

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

OPERE CIVILI - GEOTECNICA

Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
IA5F	01	D	78	RH	GE0005	002	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	E. Sellari	Luglio 2019	C.Toraldo <i>C. Toraldo</i>	Luglio 2019	F.GERNONE <i>F. Gernone</i>		D. TIBERTI Luglio 2019 <i>D. Tiberti</i>

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Ferrandina
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Dario Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10175

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 2 DI 19

1	INTRODUZIONE	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA.....	4
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	4
2.3	SOFTWARE	4
3	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	5
4	ANALISI DI STABILITÀ	6
4.1	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	6
4.2	CARICHI DI PROGETTO.....	7
4.3	COMBINAZIONI DI CARICO E VERIFICHE.....	8
5	VERIFICHE RILEVATO H=4M	10
5.1	MODELLO DI CALCOLO	10
5.2	RISULTATI DELLE ANALISI	11
6	VERIFICHE RILEVATO H=5M	12
6.1	MODELLO DI CALCOLO	12
6.2	RISULTATI DELLE ANALISI	13
7	VERIFICHE RILEVATO H=6M	14
7.1	MODELLO DI CALCOLO	14
7.2	RISULTATI DELLE ANALISI	15
8	VERIFICHE RILEVATO H=7M	16
8.1	MODELLO DI CALCOLO	16
8.2	RISULTATI DELLE ANALISI	17
9	VERIFICHE RILEVATO H=8M	18
9.1	MODELLO DI CALCOLO	18
9.2	RISULTATI DELLE ANALISI	19

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 3 DI 19

1 INTRODUZIONE

Il presente documento riporta le verifiche di stabilità dei rilevati esistenti senza muri della tratta ferroviaria Ferrandina – Matera riportati nella tabella seguente.

OPERA PRINCIPALE			
Codice	Descrizione	pk iniziale	pk finale
RI05	RILEVATO	9+901.50	10+418.00
RI06	RILEVATO	10+646.50	11+568.97
RI07	RILEVATO	11+748.97	11+819.00
RI08	RILEVATO	12+070.00	12+134.53
RI09	RILEVATO	12+704.51	12+950.91
RI10	RILEVATO	13+195.71	13+304.43
RI11	RILEVATO	13+427.93	13+572.11
RI12	RILEVATO	13+752.11	14+006.61
RI13	RILEVATO	14+156.61	14+318.43
RI14	RILEVATO	14+904.91	15+139.60
RI15	RILEVATO	16+030.51	16+191.01
RI16	RILEVATO	16+791.07	16+989.50
RI17	RILEVATO	17+259.50	17+377.90
RI18	RILEVATO	17+594.89	17+664.82
RI19	RILEVATO	17+754.82	17+805.39
RI20	RILEVATO	17+971.89	18+009.31
RI21	RILEVATO	18+369.35	18+411.89
RI22	RILEVATO	18+743.21	18+826.06

Figura 1: Rilevati esistenti senza muri.

Non sono state effettuate le verifiche dei cedimenti in quanto, anche laddove presenti terreni a grana fine sotto falda, il processo di consolidazione può considerarsi concluso.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 4 DI 19

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA

2.1 Documenti di riferimento

- [D1] IA5F01D78RHGE0005001 - Relazione geotecnica generale;
- [D2] IA5F01D78F6GE0005001 - IA5F01D78F6GE0005006 - Profilo geotecnico Ramo A.
- [D3] IA5F01D78RGOC0000001 - Relazione tecnica descrittiva delle opere civili minori.

2.2 Normativa e standard di riferimento

- [N1] D.M. 17/01/2018: Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- [N2] Circolare 21/01/2019 n.7 – C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione dell’ “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018

2.3 Software

Per le analisi sono stati utilizzati i seguenti codici di calcolo:

- [S1] Paratie Plus – Software dedicato al calcolo e alla progettazione delle opere di sostegno flessibili e alle analisi di stabilità.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 5 DI 19

3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il terreno costituente il piano di posa dei rilevati esistenti senza muri varia lungo il tracciato come riportato nella tabella che segue.

Rilevato	RI05	RI06	RI07	RI08	RI09	RI10	RI11	RI12	RI13
Terreno di fondazione U	1C	1C o 2	2	2	1E	2	2	2	1E

Rilevato	RI14	RI15	RI16	RI17	RI18	RI19	RI20	RI21	RI22
Terreno di fondazione U	2	1E	1E	2	2	2	2	2	2

Tra tutte le unità geotecniche presenti nelle analisi riportate nella presente relazione è stata considerata quella caratterizzata da parametri geotecnici peggiori ai fini della stabilità ovvero l'unità 1E. In accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, i parametri geotecnici caratteristici di tale unità sono riepilogati in tabella.

Unità	da [m]	a [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	E_{op} [MPa]
U1E	p.c.	-	18.5	24	11	-	12.5

La falda è stata considerata a 3 m dal piano campagna.

Per il rilevato ferroviario invece sono stati considerati i seguenti parametri:

Unità	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	E_{op} [MPa]
Rilevato	20.0	38	0	-	10

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 6 DI 19

4 ANALISI DI STABILITÀ

Per le analisi di stabilità dei rilevati esistenti sono stati implementati diversi modelli di calcolo che si differenziano tra loro per l'altezza del rilevato.

4.1 Metodologia di calcolo

Le verifiche di stabilità sono state effettuate con il codice di calcolo Paratie Plus.

PARATIE PLUS offre la possibilità di calcolare la stabilità complessiva del versante in cui può o meno essere presente un'opera di sostegno flessibile.

PARATIE PLUS prevede il calcolo della stabilità per mezzo dei seguenti metodi:

- Metodo di Bishop semplificato;
- Metodo di Janbu semplificato;
- Metodo di Morgenstern & Price.

Tutti questi, appartenenti alla famiglia dei metodi all'equilibrio limite, si basano sull'individuare una porzione di terreno instabile mobilitata lungo di una potenziale superficie di scorrimento.

Il coefficiente di sicurezza associato ad una superficie è calcolato imponendo le condizioni di equilibrio nelle quali vengono introdotte le resistenze offerte del terreno affette da tale coefficiente di sicurezza. Variando secondo diversi criteri la superficie di scorrimento, è possibile determinare la configurazione associata al coefficiente di sicurezza minimo.

