

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**S.P.163 della Castagnola – Frana Carbonasca  
Muri in terra rinforzata  
Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. E.Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	N V 1 4 0 5	0 0 4	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	A. Maffeis 	05/11/2014	P. Romani 	06/11/2014	A. Palomba 	07/11/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Revisione cartiglio	A. Maffeis 	27/07/2015	P. Romani 	27/07/2015	A. Mancarella 	28/07/2015	

n. Elab.:

File: IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC

CUP: F81H92000000008



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 36</p>

## INDICE

INDICE.....	3
1. GENERALITÀ .....	4
1.1. Oggetto .....	4
1.2. Codice di calcolo .....	6
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	7
3. INQUADRAMENTO SISMICO .....	8
3.1. Generalità .....	8
3.2. Coefficiente di intensità sismica (C).....	8
3.3. Coefficiente di fondazione.....	9
3.4. Coefficiente di protezione sismica (I).....	9
3.5. Coefficiente di risposta (R) .....	9
4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO E STRATIGRAFICO.....	10
4.1. Parametri di resistenza al taglio.....	10
4.2. Falda e sottospinte.....	11
5. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE .....	12
5.1. Carichi da traffico .....	12
5.2. Verifica di stabilità globale .....	12
6. MURO MR01 .....	13
6.1. Sezioni di verifica .....	13
6.2. Risultati .....	13
6.3. Tabulati di calcolo .....	18
7. MURO MR02 .....	31
7.1. Sezioni di verifica .....	31
7.2. Risultati .....	31
7.3. Tabulati di calcolo .....	32
8. SPECIFICHE E CONTROLLI.....	35
8.1. Caratteristiche dei rinforzi .....	35
8.2. Caratteristiche dei materiali da rilevato.....	35
8.3. Compattazione dei materiali da rilevato.....	35
8.4. Prove su materiali da rilevato.....	35

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 4 di 36

## 1. GENERALITÀ

### 1.1. Oggetto

Oggetto della presente relazione è la verifica delle opere di consolidamento della frana "Carbonasca" previste nell'ambito dei lavori di adeguamento della S.P.163 della Castagnola tra Borgo Fornari (GE) e Voltaggio (AL) nel tratto tra le progressive 9+080 e 9+560 (NV14).

Si tratta di:

- Muro in terra rinforzata MR01 realizzato lungo il ciglio destro della viabilità esistente per consentire l'adeguamento della piattaforma; la lunghezza del muro è pari a 236.60m mentre la sezione tipo prevede (a partire dall'alto) due scarpate con pendenza 2:1 (vert:orizz) ed altezza massima pari a 3.80m e due scarpate con pendenza 1:1 ed altezza massima pari a 5.00m. Il rinforzo del muro è previsto mediante griglie in polietilene ad alta densità disposte ad interasse pari a 60cm e con lunghezza variabile tra 3.00m e 6.00m.
- Muro in terra rinforzata MR02 realizzato lungo il ciglio destro della viabilità esistente per consentire l'adeguamento della piattaforma; la lunghezza del muro è pari a 30.00 mentre la sezione tipo prevede una scarpata con pendenza 2:1 (vert:orizz) ed altezza pari a 2.65m. Il rinforzo del muro è previsto mediante griglie in polietilene ad alta densità disposte ad interasse pari a 60cm e con lunghezza pari a 3.00m.

Le principali caratteristiche dei muri in progetto sono riportate nella seguente tabella n.1.1 ed illustrate nelle figure n.1.1 e n.1.2.

MURO	H <sub>max</sub> (m)	L (m)	NOTE
MR01	17.60	236.60	Rinforzo con geogriglie
MR02	2.65	30.00	Rinforzo con geogriglie

