

RELAZIONE STRUTTURALE

MURO DI CONTENIMENTO RIO SAPPONE

1. Normativa di riferimento

- Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (Legge 2/02/74 n.64 e D.M. 16/01/96).
- Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e strutture metalliche (Legge 05/11/71, n.1086)
- Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche – DM 09/01/1996
- Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica – DM 16/01/1996
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/01/96. (Circolare N.ro 65/AA.GG. del 10/04/1997)
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/96- Circolare M.LL.PP. N.156 AA.GG./S.T.C. del 04/07/96 (Supp n. 151 alla G.U. N. 217 del 16/09/96)
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" - Circolare M.LL.PP. N.65 AA.GG. del 10/04/97 (Supp n. 89 alla G.U. N. 97 del 28/04/97)
- D.M. 14/01/2008 Nuove norme tecniche per le Costruzioni;
- 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. (DM 11/03/88 Supp GU. N. 127 del 1/6/88)

Si pone in evidenza che i calcoli strutturali sono stati eseguiti considerando per le barre d'armatura una tensione ammissibile pari a 2600 kg/cm², che risulta cautelativa rispetto alle nuove classi di resistenza per gli acciai per strutture in cemento armato introdotte dal DM 14/01/08

2. Materiali utilizzati

Sottofondazioni : $R_{ck} \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$

$$\text{Strutture in C.A.:} \left\{ \begin{array}{l} R_{ck} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{amm} = 97,5 \text{ Kg/cm}^2 \\ \tau_{co} = 6,00 \text{ Kg/cm}^2 \\ \tau_{cl} = 18,29 \text{ Kg/cm}^2 \end{array} \right. \\ \text{acciaio B450C} \end{array} \right.$$

3. Parametri geotecnici di riferimento

Come si evince dalla relazione geologica, redatta dal Dott. Geol. Giuseppe GENOVESE a corredo del progetto esecutivo per la realizzazione della pista ciclabile e opere di consolidamento spondale del fiume Po in sponda destra nel tratto compreso tra la sede della società Sisport Fiat e il confine con il comune di Moncalieri (indagini geognostiche eseguite nel tratto compreso tra il Rio Sappone e la sede della società Ronchi Verdi), il sito oggetto dei lavori è caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici:

γ' (kg/mc)	C' (KPa)	φ' (°)
1900	0	33°

4. Geometria del muro:

Altezza muro (m)	Altezza terrapieno (m)	Altezza fondazione (m)	Larghezza fondazione (m)	Spessore muro (m)	γ_{CLS} (Kg/m ³)
4,70	3,60	0,50	2,85	0,35	2500

5. Descrizione dell'intervento

L'intervento consta nella sopraelevazione e nel consolidamento strutturale del muro di sostegno esistente situato lungo la sponda destra del rio Sappone nei pressi del circolo Master Club Fioccardo.

Tale sopraelevazione, necessaria per ridurre il rischio di allagamento dell'area Fioccardo, comporta la realizzazione sul paramento esterno di una serie di nervature in c.a. poste ad interasse di un metro.

6. Spinta dovuta al terrapieno (assenza di acqua nel rio Sappone)

6.1 Spinta statica

Si suppone valida l'ipotesi in base alla quale la spinta attiva si ingenera in seguito al movimento del manufatto nella direzione della spinta agente. In particolare si farà riferimento alle seguenti assunzioni:

- In fase di spinta attiva si crea all'interno del terrapieno un cuneo di spinta, che si distacca dal terreno indisturbato tramite linee di frattura rettilinee, lungo le quali il cuneo scorre suscitando tensioni di attrito; tali linee hanno un'inclinazione α rispetto all'orizzontale.
- Sul cuneo di spinta, definito in funzione dell'angolo α , agiscono le seguenti forze: peso proprio del terreno, spinta normale alle superfici di scorrimento del cuneo, forze di attrito lungo le superfici di scorrimento del cuneo che si oppongono allo scorrimento stesso.
- Il terreno spingente ha caratteristiche omogenee.
- Il profilo dell'estradosso del terrapieno spingente è orizzontale.
- Assenza di falda
- sulla parte di muro al di sopra del terrapieno viene considerata la spinta del vento pari 100 Kg/mq
- La spinta del terrapieno sarà calcolata secondo la teoria di Coulomb
- Il calcolo delle sezioni in c.a. sarà sviluppato secondo il metodo delle tensioni ammissibili
- ($K = K_a$) nell'ipotesi di possibili spostamenti compatibili con l'esercizio dell'opera

$$- K_a = \operatorname{tg}^2\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)$$

Per la teoria di Coulomb, la spinta statica esercitata dal terrapieno può essere stimata come:

$$F = \frac{1}{2} \gamma_t h^2 \operatorname{tg}^2\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)$$

Le caratteristiche del terreno sono le seguenti: $\gamma_t = 1900 \text{ Kg/m}^3$; $\varphi = 33^\circ$, da cui:

$$F = 4707,82 \text{ Kg.}$$

posta a distanza $d = \frac{h}{3} = \frac{4,1}{3} = 1,37 \text{ m}$ dalla base del muro.

6.2 Azioni sismiche

In alternativa alla spinta in condizioni statiche, vista la sismicità della zona ($S = 5$), dovrà essere considerata l'influenza delle azioni sismiche in direzione orizzontale.

Secondo quanto prescritto dalle norme, oltre alla spinta statica, dovranno essere considerate ulteriori due forze: l'incremento di spinta esercitata dal terreno sotto sisma, posta a due terzi dell'altezza del muro, e una forza d'inerzia orizzontale, applicata nel baricentro delle masse.

L'incremento di spinta ΔF_s va calcolato come differenza fra la spinta F_s esercitata in condizioni sismiche e la spinta statica F . La spinta sismica F_s è la componente orizzontale della spinta calcolata con estradosso del terrapieno inclinato di un angolo $\varepsilon' = \varepsilon + \arctg C$, essendo C il coefficiente di intensità sismica pari a $C = \frac{S-2}{100} = \frac{5-2}{100} = 0,03$ e inclinazione del paramento interno rispetto alla verticale pari a $\alpha' = \alpha + \arctg C$.

Nel nostro caso si ha:

$$\varepsilon' = \varepsilon + \arctg C = 0^\circ + \arctg 0,03 = 1^\circ,71836 \text{ e } \alpha' = \alpha + \arctg C = 0^\circ + \arctg 0,03 = 1^\circ,71836.$$

Per il calcolo delle spinta si opererà secondo la formula di Coulomb generalizzata per estradosso inclinato, paramento interno del muro inclinato.

$$F_s = \frac{1}{2} \gamma_t h^2 \frac{\sin^2(\beta + \varphi)}{\sin^2 \beta \sin(\beta - \vartheta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \vartheta) \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \vartheta) \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove β è l'angolo formato dal paramento interno con l'orizzontale, ε è l'angolo formato dall'estradosso del terrapieno con l'orizzontale e ϑ è l'angolo di attrito fra terra e muro.

Nel nostro caso $\beta = 90^\circ - 1^\circ,71836 = 88^\circ,28164$ $\varepsilon = 1^\circ,71836$ $\theta = 0^\circ$, da cui si ottiene:

$$F_s = 4.976,94 \text{ Kg.}$$

L'incremento di spinta da applicare sarà quindi dato dalla differenza:

$$\Delta F_s = F_s \frac{\cos^2(\alpha + \arctg C)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\arctg C)^2} - F = 266,88 \text{ Kg}$$

applicata a distanza $h_s = \frac{2}{3} * 4,1 = 2,73 \text{ m}$ dalla base del muro.

La forza di inerzia è pari a $F_i = C * W$

dove W è il peso complessivo del muro e del terreno sovrastante la zattera di fondazione:

$$W = V_{muro} \cdot \gamma_{CLS} + V_{terreno} \cdot \gamma_t = 1.2068,44 \text{ Kg}$$

Si ha quindi $F_i = C * W = 362,05 \text{ Kg}$ posta a distanza $h_i = 1,70 \text{ m}$ dalla base.

7. Verifiche di stabilità per i soli carichi statici

Verifica allo scorrimento

La verifica allo scorrimento è soddisfatta quando $\frac{fN}{T} \geq 1,3$,

dove f è il coefficiente di attrito fra la fondazione e il terreno, N la risultante delle forze normali al piano di fondazione e T la risultante delle forze tangenti al piano di fondazione, dovute alla spinta attiva del terreno, a quella passiva relativa alla mensola interna ed all'azione del vento.

Nel caso in esame, ritenendo con buona approssimazione $f = \operatorname{tg} \delta$ con $\delta = 2/3\varphi$, si ha

$$\frac{f(P_m + P_t)}{T} = 1,62 \geq 1,3$$

avendo indicato con P_m il peso del muro, con P_t il peso del terreno gravante sulla mensola interna di fondazione sottoposta al rilevato.

La stessa verifica è stata condotta anche ipotizzando l'innalzamento dell'acqua fino al limite superiore del muro.

In tal caso, si è considerata la situazione potenzialmente peggiore che, data la spinta dell'acqua maggiore di quella del cuneo di terra, si esplica nel non considerare la spinta del vento. A favore della sicurezza, è inoltre stata considerata attiva la spinta del terreno che contrasta la spinta dell'acqua.

In questo caso, la verifica dà la seguente disuguaglianza: $\frac{f(P_m + P_t + P_w)}{T} = 1,63 \geq 1,3$, indicando

con P_w il peso massimo dell'acqua gravante sulla mensola esterna.

La verifica allo scorrimento è quindi soddisfatta in entrambi i casi.

Verifica al ribaltamento

La verifica al ribaltamento è soddisfatta se $\frac{M_S}{M_R} \geq 1,5$

dove M_S è il momento delle forze che si oppongono al ribaltamento rispetto al lembo esterno della fondazione e M_R è il momento delle forze che favoriscono il ribaltamento rispetto allo stesso punto.

