



**REGIONE SICILIA**  
**COMUNE DI PARTANNA**

**PROGETTO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO E**  
**RIQUALIFICAZIONE MORFOLOGICA**

**RELAZIONE GENERALE, TECNICA E GEOTECNICA**

**Febbraio 2021**

**Il Direttore Tecnico**  
**Vamirgeoind srl**

VAMIRGEOIND  
AMBIENTE GEOLOGIA E GEOPISICA s.r.l.  
Il Direttore Tecnico  
Dott.ssa MARINO MARIA ANTONIETTA

**Ing. Gianluca Coroneo**



Azienda Certificata con SGQ RINA  
ISO 9001:2008  
Numero: 16583/07/S



**REGIONE SICILIA**  
**COMUNE DI PARTANNA**

**PROGETTO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO E**  
**RIQUALIFICAZIONE MORFOLOGICA**

**RELAZIONE GENERALE, TECNICA E GEOTECNICA**

**1. PREMESSE**

La presente relazione riguarda il miglioramento fondiario e la riqualificazione morfologica di un'area privata ubicata nel comune di Partanna in corrispondenza delle particelle catastali 192-193-194-195-196-197-198-199-200-203 del Foglio 70.

La presente relazione ha lo scopo di:

- ❖ definire l'inquadramento territoriale del sito;
- ❖ descrivere il progetto di miglioramento fondiario;
- ❖ caratterizzare i terreni che saranno interessati dalle opere ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni 2018".
- ❖ esporre i criteri ed effettuare le verifiche ed i calcoli delle opere geotecniche previste in progetto.

Gli elementi che in questa fase vengono utilizzati per il calcolo delle verifiche di stabilità e per le scelte delle opere di consolidamento più rispondenti alle necessità del caso sono quelli desunti dal limitrofo cantiere



del parco eolico, dalla letteratura geologica esistente e da precedenti esperienze lavorative e da verifiche di back analysis.

## ***2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE***

L'area privata in oggetto è ubicata nel comune di Partanna in corrispondenza delle particelle catastali 192-193-194-195-196-197-198-199-200-203 del Foglio 70 ed il progetto sarà realizzato tramite il conferimento delle terre e rocce da scavo provenienti dai lavori inerenti il parco eolico denominato “Selinus” in territorio dei comuni di Partanna e Castelvetro.

## ***3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO***

Il progetto prevede la realizzazione di un miglioramento fondiario e la riqualificazione morfologica dell'area in questione tramite la realizzazione di una serie di terrazzamenti sostenuti da terre armate successivamente rinverdate.

Lo stato attuale dell'area è caratterizzato da un punto di vista geomorfologico da alcune criticità che rendono praticamente inutilizzabile il terreno da un punto di vista agricolo (zone depresse sede di ristagni di acque meteoriche e selvagge, presenza di uno strato superficiale alterato di spessore pari a 0,5-1,5 m sede di fenomeni di solifluzione).

La realizzazione del progetto prevede il miglioramento delle condizioni di stabilità del versante rendendo fruibile l'area che potrà essere urbanisticamente riferibile alla zona “E” (verde agricolo).

Le fasi realizzative prevedranno:

- Scotico dello strato superficiale alterato di spessore variabile pari a circa 0,5-1,5 m (variabilità tra zone di monte in cui si riscontrano spessori inferiori e zone di valle in cui l'accumulo risulta maggiore);
- Realizzazione di argini in terre armate fondati sulle argille di base e di altezza 3,50 m; i terreni con cui verranno realizzate le terre armate saranno costituiti dalla miscela di quelli provenienti dal cantiere del parco eolico “Selinus” e dal predetto scotico;
- Realizzazione degli abbancamenti a tergo degli argini in terre armate con pendenza massima pari a 10° tramite miscela dei terreni provenienti dal cantiere del parco eolico “Selinus” e dal predetto scotico.

La realizzazione degli scavi di scotico, dei successivi argini in terre armate e degli abbancamenti avverrà seguendo una logica di esecuzione da monte verso valle.

L'area è inoltre attraversata da una particella demaniale su cui il presente progetto non interviene. Tuttavia la ricostruita morfologia progettuale tiene conto anche di un miglioramento del drenaggio del deflusso delle acque superficiali prevedendo il posizionamento di due file di gabbioni metallici lungo il confine della predetta area.

### **3.1 Caratteristiche degli argini in terre armate**

Il rilevato artificiale avrà un'altezza di 3,50 m, una larghezza in testa di 3,00 m, una base di 6,50 m e l'inclinazione del paramento di valle di 45°. Il rilevato sarà costituito dalla miscela del terreno proveniente dallo scotico superficiale del terreno alterato e da quello proveniente dal cantiere del parco eolico “Selinus”.



L'argine dovrà essere sempre interamente fondato sullo strato delle argille di base. Il terreno sarà posto in opera secondo strati di massimo 35 cm e sottoposto a compattazione tramite mezzo meccanico a rullo dentato da almeno 15 t eseguendo un numero di passate tali da garantire il raggiungimento delle seguenti caratteristiche:

$$\gamma_d = \gamma_{drif} \pm 5\%$$

$$c' = 0,02 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 22^\circ$$

(ove  $\gamma_{drif} = \gamma_d$  ottimo determinato con Prova Proctor Modificata)

Dovranno quindi essere eseguite le necessarie prove in sito e di laboratorio finalizzate a verificare il raggiungimento delle anzidette caratteristiche minime.

In particolare saranno eseguite le seguenti prove:

- ✓ misura della densità secca in sito - n.5 prove ogni 5.000 m<sup>3</sup> di rilevato
- ✓ misura della resistenza al taglio con prove di taglio diretto su campioni indisturbati - in particolare sono previste n.2 prove ogni 5.000 m<sup>3</sup> di rilevato.

La DL potrà richiedere a suo insindacabile giudizio, durante i lavori, una frequenza maggiore delle prove, ovvero ulteriori tipologie, al fine di garantire il raggiungimento delle suddette caratteristiche per l'intero corpo del rilevato.

Nel caso in cui non dovessero essere raggiunti i minimi valori prescritti relativi alle caratteristiche di densità secca o delle caratteristiche meccaniche imposte si dovrà prevedere lo smontaggio dello strato o della porzione che non risulta soddisfare i requisiti richiesti e la sua posa in opera prevedendo un numero maggiore di passate del rullo compattatore, la



predisposizione di strati di minore spessore ovvero la modifica della miscela dei terreni.

Sia le caratteristiche fisico-meccaniche di dettaglio che gli spessori saranno valutati in fase esecutiva tramite specifiche indagini geognostiche e geotecniche, tramite anche la presenza costante in cantiere del geologo che assevererà la bontà del terreno di sedime durante gli scavi per la realizzazione del piano di fondazione.

La terra rinforzata sarà costituita da sostegni con marcatura CE, rinverdibili, realizzati con elementi di armatura planari orizzontali disposti ad interasse 70 cm, con relativo risvolto di almeno 70 cm, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le “Linee Guida per la redazione di Capitolati per l’impiego di rete metallica a doppia torsione”h approvate dal Consiglio Superiore LL.PP., (n.69/2013) e con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo non inferiore all'8%, avente un diametro da 2,20 a 2,70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco – Alluminio (5%) conforme alla EN 10244-2/2009 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/m<sup>2</sup>.

Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale di 0,5 mm, portando il diametro esterno nominale da 3,20 a 3,70 mm. La rete deve essere sottoposta ad un test di invecchiamento accelerato secondo le norme UNI EN 6988 per un numero minimo di 28 cicli consecutivi, al termine dei quali il rivestimento non deve presentare tracce di corrosione. Le proprietà meccaniche della rete dovranno garantire una resistenza a trazione

caratteristica a lungo termine del sistema secondo la NTC 2018 per la durata richiesta  $\geq 50$  anni pari ad almeno 4000 kg/m. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldato con maglia differenziata e diametro 8 mm e da un idoneo ritenitore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico resistente alla corrosione in ambiente esterno e preassemblati alla struttura. Gli elementi metallici dovranno essere collegati tra loro con idonee cuciture eseguite con punti metallici meccanizzati di diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kN/mm<sup>2</sup>.

### **3.2 Caratteristiche degli abbancamenti a tergo degli argini in terre armate**

Gli abbancamenti seguiranno la geometria di progetto e comunque avranno una pendenza massima di 10°; saranno costituiti dalla miscela del terreno proveniente dallo scotico superficiale del terreno alterato e da quello proveniente dal cantiere del parco eolico “Selinus”.

Gli abbancamenti dovranno essere sempre fondati sullo strato delle argille di base. Il terreno sarà posto in opera secondo strati di massimo 35 cm e sottoposti a compattazione tramite mezzo meccanico a rullo dentato da almeno 15 t eseguendo un numero di passate tali da garantire il raggiungimento delle seguenti caratteristiche:

$$\gamma_d = \gamma_{drif} \pm 5\%$$

$$c' = 0,02 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 22^\circ$$

(ove  $\gamma_{drif} = \gamma_d$  ottimo determinato con Prova Proctor Modificata)

Dovranno quindi essere eseguite le necessarie prove in sito e di laboratorio finalizzate a verificare il raggiungimento delle anzidette caratteristiche minime.

In particolare saranno eseguite le seguenti prove:

⇒ misura della densità secca in sito - n.5 prove ogni 5.000 m<sup>3</sup> di rilevato

⇒ misura della resistenza al taglio con prove di taglio diretto su campioni indisturbati - in particolare sono previste n.2 prove ogni 5.000 m<sup>3</sup> di rilevato.

La DL potrà richiedere a suo insindacabile giudizio, durante i lavori, una frequenza maggiore delle prove, ovvero ulteriori tipologie, al fine di garantire il raggiungimento delle suddette caratteristiche per l'intero corpo del rilevato.

Nel caso in cui non dovessero essere raggiunti i minimi valori prescritti relativi alle caratteristiche di densità secca o delle caratteristiche meccaniche imposte si dovrà prevedere lo smontaggio dello strato o della porzione che non risulta soddisfare i requisiti richiesti e la sua posa in opera prevedendo un numero maggiore di passate del rullo compattatore, la predisposizione di strati di minore spessore ovvero la modifica della miscela dei terreni.

### **3.3 Determinazione del volume di rimodellamento**

A partire dalla planimetria di rilievo è stata discretizzata l'intera area definendo una serie di sezioni trasversali caratteristiche.

Nella tavola di rilievo e di progetto sono state riportate le anzidette sezioni trasversali (A-B-C-D).

Una volta determinato il profilo di progetto nella singola sezione è stata calcolata la superficie del ricolmo nella singola sezione.

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa del calcolo preliminare dei volumi contenente:

- indicativo della sezione;
- superficie di ricolmo di ciascuna sezione;
- distanza tra le due sezioni sopradette;
- volume medio parziale del tratto tra le due sezioni determinato come prodotto della distanza per la superficie media.

La somma dei volumi medi dei tratti tra le sezioni determina il volume totale di ricolmo.

COMPUTO DEI VOLUMI							
COMPUTO DEL VOLUME DI SCOTICO SUPERFICIALE				COMPUTO DEL VOLUME DI RIEMPIMENTO			
Sezione	Area della sezione [m <sup>2</sup> ]	Distanza [m]	Volume parziale compreso tra le sezioni [m <sup>3</sup> ]	Sezione	Area della sezione [m <sup>2</sup> ]	Distanza tra le sezioni [m]	Volume parziale compreso tra le sezioni [m <sup>3</sup> ]
Sez A	414	15	6214	Sez A	1143	15	15216
Sez B	415			Sez B	885		
Sez C	416	15	6229	Sez C	912	15	13480
Sez D	110	15	3942	Sez D	253	15	8733
<b>VOLUME TOTALE [m<sup>3</sup>]</b>			<b>16385</b>	<b>VOLUME TOTALE [m<sup>3</sup>]</b>			<b>37429</b>
VOLUME TOTALE DI RIEMPIMENTO [A]					37429 m <sup>3</sup>		
VOLUME TOTALE DI SCOTICO [B]					16385 m <sup>3</sup>		
<b>VOLUME TOTALE TERRENO DA CONFERIRE AL SITO [A-B]</b>					<b>21044 m<sup>3</sup></b>		

Si evidenzia che per il calcolo del volume di scotico superficiale si è fatto riferimento ad uno spessore medio di circa 1,30 m in considerazione del fatto che sono stati riscontrati spessori compresi tra 0,50 m e 1,50 m.

