

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO - REVISIONE DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE  
CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE  
GALERIE DE LA MADDALENA – GALLERIA DELLA MADDALENA  
PORTAIL ET PATEFORME – EXCAVATION ET OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT ET DE PROTECTION –  
IMBOCCO E PIAZZALE – SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO E DI PROTEZIONE

RAPPORT CALCUL MERLON PARE-BLOCS – RELAZIONE DI CALCOLO RILEVATO PARAMASSI

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	25/01/2012	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG) L. PEANO (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	3	8	5	0	A		A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		Statut / Stato		Type / Tipo				

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	48	35	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

 **Tecnimont**  
Civil Construction  
Dot. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. Torino 6271 R  




  
**LYON TURIN FERROVIAIRE**

LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse - BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
Tél : +33 (0)4.79.68.56.50 - Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 - TVA FR 03439556952  
Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO .....	3
1. INTRODUZIONE .....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2.1 Documenti di progetto .....	4
2.2 Normativa .....	4
3. DESCRIZIONE DEL FASAGGIO .....	4
3.1 Stato iniziale .....	4
3.2 Fasaggio di costruzione .....	5
3.3 Stato finale .....	5
4. VALLO PARAMASSI.....	6
4.1 Geometria .....	6
4.2 Verifica della stabilità globale .....	6
4.3 Verifica delle terre rinforzate.....	6
4.3.1 Dati di input .....	7
4.3.2 Verifiche di scorrimento .....	8
4.3.3 Verifiche di stabilità interna.....	9

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b> – Planimetria della sistemazione finale (tavola 3853).....	5
<b>Figura 3</b> – Sezione tipo della diga paramassi (tavola 3855) .....	6
<b>Figura 4</b> – Geometria di calcolo.....	8
<b>Figura 5</b> – Stabilità interna:approccio A2+M2+R2 .....	10
<b>Figura 6</b> – Stabilità interna:approccio M2+R2+Azion Sismica .....	10

## RESUME/RIASSUNTO

Le présent rapport concerne le dimensionnement du merlon pare-blocs situé au portail de la galerie de La Maddalena.

La zone de portail de la Galerie de La Maddalena en pied de versant. Du fait des possibles activités de versant, un merlon pare-blocs est prévu en phase définitive immédiatement en amont des murs de soutènement.

a

La presente tratta del dimensionamento delle opere di protezione realizzate all'imbocco della galleria della Maddalena.

La zona di imbocco della galleria è ubicata al piede del versante. La possibilità di attività di versante ha comportato la necessità di prevedere un vallo paramassi immediatamente a monte dei muri di sostegno.

## 1. Introduzione

La presente relazione tratta del dimensionamento del rilevato paramassi all'imbocco della galleria della Maddalena.

L'imbocco della galleria si trova infatti al piede del versante. A monte si prevede un vallo paramassi composto da terre rinforzate con geogriglie.

## 2. Documenti di riferimento

### 2.1 Documenti di progetto

I documenti di riferimento del capitolo 26-48-35 (imbocco e piazzale – scavi e opere di sostegno e di protezione) sono i seguenti:

- PD2-C3A-TS3-3851 Fase costruttiva - Planimetria;
- PD2-C3B-TS3-3852 Fase costruttiva - Sezioni;
- PD2-C3B-TS3-3853 Pianta scavi e pianta al finito;
- PD2-C3A-TS3-3854 Diga paramassi - Planimetria;
- PD2-C3A-TS3-3855 Diga paramassi – Sezione tipo e dettagli;
- PD2-C3A-TS3-3857 Planimetria tipologici muri di sostegno;
- PD2-C3A-TS3-3858 Sezioni tipologici muri di sostegno 1 di 2;
- PD2-C3A-TS3-3859 Sezioni tipologici muri di sostegno 1 di 2;

Il dimensionamento dei muri è oggetto della relazione PD2-C3A-TS3-3856 Relazione di calcolo muri di sostegno.

Per quanto riguarda la geotecnica e sismica, si fa riferimento alla relazione PD2-C3A-TS3-3845 Relazione geotecnica-sismica.

Per la descrizione della sistemazione finale del piazzale, si veda la relazione PD2-C3A-TS3-3840 Relazione generale descrittiva delle opere all'aperto

### 2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato all'interno del documento PD2-C3A-TSE3-1113 "Soumission 44 - Normes Techniques - Cadre réglementaire".

