

UNIONE MONTANA ALPI GRAIE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

PROGETTO NUOVA SCIOVIA "COLLE DELLE LANCE"

ITALIA

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI
TORINO

COMUNE DI
USSEGLIO

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica di progetto sistemi di contenimento in terre rinforzate

CODICE GENERALE ELABORATO

COMMESSA	CODICE OPERA	AREA PROGETTAZIONE	LIVELLO PROGETTO	N° ELABORATO	VERSIONE
ST122-20	RICDL	GE	D	11.4	0

IDENTIFICAZIONE FILE: ST122-20_RICDL_GE_D_11.4_0.doc

Versione	Data	Disegnato	Approvato	Oggetto
0	05/2020	AS	FB	Prima emissione
1				
2				
3				

RESPONSABILE DI PROGETTO



- dott. ing. Francesco BELMONDO

PROGETTISTI



- dott. ing. Francesco BELMONDO

- dott. ing. Alberto BETTINI

TIMBRI - FIRME



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

arch. Marco MICHELOTTI

FIRMA

BBE Studio Ing. Associati – Via Brunetta, 12 – 10059 SUSÀ (TO)
Tel. 0122/32897 – Fax 0122/738012
e-mail info@bbsri.it
P.IVA 07147450014

Questo elaborato è di proprietà dell'Unione Montana Alpi Graie - Città Metropolitana di Torino
Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

SOMMARIO

01. PREMESSA.....	3
02. RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO	3
02.01 FASI COSTRUTTIVE DI MANUFATTO IN TERRA RINFORZATA.....	3
02.01.01 Preparazione dello scavo di sbancamento.....	4
02.01.02 Sistema di sostegno con elementi preconfezionati.....	4
02.01.03 Posa in opera del terreno di riempimento.....	4
02.01.04 Sistema di drenaggio.....	5
02.02 PARTICOLARI COSTRUTTIVI E INDICAZIONI DI PROGETTO	5
02.03 CONCLUSIONI.....	7
03. VERIFICA DI STABILITÀ.....	8
03.01 METODO DI FELLENJUS.....	9
03.02 IL METODO DI JAMBU	10
03.03 IL METODO DI BISHOP	11
03.04 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	12
03.05 PROFILI STRATIGRAFICI.....	13
03.06 BLOCCHI RINFORZATI.....	13
03.07 CARICHI.....	14
03.08 PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	14
03.09 VERIFICHE INTERNE.....	15
03.09.01 Verifica di stabilità interna.....	15
03.09.02 Verifica di stabilità allo scorrimento TR1_A:.....	17
03.09.03 Verifica di stabilità allo scorrimento TR1_B:.....	18
03.010 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE :.....	19

01. PREMESSA

Il presente elaborato si riferisce alla progettazione del sistema di contenimento della pista di risalita della sciovia Lance in corrispondenza, in particolare, delle sezioni 9 e 11 di progetto.

In funzione delle previsioni di progetto, delle specifiche caratteristiche geomorfologiche e paesaggistiche dell'ambito, delle condizioni al contorno, comunque di disagiata accessibilità in cui si dovrà operare, si opta per un sistema in terre rinforzate realizzate in elementi preconfezionati in rete metallica a doppia torsione, di semplice installazione. Infatti tali elementi sono di più facile trasporto, più rapida installazione e realizzazione rispetto ai tradizionali sistemi con geogriglia in materiale plastico. Inoltre la durabilità e le prestazioni appaiono superiori.

La possibilità di rinverdimento finale e di adeguato inserimento paesaggistico rende questa tecnica preferibile ad altre consimili e decisamente preferibile ad altre tecniche di ingegneria naturalistica, peraltro valutate ma scartate.

La presente viene redatta ai sensi del DM 14/01/2008 NTC 2008 (maggiori dettagli normativi vengono riportati nel cap. 3 della presente relazione)

02. RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

La funzione della terra rinforzata sarà sostenere la pista di risalita lungo l'impianto sciistico delle Lance. In particolare dovrà consentire di disporre un adeguato spazio per la traccia che consente allo sciatore la risalita lungo l'impianto, e al contempo deve avere adeguata larghezza e capacità di sostegno in caso di passaggio di mezzi operativi. Infatti la verifica di stabilità è stata eseguita con un carico di esercizio di 1,5 ton/mq pari a più della somma del carico neve (circa 0,7 t/mq) e peso del battipista (0,5 t/mq).

Ulteriori carichi di esercizio permanenti non sono considerati nella simulazione, che tuttavia è stata eseguita in modo cautelativo alle condizioni descritte più oltre.

Per la realizzazione della terra rinforzata si dovrà provvedere innanzitutto alla riprofilatura del versante ed allo sbancamento dello stesso secondo la sezione tipo di progetto riportata a seguire, sino al raggiungimento del piano di imposta che sarà accettato dalla D.L., ove dotato di un dente di immersione.

A valle della terra armata verrà inoltre effettuata una leggera riprofilatura del versante in modo da ragguagliare le sezioni di progetto con la porzione di versante non interessata.

Tutte le superfici interessate dai lavori dovranno essere interessate da idrosemina, secondo miscugli idonei e nei periodi adeguati, per garantire un reinserimento dei luoghi nel contesto paesaggistico locale.

02.01 FASI COSTRUTTIVE DI MANUFATTO IN TERRA RINFORZATA

La realizzazione di una terra rinforzata può essere affrontata posizionando per steps i vari elementi geogriglia, biostuoia, cassero a perdere, biostuoia,...oppure posizionando un sistema preconfezionato che già racchiude tutti gli elementi. In tal senso i sistemi tipo Terramesh, sono preferibili in quanto dispongono di tutte le tipologie di elementi previsti a capitolato, oltre a garantire curabilità in condizioni estreme di lavoro.

02.01.01 Preparazione dello scavo di sbancamento

Dopo aver accantonato lo strato superficiale di terreno (scortico), lo scavo di sbancamento va preparato in funzione dei valori di lunghezza di ancoraggio e di inclinazione indicati dal progetto. Il terreno di fondazione deve essere stabile e compatto, in caso contrario sarà necessario realizzare una base drenante di fondazione. In questa fase, l'analisi geologica dei luoghi si suggerisce la presenza di un subaffioramento generalizzato di roccia scistosa afferente a calcescisti e associate pietre verdi. Lo sbancamento sarà spinti pertanto con uso di martello demolitore sino al pieno raggiungimento di un orizzonte omogeneo e compatto che dia le garanzie adeguate di appoggio. Il materiale di risulta dello scavo potrà essere direttamente riutilizzato in loco miscelandolo in parti idonee con detrito fine privo di parti argillose o limose, previa comminazione meccanica da eseguirsi eventualmente in loco sino ad ottenere pezzature non eccessive comunque entro i 20 cm. Le frazioni grossolane non utilizzabili o frantumabili potranno essere utilizzate per la parte di riempimento a tergo del sistema ovvero essere posizionate per i raccordi morfologici e i riempimenti locali con successivo rivestimento dello scortico vegetale.

02.01.02 Sistema di sostegno con elementi preconfezionati

Gli elementi sono forniti già tagliati a misura senza richiedere ulteriori tagli in cantiere ed hanno i bordi laterali della rete rinforzati con filo uguale alle barrette di rinforzo. Gli elementi sono provvisti di un ritentore di fini collegato alla rete in fase di produzione. Il paramento esterno è anche dotato di un ulteriore pannello interno di rinforzo in rete elettrosaldata con maglie differenziate e filo di diam. 8 mm. Gli elementi sono anche provvisti di 2 staffe triangolari collegate alla struttura e di 4 tiranti in acciaio di diam. 8 mm, ad estremità uncinata, che debbono essere utilizzati in cantiere per ottenere l'inclinazione richiesta del paramento esterno. Il tirante dovrà essere collocato al telo di base in corrispondenza di una barretta inserita nel telo base stesso, avendo cura comunque di collegarsi sempre e solo alle doppie torsioni e non alla barretta stessa. In sintesi il singolo elemento in rete metallica comprende già le barrette di rinforzo, il geosintetico, il pannello di rete elettrosaldata di rinforzo a staffe triangolari.