Tabella n.1.1 – Caratteristiche dei muri oggetto di verifica

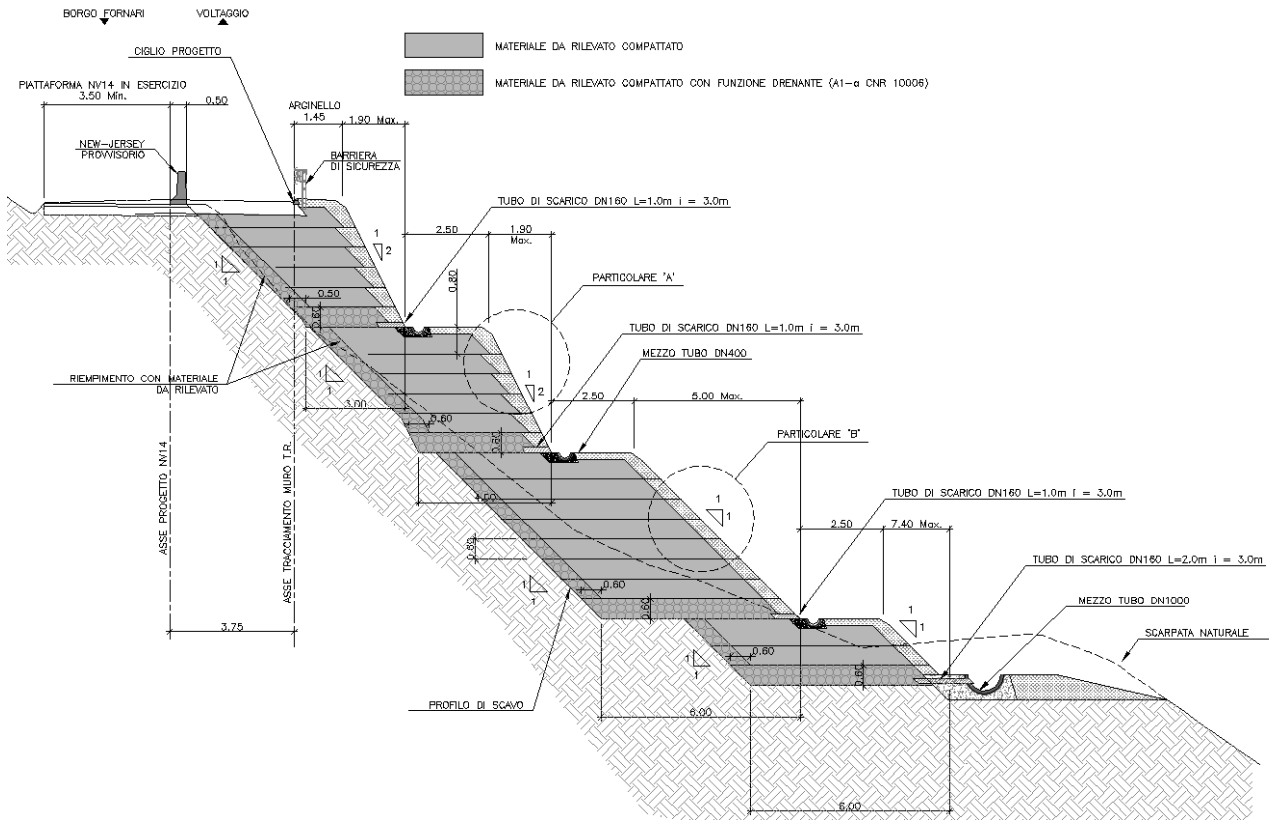


Figura n.1.1 – Sezione tipologica muro di sostegno MR01

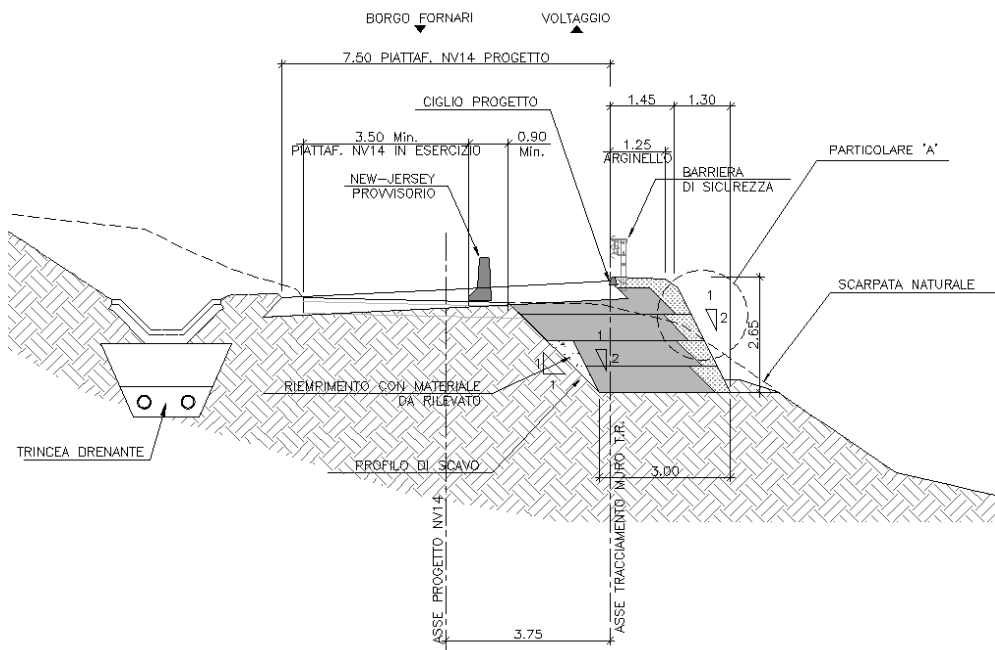


Figura n.1.2 – Sezione tipologica muro di sostegno MR02

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p>Foglio 6 di 36</p>

## 1.2. Codice di calcolo

Le verifiche di stabilità globale sono state svolte con l'ausilio del codice di calcolo commerciale SLIDE 5.0 (Rocscience). Le verifiche di stabilità interna dei muri in terra rinforzata non costituiscono oggetto del presente elaborato e sono pertanto demandate ad uno specifico elaborato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 7 di 36

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

D.M. Infr. e Trasp.	05.11.2001 (*)	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
D.M. Infr. e Trasp.	22.04.2004, n. 67/S (*)	Modifiche al D.M. 05/11/2001
D.M. LL.PP.	16.01.1996	Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».
Circ.Min.LL.PP.	04.07.1996, n.156AA	Istruzioni relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16/01/96.
Legge	05.11-1971, n. 1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
D.M. LL.PP.	09.01.1996	Norme tecniche per l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
D.M. LL.PP.	04.05.1990	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
D.M. LL.PP.	11.03.1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
D.M. LL.PP.	16.01.1996	Norme Tecniche per le costruzioni in Zone Sismiche.
Ordinanza P.C.M.	20.03.2003, n. 3272 (**)	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
D.Lgs	30.04.1992, n. 285	Codice della strada.
D.P.R.	16.12.1992, n. 495	Regolamento di attuazione del codice della strada.
D.P.R.	24.07.1996, n. 503	Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

### NOTE

(\*) Norma non cogente in quanto trattasi di adeguamento funzionale

(\*\*) Vedere paragrafo successivo

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 8 di 36

### 3. INQUADRAMENTO SISMICO

#### 3.1. Generalità

In analogia ai criteri assunti in fase di progettazione definitiva la verifica sismica delle strutture viene svolta in accordo alla seguente normativa (cui si rimanda per approfondimento e dettagli):

- **D.M. 16/01/96** “*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*”
- Circolare 10/04/97 n°65/AA.GG. – Istruzioni per l’applicazione delle “*Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*” di cui ad D.M. 16.01.1996
- Ordinanza della protezione civile n.2788 del 12/06/1998 “*Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale*” GU 146 del 25/06/1998

Le prescrizioni di cui alla **OPCM n. 3274 del 20.03.2003** (con relativi decreti regionali) sono state considerate solo per quanto concerne la classificazione sismica del territorio nazionale. Nello specifico i Comuni interessati dall’intervento dell’intero asse stradale (*Ronco Scrivia, Fraconalto, Voltaggio*) vale quanto indicato in tabella n.3.1 di cui al seguito.

Regione	Comune	Vecchia classificazione sismica	OPCM 2003
Piemonte	Fraconalto	N.C.	<b>3</b>
	Voltaggio	N.C.	<b>3</b>
Liguria	Ronco Scrivia	N.C.	<b>3</b>

Tabella n.3.1 – Zonazione sismica del territorio interessato dall’intervento

La tabella n.3.1 evidenzia come i comuni lungo il tracciato siano interessati da un rischio sismico tendenzialmente medio-bassociò che trova conferma nei terremoti registrati nel basso Piemonte e in Liguria dal gennaio 1982 fino al novembre 2000 (dati del “*Catalogo sismico 1982-2000*” edito dalla Regione Piemonte in collaborazione con l’Università di Genova), che indicano come l’area oggetto di studio sia interessata in maniera limitata da eventi sismici e come questi siano caratterizzati perlopiù da profondità e magnitudo medio-bassa.

#### 3.2. Coefficiente di intensità sismica (C)

La normativa di riferimento (DM 16/01/96) prevede che il coefficiente di intensità sismica (C) venga calcolato sulla base della correlazione di cui al seguito (con “S” si indica il *grado di sismicità* del comune):

$$C = \text{coefficiente di intensità sismica} = (S - 2) / 100$$

Nel caso specifico si considera:

$$S = 6$$

$$C = 0.04$$



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 9 di 36

### 3.3. Coefficiente di fondazione

Il parametro “ $\epsilon$ ” che definisce gli effetti di amplificazione locale viene definito in accordo alla seguente tabella n.3.2 in funzione delle caratteristiche stratigrafiche del terreno. Nel caso specifico si assume  $\epsilon = 1$

Descrizione	$\epsilon$
Strati superficiali alluvionali di spessore compreso tra 5 e 20m su substrato rigido	1.3
Altri casi	1.0

Tabella n.3.2 – Coefficiente di fondazione

### 3.4. Coefficiente di protezione sismica (I)

Nel caso delle verifiche degli elementi strutturali, la Norma impone che l'azione sismica venga moltiplicata per un fattore di importanza (I) variabile in funzione del tipo di opera come indicato in tabella n.3.3 di cui al seguito.

Opera	$\gamma$
Edifici la cui funzionalità durante il terremoto ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi, etc)	1.4
Opere che presentano particolare rischio per le caratteristiche d'uso	1.2
Altri edifici	1.0

Tabella n.3.3 – Coefficiente di protezione sismica

In analogia a quanto assunto nel Progetto definitivo si considera:

$$I = 1.0$$

### 3.5. Coefficiente di risposta (R)

In assenza di specifica definizione del periodo fondamentale della struttura si assume in accordo con la Norma:

$$R = 1.0$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 10 di 36

## 4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO E STRATIGRAFICO

I muri di cui alla presente verranno realizzati in un tratto del tracciato caratterizzato dalla presenza di coltri detritiche di spessore variabile tra 3m e 4m poggianti sui depositi in frana avente spessore dell'ordine di 3m; la coltre ed i depositi di frana poggiano sul substrato roccioso (AGI – argilloscisti di Costagiutta cataclasati e litoidi).

