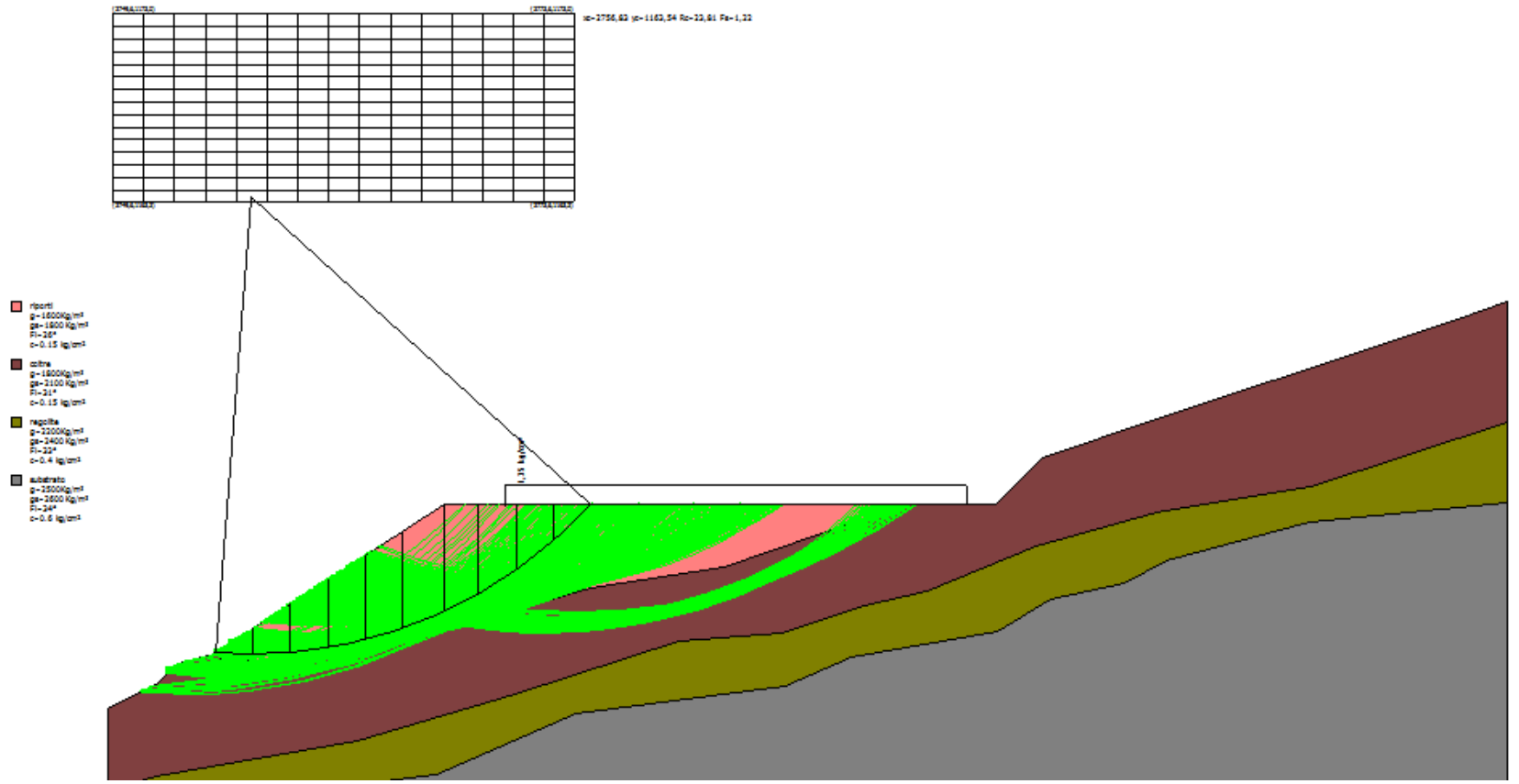
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	**1.22 (R2=1.1)**
Fs minimo calcolato	**1.22 > 1.1 → verificato**
Ascissa centro superficie	2756,83 m
Ordinata centro superficie	1163,54 m
Raggio superficie	23,81 m

xc = 2756,831 yc = 1163,54 Rc = 23,812 Fs=1,217

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,95	-2,2	1,96	2161,95	43,02	21,4	0,12	21,3	0,0	2287,4	3194,4
2	1,95	2,8	1,96	6062,31	120,64	60,02	0,12	21,3	0,0	5848,5	4567,8
3	1,95	7,4	1,97	9532,59	189,7	94,37	0,12	21,3	0,0	8865,9	5787,7
4	1,95	11,8	2,01	2466,11	248,08	123,41	0,12	21,3	0,0	11331,3	6863,3
5	1,95	16,6	2,04	14906,22	296,63	147,57	0,12	21,3	0,0	13310,8	7856,6
6	2,17	22,2	2,34	18640,66	370,95	184,54	0,12	21,3	0,0	16425,0	9814,1
7	1,74	27,0	1,95	14425,35	287,06	142,81	0,12	21,3	0,0	12553,9	8009,7
8	1,95	32,8	2,32	20421,67	406,39	202,17	0,12	21,3	0,0	18050,0	11523,0
9	1,95	38,5	2,53	4947,93	695,46	345,98	0,12	21,3	0,0	32394,8	19684,5
10	1,95	44,3	2,73	28219,21	561,56	279,37	0,12	21,3	0,0	26380,5	18690,7

SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA DEL TRATTO DI VERSANTE



L'insieme delle verifiche eseguite ha mostrato come lo stato progettuale previsto nello stato di cantiere (e quindi per sua natura temporaneo) mostri soddisfacenti livelli di stabilità a condizione che le opere siano eseguite ad opera d'arte e da personale e maestranze specializzate, ***in particolare per quanto riguarda la messa in posto dei vari rilevati inerenti la viabilità di cantiere e le piazzole di servizio, dove le terre armate dovranno essere accuratamente dimensionate (da parte della componente progettuale strutturale) e realizzate da personale edotto in materia.***

9.3 Note geotecniche inerenti la formazione del tracciato stradale

La realizzazione della sede stradale prevede una serie di movimenti terra (scavi e riporti) e la realizzazione di opere di sostegno delle scarpate laterali. In attinenza con quanto verificato nei paragrafi precedenti si rimanda in toto ai contenuti della relazione tecnica strutturale a firma dell'ingegnere incaricato e alle prescrizioni in essi contenute, in particolar modo per quanto concerne le opere di sostegno murarie e provvisionali.
La sede stradale sarà ricavata mediante una serie di sbancamenti e di riporti che vede comunque un bilanciamento maggiormente spostato verso gli abbancamenti di materiale terrigeno. I materiali di riporto da abbancarsi dovranno rispettare una serie di prescrizioni di carattere geotecnico, in modo da garantire la stabilità del sottofondo stradale e delle scarpate anche a lungo termine. Si sottolinea come la strada in progetto preveda la banchina carrabile in terra battuta Sottofondo di ghiaia drenante e sovrastante manto stradale di finitura in stabilizzato, con conseguente elevato potere drenante.

9.4 Procedure di abbancamento dei terreni costituenti i rilevati e le terre armate

Il terreno di riporto che verrà posto in opera come base d'appoggio e sottofondo per la formazione e l'allargamento della carreggiata dovrà sottostare ad alcune precise regole e dovrà essere abbancato secondo la metodologia di seguito riportata.
Vengono qui di seguito riportate le tipologie delle terre ammissibili secondo le correnti classificazioni delle terre in uso nella geotecnica (USCS e AASHTO M-145-82);

- saranno da preferirsi le terre "grossolane" del tipo nelle classi GM-GW, GM-GC, SW-SP, SM-SC (equivalenti secondo ad A.A.S.H.T.O. alle A1-A3-A2); per i terreni sabbiosi e ghiaiosi franchi monogranulari è preferibile optare per una stabilizzazione

degli stessi.

- La stabilizzazione granulometrica consiste nel dosare in maniera opportuna i granuli sottili (limo e argille non plastiche del tipo ML e CL o A4-A5), che hanno funzione di legante, con quelli più grossolani (sabbia e ghiaia) che conferiscono elevato attrito interno allo strato.
- Sono esclusi e non utilizzabili le torbe ed i materiali torbosi in genere.

Si riporta di seguito la metodologia per la messa in opera dei terreni:

- i materiali dovranno essere opportunamente selezionati secondo le caratteristiche granulometriche prevalenti in modo, all'occorrenza, da utilizzare i materiali più grossolani e resistenti e quindi con migliori caratteristiche geomeccaniche laddove essi siano più necessari (ad esempio al piede del rilevato, a contatto con il fondo naturale) al fine da aumentare la stabilità complessiva e favorire il drenaggio naturale.
- i blocchi provenienti dagli scavi in roccia dovranno possibilmente frantumati con dimensioni finali intorno ai 200-300 mm e percentuali in peso massime intorno al 30% - 40% dell'inerte utilizzato.
- Il costipamento dovrà essere eseguito con mezzi meccanici idonei (rulli gommati e ruspe) per strati successivi di spessore uniforme (spessore massimo reso non superiore a 30 cm) fino a raggiungere le quote di progetto con un peso di volume secco in sito non inferiore al 95% del valore ricavato dalla prova di costipamento del terreno AASHTO modificata.
- Gli strati così realizzati dovranno essere verificati con prove di carico su piastra attraverso la determinazione del modulo di deformazione Md. Secondo la norma CNR B.U. n. 146/92 è richiesto che tale modulo al primo ciclo di carico e nell'intervallo 0,05 – 0,15 MPa, non deve risultare inferiore a 30 MPa su ogni strato finito.
- Per quanto attiene alla base fondale dei tratti in rilevato e delle terre armate si dovrà provvedere allo scoticamento del terreno vegetale (ove ancora presente) e quindi la base fondale sarà costituita prevalentemente da terreni ad elevato scheletro litico pseudo-cementati ed a buona capacità portante o direttamente dal substrato lapideo.