Le fasi quindi di installazione degli elementi si riduce al

- posizionamento dell'elemento e apertura lungo la barretta di rinforzo inferiore;
- apertura e rotazione delle staffe triangolari e fissaggio delle stesse al telo di base.

Il sistema tradizionale invece comporta il posizionamento del cassero, la stesura della geogriglia, la stesura della biostuoia, il fissaggio della staffa di rinforzo e, una volta eseguito il riempimento con idoneo terreno, il risvolto in sommità della biostuoia e della geogriglia

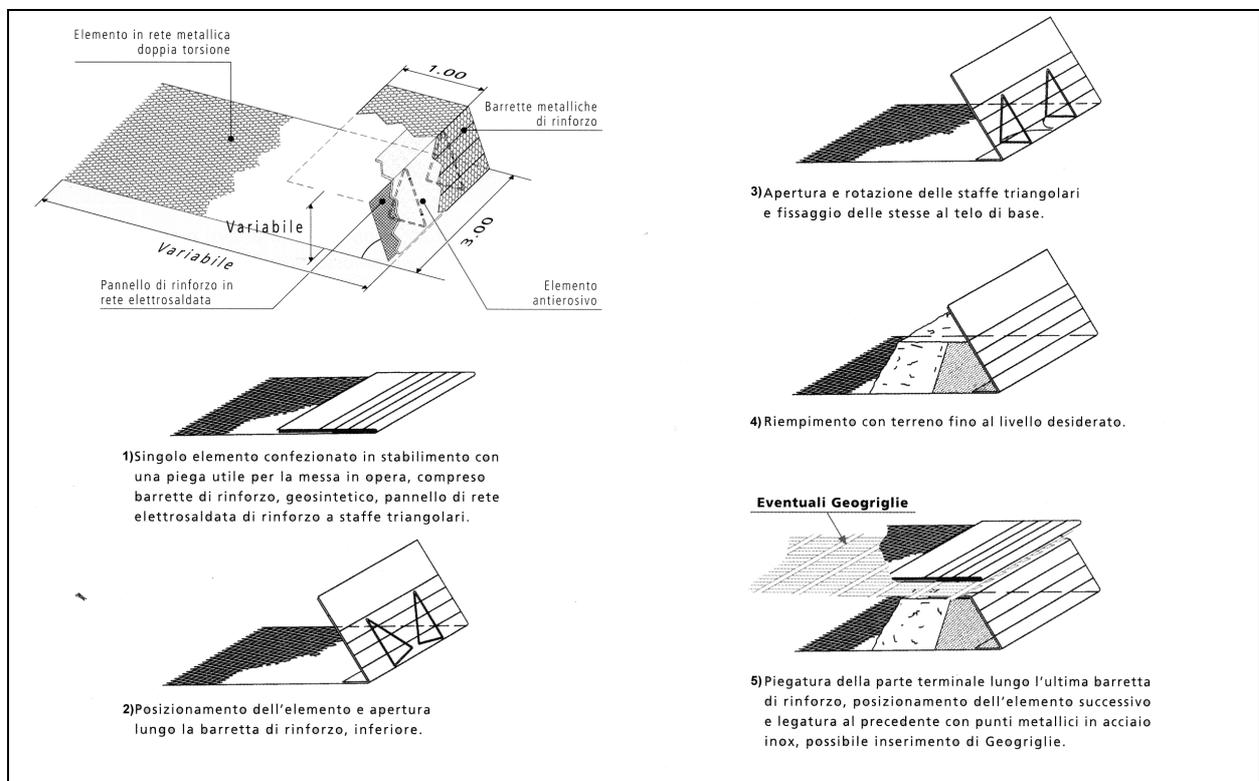
02.01.03 Posa in opera del terreno di riempimento

Il terreno di riempimento dovrà avere buone caratteristiche di resistenza al taglio e dovrà essere conforme ai requisiti del dimensionamento, ed accettato dalla D.L.. Esso dovrà essere scevro di elementi fini che lo ponga al di fuori delle Classi A1-A2 Aasho; andrà steso a strati da 30cm circa, bagnato e compattato con appositi rulli di adeguato peso fino a ottenere l'altezza dello strato prevista, e una compattazione pari al 95% del fattore Standard Proctor. Sarà necessario porre attenzione a non utilizzare rulli di peso eccessivo per non deformare il cassero; nella zona più vicina al fronte bisognerà aver

cura di posare uno spessore di almeno 20-30cm di terreno vegetale adatto alla crescita della vegetazione, derivante dall'accantonamento dello scortico o proveniente da fuori cantiere.

02.01.04 Sistema di drenaggio

A tergo dell'opera, si deve predisporre una struttura drenante costituita sicuramente da un geocomposito drenante (meglio se a doppia parete) e da tubo di raccolta microfessurato (25 cm di diametro tipo Spirodren). Ove le condizioni lo richiedano e vi siano le possibilità operative e costruttive, il sistema di drenaggio può essere incrementato con un materassino drenante tipo gabbiodren o dreno in ghiaietto arrotondato dello spessore di 15-20cm. In caso di terre rinforzate di altezze superiori a 2m, si devono predisporre più ordini di tubi drenanti.



02.02 PARTICOLARI COSTRUTTIVI E INDICAZIONI DI PROGETTO

La previsione progettuale è di realizzare due tratti rispettivamente di 11 m e 30 m di terra rinforzata a sostegno della pista di risalita. La sezione tipo risulta essere, per comodità realizzativa, la stessa in entrambe i casi; d'altro canto la sezione 9 e 11 risultano simili per quanto riguarda le geometrie e le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del versante. Potranno essere effettuate variazioni minime sulle dimensioni, salvo accettazione del progettista e della DL, tenuto conto che in caso di variazioni e difformità le verifiche di stabilità non risultano più conformi.

In base ai dati acquisiti, alle geometrie di stato attuale, di progetto e finale del pendio la migliore soluzione progettuale è risultata la seguente (si faccia riferimento anche alla sezione tipo riportata a seguire):

- Scavo di fondazione di dimensione idonea, avendo cura, al fine di aumentare la stabilità ed eventuali scorrimenti non previsti, di realizzare lungo la porzione anteriore (quindi verso valle) un unghia di fondazione ribassando il piano di fondazione di almeno 30/50 cm;
- Il piano di fondazione deve essere regolarizzato e livellato ed essere sempre privo di asperità al fine di evitare tagli nei materiali ma garantire il giusto attrito tra opera e piano di fondazione;
- realizzazione di una terra rinforzata di altezza pari a 4.38m ovvero 6 moduli sovrapposti di altezza 0.73m cad. (altezza fissa dell'elemento preconfezionato);
- terra rinforzata realizzata con 4 moduli di profondità pari a 4m di base più due elementi di profondità pari a 5m al fine di consolidare la porzione superficiale ove sono previsti i maggiori riporti;
- le strutture di sostegno in terra rinforzata rinverdibile sono realizzate con elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006 e con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) – Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 gr/m². L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro 4 volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale di 0,5 mm, portando il diametro esterno nominale a 3,70 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco - Alluminio (5%) – Cerio - Lantanio e plasticate di diametro 3,40 mm interno e 4,40 mm esterno, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che è risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldata con maglia differenziata e diametro 8 mm e da un idoneo ritentore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati di diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 kN/mm²;
- a tergo del paramento esterno inclinato viene posto del terreno vegetale per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 25-30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo.
- Terminata l'opera è necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due

passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch;