## 3. Descrizione del fasaggio

### 3.1 Stato iniziale

La realizzazione della galleria geognostica della Maddalena necessita di un'area di cantiere composta da 3 livelli di piazzale. La piattaforma principale ubicata all'imbocco della galleria necessita una paratia di tipo berlinese in micropali.

Questa configurazione del piazzale sarà integralmente conservata durante la fase di cantiere che corrisponde alla realizzazione del Tunnel di Base, della galleria di Val Clarea e dell'area di sicurezza di Clarea.

### 3.2 Fasaggio di costruzione

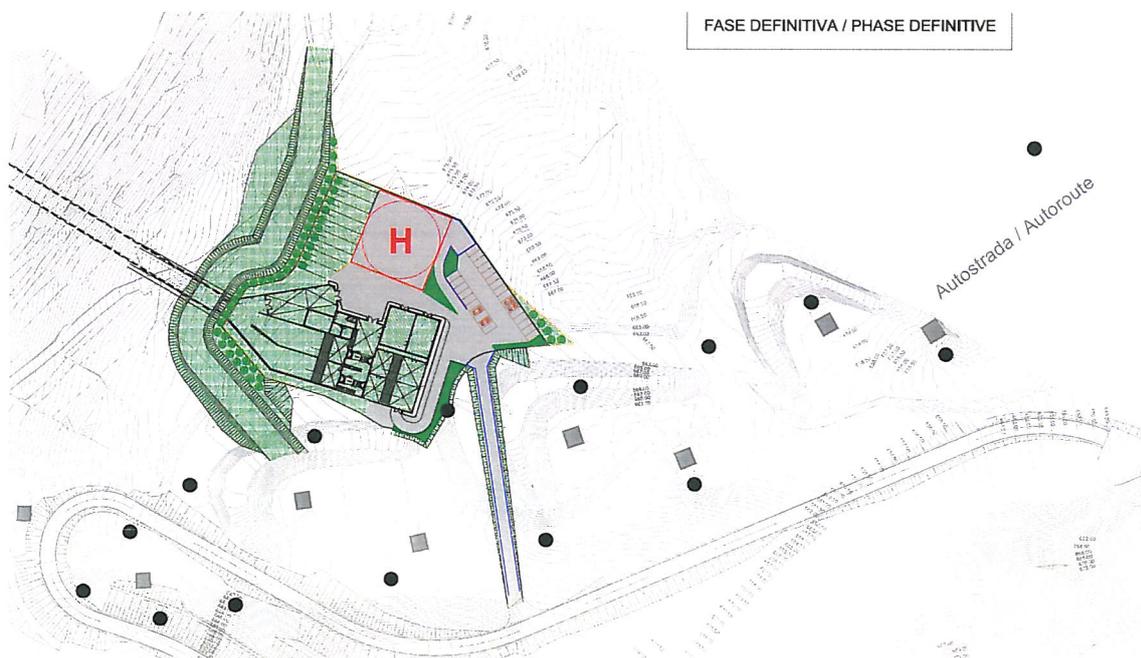
Il fasaggio di costruzione è dettagliato nella planimetria 3851 e nelle sezioni 3852.

Una volta terminati i lavori di costruzione della galleria, inizierà la realizzazione del piazzale definitivo, che si articolerà nelle seguenti fasi :

- Fase 1: Realizzazione dei muri di sostegno a monte del piazzale;
- Fase 2: Realizzazione del ritombamento a tergo del muro di sostegno
- Fase 3 : Realizzazione del vallo di protezione
- Fase 4 : Sistemazione finale del piazzale e costruzione della centrale di ventilazione.

### 3.3 Stato finale

A di fuori del piazzale (vedi la planimetria 3853), la sistemazione finale dell'area è simile a quella "naturale" esistente prima dei lavori di costruzione del cunicolo esplorativo.



*Figura 1 – Planimetria della sistemazione finale (tavola 3853)*

Per la descrizione della sistemazione finale del piazzale, si veda la relazione PD2-C3A-TS3-3840 - Relazione generale descrittiva delle opere all'aperto

## 4. Vallo paramassi

### 4.1 Geometria

Il vallo paramassi (la cui vista planimetrica è illustrata della tavola 3854) ha una lunghezza di circa 170 m. Globalmente l'opera è orientata in direzione N-S.