9.5 Opere di drenaggio

La strada e le piazzole di servizio dovranno essere dotate di un efficiente sistema di regimazione delle acque meteoriche ruscellanti con un sistema articolato di cunette superficiali e tubazioni (raccolta e smaltimento) in relazione allo sviluppo plani altimetrico dei percorsi che vede pendenze localmente di grado elevato ed al particolare ambiente idro-geomorfologico di versante.

La cunetta sarà realizzata come da progetto e dovrà essere collocata lungo tutto lo sviluppo del tracciato. Le pendenze delle aree carrabili dovranno avere pendenze trasversali tali da veicolare i deflussi presso la succitata canaletta. I deflussi ivi raccolti saranno recapitati nelle linee di impluvio naturali presenti lungo il tracciato.

Tale semplice provvedimento, se mantenuto in costante efficienza, consente di evitare l'instaurarsi di fenomeni erosivi a carico delle scarpate poste a valle della strada che potrebbero innescare potenziali locali fenomeni di instabilità.

10 CONCLUSIONI

Le presenti *relazione geologica e relazione geotecnica* sono state eseguite nell'ambito del progetto di realizzazione di un nuovo parco eolico presso la loc. "Rocche Bianche" . Il progetto ricade sul confine che separa il territorio comunale di Quiliano da quello di Vado Ligure. *Nel dettaglio la presente stesura verte sull'analisi delle modifiche che le fasi esecutive di cantiere e di ripristino apportano alla già approvata progettazione definitiva. Trattasi di varianti non sostanziali e strettamente finalizzate alle fasi di cantierizzazione dell'intervento, cui seguirà a lavori ultimati la progettazione di ripristino.*

Alle luce delle indagini fino ad oggi eseguite, le modifiche proposte all'assetto di intervento previsto nella fase di cantiere/ripristino risultano *compatibili con le peculiarità geologiche del sito e non alterano negativamente il grado di stabilità degli assetti idro–geomorfologici locali.*

Tale assunto non può prescindere però dal fatto che dovranno essere necessariamente adottate scelte tecnologiche ed esecutive adeguate al contesto morfologico locale, come indicato nella qui presente stesura e secondo le elementari norme del buon costruire.

Quiliano 05/07/2019

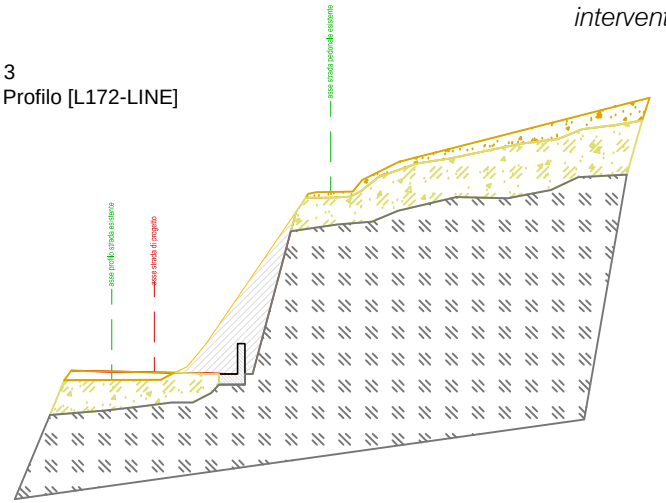
il tecnico

Dott. Geol. Dario Costantini

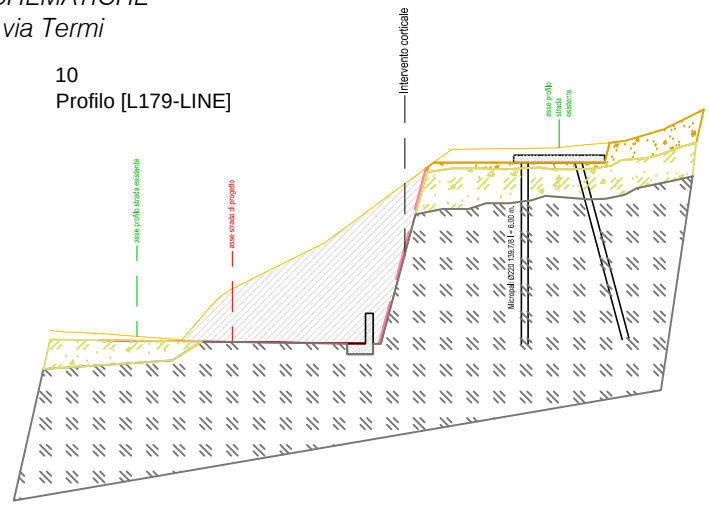
ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. DARIO COSTANTINI
A.P. n. 466
data iscr. 01-08-2002

SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE
intervento 1 - imbocco via Termi

3
Profilo [L172-LINE]



10
Profilo [L179-LINE]



LEGENDA

Rete protez. corticale

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

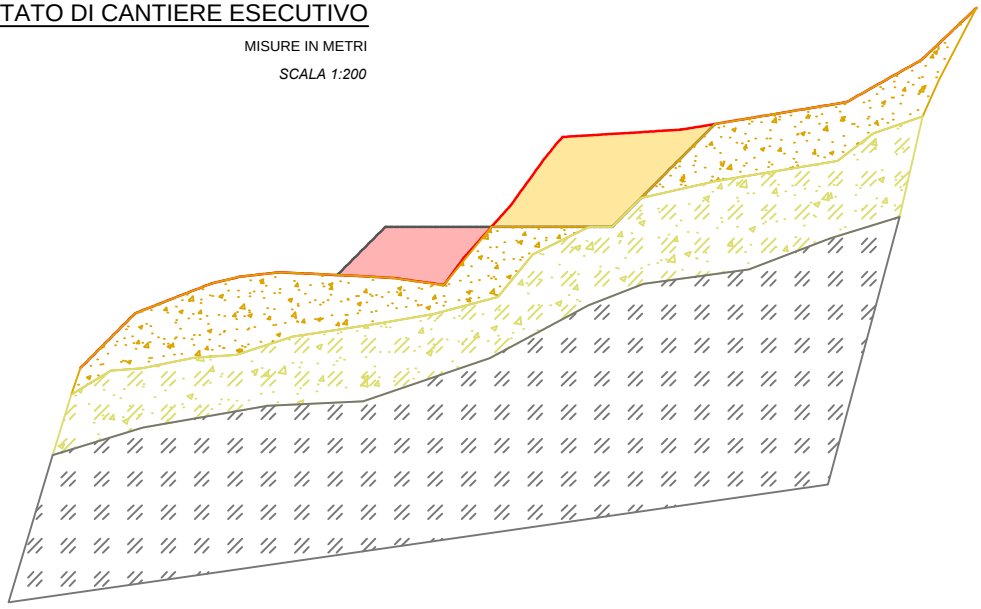
SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 2 - oliveta

Sezione D - D

STATO DI CANTIERE ESECUTIVO

MISURE IN METRI

SCALA 1:200



LEGENDA

Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

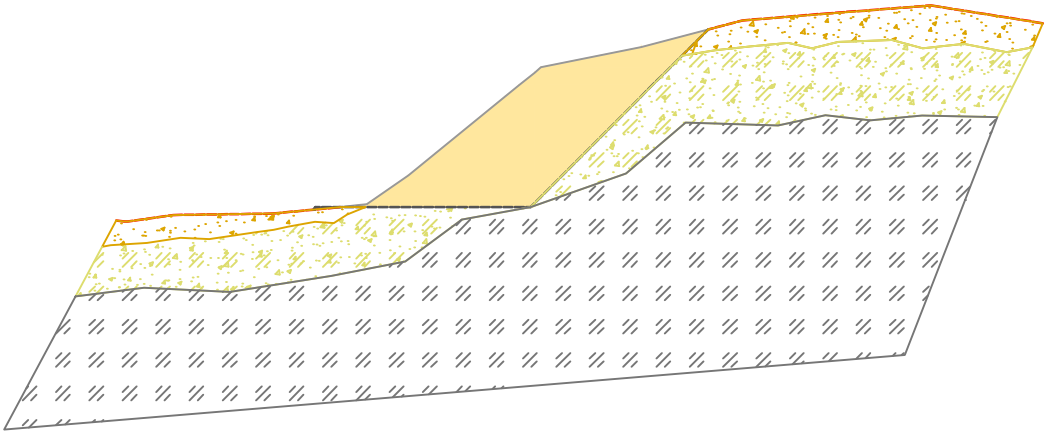
SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 3 - zona Traliccio

