



*Sito impiantistico
Galliera (BO)*

Valutazione di Impatto Ambientale

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.

PROGETTO DEFINITIVO

Ottimizzazione di utilizzo del sito impiantistico esistente
attraverso il ridimensionamento dell'area dedicata al
servizio di deposito finale dei rifiuti

ELABORATO 05

Relazione di stabilità globale

Approvato	E. Zamagni	The logo for Desmos, featuring a stylized 'D' made of two interlocking squares, one blue and one green, followed by the word "Desmos" in green and "Ingegneria Ambiente Energia" in a smaller green font below it.	
Controllato	L. Savigni F. Crociati		
Redatto	DESMOS		
Rev.	00	Data	30/04/2025
Cod. Doc.	DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Pagine	1 di 22

SOMMARIO

A	INTRODUZIONE	3
A.1	OGGETTO E SCOPO	3
A.2	DOCUMENTI DI PROGETTO	3
A.3	RIFERIMENTI PROGETTUALI	3
A.3.1	<i>Normativa di riferimento.....</i>	3
A.3.2	<i>Software</i>	4
B	MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	5
B.1	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	5
B.2	LIVELLO DI FALDA.....	10
C	ANALISI DI STABILITÀ.....	11
C.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	11
C.2	SEZIONI E IPOTESI DI CALCOLO	12
D	VALUTAZIONE DEI RISULTATI	14
D.1	PREMESSA	14
D.2	SINTESI DEI RISULTATI	16
E	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	22

ALLEGATO TABULATI DI CALCOLO

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	2 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

A INTRODUZIONE

A.1 OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ha lo scopo di presentare le verifiche geotecniche condotte ai sensi della normativa vigente (D.M. 14/01/2018; di seguito NTC2018) relative all'abbancamento del II stralcio della discarica nel sito impiantistico ubicato nel Comune di Galliera (BO), in via San Francesco.

Nello specifico, saranno riportate di seguito le verifiche di stabilità (statiche e sismiche) del corpo rifiuti e del complesso terreno rifiuti in relazione alle caratteristiche geometriche della discarica previste da progetto.

Sarà valutata, inoltre, la stabilità dei rifiuti nei confronti dello scivolamento lungo le interfacce di impermeabilizzazione.

Le valutazioni sulla suscettibilità dei terreni di fondazione alla liquefazione sono invece esposte nella Relazione Geotecnica, a cui si rimanda per tale argomento.

A.2 DOCUMENTI DI PROGETTO

La stesura della relazione presente è redatta alla luce dei documenti di progetto, in particolare:

- DS03BOVA01D1RG02.00 Relazione geologica
- DS03BOVA01D1RG03.00 Relazione geotecnica
- DS03BOVA01D1RS06.00 Relazione sismica

A.3 RIFERIMENTI PROGETTUALI

A.3.1 *Normativa di riferimento*

Le analisi sono state condotte in conformità alle prescrizioni della normativa attualmente vigente in campo ambientale, geotecnico e in materia di costruzioni, tenendo conto delle conoscenze più aggiornate in tali ambiti.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	3 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

In particolare, si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (D.M. 17 gennaio 2018, pubblicato sul S.O. alla “Gazzetta Ufficiale” n. 42 del 2 febbraio 2018 – Serie generale);
- Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., pubblicata sul S.O. alla “Gazzetta Ufficiale” n. 35 del 11 febbraio 2019 – Serie generale);
- Decreto Legislativo 13 Gennaio 2003, n. 36. “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- D. Lgs. n. 121 del 3 settembre 2020 (“Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. Gazzetta Ufficiale 14 settembre 2020 n. 228”).

A.3.2 Software

[1] Slope/W (GEOSTUDIO 2012 versione 8.15.6.13446, sviluppato da GEO-SLOPE International, Ltd., www.geo-slope.com, agosto 2015)

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	4 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

B MODELLAZIONE GEOTECNICA

B.1 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Le analisi di stabilità sono eseguite basate sulla caratterizzazione geotecnica già esposta nella Relazione Geotecnica di progetto (DS03BOVA01D1RG03.00). A tal riguardo, occorre precisare quanto segue:

- gli stati limite ultimi oggetto della relazione presente sono raggiunti attraverso percorsi tensionali di compressione per carico dei materiali; negli strati a grana fine (argille e limi), la situazione critica è rappresentata dalle condizioni non drenate. In ogni caso, data la velocità di applicazione del carico, in campo sismico le verifiche sono comunque da condurre in condizioni non drenate;
- gli strati limosi e argillosi esibiscono una tipica tendenza all'incremento della resistenza a taglio non drenata con la tensione efficace e quindi con la profondità;
- la profondità dei vari strati e i relativi valori caratteristici della resistenza a taglio non drenata, nelle unità geotecniche a grana fine, sono ricavati con riferimento alla quota di piano campagna attuale. Una volta completata l'opera, in corrispondenza dell'impronta della discarica il piano campagna non coinciderà più con quello medio dell'area circostante. Le tensioni efficaci nelle unità geotecniche sottostanti all'abbancamento risulteranno incrementate in funzione dell'altezza dell'abbancamento stesso;
- per quanto detto sopra, il modello geotecnico che sarà utilizzato per le analisi di stabilità si differenzia tra fasi costruttive e situazione finale di progetto:
 - per le fasi costruttive si farà riferimento al modello definito nella relazione geotecnica;
 - per le analisi di lungo termine, ad abbancamento completato, in una porzione centrale sottostante la discarica (si veda la *Figura B.1*), nelle unità a grana fine si adotteranno valori caratteristici di resistenza a taglio non drenata che tengano conto dell'incremento della tensione efficace rispetto allo stato attuale.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	5 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Name: 01 Argine	Unit Weight: 18,5 kN/m ³	Cohesion: 0 kPa	Phi: 32 °		
Name: 02 unità 1	Unit Weight: 18,5 kN/m ³	C-Top of Layer: 30 kPa	C-Rate of Change: 5 (kN/m ²)/m	C-Maximum: 60 kPa	
Name: 03 unità 2	Unit Weight: 19,5 kN/m ³	C-Top of Layer: 60 kPa	C-Rate of Change: 6,6 (kN/m ²)/m	C-Maximum: 100 kPa	
Name: 04 unità 3	Unit Weight: 19 kN/m ³	Cohesion: 0 kPa	Phi: 37 °		
Name: 06 unità 5	Unit Weight: 19,5 kN/m ³	Cohesion: 0 kPa	Phi: 37 °		
Name: 05 unità 4	Unit Weight: 19,5 kN/m ³	C-Top of Layer: 55 kPa	C-Rate of Change: 3,6 (kN/m ²)/m	C-Maximum: 100 kPa	
Name: 05 Rifiuti	Unit Weight: 18 kN/m ³	Cohesion: 10,6 kPa	Phi: 30 °		
Name: 06 Argilla	Unit Weight: 19 kN/m ³	Cohesion: 60 kPa			
Name: 02 unità 1 *	Unit Weight: 18,5 kN/m ³	C-Top of Layer: 55 kPa	C-Rate of Change: 2,875 (kN/m ²)/m	C-Maximum: 72,25 kPa	
Name: 03 unità 2 *	Unit Weight: 19,5 kN/m ³	C-Top of Layer: 72,25 kPa	C-Rate of Change: 2,875 (kN/m ²)/m	C-Maximum: 89,5 kPa	
Name: 05 unità 4 *	Unit Weight: 19,5 kN/m ³	C-Top of Layer: 93,8 kPa	C-Rate of Change: 2,875 (kN/m ²)/m	C-Maximum: 129,75 kPa	

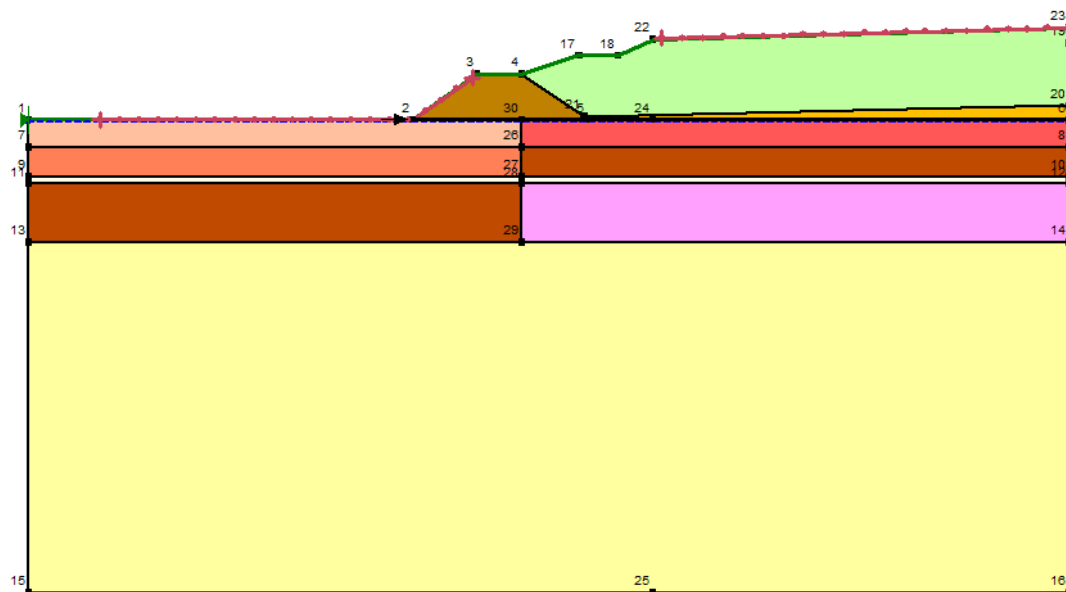


Figura B.1 Modello geotecnico per le analisi di stabilità di lungo termine

In sostanza, il modello geotecnico per le analisi di lungo termine adotta nella zona a destra nella *Figura B.1* (unità contrassegnate da *), il profilo di c_u mostrato in *Figura B.2* anziché quello ricavato nella Relazione geotecnica. Il profilo è ottenuto mediante la stessa correlazione di Koutsafits e Ladd (1985) già utilizzata per interpretare le prove CPTU nella Relazione geotecnica, assegnando $OCR = 1,5$ e valutando la tensione efficace nello strato in base alla profondità rispetto al nuovo piano campagna di progetto.

La *Figura B.2* evidenzia l'incremento della resistenza a taglio non drenata per l'incremento delle tensioni efficaci, confrontata con la resistenza a taglio non drenata ricavata dalle CPTU.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	6 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