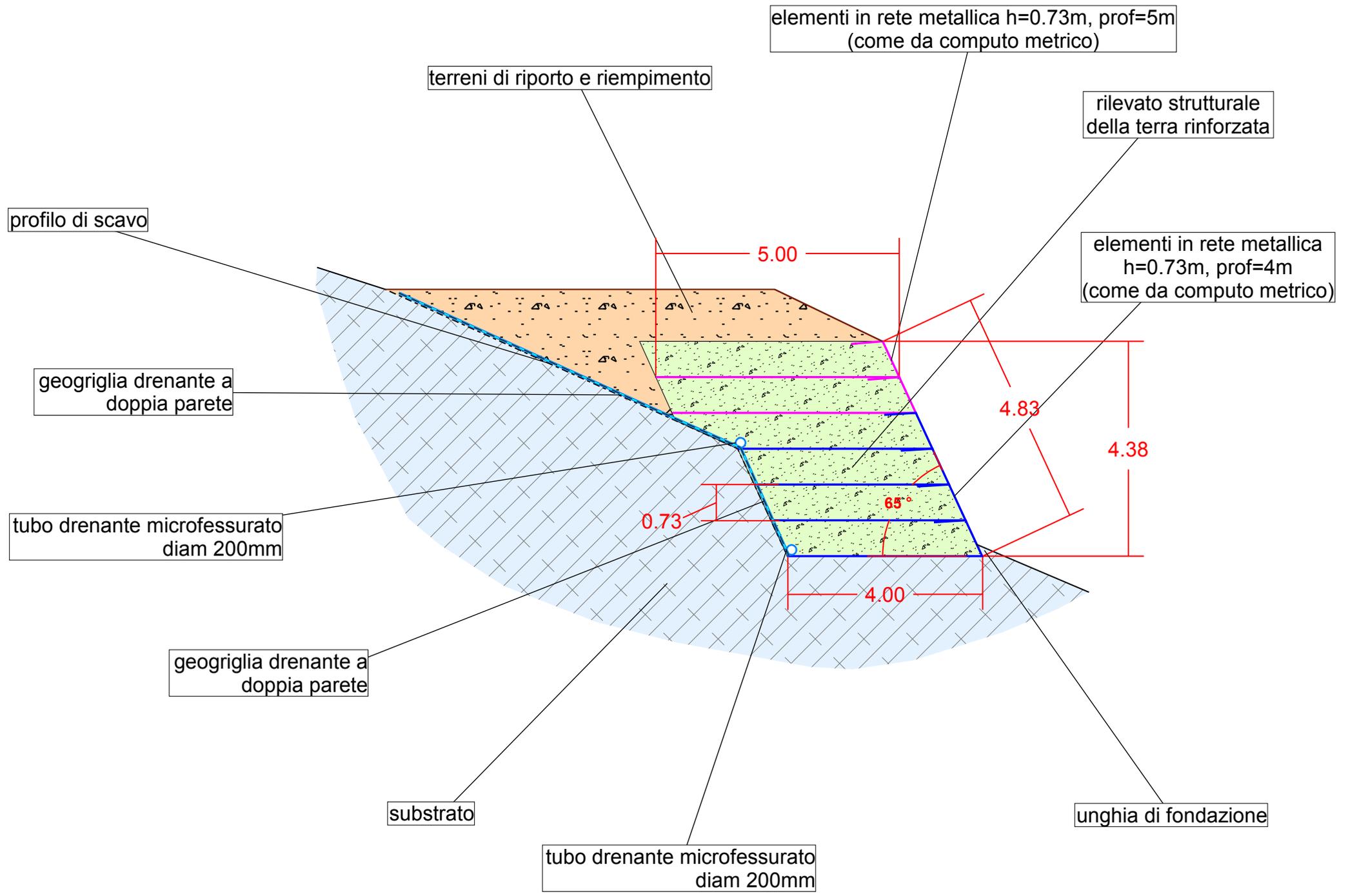
- il riempimento della terra rinforzata a tergo viene effettuato con i terreni di scavo opportunamente frantumati, se di pezzatura troppo grossa, ritenuti idonei;
- preventivamente alla realizzazione del manufatto, contro la parete di scavo deve essere stesa una geogriglia drenante a doppia parete (o similare) atta al drenaggio delle acque di percolazione;
- alla base della terra rinforzata, sul lato di monte, ovvero controterra, ed ogni 2/2,5 m in elevazione (si veda la sezione tipo) sono posizionati tubi drenanti microfessurato di diametro non inferiore a 200mm che intercetteranno le acque di percolazione e quelle già drenate dalla geogriglia a doppia parete; tali drenaggio devono essere convogliati lateralmente alla struttura di sostegno e disperse nel reticolato idrografico esistente, comunque lontano dalla struttura stessa; i tubi drenanti di base devono essere preferibilmente antischiacciamento di tipo con anima in acciaio spiroidale \varnothing min 250 mm.
- riporto, riempimento, costipamento e riprofilatura finale del versante secondo le sezioni di progetto

02.03 CONCLUSIONI

Le osservazioni sopra esposte consentono di convenire sulla fattibilità dell'opera dal punto di vista geologico e geotecnico, sebbene sussistano alcune limitazioni ed accorgimenti per i quali sono stati raccomandati opportuni accorgimenti.

L'intervento in progetto, attuato secondo le raccomandazioni espresse, risulta compatibile con l'assetto geologico e geomorfologico esistente nel caso in cui ci si attenga rigidamente alle soluzioni progettuali prospettate dallo scrivente ed a quanto indicato precedentemente.

A seguire si riportano le verifiche di stabilità dell'opera (interne, allo scorrimento e globali) eseguite ai sensi del DM 14/01/2008 NTC2008, che risultano soddisfatte in tutti i casi.



scarico tubi drenanti

PLANIMETRIA E SEZIONE DI PROGETTO TERRA RINFORZATA SEZIONE 9 scala 1/100

profili di scavo

riprofilatura

linea di salita

sez.9

blocchi di terre rinforzate
h=4.38m, prof=4/5m, L=3m

riporto

Sezione di progetto

elementi in rete metallica h=0.73m, prof=5m
(come da computo metrico)

terreni di riporto e riempimento

rilevato strutturale
della terra rinforzata

profilo di scavo

geogriglia drenante a
doppia parete

tubo drenante microfessurato
diam 200mm

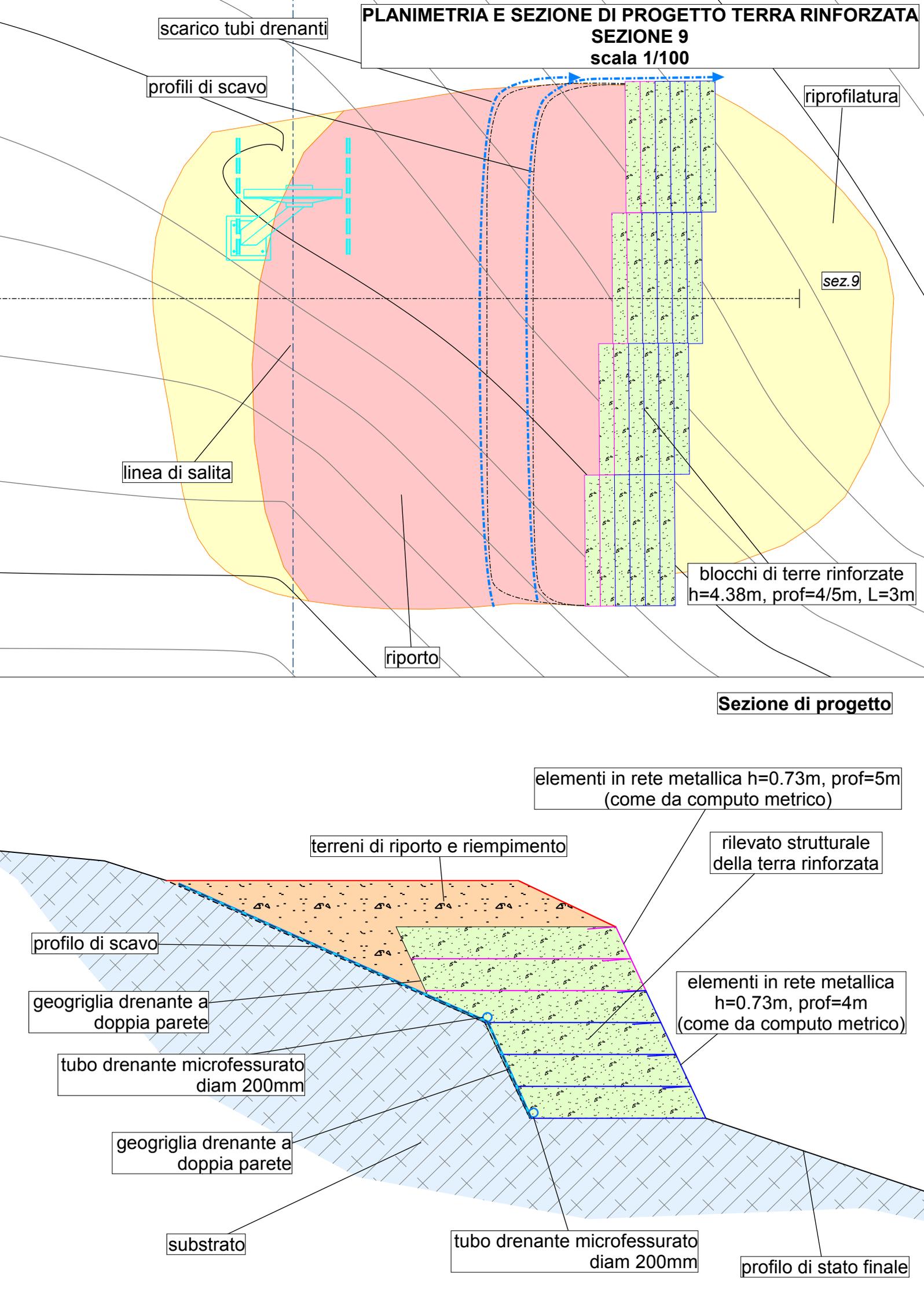
elementi in rete metallica
h=0.73m, prof=4m
(come da computo metrico)