### 4.1. Parametri di resistenza al taglio

Nel complesso si possono considerare i seguenti parametri di resistenza al taglio (per i dettagli si rimanda alla "Relazione Geotecnica"):

#### COLTRE DETRITICA (c)

##### Scaglie di argilliti, sabbia e limo

- Peso specifico =  $21\text{kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno =  $29\div 33^\circ$
- Coesione efficace =  $5\div 20\text{kPa}$

#### DEPOSITI IN FRANA

##### Scaglie di argille, sabbia e limo

- Peso specifico =  $21\text{kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno =  $22\div 26^\circ$
- Coesione efficace =  $0\div 5\text{kPa}$

#### DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI (f13)

##### Ghiaia eterometrica

- Peso specifico =  $20\text{kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno =  $28(\div 32^\circ)$
- Coesione efficace =  $0\text{kPa}$

#### SUBSTRATO ROCCIOSO – ARGILLOSCISTI (AGI)

##### Cappellaccio di alterazione

- Peso specifico =  $23\div 26\text{kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno =  $(21\div)22^\circ$
- Coesione efficace =  $20\div 100\text{kPa}$

##### Substrato integro

- Peso specifico =  $26\div 27\text{kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno =  $24\div 26^\circ$
- Coesione efficace =  $150\text{-}350\text{kPa}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 11 di 36

## RILEVATI E REINTERRI

### Reinterro posato in prossimità di opere d'arte

- Peso specifico = 18kN/m<sup>3</sup>
- Angolo di attrito interno ≥ 34°
- Coesione efficace = 0kPa

### 4.2. Falda e sottospinte

Si verifica che l'opera in progetto non interferisce con il livello della falda individuato nelle sezioni geologiche cui si rimanda per i dettagli.

Non si tiene conto di sovrappressioni a tergo del muro in quanto è stata prevista la posa di uno strato di materiale drenante (spessore 50-60cm) all'interfaccia tra opera di sostegno e versante, in grado di intercettare e scaricare a valle, mediante appositi mezzi tubi posti sulle berme intermedie, eventuali venute e/o accumuli d'acqua localizzati.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo	Foglio 12 di 36

## 5. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE

### 5.1. Carichi da traffico

Le analisi di stabilità in condizioni statiche vengono svolte considerando il carico da traffico sulla piattaforma di progetto mediante una pressione uniformemente distribuita pari a 10kPa.

### 5.2. Verifica di stabilità globale

Si fa riferimento alla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Tale approccio consente di svincolarsi da tutte le complesse problematiche legate all'analisi dello stato deformativo dell'ammasso e di definire un semplice fattore di sicurezza, convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.).

La letteratura tecnica documenta numerosi metodi per il calcolo del fattore di sicurezza; tra di essi si è optato per quello proposto da Bishop (1955) "*semplificato*" per superfici di rottura di forma cilindrica.

in accordo a quanto prescritto dal DM 11/3/88 il coefficiente di sicurezza globale deve risultare pari a:

$$FS_{\text{statico}} \geq 1.30$$

Occorre osservare che la normativa non fa differenza tra analisi statiche e sismiche; per queste ultime si tiene conto del coefficiente di intensità sismica (cfr. paragrafo n.3.2) accettando coefficienti di sicurezza ridotti purché superiori a 1.15.

## 6. MURO MR01

### 6.1. Sezioni di verifica

Nella seguente tabella n.6.1 si riportano le sezioni di verifica del muro e le principali caratteristiche geometriche.

SEZIONE TIPO	N° TOMI	Pendenza scarpate (o:v)				L rinforzi (m)			
		Tomo 1	Tomo 2	Tomo 3	Tomo 4	Tomo 1	Tomo 2	Tomo 3	Tomo 4
1	1	1:2	-	-	-	3.00	-	-	-
2	2	1:2	1:2	-	-	3.00	4.00	-	-
3	3	1:2	1:2	1:1	-	3.00	4.00	6.00	-
4	4	1:2	1:2	1:1	1:1	3.00	4.00	6.00	6.00

Tabella n.6.1 – Muro MR01 – Sezioni di verifica

Si precisa che le verifiche di stabilità di seguito documentate riguardano la sola stabilità “globale” del muro in terra rinforzata; le verifiche di stabilità “interna” non costituiscono oggetto del presente elaborato e sono pertanto demandate ad uno specifico elaborato.

### 6.2. Risultati

Nelle figure n.6.1÷6.8 di cui al seguito sono illustrati i risultati delle analisi. Si osserva che in tutti i casi il coefficiente di sicurezza risulta superiore a 1.30. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo di cui al paragrafo seguente.