### **3.4 Idoneità del sito a ricevere le terre e rocce da scavo**

In relazione all' idoneità del sito a ricevere le terre e rocce da scavo provenienti dai lavori indicati in epigrafe, come si evince da tutti gli elaborati allegati, si può dire che:

- ✓ l'area direttamente interessata dal progetto è caratterizzata dalla presenza di uno strato di terreno alterato di circa 0,50 m – 1,50 m che subisce fenomeni di solifluzione nonché dalla presenza di ristagni di acque meteoriche che rendendo poco utilizzabile il terreno a scopi agricoli. Per questo motivo si prevede la totale rimozione dello strato superficiale in affioramento di spessore pari a 0,50 m – 1,50 m.
- ✓ il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'A.R.T.A. (Servizio 4 “Assetto del Territorio e Difesa del suolo”) esclude l'area direttamente interessata dal progetto da qualunque fenomenologia di dissesto e di rischio vista la natura dei terreni presenti e dai dati forniti dal committente si può affermare che il livello piezometrico si attesta a limitate profondità e nei periodi di pioggia intensa detto livello può raggiungere il piano campagna;
- ✓ i terreni sono perfettamente compatibili con il sito in progetto in quanto afferenti alle stesse formazioni geologiche;
- ✓ per quanto riguarda il “vincolo archeologico” l'area non si trova all'interno di aree sottoposte a vincolo;

- ✓ per quanto riguarda il vincolo idrogeologico, l'area si trova all'interno delle aree soggette a vincolo idrogeologico R.D. 3267/23 perciò è necessario ottenere il nulla osta della Forestale;
- ✓ l'area è esterna a:
  - aree Natura 2.000
  - zone boscate;
  - aree archeologiche/di interesse archeologico;
  - aree vincolate da un punto di vista paesaggistico;
  - zone interessate dalla presenza di habitat prioritari;
  - fascia di rispetto dai corsi d'acqua;
  - fascia di rispetto dai laghi.
- ✓ l'area è inserita, da un punto di vista urbanistico, nella Zona E “*Verde Agricolo*” idonea per gli interventi di miglioramento fondiario e di rimodellamento morfologico,
- ✓ il progetto è da un punto di vista ambientale compatibile e coerente con le norme vigenti e mira a raggiungere i seguenti obiettivi:
  - ❖ protezione e valorizzazione dell'agricoltura in quanto presidio dell'ecosistema e riconoscimento del suo ruolo di tutela ambientale nelle aree marginali;
  - ❖ conservazione della biodiversità delle specie agricole e della diversità del paesaggio agricolo;
  - ❖ tutela dell'agricoltura da fattori di inquinamento antropico concentrato;
  - ❖ conservazione dei valori paesistici, mantenimento degli elementi caratterizzanti l'organizzazione del territorio e dell'insediamento agricolo.

## **4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**

### **4.1 Modellazione geologica - Prescrizioni delle NTC**

Le NTC (6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito) indicano che:

- ❖ *La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.*
- ❖ *In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.*
- ❖ *Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.*
- ❖ *Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologica.*

La Circolare (C6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito) fornisce alcune ulteriori indicazioni circa i criteri da utilizzare e gli obiettivi dello studio, di cui si riportano nel seguito i più significativi passaggi:

- *Lo studio geologico deve essere esteso ad una zona significativamente estesa, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si colloca.*



- *I metodi e le tecniche di studio, l'approfondimento e il dettaglio delle analisi e delle indagini devono essere commisurati alla complessità geologica del sito, alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera.*
- *Lo studio geologico deve definire, con preciso riferimento al progetto, i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità; inoltre, deve illustrare i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.*
- *Il piano delle indagini specifiche sui terreni e sulle rocce nel sito di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica di dettaglio che possa risultare adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo.*

## **4.2 Sintesi dello studio geologico**

Si riporta di seguito una sintesi dello studio geologico:

*Per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sono stati utilizzati i dati derivanti dalle prove di laboratorio effettuati sullo stesso tipo litologico nell'ambito del progetto esecutivo nonché*

*quelli ricavati dalle pubblicazioni scientifiche e dall'esperienza maturata su questi terreni.*

*Da quanto desumibile dalle indagini geofisiche e dai dati in nostro possesso, i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area direttamente interessata dal progetto sono riferibili alle seguenti formazioni geologiche descritte dal più recente al più antico: a) Terreno vegetale; b) Depositi eluviali, colluviali ed alluvionali; c) Fm. Terravecchia (Frazione argillosa).*

*Ne descriviamo singolarmente le caratteristiche litologiche e meccaniche così come desumibili dai dati ricavati dalle pubblicazioni scientifiche e dall'esperienza maturata su questi terreni.*

**TERRENO VEGETALE:** *è costituito da una prevalente matrice limosa e limo sabbiosa scarsamente consistente di spessore variabile tra 0,5 m e 1,5 m. E' un terreno che per le sue caratteristiche litologiche e per la tendenza a plasticizzarsi quando le acque selvagge e meteoriche si infiltrano non può essere considerato idoneo come terreno di sedime, di conseguenza sarà totalmente asportato e riutilizzato per essere allocato nello stesso sito al di sopra delle terre e rocce da scavo messe in opera per il rimodellamento al fine di rendere più fertili i terrazzamenti realizzati.*

**COMPLESSO SABBIOSO-CALCARENITICO:** *E' prevalentemente costituito da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di strati e banchi calcarenitici di colore biancastro.*

**COMPLESSO ARGILLOSO:** *si tratta di argille ed argille debolmente sabbiose, da scarsamente a mediamente consistenti con inclusi elementi lapidei di natura gessosa generalmente nei primi 10 m di profondità. Presentano un colore variabile dal grigio a beige. La struttura è omogenea.*



*In questa fase, per la caratterizzazione fisico-meccanica, a vantaggio della sicurezza può farsi riferimento ai seguenti parametri minimi desunti dall'esperienza maturata su questi terreni scientifiche:  $\varphi' = 22^\circ$ ,  $c' = 0.2$  t/mq,  $\gamma = 1.9$  t/mc.*

*Si mette in evidenza che l'area sarà oggetto di un rimodellamento morfologico che consisterà nell'apporto del materiale proveniente dagli scavi prodotti durante la realizzazione delle opere.*

### **TERRENO PER IL RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO:**

*Si tratta di terreni di varia natura provenienti dai siti di produzione indicati nel PUT, che verranno compattati mediante pala meccanica e rullo compattatore.*

*La tipologia e la stesa dei materiali da apportare per la costituzione del rilevato dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le norme capitolari tipiche di settore e le indicazioni specifiche del Direttore dei Lavori.*

*La costipazione dovrà, comunque, essere eseguita in modo da garantire il raggiungimento delle seguenti caratteristiche fisico-meccaniche minime:*

$$\varphi' = 22^\circ, c' = 0,2 \text{ t/mq}, \gamma d = \gamma d \text{ ottimo di riferimento } \pm 5\%$$

## **5. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI E MODELLO GEOTECNICO**

Le NTC definiscono i criteri da adottare per la definizione del modello geotecnico del terreno da utilizzare per la progettazione degli interventi.

### **5.1 Caratterizzazione e modellazione geotecnica**

*I risultati delle indagini e prove geotecniche, eseguite in sito e in laboratorio, devono essere interpretate dal progettista che, sulla base dei risultati acquisiti, della tipologia di opera e/o intervento, delle tecnologie previste e delle modalità costruttive, deve individuare i più appropriati modelli geotecnici di sottosuolo e i valori caratteristici dei parametri geotecnici ad essi correlati. I parametri geotecnici da valutare per l'esecuzione delle analisi e delle verifiche nei riguardi degli stati limite ultimi e di esercizio dipendono dai modelli costitutivi adottati per descrivere il comportamento meccanico dei terreni.*

*La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici avviene in due fasi.*

#### **FASE 1**

*La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Tale scelta richiede una valutazione specifica da parte del progettista, per il necessario riferimento ai diversi tipi di verifica.*

#### **FASE 2**

*Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.*

*Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.*

*La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali (Es. angolo di resistenza di picco, residuo o critico).*

*Nel caso in esame il modello geotecnico è finalizzato alla esecuzione delle verifiche previste dalle norme per la valutazione della stabilità della scarpata.*

*Ai fini delle verifiche suddette i parametri appropriati da utilizzare sono i valori minimi dei parametri meccanici dell'angolo di resistenza e della coesione in condizioni drenate e non drenate, nonché il modulo edometrico per la deformabilità.*

*Un aspetto cruciale riguarda il passaggio dai valori rappresentativi dei parametri geotecnici ai corrispondenti valori caratteristici. La seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.*

*Nella scelta dei valori caratteristici è necessario tener conto, come già esposto, della specifica verifica e delle condizioni costruttive che ad essa corrispondono.*

*La Circolare fornisce un utile chiarimento circa il criterio base da utilizzare per effettuare tale scelta.*

*Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.*

*Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.*

## **5.2 Modello geotecnico**

Il modello geotecnico viene realizzato sulla base delle indagini eseguite e citate nei paragrafi precedenti.

Nel complesso i terreni, distinti per caratteristiche litologiche e strutturali principali, possono essere ricondotti alle seguenti tipologie di strati:

- **Terreno rimodellamento:** terreni relativi alle attività di scavo, riporto e compattazione dell'area di rimodellamento;
- **Terreno vegetale** – le verifiche di calcolo tengono conto della totale rimozione;
- **Terreno di base:** a vantaggio della sicurezza si considera come afferenti al “complesso argilloso”, in quanto il complesso sabbioso-

calcarenitico che affiora nella parte a monte della proprietà ha caratteristiche certamente migliori.

Per l'area in esame, in accordo con quanto indicato dalla relazione geologica, l'area è caratterizzata dall'assenza di falde freatiche, vista la netta prevalenza dell'affioramento del complesso argilloso.

### 5.3 Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni

**RIEMPIMENTO: terreno di rimodellamento proveniente dagli scavi** (*caratteristiche minime che dovrà presentare il rilevato da dimostrare nel corso dei lavori con prove in situ ed in laboratorio*)

Parametro	Valore caratteristico
Peso unità di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ ottimo (ipotizzato 19,00)
Peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,00
Angolo di resistenza al taglio $\varphi'$ (°)	22
Coesione drenata $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	2,0

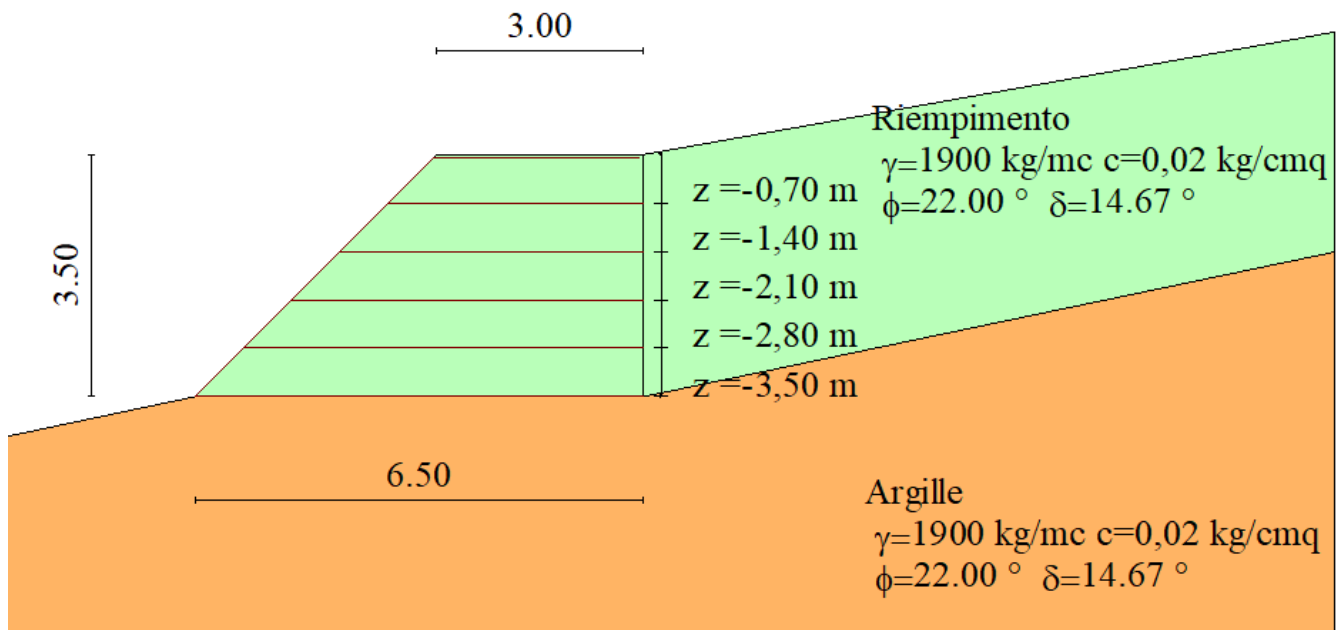
Inviluppo di resistenza in condizioni drenate:  $\tau = 2 + \sigma \tan 22^\circ$  (kPa)