Nel caso di assenza della spinta dell'acqua, il M_R è quello dovuto dalla spinta della terra e del vento, mentre il M_S , trascurando a vantaggio della sicurezza l'effetto della spinta passiva della mensola esterna, è dovuto a contributi del peso del muro e del terreno che grava sulla mensola interna.

$$\frac{M_s}{M_R} = 3,30 \geq 1,5$$

La verifica al ribaltamento è quindi soddisfatta.

In caso di presenza d'acqua, il contributo di quest'ultima migliora la stabilità al ribaltamento.

Verifica allo schiacciamento

La verifica allo schiacciamento è soddisfatta se $\frac{q_{LIM}}{\sigma_{MAX}} \geq 2$

La risultante delle forze sul piano di fondazione è posizionata rispetto al lembo esterno della

fondazione a distanza $d = \frac{M_s - M_R}{N} = 1.32m$, da cui risulta un'eccentricità pari a 10,19cm.

Poiché il centro di pressione cade all'interno del nocciolo centrale di inerzia si ha $\sigma_t = \frac{N}{A} \pm \frac{Ne}{W}$

da cui si ricavano i valori massimo e minimo delle tensioni sul terreno:

$$\sigma'_t = 0,33Kg/cmq$$

$$\sigma''_t = 0,51Kg/cmq$$

La capacità portante del terreno è stata valutata secondo lo schema di Terzaghi, in funzione dei fattori di capacità portante N_g , N_c e N_q .

TERRENO DI FONDAZIONE					
γ'_f (Kg/m ³)	φ' (°)	C' (KPa)	N_γ	N_c	N_q
1900	33°	0	32,59	38,64	26,09

$$q_{LIM} = \frac{1}{2} \gamma'_f \cdot B \cdot N_\gamma + C'_f \cdot N_c + q \cdot N_q = 12,54Kg/cm^2$$

dove B è la larghezza della fondazione e q il sovraccarico al di sopra del piano di fondazione che nel nostro caso dovuto alla striscia di 75 cm che si intende avere al di sopra del piano stesso.

Essendo $\frac{q_{LIM}}{\sigma_{MAX}} = \frac{12,54}{0,51} = 24,53 \geq 2$, la struttura risulta decisamente verificata allo

schiacciamento.

Nel caso di presenza d'acqua fino al colmo del muro, d risulta pari a 2,38m e l'eccentricità a 95,80cm. Il centro di pressione in questo caso cade al di fuori del nocciolo d'inerzia, la tensione

massima sarà in questo caso pari a $\sigma_{\max} = \frac{2N}{300d} = 2,99 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

La verifica allo schiacciamento anche in questo caso è soddisfatta,

essendo $\frac{q_{LIM}}{\sigma_{MAX}} = \frac{12,54}{2,99} = 4,19 \geq 2$

8. Verifiche di stabilità in condizioni sismiche

Anche considerando la presenza delle forze derivanti dalle azioni sismiche, sono soddisfatte le verifiche di stabilità. In particolare si ottengono i seguenti risultati:

Scorrimento: $\frac{fN}{T} = 1,34 \geq 1,3$

Ribaltamento: $\frac{M_S}{M_R} = 2,76 \geq 1,5$

Schiacciamento: $\frac{q_{LIM}}{\sigma_{MAX}} = 20,44 \geq 2$

9. Verifica delle sezioni

9.1 Sezione d'incastro del muro

Il momento massimo agente sul muro è dato da quello dovuto all'azione dell'acqua diminuito da quello determinato dalla spinta del terreno, trascurando la presenza del vento, a vantaggio di sicurezza.

Tale momento, pari a 8.252,83 Kgm, si suppone assorbito totalmente dalle nervature che sono previste nella parte esterna del muro. La scelta di limitare ad esse il compito di sopportare questo momento è dovuto all'impossibilità di aumentare la sezione e l'armatura nel tratto di muro esistente.

Fissando un copriferro $c=3$ cm, si ottiene il seguente valore di r :

$$r = \frac{h - c}{\sqrt{\frac{M}{b}}}$$

Dalla tabella del c.a. per armatura simmetrica, con $\sigma_f = 2600 \text{Kg/cm}^2$, per interpolazione si ottiene un valore di $t = 0,002470759$, da cui si ottiene un'area ferro di:

$$A_f = t \cdot \sqrt{M \cdot b} = 13,28 \text{cm}^2$$

Si è scelto quindi di utilizzare 4 ferri $\Phi 18$ e $2\Phi 16$, per un totale di $14,20 \text{cm}^2$.

Per ciò che riguarda l'armatura che deva assorbire lo sforzo di taglio, la sollecitazione massima è dovuta alla sola spinta dell'acqua; in funzione di essa quindi sono stati condotte le verifiche:

$$\tau = \frac{S_w}{0,9 \cdot b \cdot h} = 10,48 \text{Kg/cm}^2$$

dove b ed h sono le dimensioni delle nervature che devono assorbire lo sforzo e S_w è la spinta dovuta all'acqua, pari a $S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot h_w^2 = 9.901,25 \text{Kg}$

Utilizzando un cls Rck 300, si ottengono:

$$\tau_{c0} = 6 \text{Kg/cm}^2$$

$$\tau_{c1} = 18,29 \text{Kg/cm}^2$$

La tensione calcolata è compresa tra i due suddetti valori; non è necessario variare la sezione scelta ma la stessa deve essere armata.

Ipotizzando un passo delle staffe di 10 cm (staffe a due bracci) con una tensione ammissibile dell'acciaio pari a 2600Kg/cm^2 , si ottiene un'area resistente pari a $A_{sw} = 1,57 \text{cm}^2$, da cui:

$$\phi = \sqrt{\frac{4A_{sw}}{2\pi}} = 0,9988 \text{cm}$$

Saranno sufficienti quindi delle staffe $\Phi 10$ con una passo di 10 cm.

La verifica del paramento che si trova tra le nervature è stata effettuata, considerando uno schema di trave su più appoggi con luce pari all'interasse delle nervature; il carico è stato determinato trasformando la spinta massima agente sul paramento nel corrispondente carico ripartito equivalente agente su una fascia di larghezza unitaria.

Si ha pertanto $q = 4.126,41 \text{Kg}$, da cui si ottiene un momento massimo di $518,88 \text{Kgm}$.

Si ottengono di conseguenza i seguenti valori, avendo assunto il primo valore di t in tabella a vantaggio di sicurezza:

$q \text{ (Kg/m}^2\text{)}$	$M_{\max} \text{ (Kg}\cdot\text{m)}$	$T_{\max} \text{ (Kg)}$	r	t	$A_f \text{ (cm}^2\text{)}$
4126,41	518,88	2579,38	1,408885284	0,0002978	0,6740

Utilizzando una doppia rete $\Phi 10/20$, avremo:

$$A_f = 3,95 \text{ cm}^2.$$

$$A_f' = 3,95 \text{ cm}^2.$$

Essendo $\tau < \tau_{c0}$, non è necessaria un'armatura a taglio.

9.2 Mensola di fondazione lato fiume

La verifica della mensola fornisce i seguenti valori:

M_{\max} (Kg·m)	T_{\max} (Kg)	r	t	A_f (cm ²)
9.603,15	4.801,58	0,479613017	0,0008809	8,63

Si utilizzano di conseguenza 5 $\Phi 16$ /ml. Essendo la $\tau = 1,14 \text{ Kg/cm}^2 < \tau_{c0} = 6 \text{ Kg/cm}^2$, non è necessaria un'armatura a taglio.

VERIFICHE IDRAULICHE GABBIONATE RIO SAPPONE

1. Materiali utilizzati

Descrizione	Scabrezza	Tensione ammissibile	V	Diametro	Spessore	Peso specifico	Tempo	C Shields
		[N/m ²]		[m]	[m]	[kN/m ³]	[h]	
Cotici erbosi	0.0400	10.00	S					
Gabbioni 1.00m	0.0301	500.00	N	0.30	1.00	26.00		0.140
Massi con talee	0.0550							
Muro C.A.	0.0110							
Fondo lastricato	0.0250							