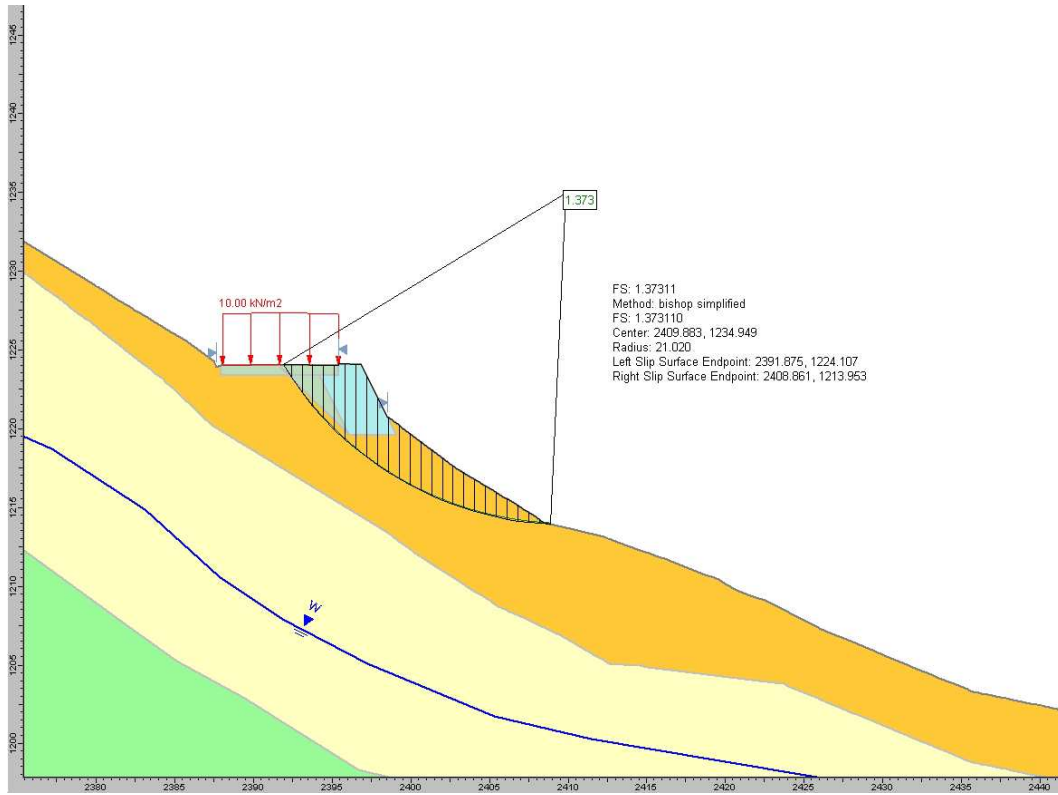


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 1 – Condizioni statiche

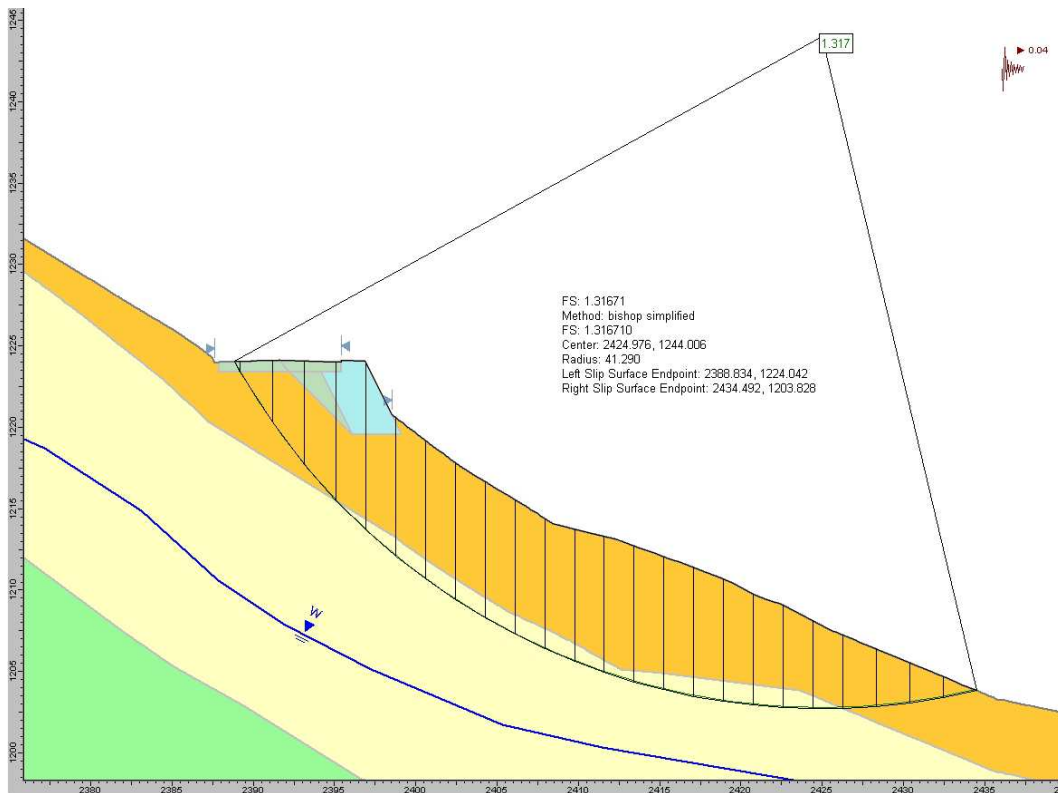


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 1 – Condizioni sismiche

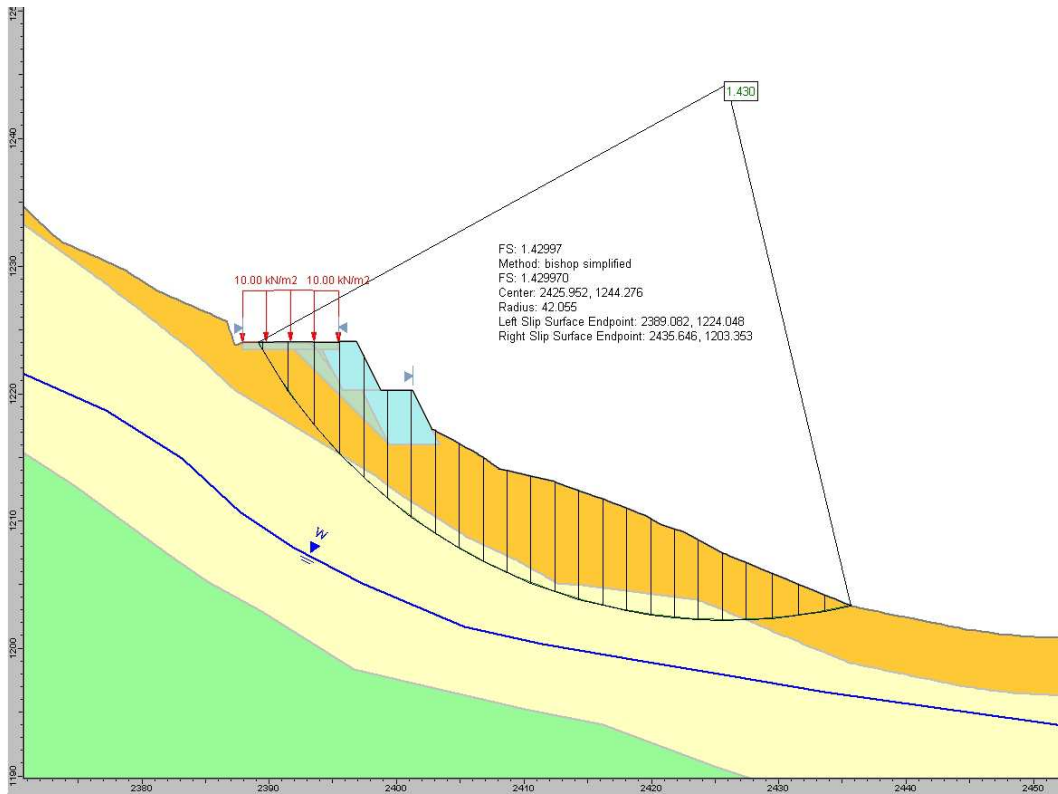


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 2 – Condizioni statiche

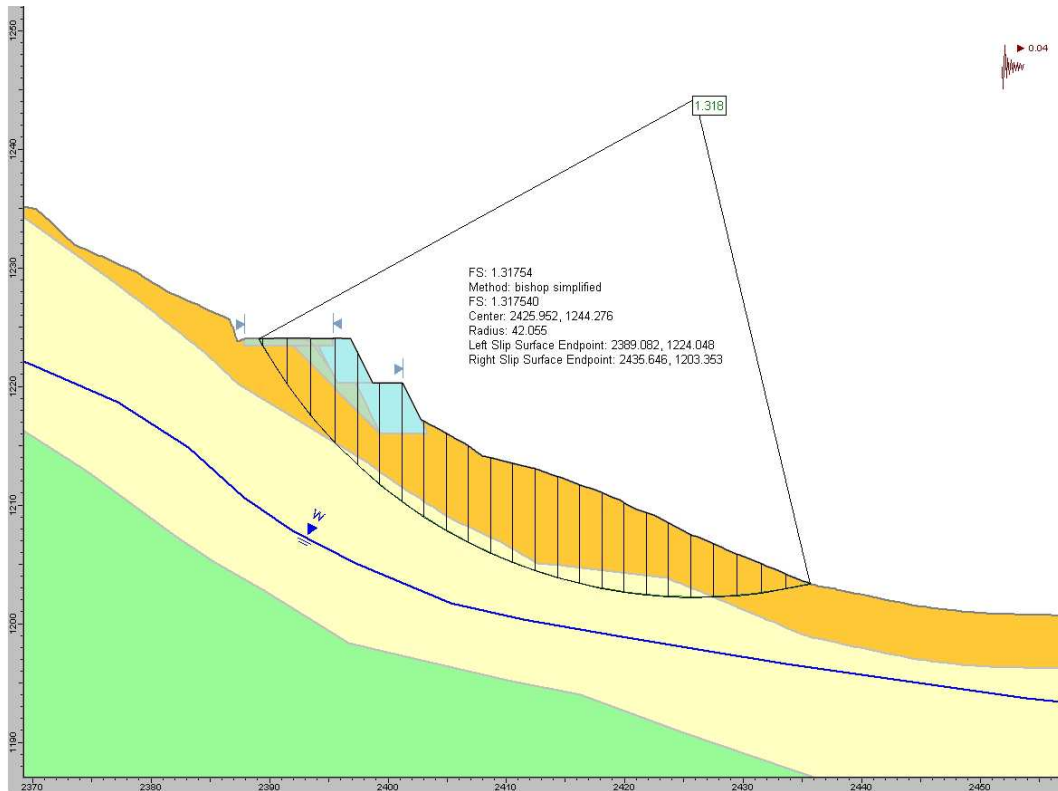


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 2 – Condizioni sismiche

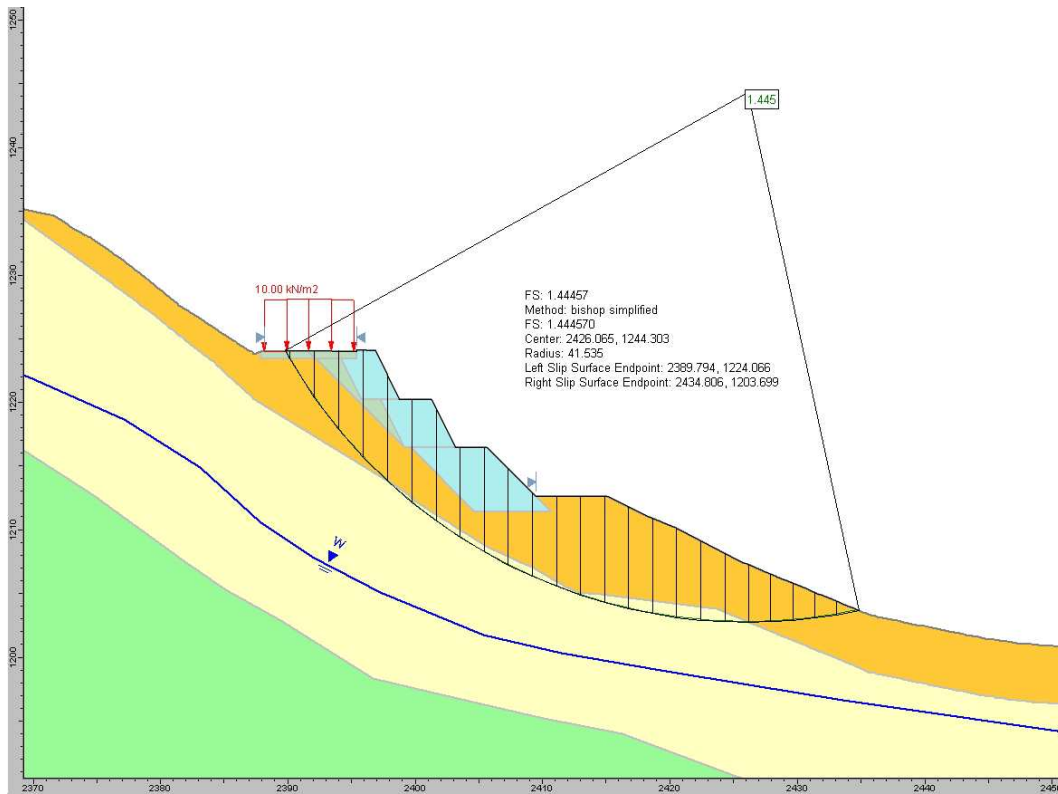


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 3 – Condizioni statiche

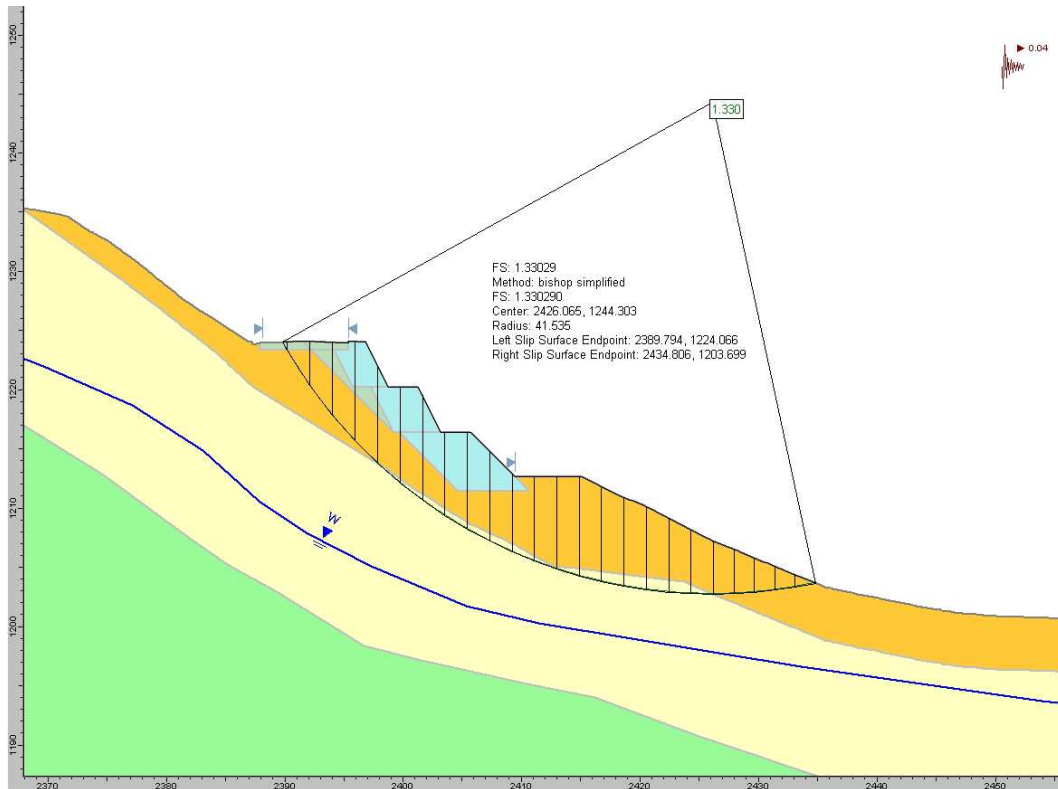


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 3 – Condizioni sismiche



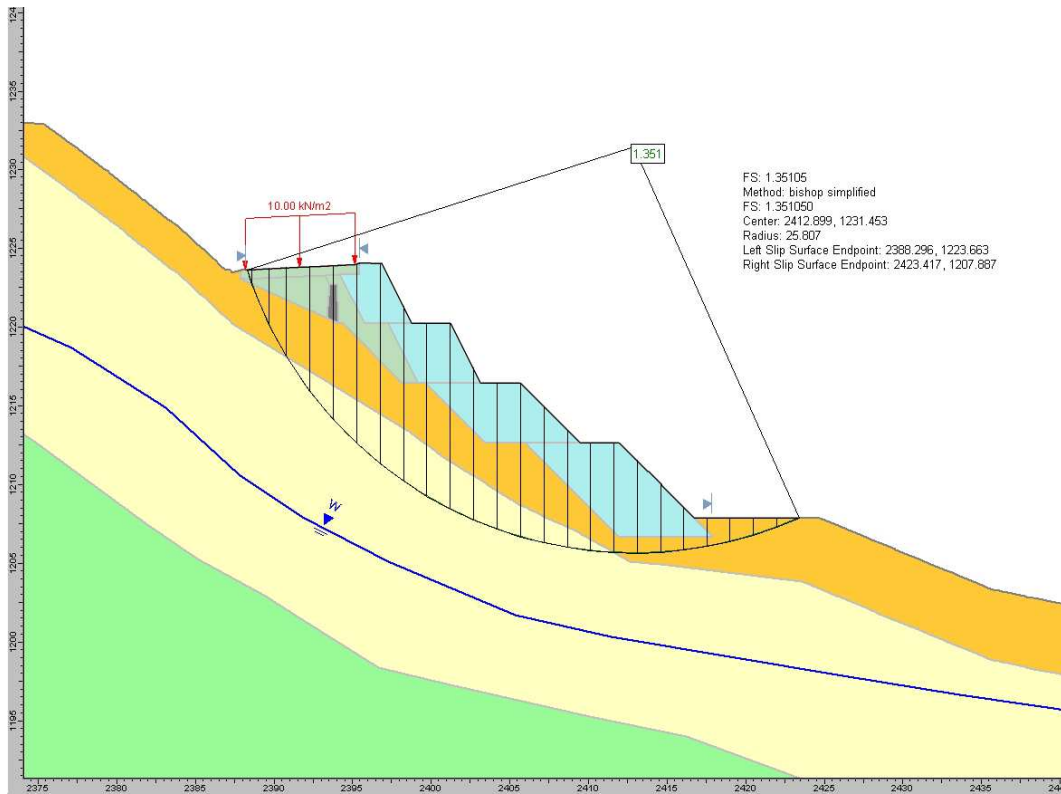


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 4 – Condizioni statiche

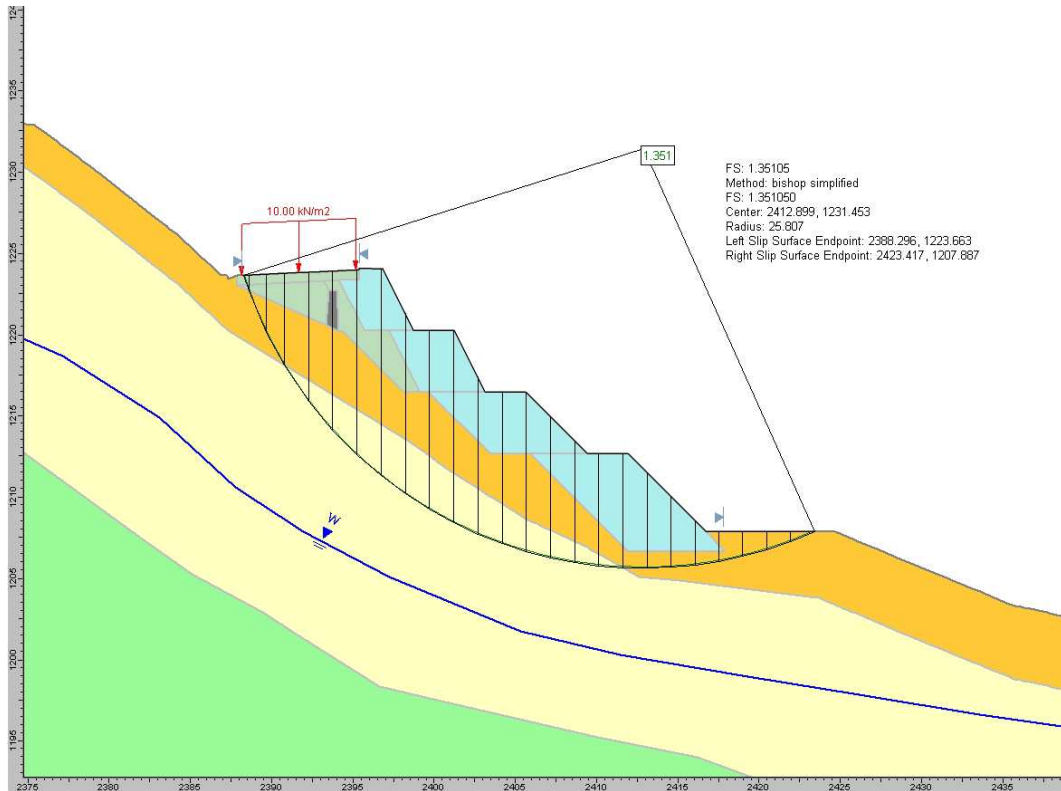


Figura n.6.1 – Muro MR01 – Sezione tipo 4 – Condizioni sismiche

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 18 di 36</p>

### 6.3. Tabulati di calcolo

#### MURO MR01 – Sezione tipo 1 – Condizioni statiche

##### ***Slide Analysis Information***

###### **Document Name**

File Name: TIPO1\_statico.sli

###### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

###### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
 Bishop simplified

Number of slices: 25  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 50

###### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 1000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Create Tension Crack  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

###### **Loading**

1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

###### **Material Properties**

**Material: frana**  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

**Material: rilevato**  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: Water Table

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 19 di 36</p>