Tutti i metodi suddividono la regione di terreno mobilitata in conci verticali compresi tra la sommità del terreno e la superficie di scorrimento e istituiscono le condizioni di equilibrio generali e relative ai singoli conci. Poiché nella scrittura delle condizioni di equilibrio del singolo concio è necessario includere le azioni che esso scambia con i conci adiacenti, si ottiene un sistema risolvibile in cui le incognite (il coefficiente di sicurezza e le azioni interne fra i conci) superano le equazioni disponibili.

La differenza fra i diversi metodi risiede nel modo in cui il problema viene reso staticamente determinato: in generale vengono introdotte ulteriori ipotesi, diverse da un metodo all'altro, relativamente alle azioni di interazione fra conci adiacenti.

Il metodo di Morgenstern & Price, utilizzato nelle analisi riportate nella presente relazione, ipotizza che l'inclinazione delle forze tra i conci vari con la posizione x del concio, secondo una legge $f(x)$ nota a meno di un moltiplicatore λ introdotto come variabile aggiuntiva. Il coefficiente di sicurezza è ottenuto imponendo condizioni di equilibrio generali sia alla traslazione sia alla rotazione.

Nelle analisi sono state escluse, perché considerate non significative, le superfici di rottura superficiali che coinvolgono volumi di terreno ridotti e che comunque non interessano la sede stradale. A tal proposito si sottolinea che, nei calcoli, a favore di sicurezza, non è stato preso in conto in alcun modo l'effetto che la finitura a verde delle scarpate darà necessariamente, in termini di coesione efficace, allo strato più superficiale delle scarpate.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A

4.2 Carichi di progetto

I carichi di progetto considerati nelle analisi oggetto del presente documento sono i seguenti:

- Carico rappresentativo del pacchetto massicciata + armamento ferroviario;
- Sovraccarico rappresentativo del traffico ferroviario;
- Carico da azione sismica.

Il sovraccarico permanente è stato schematizzato per mezzo di una pressione uniformemente distribuita pari a 14.4 kPa, rappresentativo di uno strato di spessore pari a 0.80 m con un peso pari a 18.00 kN/m³. Il carico è stato applicato sulla sommità del rilevato sino ad una distanza pari a 0.60 m dai bordi, ovvero dove il ballast è effettivamente presente.

Il sovraccarico da traffico ferroviario è stato valutato per quanto riguarda il traffico normale (modello di carico LM71). Il carico dato dal treno LM71 risulta essere pari a 250 kN ad asse, con interasse pari a 1.6 m, ossia 250/1.6 = 156.25 kN/m. Per riportare il carico ferroviario dalla traversina, di larghezza pari a 2.4 m, al piano al di sotto del ballast si è considerata una diffusione con pendenza 1:4. Pertanto la pressione equivalente è stata valutata come applicata su una fascia di larghezza pari a 2,60 m, centrata in corrispondenza dell'asse della linea ferroviaria. La pressione considerata è stata assunta pertanto pari a 156.25/2.6 = 60.1 kPa.

Come meglio descritto nella “Relazione tecnica descrittiva delle opere civili minori - IA5F01D78RGOC0000001” di seguito si svolgeranno le sole verifiche sismiche.

Con riferimento al par. 7.11.4 delle NTC18, la verifica di stabilità in condizioni sismiche dei rilevati e dei fronti di scavo può essere condotta mediante metodi pseudo statici per i quali l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso del volume W di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \cdot W \quad F_v = k_v \cdot W \text{ dove:}$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \text{ (con } \beta_s = 0.38 \text{ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito)}$$

$$\text{e } k_v = \pm 0.5 \cdot k_h.$$

L'accelerazione massima a_{\max} attesa al sito è pari a:

V _N	50	anni
C _U	1.0	classe d'uso II
V _R	50	anni
P _{VR} (SLV)	0.1	
T _R	475	anni
a _g	0.158	g
S _S	1.6	cat. E
S _T	1	
a _{max}	0.253	g

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 8 DI 19

4.3 Combinazioni di carico e verifiche

Le verifiche sono state eseguite solamente in condizioni sismiche, in quanto si tratta di rilevati già esistenti.

Ai fini delle verifiche agli stati limite ultimi sismici si riporta la combinazione delle azioni riportate nelle NTC18:

-Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione Ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Tabella 1: Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (Tab. 5.2.V - NTC2018).

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 2: Coefficienti di combinazione Ψ agli SLU (Tab. 5.2.VI - NTC2018).

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 9 DI 19

Per le combinazioni sismiche si considera Ψ pari a 0.20 per i carichi variabili da traffico.

Quindi i carichi e sovraccarichi sono stati inseriti nella verifica agli SLU sismica applicando coefficienti parziali di amplificazione unitari come previsti dalla Normativa vigente e considerando un'aliquota del 20% del carico variabile.

I carichi applicati sono quindi pari a:

- carico permanente = 14.4 kPa;
- carico variabile = $60.1 \cdot 0.2 = 12.02$ kPa.

La verifica allo stato limite ultimo richiesta dalle NTC18 per la stabilità dei fronti di scavo e rilevati in condizioni sismiche, prevede l'utilizzo della combinazione 2 A2+M2+R2 dell'approccio 1: deve verificarsi che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni, applicando coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici pari all'unità e riducendo le resistenze tramite un coefficiente parziale $\gamma_R = 1.2$ (paragrafo 7.11.4 delle NTC18).

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 10 DI 19

5 Verifiche rilevato H=4m

5.1 Modello di calcolo

Nelle figure che seguono si riporta un'immagine del modello di calcolo effettuato con il software Paratie Plus e le condizioni imposte al programma per la ricerca della superficie critica.

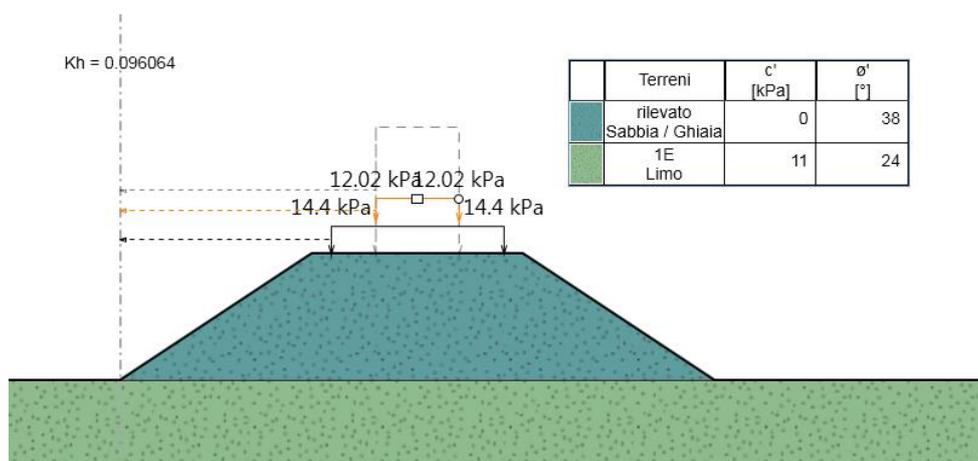


Figura 2: Rilevato H=4m - modello di calcolo stabilità.