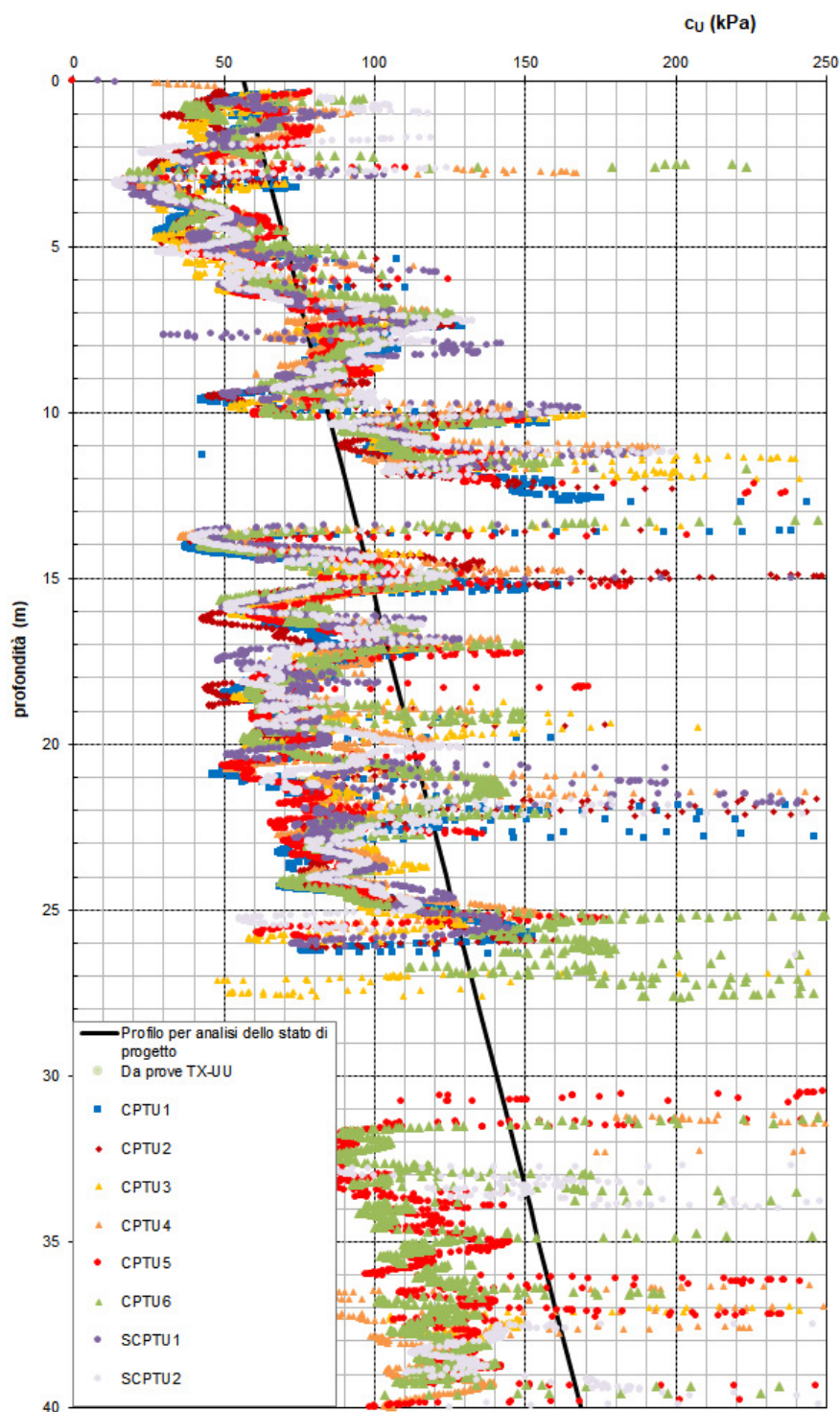


Figura B.2 Profilo di c_u utilizzato per le analisi dello stato di progetto

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	7 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Si hanno quindi i due modelli geotecnici rappresentati in Tabella B-1 (per le analisi nelle fasi costruttive e per i materiali nel substrato esterno all'abbancamento nelle analisi dello stato di progetto) e in *Figura B.2* (per i materiali nel substrato esterno all'abbancamento nelle analisi dello stato di progetto).

Si rimanda alla relazione geotecnica per la derivazione dei valori caratteristici dei parametri del modello.

Tabella B-1 Modello geotecnico stato attuale (valori caratteristici dei parametri)

Unità	Profondità	γ_{nat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kN/m ²)	$c_u^{(1)}$ (kN/m ²)
1	0 - 6	18,5	-	-	30-60
2	6 - 12	19,5	-	-	60-100
3	12 - 13,5	19	37	0	0
4	13,5 - 26	19,5	-	-	55-100
5	26 - 40	19,5	37	0	90-120 ⁽²⁾
Rifiuti	-	18	26,1	10,6	
Argine		18,5	32	0	
Argilla		19			60
Interfaccia		18,5	14		

(1) valore inferiore al tetto dello strato, valore superiore alla base, variazione lineare nello strato

(2) applicabile a strati / livelli a grana fine presenti nell'unità

Tabella B-2 Modello geotecnico stato di progetto sotto all'abbancamento (valori caratteristici dei parametri)

Unità	Profondità	γ_{nat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kN/m ²)	$c_u^{(1)}$ (kN/m ²)
1	0 - 6	18,5	-	-	55-72,25
2	6 - 12	19,5	-	-	72,25-89,5
3	12 - 13,5	19	37	0	0
4	13,5 - 26	19,5	-	-	93,8-129,75
5	26 - 40	19,5	37	0	129,75-168,28 ⁽²⁾
Rifiuti	-	18	26,1	10,6	
Argine		18,5	32	0	
Argilla		19			60
Interfaccia		18,5	14		

(1) valore inferiore al tetto dello strato, valore superiore alla base, variazione lineare nello strato

(2) applicabile a strati / livelli a grana fine presenti nell'unità

Per quanto riguarda i valori dei parametri di resistenza assegnati all'interfaccia, sul fondo e sulle sponde le interfacce sono rappresentate dal contatto:

- argilla – GCL;

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	8 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

- GCL-HDPE liscio;
- HDPE liscio – TNT;
- TNT-ghiaia.

I valori dei parametri di resistenza all'interfaccia hanno ampi margini di variabilità (si veda la *Figura B.3*). Per le analisi di stabilità, è stato assunto un valore caratteristico di 14° , rappresentativo dell'interfaccia GCL-HDPE. Tale valore dovrà essere confermato in fase esecutiva mediante idonee prove di interfaccia.

LANDFILL LINER INTERFACE FRICTION VALUES	
GEOSYNTHETIC - SOIL INTERFACE	
Geomembrane (HDPE) - Sand	$\phi = 15^\circ$ to 28°
Geomembrane (HDPE) - Clay	$\phi = 5^\circ$ to 29°
Geotextile - Sand	$\phi = 22^\circ$ to 44°
Geosynthetic clay liner - Sand	$\phi = 20^\circ$ to 25°
Geosynthetic clay liner - Clay	$\phi = 14^\circ$ to 16°
Textured HDPE - Compacted clay	$\phi = 7^\circ$ to 35° $c' = 20$ to 30 kPa
Textured HDPE - Pea gravel	$\phi = 20^\circ$ to 25°
Textured HDPE - Sand	$\phi = 30^\circ$ to 45°
Geotextile - Clay	$\phi = 15^\circ$ to 33°
GEOSYNTHETIC - GEOSYNTHETIC INTERFACE	
Geonet - Geomembrane (HDPE)	$\phi = 6^\circ$ to 10°
Geomembrane (HDPE) - Geotextile	$\phi = 8^\circ$ to 18°
Geotextile - Geonet	$\phi = 10^\circ$ to 27°
Geosynthetic clay liner - Textured HDPE	$\phi = 15^\circ$ to 25°
Geosynthetic clay liner - Geomembrane (HDPE)	$\phi = 8^\circ$ to 16°
Geosynthetic clay liner - Geosynthetic clay liner	$\phi = 8^\circ$ to 25° $c' = 8$ to 30 kPa
Textured HDPE - Geonet	$\phi = 10^\circ$ to 25°
Textured HDPE - Geotextile	$\phi = 14^\circ$ to 52°

Figura B.3 Intervalli di variazione tipici dei parametri di resistenza a taglio di interfaccia
(da Manassero et al, 1997)

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	9 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

B.2 LIVELLO DI FALDA

Coerentemente con quanto discusso nella Relazione Geologica ed Idrogeologica e nella Relazione Geotecnica di progetto, nelle analisi si considera la presenza di una falda con livello piezometrico posto a profondità 0,5 m dal piano campagna.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	10 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

C ANALISI DI STABILITÀ

C.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le analisi di stabilità della discarica sono eseguite con il metodo cosiddetto “dell'equilibrio limite”, che consiste nell'ipotizzare diverse possibili superfici di scorrimento che coinvolgono uno o più materiali e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scorrimento del volume dei materiali soprastanti, considerato come se fosse un corpo rigido.

I vari metodi di calcolo all'equilibrio limite riportati in letteratura si basano tutti sulle ipotesi seguenti:

- il coefficiente di sicurezza è definito come rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato lungo l'ipotetica superficie di scorrimento;
- la rottura avviene per il raggiungimento, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento, della resistenza limite;
- il coefficiente di sicurezza FS è costante in tutti i punti della superficie di scorrimento.

Il coefficiente di sicurezza FS ottenuto in un'analisi con i valori dei carichi e dei parametri del terreno opportunamente fattorizzati corrisponde al coefficiente parziale sulla resistenza del sistema geotecnico γ_R definito nelle NTC2018.

In campo statico, la norma prescrive che le verifiche siano effettuate secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 (coefficienti parziali A2 + M2 + R2). Il requisito della norma è rispettato se, avendo inserito nel modello di calcolo i valori dei parametri geotecnici ridotti mediante i coefficienti parziali ($\gamma_\phi = 1,25$ sulla tangente dell'angolo di resistenza a taglio, $\gamma_c = 1,25$ sulla coesione efficace; $\gamma_c = 1,4$ sulla resistenza non drenata), il fattore di sicurezza (FS) non è inferiore a 1,1 ($\gamma_R \geq 1,1$).

In campo sismico, le analisi sono eseguite con metodo pseudo statico, in cui le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente all'azione dinamica del sisma sono espresse come $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti dalle espressioni (par. 7.11.3.5.2 delle NTC2018):

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max}/g$$

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

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	11 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

L'accelerazione massima di progetto (a_{\max}) da considerare nei calcoli è quella relativa allo SLV. Coerentemente con la Relazione sismica si assume:

$$a_g = 0,268g;$$

$$S_S = 1,304;$$

$$S_T = 1.0.$$

Poiché:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

si ricava:

$$a_{\max} = 0,349g;$$

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_s (Par. 7.11.4 delle NTC2018) è uguale a 0,38, perciò si perviene infine ai valori dei coefficienti sismici:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max} / g = 0,133$$

$$k_v = \pm 0,066$$

In questo caso, le verifiche si eseguono ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$ (Par. 7.11.4 delle NTC).

I calcoli, di cui ai paragrafi seguenti si discutono e presentano i risultati, sono effettuati con l'ausilio del programma Slope/W (Geostudio 2012, versione 8.15.6.13446), in condizioni di deformazione piana. Fra i metodi di calcolo disponibili in letteratura ed implementati all'interno del software, è stato utilizzato il metodo di Morgenstern e Price (1965), che soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di rottura di forma qualsiasi.

Per maggior dettagli sull'azione sismica si rimanda alla Relazione sismica di progetto.

C.2 SEZIONI E IPOTESI DI CALCOLO

Le analisi sono state condotte con riferimento alla sezione trasversale del corpo della discarica.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	12 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Gli stati limite ultimi analizzati riguardano:

- *stabilità dell'argine in fase costruttiva*. Queste analisi indagano meccanismi di rottura nel sedime dell'argine e sono effettuate con il modello geotecnico in Tabella B-1. Le analisi sono eseguite in campo statico in quanto riferite ad una situazione transitoria (che si ipotizza possa permanere per meno di 2 anni);
- *stabilità della discarica in fase di coltivazione*. Queste analisi indagano meccanismi di rottura interni al corpo rifiuti, oppure che potrebbero coinvolgere il corpo rifiuti e il substrato su cui la discarica è impostata, o ancora meccanismi di rottura per scorrimento lungo le interfacce. In quest'ultimo caso, la superficie di rottura non viene generata automaticamente dal programma ma viene imposta dall'operatore, in modo da assicurare che le superfici di rottura siano parallele al fondo e i parametri di resistenza alla base della superficie siano quelli dell'interfaccia. Per semplicità di modellazione, all'argine e al substrato sono assegnati i valori dei parametri di resistenza di interfaccia. Tutte le analisi sono effettuate con il modello geotecnico in Tabella B-1 e sono eseguite in campo statico in quanto riferite ad una situazione transitoria (che si ipotizza possa permanere per meno di 2 anni);
- *stabilità della discarica nello stato finale*. Queste analisi indagano meccanismi di rottura interni al corpo rifiuti, oppure che potrebbero coinvolgere il corpo rifiuti e il substrato su cui la discarica è impostata. Le analisi sono effettuate con il modello geotecnico in Tabella B-1 (zona esterna all'abbancamento) e in Tabella B-2 (zona sottostante all'abbancamento) e sono eseguite sia in campo statico sia in campo sismico.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	13 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

D VALUTAZIONE DEI RISULTATI

D.1 PREMESSA

Le analisi hanno evidenziato potenziali criticità per la stabilità della discarica nello stato finale sia nel lungo periodo in campo sismico.

Infatti, in assenza di provvedimenti di rinforzo alla base, il coefficiente di sicurezza ottenuto con le analisi non rispetta il requisito di norma con valori del fattore di sicurezza anche inferiori all'unità (si vedano le seguenti figure di output del programma).