Custom Hu value: 1

Material: muro tv

Strength Type: Infinite strength  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 30 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 21 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.373110  
Center: 2409.883, 1234.949  
Radius: 21.020  
Left Slip Surface Endpoint: 2391.875, 1224.107  
Right Slip Surface Endpoint: 2408.861, 1213.953  
Resisting Moment=14161.7 kN-m  
Driving Moment=10313.6 kN-m

**MURO MR01 – Sezione tipo 1 – Condizioni sismiche**

***Slide Analysis Information***

**Document Name**

File Name: TIPO1\_sismico.sli

**Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

**Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

**Surface Options**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 20 di 36</p>

Surface Type: Circular  
Search Method: Slope Search  
Number of Surfaces: 1000  
Upper Angle: Not Defined  
Lower Angle: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined

**Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.04

**Material Properties**

Material: frana

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 5 kPa  
Friction Angle: 26 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 34 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: muro tv

Strength Type: Infinite strength  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 30 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 21 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.316710  
Center: 2424.976, 1244.006  
Radius: 41.290  
Left Slip Surface Endpoint: 2388.834, 1224.042  
Right Slip Surface Endpoint: 2434.492, 1203.828  
Resisting Moment=136982 kN-m  
Driving Moment=104033 kN-m

**MURO MR01 – Sezione tipo 2 – Condizioni statiche**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p>
	<p>Foglio 21 di 36</p>

## **Slide Analysis Information**

### **Document Name**

File Name: TIPO2\_statico.sli

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
 Bishop simplified

Number of slices: 25  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 1000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Create Tension Crack  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: frana  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

Material: rilevato  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

Material: muro tv  
 Strength Type: Infinite strength

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 22 di 36</p>

Unit Weight: 20 kN/m3

**Material: coltre**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m3  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 30 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Material: substrato**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m3  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 21 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Global Minimums**

**Method: bishop simplified**

FS: 1.429970  
Center: 2425.952, 1244.276  
Radius: 42.055  
Left Slip Surface Endpoint: 2389.082, 1224.048  
Right Slip Surface Endpoint: 2435.646, 1203.353  
Resisting Moment=146980 kN-m  
Driving Moment=102785 kN-m

**MURO MR01 – Sezione tipo 2 – Condizioni sismiche**

**Slide Analysis Information**

**Document Name**

File Name: TIPO2\_sismico.sli

**Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

**Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

**Surface Options**

Surface Type: Circular  
Search Method: Slope Search  
Number of Surfaces: 1000

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 23 di 36</p>

Upper Angle: Not Defined  
Lower Angle: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.04