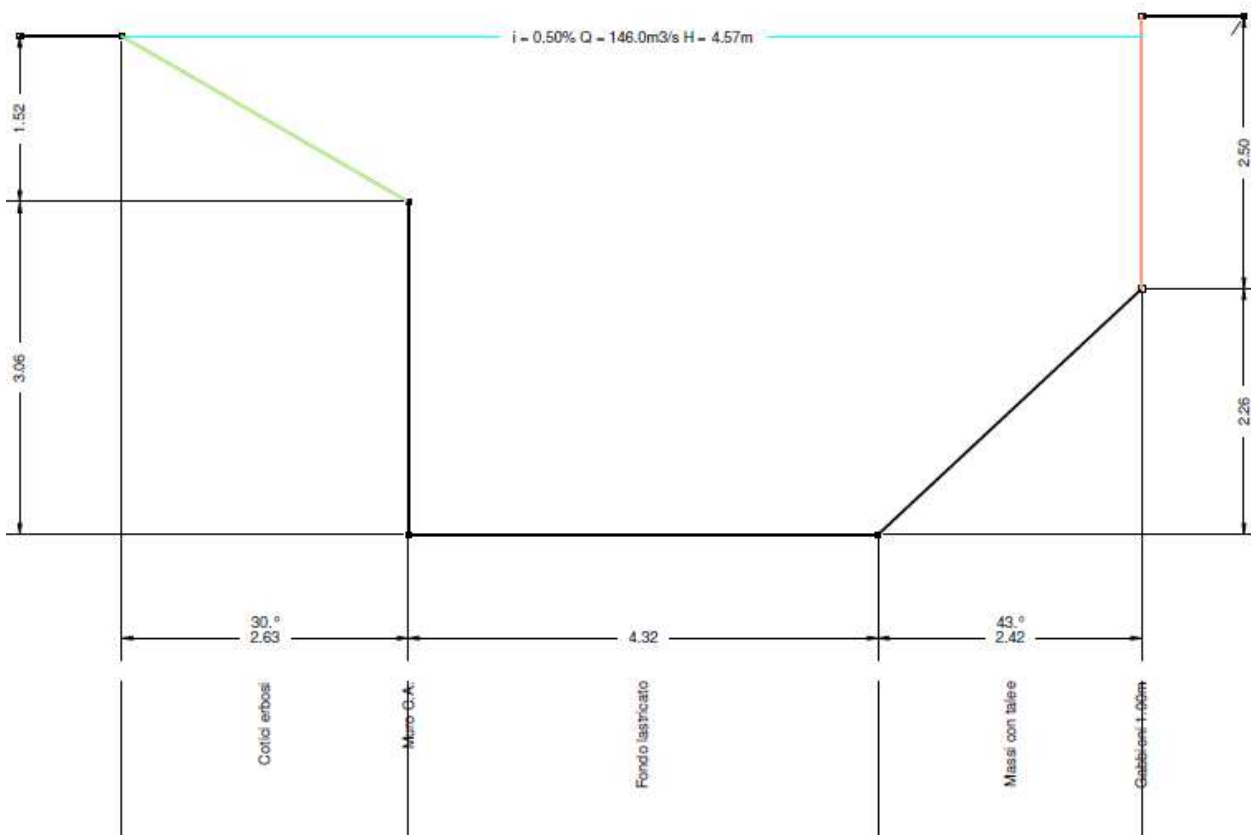
2. Verifica a fine lavori



Pendenza [%]	0.50	Numero di froude	0.96
Portata [m3/s]	163.00	Sezione [m2]	30.11
Livello [m]	4.58	Contorno bagnato [m]	16.04
Velocità media [m/s]	5.41	Raggio idraulico [m]	1.88

Tratto	Lunghezza [m]	V [m/s]	K	Vamm [m/s]	Vb [m/s]	Materiale	V	τ max [N/m2]	τ amm [N/m2]	GeoFil
1	3.04	1.34	1.00							
1.1	3.04			-	-	Cotici erbosi	N	55.75	10.00	N
3	3.06	0.00	1.00							
3.1	3.06			0.75	-	Muro C.A.	N	168.27	700.00	N
4	4.32	7.11	1.00							
4.1	4.32			0.75	-	Fondo lastricato	N	224.36	600.00	N
5	3.31	2.38	1.00							
5.1	3.31			0.75	-	Massi con talee	N	168.27	294.00	N
7	2.50	0.00	1.00							
7.1	2.50			0.75	1.00	Gabbioni 1.00m	N	85.17	288.68	N

3. Verifica a regime



Pendenza [%]	0.50	Numero di froude	0.87
Portata [m3/s]	146.00	Sezione [m2]	30.04
Livello [m]	4.57	Contorno bagnato [m]	16.02
Velocità media [m/s]	4.86	Raggio idraulico [m]	1.88

Tratto	Lunghezza [m]	V [m/s]	K	Vamm [m/s]	Vb [m/s]	Materiale	V	τ_{max} [N/m2]	τ_{amm} [N/m2]	GeoFil
1	3.04	0.67	1.00							
1.1	3.04			-	-	Cotici erbosi	S	55.75	10.00	N
3	3.06	0.00	1.00							
3.1	3.06			0.75	-	Muro C.A.	N	168.27	700.00	N
4	4.32	7.10	1.00							
4.1	4.32			0.75	-	Fondo lastricato	N	224.36	600.00	N
5	3.31	0.56	1.00							
5.1	3.31			0.75	-	Massi con talee	S	168.27	294.00	N
7	2.50	0.00	1.00							
7.1	2.50			0.75	1.00	Gabbioni 1.00m	S	85.17	288.68	N

VERIFICA DI STABILITÀ DELLA SPONDA DESTRA FIUME PO

1. Premessa

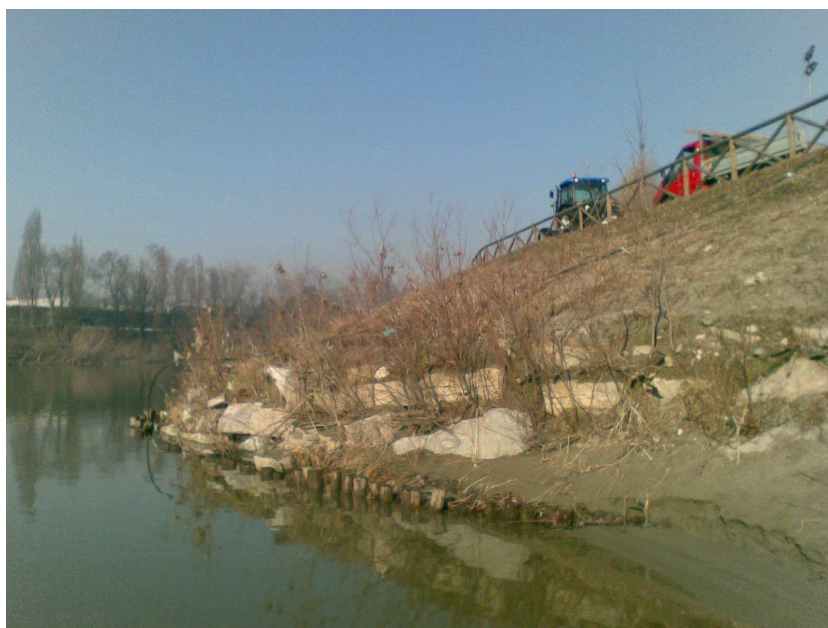
Nella Relazione strutturale del progetto sono state analizzate e verificate le condizioni di stabilità della sponda destra del fiume Po oggetto di intervento.

2. Stato di fatto

Nel tratto di oggetto a seguito della realizzazione negli scorsi anni degli interventi regolarmente autorizzati dall’Agenzia Interregionale per il Fiume Po di “Riqualificazione ambientale zona Fioccardo - terzo stralcio” da parte del Settore Grandi Opere del Verde Pubblico della Città, sono state realizzate (vedasi Relazione generale del progetto esecutivo, pag 13):

1. “Opere puntuali di ingegneria naturalistica pesante (scogliere vincolate e pali infissi), adeguatamente raccordate con le preesistenze, volte alla mitigazione dell’azione erosiva delle acque in corrispondenza del piede delle sponde”, dallo sfocio del rio Sappone sino a tutto il centro sportivo Ronchi Verdi; (vedasi tipologia sulla tavola 7 Sezioni di progetto, in allegato);
2. “Opere puntuali di ingegneria strutturale geotecnica (paratie in micropali intirantate” con cordolo in c.a. in testata “che dovranno risultare, ad intervento finito, non visibili), adeguatamente raccordate con le preesistenze, volte al contenimento di taluni volumi di terreno direttamente interessati dalla realizzazione della pista ciclopedonale”, da circa 100 m a valle del rio Sappone sino al centro Ronchi Verdi; (vedasi tipologia sulla tavola 7 Sezioni di progetto in allegato);
3. “Opere puntuali di ingegneria naturalistica (risagomatura delle sponde, stesa di materiali in telo antierosione adeguatamente adeguati ancorati”
...omissis...
6. “Opere a corredo di sistemazione a verde (taglio selettivo di vegetazione ad alto fusto, decespugliamento selettivo, taglio fitosanitario”

Tali interventi, completati anteriormente agli eventi di piena del 2008, non hanno subito danni garantendo la tenuta all'erosione superficiale e a fenomeni di cedimenti spondali.



Sponda destra fiume Po a valle del Rio Sappone durante i lavori di “Riqualificazione ambientale zona Fioccardo - terzo stralcio”. Scogliera vincolata con pali infissi realizzata al piede della sponda in corso di realizzazione. Da notare il deposito di limo in corso di formazione.



Sponda destra fiume Po a valle del Rio Sappone successiva ai lavori di "Riqualificazione ambientale zona Fioccardo - terzo stralcio". E' visibile la scogliera rinverdita con pali infissi realizzata al piede della sponda.

Sulla sommità della scogliera e lungo la soprastante sponda infatti la vegetazione costituita per la maggior parte da salici (impiantati nel corso della Riqualificazione ambientale) e da specie autoctone ha colonizzato il versante consolidandolo e rendendolo più resistente ai fenomeni di piena del fiume.



Sponda destra fiume Po a valle del Rio Sappone zona Fioccardo – situazione attuale.

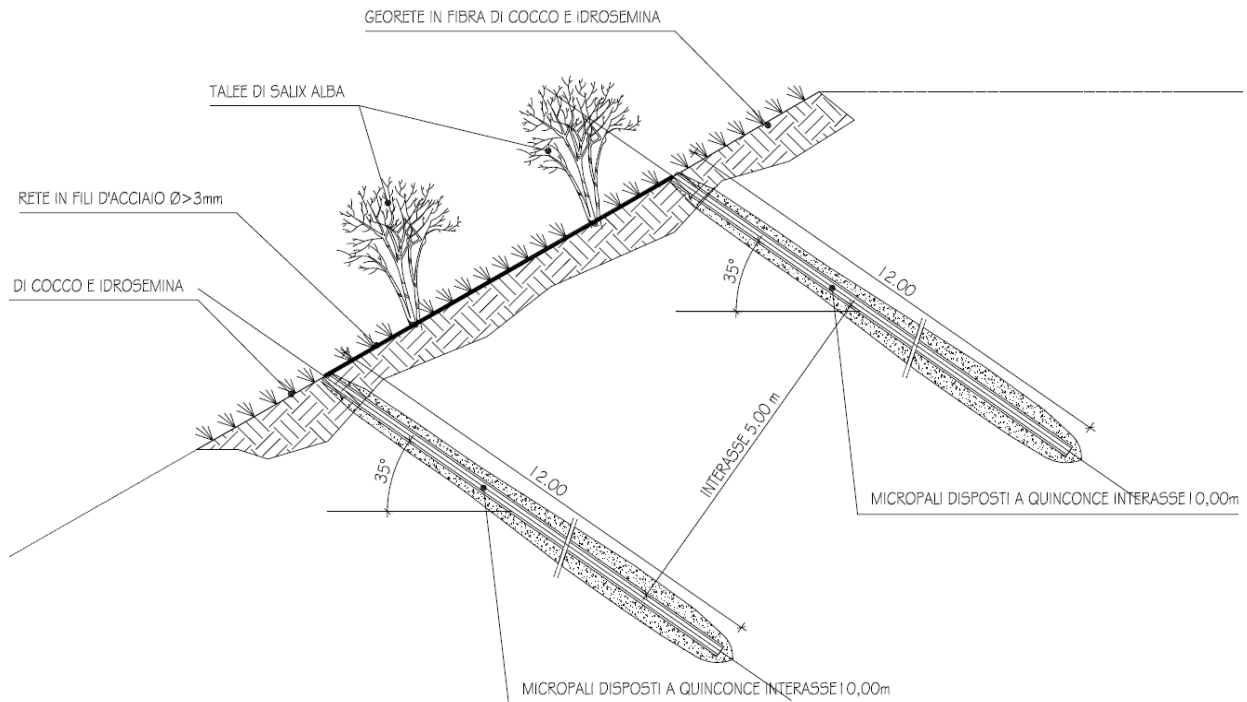
3. Considerazioni e metodologie di intervento.