Sezione D - D

STATO DI CANTIERE ESECUTIVO

MISURE IN METRI

SCALA 1:200



LEGENDA

Sterri Riporti

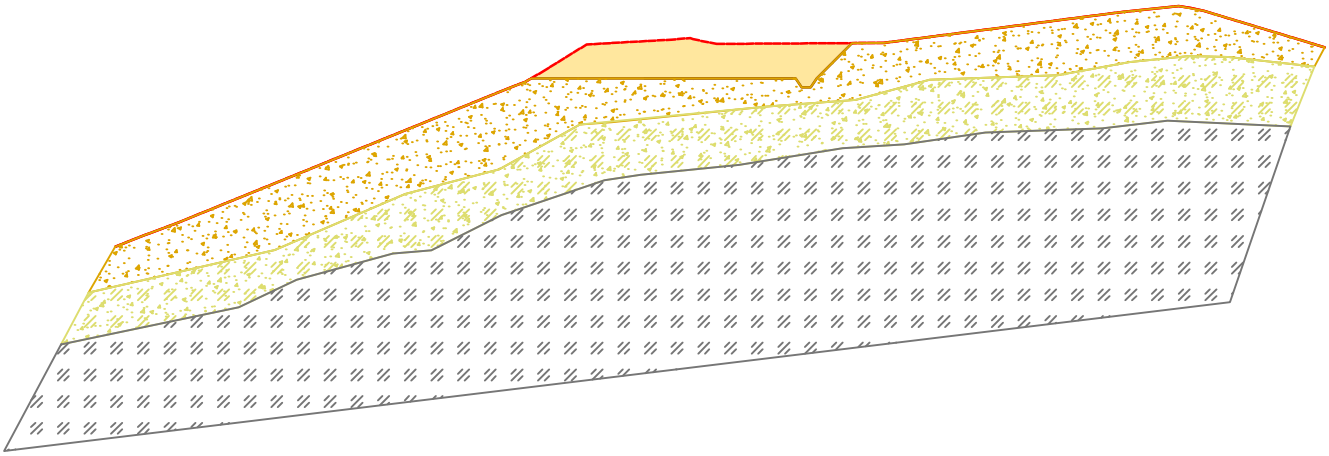
Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 4 - zona Quattrostrade

Sezione B - B
STATO DI CANTIERE PROGETTO ESECUTIVO
MISURE IN METRI
SCALA 1:200



LEGENDA

Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

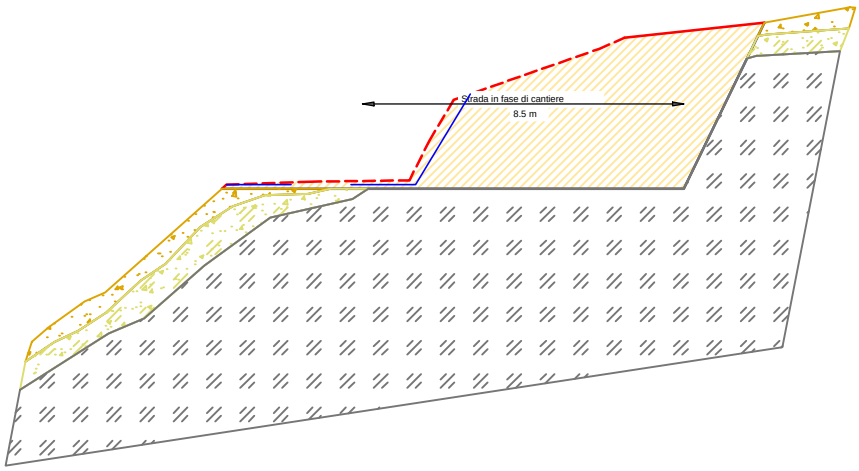
SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 5 - zona Palo Media Tensione

Sezione C - C

STATO DI CANTIERE ESECUTIVO

MISURE IN METRI

SCALA 1:200



LEGENDA

Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso formazione di Eze (roccia fortemente fratturata)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 6 - by-pass metanodotto