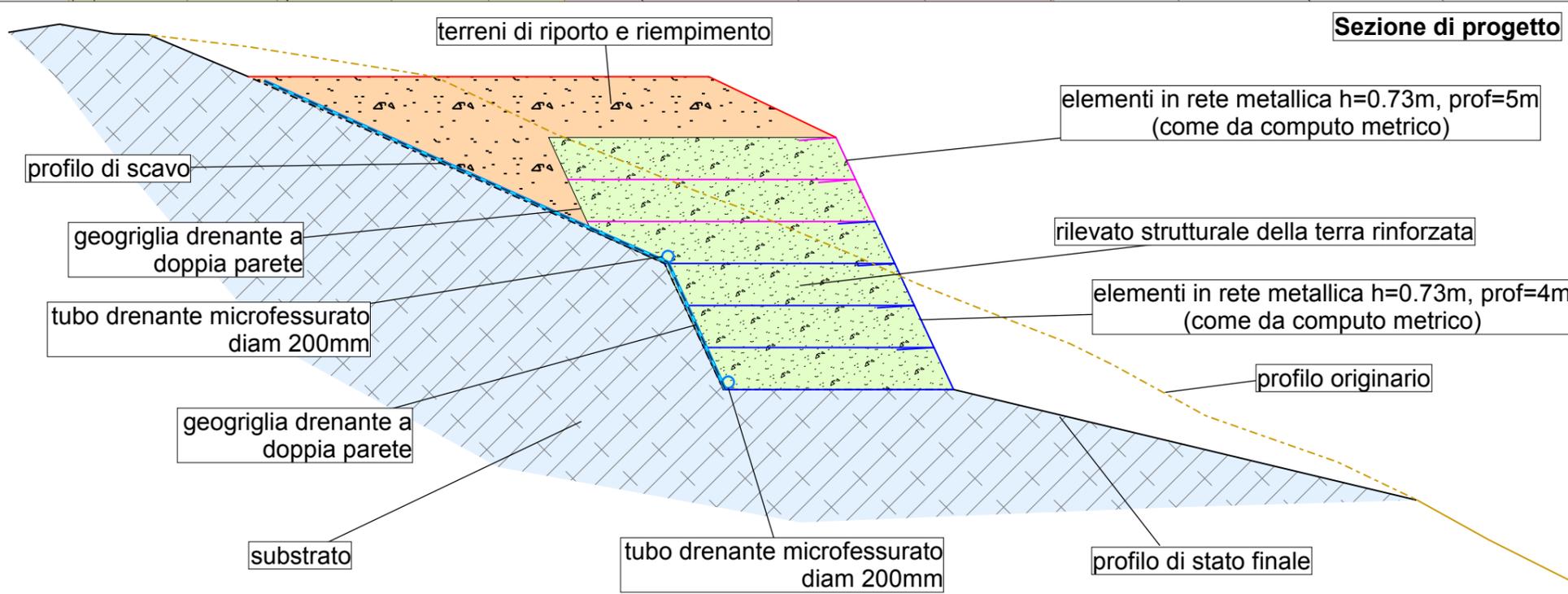
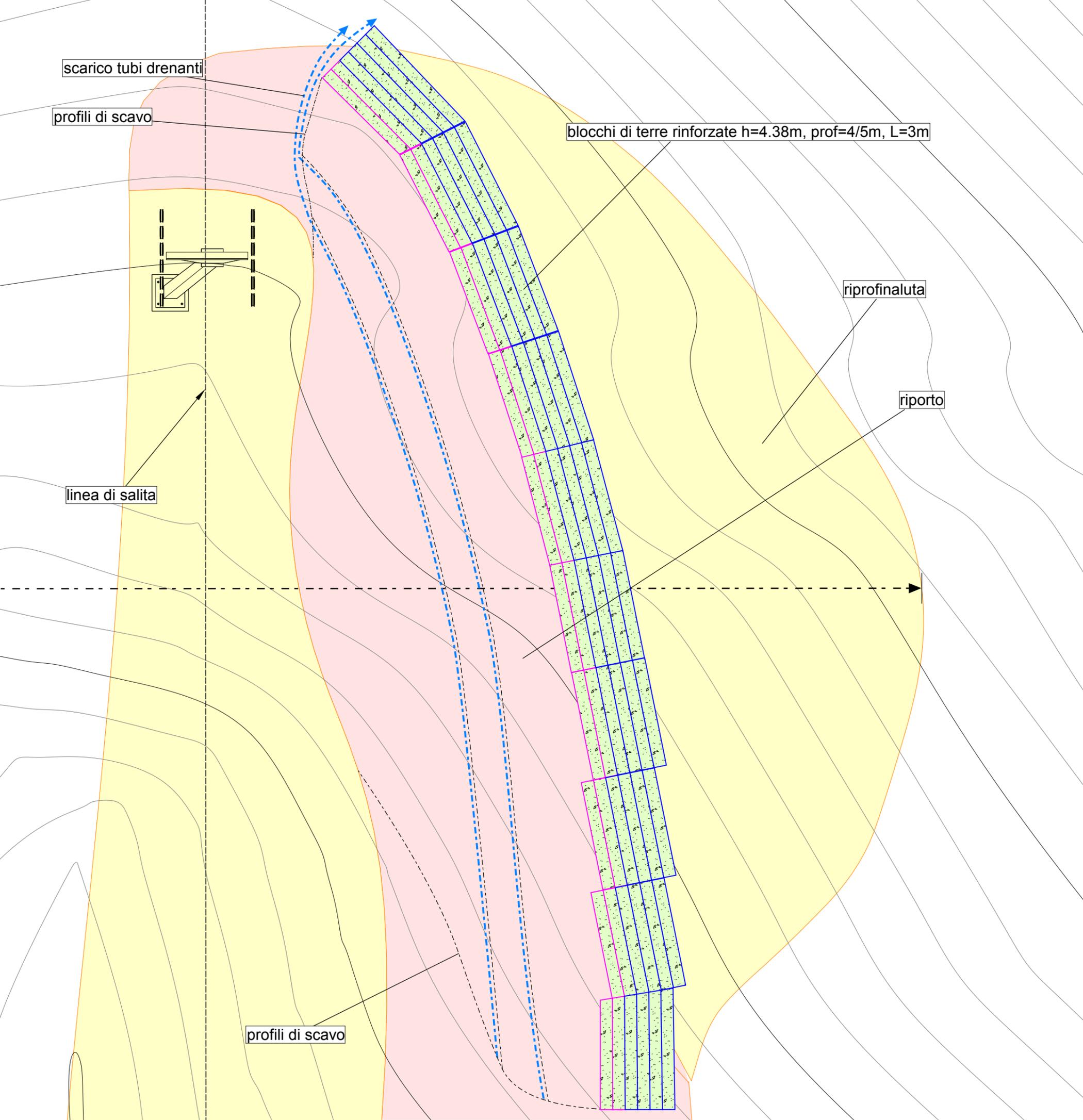
geogriglia drenante a
doppia parete