D.S. Base Design Section Fase Stage 2

Attivo

Metodo di stabilità del pendio: Morgenstern & Price

Definizione Superficie Critica: 

Massimo numero di iterazioni: 100

Passo Conci: 1 m

Tolleranza FS: 0.0001

Contributo del muro all'analisi di stabilità: Ignora muro

Controlla inclinazione base conci vs. cono attivo / cono passivo

Golden Section Search

Aggiusta forze E tra i conci (solo Bishop)

Proprietà Funzioni di Forma

Tipo: Costante

costante: 1

v: 0.1 μ 0.1

Intervalli

Estremo iniziale sinistra: -10 m Estremo iniziale destra: 6.6 m

Estremo finale sinistra: -0.05 m Estremo finale destra: 12 m

Suddivisioni intervallo s: 15 Suddivisioni intervallo d: 15

Raggio Massimo: 20 m Numero Raggi: 15

Figura 3: Rilevato H=4m – definizione superfici da analizzare.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH GE0005 002	DOCUMENTO 	REV. A

5.2 Risultati delle analisi

A seguire i risultati ottenuti in condizioni sismiche.

- verifica in condizioni sismiche kv+

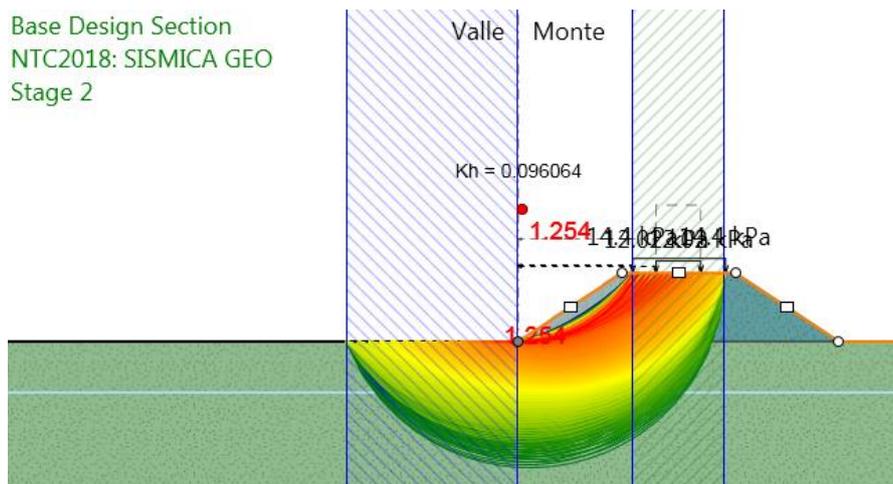


Figura 4: Rilevato H=4m - verifica di stabilità in condizione sisma +.

- verifica in condizioni sismiche kv-

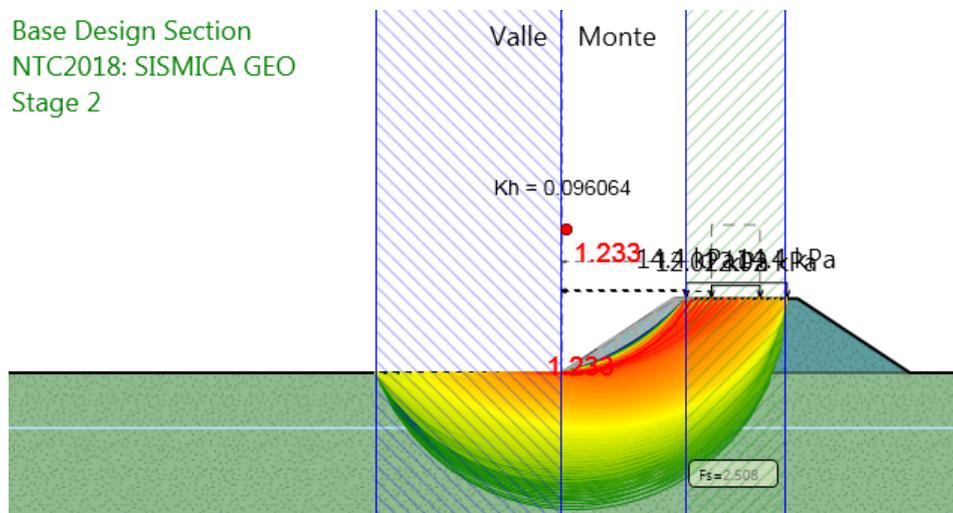


Figura 5: Rilevato H=4m - verifica di stabilità in condizione sisma -.

Nella tabella che segue si riassumono i fattori di sicurezza ottenuti.

Condizione di calcolo	FS		FS da NTC2018 (γR)
Sismica +	1.254	≥	1.2
Sismica -	1.233	≥	1.2

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A	FOGLIO 12 DI 19

6 Verifiche rilevato H=5m

6.1 Modello di calcolo

Nelle figure che seguono si riporta un'immagine del modello di calcolo effettuato con il software Paratie Plus e le condizioni imposte al programma per la ricerca della superficie critica.