**ARGILLE: argille di base**

Parametro	Valore caratteristico
Peso unità di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00
Peso unità di volume saturo $\gamma_{\text{sat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,00
Angolo di resistenza al taglio $\varphi'$ (°)	22
Coesione drenata $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	2

Inviluppo di resistenza in condizioni drenate:  $\tau = 2 + \sigma \tan 22^\circ$  (kPa)

## 5.4 Schema di calcolo di riferimento



## 5.5 Valutazione dell'azione sismica

Ai fini della valutazione dell'azione sismica si considerano i seguenti parametri:

- ✓ Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
- ✓ Classe d'uso: Classe II
- ✓ Vita nominale: 50.0 [anni] (verifica definitiva)
- ✓ Vita di riferimento: 50.0 [anni] (verifica definitiva)
- ✓ Categoria sottosuolo: C
- ✓ Categoria topografica: T1

Da cui si desumono:

- $K_h = 0,0492$
- $K_v = 0,5 k_h$



## **6. VERIFICHE GEOTECNICHE**

### **6.1 Normative di riferimento**

- *NTC2018 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018.*
- *CIRCOLARE del C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- *Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

### **6.2 Criteri generali di progetto e verifica di sicurezza**

#### **( NTC 6.4.1)**

*Le scelte progettuali per le opere di fondazione devono essere effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione.*

*Le strutture di fondazione devono rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e le verifiche di durabilità.*

*Devono essere valutati gli effetti della costruzione dell'opera su manufatti attigui e sull'ambiente circostante.*

*Nel caso di fondazioni su pali, le indagini devono essere dirette anche ad accertare la fattibilità e l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque del sottosuolo.*

### ***Circolare C6.4.1***

La circolare, sulla base del presupposto che “*Il comportamento delle fondazioni è condizionato da numerosi fattori*”, elenca quelli che generalmente occorre considerare:

*a) Terreni di fondazione:*

- ✓ *successione stratigrafica;*
- ✓ *proprietà fisiche e meccaniche dei terreni;*
- ✓ *regime delle pressioni interstiziali.*

*b) Opere in progetto:*

- *dimensioni dell'insieme dell'opera;*
- *caratteristiche della struttura in elevazione, con particolare riferimento alla sua attitudine a indurre o a subire cedimenti differenziali;*
- *sequenza cronologica con la quale vengono costruite le varie parti dell'opera;*
- *distribuzione, intensità o variazione nel tempo dei carichi trasmessi in fondazione, distinguendo i carichi permanenti da quelli variabili, e questi, a loro volta, in statici e dinamici.*

*c) Fattori ambientali:*

- ❖ *caratteri morfologici del sito;*
- ❖ *deflusso delle acque superficiali;*
- ❖ *presenza o caratteristiche di altri manufatti (edifici, canali, acquedotti, strade, muri di sostegno, gallerie, ponti, ecc.) esistenti nelle vicinanze o dei quali è prevista la costruzione.*

### 7.2.1 Verifiche della sicurezza e delle prestazioni attese

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) devono essere effettuate nel rispetto dei principi e delle procedure seguenti.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (6.2.1)$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad (6.2.2a)$$

ovvero

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right], \quad (6.2.2b)$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ , e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]. \quad (6.2.3)$$

*Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle:*

- ✓ azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ ,
- ✓ dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$
- ✓ della geometria di progetto  $a_d$ .

*L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = E_k \cdot \gamma_E$ .*

*Nella formulazione della resistenza  $R_d$ , compare esplicitamente un coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulla resistenza del sistema.*

### Coefficienti parziali

*La verifica condizione  $Ed < Rd$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per*

- *le azioni (A1 e A2),*
- *per i parametri geotecnici (M1 e M2)*
- *per le resistenze (R1, R2 e R3).*

*I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.*

#### *Approccio 1*

*sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti:*

- ❖ *la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno*
- ❖ *la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.*

#### *Approccio 2*

*è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche*

LE N.T.C. PREVEDONO DUE APPROCCI PROGETTUALI,  
DISTINTI E ALTERNATIVI

Amplificato Parzialmente amplificato Ridotto Valore caratteristico

AZIONI	PARAMETRI MECCANICI	RESISTENZE	AP1-C1 (STR)
AZIONI	PARAMETRI MECCANICI	RESISTENZE	AP1-C2 (GEO)
AZIONI	PARAMETRI MECCANICI	RESISTENZE	AP2 (STR/GEO)

*Approccio 1 (AP1)*

Combinazione 1 (AP1- C1): A1 + M1 + R1 (STR)  
Combinazione 2 (AP1- C2): A2 + M2 + R2 (GEO)

*Approccio 2 (AP2)* A1 + M1 + R3 (STR/GEO)

**Azioni (NTC 6.2.3.1.1)**

*I coefficienti parziali  $\gamma F$  relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1.*

*Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata,*

contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

### Resistenze (NTC 6.2.3.1.2)

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_f$	1,0	1,0

### Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) ( NTC C6.2.3.1)

Si considerano cinque stati limite ultimi che, mantenendo la denominazione abbreviata degli eurocodici, sono così identificati:

*EQU* – perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

*STR* – raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;



*GEO – raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;*

*UPL – perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);*

*HYD – erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.*

### **6.3 Metodologie di calcolo delle verifiche degli argini in terre armate**

#### 6.3.1 Calcolo della spinta sul muro

##### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite le NTC 2008 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo A1-M1 nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo A2-M2 nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

##### Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera

un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- ❖ si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- ❖ si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- ❖ dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.



Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(kh/(1 \pm kv))$  essendo  $kh$  il coefficiente sismico orizzontale e  $kv$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $kh$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità:

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(kh/(1 \pm kv))]$$

Terreno a permeabilità elevata:

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(kh/(1 \pm kv))]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos 2(\beta + \theta)}{\cos 2\beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = khW \quad F_{iV} = \pm kvW$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### 6.3.2 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2018 si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$M_s / M_r \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### 6.3.3 Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2018 si può impostare  $\eta_s \geq 1.10$

$$F_r / F_s \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato

opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

#### 6.3.4 Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta q$$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2018 si può impostare  $\eta q \geq 1.4$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- $c$  coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- $B$  larghezza della fondazione;
- $D$  profondità del piano di posa;
- $q$  pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)} \text{tg}(\phi)}{2 \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\text{tg} \phi}{2} \left( \frac{K_p \gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma  $s_c$  e  $s_\gamma$  che compaiono nella espressione di  $q_u$  dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

Il termine  $K_p \gamma$  che compare nell'espressione di  $N_\gamma$  non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per  $N_\gamma$  l'espressione proposta da Vesic

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg} \phi$$

### 6.3.5 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_g \geq 1.1$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione

con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum n_i \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum n_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b<sub>i</sub> e α<sub>i</sub> sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W<sub>i</sub> è il peso della striscia i-esima e c<sub>i</sub> e φ<sub>i</sub> sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u<sub>i</sub> ed l<sub>i</sub> rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia (l<sub>i</sub> = b<sub>i</sub>/cos α<sub>i</sub>).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η. Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

### 6.3.6 Verifiche interne

Le verifiche interne riguardano la determinazione del non superamento delle resistenze date dai rinforzi per i meccanismi di:

- scorrimento diretto;
- sfilamento;
- resistenza a trazione.

Con  $S$  verrà indicata la spinta agente alla quota del rinforzo considerato.

La verifica a scorrimento diretto consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo scivolamento del blocco di terra armata al di sopra del rinforzo stesso. La resistenza allo scorrimento lungo un'elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{scor} = \sigma'v \, f_{ds} \, \tan \phi'$$

con  $f_{ds}$  coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{scor} = L_{scor} \times B \times \tau_{scor}$$

$L_{scor}$ : Lunghezza del rinforzo;

$B$ : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{scor}/S \geq FS_{scor}$$

La verifica a sfilamento consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo sfilamento del rinforzo dalla terra armata. La resistenza allo sfilamento lungo un'elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{sfil} = \sigma'v \times f_{po} \times \tan \phi'$$

con  $f_{po}$  coeff. di resistenza allo sfilamento.





In termini di forza si ha:

$$T_{\text{sfil}} = L_{\text{sfil}} \times B \times 2 \tau_{\text{sfil}}$$

$L_{\text{sfil}}$ : Lunghezza del rinforzo;

$B$ : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{sfil}}/S \geq F_{S_{\text{sfil}}}$$

La verifica a trazione consiste nell'assicurare che la tensione nel rinforzo non superi quella ammissibile. La verifica è soddisfatta se:

$$P / T \geq F_{S_{\text{traz}}}$$

con  $P$  resistenza ammissibile impiegata per il dimensionamento:

$P = LTDS / (F_{S_{\text{giunzione}}} \times F_{S_{\text{chimico}}} \times F_{S_{\text{biologico}}} \times F_{S_{\text{danni ambientali}}})$

$LTDS$ : resistenza di progetto a lungo termine;

$T$ : sforzo agente nel rinforzo.

La verifica del risvolto consiste nel prevenire spanciamenti della facciata. La resistenza allo scorrimento del risvolto è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{scor,risv}} = \sigma'_{\text{v}} f_{\text{ds}} \tan \phi'$$

con  $f_{\text{ds}}$  coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor,risv}} = L_{\text{risv}} \times B \times \tau_{\text{scor,risv}}$$

$L_{\text{risv}}$ : Lunghezza del rinforzo;

$B$ : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor,risv}}/S \geq F_{S_{\text{scor}}}$$



### 7.3.7 Verifiche composte

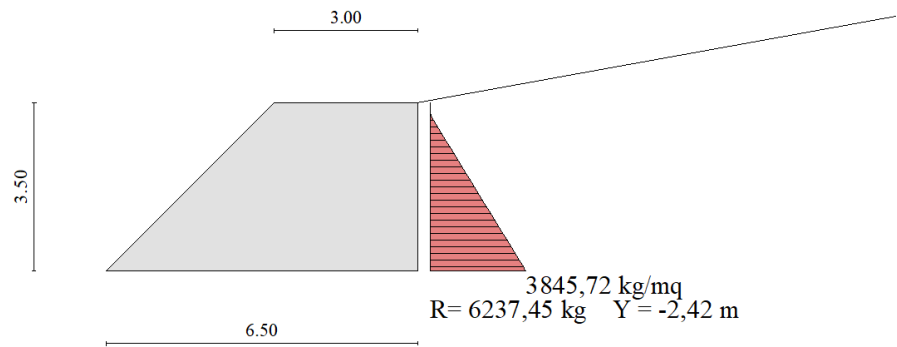
Le verifiche composte riguardano la ricerca dei cinematismi di rottura che riguardano l'insieme terreno rinforzi. Il programma analizza delle famiglie di superfici circolari.

Il calcolo del fattore di sicurezza della superficie circolare è effettuato con il metodo delle strisce tenendo conto del contributo di resistenza dei rinforzi contenuti.