substrato

tubo drenante microfessurato
diam 200mm

profilo di stato finale





**COMPUTO METRICO ESTIMATIVO REALIZZAZIONE
TERRE RINFORZATE**

	codice	lavorazione	unità di misura	prezzo unitario	quantità	totale
	analisi prezzo	Terra rinforzata con elementi Terramesh verde tipo terra inclinato 2/1 (65°) H=0.73 m con tirante 4 m			39.04mq su sez.9 97.6mq su sez.11	
		...	€/mq	€ 174,03	136,64	€ 23 779,46
	analisi prezzo	Terra rinforzata con elementi Terramesh verde tipo terra inclinato 2/1 (65°) H=0.73 m con tirante 5 m			19.52mq su sez.9 48.8mq su sez.11	
		...	€/mq	€ 183,96	68,32	€ 12 568,15
18	18.P05.A45	Tube corrugato flessibile a doppia parete in PEAD/PVC forato per drenaggio, rivestito esternamente con geotessile non tessuto, in rotoli			35m 35m 15m 15m	
18	18.P05.A45.030	diametro mm 200	m	€ 3,16	200,00	€ 632,00
25	25.A16.A25	GEOCOMPOSITO IN GEOGRIGLIA			310mq 110mq	
25	25.A16.A25.005	GEOCOMPOSITO IN GEOGRIGLIA E DOPPIO GEOTESSILE PESO > G/m² 500. Fornitura e posa in opera di geostuoia composta da georete in polietilene ad alta densità contenuta tra due teli di geotessile leggero, accoppiati alla georete per termosaldatura; la geostuoia avrà elevata capacità drenante per la realizzazione di un sistema filtro-drenoprotezione del rilevato di peso non inferiore a 500 grammi/m² e spessore non inferiore a mm 3,5; data in opera, comprese sovrapposizioni ai bordi del telo o del pannello per almeno 25 cm ed ogni altro onere e magistero.	m²	€ 11,75	420	€ 4 935,00
						€ 41 914,61

NB visto che l'opera si inserisce in un contesto di lavori più ampio di scavo e riporto non si computano in questa sede i volumi di scavo e di riporto per la realizzazione dei manufatti (stimato in almeno 1100 mc di volume di scavo oltre 1200 mc di materiale di rilevato strutturale da reperirsi in loco e pertanto fuori prezziario) e si rimanda pertanto al computo generale

Terra rinforzata con elementi tipo TERRAMESH verde tipo "Terra"

Fornitura e posa di una struttura di sostegno in terra rinforzata rinverdibile, realizzate con elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006 e con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 gr/m². L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro 4 volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale di 0,5 mm, portando il diametro esterno nominale a 3,70 mm.

Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio e plasticate di diametro 3,40 mm interno e 4,40 mm esterno, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che è risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldato con maglia differenziata e diametro 8 mm e da un idoneo ritentore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati di diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 kN/mm². Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di origine redatta secondo le indicazioni delle Linee Guida (12 maggio 2006) e rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 25-30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch.

Terra rinforzata con elementi Terramesh verde tipo terra inclinato 2/1 (65°) H=0.73 m con tirante 4 m					
	QUANTITA'		COSTO UNITARIO		
a) Elemento Terramesh verde tipo terra 4x3x0.73	2,44	mq*/cad	€	204,55	83,83 €/mq
b) Trasporto	1,55	€/mq	€	1,55	1,55 €/mq
c) Punti metallici	25	punti/mq	€	0,05	1,34 €/mq
d) Terreno vegetale	0,6	mc/mq	€	12,55	7,53 €/mq
e) Operaio qualificato	0,4	h/mq	€	26,00	10,40 €/mq
f) Operaio comune	0,4	h/mq	€	24,80	9,92 €/mq
g) Macchina operatrice movimentazione terreno vegetale	0,15	h/mq	€	120,00	18,00 €/mq
h) Idrosemina a spessore	1	mq*	€	5,00	5,00 €/mq
i) Spese generali ed utile impresa		%		26,5	36,46 €/mq
TOTALE					174,03 €/mq

* superficie di paramento in vista

Terra rinforzata con elementi Terramesh verde tipo terra inclinato 2/1 (65°) H=0.73 m con tirante 5 m					
	QUANTITA'		COSTO UNITARIO		
a) Elemento Terramesh verde tipo terra 5x3x0.73	2,44	mq*/cad	€	223,71	91,68 €/mq
b) Trasporto	1,55	€/mq	€	1,55	1,55 €/mq
c) Punti metallici	25	punti/mq	€	0,05	1,34 €/mq
d) Terreno vegetale	0,6	mc/mq	€	12,55	7,53 €/mq
e) Operaio qualificato	0,4	h/mq	€	26,00	10,40 €/mq
f) Operaio comune	0,4	h/mq	€	24,80	9,92 €/mq
g) Macchina operatrice movimentazione terreno vegetale	0,15	h/mq	€	120,00	18,00 €/mq
h) Idrosemina a spessore	1	mq*	€	5,00	5,00 €/mq
i) Spese generali ed utile impresa		%		26,5	38,54 €/mq
TOTALE					183,96 €/mq

* superficie di paramento in vista

03. VERIFICA DI STABILITÀ

A seguire si riportano le verifiche di stabilità dell'opera. Nel dettaglio si sono eseguite le verifiche di stabilità interne, verifiche allo scorrimento e verifiche di stabilità globale.

Le verifiche sono state eseguite ai sensi del DM 14/01/2008 NTC2008 ovvero con la combinazione A2+M2+R2. Il comune di Usseglio, inoltre, è stato riclassificato in classe sismica 3 dalla recente D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)". Con D.G.R. n. 28-13422 del 01/03/2010 "Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio piemontese approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 e ulteriori disposizioni" (pubblicata sul BUR n. 10 dell'11/03/2010) la Giunta Regionale ha provveduto a fornire ulteriori disposizioni e chiarimenti in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio, prevedendo il differimento del termine per l'entrata in vigore della D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 (inizialmente previsto a 120 giorni dalla sua pubblicazione sul BUR e quindi al 18/06/2010) a 365 giorni dal 18/02/2010, ossia dal 18/02/2011, e comunque non prima dell'approvazione delle disposizioni attuative necessarie per la definizione delle procedure, demandate ad un successivo provvedimento della Giunta.

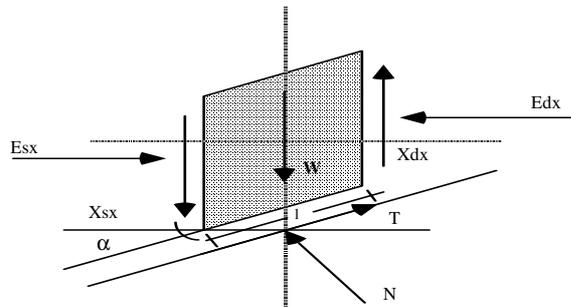
Lo scrivente ha previsto comunque, in ottica di maggior cautela e professionalità, di effettuare le verifiche in condizioni sismiche eseguendo le verifiche agli SLU (stati limite ultimi) agli SLV (salvaguardia della vita) ai sensi dello stesso DM 14/01/2008 NTC2008; le verifiche di stabilità vengono quindi effettuate secondo la combinazione $M2 + R2 + Kh \pm Kv$. I parametri sismici sono stati determinati con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>.

In quanto si presume totalmente drenato il manufatto viene verificato senza considerare la falda.

03.01 METODO DI FELLENJUS

Il metodo utilizzato é quello approssimato per concii (method of slices) che, assunta una linea di rottura di forma circolare, considera la parte di scarpata che può collassare divisa in porzioni comprese tra due linee verticali (conci).

Su ciascuno di questi concii agiscono (in assenza di sisma) le forze evidenziate in figura :



dove :

- W : Peso tot. del concio (compresi eventuali sovraccarichi)
- N : Forza tot. normale agente alla base del concio
- T : Forza tot. Tangenziale agente alla base del concio
- E : Forze orizzontali trasmesse dai concii vicini
- X : Forze verticali trasmesse dai concii vicini
- a : Inclinazione della base del concio rispetto l'orizzontale
- l : Lunghezza alla base del concio .