La quota di sommità è 691.00 m. Alle estremità nord e sud, si inesta su dei rilevati antropici e si abassa progressivamente fino a raccordarsi con la quota di questi ultimi.

La altezza massima a monte è di 6.0 m e a valle di 8.0 m. Il coronamento della diga è largo 9.0 m mentre la base ha larghezza variabile (massimo 16.0 m).

I paramenti sono inclinati di 70° a monte e di 75° a valle.

Il corpo della diga (vedi tavola 3855) è costituito da terreno di riempimento confinato tra geogriglie ogni 0.60 m. Sugli strati di terreno, il risvolto delle geogriglie è di 1.50 m nel corpo della diga e di 3.0 m in testa.

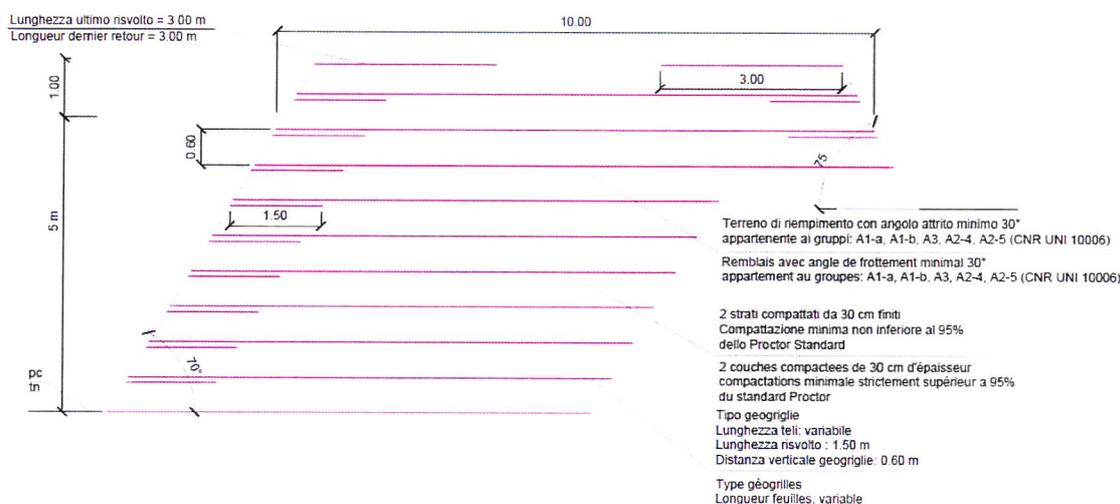


Figura 2 – Sezione tipo della diga paramassi (tavola 3855)

Il rilevato è composto da strati compattati di altezza massima 0.30 m. La compattazione minima non deve essere inferiore al 95% dello Proctor Standard.

Gli strati sono contenuti lateralmente da un cassero a perdere in rete elettosaldata 150mm x 150 mm Ø8mm, mantenuta con tiranti uncinati Ø8mm.

### 4.2 Verifica della stabilità globale

La verifica della stabilità globale è oggetto della relazione PD2-C3A-TS3-3856 - Relazione di calcolo muri di sostegno.

### 4.3 Verifica delle terre rinforzate

La verifica di stabilità del vallo paramassi in terra rinforzata è stata eseguita mediante il codice Macstar W, sviluppato da Officine Maccaferri SpA.

Sono state effettuate le seguenti verifiche:

- Verifiche a scorrimento alla base in fase sismica
- Verifiche di stabilità interna, sia in fase statica che in fase sismica

Le verifiche di scorrimento in fase statica sono state omesse in quanto non sono presenti spinte statiche orizzontali agenti sul rilevato.