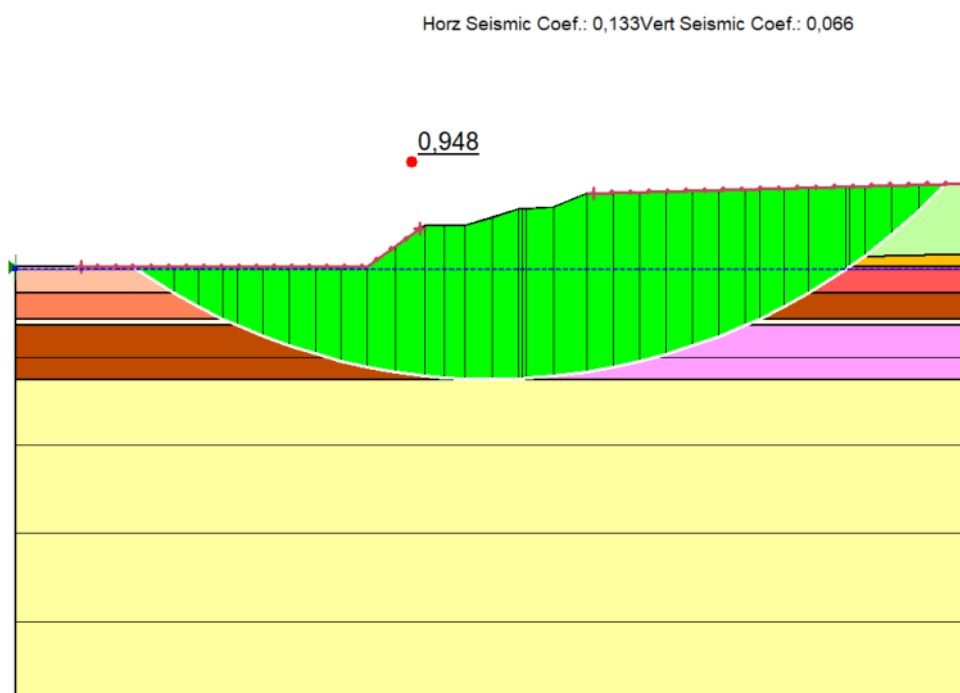


Figura D-1 Superficie critica per le analisi di lungo termine in assenza di rinforzo alla base

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	14 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

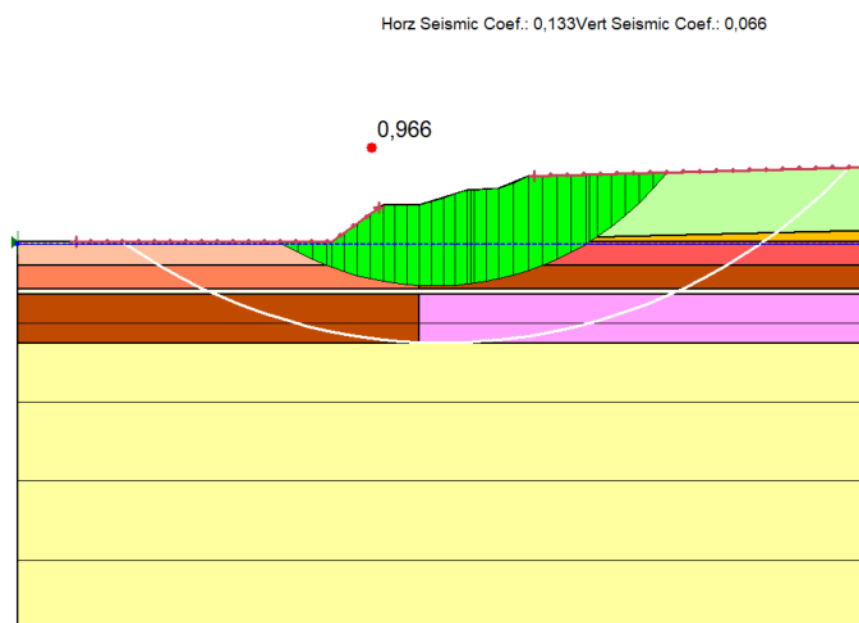


Figura D-2 Esempio di superficie di rottura con coefficiente di sicurezza che non soddisfa la normativa per le analisi di lungo termine in assenza di rinforzo alla base

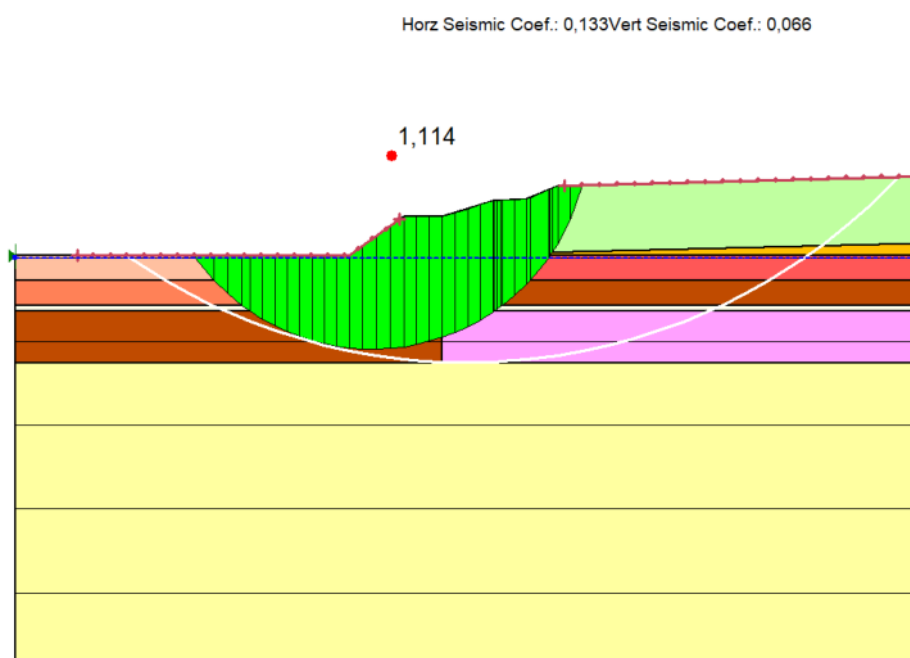


Figura D-3 Esempio di superficie di rottura con coefficiente di sicurezza che non soddisfa la normativa per le analisi di lungo termine in assenza di rinforzo alla base

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	15 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Per soddisfare i requisiti della normativa anche nel lungo termine e in campo sismico, si è quindi reso necessario prevedere l'inserimento di una geogriglia alla base. La resistenza di progetto della geogriglia deve essere tale da soddisfare le verifiche di stabilità. Si è ottenuto:

$$T_k = 1450 \text{ kN/m}$$

e considerando un valore del coefficiente di sicurezza globale (che tenga conto di tutti i fenomeni potenzialmente in grado di ridurre la resistenza nominale: fenomeni di creep, danneggiamento meccanico, esposizione agli agenti atmosferici, fenomeni chimici e biologici in ambienti aggressivi, etc.):

$$FS_{\text{globale}} = 1,6$$

Pertanto, la geogriglia deve essere in grado di fornire, in condizioni di esercizio, una resistenza minima non inferiore di:

$$T_d = T_k / FS \approx 907 \text{ kN/m}$$

Poiché la geogriglia viene inserita all'interno dello strato anticapillare che sostituisce lo scotico e quindi preliminarmente all'argine e alla sopraelevazione del piano di imposta della barriera alla base, tutte le condizioni significative per le analisi (par. C.2) sono state effettuate tenendo conto della presenza della geogriglia.

D.2 SINTESI DEI RISULTATI

I risultati delle analisi eseguite sono sintetizzate nelle figure alle pagine seguenti, che mostrano la superficie critica valutata dal programma di calcolo (superficie con fattore di sicurezza minimo, che il programma seleziona automaticamente attivando la funzione "auto select critical"). Nel caso in cui sia attiva la funzione di ricerca automatica, sono analizzati fino a oltre 9000 potenziali meccanismi di rottura

Con le ipotesi descritte in precedenza e avendo inserito la geogriglia alla base, le verifiche sono sempre soddisfatte con i coefficienti di sicurezza richiesti dalla normativa.

La Tabella D-1 seguente riassume i risultati delle verifiche.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	16 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Tabella D-1 Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità

MECCANISMO DI ROTTURA	FIGURA	FS MIN	FS RICHIESTO
Fase costruttiva	Figura D-4	2,278	1,1
Fase di coltivazione (fronte di coltivazione)	Figura D-5	1,794	1,1
Fase di coltivazione (stabilità generale)	Figura D-6	1,210	1,1
Fase di coltivazione (stabilità all'interfaccia)	Figura D-7	1,398	1,1
Stato di progetto (campo statico)	Figura D-8	1,352	1,1
Stato di progetto (campo sismico)	Figura D-9	1,201	1,2

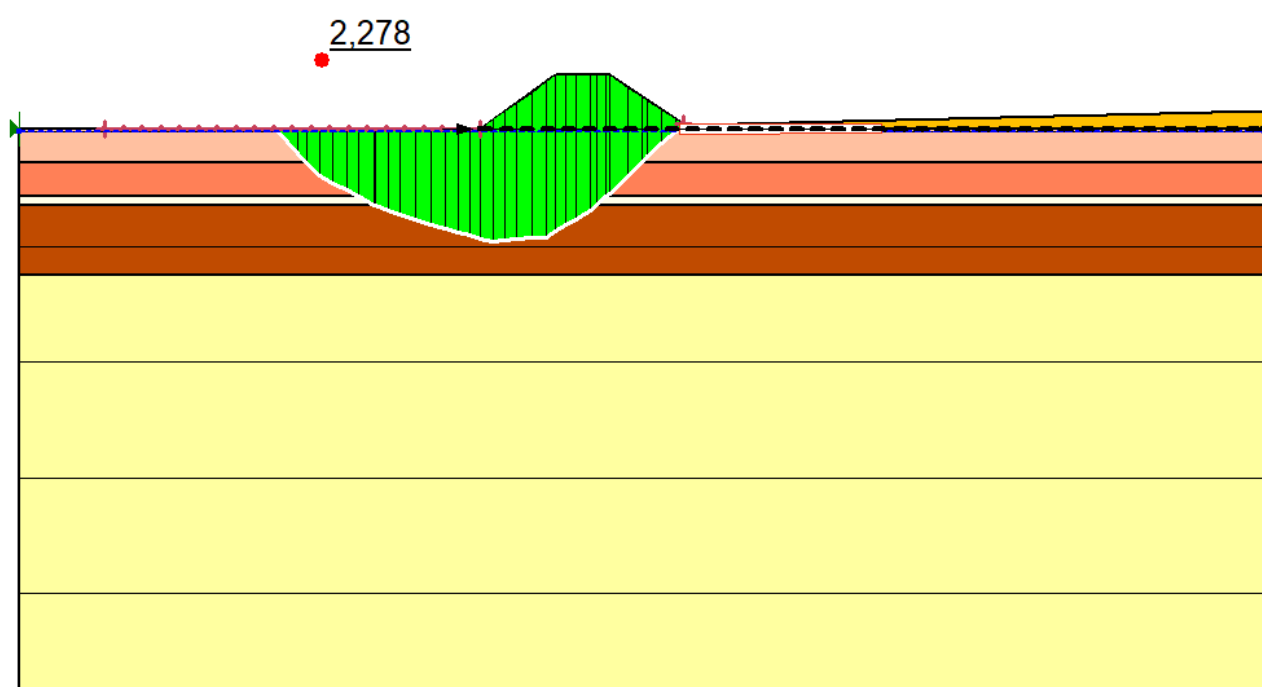


Figura D-4 Superficie critica in fase costruttiva

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	17 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