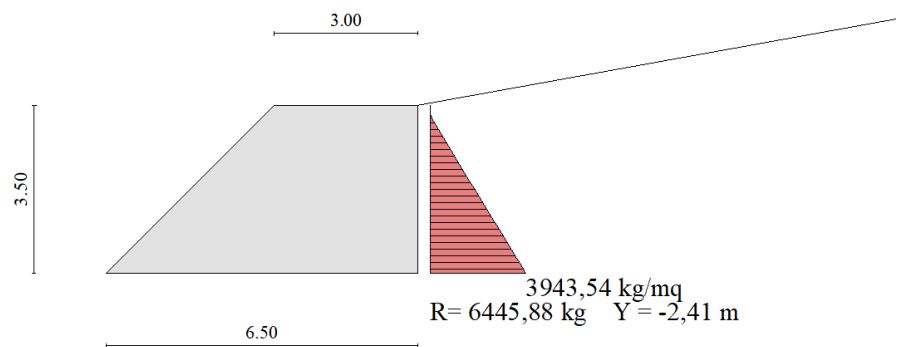
## 7. RISULTATI VERIFICHE

### 7.1 Spinte

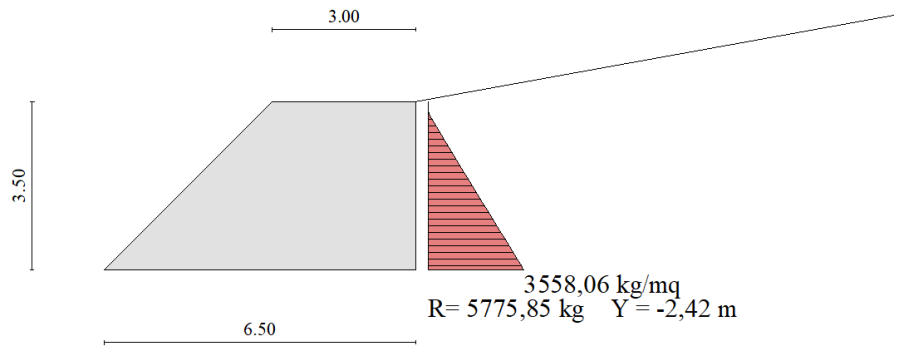
Combinazione 1



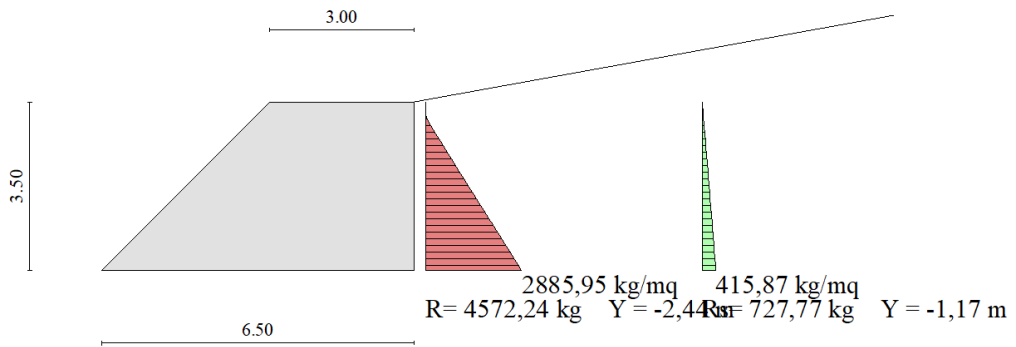
Combinazione 2



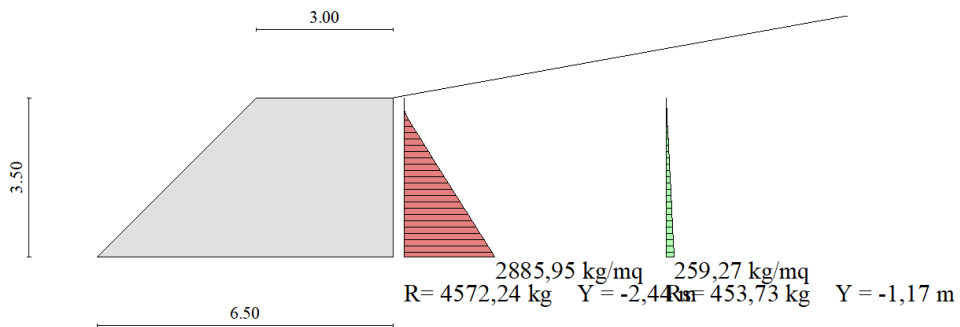
### Combinazione 3



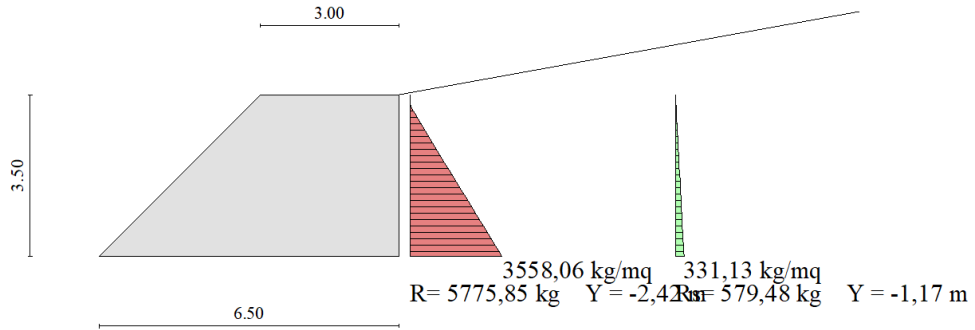
### Combinazione 4



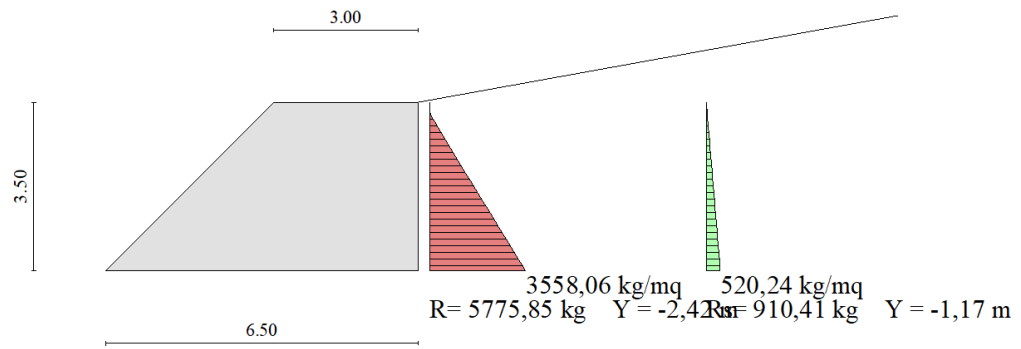
### Combinazione 6



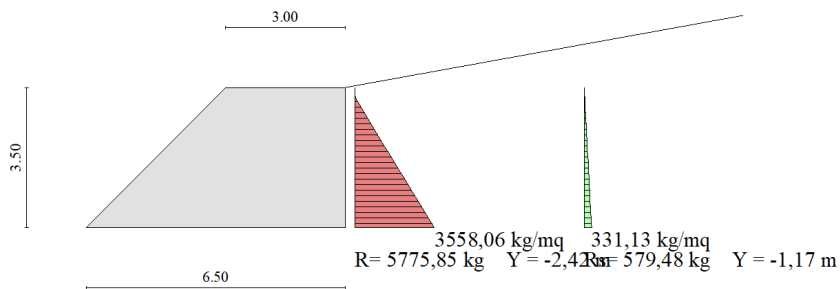
Combinazione 7



Combinazione 8

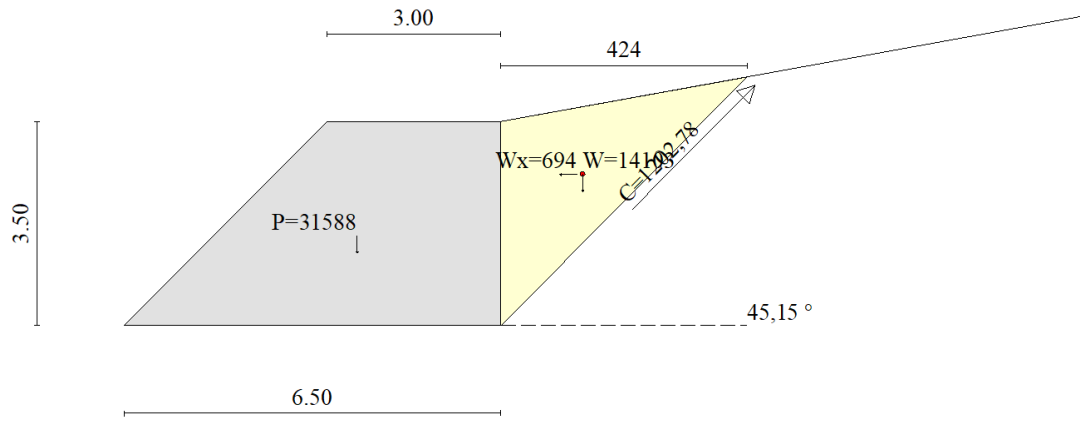


Combinazione 9

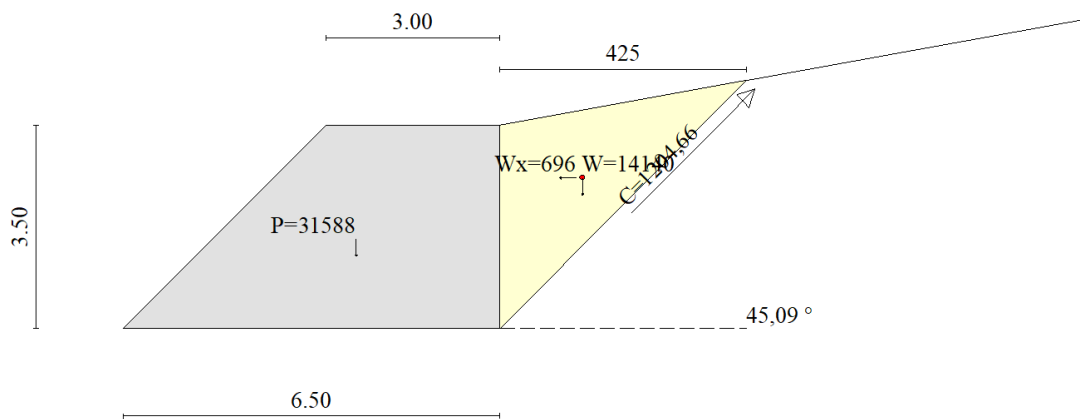


## 7.2 Cuneo sismico

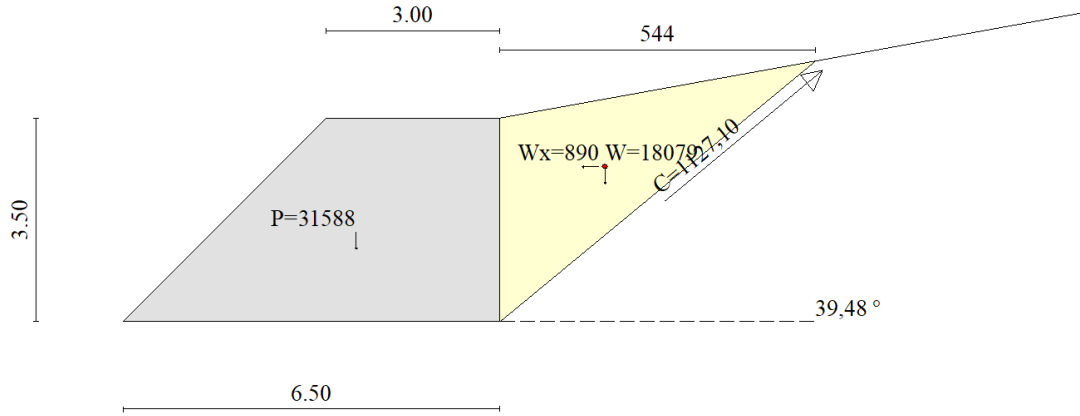
Combinazione 4



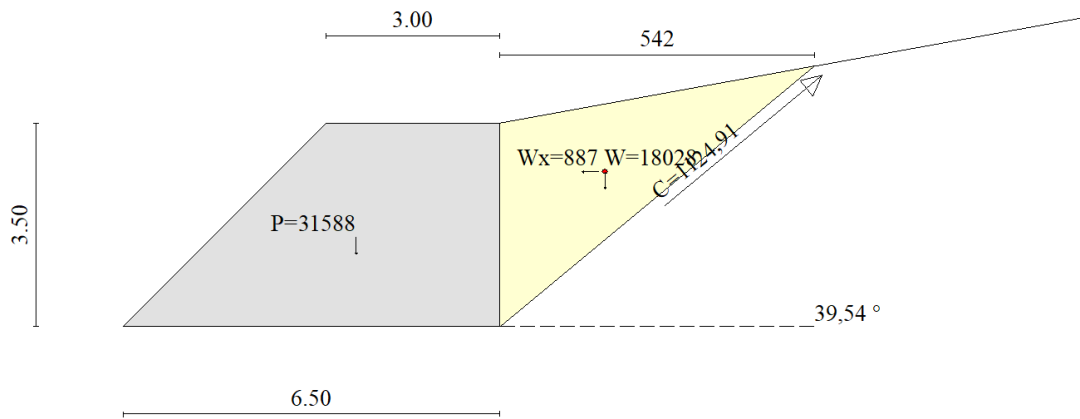
Combinazione 5



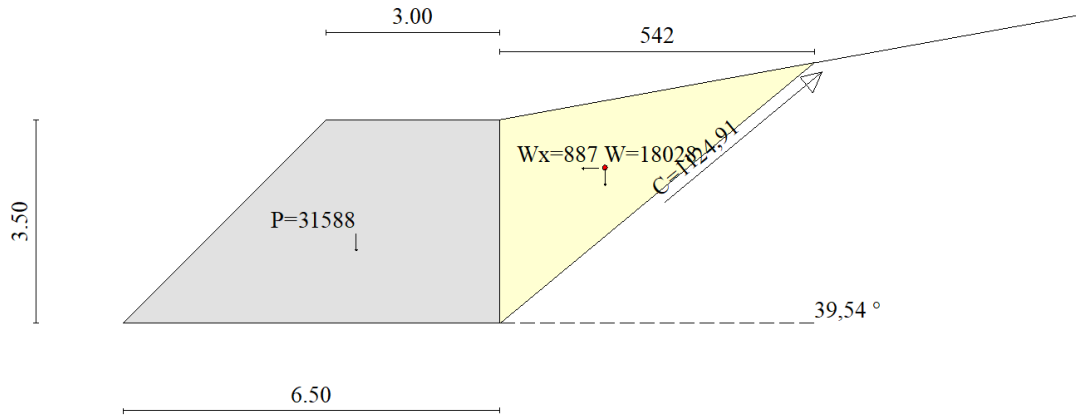
Combinazione 6



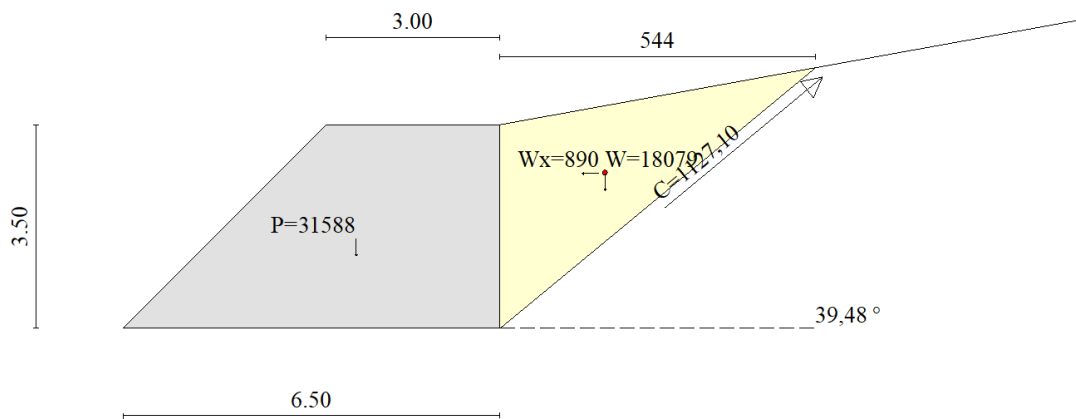
Combinazione 7



Combinazione 8



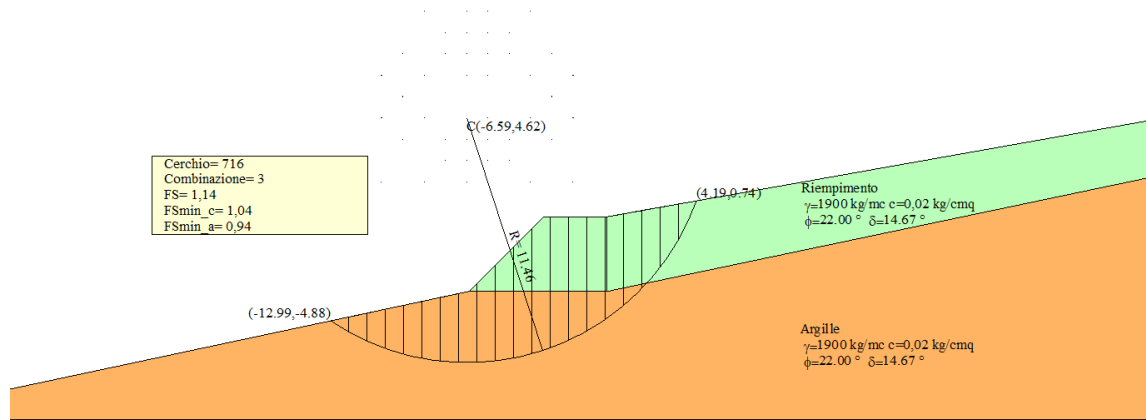
Combinazione 9



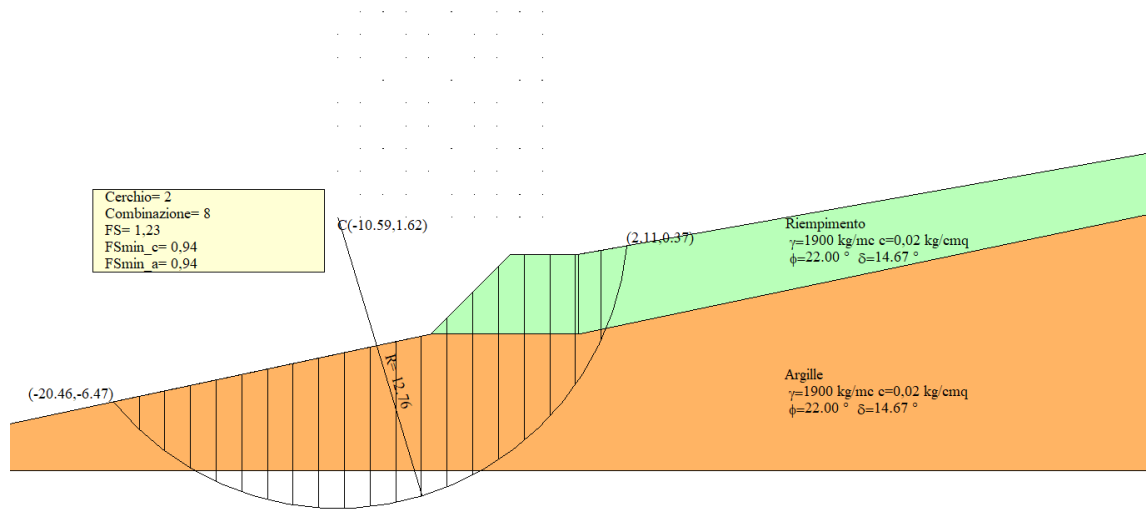


### 7.3 Stabilità

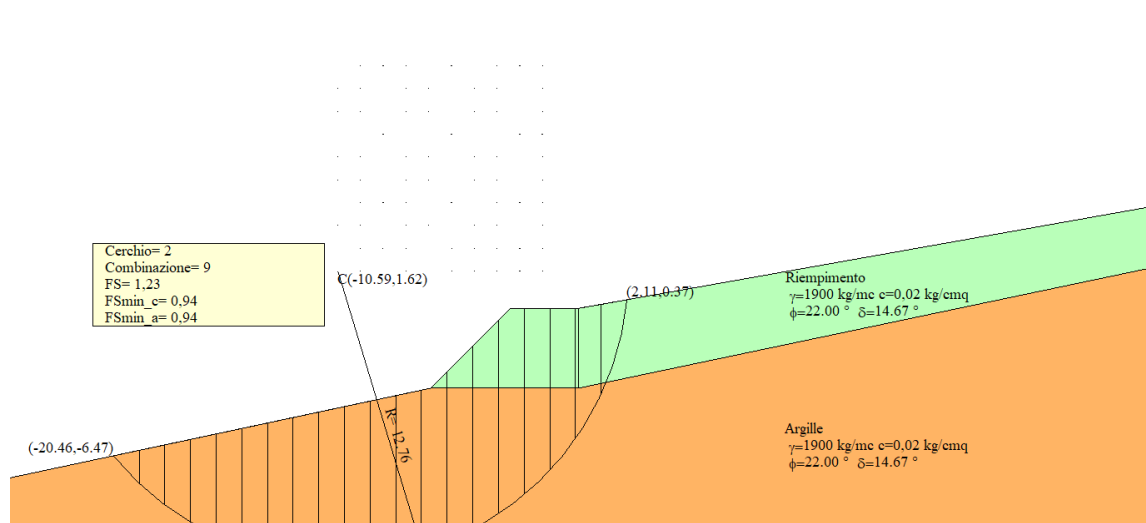
#### Combinazione 3



#### Combinazione 8

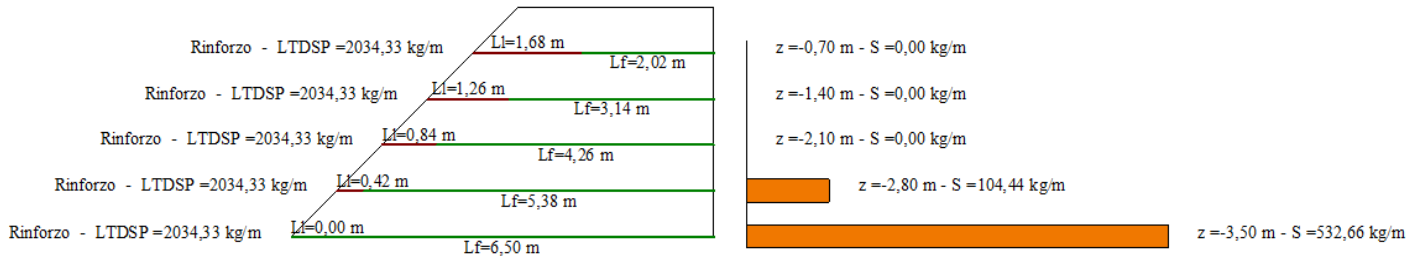


#### Combinazione 9



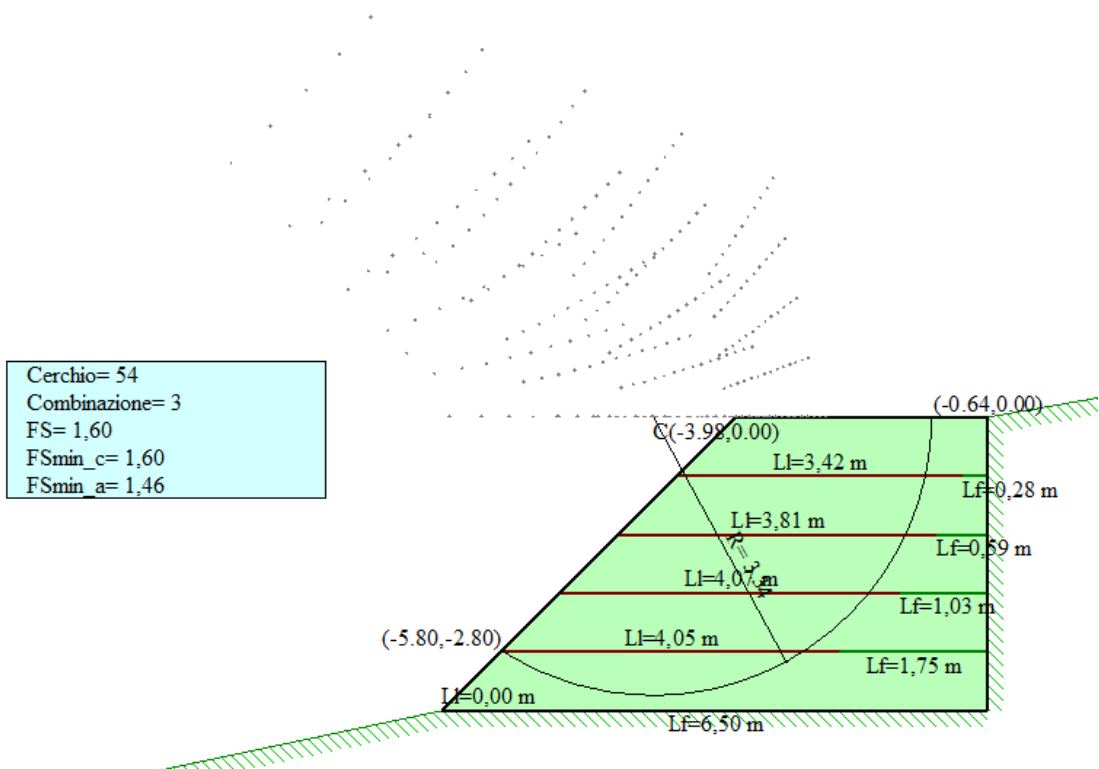
## 7.4 Sforzi rinforzi terra armata

Inviluppo delle combinazioni

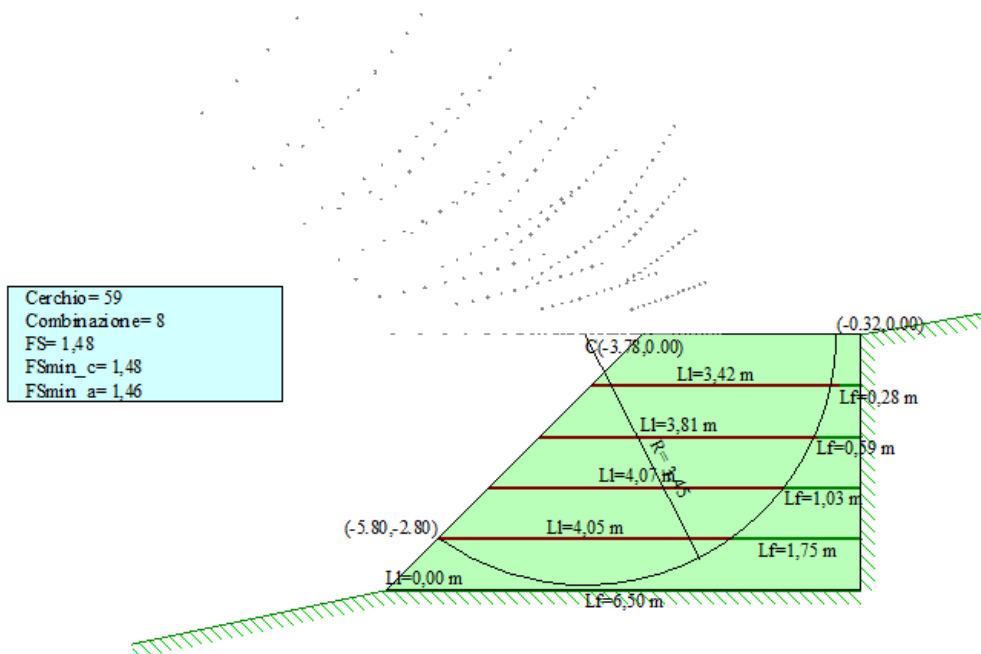


## 7.5 Stabilità interna

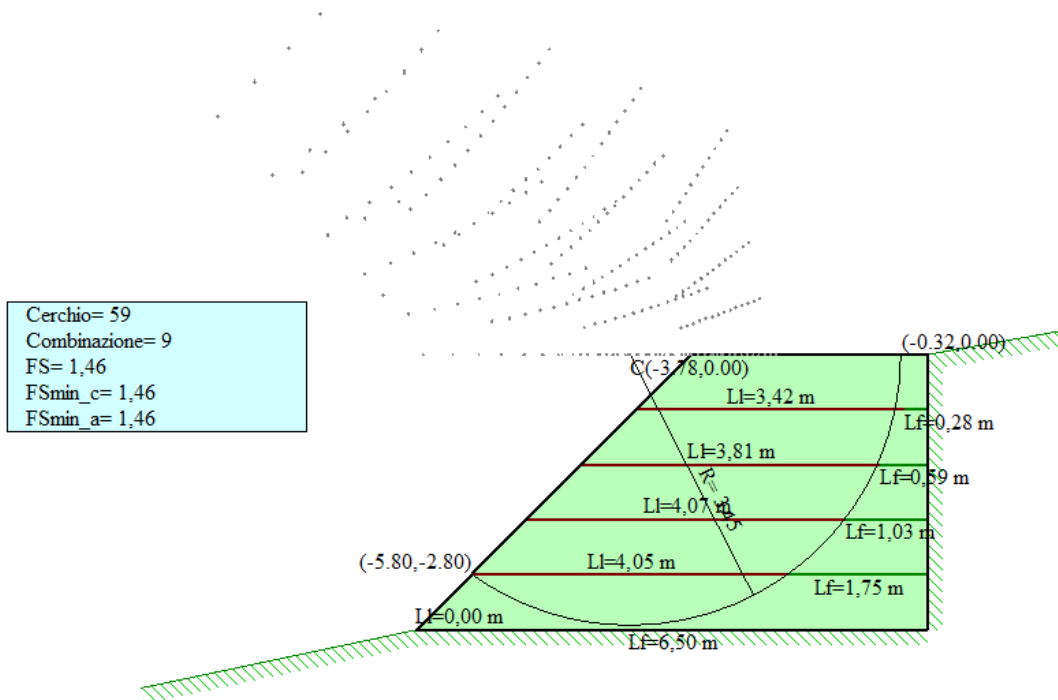
Combinazione 3



### Combinazione 8



### Combinazione 9





## 8. TABULATI DI CALCOLO VERIFICHE

### Normativa

Spinte e verifiche secondo: N.T.C. 2018

#### *Simbologia adottata*

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c'$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### **Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.90	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.10	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c'$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

#### **Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25



Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

**Verifiche esterne - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

**Verifiche interne - Coefficienti di sicurezza richiesti**

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento dei rinforzi	1.10
Coefficiente di sicurezza allo sfilamento del rinforzo	1.10
Coefficiente di sicurezza alla trazione del rinforzo	1.30
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento del risvolto	1.10

**Verifiche compound - Coefficienti di sicurezza richiesti**

Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale	1.10
Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale sismica	1.20

## Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
$c$	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$ca$	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	$c$	$ca$
Argille	1900,00	2000,00	22,00	14,67	0,020	0,000
Riempimento	1900,00	2000,00	22,00	14,67	0,020	0,000



## Stratigrafia terreno spingente

### Simbologia adottata

<i>n°</i>	Identificativo strato
<i>Sp</i>	Spessore dello strato, espresso in [m]
<i>Inc</i>	Inclinazione dello strato, espresso in [°]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

<b>N</b>	<b>Sp</b>	<b>Inc</b>	<b>Terreno</b>
1	3,50	12,00	Riempimento
2	6,00	0,00	Argille

## Profilo terreno

### Simbologia adottata

<i>n°</i>	Identificativo punto
<i>X</i>	Ascissa punto, espresso in [m]
<i>Y</i>	Ordinata punto, espresso in [m]

<b>n°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	10,00	1,77

## Caratteristiche rinforzi

### Simbologia adottata

<i>Rinforzo</i>	Identificativo del rinforzo
<i>LTDS</i>	Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kg/m]
<i>FS<sub>DG</sub></i>	Fattore di sicurezza per danni di giunzione