A conferma della stabilità della sponda destra del fiume Po in oggetto a seguito della costruzione del rilevato di progetto si evidenzia che:

- 1) La verifica di stabilità globale del complesso terre armate sponda, fornisce coefficienti di sicurezza accettabili (vedasi calcoli in allegato) pur avendo considerato un sovraccarico della pista ciclabile pari a 25 kN/m² e non avendo tenuto conto del contributo della scogliera di massi vincolata realizzata alla base della sponda dal Settore Verde Pubblico (vedasi tavola n. 7 allegata) nell'ambito del progetto "Riqualificazione ambientale zona Fioccardo - terzo stralcio";
- 2) Il tratto di sponda considerato è in curva interna del fiume Po, non pare soggetto ad azioni erosive in quanto presenta fenomeni di deposito limosi e una fitta vegetazione autoctona;
- 3) Le opere di fondazione di ingegneria naturalistica pesante (scogliera di massi vincolata con pali infissi) realizzate dal Settore Verde Pubblico, garantisce la stabilità del piede della sponda;
- 4) Per la parte superiore della sponda, soprastante la scogliera, si è deciso comunque di migliorarne le condizioni di stabilità superficiale realizzando un intervento poco invasivo per la vegetazione presente.

Si è pertanto optato per una tipologia di intervento "leggero" consistente in un rivestimento antierosivo della scarpata costituito da geostuoie in fibra di cocco e rete metallica (formata da fili in acciaio) a maglie romboidali e la realizzazione di ancoraggi con micropali inclinati di 35 gradi e profondi 12 m.

Tali intervento si sviluppa dallo sfocio del Rio Sappne verso valle per una lunghezza di circa 100 ml (vedasi tavola n. 6 in allegato) sino a raccordarsi con le opere di ingegneria strutturale geotecnica esistenti costituite da una paratia in micropali intirantata con cordolo in c.a. in testata, già realizzate dal Settore Verde Pubblico.



Tipologia dell'intervento antierosivo della parte superiore della sponda adottata.

Tale tipologia è stata adottata di recente dal Settore Verde Pubblico della Città nei “Lavori di pronto intervento ripristino danni piena dicembre 2008”, in altri tratti spondali più a valle, ed è già stata favorevolmente sottoposta al parere dell’Agenzia Interregionale Fiume Po.

In conclusione, visto le considerazioni e le verifiche espresse, le opere esistenti e quelle descritte in progetto (verificate alla stabilità secondo le norme tecniche per le costruzioni D.M. 14.01.08) sono tali da garantire la stabilità della sponda destra del fiume Po nel tratto oggetto di intervento.

Allegato fotografico.



Sponda destra fiume Po. Situazione attuale della sponda a valle del Rio Sappone a partire da monte procedendo verso valle. A distanza di alcuni anni dall'intervento realizzato di Riqualificazione ambientale la copertura della vegetazione è diffusa su tutta la sponda a partire dalla sommità della scogliera rinverdita.

Verifica di stabilita rilevato sponda destra Po (Fioccardo)

Progetto....: messa in sicurezza idraulica sponda destra fiume Po a protezione dell'area Fioccardo.

Sezione.....: D/D.

Località.....: Torino.

File.....: Sezione D_D-Statica

Data.....: 04/10/2012

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : 1	Descrizione : Unità superficiale.
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : P	Descrizione : Pietrame per riempimento gabbionate.
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 12.50
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 17.50
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 0.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : RIL	Descrizione : Rilevato strutturale
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 34.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 0.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 1

Descrizione: Rilevato.

Terreno : RIL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13.15	8.99	13.20	10.99	15.08	10.99	15.26	8.99

Strato: D/D

Descrizione: Sezione D/D.

Terreno : 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.20	4.40	7.50	7.81	7.84	10.05	8.33
13.15	8.99	15.95	8.99	17.78	9.02	18.28	9.02

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: F

Descrizione: Falda fiume Po.

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.20	0.00		2.16	5.31	0.00	
7.81	4.65	0.00		10.05	4.17	0.00	
17.78	0.00	0.00					

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco: terre armate

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 2.92
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 10.63 Ordinata.....= 7.80
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia
 Rilevato strutturale.....: RIL
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL
 Terreno di copertura.....: RIL
 Terreno di fondazione.....: 1

Rinforzi :

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.45	0.27	1.34	0.27				

Blocco: gabbionate

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 16.75 Ordinata.....= 7.98
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Terreno riempimento gabbioni : P
 Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
 Rilevato strutturale : RIL
 Terreno di riempimento a tergo : RIL
 Terreno di copertura : RIL
 Terreno di fondazione : 1

Rinforzi :

Lunghezza [m] = 3.00
 Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 0.80

CARICHI

Pressione : PISTA

Descrizione : Carico pista ciclabile.

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità [kN/m²] = 25.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 12.45 To = 15.95

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Terre armate

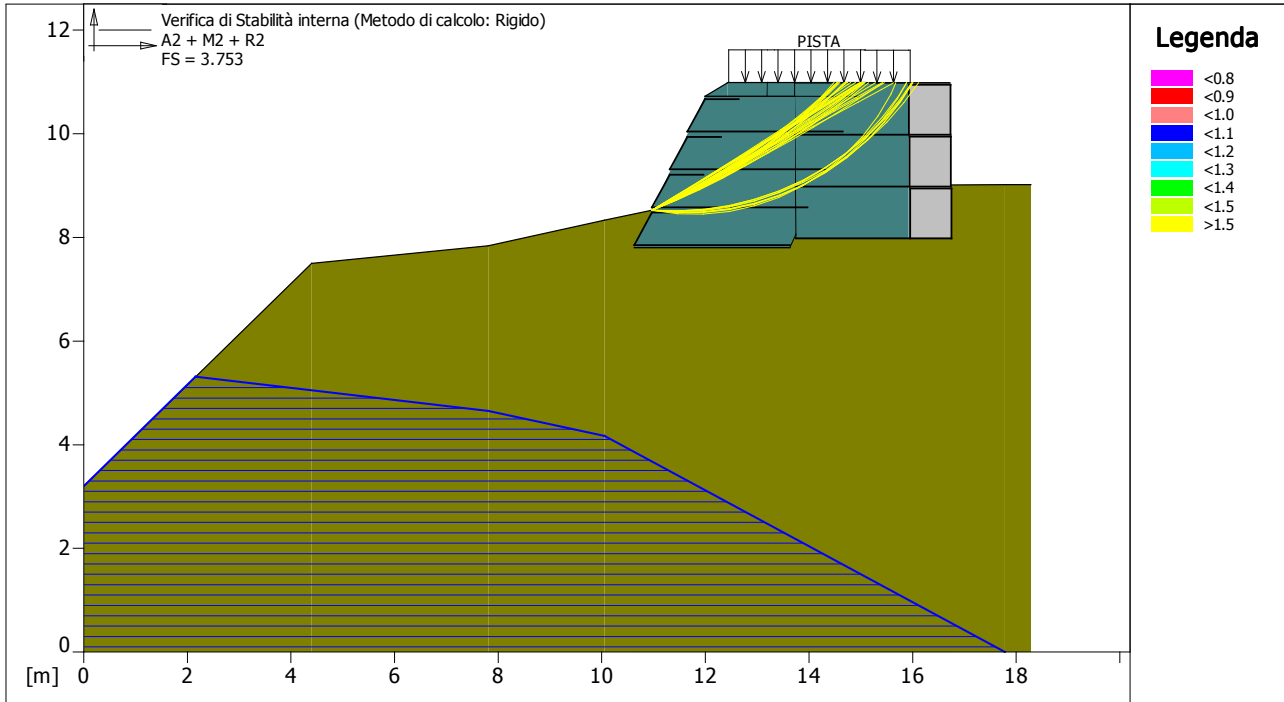
Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo : 0.30
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia : 0.90
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia : 0.65
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo : 0.50
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla : 0.30