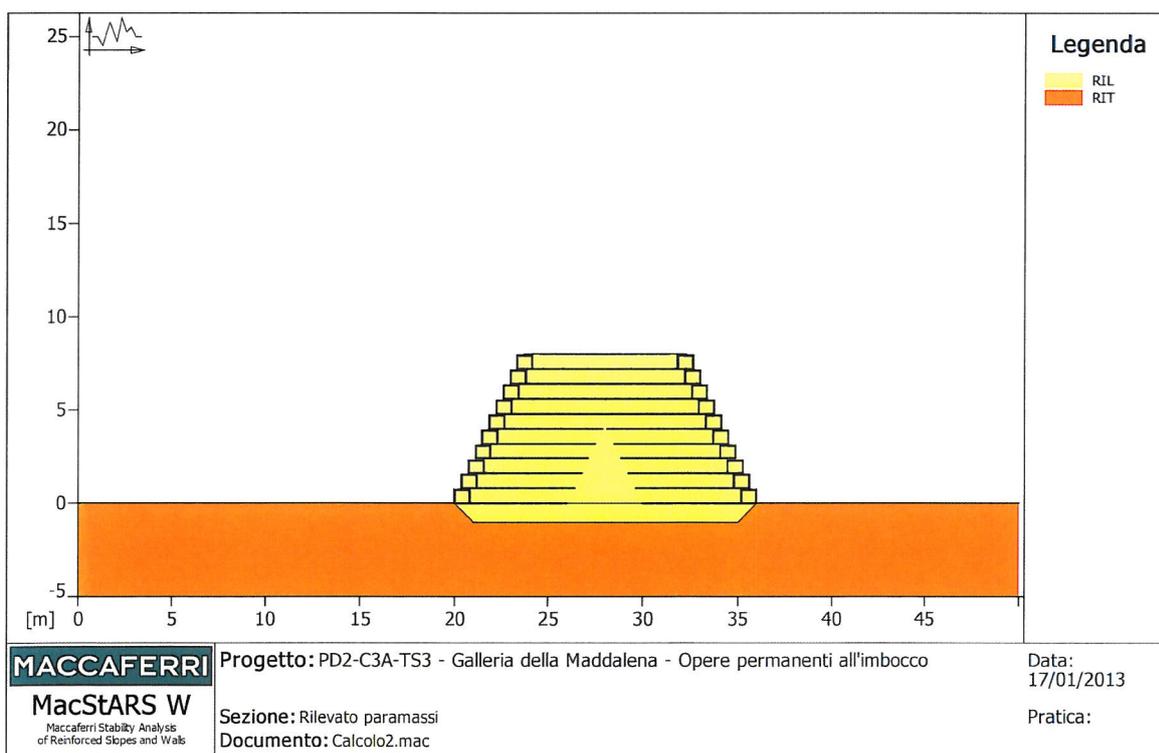
#### 4.3.1 Dati di input

Le verifiche sono state effettuate per la sezione di altezza massima. È stato assunto un rilevato di altezza pari a 8.0 m, costituito da un blocco simmetrico con le seguenti caratteristiche:

- Angolo di attrito terreno di riempimento =  $30^\circ$
- Angolo di attrito alla base =  $30^\circ$
- Inclinazione dei paramenti =  $75^\circ$
- Interdistanza geogriglie = 0.8 m
- Lunghezza di ancoraggio fogli = 6.0 m

Il codice impone valori di interdistanza tra le geogriglie pari a 0.5 o 0.8m. È stata dunque compiuta una scelta in favore di sicurezza assumendo una spaziatura di 0.8 m, superiore quella adottata nel progetto (pari a 0.6 m).

La geometria adottata è mostrata in **Figura 3**.



**Figura 3 – Geometria di calcolo**

### 4.3.2 Verifiche di scorrimento

#### Ipotesi

Sulla base della normativa vigente (si veda il documento PD2-C3A-TSE3-1113 "Soumission 44 - Normes Techniques - Cadre réglementaire"), le verifiche a scorrimento sono state effettuate con i seguenti approcci:

- M1 + R1 + Azione sismica
- M2 + R2 + Azione sismica

Non sono stati adottati sovraccarichi sul rilevato, in quanto comporterebbero un'azione stabilizzante per le verifiche a scorrimento.

L'azione sismica é presa in conto come azione statica equivalente, moltiplicando la massa del rilevato per i fattori  $k_h$  e  $k_v$ , relativi rispettivamente alla componente orizzontale e verticale. Nella ricerca del caso dimensionante, la componente verticale è applicata sia verso l'alto che verso il basso.