<i>FS<sub>DC</sub></i>	Fattore di sicurezza per danni chimici
<i>FS<sub>DB</sub></i>	Fattore di sicurezza per danni biologici
<i>FS<sub>DA</sub></i>	Fattore di sicurezza per danni ambientali
<i>LTDS<sub>A</sub></i>	Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kg/m]

<b>Rinforzo</b>	<b>LTDS</b>	<b>FS<sub>DG</sub></b>	<b>FS<sub>DC</sub></b>	<b>FS<sub>DB</sub></b>	<b>FS<sub>DA</sub></b>
	<b>LTDS<sub>A</sub></b>				
Rinforzo	4000,00	1,10	1,30	1,25	1,10
	2034,33				

## Geometria Terra Armata

### Simbologia adottata

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata

<i>n°</i>	Identificativo punto
<i>X</i>	Ascissa, espresso in [m]



Y Ordinata, espresso in [m]

n°	X	Y
1	0,00	0,00
2	-3,00	0,00
3	-6,50	-3,50
4	0,00	-3,50

## Struttura Terra Armata

### *Simbologia adottata*

*Terreno* Terreno dello strato

*Fds* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto

*Fpo* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno

<b>Terreno</b>	<b>Fds</b>	<b>Fpo</b>
Riempimento	0,90	0,90

## Descrizione rinforzi della Terra armata

### *Simbologia adottata*

*z* Quota del rinforzo

*Rinforzo* Identificativo del rinforzo

*L* Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]

*Lrv* Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]

*Lro* Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]

<b>z</b>	<b>Rinforzo</b>	<b>L</b>	<b>Lrv</b>	<b>Lro</b>
-0,70	Rinforzo	3,70	0,65	3,00
-1,40	Rinforzo	4,40	0,70	3,00
-2,10	Rinforzo	5,10	0,70	3,00
-2,80	Rinforzo	5,80	0,70	3,00
-3,50	Rinforzo	6,50	0,70	3,00

## Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di TERZAGHI.

Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di FELLENIUS.

## Descrizione combinazioni di carico

### *Simbologia adottata*



$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.30	1.00	1.30	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	1.30	Sfavorevole

Combinazione n° 2 EQU

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	0.90	1.00	0.90	Favorevole
Spinta terreno	1.10	1.00	1.10	Sfavorevole

Combinazione n° 3 STAB

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole





## Verifiche - Coefficienti di sicurezza

### Verifiche esterne

#### *Simbologia adottata*

$FS_{Rib}$	Fattore di sicurezza a ribaltamento
$FS_{Scor}$	Fattore di sicurezza a scorrimento
$FS_{Qlim}$	Fattore di sicurezza a carico limite
$FS_{Stab}$	Fattore di sicurezza a stabilità globale

	$FS_{Rib}$	$FS_{Scor}$	$FS_{Qlim}$	
Comb. n° 1 SLU (Approccio 2)	--	1,86	4,08	
	--			
Comb. n° 2 EQU	17,90	--	--	--
Comb. n° 3 STAB	--	--	--	1,14
Comb. n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo	--	1,32	5,36	
	--			
Comb. n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo	--	1,31	5,62	
	--			
Comb. n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo	10,47	--	--	--
Comb. n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo	13,17	--	--	--
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo	--	--	--	1,23
Comb. n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo	--	--	--	1,23

### Verifiche interne

#### *Simbologia adottata*

$FS_{Scor}$	Fattore di sicurezza a scorrimento
$FS_{Sfil}$	Fattore di sicurezza a sfilamento
$FS_{Traz}$	Fattore di sicurezza a trazione
$FS_{ScorR}$	Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

	$FS_{Scor}$	$FS_{Sfil}$	$FS_{Traz}$
Comb. n° 1 SLU (Approccio 2)	27,11	54,21	3,82
	7,21		
Comb. n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo	30,86	61,72	5,65
	8,21		
Comb. n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo	37,16	74,32	6,81
	9,89		



### Verifiche composte

#### *Simbologia adottata*

$FS_{Comp}$  Coefficiente di sicurezza a stabilità locale (compound)

	$FS_{Comp}$
Comb. n° 3 STAB	1,60
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo	1,48
Comb. n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo	1,46

### Verifiche esterne

#### **Risultati spinta**

##### Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

Spinta statica	6217,59	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-2,42 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	6014,99	[kg]
Componente verticale della spinta statica	1574,26	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	14,67	[°]

##### Combinazione n° 2 EQU

Spinta statica	6421,47	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-2,41 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	6285,18	[kg]
Componente verticale della spinta statica	1315,98	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	11,83	[°]

##### Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	4558,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-2,44 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	4409,53	[kg]
Componente verticale della spinta statica	1154,08	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	14,67	[°]
Incremento sismico della spinta	722,85	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-1,17 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	699,29	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	183,02	[kg]



Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	4558,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-2,44 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	4409,53	[kg]
Componente verticale della spinta statica	1154,08	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	14,67	[°]
Incremento sismico della spinta	449,77	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-1,17 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	435,11	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	113,88	[kg]

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	5754,23	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-2,42 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	5632,10	[kg]
Componente verticale della spinta statica	1179,24	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	11,83	[°]
Incremento sismico della spinta	571,79	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-1,17 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	559,65	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	117,18	[kg]

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	5754,23	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-2,42 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	5632,10	[kg]
Componente verticale della spinta statica	1179,24	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	11,83	[°]
Incremento sismico della spinta	901,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-1,17 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	882,15	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	184,70	[kg]



## Risultanti

### Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

Risultanti in direzione X	6014,99	[kg]
Risultanti in direzione Y	42638,01	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	42638,01	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6014,99	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,707	[m]
Risultante in fondazione	43060,19	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	8,03	[°]
Carico ultimo della fondazione	173994,59	[kg]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,228	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Pressione terreno allo spigolo di monte	1,084	[kg/cm <sup>2</sup> ]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.27$	$N'_c = 20.27$
$N_q = 9.19$	$N'_q = 9.19$
$N_\gamma = 4.88$	$N'_\gamma = 4.88$