Gabbionate

Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 3.753

Intervallo di ricerca delle superfici

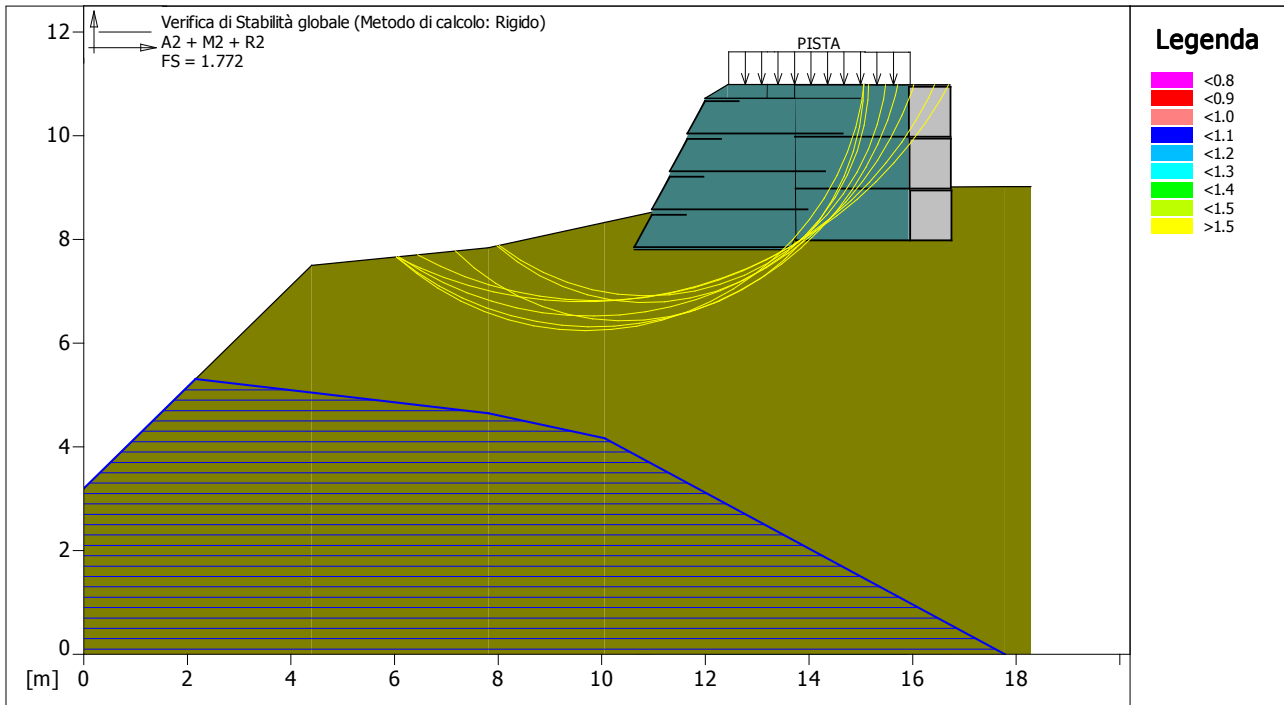
Blocco Terre armate	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 13.00	Secondo punto 16.50
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m] :	0.50	
Angolo limite orario..... [°] :	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°] :	0.00	

Blocco : Terre Armate

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.46	0.694
2.19	0.694

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.772

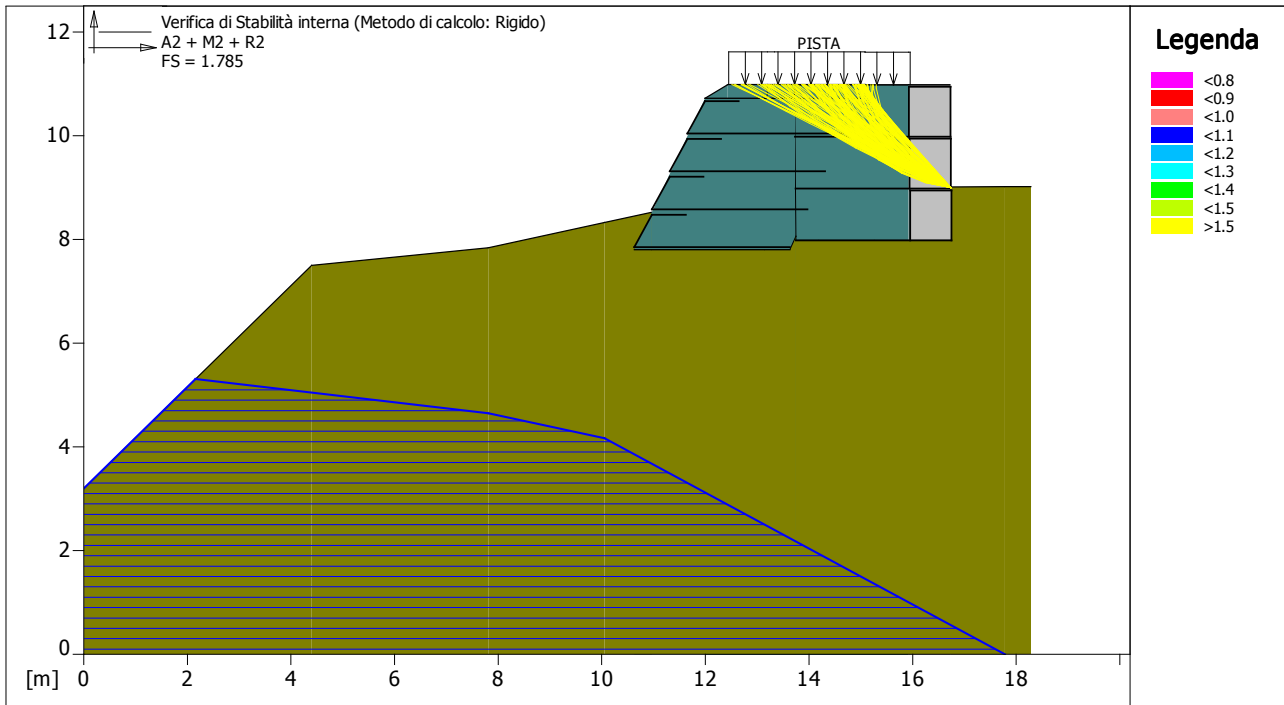
Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
6.00	10.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Blocco : gabbionate

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi	
Y [m]	Fmax
1.00	0.694
2.00	0.694

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

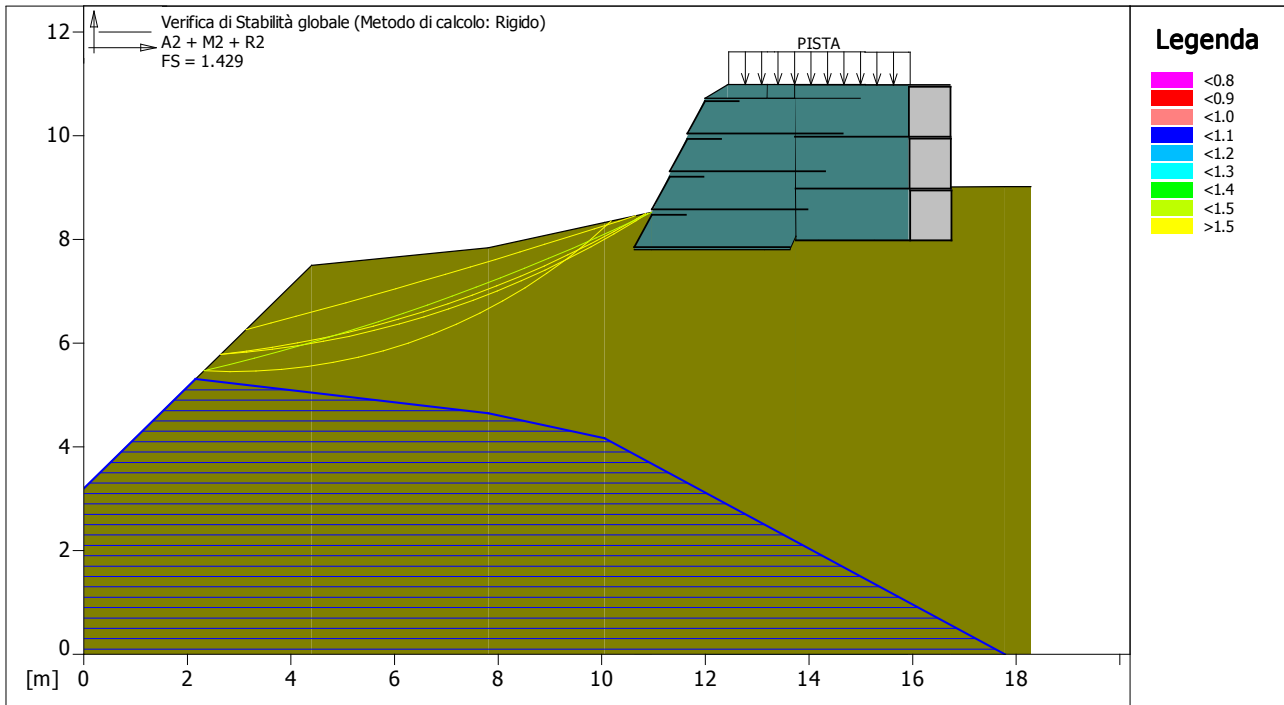
Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.785

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Gabbionate	Primo punto	Secondo punto
	12.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : gabbionate	
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi	
Y [m]	Fmax
2.00	0.694

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.429

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	10.00	10.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

Verifica di stabilita rilevato sponda destra Po (Fioccardo)

Progetto... : messa in sicurezza idraulica sponda destra fiume Po a protezione dell'area Fioccardo.

Sezione... : D/D.

Località... : Torino.

File... : Sezione D_D-Sismica-kv

Data... : 04/10/2012

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : 1	Descrizione : Unità superficiale.
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... 33.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : P	Descrizione : Pietrame per riempimento gabbionate.
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... 12.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... 17.50
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... 0.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : RIL	Descrizione : Rilevato strutturale.
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... 34.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... 0.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 1

Descrizione: Rilevato.

Terreno : RIL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13.15	8.99	13.20	10.99	15.08	10.99	15.26	8.99

Strato: D/D

Descrizione: Sezione D/D.

Terreno : 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.20	4.40	7.50	7.81	7.84	10.05	8.33
13.15	8.99	15.95	8.99	17.78	9.02	18.28	9.02

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: F

Descrizione: Falda fiume Po.