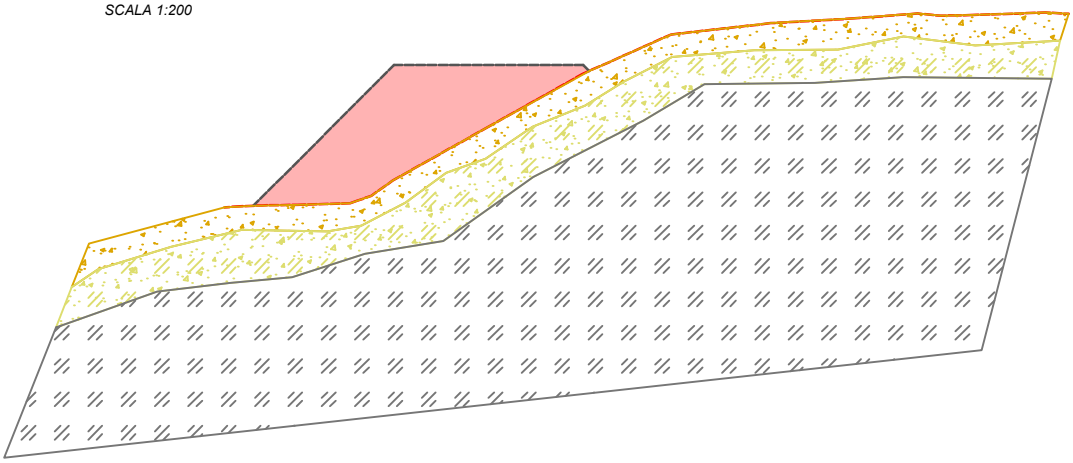
Sezione B - B

STATO DI CANTIERE

PROGETTO ESECUTIVO

MISURE IN METRI

SCALA 1:200



LEGENDA

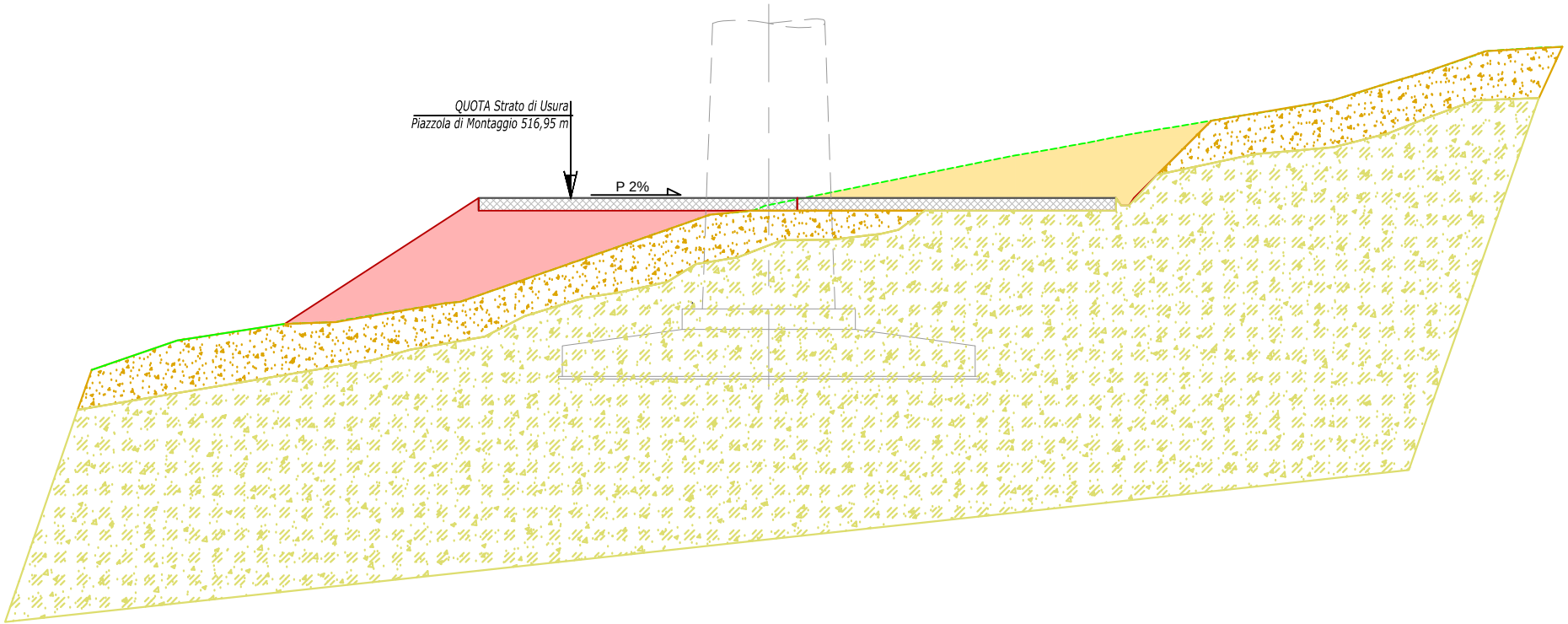
Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso
Formazione di Eze (roccia fortemente fratturata)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 7 - piazzola AG01