### Combinazione n° 2 EQU

Risultanti in direzione X	6285,18	[kg]
Risultanti in direzione Y	29744,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	6860,42	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	122767,63	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	29744,73	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6285,18	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,647	[m]
Risultante in fondazione	30401,52	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	11,93	[°]

### Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	6663,27	[kg]
Risultanti in direzione Y	33701,82	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	33701,82	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6663,27	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,608	[m]
Risultante in fondazione	34354,21	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	11,18	[°]
Carico ultimo della fondazione	180706,07	[kg]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,227	[kg/cm <sup>2</sup> ]



Pressione terreno allo spigolo di monte	0,810	[kg/cmq]
---	-------	----------

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.27$	$N'_c = 20.27$
$N_q = 9.19$	$N'_q = 9.19$
$N_\gamma = 4.88$	$N'_\gamma = 4.88$

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	6399,08	[kg]
Risultanti in direzione Y	32078,23	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	32078,23	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6399,08	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,614	[m]
Risultante in fondazione	32710,26	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	11,28	[°]
Carico ultimo della fondazione	180308,57	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,214	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	0,773	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.27$	$N'_c = 20.27$
$N_q = 9.19$	$N'_q = 9.19$
$N_\gamma = 4.88$	$N'_\gamma = 4.88$

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	7746,20	[kg]
Risultanti in direzione Y	32106,70	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	12919,94	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	135330,90	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	32106,70	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7746,20	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,563	[m]
Risultante in fondazione	33027,92	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	13,56	[°]

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	8068,70	[kg]
Risultanti in direzione Y	33728,67	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	10549,91	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	138892,34	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	33728,67	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8068,70	[kg]



Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,555	[m]
Risultante in fondazione	34680,35	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	13,45	[°]

### Stabilità globale terra armata + terreno

#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

<i>Str</i>	Identificativo della striscia
<i>W</i>	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
<i>c</i>	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
<i>l</i>	lunghezza della base della striscia espressa in [m]
<i>u</i>	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
<i>N</i>	sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]
<i>T</i>	sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

#### Combinazione n° 3 STAB

Superficie di scorrimento n° 716 -  $F_s = 1.14$

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>l</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	577	-31,38	17,91	160,00	1,01	0	493	282
2	1653	-26,36	17,91	160,00	0,96	0	1481	556
3	2583	-21,62	17,91	160,00	0,92	0	2401	813
4	3380	-17,11	17,91	160,00	0,90	0	3230	1045
5	4056	-12,76	17,91	160,00	0,88	0	3956	1249
6	4617	-8,54	17,91	160,00	0,87	0	4566	1421
7	5069	-4,39	17,91	160,00	0,86	0	5054	1558
8	5521	-0,12	17,91	160,00	0,86	0	5384	1652
9	6695	4,93	17,91	160,00	0,86	0	5353	1644
10	7935	9,07	17,91	160,00	0,87	0	5145	1586
11	9065	13,29	17,91	160,00	0,88	0	4805	1491
12	9984	17,64	17,91	160,00	0,90	0	4335	1360
13	9753	22,15	17,91	160,00	0,93	0	3740	1194
14	9109	26,89	17,91	160,00	0,96	0	3027	996
15	8315	31,91	17,91	160,00	1,01	0	2208	770
16	7444	37,26	17,91	160,00	1,08	0	5369	1678
17	6512	42,99	17,91	160,00	1,17	0	4764	1520
18	5310	49,13	17,91	160,00	1,31	0	3474	1173
19	3725	55,82	17,91	160,00	1,53	0	2093	810
20	1474	65,06	17,91	160,00	2,04	0	622	464



Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

Superficie di scorrimento n° 2 -  $F_s = 1.23$

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	l	u	N	T
1	1566	-46,71	17,91	160,00	1,65	0	1074	497
2	4375	-40,02	17,91	160,00	1,47	0	3351	1074
3	6699	-33,79	17,91	160,00	1,36	0	5567	1643
4	8650	-27,20	17,91	160,00	1,27	0	7693	2191
5	10293	-21,75	17,91	160,00	1,22	0	9560	2676
6	11664	-16,69	17,91	160,00	1,18	0	11173	3096
7	12785	-11,89	17,91	160,00	1,15	0	12510	3445
8	13671	-6,78	17,91	160,00	1,14	0	13575	3723
9	14351	-0,54	17,91	160,00	1,13	0	14350	3926
10	14817	3,98	17,91	160,00	1,13	0	14781	4040
11	15059	8,57	17,91	160,00	1,14	0	14891	4070
12	15072	13,48	17,91	160,00	1,16	0	14656	4011
13	15236	20,07	17,91	160,00	1,20	0	13860	3806
14	16544	25,20	17,91	160,00	1,25	0	12496	3453
15	17690	30,73	17,91	160,00	1,31	0	10774	3008
16	18154	36,79	17,91	160,00	1,41	0	8743	2486
17	16381	43,50	17,91	160,00	1,56	0	6438	1898
18	13763	50,95	17,91	160,00	1,79	0	3942	1271
19	10410	59,90	17,91	160,00	2,25	0	4735	1540
20	5080	74,63	17,91	160,00	4,26	0	1346	910

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

Superficie di scorrimento n° 2 -  $F_s = 1.23$

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	l	u	N	T
1	1566	-46,71	17,91	160,00	1,65	0	1074	496
2	4375	-40,02	17,91	160,00	1,47	0	3351	1071
3	6699	-33,79	17,91	160,00	1,36	0	5567	1638
4	8650	-27,20	17,91	160,00	1,27	0	7693	2185
5	10293	-21,75	17,91	160,00	1,22	0	9560	2668
6	11664	-16,69	17,91	160,00	1,18	0	11173	3087
7	12785	-11,89	17,91	160,00	1,15	0	12510	3435
8	13671	-6,78	17,91	160,00	1,14	0	13575	3712
9	14351	-0,54	17,91	160,00	1,13	0	14350	3915
10	14817	3,98	17,91	160,00	1,13	0	14781	4028
11	15059	8,57	17,91	160,00	1,14	0	14891	4058
12	15072	13,48	17,91	160,00	1,16	0	14656	3999
13	15236	20,07	17,91	160,00	1,20	0	13860	3796
14	16544	25,20	17,91	160,00	1,25	0	12496	3443



15	17690	30,73	17,91	160,00	1,31	0	10774	3000
16	18154	36,79	17,91	160,00	1,41	0	8743	2479
17	16381	43,50	17,91	160,00	1,56	0	6438	1893
18	13763	50,95	17,91	160,00	1,79	0	3942	1268
19	10410	59,90	17,91	160,00	2,25	0	4735	1536
20	5080	74,63	17,91	160,00	4,26	0	1346	907

## Verifiche interne

### Risultati rinforzi

#### Simbologia adottata

<i>n°</i>	Identificativo rinforzo
<i>z</i>	Quota del rinforzo, espresso in [m]
<i>Rinf</i>	Tipo di rinforzo utilizzato
<i>Sf</i>	Sforzo nel rinforzo espressa in [kg/m]
<i>LI</i>	Lunghezza libera del rinforzo espressa in [m]
<i>Lf</i>	Lunghezza fondazione del rinforzo espressa in [m]
<i>Lt</i>	Lunghezza totale del rinforzo espressa in [m]
<i>Lrisv</i>	Lunghezza del risvolto del rinforzo espressa in [m]

#### Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>LI</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	-0,70	Rinforzo	0,00	1,43	2,27	3,70	3,00
2	-1,40	Rinforzo	0,00	1,07	3,33	4,40	3,00
3	-2,10	Rinforzo	0,00	0,72	4,38	5,10	3,00
4	-2,80	Rinforzo	104,44	0,36	5,44	5,80	3,00
5	-3,50	Rinforzo	532,66	0,00	6,50	6,50	3,00

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>
1	-0,70	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-1,40	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-2,10	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,80	Rinforzo	102,43	204,85	19,48	33,93
5	-3,50	Rinforzo	27,11	54,21	3,82	7,21

#### Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>LI</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	-0,70	Rinforzo	0,00	1,67	2,03	3,70	3,00
2	-1,40	Rinforzo	0,00	1,25	3,15	4,40	3,00
3	-2,10	Rinforzo	0,00	0,84	4,26	5,10	3,00
4	-2,80	Rinforzo	0,00	0,42	5,38	5,80	3,00
5	-3,50	Rinforzo	359,88	0,00	6,50	6,50	3,00





n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	-0,70	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-1,40	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-2,10	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,80	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-3,50	Rinforzo	30,86	61,72	5,65	8,21

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	-0,70	Rinforzo	0,00	1,68	2,02	3,70	3,00
2	-1,40	Rinforzo	0,00	1,26	3,14	4,40	3,00
3	-2,10	Rinforzo	0,00	0,84	4,26	5,10	3,00
4	-2,80	Rinforzo	0,00	0,42	5,38	5,80	3,00
5	-3,50	Rinforzo	298,85	0,00	6,50	6,50	3,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	-0,70	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-1,40	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-2,10	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,80	Rinforzo	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-3,50	Rinforzo	37,16	74,32	6,81	9,89

## Verifiche composte

### Stabilità globale della terra armata

#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

<i>Str</i>	Identificativo della striscia
<i>W</i>	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
<i>c</i>	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
<i>b</i>	larghezza della striscia espressa in [m]
<i>u</i>	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
<i>N</i>	sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]
<i>T</i>	sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]



Combinazione n° 3 STAB

*Superficie di scorrimento n° 54 -  $F_s = 1.60$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	99	-29,91	17,91	0,02	0,30	0	86	47
2	293	-25,07	17,91	0,02	0,28	0	265	82
3	473	-20,60	17,91	0,02	0,28	0	443	117
4	641	-16,41	17,91	0,02	0,27	0	615	151
5	797	-11,46	17,91	0,02	0,26	0	781	184
6	944	-6,32	17,91	0,02	0,26	0	939	215
7	1081	-2,52	17,91	0,02	0,26	0	1080	244
8	1207	1,25	17,91	0,02	0,26	0	1207	269
9	1324	6,98	17,91	0,02	0,26	0	1314	291
10	1432	11,24	17,91	0,02	0,26	0	1404	309
11	1527	15,24	17,91	0,02	0,27	0	1473	324
12	1533	19,44	17,91	0,02	0,27	0	1446	319
13	1481	25,43	17,91	0,02	0,29	0	1337	298
14	1415	30,23	17,91	0,02	0,30	0	1223	276
15	1335	35,29	17,91	0,02	0,32	0	1089	251
16	1236	40,87	17,91	0,02	0,34	0	935	222
17	1114	47,04	17,91	0,02	0,38	0	759	191
18	961	53,89	17,91	0,02	0,44	0	566	158
19	757	62,76	17,91	0,02	0,56	0	346	126
20	415	78,57	17,91	0,02	1,30	0	82	146

*Superficie di scorrimento n° 59 -  $F_s = 1.60$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	117	-32,71	17,91	0,02	0,33	0	98	52
2	344	-27,51	17,91	0,02	0,31	0	305	92
3	554	-22,74	17,91	0,02	0,30	0	511	133
4	750	-18,31	17,91	0,02	0,29	0	712	172
5	932	-13,83	17,91	0,02	0,28	0	905	211
6	1102	-7,85	17,91	0,02	0,28	0	1092	248
7	1261	-3,91	17,91	0,02	0,27	0	1258	281
8	1407	-0,02	17,91	0,02	0,27	0	1407	311
9	1542	5,05	17,91	0,02	0,27	0	1536	337
10	1667	10,19	17,91	0,02	0,28	0	1641	359
11	1736	14,26	17,91	0,02	0,28	0	1683	368
12	1697	18,53	17,91	0,02	0,29	0	1609	353
13	1640	23,93	17,91	0,02	0,30	0	1499	332
14	1570	29,46	17,91	0,02	0,31	0	1367	307
15	1482	34,57	17,91	0,02	0,33	0	1220	279
16	1373	40,20	17,91	0,02	0,36	0	1049	247
17	1239	46,43	17,91	0,02	0,40	0	854	212
18	1069	53,33	17,91	0,02	0,46	0	638	174