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.20	0.00		2.16	5.31	0.00	
7.81	4.65	0.00		10.05	4.17	0.00	
17.78	0.00	0.00					

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco :Terre armate

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 2.92
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 10.63 Ordinata.....= 7.80
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia
 Rilevato strutturale.....: RIL
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL
 Terreno di copertura.....: RIL
 Terreno di fondazione.....: 1

Rinforzi :

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.45	0.27	1.34	0.27				

Blocco : gabbionate

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 16.75 Ordinata.....= 7.98
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Terreno riempimento gabbioni : P
 Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
 Rilevato strutturale : RIL
 Terreno di riempimento a tergo : RIL
 Terreno di copertura : RIL
 Terreno di fondazione : 1

Rinforzi :

Lunghezza [m] = 3.00
 Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 0.80

CARICHI

Pressione : PISTA

Descrizione : Carico pista ciclabile.

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità [kN/m²] = 25.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 12.45 To = 15.95

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione [m/s²] : Orizzontale = 0.15 Verticale = -0.07

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Terre armate

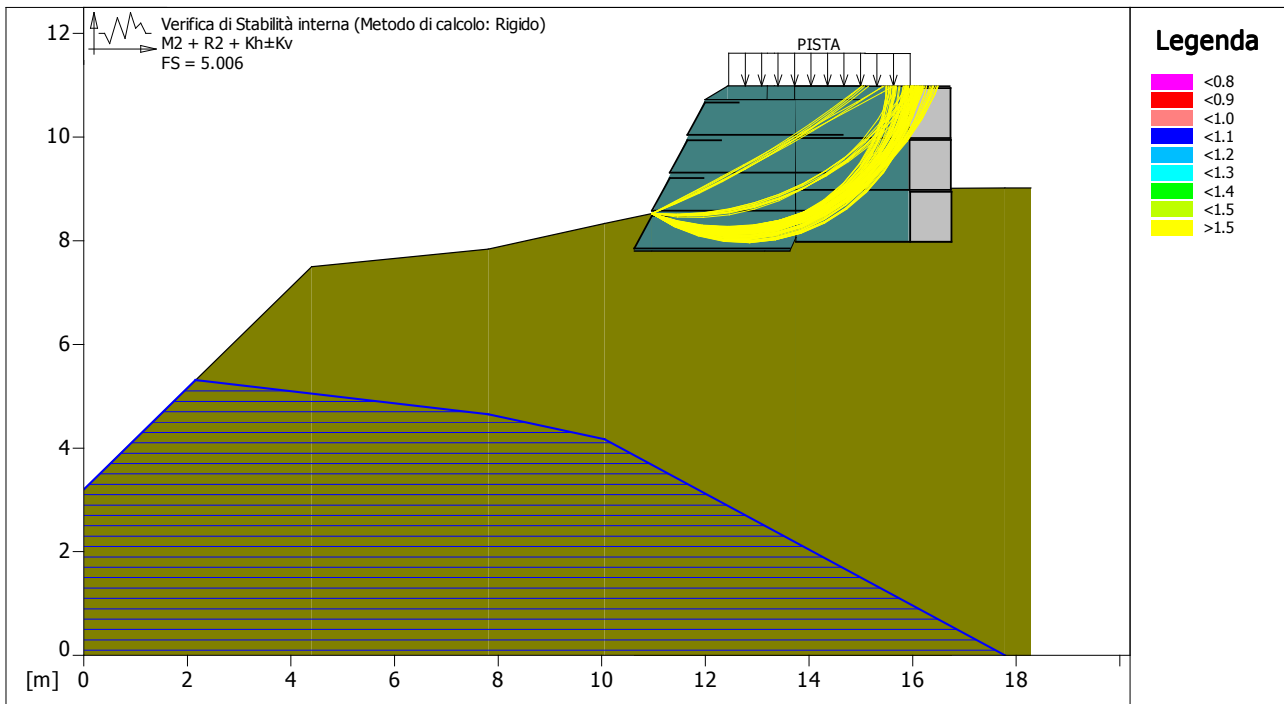
Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo : 0.30
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia : 0.90
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia : 0.65
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo : 0.50
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla : 0.30

Gabbionate

Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 5.006

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco Terre armate	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 13.00	Secondo punto 16.50
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	1000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	0.50
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Blocco : terre armate

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

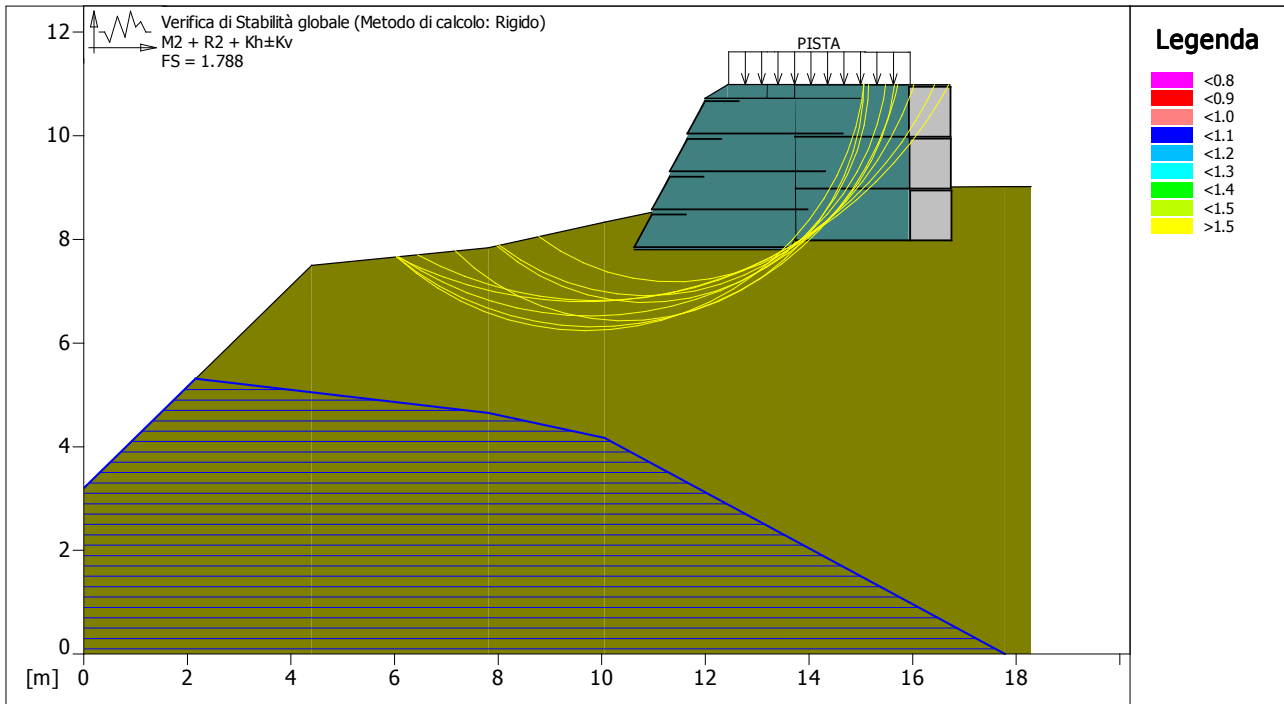
Y [m]	Fmax
0.73	0.694

Blocco : gabbionate

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
2.00	0.694

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.788

Intervallo di ricerca delle superfici

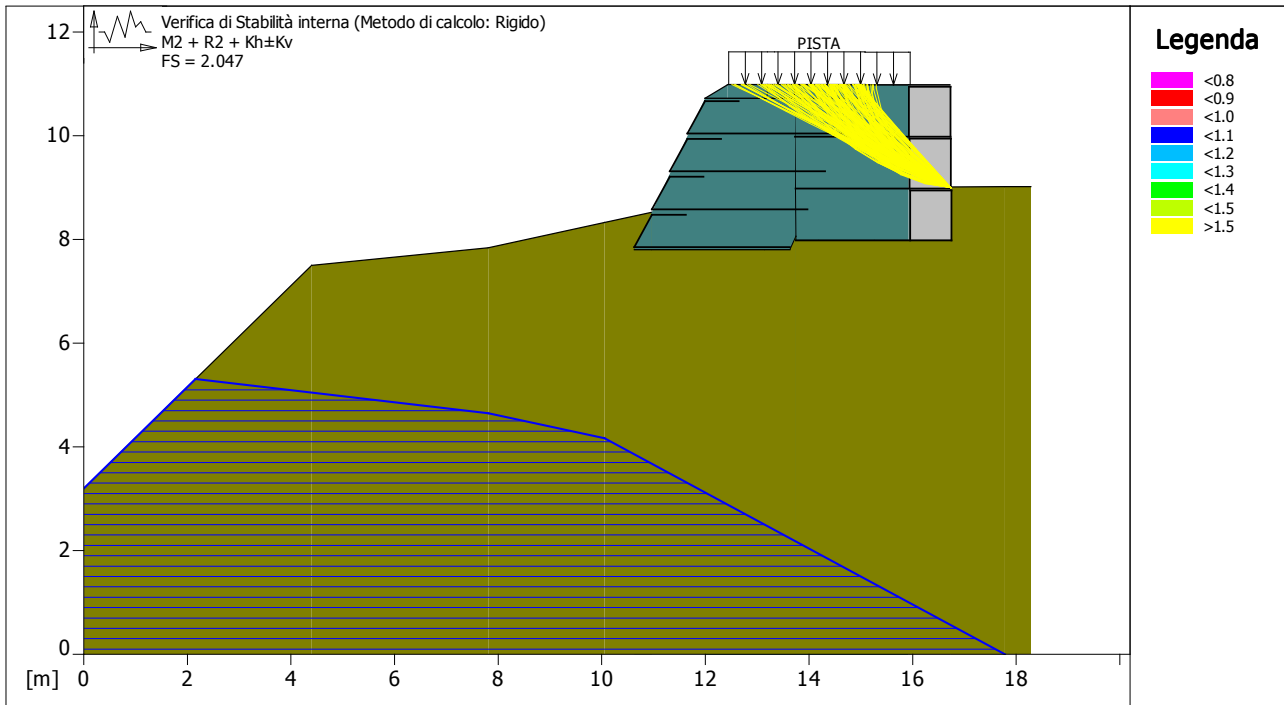
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
6.00	10.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		100	
Numero totale superfici di prova..... :		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m] :		0.50	
Angolo limite orario..... [°] :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°] :		0.00	