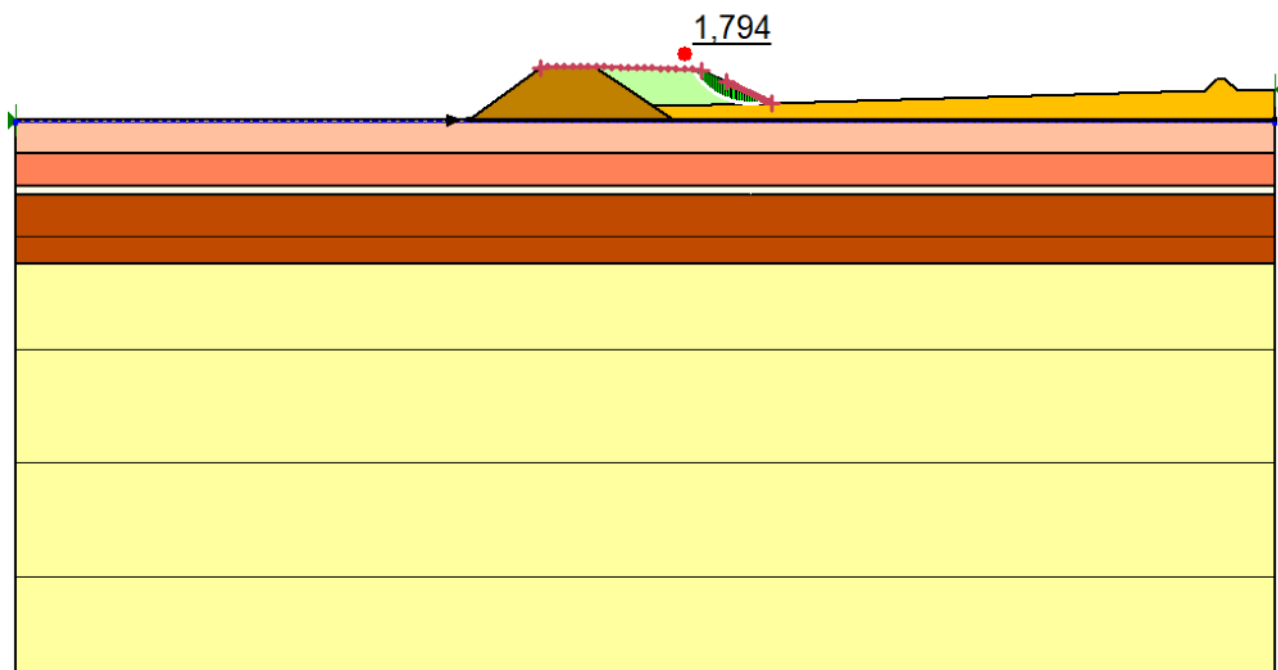


Figura D-5 Superficie critica per il fronte di coltivazione

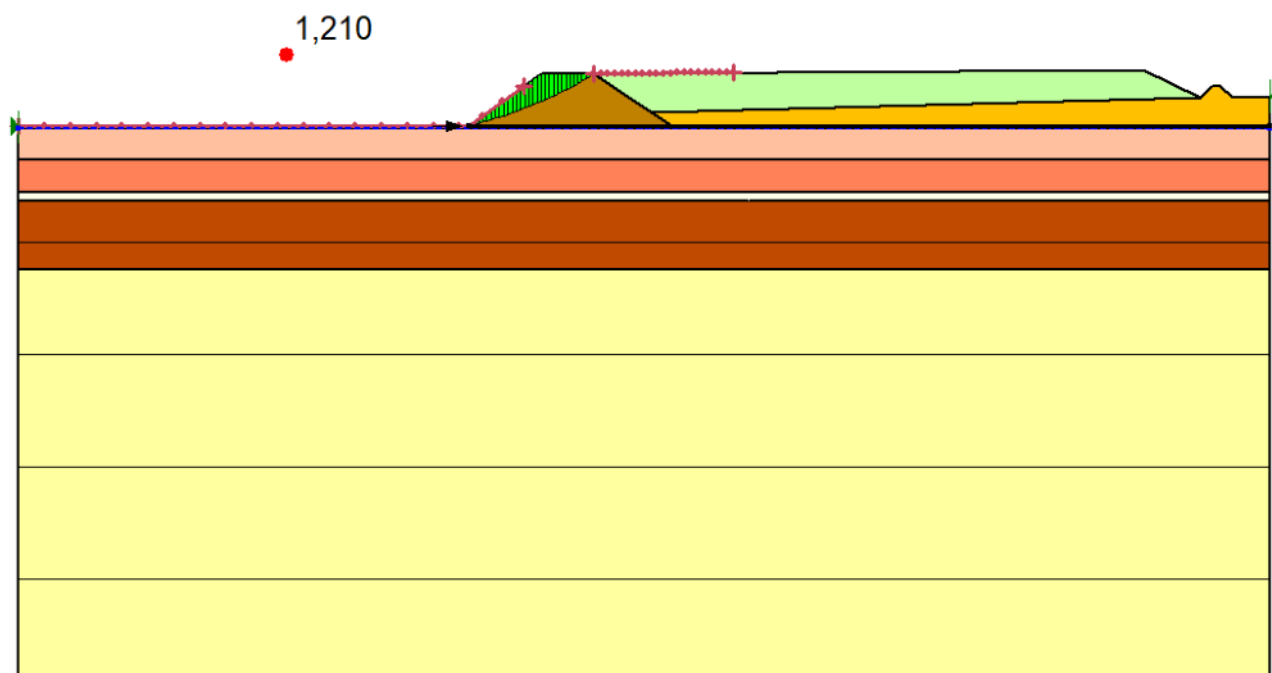


Figura D-6 Superficie critica la fase di coltivazione

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	18 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

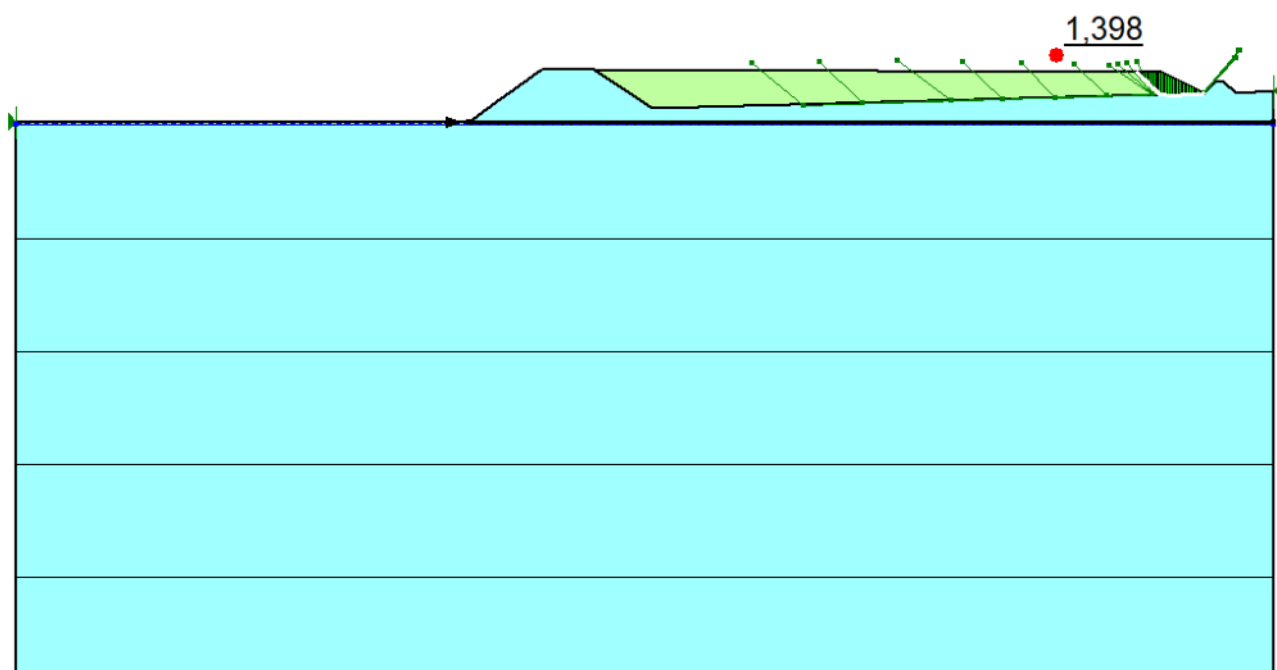


Figura D-7 Superficie critica per scorrimento all'interfaccia

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	19 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

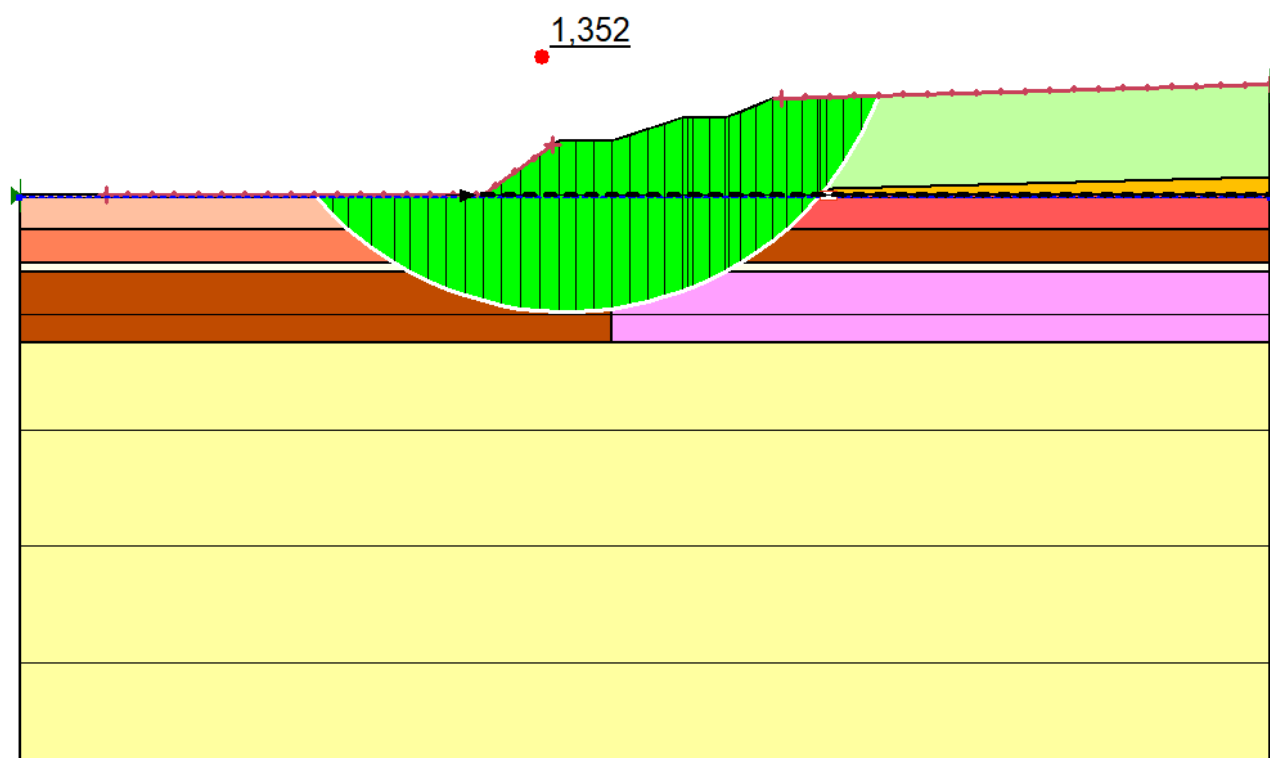


Figura D-8 Superficie critica per lo stato di progetto

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	20 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