La soluzione numerica della stabilità viene risolta secondo Fellenjus che ipotizza che le forze agenti fra concio e concio (Edx , Esx , Xdx , Xsx) siano tutte nulle .

Nel rispetto delle note condizioni di equilibrio si giunge alla definizione di un parametro caratteristico del pendio, il Coefficiente di Sicurezza (Fs) che assume la forma :

$$F_s = \frac{\sum c \cdot l + \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

Nel computo di W Geo-Tec B calcola in modo automatico il peso effettivo del concio considerando il reale livello della linea di filtrazione all'interno del pendio . La relazione impiegata [3] per il calcolo del peso del terreno in falda é :

$$g't = g't_0 + g_a \cdot n$$

dove :

g't = peso specifico del terreno immerso

g't₀ = peso specifico del terreno secco

g_a = peso specifico dell' acqua

n = porosità (= Vvuoti / Vtot) espressa come coefficiente (0 < n < 1).

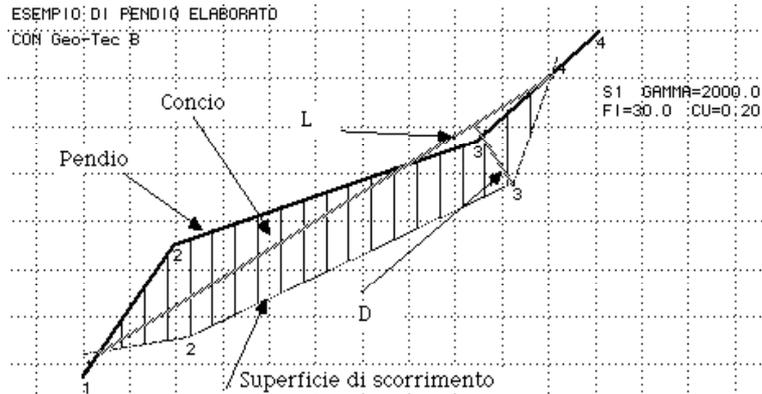
In realtà nel caso dei pendii si potrà far riferimento anche al peso specifico naturale in luogo del peso specifico secco; in questo caso però si dovrà diminuire la

porosità dell'umidità naturale espressa come rapporto fra volume di acqua presente nel terreno e volume totale.

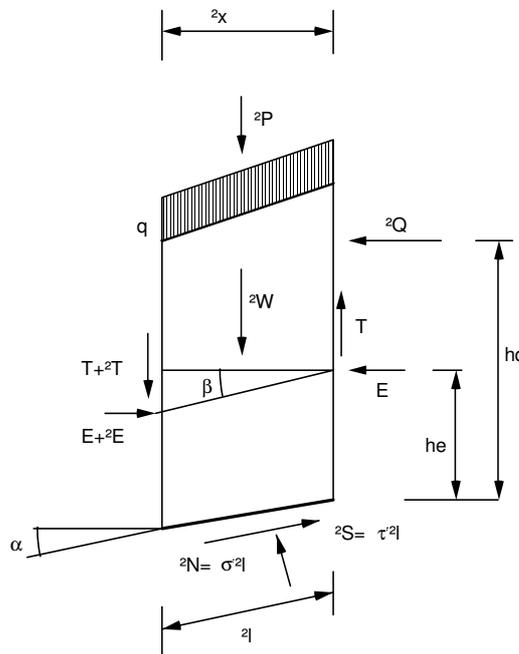
Dalla componente normale dovuta al peso del concio viene detratta, se il terreno è immerso, la componente dovuta alla pressione neutra.

03.02 IL METODO DI JAMBU

Consideriamo come riferimento il pendio seguente



All'interno di tale pendio consideriamo un concio isolato



Dall'equilibrio alla rotazione, alla traslazione verticale e alla traslazione orizzontale del concio si determina la relazione

$$F = \frac{\sum_A^B t_f \Delta x (1 + \tan^2 a)}{\sum_A^B \left\{ \Delta Q + \left(g + z + q + \frac{\Delta P}{\Delta x} + \frac{\Delta T}{\Delta x} \right) \Delta x \tan a \right\}}$$

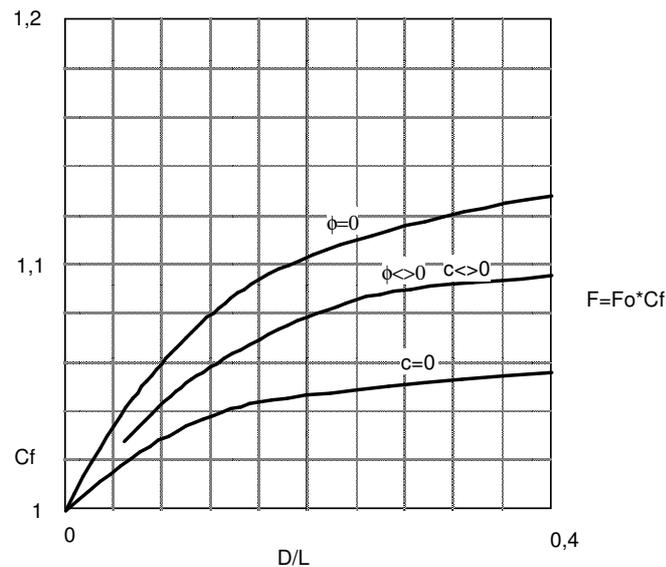
con

$$t_f = - \frac{c_u + \left(g + z + q + \frac{\Delta P}{\Delta x} + \frac{\Delta T}{\Delta x} \right) \tan f}{1 + \frac{1}{F} \tan f \tan a}$$

In Geo-Tec B viene calcolato un primo valore di F utilizzando il metodo di Fellenius, tale valore viene utilizzato come valore di partenza per il ciclo iterativo che, anche per il fatto di iniziare da un F molto vicino al risultato finale, converge molto rapidamente.

Nel ciclo iterativo non vengono considerati i tagli T e ΔT .

Il valore F_0 ricavato dal ciclo iterativo viene moltiplicato per un coefficiente C_f in base al diagramma seguente.



A seguito del coefficiente di sicurezza finale $F = F_0 * C_f$ vengono determinati T e Tau.

03.03 IL METODO DI BISHOP

Questo tipo di verifica usa un metodo iterativo ed ha un grado di precisione che è compreso fra Fellenjus e Janbu.

Il limite maggiore rispetto a Janbu è che non tiene conto degli sforzi normali fra i conci, mentre, contrariamente a Fellenjus, tiene conto del taglio fra gli stessi.

03.04 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : RIP Descrizione : Terreni di riporto

- 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...[°].....: 30.00
- Rapporto di pressione interstiziale (Ru): 0.00
- Classe di peso...: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
- Peso specifico sopra falda [kN/m³].....: 20.00
- Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 23.00
- Modulo elastico [kN/m²].....: 0.00
- Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : SUBSTR Descrizione : Substrato

- Classe coesione...: Coeff. Parziale - Coesione efficace
- Coesione[kN/m²].....: 20000.00
- Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
- Angolo d'attrito.....[°].....: 30.00
- Rapporto di pressione interstiziale (Ru): 0.00
- Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
- Peso specifico sopra falda...[kN/m³].....: 30.00
- Peso specifico in falda [kN/m³].....: 30.00
- Modulo elastico...[kN/m²].....: 0.00
- Coefficiente di Poisson: 0.30

Terreno : T_RINF Descrizione : Riempimento terre rinforzate

- 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.....[°].....: 30.00
- Rapporto di pressione interstiziale (Ru): 0.00
- Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
- Peso specifico sopra falda...[kN/m³].....: 20.00
- Peso specifico in falda [kN/m³].....: 23.00
- Modulo elastico...[kN/m²].....: 0.00
- Coefficiente di Poisson: 0.30

03.05 PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 01 Descrizione: Profilo

Terreno : SUBSTR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	10.70	3.59	22.96	9.03	24.33	9.47
27.33	9.76						