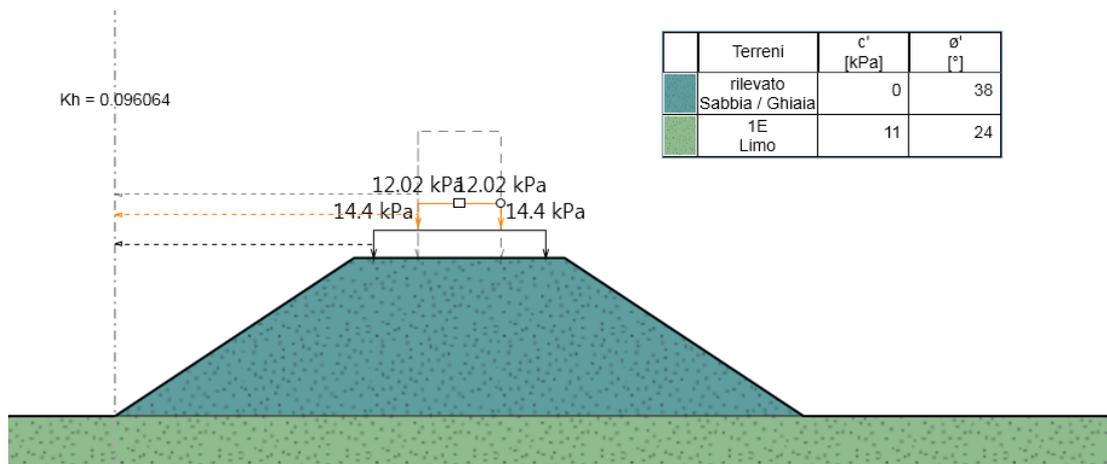
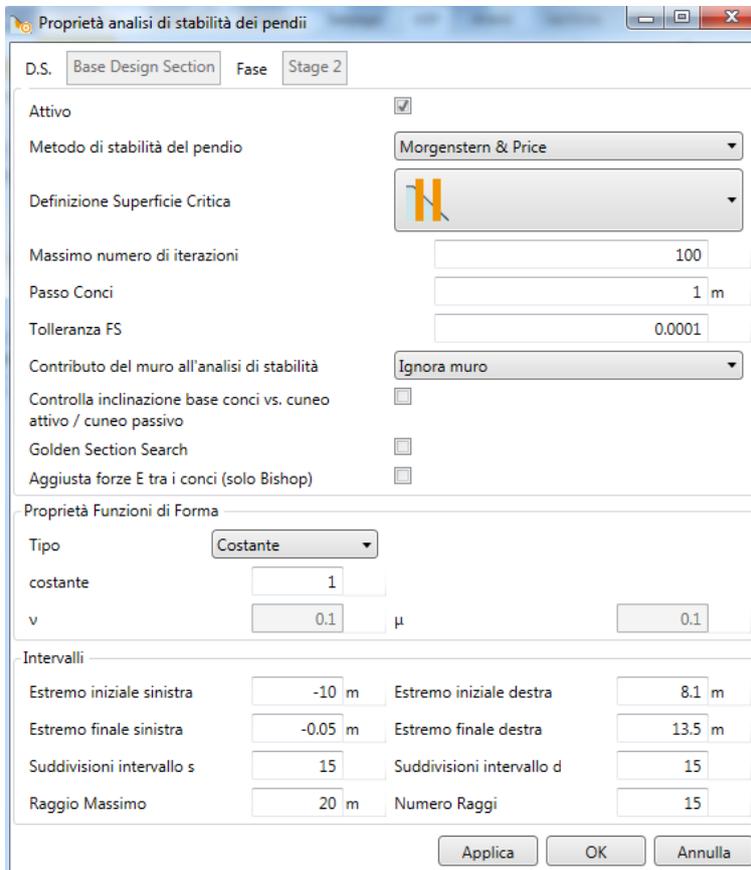


Figura 6: Rilevato H=5m - modello di calcolo stabilità.



Proprietà analisi di stabilità dei pendii

D.S. Base Design Section Fase Stage 2

Attivo

Metodo di stabilità del pendio: Morgenstern & Price

Definizione Superficie Critica: 

Massimo numero di iterazioni: 100

Passo Conci: 1 m

Tolleranza FS: 0.0001

Contributo del muro all'analisi di stabilità: Ignora muro

Controlla inclinazione base conci vs. cuneo attivo / cuneo passivo:

Golden Section Search:

Aggiusta forze E tra i conci (solo Bishop):

Proprietà Funzioni di Forma

Tipo: Costante

costante: 1

v: 0.1 μ: 0.1

Intervalli

Estremo iniziale sinistra: -10 m Estremo iniziale destra: 8.1 m

Estremo finale sinistra: -0.05 m Estremo finale destra: 13.5 m

Suddivisioni intervallo s: 15 Suddivisioni intervallo d: 15

Raggio Massimo: 20 m Numero Raggi: 15

Applica OK Annulla

Figura 7: Rilevato H=5m – definizione superfici da analizzare.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH GE0005	DOCUMENTO 002	REV. A

6.2 Risultati delle analisi

A seguire i risultati ottenuti in condizioni sismiche.

- verifica in condizioni sismiche kv+

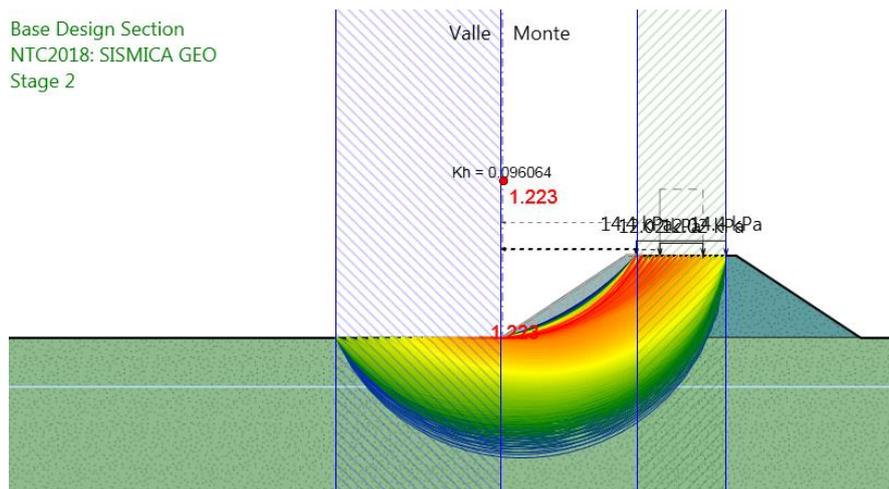


Figura 8: Rilevato $H=5m$ - verifica di stabilità in condizione sisma +.

- verifica in condizioni sismiche kv-

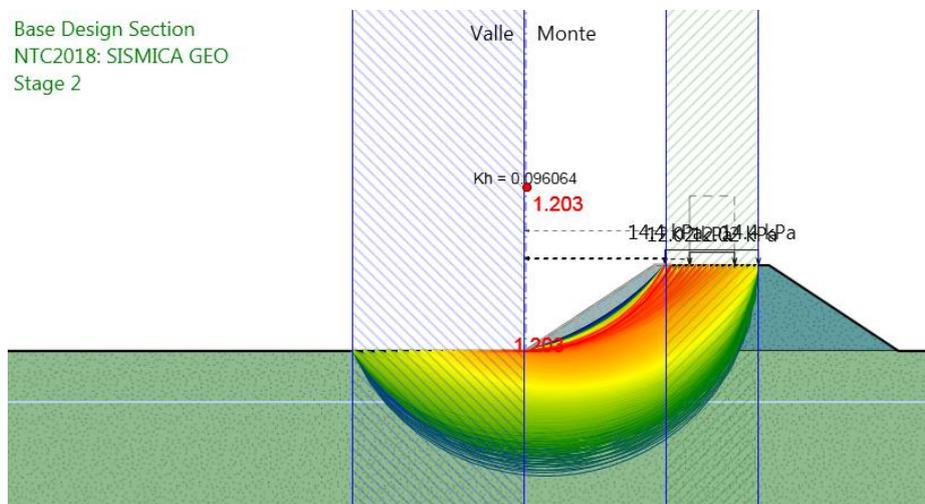


Figura 9: Rilevato $H=5m$ - verifica di stabilità in condizione sisma -.

Nella tabella che segue si riassumono i fattori di sicurezza ottenuti.

Condizione di calcolo	FS		FS da NTC2018 (γ _R)
Sismica +	1.223	≥	1.2
Sismica -	1.203	≥	1.2

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A

7 Verifiche rilevato H=6m

7.1 Modello di calcolo

Nelle figure che seguono si riporta un'immagine del modello di calcolo effettuato con il software Paratie Plus e le condizioni imposte al programma per la ricerca della superficie critica.

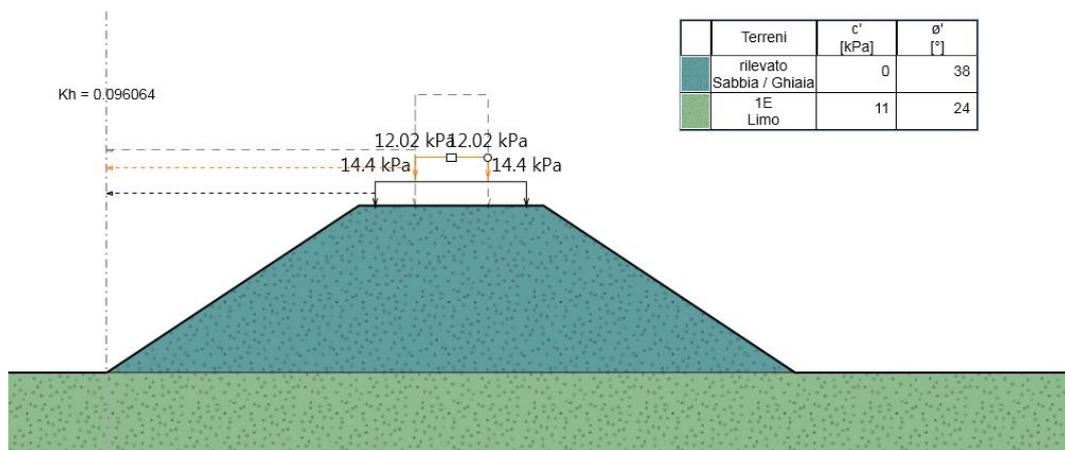
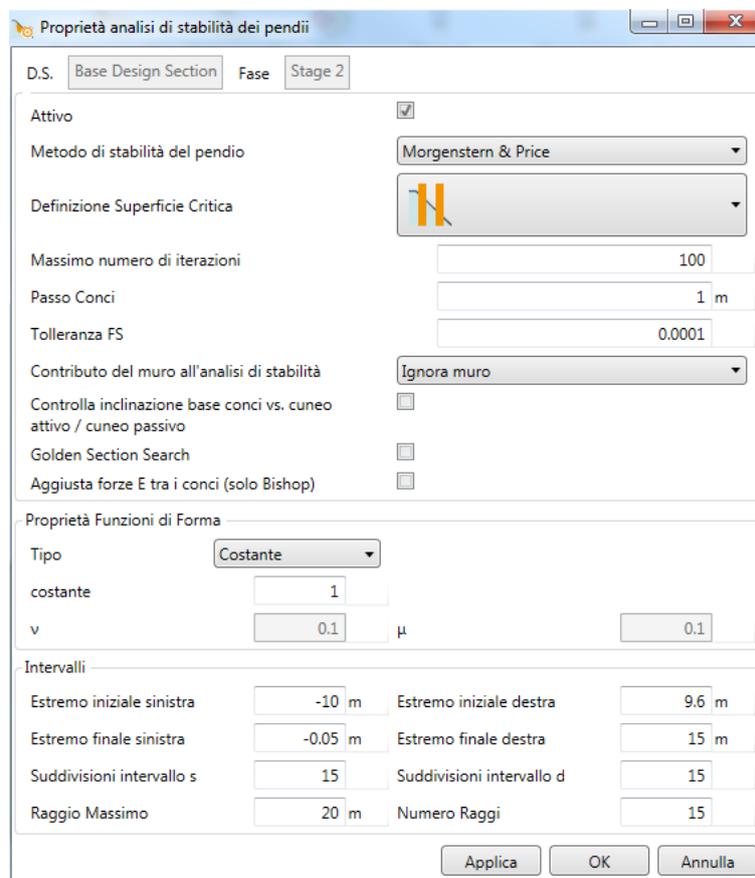


Figura 10: Rilevato H=6m - modello di calcolo stabilità.



Proprietà analisi di stabilità dei pendii

D.S.: Base Design Section Fase Stage 2

Attivo

Metodo di stabilità del pendio: Morgenstern & Price

Definizione Superficie Critica: 

Massimo numero di iterazioni: 100

Passo Conci: 1 m

Tolleranza FS: 0.0001

Contributo del muro all'analisi di stabilità: Ignora muro

Controlla inclinazione base conci vs. cuneo attivo / cuneo passivo

Golden Section Search

Aggiusta forze E tra i conci (solo Bishop)

Proprietà Funzioni di Forma

Tipo: Costante

costante: 1

v: 0.1 μ 0.1

Intervalli

Estremo iniziale sinistra: -10 m Estremo iniziale destra: 9.6 m

Estremo finale sinistra: -0.05 m Estremo finale destra: 15 m

Suddivisioni intervallo s: 15 Suddivisioni intervallo d: 15

Raggio Massimo: 20 m Numero Raggi: 15

Applica OK Annulla

Figura 11: Rilevato H=6m – definizione superfici da analizzare.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH GE0005 002	DOCUMENTO 	REV. A

7.2 Risultati delle analisi

A seguire i risultati ottenuti in condizioni sismiche.