LEGENDA

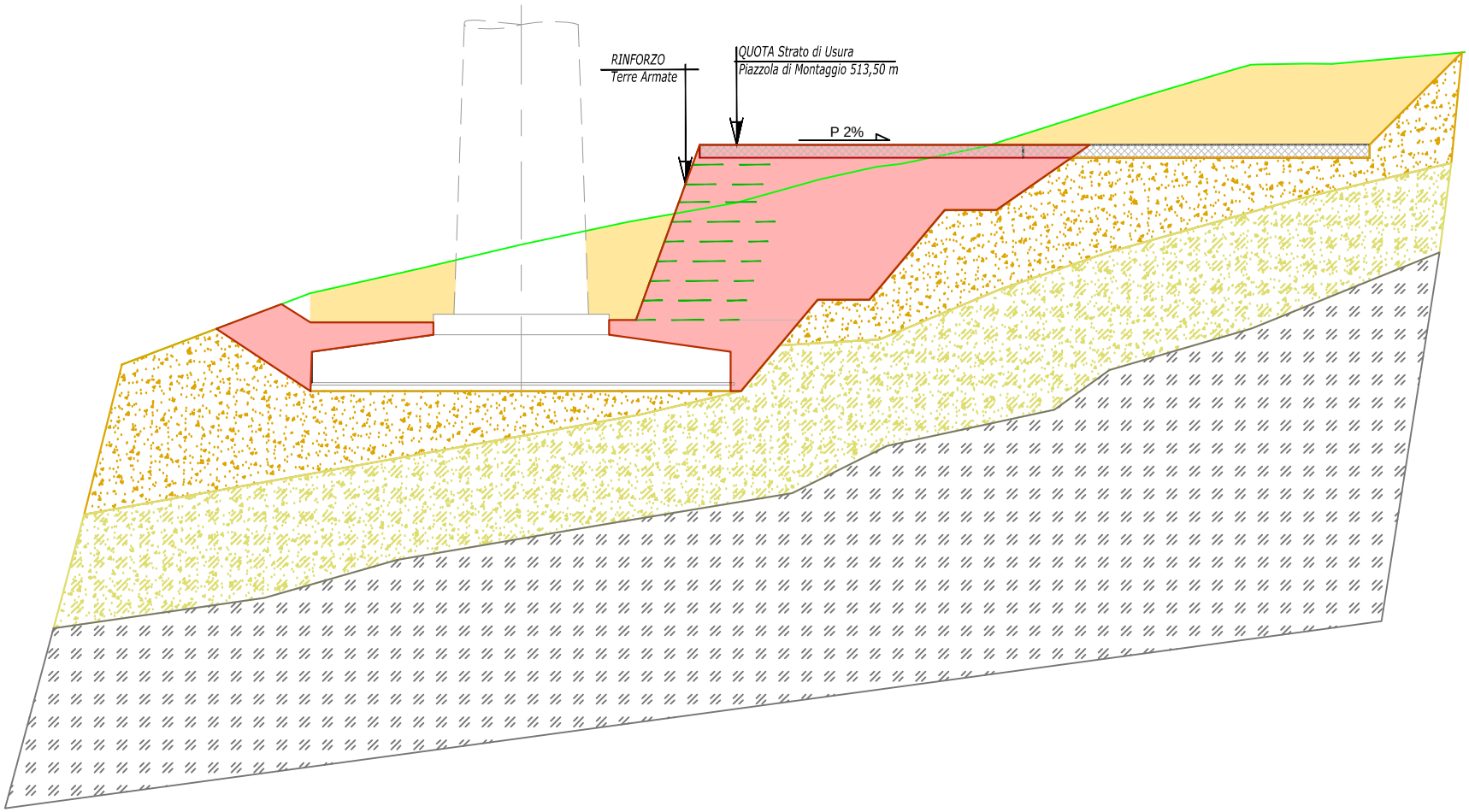
Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 8 - piazzola AG02



LEGENDA

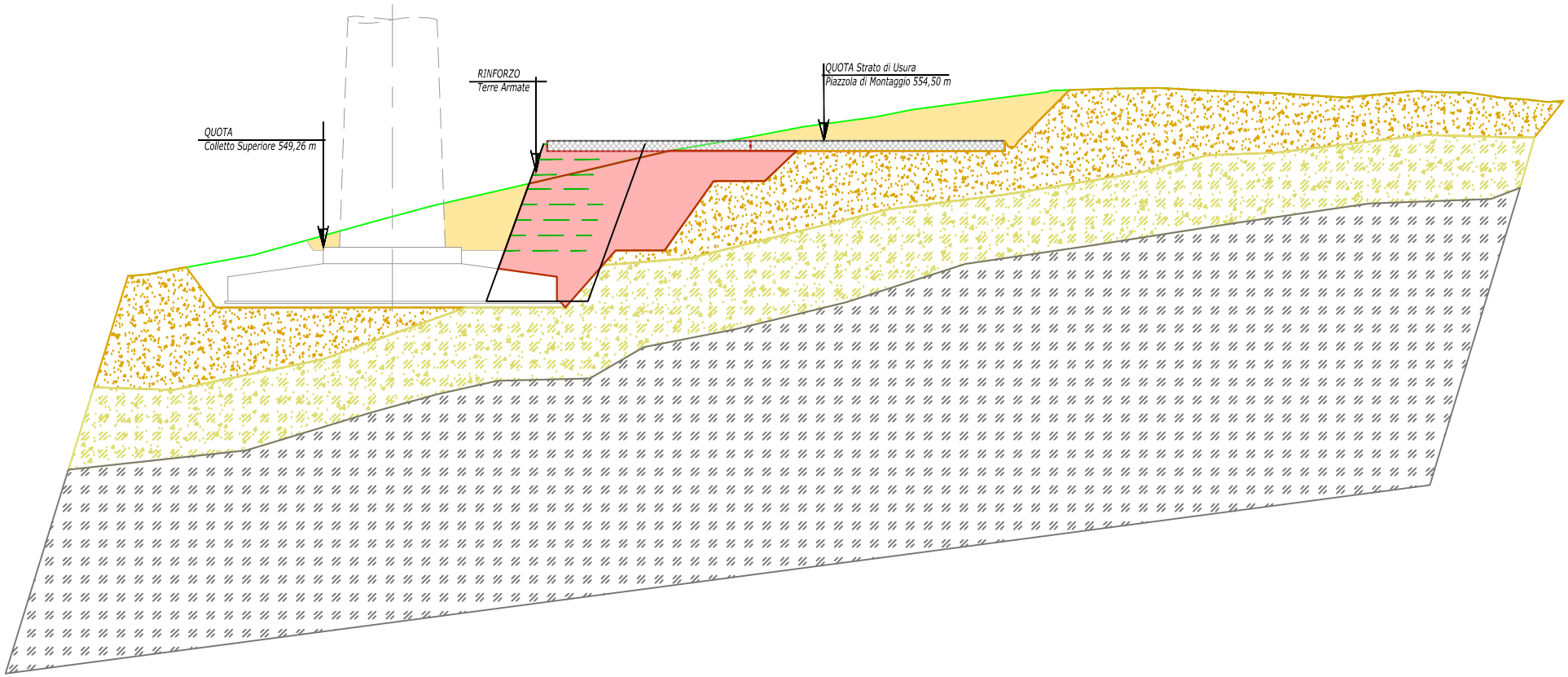
Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 9 - piazzola AG03