03.06 BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TR1_A

Dati principali.....[m].....: Larghezza = 4.00 Altezza = 2.92

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa = 10.70 Ordinata = 3.59

Inclinazione paramento.....[°]: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: T_RINF

Terreno di riempimento a tergo.....: RIP

Terreno di copertura.....: RIP

Terreno di fondazione.....: SUBSTR

Rinforzi :

Elementi in rete metallica (tipo Maccaferri - Green Terramesh) - costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, altezza di 0.73m

Lunghezza.....[m] = 4.00

Interasse.....[m] = 0.73

Risvolto.....[m] = 0.65

Blocco : TR1_B

Dati principali.....[m].....: Larghezza = 5.00 Altezza = 1.46

Arretramento.....[m] = 0.00 da TR1_A

Inclinazione paramento.....[°]: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: T_RINF

Terreno di riempimento a tergo.....: RIP

Terreno di copertura.....: RIP

Terreno di fondazione.....: T_RINF

Rinforzi :

Elementi in rete metallica (tipo Maccaferri - Green Terramesh) - costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, altezza di 0.73m

Lunghezza.....[m] = 5.00

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]
0.00	0.00	2.21	1.06	10.30	1.06		

03.07 CARICHI

Pressione : BP+NEVE Descrizione : Carico Battipista e neve

Classe : Permanente non strutturale - sfavorevole

Intensità [kN/m²] = 15.00 Inclinazione [°] = 0.00

Ascissa [m] : Da = 15.46 To = 22.96

Sisma :

Classe : Sisma

Coefficienti sismici : Orizzontale = 0.043 Verticale = 0.021

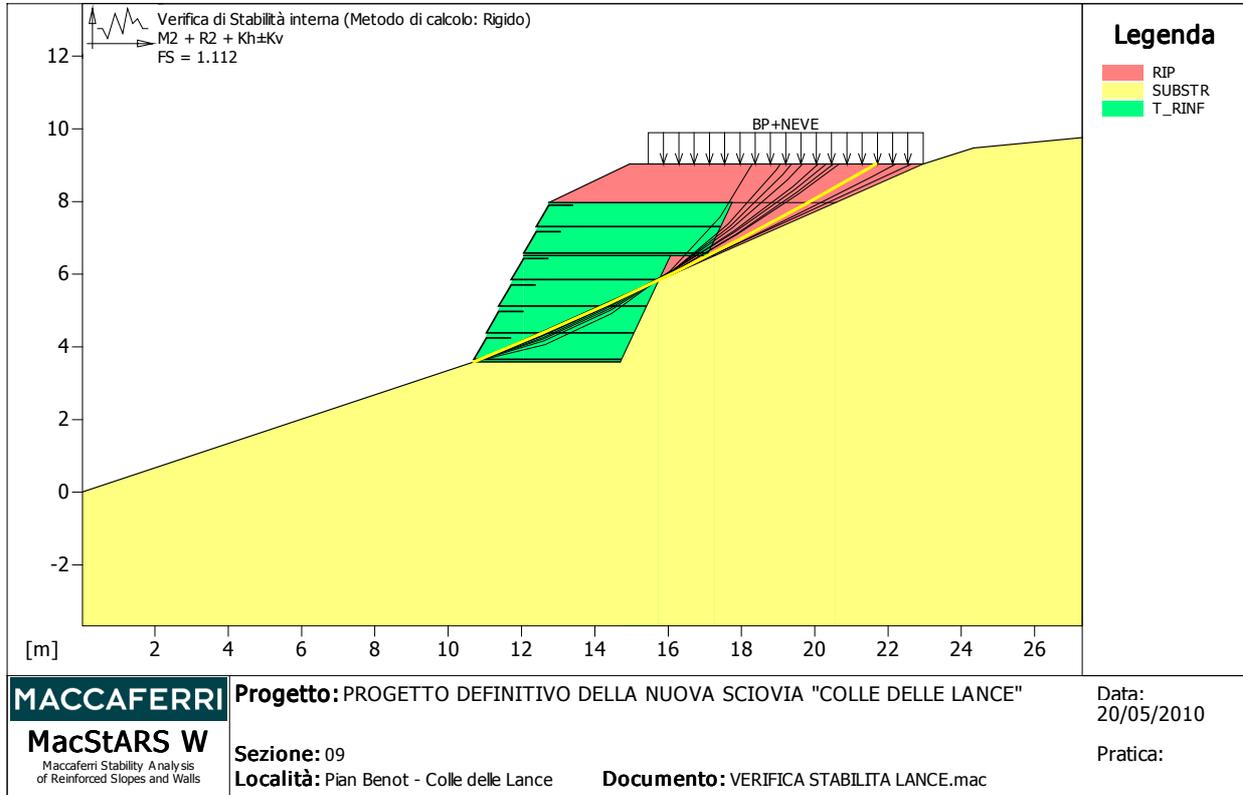
Accelerazione [m/s²] : Orizzontale = 0.42 Verticale = 0.21

03.08 PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Elementi in rete metallica (tipo Maccaferri - Green Terramesh) - costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, altezza di 0.73m

Carico di rottura Nominale [kN/m] :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m ³ /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

03.09 VERIFICHE INTERNE
03.09.01 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: 1.112

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TR1_A	Primo punto	Secondo punto
	10.70	22.96

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
Numero totale superfici di prova.....:	1000
Lunghezza segmenti delle superfici ... [m]...:	2.00
Angolo limite orario...[°].....:	0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....:	0.00

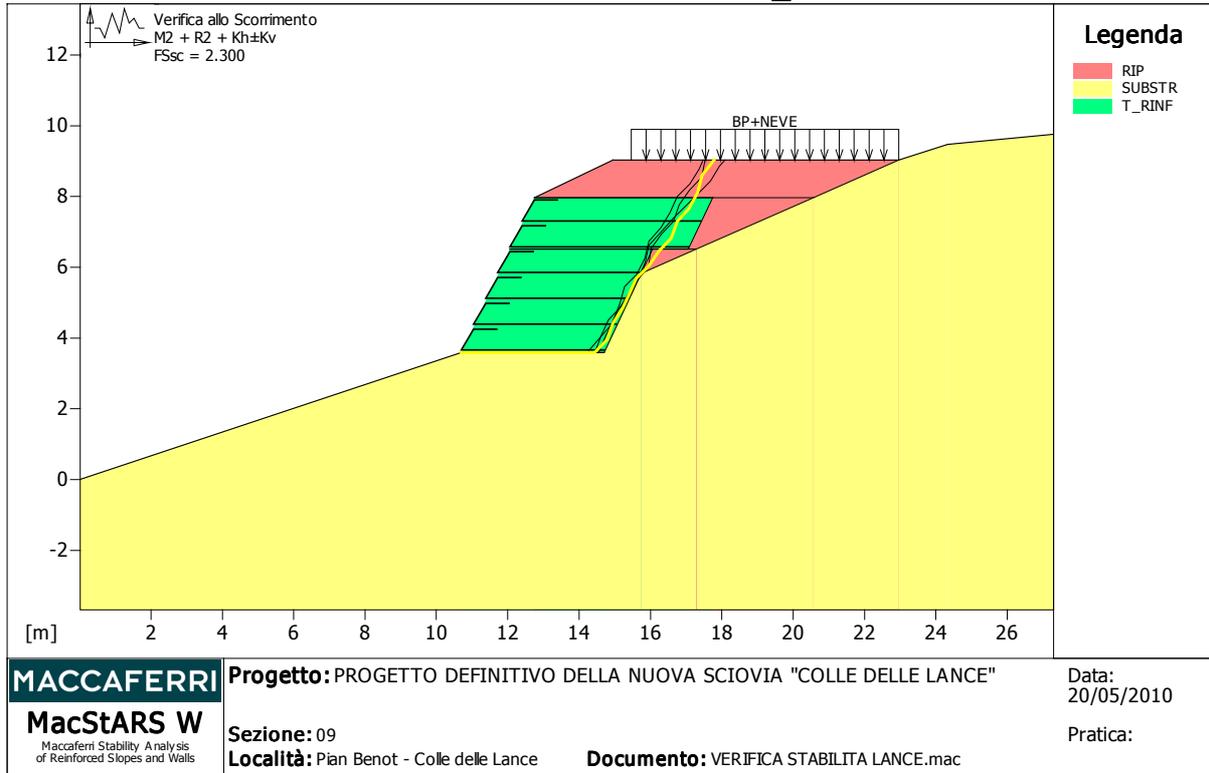
Blocco : TR1_A

Elementi in rete metallica - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.73	0.694
1.46	0.694