Blocco : gabbionate

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.694
2.00	0.694

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

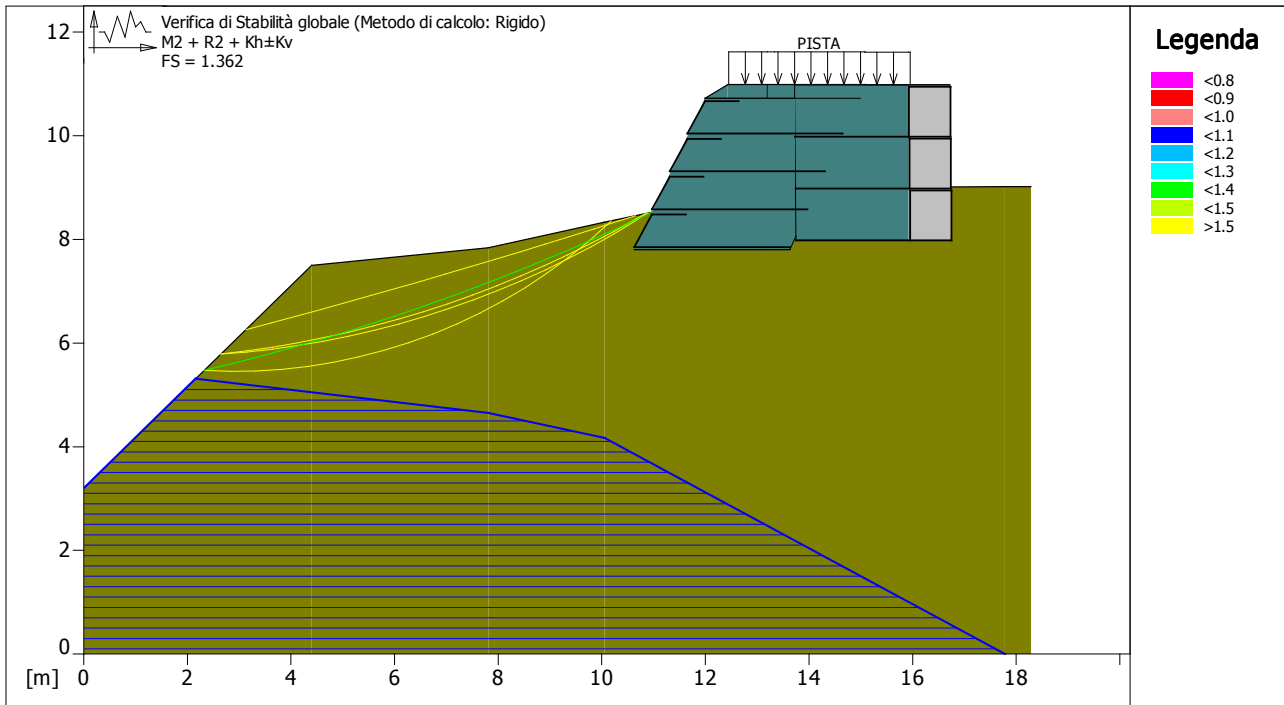
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.047

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Gabbionate	Primo punto	Secondo punto
	12.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : gabbionate		
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi		
Y [m]	Fmax	
2.00	0.694	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.362

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	10.00	10.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		100	
Numero totale superfici di prova..... :		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m] :		0.50	
Angolo limite orario..... [°] :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°] :		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

Verifica di stabilità rilevato sponda destra Po (Fioccardo)

Progetto...: messa in sicurezza idraulica sponda destra fiume Po a protezione dell'area Fioccardo.

Sezione...: D/D.

Località...: Torino.

File...: Sezione D_D-Sismica+kv

Data...: 04/10/2012

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : 1 Descrizione : Unità superficiale.

Classe coesione...: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione... [kN/m²]...: 0.00

Classe d'attrito...: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito... [°]...: 33.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru)...: 0.00

Classe di peso...: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso specifico sopra falda... [kN/m³]...: 19.00

Peso specifico in falda... [kN/m³]...: 21.00

Modulo elastico... [kN/m²]...: 0.00

Coefficiente di Poisson...: 0.30

Terreno : P Descrizione : Pietrame per riempimento gabbionate

Classe coesione...: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione... [kN/m²]...: 12.50

Classe d'attrito...: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito... [°]...: 40.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru)...: 0.00

Classe di peso...: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda... [kN/m³]...: 17.50

Peso specifico in falda... [kN/m³]...: 0.00

Modulo elastico... [kN/m²]...: 0.00

Coefficiente di Poisson...: 0.30

Terreno : RIL Descrizione : Rilevato strutturale.

Classe coesione...: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione... [kN/m²]...: 0.00

Classe d'attrito...: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito... [°]...: 34.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru)...: 0.00

Classe di peso...: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda... [kN/m³]...: 19.00

Peso specifico in falda... [kN/m³]...: 0.00

Modulo elastico... [kN/m²]...: 0.00

Coefficiente di Poisson...: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 1

Descrizione: Rilevato.

Terreno : RIL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13.15	8.99	13.20	10.99	15.08	10.99	15.26	8.99

Strato: D/D

Descrizione: Sezione D/D.

Terreno : 1

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.20	4.40	7.50	7.81	7.84	10.05	8.33
13.15	8.99	15.95	8.99	17.78	9.02	18.28	9.02

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: F

Descrizione: Falda fiume Po.

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	3.20	0.00		2.16	5.31	0.00	
7.81	4.65	0.00		10.05	4.17	0.00	
17.78	0.00	0.00					

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : terre armate

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 2.92
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 10.63 Ordinata.....= 7.80
 Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia
 Rilevato strutturale.....: RIL
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL
 Terreno di copertura.....: RIL
 Terreno di fondazione.....: 1

Rinforzi :

Terre armate

Lunghezza.....[m].....= 3.00
 Interasse.....[m].....= 0.73
 Risvolto.....[m].....= 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.45	0.27	1.34	0.27				

Blocco : gabbionate

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 3.00 Altezza.....= 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 16.75 Ordinata.....= 7.98
 Inclinazione paramento...[°].....: 0.00

Terreno riempimento gabbioni : P
 Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
 Rilevato strutturale : RIL
 Terreno di riempimento a tergo : RIL
 Terreno di copertura : RIL
 Terreno di fondazione : 1

Rinforzi :

Lunghezza [m] = 3.00
 Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 0.80

CARICHI

Pressione : PISTA

Descrizione : Carico pista ciclabile.

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità [kN/m²] = 25.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 12.45 To = 15.95

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione [m/s²] : Orizzontale = 0.15 Verticale = 0.07

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Terre armate

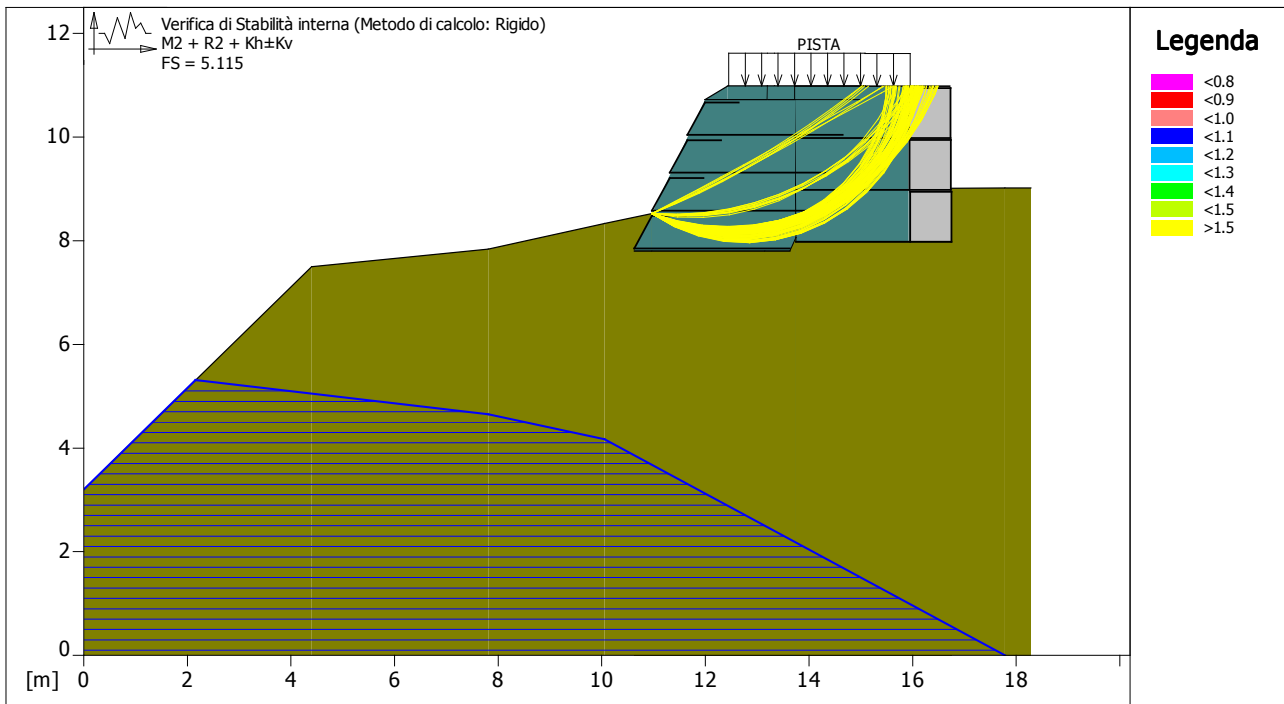
Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo : 0.30
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia : 0.90
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia : 0.65
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo : 0.50
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla : 0.30