Horz Seismic Coef.: 0,133 Vert Seismic Coef.: 0,066

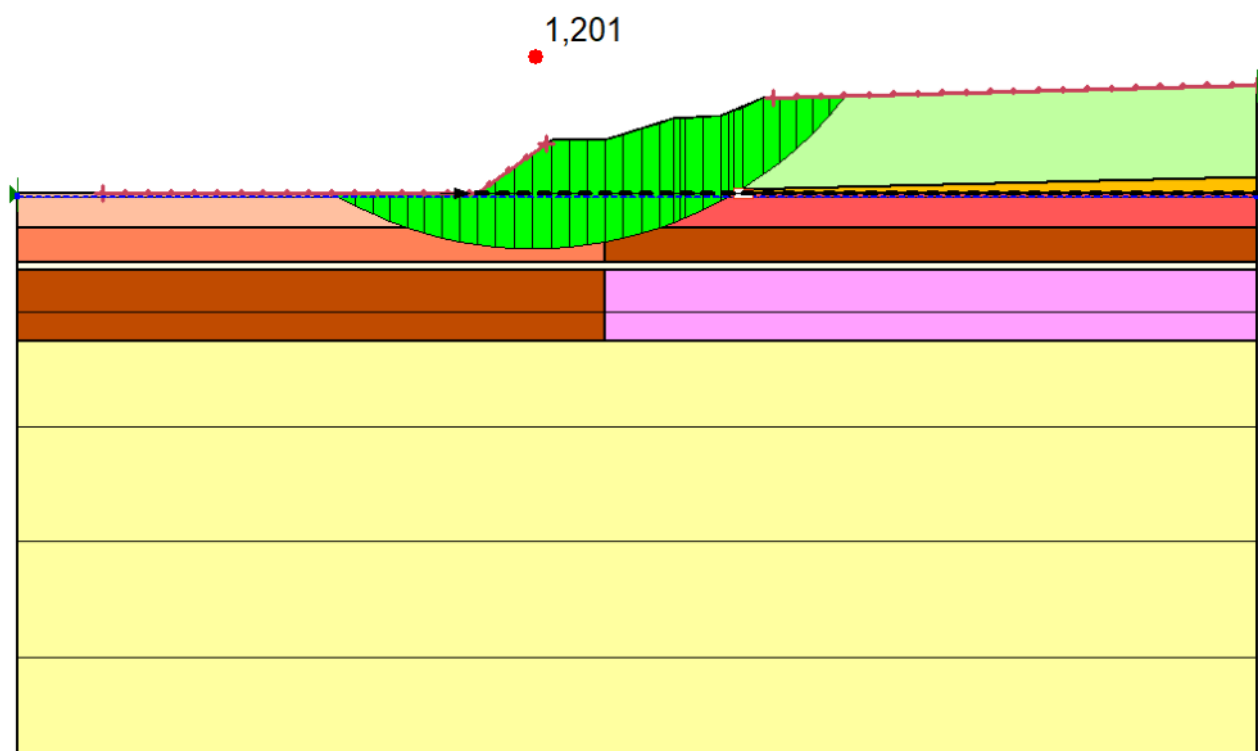


Figura D-9 Superficie critica per lo stato di progetto (campo sismico)

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	21 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] KOUTSOFTAS, D.C. e LADD, C.C. (1985). "Design strength of an offshore clay." JGED, ASCE, n. 3, pp. 337-355
- [2] MANASSERO, M., VAN IMPE, W.F. e BOUAZZA, A. (1997). "Environmental Geotechnics." Kamon (ed), Balkema, Rotterdam, pp. 1425-1474
- [3] MORGESTERN N.R., PRICE V.E. (1965). "The analysis of the stability of general slip surface". Geotechnique, 15, 70-93.

DS 03 BO VA 01 D1 RS 05.00	Relazione di stabilità globale	00	30/04/2025	22 di 22
Cod.	Descrizione	Rev.	Data	

ALLEGATI
TABULATI DI CALCOLO

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Created By: paolo
Last Edited By: paolo
Revision Number: 57
Date: 07/05/2025
Time: 16:21:37
Tool Version: 8.15.6.13446
File Name: ST Cap port_PROGETTO.gsz
Directory: \\192.168.100.1\commesse\393-2025_HERA Galliera\WORK\03-PFTE\STABILITA\
Last Solved Date: 07/05/2025
Last Solved Time: 16:29:06

Project Settings

Length(L) Units: Meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Apply Phreatic Correction: No
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Right to Left
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: Yes
Critical Slip Surface Optimizations
Maximum Iterations: 2 000
Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Points: 8
Ending Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,001

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

01 Argine

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,56 °

Phi-B: 0 °

02 unità 1

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 18,5 kN/m³

C-Top of Layer: 21,4 kPa

C-Rate of Change: 3,5 (kN/m²)/m

C-Maximum: 42,9 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

03 unità 2

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 42,9 kPa

C-Rate of Change: 4,75 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

04 unità 3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,08 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

06 unità 5

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,08 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

05 unità 4

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 39,3 kPa

C-Rate of Change: 2,5 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

06 Argilla

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 42,9 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (15,16667; 0) m

Left-Zone Right Coordinate: (81,5; 0) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Point

Right Coordinate: (117,38301; 0,74466) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0; 0) m

Right Coordinate: (219,9595; 3,1722) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	0	-0,5
Coordinate 2	219,9595	-0,5

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Geosynthetic

Outside Point: (81,5; 0) m

Inside Point: (219,95; 0) m

Slip Surface Intersection: (116,54397; 0) m

Length: 138,45 m

Direction: 180 °

F of S Dependent: Yes

Interface Adhesion: 0 kPa

Interface Shear Angle: 21,4 °

Surface Area Factor: 2
 Resistance Reduction Factor: 1
 Force Distribution: Distributed
 Anchorage: Yes
 Tensile Capacity: 1 450 kN
 Reduction Factor: 1,6
 Force Orientation: 0
 Max. Pullout Force: 906,25 kN
 Pullout Force: 397,86931 kN
 Pullout Force per Length: 11,088306 kN/m
 Available Length: 103,40603 m
 Required Length: 35,881884 m
 Governing Component: Tensile Capacity

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	81,5	0
Point 3	94,75	9,5
Point 4	104,25	9,5
Point 5	118,5	0
Point 6	219,9595	0
Point 7	0	-6
Point 8	219,9595	-6
Point 9	0	-12
Point 10	219,9595	-12
Point 11	0	-13,5
Point 12	219,9595	-13,5
Point 13	0	-26
Point 14	219,9595	-26
Point 15	0	-100
Point 16	219,9595	-100
Point 17	219,9595	3,1722
Point 18	117,56801	0,62132

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	01 Argine	2;3;4;18;5	220,87
Region 2	02 unità 1	1;2;5;6;8;7	1 319,8
Region 3	03 unità 2	7;8;10;9	1 319,8
Region 4	04 unità 3	9;10;12;11	329,94
Region 5	05 unità 4	11;12;14;13	2 749,5
Region 6	06 unità 5	13;14;16;15	16 277
Region 7	06 Argilla	17;6;5;18	193,92

Current Slip Surface

Slip Surface: 442
 F of S: 2,278
 Volume: 1 142,2016 m³
 Weight: 21 630,576 kN
 Resisting Moment: 190 307,86 kN-m

Activating Moment: 83 550,581 kN-m

Resisting Force: 4 606,0378 kN

Activating Force: 2 022,1791 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 442 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 442 slip surfaces

Exit: (45,374537; 0) m

Entry: (117,38301; 0,74465545) m

Radius: 30,769006 m

Center: (80,989754; 20,788422) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	45,590892	-0,25	-2,45175	15,913995	0	22,275
Slice 2	47,548034	-2,51149	19,726682	61,46853	0	30,190215
Slice 3	50,019945	-5,26149	46,695932	114,07922	0	39,815215
Slice 4	51,9293	-7,19013	65,610105	154,08279	0	48,553117
Slice 5	54,258675	-8,983105	83,193811	180,4643	0	57,069749
Slice 6	56,560965	-10,188795	95,018013	204,72302	0	62,796776
Slice 7	58,836773	-11,39582	106,85531	229,34666	0	68,530145
Slice 8	61,357539	-12,75	120,13575	258,06208	83,13683	0
Slice 9	62,893541	-13,575155	128,22805	263,44047	0	39,487887
Slice 10	64,085435	-14,022853	132,61861	269,73397	0	40,607131
Slice 11	66,189425	-14,767938	139,92566	284,335	0	42,469844
Slice 12	68,623338	-15,589653	147,98422	300,07907	0	44,524131
Slice 13	71,387173	-16,487997	156,79429	317,8145	0	46,769994
Slice 14	73,96664	-17,316675	164,92113	334,14319	0	48,841687
Slice 15	76,36174	-18,075685	172,36474	349,29508	0	50,739212
Slice 16	78,544467	-18,687337	178,36322	360,35404	0	52,268343
Slice 17	80,514822	-19,151632	182,91655	369,78018	0	53,42908
Slice 18	82,64187	-19,65285	187,832	394,89756	0	54,682124
Slice 19	84,783845	-19,833268	189,60135	422,12293	0	55,133169
Slice 20	86,784055	-19,655963	187,86252	445,63674	0	54,689906
Slice 21	89,124975	-19,457358	185,91481	473,45995	0	54,193394
Slice 22	91,806605	-19,237453	183,7582	505,27389	0	53,643631

Slice 23	93,94871	-18,644352	177,94166	515,18737	0	52,16088
Slice 24	95,662392	-17,611066	167,80822	506,07824	0	49,577664
Slice 25	97,487178	-16,510789	157,0178	484,83949	0	46,826971
Slice 26	99,67807	-15,202805	144,19041	459,69087	0	43,557012
Slice 27	101,47658	-13,97248	132,12461	431,85047	0	40,4812
Slice 28	102,82203	-12,75	120,13575	364,08644	147,04435	0
Slice 29	103,94874	-11,726272	110,09605	375,06628	0	70,099791
Slice 30	105,84416	-10,004087	93,206578	324,20509	0	61,919412
Slice 31	108,69148	-7,277815	66,470032	237,21404	0	48,969621
Slice 32	110,48585	-5,44815	48,526507	182,7678	0	40,468525
Slice 33	112,26543	-3,797225	32,335886	134,22575	0	34,690288
Slice 34	114,7422	-1,599075	10,778629	65,515671	0	26,996763
Slice 35	116,26228	-0,25	-2,45175	23,497134	0	22,275
Slice 36	116,96349	0,37232772	0	10,084115	5,0409465	0

Arginello

Report generated using GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Created By: paolo
Last Edited By: paolo
Revision Number: 100
Date: 08/05/2025
Time: 10:46:49
Tool Version: 8.15.6.13446
File Name: ST Fase 1_FRONTI 2.gsz
Directory: \\192.168.100.1\commesse\393-2025_HERA Galliera\WORK\03-PFTE\STABILITA\
Last Solved Date: 08/05/2025
Last Solved Time: 10:46:56

Project Settings

Length(L) Units: Meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

Arginello

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Apply Phreatic Correction: No
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0,001

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

01 Argine

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,56 °

Phi-B: 0 °

02 unità 1

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 18,5 kN/m³

C-Top of Layer: 35,7 kPa

C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m

C-Maximum: 42,9 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

03 unità 2

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 42,9 kPa

C-Rate of Change: 4,75 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

04 unità 3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,08 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

06 unità 5

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,08 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

05 unità 4

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 39,3 kPa

C-Rate of Change: 2,5 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

05 Rifiuti

Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion': 8,5 kPa
 Phi': 21,4 °
 Phi-B: 0 °
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

06 Argilla

Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion': 42,9 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
 Left-Zone Left Coordinate: (94,54563; 9,35347) m
 Left-Zone Right Coordinate: (123,3617; 8,94823) m
 Left-Zone Increment: 20
 Right Projection: Range
 Right-Zone Left Coordinate: (127,91651; 6,79359) m
 Right-Zone Right Coordinate: (136,06216; 3,07339) m
 Right-Zone Increment: 20
 Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0; 0) m
 Right Coordinate: (226,903; 5,5) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	0	-0,5
Coordinate 2	226,903	-0,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0
 Vert Seismic Coef.: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Geosynthetic

Outside Point: (81,5; 0) m

Inside Point: (226,903; 0) m

Slip Surface Intersection: () m

Length: 145,403 m

Direction: 180 °

F of S Dependent: Yes

Interface Adhesion: 0 kPa

Interface Shear Angle: 21,4 °

Surface Area Factor: 2

Resistance Reduction Factor: 1

Force Distribution: Distributed

Anchorage: Yes

Tensile Capacity: 1 450 kN

Reduction Factor: 1,6

Force Orientation: 0

Max. Pullout Force: 906,25 kN

Pullout Force: 0 kN

Pullout Force per Length: 0 kN/m

Available Length: 0 m

Required Length: 0 m

Governing Component: (none)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	81,5	0
Point 3	94,75	9,5
Point 4	104,25	9,5
Point 5	118,5	0
Point 6	226,903	0
Point 7	0	-6
Point 8	226,903	-6
Point 9	0	-12
Point 10	226,903	-12
Point 11	0	-13,5
Point 12	226,903	-13,5
Point 13	0	-26
Point 14	226,903	-26
Point 15	0	-100
Point 16	226,903	-100
Point 17	132,3503	0
Point 18	132,3503	-6
Point 19	132,3503	-12
Point 20	132,3503	-13,5
Point 21	132,3503	-26
Point 22	132,3503	-100
Point 23	214,1206	5,1758
Point 24	216,2676	7,25
Point 25	217,8125	7,25