### **Material Properties**

Material: frana  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 5 kPa  
Friction Angle: 26 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: rilevato  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 34 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: muro tv  
Strength Type: Infinite strength  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Material: coltre  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 30 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: substrato  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 21 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

### **Global Minimums**

Method: bishop\_simplified  
FS: 1.317540  
Center: 2425.952, 1244.276  
Radius: 42.055  
Left Slip Surface Endpoint: 2389.082, 1224.048  
Right Slip Surface Endpoint: 2435.646, 1203.353  
Resisting Moment=143620 kN-m  
Driving Moment=109006 kN-m



## **Slide Analysis Information**

### **Document Name**

File Name: TIPO3\_statico.sli

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
 Bishop simplified

Number of slices: 25  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 1000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Enabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: frana  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

Material: rilevato  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

Material: muro tv  
 Strength Type: Infinite strength



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p>
	<p>Foglio 25 di 36</p>

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

**Material: coltre**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 30 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Material: substrato**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 21 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Global Minimums**

**Method: bishop simplified**

FS: 1.444570  
Center: 2426.065, 1244.303  
Radius: 41.535  
Left Slip Surface Endpoint: 2389.794, 1224.066  
Right Slip Surface Endpoint: 2434.806, 1203.699  
Resisting Moment=132002 kN-m  
Driving Moment=91377.6 kN-m

**MURO MR01 – Sezione tipo 3 – Condizioni sismiche**

**Slide Analysis Information**

**Document Name**

File Name: TIPO3\_sismico.sli

**Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

**Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

**Surface Options**

Surface Type: Circular  
Search Method: Slope Search  
Number of Surfaces: 1000



Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Enabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.04

### **Material Properties**

#### Material: frana

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: muro tv

Strength Type: Infinite strength  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

#### Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 10 kPa  
 Friction Angle: 30 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 50 kPa  
 Friction Angle: 21 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

### **Global Minimums**

#### Method: bishop\_simplified

FS: 1.330290  
 Center: 2426.065, 1244.303  
 Radius: 41.535  
 Left Slip Surface Endpoint: 2389.794, 1224.066  
 Right Slip Surface Endpoint: 2434.806, 1203.699  
 Resisting Moment=129041 kN-m  
 Driving Moment=97002 kN-m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p style="text-align: right;">Foglio 27 di 36</p>

## MURO MR01 – Sezione tipo 4 – Condizioni statiche

### ***Slide Analysis Information***

#### **Document Name**

File Name: TIPO4\_statico.sli

#### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
 Bishop simplified

Number of slices: 25  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 50

#### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 1000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Enabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

#### **Loading**

1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

#### **Material Properties**

Material: frana  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

Material: rilevato  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

Material: Material 3

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p> <p>Foglio 28 di 36</p>

Strength Type: Infinite strength  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 30 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 21 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: muro

Strength Type: Infinite strength  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.351050  
Center: 2412.899, 1231.453  
Radius: 25.807  
Left Slip Surface Endpoint: 2388.296, 1223.663  
Right Slip Surface Endpoint: 2423.417, 1207.887  
Resisting Moment=70922.9 kN-m  
Driving Moment=52494.8 kN-m

**MURO MR01 – Sezione tipo 4 – Condizioni sismiche**

***Slide Analysis Information***

**Document Name**

File Name: TIPO4\_sismico.sli

**Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

**Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50



### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 1000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Enabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m2

### **Material Properties**

#### Material: frana

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m3  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m3  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: Material 3

Strength Type: Infinite strength  
 Unit Weight: 20 kN/m3

#### Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m3  
 Cohesion: 10 kPa  
 Friction Angle: 30 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 23 kN/m3  
 Cohesion: 50 kPa  
 Friction Angle: 21 degrees  
 Water Surface: Water Table  
 Custom Hu value: 1

#### Material: muro

Strength Type: Infinite strength  
 Unit Weight: 25 kN/m3

### **Global Minimums**

#### Method: bishop simplified

FS: 1.351050  
 Center: 2412.899, 1231.453  
 Radius: 25.807  
 Left Slip Surface Endpoint: 2388.296, 1223.663  
 Right Slip Surface Endpoint: 2423.417, 1207.887

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC  
Relazione di calcolo

Foglio  
30 di 36

Resisting Moment=70922.9 kN-m  
Driving Moment=52494.8 kN-m

## 7. MURO MR02

### 7.1. Sezioni di verifica

Nella seguente tabella n.7.1 si riporta la sezione di verifica del muro e le principali caratteristiche geometriche.

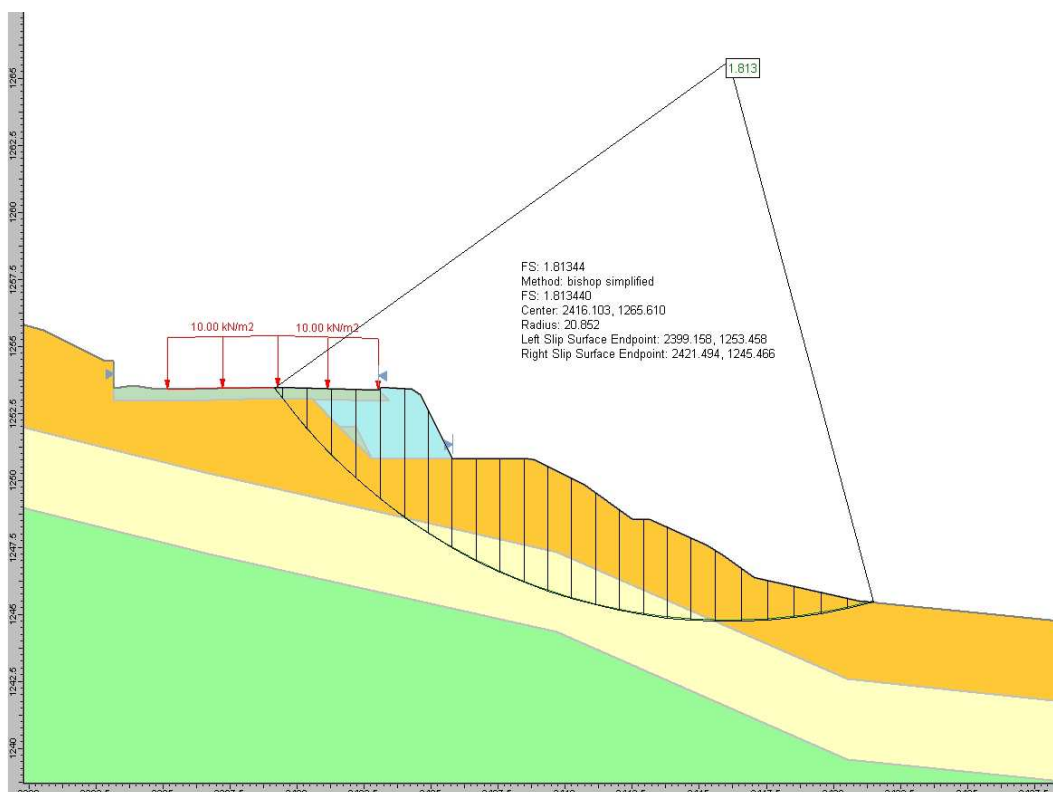
SEZIONE TIPO	H muro (m)	Pendenza scarpate (o:v)	L rinforzi (m)
1	2.65	1:2	3.00

Tabella n.6.1 – Muro MR02 – Sezion3 di verifica

Si precisa che le verifiche di stabilità di seguito documentate riguardano la sola stabilità “globale” del muro in terra rinforzata; le verifiche di stabilità “interna” non costituiscono oggetto del presente elaborato e sono pertanto demandate ad uno specifico elaborato.