- verifica in condizioni sismiche kv+

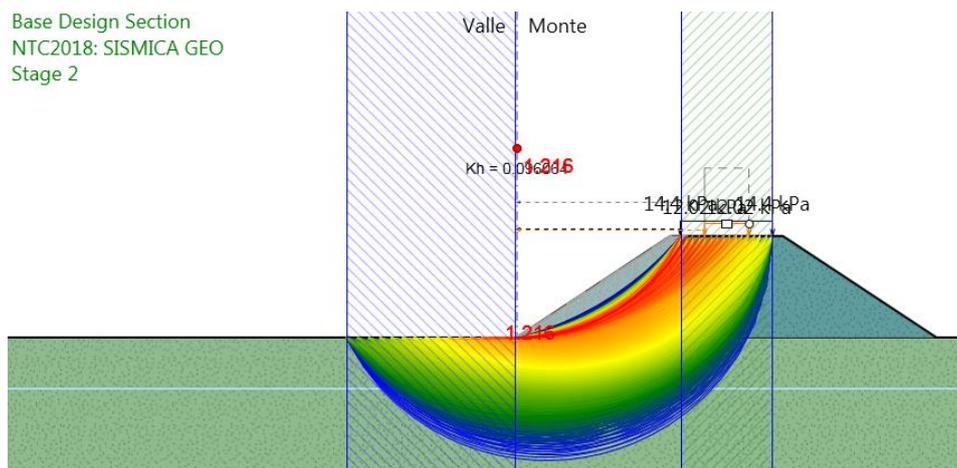


Figura 12: Rilevato H=6m - verifica di stabilità in condizione sisma +.

- verifica in condizioni sismiche kv-

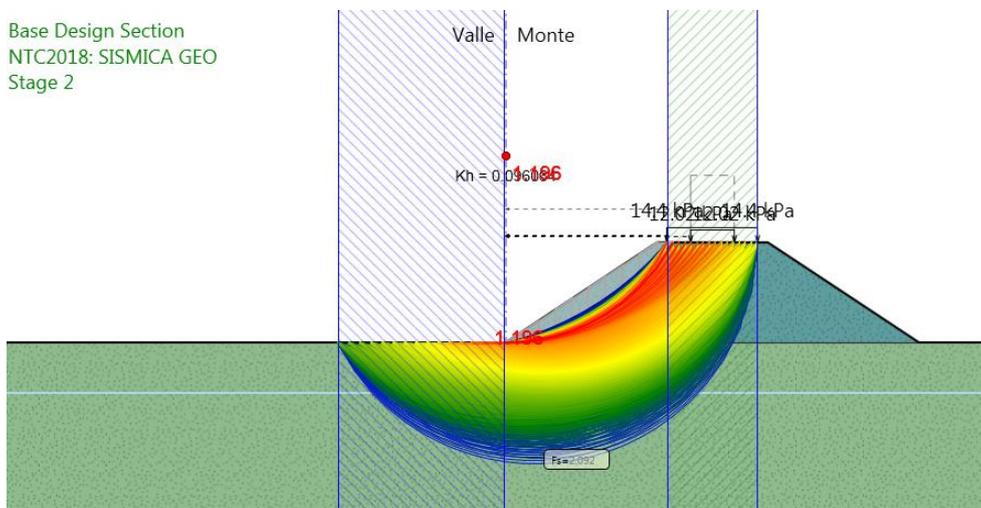


Figura 13: Rilevato H=6m - verifica di stabilità in condizione sisma -.

Nella tabella che segue si riassumono i fattori di sicurezza ottenuti.

Condizione di calcolo	FS		FS da NTC2018 (γ _R)
Sismica +	1.216	≥	1.2
Sismica -	1.196	<	1.2

Dato che la verifica di stabilità in condizioni sismiche non risulta soddisfatta si prevede la realizzazione di una banca di larghezza pari a 2 m.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0005 002	REV. A

8 Verifiche rilevato H=7m

8.1 Modello di calcolo

Nelle figure che seguono si riporta un'immagine del modello di calcolo effettuato con il software Paratie Plus e le condizioni imposte al programma per la ricerca della superficie critica.

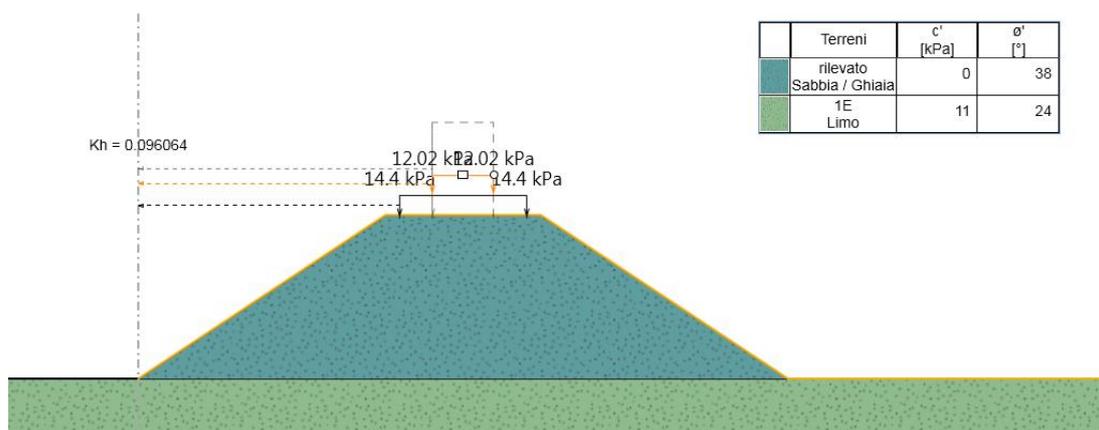
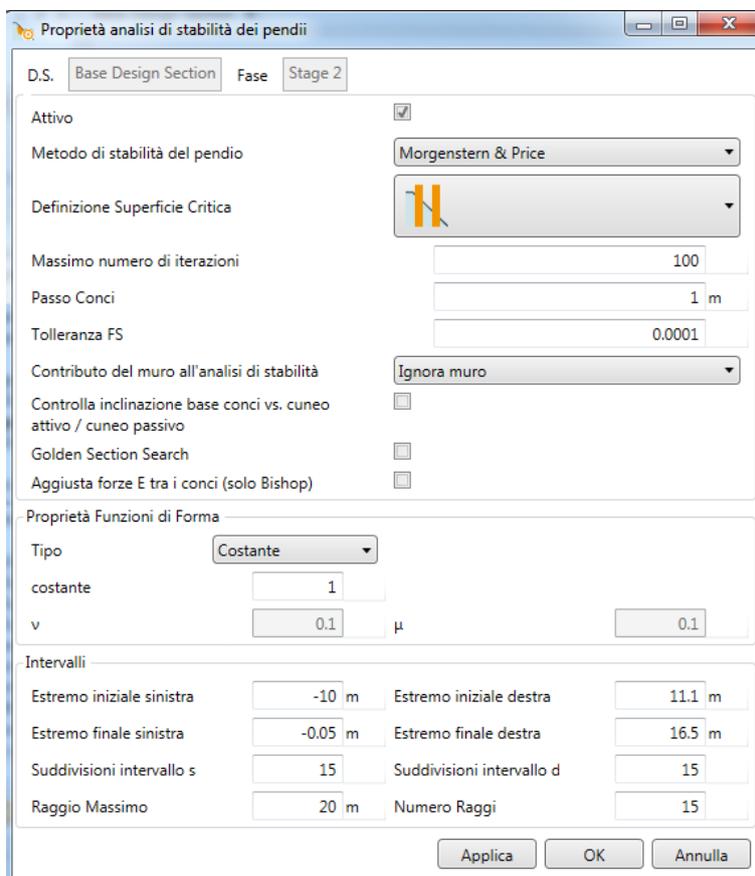