Point 26	219,9595	5,1758
Point 27	114,7509	2,49939
Point 28	123,25226	9
Point 29	226,903	5,5
Point 30	135,796	3,06622

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	01 Argine	2;3;4;27;5	220,87
Region 2	02 unità 1	1;2;5;17;18;7	794,1
Region 3	03 unità 2	7;18;19;9	794,1
Region 4	04 unità 3	9;19;20;11	198,53
Region 5	05 unità 4	11;13;21;20	1 654,4
Region 6	06 unità 5	13;21;22;15	9 793,9
Region 7	06 Argilla	6;17;5;27;30;23;24;25;26;29	451,6
Region 8	02 unità 1	6;8;18;17	567,32
Region 9	03 unità 2	18;8;10;19	567,32
Region 10	04 unità 3	19;20;12;10	141,83
Region 11	05 unità 4	20;21;14;12	1 181,9
Region 12	06 unità 5	21;22;16;14	6 996,9
Region 13	05 Rifiuti	4;27;30;28	129,88

Current Slip Surface

Slip Surface: 8 768
F of S: 1,794
Volume: 26,990485 m³
Weight: 485,82873 kN
Resisting Moment: 3 844,1231 kN-m
Activating Moment: 2 143,1395 kN-m
Resisting Force: 279,46862 kN
Activating Force: 155,81426 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 9 261 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 9 261 slip surfaces
Exit: (135,22467; 3,336487) m
Entry: (121,92972; 9,0347996) m
Radius: 12,160679 m
Center: (132,42853; 15,171338) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	122,15014	8,6854851	-90,082052	-0,80009836	-0,31355512	8,5
Slice 2	122,59099	8,0324228	-83,67747	8,4654161	3,3175603	8,5
Slice 3	123,03184	7,4600737	-78,064443	16,284356	6,3817694	8,5
Slice 4	123,47397	6,9499882	-73,062035	21,841952	8,5597673	8,5
Slice 5	123,91739	6,4911119	-68,561834	25,43724	9,9687452	8,5
Slice 6	124,36082	6,0770358	-64,50099	28,544046	11,186289	8,5

Slice 7	124,80424	5,701843	-60,821474	31,284493	12,260259	8,5
Slice 8	125,24766	5,3610474	-57,479292	33,7431	13,223776	8,5
Slice 9	125,69108	5,051158	-54,440207	35,976908	14,099196	8,5
Slice 10	126,13451	4,7694019	-51,677024	38,02161	14,900506	8,5
Slice 11	126,57793	4,5135401	-49,167788	39,89533	15,634809	8,5
Slice 12	127,02135	4,2817421	-46,894545	41,600971	16,303242	8,5
Slice 13	127,46477	4,0724962	-44,842471	43,12773	16,901573	8,5
Slice 14	127,9082	3,8845452	-42,999235	44,452176	17,420617	8,5
Slice 15	128,35162	3,7168386	-41,354536	45,53925	17,846637	8,5
Slice 16	128,79504	3,5684968	-39,899748	46,343466	18,161806	8,5
Slice 17	129,23846	3,4387839	-38,627654	46,810605	18,344876	8,5
Slice 18	129,68189	3,327087	-37,532242	46,880118	18,372117	8,5
Slice 19	130,12531	3,2328994	-36,608544	46,488413	18,21861	8,5
Slice 20	130,56873	3,1558088	-35,852517	45,573095	17,859901	8,5
Slice 21	131,01215	3,0954874	-35,260945	44,078034	17,273993	8,5
Slice 22	131,45558	3,0516843	-34,831368	41,958943	16,44353	8,5
Slice 23	131,899	3,0242206	-34,562031	39,188936	15,357976	8,5
Slice 24	132,34242	3,0129854	-34,451848	35,763321	14,015492	8,5
Slice 25	132,78584	3,0179338	-34,500377	31,702817	12,424198	8,5
Slice 26	133,22927	3,0390854	-34,707811	27,054467	10,60253	8,5
Slice 27	133,67269	3,0765255	-35,074985	21,889755	8,5785012	8,5
Slice 28	134,11611	3,1304061	-35,603392	16,299912	6,3878656	8,5
Slice 29	134,55953	3,2009496	-36,295213	10,388827	4,0713366	8,5
Slice 30	135,00296	3,2884532	-37,15336	4,2644651	1,6712256	8,5

Arginello

Report generated using GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Created By: paolo
Last Edited By: paolo
Revision Number: 83
Date: 07/05/2025
Time: 17:44:59
Tool Version: 8.15.6.13446
File Name: ST Fase 1_GLOBALE.gsz
Directory: \\192.168.100.1\commesse\393-2025_HERA Galliera\WORK\03-PFTE\STABILITA\
Last Solved Date: 07/05/2025
Last Solved Time: 17:45:08

Project Settings

Length(L) Units: Meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

Arginello

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Apply Phreatic Correction: No
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Right to Left
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0,001

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

01 Argine

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,56 °

Phi-B: 0 °

02 unità 1

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 18,5 kN/m³

C-Top of Layer: 35,7 kPa

C-Rate of Change: 1,2 (kN/m²)/m

C-Maximum: 42,9 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

03 unità 2

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 42,9 kPa

C-Rate of Change: 4,75 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

04 unità 3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,08 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

06 unità 5

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,08 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

05 unità 4

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 39,3 kPa

C-Rate of Change: 2,5 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

05 Rifiuti

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 8,5 kPa
Phi': 21,4 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

06 Argilla

Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion': 42,9 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (0; 0) m
Left-Zone Right Coordinate: (91,58882; 7,2335) m
Left-Zone Increment: 20
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (104,28181; 9,50024) m
Right-Zone Right Coordinate: (129,58537; 9,68873) m
Right-Zone Increment: 20
Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0; 0) m
Right Coordinate: (226,903; 5,5) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	0	-0,5
Coordinate 2	226,903	-0,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0
Vert Seismic Coef.: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Geosynthetic

Outside Point: (81,5; 0) m

Inside Point: (226,903; 0) m

Slip Surface Intersection: () m

Length: 145,403 m

Direction: 180 °

F of S Dependent: Yes

Interface Adhesion: 0 kPa

Interface Shear Angle: 30 °

Surface Area Factor: 2

Resistance Reduction Factor: 1

Force Distribution: Distributed

Anchorage: Yes

Tensile Capacity: 1 450 kN

Reduction Factor: 1,6

Force Orientation: 0

Max. Pullout Force: 906,25 kN

Pullout Force: 0 kN

Pullout Force per Length: 0 kN/m

Available Length: 0 m

Required Length: 0 m

Governing Component: (none)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	81,5	0
Point 3	94,75	9,5
Point 4	104,25	9,5
Point 5	118,5	0
Point 6	226,903	0
Point 7	0	-6
Point 8	226,903	-6
Point 9	0	-12
Point 10	226,903	-12
Point 11	0	-13,5
Point 12	226,903	-13,5
Point 13	0	-26
Point 14	226,903	-26
Point 15	0	-100
Point 16	226,903	-100
Point 17	132,3503	0
Point 18	132,3503	-6
Point 19	132,3503	-12
Point 20	132,3503	-13,5
Point 21	132,3503	-26
Point 22	132,3503	-100
Point 23	214,1206	5,1758
Point 24	216,2676	7,25
Point 25	217,8125	7,25

Point 26	219,9595	5,1758
Point 27	114,7509	2,49939
Point 28	203,7352	10,2411
Point 29	226,903	5,5

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	01 Argine	2;3;4;27;5	220,87
Region 2	02 unità 1	1;2;5;17;18;7	794,1
Region 3	03 unità 2	7;18;19;9	794,1
Region 4	04 unità 3	9;19;20;11	198,53
Region 5	05 unità 4	11;13;21;20	1 654,4
Region 6	06 unità 5	13;21;22;15	9 793,9
Region 7	06 Argilla	6;17;5;27;23;24;25;26;29	451,6
Region 8	02 unità 1	6;8;18;17	567,32
Region 9	03 unità 2	18;8;10;19	567,32
Region 10	04 unità 3	19;20;12;10	141,83
Region 11	05 unità 4	20;21;14;12	1 181,9
Region 12	06 unità 5	21;22;16;14	6 996,9
Region 13	05 Rifiuti	4;27;23;28	617,69

Current Slip Surface

Slip Surface: 4 415

F of S: 1,210

Volume: 59,805527 m³

Weight: 1 106,4022 kN

Resisting Moment: 39 623,69 kN-m

Activating Moment: 32 748,614 kN-m

Resisting Force: 472,51935 kN

Activating Force: 390,6117 kN

F of S Rank (Analysis): 3 of 9 261 slip surfaces

F of S Rank (Query): 3 of 9 261 slip surfaces

Exit: (81,809089; 0,22161089) m

Entry: (104,28181; 9,500237) m

Radius: 77,321099 m

Center: (63,904053; 75,441037) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	82,189704	0,31425153	0	3,0539754	1,5266512	0
Slice 2	82,950934	0,50363331	0	9,1411147	4,5695501	0
Slice 3	83,712164	0,70124795	0	15,144115	7,5703885	0
Slice 4	84,473394	0,90716095	0	21,027283	10,511324	0
Slice 5	85,234624	1,1214413	0	26,753521	13,373812	0
Slice 6	85,995854	1,3441616	0	32,286567	16,139726	0

Slice 7	86,757084	1,5753982	0	37,593145	18,79243	0
Slice 8	87,518314	1,8152313	0	42,644838	21,31772	0
Slice 9	88,279544	2,0637453	0	47,419593	23,704571	0
Slice 10	89,040775	2,3210287	0	51,902743	25,945652	0
Slice 11	89,802005	2,5871744	0	56,087536	28,037588	0
Slice 12	90,563235	2,8622798	0	59,97516	29,980971	0
Slice 13	91,324465	3,1464474	0	63,574334	31,780161	0
Slice 14	92,085695	3,4397844	0	66,900532	33,442894	0
Slice 15	92,846925	3,7424033	0	69,974955	34,979767	0
Slice 16	93,608155	4,0544223	0	72,823322	36,403636	0
Slice 17	94,369385	4,3759652	0	75,474607	37,728986	0
Slice 18	95,115385	4,7003439	0	73,856292	36,920008	0
Slice 19	95,846154	5,0273055	0	68,103114	34,044052	0
Slice 20	96,576923	5,3634129	0	62,367531	31,176893	0
Slice 21	97,307692	5,7087983	0	56,651245	28,31938	0
Slice 22	98,038462	6,0636005	0	50,949442	25,469106	0
Slice 23	98,769231	6,4279645	0	45,251227	22,620627	0
Slice 24	99,5	6,8020429	0	39,540139	19,765713	0
Slice 25	100,23077	7,1859952	0	33,794728	16,89364	0
Slice 26	100,96154	7,5799891	0	27,989162	13,991497	0
Slice 27	101,69231	7,9842006	0	22,093875	11,044503	0
Slice 28	102,42308	8,3988146	0	16,076248	8,0363524	0
Slice 29	103,15385	8,8240252	0	9,9013384	4,9495781	0
Slice 30	103,88462	9,2600369	0	3,5327018	1,7659616	0
Slice 31	104,25752	9,4853707	0	0,22190028	0,11092569	0
Slice 32	104,27343	9,4951045	-98,02199	-3,5043092	-1,3733237	8,5

Argine

Report generated using GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Created By: paolo
Last Edited By: paolo
Revision Number: 108
Date: 08/05/2025
Time: 09:23:11
Tool Version: 8.15.6.13446
File Name: ST Fase 1_INTERF.gsz
Directory: \\192.168.100.1\commesse\393-2025_HERA Galliera\WORK\03-PFTE\STABILITA\
Last Solved Date: 08/05/2025
Last Solved Time: 09:23:14

Project Settings

Length(L) Units: Meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

Argine

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Apply Phreatic Correction: No
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Fully-Specified
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: Yes
Critical Slip Surface Optimizations
Maximum Iterations: 2 000
Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Points: 8
Ending Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,001

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

05 Rifiuti

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Cohesion': 8,5 kPa

Phi': 21,4 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

07 Impermeabilizzazione

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 11,28 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0; 0) m

Right Coordinate: (226,903; 5,5) m

Fully Specified Slip Surfaces

Fully Specified Slip Surface 1

	X (m)	Y (m)
	132,77468	10,65867
	142,09824	3,00641
	214,09008	5,10497
	220,63487	12,95127