### 7.2. Risultati

Nelle figure n.6.1÷6.8 di cui al seguito sono illustrati i risultati delle analisi. Si osserva che in tutti i casi il coefficiente di sicurezza risulta superiore a 1.30. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo di cui al paragrafo seguente.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo	Foglio 32 di 36

Figura n.6.1 – Muro MR02 – Sezione tipo – Condizioni statiche

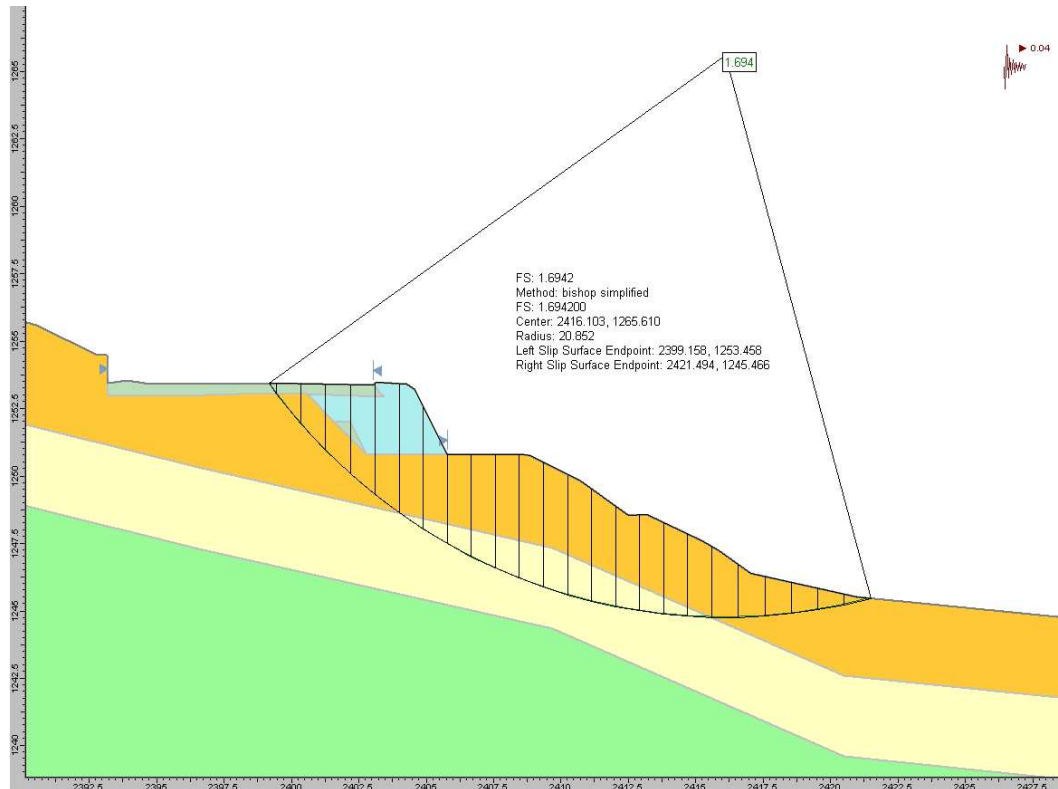


Figura n.6.1 – Muro MR02 – Sezione tipo – Condizioni sismiche

### 7.3. Tabulati di calcolo

#### MURO MR02 – Sezione tipo 1 – Condizioni statiche

##### **Slide Analysis Information**

##### **Document Name**

File Name: TIPO\_statico.sli

##### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

##### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:





Bishop simplified

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular

Search Method: Slope Search

Number of Surfaces: 1000

Upper Angle: Not Defined

Lower Angle: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Minimum Elevation: Not Defined

Minimum Depth: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:

Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: frana

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 5 kPa

Friction Angle: 26 degrees

Water Surface: None

Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 34 degrees

Water Surface: None

Material: muro tv

Strength Type: Infinite strength

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 10 kPa

Friction Angle: 30 degrees

Water Surface: None

Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 50 kPa

Friction Angle: 21 degrees

Water Surface: None

### **Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.813440

Center: 2416.103, 1265.610

Radius: 20.852

Left Slip Surface Endpoint: 2399.158, 1253.458

Right Slip Surface Endpoint: 2421.494, 1245.466

Resisting Moment=18632.3 kN-m

Driving Moment=10274.6 kN-m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 34 di 36</p>

## MURO MR02 – Sezione tipo 1 – Condizioni sismiche

### ***Slide Analysis Information***

#### **Document Name**

File Name: TIPO\_sismico.sli

#### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
 Bishop simplified

Number of slices: 25  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 50

#### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 1000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Create Tension Crack  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

#### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.04

#### **Material Properties**

Material: frana  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 5 kPa  
 Friction Angle: 26 degrees  
 Water Surface: None

Material: rilevato  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Friction Angle: 34 degrees  
 Water Surface: None

Material: muro tv

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 35 di 36

Strength Type: Infinite strength  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Material: coltre

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 21 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 10 kPa  
 Friction Angle: 30 degrees  
 Water Surface: None

Material: substrato

Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 50 kPa  
 Friction Angle: 21 degrees  
 Water Surface: None

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.694200  
 Center: 2416.103, 1265.610  
 Radius: 20.852  
 Left Slip Surface Endpoint: 2399.158, 1253.458  
 Right Slip Surface Endpoint: 2421.494, 1245.466  
 Resisting Moment=17995.5 kN-m  
 Driving Moment=10621.8 kN-m

## 8. SPECIFICHE E CONTROLLI

### 8.1. Caratteristiche dei rinforzi

Le caratteristiche di progetto dei rinforzi sono da definirsi a cura del fornitore degli stessi.

### 8.2. Caratteristiche dei materiali da rilevato

Per la realizzazione del rilevato in terra rinforzata si potrà fare ricorso a materiali ricompresi all'interno delle categorie A1-a e A2-4 di cui alla Norma CNR 10006 – Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre.

### 8.3. Compattazione dei materiali da rilevato

La compattazione verrà eseguita mediante successive passate di rullo liscio e vibrante (frequenza di vibrazione 1500-1800cicli/minuto) da 10÷12tonn. La velocità dei rulli non dovrà comunque superare i 4km/h. I rulli dovranno operare in piano lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

L'effettivo numero delle passate verrà comunque stabilito nelle fasi di prova preliminari e sarà tale da garantire i requisiti indicati nel paragrafo successivo.

### 8.4. Prove su materiali da rilevato

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV14-05-004-A01.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 36 di 36</p>

La compattazione dovrà risultare tale da garantire che il valore del modulo ( $M_d$ ) ottenuto mediante prova di carico su piastra da 300mm risulti superiore a 40MPa (primo ciclo tra 150 e 250kPa) e che il rapporto tra il modulo calcolato (sempre nello stesso intervallo) al secondo ed al primo ciclo di carico ( $M_{d2}/M_{d1}$ ) risulti inferiore a 2.5.

Le prove dovranno essere eseguite in ragione di n.3 prove ogni due strati di posa del rilevato ( $h = 120\text{cm}$ ) e dovranno essere ubicate ad una distanza dal ciglio lato valle del rilevato non inferiore ad un terzo della lunghezza di progetto dei rinforzi alla quota di prova.