LEGENDA

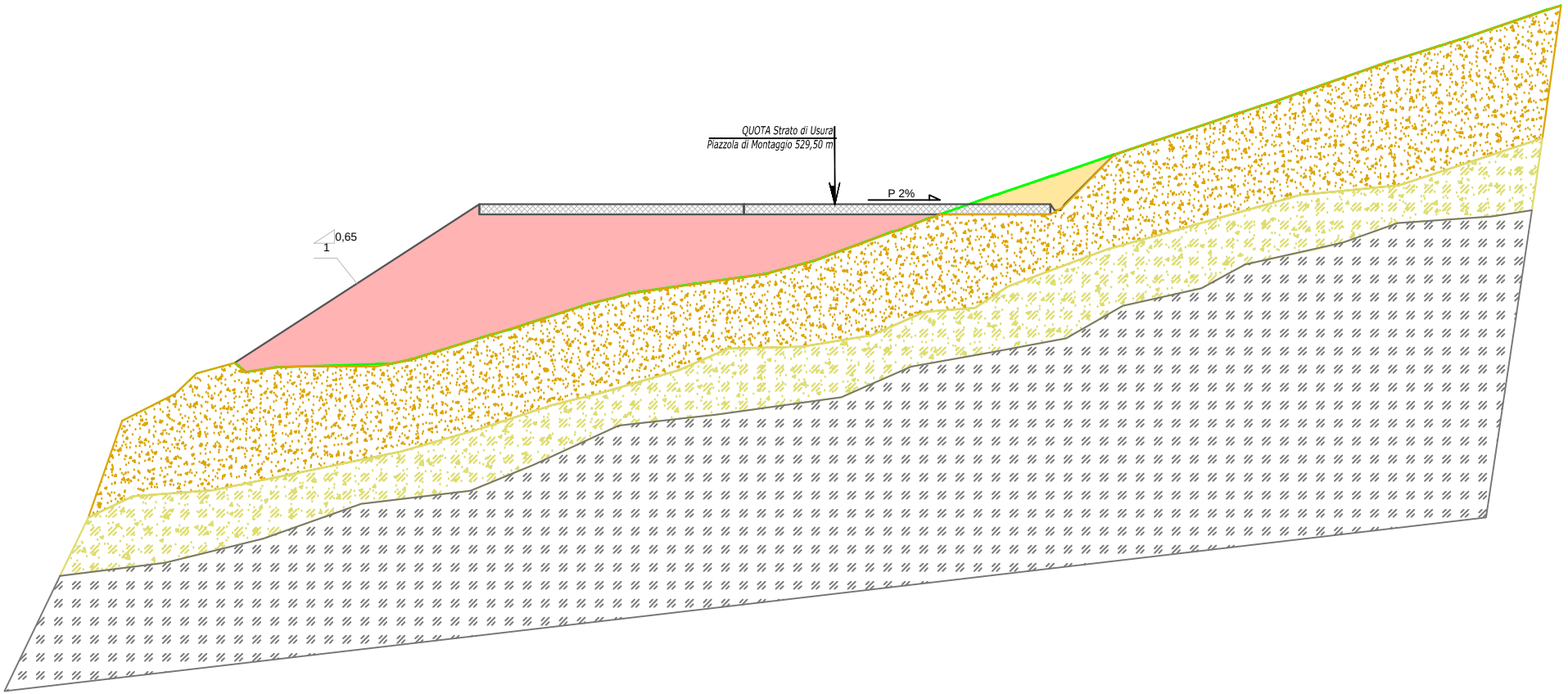
Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
intervento 10 - piazzola AG04



LEGENDA

Sterri Riporti

Coltre detritica superficiale

Regolite del substrato roccioso

Substrato roccioso Scisti di Gorra (roccia fortemente fratturata, destrutturata e milonitizzata)