Figura 14: Rilevato H=7m - modello di calcolo stabilità.



Proprietà analisi di stabilità dei pendii

D.S. Base Design Section Fase Stage 2

Attivo

Metodo di stabilità del pendio: Morgenstern & Price

Definizione Superficie Critica: 

Massimo numero di iterazioni: 100

Passo Conci: 1 m

Tolleranza FS: 0.0001

Contributo del muro all'analisi di stabilità: Ignora muro

Controlla inclinazione base conci vs. cuneo attivo / cuneo passivo:

Golden Section Search:

Aggiusta forze E tra i conci (solo Bishop):

Proprietà Funzioni di Forma

Tipo: Costante

costante: 1

v: 0.1 μ: 0.1

Intervalli

Estremo iniziale sinistra: -10 m Estremo iniziale destra: 11.1 m

Estremo finale sinistra: -0.05 m Estremo finale destra: 16.5 m

Suddivisioni intervallo s: 15 Suddivisioni intervallo d: 15

Raggio Massimo: 20 m Numero Raggi: 15

Applica OK Annulla

Figura 15: Rilevato H=7m – definizione superfici da analizzare.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH GE0005	DOCUMENTO 002	REV. A

8.2 Risultati delle analisi

A seguire i risultati ottenuti in condizioni sismiche.

- verifica in condizioni sismiche kv+

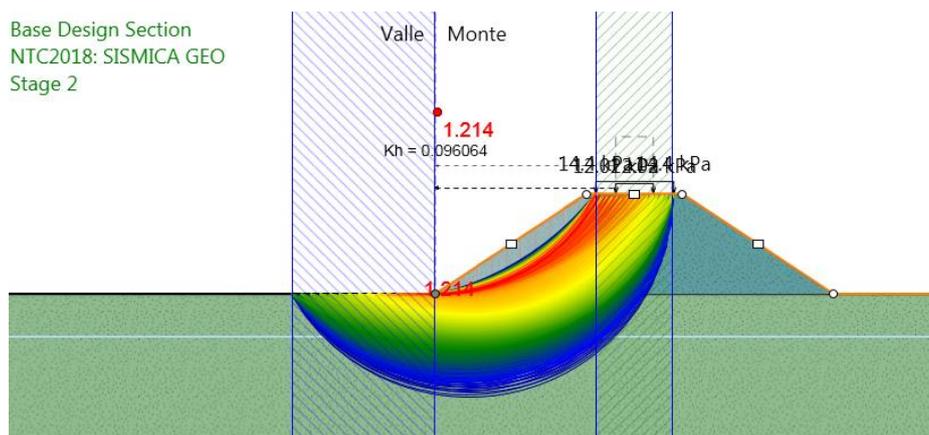


Figura 16: Rilevato H=7m - verifica di stabilità in condizione sisma +.

- verifica in condizioni sismiche kv-

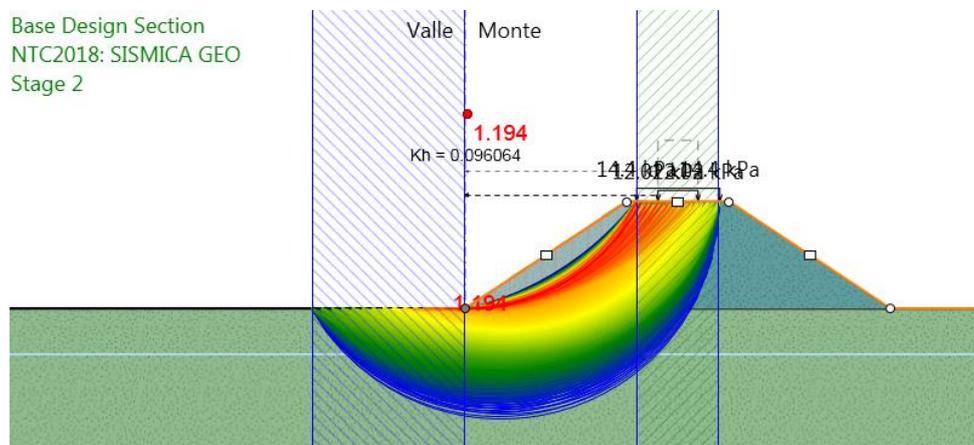


Figura 17: Rilevato H=7m - verifica di stabilità in condizione sisma -.

Nella tabella che segue si riassumono i fattori di sicurezza ottenuti.

Condizione di calcolo	FS		FS da NTC2018 (γ_R)
Sismica +	1.214	\geq	1.2
Sismica -	1.194	<	1.2

Dato che la verifica di stabilità in condizioni sismiche non risulta soddisfatta si prevede la realizzazione di una banca di larghezza pari a 2 m.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH GE0005	DOCUMENTO 002	REV. A	FOGLIO 18 DI 19

9 Verifiche rilevato H=8m

9.1 Modello di calcolo

Nelle figure che seguono si riporta un'immagine del modello di calcolo effettuato con il software Paratie Plus e le condizioni imposte al programma per la ricerca della superficie critica.