Fully Specified Slip Surface 2

	X (m)	Y (m)
	144,9529	10,84482
	152,65979	3,28022
	214,08385	5,09727
	220,60221	12,98393

Fully Specified Slip Surface 3

	X (m)	Y (m)
	158,95806	10,97464
	168,59946	3,74372
	214,09357	5,10782
	220,63759	12,91861

Fully Specified Slip Surface 4

	X (m)	Y (m)
	170,72182	10,8755
	177,93865	4,07962
	214,1206	5,1758

Fully Specified Slip Surface 5

	X (m)	Y (m)
	181,44131	10,60067
	187,43479	4,33892
	214,10143	5,14123
	220,62285	12,90047

Fully Specified Slip Surface 6

	X (m)	Y (m)
	190,80924	10,33261
	196,70047	4,62679
	214,10803	5,13463
	220,59404	12,95944

Fully Specified Slip Surface 7

	X (m)	Y (m)
	198,77024	10,33536
	204,89136	4,89984
	214,123	5,153
	220,63693	12,82671

Fully Specified Slip Surface 8

	X (m)	Y (m)
	197,16797	10,03419
	204,89424	4,89552
	214,1112	5,1516
	220,07804	11,42704

Fully Specified Slip Surface 9

	X (m)	Y (m)
	200,25794	10,66695
	204,89568	4,8912
	214,1235	5,154
	220,11374	11,42831

Fully Specified Slip Surface 10

	X (m)	Y (m)
	202,08521	10,85183
	204,91405	4,86453
	214,1196	5,14896

	219,82913	11,4572
--	-----------	---------

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	0	-0,5
Coordinate 2	226,903	-0,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: **Geosynthetic**

Outside Point: (81,5; 0) m

Inside Point: (226,903; 0) m

Slip Surface Intersection: () m

Length: 145,403 m

Direction: 180 °

F of S Dependent: **Yes**

Interface Adhesion: 0 kPa

Interface Shear Angle: 30 °

Surface Area Factor: 2

Resistance Reduction Factor: 1

Force Distribution: **Distributed**

Anchorage: **Yes**

Tensile Capacity: 100 kN

Reduction Factor: 1,6

Force Orientation: 0

Max. Pullout Force: 62,5 kN

Pullout Force: 0 kN

Pullout Force per Length: 0 kN/m

Available Length: 0 m

Required Length: 0 m

Governing Component: (none)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	81,5	0
Point 3	94,75	9,5
Point 4	104,25	9,5
Point 5	118,5	0
Point 6	226,903	0
Point 7	0	-6

Point 8	226,903	-6
Point 9	0	-12
Point 10	226,903	-12
Point 11	0	-13,5
Point 12	226,903	-13,5
Point 13	0	-26
Point 14	226,903	-26
Point 15	0	-100
Point 16	226,903	-100
Point 17	132,3503	0
Point 18	132,3503	-6
Point 19	132,3503	-12
Point 20	132,3503	-13,5
Point 21	132,3503	-26
Point 22	132,3503	-100
Point 23	214,1206	5,1758
Point 24	216,2676	7,25
Point 25	217,8125	7,25
Point 26	219,9595	5,1758
Point 27	114,7509	2,49939
Point 28	206,48	9
Point 29	226,903	5,5

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	07 Impermeabilizzazione	2;3;4;27;5	220,87
Region 2	07 Impermeabilizzazione	1;2;5;17;18;7	794,1
Region 3	07 Impermeabilizzazione	7;18;19;9	794,1
Region 4	07 Impermeabilizzazione	9;19;20;11	198,53
Region 5	07 Impermeabilizzazione	11;13;21;20	1 654,4
Region 6	07 Impermeabilizzazione	13;21;22;15	9 793,9
Region 7	07 Impermeabilizzazione	6;17;5;27;23;24;25;26;29	451,6
Region 8	07 Impermeabilizzazione	6;8;18;17	567,32
Region 9	07 Impermeabilizzazione	18;8;10;19	567,32
Region 10	07 Impermeabilizzazione	19;20;12;10	141,83
Region 11	07 Impermeabilizzazione	20;21;14;12	1 181,9
Region 12	07 Impermeabilizzazione	21;22;16;14	6 996,9
Region 13	05 Rifiuti	4;27;23;28	555,44

Current Slip Surface

Slip Surface: 11

F of S: 1,398

Volume: 26,016422 m³

Weight: 469,13714 kN

Resisting Moment: 876,07347 kN-m

Activating Moment: 626,73088 kN-m

Resisting Force: 140,04548 kN

Activating Force: 100,1917 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 11 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 11 slip surfaces

Exit: (214,17809; 5,2313445) m

Entry: (202,2024; 9,0209214) m
Radius: 6,3993441 m
Center: (208,73852; 9,9122649) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	202,30755	8,9007357	-92,193015	-3,5471929	-1,3901297	8,5
Slice 2	202,58421	8,60373	-89,28028	1,1492397	0,45038213	8,5
Slice 3	202,92721	8,25009	-85,812133	6,0738231	2,3803053	8,5
Slice 4	203,29479	7,8873808	-82,255044	11,58153	4,5387519	8,5
Slice 5	203,68692	7,5156025	-78,609014	16,541752	6,4826417	8,5
Slice 6	204,07906	7,1438242	-74,962984	21,359261	8,3706028	8,5
Slice 7	204,47119	6,7720458	-71,316953	26,057598	10,211861	8,5
Slice 8	204,86333	6,4002675	-67,670923	30,663018	12,016705	8,5
Slice 9	205,25546	6,0284892	-64,024893	35,203845	13,796236	8,5
Slice 10	205,62158	5,70998	-60,901274	42,106423	16,501327	8,5
Slice 11	205,96372	5,432357	-58,178625	44,432243	17,412806	8,5
Slice 12	206,30791	5,142351	-55,334536	48,108707	18,853596	8,5
Slice 13	206,49572	4,984102	-53,782588	50,022468	19,603591	8,5
Slice 14	206,5138	4,968868	-53,633188	56,783432	11,325838	0
Slice 15	206,68115	4,934675	-53,297858	67,943475	13,551784	0
Slice 16	207,03383	4,87336	-52,696542	67,028047	13,369196	0
Slice 17	207,4092	4,81514	-52,125578	64,983291	12,961355	0
Slice 18	207,81089	4,77354	-51,717607	64,612562	12,887411	0
Slice 19	208,2389	4,74856	-51,472628	61,442613	12,255143	0
Slice 20	208,65241	4,7470933	-51,458244	60,371567	12,041516	0
Slice 21	209,0514	4,76914	-51,674456	56,258818	11,2212	0
Slice 22	209,45039	4,7911867	-51,890668	52,074432	10,386596	0
Slice 23	209,84939	4,8132333	-52,106879	47,831857	9,5403862	0
Slice 24	210,24838	4,83528	-52,323091	43,545378	8,6854191	0
Slice 25	210,64737	4,8573267	-52,539303	39,229635	7,8246151	0

Slice 26	210,94052	4,872165	-52,684822	35,911877	7,1628659	0
Slice 27	211,25901	4,8814183	-52,77557	32,48516	6,4793842	0
Slice 28	211,70872	4,892295	-52,882237	27,958671	5,5765453	0
Slice 29	212,15842	4,9031717	-52,988905	23,448525	4,6769664	0
Slice 30	212,43954	4,909165	-53,047681	20,586306	4,1060774	0
Slice 31	212,71676	4,9083783	-53,039966	17,930872	3,5764333	0
Slice 32	213,15867	4,905695	-53,013651	13,874158	2,7672943	0
Slice 33	213,60057	4,9030117	-52,987335	9,8512582	1,9648998	0
Slice 34	213,93845	4,96496	-53,594863	6,1159406	1,2198656	0
Slice 35	214,08798	5,0822281	-54,744911	2,6973768	0,53800998	0
Slice 36	214,14935	5,1837753	-55,740784	0,48303537	0,09634466	0

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Created By: paolo
Last Edited By: paolo
Revision Number: 88
Date: 07/05/2025
Time: 18:44:52
Tool Version: 8.15.6.13446
File Name: ST Fase 2_PROGETTO_Lungo termine.gsz
Directory: \\192.168.100.1\commesse\393-2025_HERA Galliera\WORK\03-PFTE\STABILITA\
Last Solved Date: 07/05/2025
Last Solved Time: 18:45:04

Project Settings

Length(L) Units: Meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Apply Phreatic Correction: No
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Right to Left
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0,001

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

01 Argine

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,6 °

Phi-B: 0 °

02 unità 1

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 18,5 kN/m³

C-Top of Layer: 21,4 kPa

C-Rate of Change: 3,57 (kN/m²)/m

C-Maximum: 42,9 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

03 unità 2

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 42,9 kPa

C-Rate of Change: 5,57 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

04 unità 3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,1 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

06 unità 5

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 31,1 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

05 unità 4

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 39,3 kPa

C-Rate of Change: 2,57 (kN/m²)/m

C-Maximum: 71,4 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

05 Rifiuti

Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion': 10,6 kPa
 Phi': 30 °
 Phi-B: 0 °
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

06 Argilla

Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion': 60 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

02 unità 1 *

Model: $S=f(\text{depth})$
 Unit Weight: 18,5 kN/m³
 C-Top of Layer: 39,3 kPa
 C-Rate of Change: 2,05 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 51,6 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

03 unità 2*

Model: $S=f(\text{depth})$
 Unit Weight: 19,5 kN/m³
 C-Top of Layer: 51,6 kPa
 C-Rate of Change: 2,05 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 89,46 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

05 unità 4*

Model: $S=f(\text{depth})$
 Unit Weight: 19,5 kN/m³
 C-Top of Layer: 67 kPa
 C-Rate of Change: 2,05 (kN/m²)/m
 C-Maximum: 92,7 kPa
 Pore Water Pressure
 Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
 Left-Zone Left Coordinate: (15,16667; 0) m
 Left-Zone Right Coordinate: (93,82783; 8,83882) m
 Left-Zone Increment: 20
 Right Projection: Range
 Right-Zone Left Coordinate: (134,02714; 17,0462) m
 Right-Zone Right Coordinate: (219,9595; 19,4138) m
 Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0; 0) m

Right Coordinate: (219,9595; 19,4138) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	0	-0,5
Coordinate 2	219,9595	-0,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Geosynthetic

Outside Point: (81,5; 0) m

Inside Point: (219,95; 0) m

Slip Surface Intersection: (140,85995; 0) m

Length: 138,45 m

Direction: 180 °

F of S Dependent: Yes

Interface Adhesion: 0 kPa

Interface Shear Angle: 26 °

Surface Area Factor: 2

Resistance Reduction Factor: 1

Force Distribution: Distributed

Anchorage: Yes

Tensile Capacity: 1 450 kN

Reduction Factor: 1,6

Force Orientation: 0

Max. Pullout Force: 906,25 kN

Pullout Force: 670,0988 kN

Pullout Force per Length: 227,87623 kN/m

Available Length: 79,090052 m

Required Length: 2,9406262 m

Governing Component: Tensile Capacity

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	81,5	0

Point 3	94,75	9,5
Point 4	104,25	9,5
Point 5	118,5	0
Point 6	219,9595	0
Point 7	0	-6
Point 8	219,9595	-6
Point 9	0	-12
Point 10	219,9595	-12
Point 11	0	-13,5
Point 12	219,9595	-13,5
Point 13	0	-26
Point 14	219,9595	-26
Point 15	0	-100
Point 16	219,9595	-100
Point 17	116,5701	13,5
Point 18	124,8093	13,74
Point 19	219,9595	16,1538
Point 20	219,9595	3,1722
Point 21	117,56801	0,62132
Point 22	132,3503	17
Point 23	219,9595	19,4138
Point 24	132,3503	0
Point 25	132,3503	-100
Point 26	104,25	-6
Point 27	104,25	-12
Point 28	104,25	-13,5
Point 29	104,25	-26
Point 30	104,25	0

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	01 Argine	2;3;4;21;5;30	220,87
Region 2	02 unità 1	1;2;30;26;7	625,5
Region 3	03 unità 2	7;26;27;9	625,5
Region 4	04 unità 3	10;27;9;11;28;12	329,94
Region 5	05 unità 4	11;28;29;13	1 303,1
Region 6	06 unità 5	13;29;14;16;25;15	16 277
Region 7	05 Rifiuti	4;17;18;22;23;19;20;21	1 703,3
Region 8	06 Argilla	20;6;24;5;21	193,92
Region 9	02 unità 1 *	6;8;26;30;5;24	694,26
Region 10	03 unità 2 *	26;8;10;27	694,26
Region 11	05 unità 4 *	28;29;14;12	1 446,4

Current Slip Surface

Slip Surface: 4 068

F of S: 1,352

Volume: 2 032,4711 m³

Weight: 38 068,507 kN

Resisting Moment: 466 969,82 kN-m

Activating Moment: 345 347,63 kN-m

Resisting Force: 7 087,0244 kN

Activating Force: 5 239,3564 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 9 261 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 9 261 slip surfaces

Exit: (51,842742; 0) m

Entry: (151,21361; 17,51972) m

Radius: 58,603288 m

Center: (96,351345; 38,12256) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	52,05933	-0,25	-2,45175	23,712838	0	22,2925
Slice 2	53,652599	-1,9663054	14,380057	59,690878	0	28,41971
Slice 3	56,405959	-4,7163054	41,349307	117,04701	0	38,23721
Slice 4	59,833397	-7,6366001	69,988637	181,43483	0	52,015862
Slice 5	63,934911	-10,6366	99,409637	248,91423	0	68,725862
Slice 6	67,298966	-12,75	120,13575	310,92032	115,08861	0
Slice 7	70,223231	-14,302884	135,36488	306,48113	0	41,363411
Slice 8	73,445165	-15,790226	149,95125	336,34375	0	45,185882
Slice 9	76,667099	-17,049446	162,30041	360,38788	0	48,422076
Slice 10	79,889033	-18,095941	172,56339	378,95733	0	51,111569
Slice 11	83,15625	-18,950595	180,94498	415,68552	0	53,308029
Slice 12	86,46875	-19,616994	187,48036	469,02425	0	55,020675
Slice 13	89,78125	-20,087414	192,09377	517,09866	0	56,229654
Slice 14	93,09375	-20,366599	194,83174	560,14195	0	56,94716
Slice 15	96,333333	-20,459332	195,74117	576,70341	0	57,185483
Slice 16	99,5	-20,374595	194,91015	567,5356	0	56,967708
Slice 17	102,66667	-20,117681	192,39059	554,98414	0	56,307439
Slice 18	105,79001	-19,694583	188,24128	546,78833	0	79,698895
Slice 19	108,87004	-19,106301	182,472	544,17459	0	78,492917
Slice 20	111,95006	-18,344003	174,99614	538,60643	0	76,930206
Slice 21	115,03009	-17,400497	165,74317	530,1634	0	74,996019
Slice 22	117,06906	-16,693836	158,81295	522,4669	0	73,547364
Slice 23	118,034	-16,319666	155,14347	514,11889	0	72,780316

Slice 24	119,89761	-15,520606	147,30708	495,10299	0	71,142242
Slice 25	122,69282	-14,203569	134,3909	467,41618	0	68,442316
Slice 26	124,44986	-13,303609	125,56499	415,18212	174,70822	0
Slice 27	125,76316	-12,553609	118,20974	402,92924	171,75378	0
Slice 28	128,12534	-11,090735	103,86334	429,0989	0	62,036006
Slice 29	130,94198	-9,1509846	84,840206	412,26372	0	58,059518
Slice 30	133,63518	-7,0602499	64,336371	383,94065	0	53,773512
Slice 31	136,29673	-4,7163054	41,349307	343,26848	0	48,968426
Slice 32	139,05009	-1,9663054	14,380057	297,6369	0	43,330926
Slice 33	140,64336	-0,25	-2,45175	271,25709	0	39,8125
Slice 34	141,37112	0,61353101	-10,920399	237,22447	0	60
Slice 35	143,43752	3,3319188	-37,579628	149,39351	86,252384	10,6
Slice 36	146,54795	8,0310898	-83,664398	89,376355	51,601462	10,6
Slice 37	149,65839	14,072562	-142,91312	22,392406	12,928262	10,6

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2012. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.15
Created By: paolo
Last Edited By: paolo
Revision Number: 86
Date: 07/05/2025
Time: 18:24:45
Tool Version: 8.15.6.13446
File Name: PST Fase 2_PROGETTO_Lungo termine.gsz
Directory: \\192.168.100.1\commesse\393-2025_HERA Galliera\WORK\03-PFTE\STABILITA\
Last Solved Date: 07/05/2025
Last Solved Time: 18:24:50

Project Settings

Length(L) Units: Meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: Kilonewtons
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³
View: 2D
Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
Apply Phreatic Correction: No
Use Staged Rapid Drawdown: No
Slip Surface
Direction of movement: Right to Left
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
F of S Tolerance: 0,001

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

01 Argine

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

02 unità 1

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 18,5 kN/m³

C-Top of Layer: 30 kPa

C-Rate of Change: 5 (kN/m²)/m

C-Maximum: 60 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

03 unità 2

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 60 kPa

C-Rate of Change: 6,6 (kN/m²)/m

C-Maximum: 100 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

04 unità 3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 37 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

06 unità 5

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19,5 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 37 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

05 unità 4

Model: $S=f(\text{depth})$

Unit Weight: 19,5 kN/m³

C-Top of Layer: 55 kPa

C-Rate of Change: 3,6 (kN/m²)/m

C-Maximum: 100 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

05 Rifiuti

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 10,6 kPa
Phi': 30 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

06 Argilla

Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion': 60 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

02 unità 1 *

Model: $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 18,5 kN/m³
C-Top of Layer: 55 kPa
C-Rate of Change: 2,875 (kN/m²)/m
C-Maximum: 72,25 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

03 unità 2*

Model: $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 19,5 kN/m³
C-Top of Layer: 72,25 kPa
C-Rate of Change: 2,875 (kN/m²)/m
C-Maximum: 89,5 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

05 unità 4*

Model: $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 19,5 kN/m³
C-Top of Layer: 93,8 kPa
C-Rate of Change: 2,875 (kN/m²)/m
C-Maximum: 129,75 kPa
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (15,16667; 0) m
Left-Zone Right Coordinate: (93,82783; 8,83882) m
Left-Zone Increment: 20
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (134,02714; 17,0462) m
Right-Zone Right Coordinate: (219,9595; 19,4138) m
Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 20

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0; 0) m

Right Coordinate: (219,9595; 19,4138) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	0	-0,5
Coordinate 2	219,9595	-0,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,133

Vert Seismic Coef.: 0,066

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Geosynthetic

Outside Point: (81,5; 0) m

Inside Point: (219,95; 0) m

Slip Surface Intersection: (127,06499; 0) m

Length: 138,45 m

Direction: 180 °

F of S Dependent: Yes

Interface Adhesion: 0 kPa

Interface Shear Angle: 26 °

Surface Area Factor: 2

Resistance Reduction Factor: 1

Force Distribution: Distributed

Anchorage: Yes

Tensile Capacity: 1 450 kN

Reduction Factor: 1,6

Force Orientation: 0

Max. Pullout Force: 906,25 kN

Pullout Force: 754,31742 kN

Pullout Force per Length: 216,76518 kN/m

Available Length: 92,885009 m

Required Length: 3,4798829 m

Governing Component: Tensile Capacity

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	0
Point 2	81,5	0

Point 3	94,75	9,5
Point 4	104,25	9,5
Point 5	118,5	0
Point 6	219,9595	0
Point 7	0	-6
Point 8	219,9595	-6
Point 9	0	-12
Point 10	219,9595	-12
Point 11	0	-13,5
Point 12	219,9595	-13,5
Point 13	0	-26
Point 14	219,9595	-26
Point 15	0	-100
Point 16	219,9595	-100
Point 17	116,5701	13,5
Point 18	124,8093	13,74
Point 19	219,9595	16,1538
Point 20	219,9595	3,1722
Point 21	117,56801	0,62132
Point 22	132,3503	17
Point 23	219,9595	19,4138
Point 24	132,3503	0
Point 25	132,3503	-100
Point 26	104,25	-6
Point 27	104,25	-12
Point 28	104,25	-13,5
Point 29	104,25	-26
Point 30	104,25	0

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	01 Argine	2;3;4;21;5;30	220,87
Region 2	02 unità 1	1;2;30;26;7	625,5
Region 3	03 unità 2	7;26;27;9	625,5
Region 4	04 unità 3	10;27;9;11;28;12	329,94
Region 5	05 unità 4	11;28;29;13	1 303,1
Region 6	06 unità 5	13;29;14;16;25;15	16 277
Region 7	05 Rifiuti	4;17;18;22;23;19;20;21	1 703,3
Region 8	06 Argilla	20;6;24;5;21	193,92
Region 9	02 unità 1 *	6;8;26;30;5;24	694,26
Region 10	03 unità 2 *	26;8;10;27	694,26
Region 11	05 unità 4 *	28;29;14;12	1 446,4

Current Slip Surface

Slip Surface: 4 483

F of S: 1,201

Volume: 1 086,7613 m³

Weight: 20 021,342 kN

Resisting Moment: 547 403,07 kN-m

Activating Moment: 455 609,9 kN-m

Resisting Force: 7 300,9648 kN

Activating Force: 6 077,2421 kN

F of S Rank (Analysis): 1 693 of 9 261 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 693 of 9 261 slip surfaces

Exit: (55,917861; 0) m

Entry: (146,91699; 17,40134) m

Radius: 70,276677 m

Center: (91,491426; 60,608026) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	56,350822	-0,25	-2,45175	20,257913	0	31,25
Slice 2	58,32106	-1,3233637	8,0747281	44,70085	0	36,616819
Slice 3	61,395615	-2,8755088	23,296615	80,678698	0	44,377544
Slice 4	64,470171	-4,2448045	36,725298	112,89788	0	51,224023
Slice 5	67,544726	-5,4426594	48,472661	141,04417	0	57,213297
Slice 6	70,634253	-6,4825645	58,67101	165,79356	0	63,184926
Slice 7	73,738752	-7,3705008	67,379002	186,75157	0	69,045306
Slice 8	76,843251	-8,1067712	74,599605	202,73091	0	73,90469
Slice 9	79,94775	-8,6962204	80,380334	213,76758	0	77,795055
Slice 10	83,15625	-9,1526639	84,856675	246,57434	0	80,807582
Slice 11	86,46875	-9,4692657	87,961589	294,35128	0	82,897153
Slice 12	89,78125	-9,6283025	89,521263	335,89521	0	83,946797
Slice 13	93,09375	-9,6308472	89,546218	371,62108	0	83,963591
Slice 14	96,333333	-9,4836879	88,103027	380,51112	0	82,99234
Slice 15	99,5	-9,1926483	85,248802	363,97964	0	81,071479
Slice 16	102,66667	-8,7558934	80,965546	344,95095	0	78,188896
Slice 17	105,85847	-8,1647822	75,168519	332,47044	0	78,473749
Slice 18	109,07542	-7,4129579	67,795379	326,11537	0	76,312254
Slice 19	112,29237	-6,4985768	58,828043	317,777	0	73,683408
Slice 20	115,23547	-5,5207925	49,238912	309,78453	0	70,872279
Slice 21	117,06905	-4,846609	42,627195	307,48811	0	68,934001
Slice 22	118,03401	-4,4615486	38,850907	300,11392	0	67,826952
Slice 23	120,07733	-3,5688867	30,096572	276,14603	0	65,260549

Slice 24	123,23198	-2,0675101	15,372572	248,87844	0	60,944092
Slice 25	125,50418	-0,88435552	3,7693746	236,08041	0	57,542522
Slice 26	126,63203	-0,25	-2,45175	235,92762	0	55,71875
Slice 27	127,80621	0,44742528	-9,2913997	226,67071	0	60
Slice 28	130,44887	2,1622632	-26,108815	187,64064	108,33437	10,6
Slice 29	133,80697	4,5288314	-49,31775	161,8205	93,427109	10,6
Slice 30	136,72031	6,8536267	-72,117017	128,32593	74,089013	10,6
Slice 31	139,63365	9,4500659	-97,580296	92,888252	53,629057	10,6
Slice 32	142,54699	12,362374	-126,1413	54,976924	31,740942	10,6
Slice 33	145,46032	15,652611	-158,40866	13,982196	8,0726245	10,6