I coefficienti  $k$  sono determinati in riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV):

$$k_h = \beta_s \frac{a_{\max}}{g} = 0.076$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \pm 0.038$$

Dove:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 0.3156 \quad \text{accelerazione massima attesa al sito}$$

$$S_s = 1.697 \quad \text{effetto amplificazione stratigrafica (categoria di suolo D)}$$

$$S_T = 1.0 \quad \text{effetto amplificazione topografica}$$

$$a_g = 0.186 \quad \text{accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido}$$

$$\beta_s = 0.24 \quad \text{coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito}$$

I coefficienti sopraindicati sono calcolati a partire dalle seguenti ipotesi:

- Categoria di suolo D
- Vita nominale  $V_N = 100$  anni
- Coefficiente di destinazione d'uso  $c_u = 1.5$  (da cui vita di riferimento  $V_R = c_u \cdot V_N = 150$  anni).

A tali ipotesi corrisponde, per gli stati limite SLV, un tempo di ritorno  $T_R = 1424$  anni

#### Risultati

Il calcolo ha fornito i seguenti fattori di sicurezza:

Galerie de la Maddalena – Portail et plateforme - Rapport de calculs du merlon pare-blocs / Galleria della Maddalena – Imbocco e piazzale -  
Relazione di calcolo del rilevato paramassi

- M1 + R1 + Azione sismica  $\longrightarrow$  FS = 7.308
- M2 + R2 + Azione sismica  $\longrightarrow$  FS = 5.846

La stabilità a scorrimento del rilevato è ampiamente garantita

#### **4.3.3 Verifiche di stabilità interna**

Sulla base della normativa vigente (si veda il documento PD2-C3A-TSE3-1113 "Soumission 44 - Normes Techniques - Cadre réglementaire"), le verifiche a scorrimento sono state effettuate con i seguenti approcci:

- A2+M2 + R2
- M2 + R2 + Azione sismica

Per questo tipo di verifica è stato considerato un carico variabile distribuito al di sopra del terrapieno pari a 10 kPa.

Come per le verifiche di scorrimento, sono stati assunti i seguenti coefficienti sismici:

$$k_h = 0.076$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \pm 0.038$$

#### **Risultati**

Il calcolo ha fornito i seguenti fattori di sicurezza:

- A2+M2 + R2  $\longrightarrow$  FS = 2.055
- M2 + R2 + Azione sismica  $\longrightarrow$  FS = 1.586

La stabilità a scorrimento del rilevato è ampiamente garantita

I risultati delle analisi di stabilità interna sono mostrati in **Figura 4** e in **Figura 5**

Galerie de la Maddalena – Portail et plateforme - Rapport de calculs du merlon pare-blocs / Galleria della Maddalena – Imbocco e piazzale -  
 Relazione di calcolo del rilevato paramassi