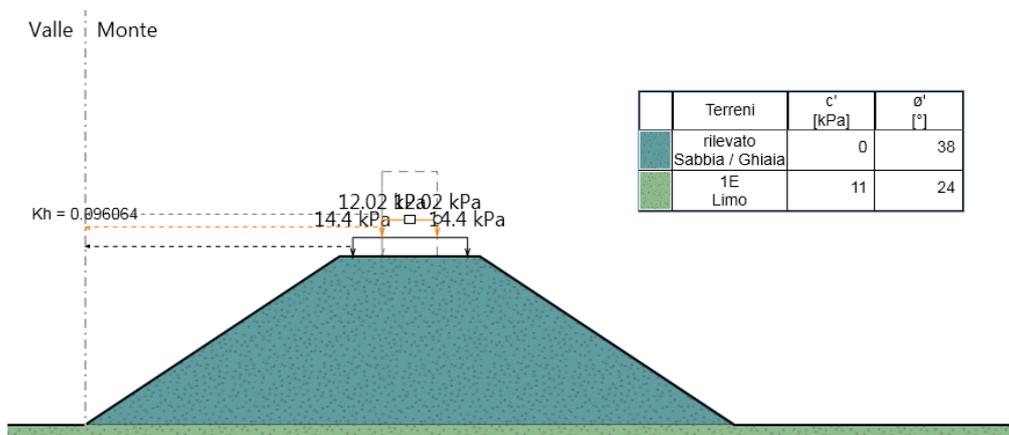


Figura 18: Rilevato H=8m - modello di calcolo stabilità.

Proprietà analisi di stabilità dei pendii

D.S. Base Design Section Fase Stage 2

Attivo

Metodo di stabilità del pendio Morgenstern & Price

Definizione Superficie Critica 

Massimo numero di iterazioni 100

Passo Conci 1 m

Tolleranza FS 0.0001

Contributo del muro all'analisi di stabilità Ignora muro

Controlla inclinazione base conci vs. cuneo attivo / cuneo passivo

Golden Section Search

Aggiusta forze E tra i conci (solo Bishop)

Proprietà Funzioni di Forma

Tipo Costante

costante 1

v 0.1 μ 0.1

Intervalli

Estremo iniziale sinistra -10 m Estremo iniziale destra 12.6 m

Estremo finale sinistra -0.05 m Estremo finale destra 18 m

Suddivisioni intervallo s 15 Suddivisioni intervallo d 15

Raggio Massimo 20 m Numero Raggi 15

Applica OK Annulla

Figura 19: Rilevato H=8m – definizione superfici da analizzare.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo rilevati esistenti senza muri	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78 RH GE0005 002	DOCUMENTO 	REV. A

9.2 Risultati delle analisi

A seguire i risultati ottenuti in condizioni sismiche.

- verifica in condizioni sismiche kv+

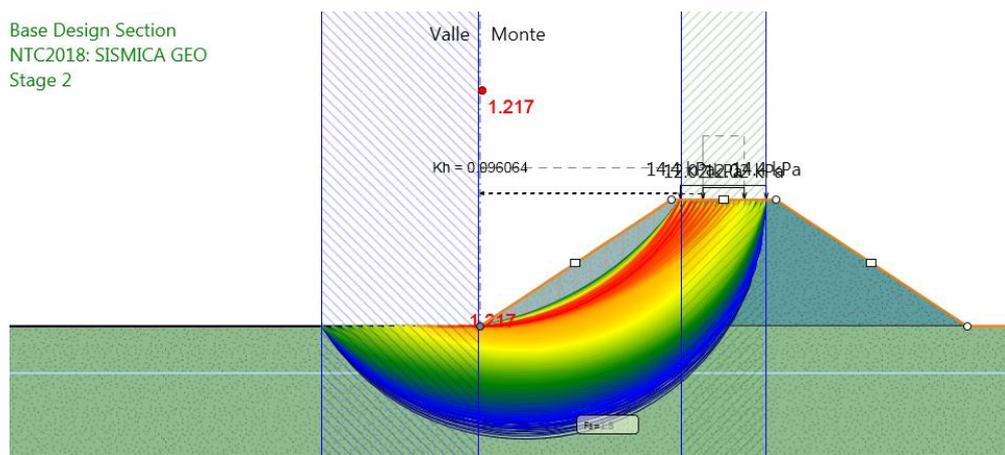


Figura 20: Rilevato $H=8m$ - verifica di stabilità in condizione sisma +.

- verifica in condizioni sismiche kv-

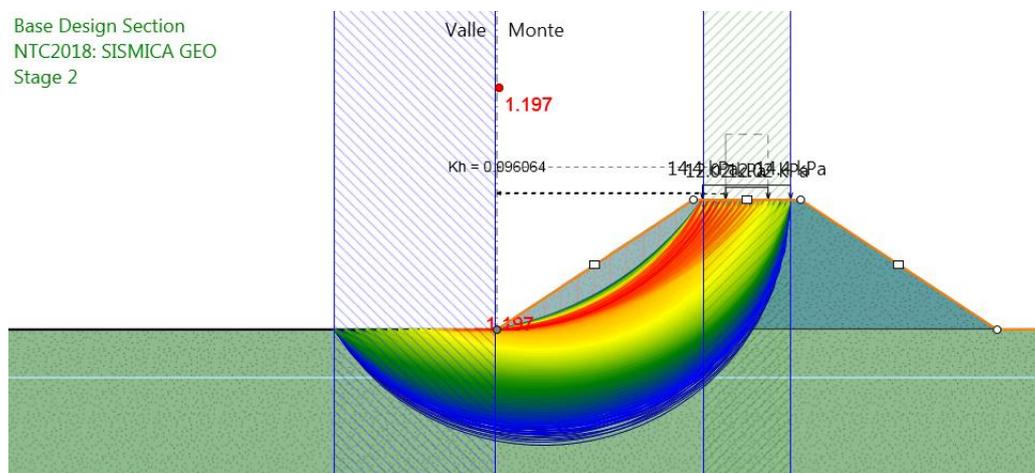


Figura 21: Rilevato $H=8m$ - verifica di stabilità in condizione sisma -.

Nella tabella che segue si riassumono i fattori di sicurezza ottenuti.

Condizione di calcolo	FS		FS da NTC2018 (γ_R)
Sismica +	1.217	\geq	1.2
Sismica -	1.197	$<$	1.2

Dato che la verifica di stabilità in condizioni sismiche non risulta soddisfatta si prevede la realizzazione di una banca di larghezza pari a 2 m.