Fattore	Classe
1.00	Permanente non strutturale - 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

03.09.02 Verifica di stabilità allo scorrimento TR1_A:

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

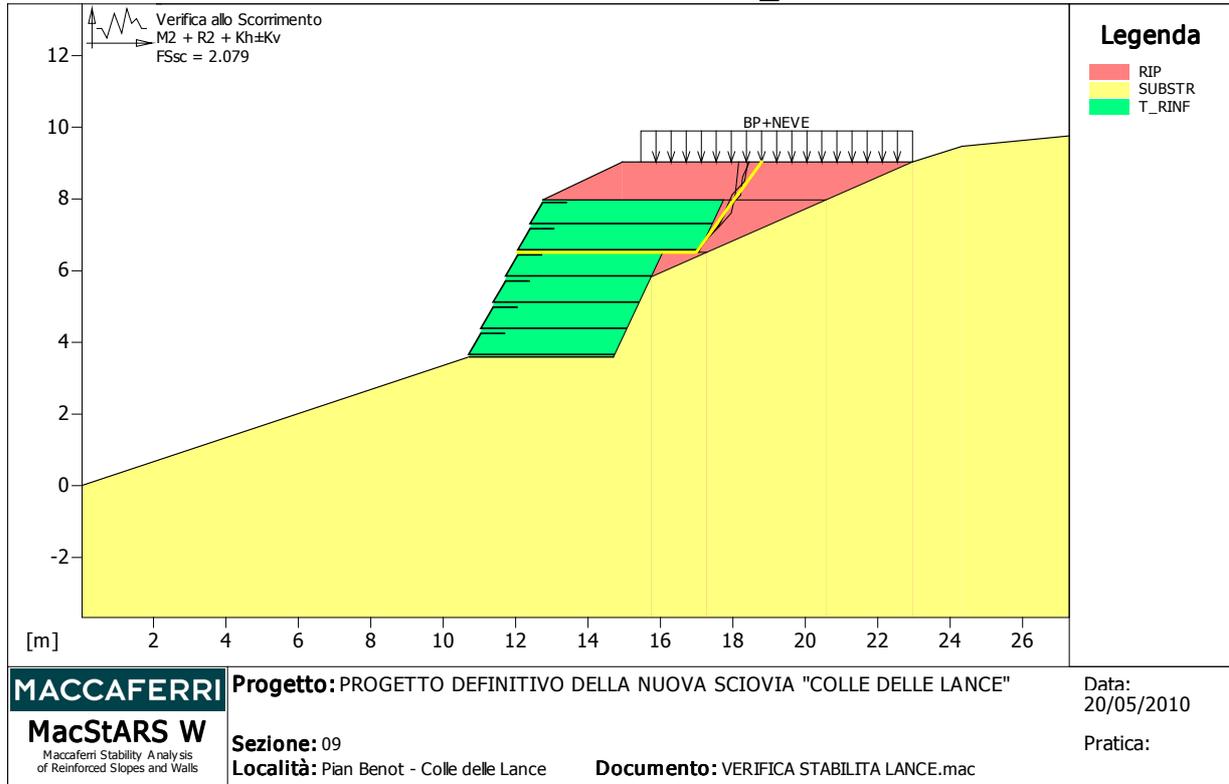
Stabilità verificata sul blocco : TR1_A

Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno

- 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 [°]: 30.00
- Forza Stabilizzante [kN/m]: 120.58
- Forza Instabilizzante [kN/m]: 52.42
- Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento
- Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.300

Fattore	Classe
1.00	Permanente non strutturale - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
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
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento

03.09.03 Verifica di stabilità allo scorrimento TR1_B:



Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TR1_B

Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno

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.....[°].....: 30.00

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 106.88

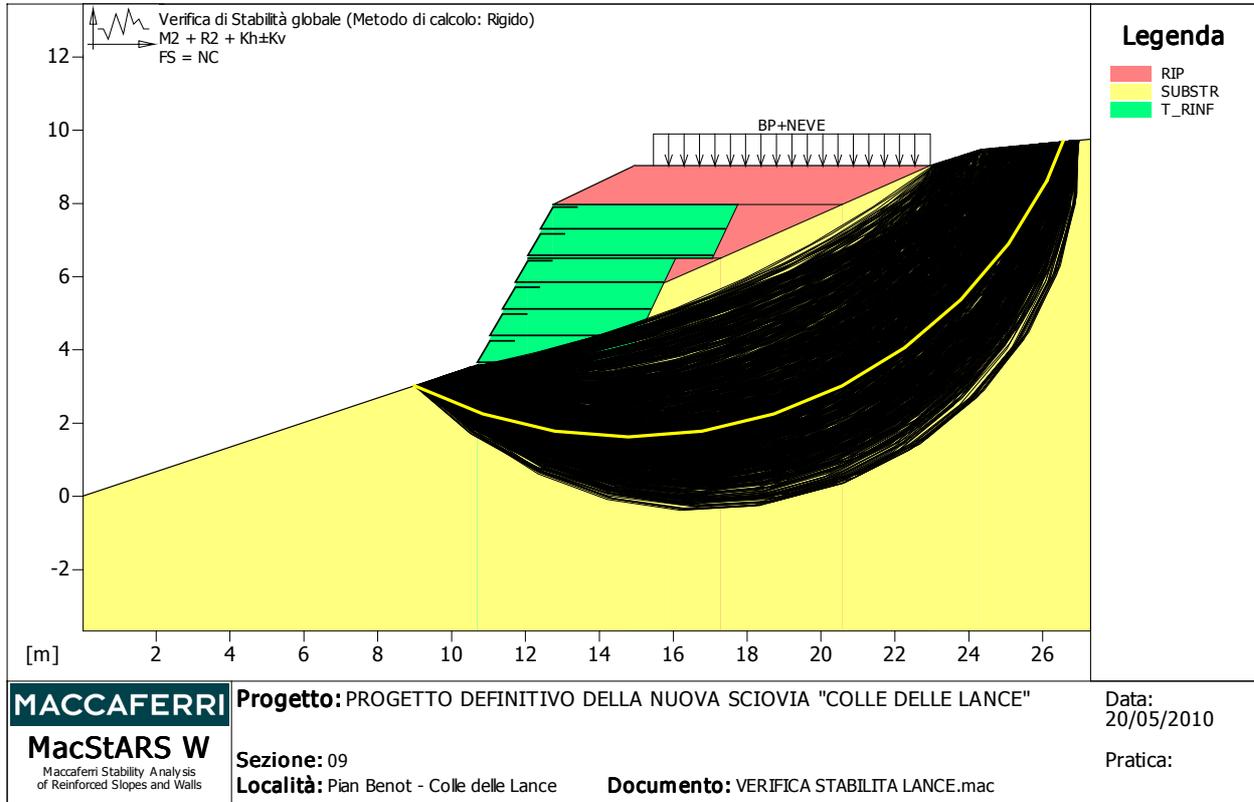
Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 51.40

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.079

Fattore	Classe
1.00	Permanente non strutturale - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
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
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento

03.010 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: NC¹

Intervallo di ricerca delle superfici
 Segmento di partenza, ascisse [m] Segmento di arrivo, ascisse [m]
 Primo punto Secondo punto Primo punto Secondo punto
 9.00 10.50 23.00 27.00
 Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza...: 20
 Numero totale superfici di prova.....: 1000
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]...: 2.00
 Angolo limite orario..... [°]...: 0.00
 Angolo limite antiorario..... [°]...: 0.00

Blocco : TR1_A
 Elementi in rete metallica - 65° - 8/2.7P - 0.73
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi
 Y [m]Fmax
 0.00 0.694

¹ il software non è in grado di stabilire il coefficiente di sicurezza minimo in quanto troppo elevato e pertanto verificato

Fattore	Classe
1.00	Permanente non strutturale - 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