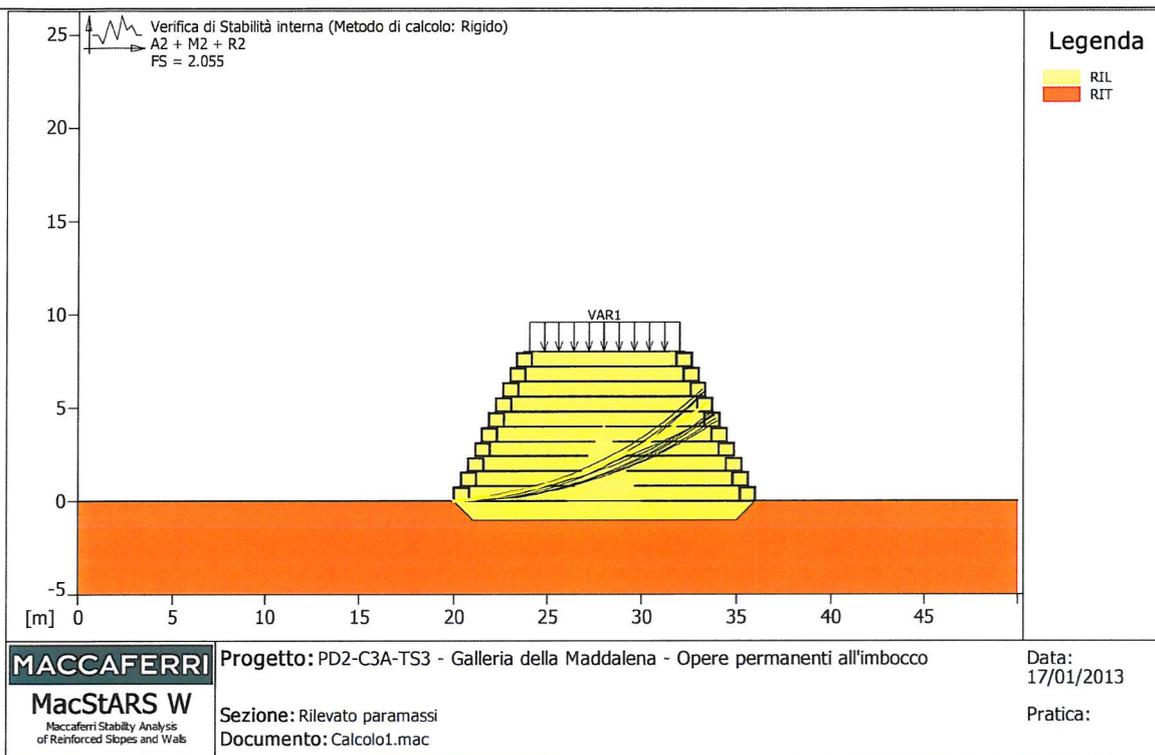


Figura 4 – Stabilità interna: approccio A2+M2+R2

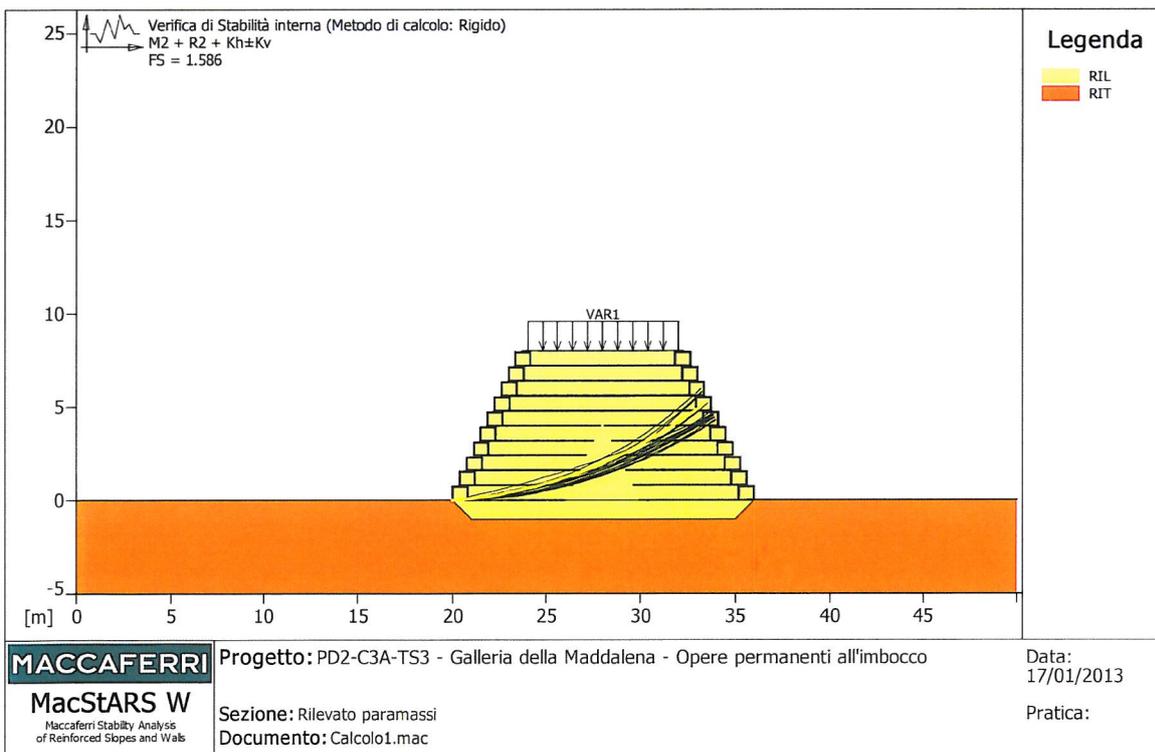


Figura 5 – Stabilità interna: approccio M2+R2+Azione Sismica