19	842	62,47	17,91	0,02	0,59	0	389	138
20	462	78,41	17,91	0,02	1,36	0	93	155

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

*Superficie di scorrimento n° 54 -  $F_s = 1.50$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	99	-29,91	17,91	0,02	0,30	0	86	50
2	293	-25,07	17,91	0,02	0,28	0	265	88
3	473	-20,60	17,91	0,02	0,28	0	443	125
4	641	-16,41	17,91	0,02	0,27	0	615	162
5	797	-11,46	17,91	0,02	0,26	0	781	197
6	944	-6,32	17,91	0,02	0,26	0	939	231
7	1081	-2,52	17,91	0,02	0,26	0	1080	261
8	1207	1,25	17,91	0,02	0,26	0	1207	288
9	1324	6,98	17,91	0,02	0,26	0	1314	312
10	1432	11,24	17,91	0,02	0,26	0	1404	332
11	1527	15,24	17,91	0,02	0,27	0	1473	347
12	1533	19,44	17,91	0,02	0,27	0	1446	342
13	1481	25,43	17,91	0,02	0,29	0	1337	319
14	1415	30,23	17,91	0,02	0,30	0	1223	296
15	1335	35,29	17,91	0,02	0,32	0	1089	269
16	1236	40,87	17,91	0,02	0,34	0	935	238
17	1114	47,04	17,91	0,02	0,38	0	759	205
18	961	53,89	17,91	0,02	0,44	0	566	169
19	757	62,76	17,91	0,02	0,56	0	346	135
20	415	78,57	17,91	0,02	1,30	0	82	157

*Superficie di scorrimento n° 59 -  $F_s = 1.48$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	117	-32,71	17,91	0,02	0,33	0	98	57
2	344	-27,51	17,91	0,02	0,31	0	305	100
3	554	-22,74	17,91	0,02	0,30	0	511	143
4	750	-18,31	17,91	0,02	0,29	0	712	186
5	932	-13,83	17,91	0,02	0,28	0	905	227
6	1102	-7,85	17,91	0,02	0,28	0	1092	267
7	1261	-3,91	17,91	0,02	0,27	0	1258	303
8	1407	-0,02	17,91	0,02	0,27	0	1407	336
9	1542	5,05	17,91	0,02	0,27	0	1536	364
10	1667	10,19	17,91	0,02	0,28	0	1641	387
11	1736	14,26	17,91	0,02	0,28	0	1683	397
12	1697	18,53	17,91	0,02	0,29	0	1609	381
13	1640	23,93	17,91	0,02	0,30	0	1499	359
14	1570	29,46	17,91	0,02	0,31	0	1367	332



15	1482	34,57	17,91	0,02	0,33	0	1220	301
16	1373	40,20	17,91	0,02	0,36	0	1049	267
17	1239	46,43	17,91	0,02	0,40	0	854	229
18	1069	53,33	17,91	0,02	0,46	0	638	188
19	842	62,47	17,91	0,02	0,59	0	389	149
20	462	78,41	17,91	0,02	1,36	0	93	167

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

*Superficie di scorrimento n° 54 -  $F_s = 1.47$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	99	-29,91	17,91	0,02	0,30	0	86	51
2	293	-25,07	17,91	0,02	0,28	0	265	89
3	473	-20,60	17,91	0,02	0,28	0	443	127
4	641	-16,41	17,91	0,02	0,27	0	615	164
5	797	-11,46	17,91	0,02	0,26	0	781	200
6	944	-6,32	17,91	0,02	0,26	0	939	235
7	1081	-2,52	17,91	0,02	0,26	0	1080	266
8	1207	1,25	17,91	0,02	0,26	0	1207	294
9	1324	6,98	17,91	0,02	0,26	0	1314	317
10	1432	11,24	17,91	0,02	0,26	0	1404	337
11	1527	15,24	17,91	0,02	0,27	0	1473	353
12	1533	19,44	17,91	0,02	0,27	0	1446	348
13	1481	25,43	17,91	0,02	0,29	0	1337	325
14	1415	30,23	17,91	0,02	0,30	0	1223	301
15	1335	35,29	17,91	0,02	0,32	0	1089	274
16	1236	40,87	17,91	0,02	0,34	0	935	243
17	1114	47,04	17,91	0,02	0,38	0	759	208
18	961	53,89	17,91	0,02	0,44	0	566	172
19	757	62,76	17,91	0,02	0,56	0	346	137
20	415	78,57	17,91	0,02	1,30	0	82	160

*Superficie di scorrimento n° 59 -  $F_s = 1.46$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	117	-32,71	17,91	0,02	0,33	0	98	57
2	344	-27,51	17,91	0,02	0,31	0	305	101
3	554	-22,74	17,91	0,02	0,30	0	511	145
4	750	-18,31	17,91	0,02	0,29	0	712	189
5	932	-13,83	17,91	0,02	0,28	0	905	231
6	1102	-7,85	17,91	0,02	0,28	0	1092	271
7	1261	-3,91	17,91	0,02	0,27	0	1258	308
8	1407	-0,02	17,91	0,02	0,27	0	1407	341
9	1542	5,05	17,91	0,02	0,27	0	1536	369
10	1667	10,19	17,91	0,02	0,28	0	1641	393



Vamirgeoind Ambiente, Geologia e Geofisica srl – Progetto di miglioramento fondiario e riqualificazione morfologica – Relazione generale, tecnica e geotecnica




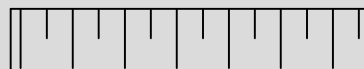

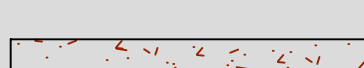
11	1736	14,26	17,91	0,02	0,28	0	1683	403
12	1697	18,53	17,91	0,02	0,29	0	1609	387
13	1640	23,93	17,91	0,02	0,30	0	1499	364
14	1570	29,46	17,91	0,02	0,31	0	1367	336
15	1482	34,57	17,91	0,02	0,33	0	1220	306
16	1373	40,20	17,91	0,02	0,36	0	1049	271
17	1239	46,43	17,91	0,02	0,40	0	854	232
18	1069	53,33	17,91	0,02	0,46	0	638	191
19	842	62,47	17,91	0,02	0,59	0	389	151
20	462	78,41	17,91	0,02	1,36	0	93	170







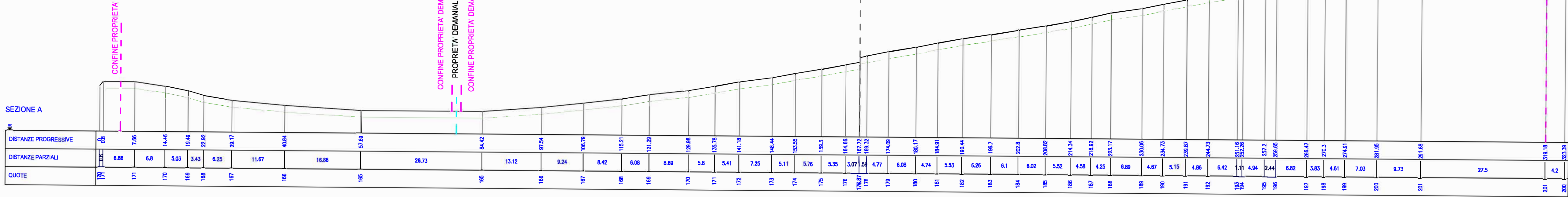


	CONFINE AREA DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO
	TRACCIA DELLE SEZIONI
	PROPRIETA' DEMANIALE
	SCARPATE DELLE TERRE ARMATE
	SISTEMAZIONE CON GABBIONATE
	RIEMPIMENTO CON TERRENO COMPATTATO E PENDENZA MASSIMA 10°



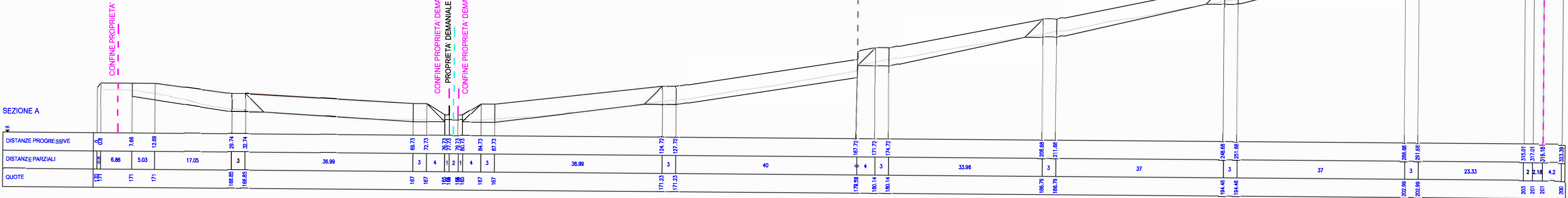
SEZIONE A-A  
STATO ATTUALE

- Piano campagna
- Profilo successivo allo scotico superficiale di circa 1,30m



SEZIONE A-A  
STATO DI PROGETTO

- Profilo di progetto
- Profilo successivo alla scotico superficiale di circa 1,30 m

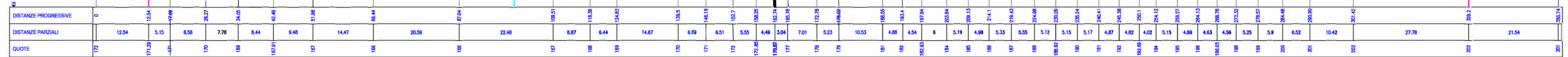




SEZIONE B-B  
STATO ATTUALE

— Piano campagna  
— Profilo successivo alla scotico superficiale di circa 1,30 m

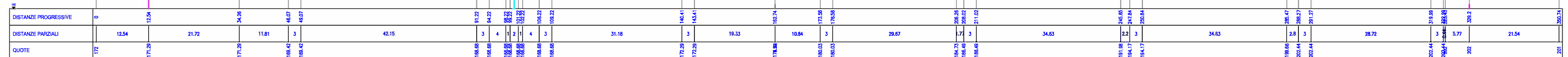
SEZIONE B



SEZIONE B-B  
STATO DI PROGETTO

— Profilo di progetto  
— Profilo successivo alla scotico superficiale di circa 1,30 m

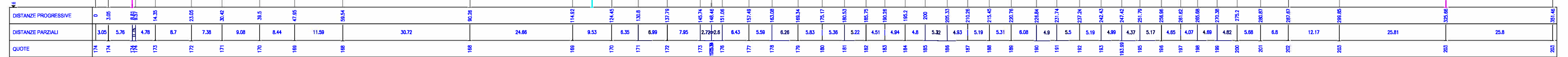
SEZIONE B



SEZIONE C-C  
STATO ATTUALE

- Piano campagna
- Profilo successivo allo scotico superficiale di circa 1,30 m

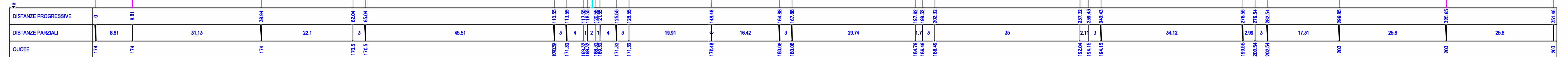
SEZIONE C



SEZIONE C-C  
STATO DI PROGETTO

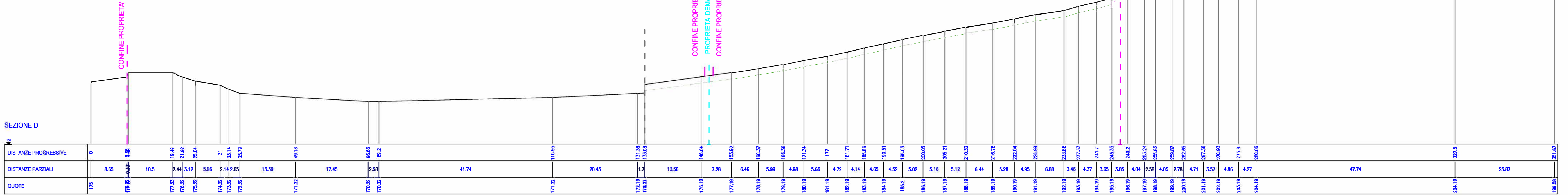
- Profilo di progetto
- Profilo successivo alla scotico superficiale di circa 1,30 m

SEZIONE C



SEZIONE D-D  
STATO ATTUALE

- Piano campagna
- Profilo successivo alla scotico superficiale di circa 1,30 m



SEZIONE D-D  
STATO DI PROGETTO

- Profilo di progetto
- Profilo successivo alla scotico superficiale di circa 1,30 m