Gabbionate

Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

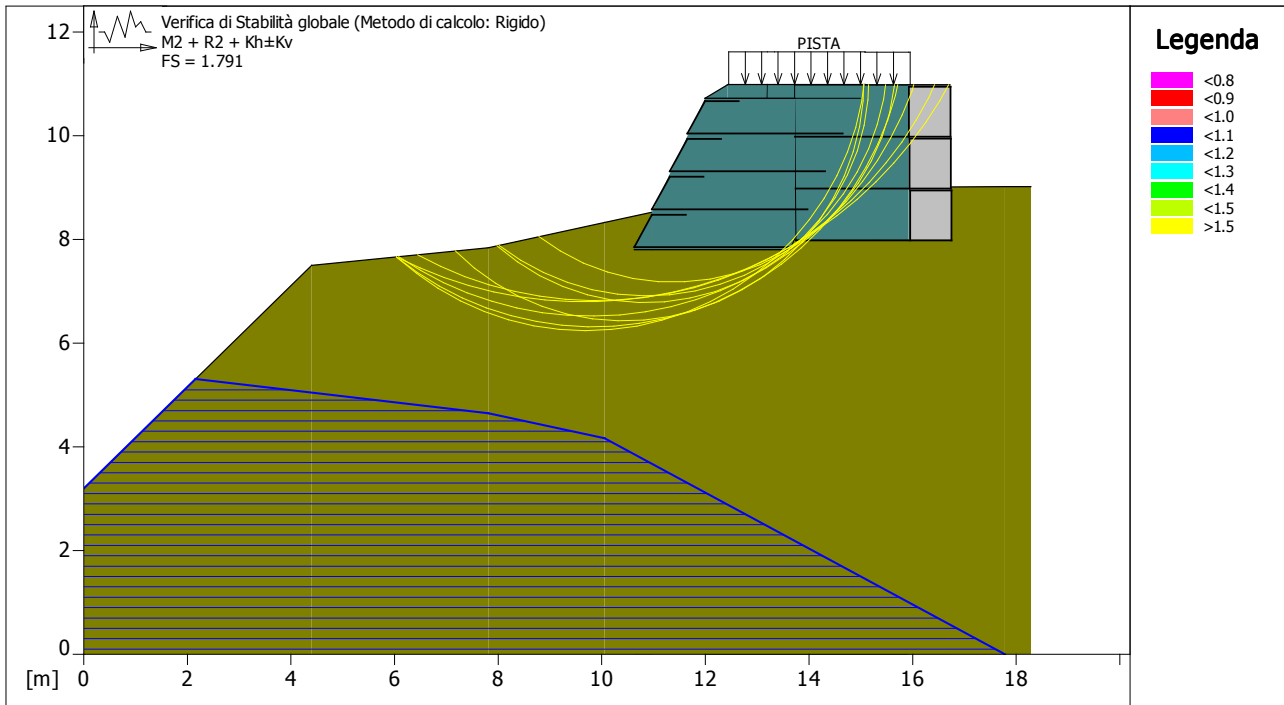
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 5.115

Blocco Terre armate	Intervallo di ricerca delle superfici Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 13.00	Secondo punto 16.50
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	1000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	0.50
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Blocco : terre armate		
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi		
Y [m]		Fmax
0.73		0.694

Blocco : gabbionate		
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi		
Y [m]		Fmax
2.00		0.694

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.791

Intervallo di ricerca delle superfici

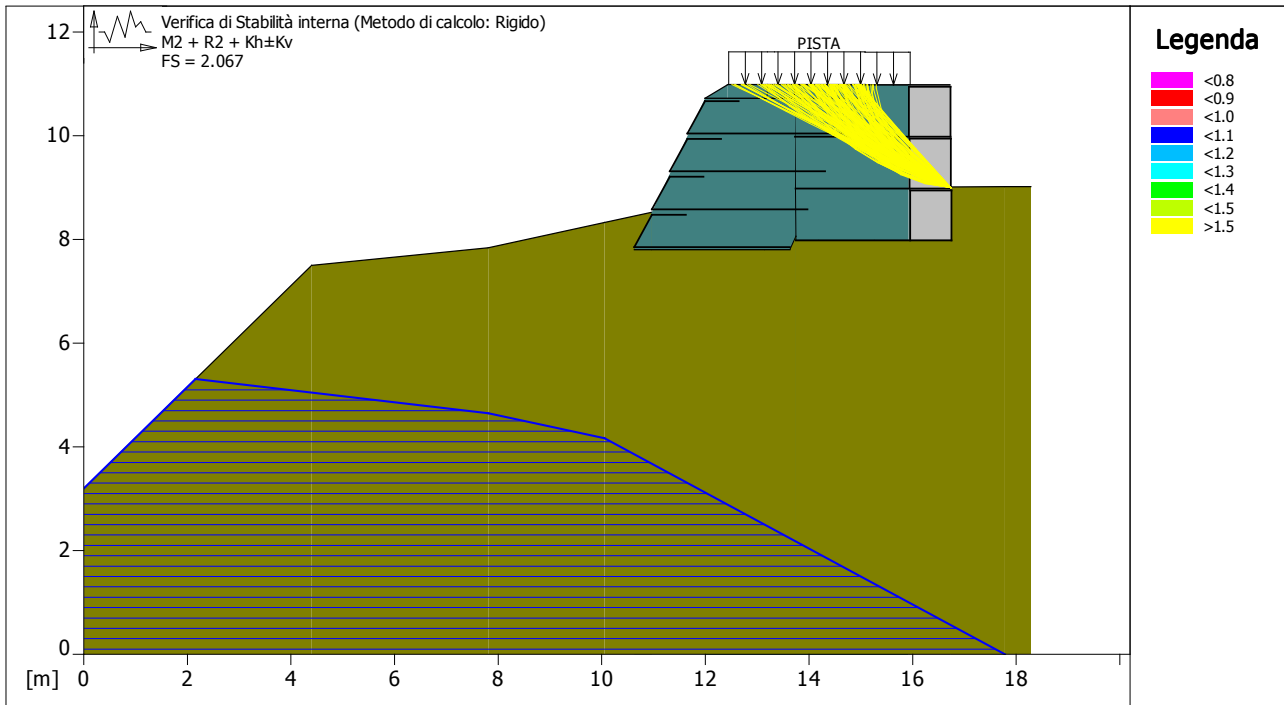
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
6.00	10.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Blocco : gabbionate

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.00	0.694
2.00	0.694

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

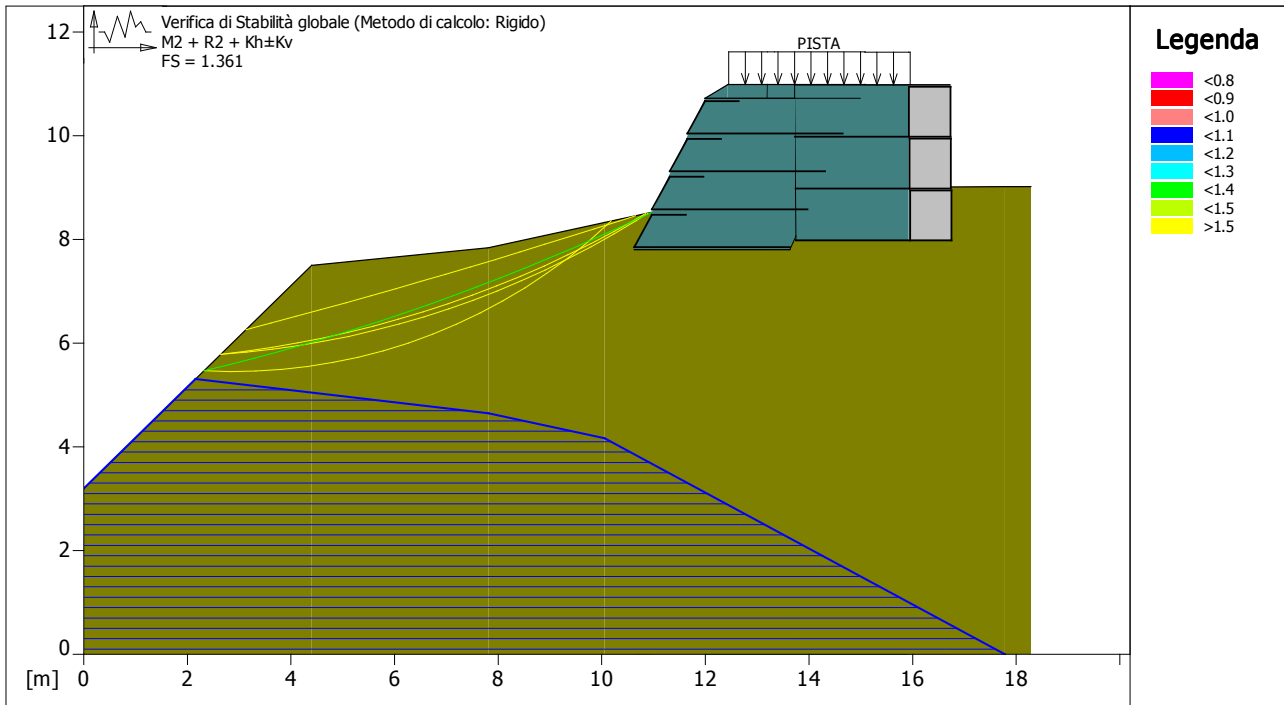
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.067

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMS	Primo punto	Secondo punto
	12.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : gabbionate	
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi	
Y [m]	Fmax
2.00	0.694

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.361

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	10.00	10.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità