

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI VERCELLI



UNIONE MONTANA
VALSESIA



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA E ARTIGIANATO
E AGRICOLTURA



COMUNE DI ALAGNA
VALSESIA



COMUNE DI SCOPELLO



MONTEROSA 2000 S.p.A.

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA SCIISTICO DELLA VALSESIA

AGGIORNAMENTO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA
SIGLATO IL 14 NOVEMBRE 2006

TITOLO ELABORATO

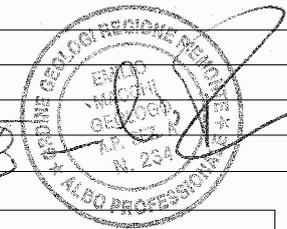
ACCORDO DI PROGRAMMA

Realizzazione invaso artificiale a cielo aperto per impianto
di innevamento programmato in località Mullero

Progetto Esecutivo
Relazione Geotecnica

ELABORATO n° 2.2	SCALA	DATA GIUGNO 2019	REDATTO	Giugno 2019	E. Macchi
			CONTROLLATO	Giugno 2019	C. Francione
			APPROVATO	Giugno 2019	C. Francione
NOME FILE	2.2_Relazione geotecnica.doc				
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI			
	Giugno 2019	Emissione			

ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PROVINCIA DI TORINO
arch. Pier Augusto Donna Bianco
n° 2801



PROPONENTE



MONTEROSA 2000 S.p.A.
FRAZIONE BONDA, 19
13021 ALAGNA VALSESIA (VC)

PROGETTISTA



MONTEROSA 2000 S.p.A.
FRAZIONE BONDA, 19
13021 ALAGNA VALSESIA (VC)

Ing. Claudio Francione



ECOPLAN
SOCIETA' DI INGEGNERIA
& ARCHITETTURA AMBIENTALE
10154 TORINO Via S.Botticelli, 57

Arch. Pier Augusto Donna Bianco
Dott. geologo Emilio Macchi
Dott. Nat. Massimo Forneri

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE.....	4
3. VERIFICHE GEOTECNICHE.....	7
4. CONCLUSIONI.....	9
ALLEGATO A – STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	10
ALLEGATO B – VERIFICHE DI STABILITÀ.....	23
ALLEGATO C – STENDIMENTI SISMICI	51
ALLEGATO D – STRATIGRAFIE SONDAGGI	61

1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica riguarda il progetto di invaso in prossimità della pista da sci denominata Mullero. L'invaso in progetto avrebbe diverse finalità:

- incrementare le disponibilità di risorsa idrica stoccata, raccolta nei periodi con maggiori precipitazioni meteoriche e soprattutto di maggior disponibilità di portata idrica naturale nel Torrente Olen, per ottimizzare le condizioni di alimentazione degli impianti di innevamento esistenti e previsti del comprensorio sciistico di Alagna;
- rappresentare un esempio di particolare attenzione alla conservazione della biodiversità con riferimento alla realizzazione di un bacino artificiale di accumulo idrico in un'area già caratterizzata dalla presenza di zone di ristagno e dunque di specie vegetali di pregio, che non verranno intaccate o penalizzate dalla presenza del manufatto in progetto.

Le opere di prevista realizzazione sono localizzate nel versante in sinistra idrografica del torrente Olen, in corrispondenza di un pianoro posto alla quota di riferimento 2150 m, a lato della pista da sci "Mullero".

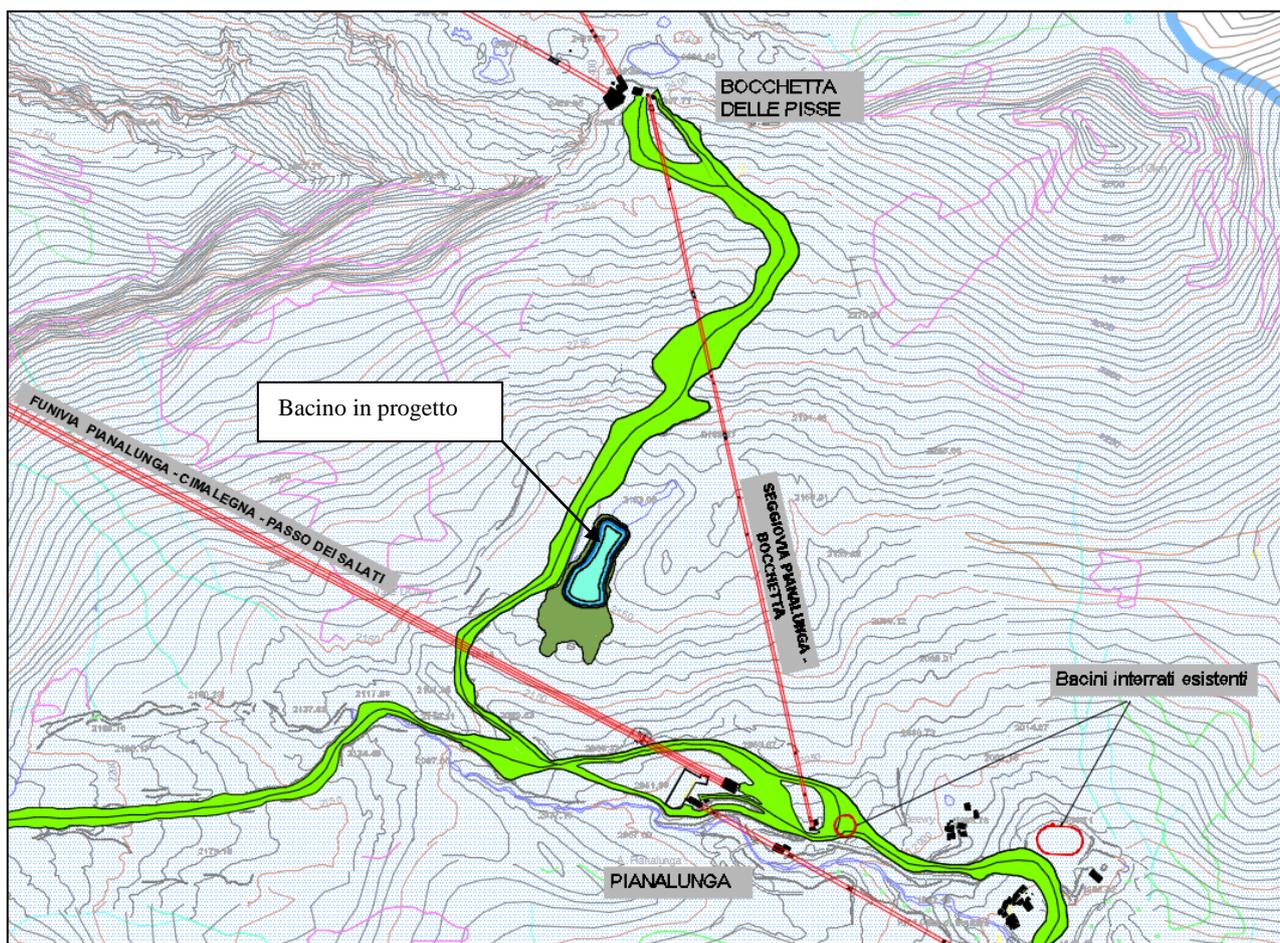


Figura 1/1 Localizzazione del bacino in progetto

La cartografia ufficiale di riferimento, per la zona in esame, è la seguente:

- tavoletta IGM alla scala 1:25.000 Alagna Valsesia - I quadrante S.E. del Foglio n.29 della Carta d'Italia;
- Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte, alla scala 1:10.000 - Sezione n. 071110 Punta Indren;
- Carta Geologica d'Italia – Foglio n. 29 Monte Rosa, alla scala 1:100.000.

Con la predisposizione della presente relazione si corrisponde inoltre ad una specifica prescrizione della Determinazione Dirigenziale n. 158 del 16/05/2018 della Direzione Promozione della Cultura, del Turismo e dello Sport – Settore Offerta turistica e sportiva con cui il progetto del bacino è stato escluso dalla procedura di VIA. Detta prescrizione, punto 3.2 “Verifiche di stabilità” dell'allegato A alla citata Determinazione, richiede:

“Dovranno essere effettuate ulteriori indagini geotecniche in situ ed analisi di laboratorio, finalizzate ad una esaustiva caratterizzazione del suolo e delle caratteristiche geotecniche dei materiali da impiegare nella realizzazione del rilevato di contenimento del bacino, con conseguente aggiornamento delle verifiche di stabilità delle scarpate; tali verifiche dovranno essere realizzate conformemente a quanto previsto dall'aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (D.M. 17 gennaio 2018) .”

Le ulteriori indagini effettuate sono illustrate in allegato (Allegato A – Stima dei parametri geotecnici).

Le indagini effettuate in fase di progettazione preliminare sono riportate negli allegati C – Stendimenti sismici e D – Stratigrafie sondaggi.

La presente relazione fa inoltre riferimento alla relazione geologica e idrogeologica (elaborato 2.1).

2. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

La classificazione sismica attualmente in vigore in Piemonte è quella richiamata nella DGR n. 65-7656 del 21 Maggio 2014, che riprende quanto già individuato con le precedenti DDGR n. 4-3084 del 12.12.2011 e n. 11-13058 del 19.01.2010.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 4-3084 del 12.12.2011 pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 50 del 15.12.2011 è stato approvato l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico - edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico ed è stata recepita la classificazione sismica di cui alla DGR n. 11-13058 del 19.01.2010.

L'aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

La suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido è riportata nella tabella che segue (OPCM 3519/06).

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

Tabella 2.1 Zone Sismiche – accelerazione con probabilità di superamento al 10% in 50 anni

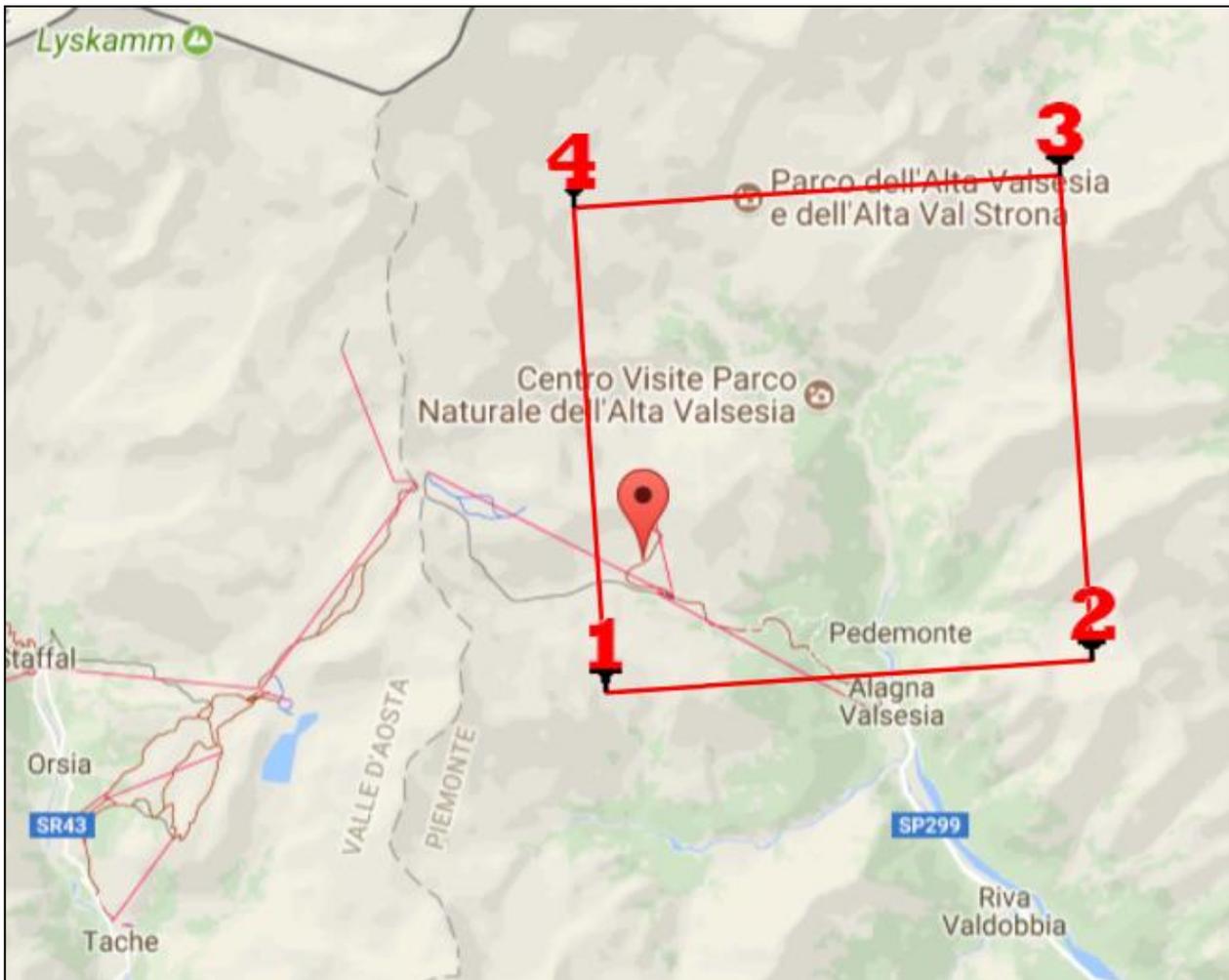
Il Comune di Alagna è stato inserito nella Zona 3 per effetto della D.G.R. n. 11 - 13058 del 19.1.2010.

Di seguito si riportano i parametri sismici riferiti al sito di progetto.

Coordinate UTM-WGS84

Le coordinate nel sistema UTM – WGS 84 sono le seguenti:

- latitudine: 45,868653 [°]
- longitudine: 7,901272 [°]



- Classe d'uso: IV
- Vita nominale: 100 [anni]

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 2/2 – Categorie di sottosuolo

I terreni presenti non rientrano nelle categorie aggiuntive S1 ed S2, e non comportano pericoli di liquefazione.

La categoria di suolo B è stata definita mediante n. 3 stendimenti MASW appositamente effettuati nell'area di progetto (vedi allegato B).

Caratteristiche della superficie topografica: T2.

Nella tabella che segue si riportano i valori di a_g , F_0 e T_c' corrispondenti agli stati limite di operatività, danno, salvaguardia della vita e prevenzione collasso.

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c' [s]
Operatività (SLO)	120	0,046	2,523	0,249
Danno (SLD)	201	0,055	2,571	0,270
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,107	2,715	0,323
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,115	2,736	0,329
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

Tabella 2/3

In tabella 2/4 si riportano infine i coefficienti sismici orizzontali e verticali, e l'accelerazione massima, per i diversi stati limite.

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,037	0,040
kv	0,006	0,007	0,018	0,020
Amax [m/s ²]	0,651	0,779	1,509	1,623
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

Tabella 2/4

Si precisa che i parametri sin qui descritti (relativi a infrastrutture di interesse strategico) sono stati cautelativamente utilizzati per le verifiche di stabilità dei rilevati che interessano il bacino idrico.

Per le strutture dei locali accessori (sala macchine) sono invece stati utilizzati i parametri seguenti

- Classe d'uso: II
- Vita nominale: 50 [anni]

In quanto essi non presentano particolari problematiche in termini di rischio di collasso.

3. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche che seguono sono state effettuate con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e alla “Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 “Circolare esplicativa del D.M. 14 gennaio 2008”, in condizioni sismiche e statiche.

Sono state verificate le sezioni ritenute più significative (vedi figura che segue). Nelle verifiche del paramento esterno è stata inoltre considerata la presenza di una superficie piezometriche nell'ipotesi che i teli non riescano più a svolgere la funzione impermeabilizzante. Tale eventualità è estremamente improbabile, poiché ciò che potrebbe più realisticamente accadere è una lacerazione localizzata con infiltrazione contenuta. In questo senso le verifiche sono da considerarsi ampiamente cautelative. Le verifiche lungo il lato interno sono state considerate a bacino vuoto, in quanto condizione più critica per assenza dell'effetto stabilizzante dell'acqua.

In considerazione della granulometria del terreno analizzato, le verifica di stabilità sono state effettuate in condizioni drenate.

I sondaggi eseguiti, fino alla profondità massima di 15 m, non hanno intercettato falde idriche.

Per tener conto del manto nevoso si è applicato un sovraccarico di 10 kPa, corrispondente a circa 3 m di neve umida. Il sovraccarico da neve è stato considerato solo quando peggiorativo.

Per aumentare le caratteristiche del corpo del rilevato, lato nord ed ovest, è stata prevista la posa di geogriglie, con valore di resistenza a trazione longitudinale pari a 50 kN/m, e passo verticale di 1 m.

Le indicazioni del tratto di rilevato rinforzato con geogriglie sono riportate nell'elaborato 3.8.1 “Sezioni tipo e particolari del rivestimento”.

Lato interno rispetto al bacino:

- lato dorsale morfologica (EST): sezione 1 e sezione 2

Lato esterno rispetto al bacino:

- lato pista (OVEST): sezione 2, con scogliera al piede, e sezione 7
- lato valle (SUD): sezione valle

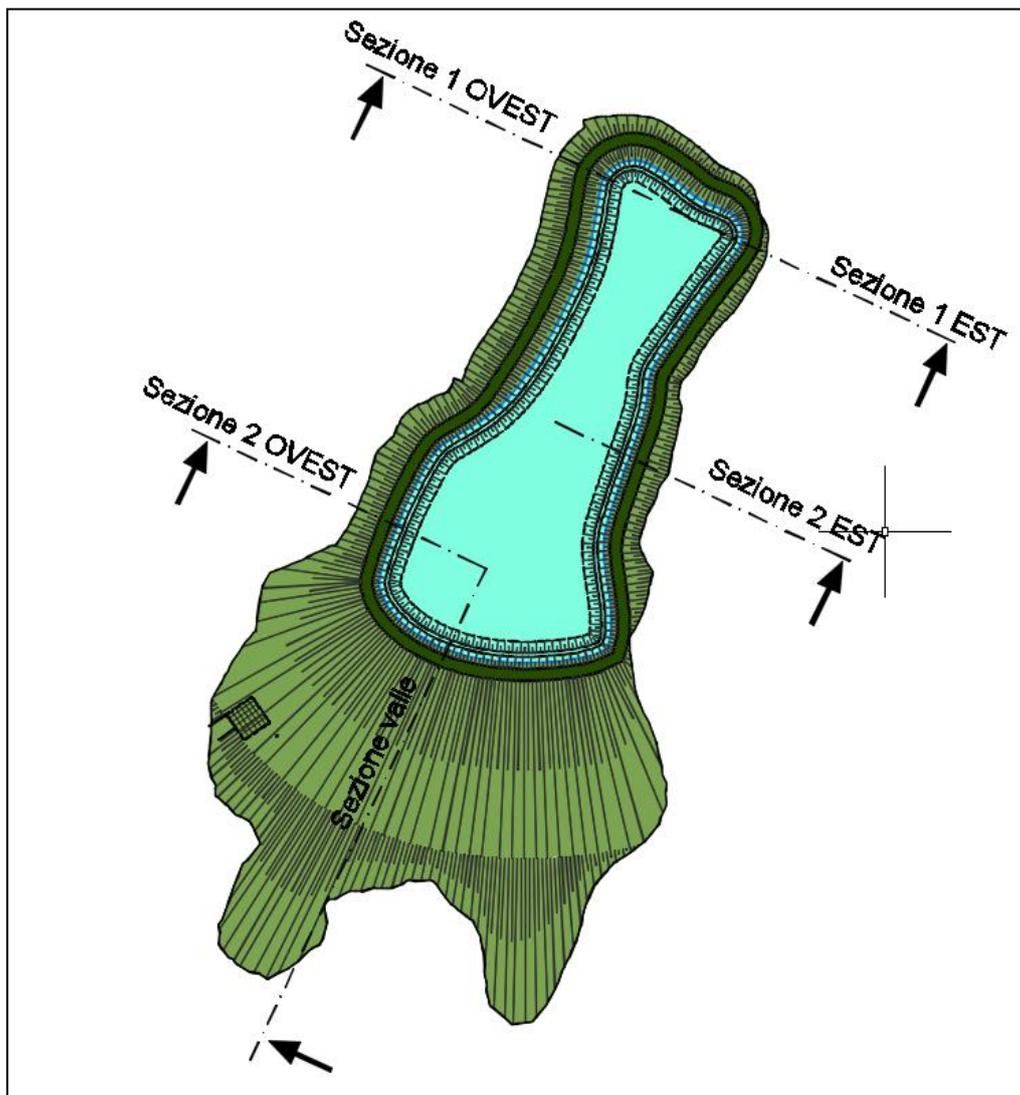


Figura 3/1 – Posizione delle sezioni di verifica geotecnica

I tabulati di calcolo con i risultati delle verifiche sono riportati in Allegato B.

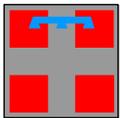
4. CONCLUSIONI

Il sito di progetto (quota 2150 m circa), si sviluppa entro un vasto avvallamento (circa 3 ettari). A valle di questo settore sub-pianeggiante il versante, rivolto verso sud sud-est, prosegue con una pendenza di 20-25°. Non sono presenti, nella zona in esame, corsi d'acqua di un qualche rilievo: il drenaggio è concentrato in incisioni di modesto sviluppo, entro cui avviene una circolazione idrica di carattere stagionale.

Le verifiche di stabilità effettuate, considerando le condizioni più gravose, hanno dato esito positivo.

In conclusione gli interventi in progetto risultano compatibili con l'assetto geologico e stratigrafico del sito in esame e verificate riguardo alla stabilità dei versanti e dei fronti di scavo.

ALLEGATO A – STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI



REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI VERCELLI



UNIONE MONTANA
VALSESIA



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA E ARTIGIANATO
E AGRICOLTURA



COMUNE DI ALAGNA
VALSESIA



COMUNE DI SCOPELLO



MONTEROSA 2000 S.p.A.

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA SCIISTICO DELLA VALSESIA

AGGIORNAMENTO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA
SIGLATO IL 14 NOVEMBRE 2006

TITOLO ELABORATO

ACCORDO DI PROGRAMMA

Realizzazione invaso artificiale a cielo aperto per impianto
di innevamento programmato in località Mullero
Progetto Definitivo

Stima dei parametri geotecnici

ELABORATO n°	SCALA	DATA	REDATTO	Settembre 2018	Barbara Loi
			CONTROLLATO		
			APPROVATO		
NOME FILE	Stima dei parametri geotecnici				
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI			
	Settembre 2018	Emissione			

PROPONENTE



MONTEROSA 2000 S.p.A.
FRAZIONE BONDA, 19
13021 ALAGNA VALSESIA (VC)

PROGETTISTA



MONTEROSA 2000 S.p.A.
FRAZIONE BONDA, 19
13021 ALAGNA VALSESIA (VC)

Ing. Claudio Francione

GEOLOGO:

Studio di geologia
Dott. Barbara Loi
Piazza Mazzini 23
13872 BORRIANA

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

La ricostruzione litostratigrafica dell'area interessata dalla realizzazione del nuovo bacino per l'innevamento, ed il relativo modello geotecnico sono stati originariamente definiti sulla base di n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove NSPT in foro (Abrate, 2004) e n.3 stendimenti sismici (Studio Associato Territorium, ottobre 2017) ubicati come nella figura seguente e come descritto nell'elaborato A.1.3 Relazione geologica e geotecnica (Ecoplan, Ottobre 2017) alla quale si rimanda per la trattazione completa.



Figura 1: Ubicazione indagini geognostiche preliminari (Base Ortofoto Regione Piemonte)

Dalla lettura congiunta degli stendimenti sismici e delle stratigrafie era stata assunta la seguente successione stratigrafica come indicativa dell'area oggetto di studio:

- Livello 1: da p.c. a 1.5 m circa: al di sotto del terreno vegetale (20 cm) è presente un livello di limo argilloso o di sabbia limosa (probabile colluvium) da poco consistente a moderatamente addensata (ad esclusione dei settori con presenza di rododendri e grossi massi);
- Livello 2: da 1.5 a 5-6 m circa: frammenti e clasti rocciosi in matrice limosa debolmente sabbiosa moderatamente addensata (Nspt comprese tra 24 e 30);
- Livello 3: da 5-6 m fino al substrato roccioso: frammenti e clasti rocciosi in matrice limosa debolmente sabbiosa da consistente a molto consistente (Nspt a rifiuto);
- Livello 4: substrato roccioso costituito da gneiss, a tratti intensamente fratturato, tra 12 m e 15 m (fondo foro sondaggio S2).

Inoltre, i parametri assunti per le verifiche geotecniche in base alle stratigrafie e ai valori di Nspt registrati,

erano quelli riportati nella tabella seguente:

Livelli	Profondità (m) da p.c.	Nspt	γ (kN/mc)	C (kPa)	ϕ°
Livello 1	0 - 1.5	-	16	-	-
Livello 2	1.5 – 5.0	24-30	18	-	34
Livello 3	5.0 – 12.0	rifiuto*	20	-	42
Livello 4	12.0 – >15.0	rifiuto**	-	-	-
Riempimenti e rilevati			16		33

* Per le correlazioni dei valori a rifiuto è stato considerato cautelativamente un valore di Nspt pari a 50.

** Il substrato roccioso, considerate le incertezze sulla sua effettiva profondità, non è stato considerato nelle verifiche.

Tabela 1/a: Parametri geotecnici preliminari

In riferimento alle richieste di integrazioni contenute nell'Allegato A alla D.D. n. 168 del 12.05.2018 relativa alla fase di verifica alla procedura di VIA (L.R. 40/1998) dell'intervento in progetto è stata quindi svolta una campagna di campionamento nell'area oggetto di studio, con il duplice scopo di effettuare le verifiche analitiche dei terreni in posto in previsione del loro riutilizzo in sito ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006 come descritto nell'elaborato 2.7 – *Gestione in situ di terre e rocce da scavo* e per eseguire approfondimenti sulla stima dei parametri geotecnici dei materiali da impiegare nella realizzazione dei rilevati di contenimento del bacino in progetto attraverso analisi granulometriche e prove di taglio.

Ai paragrafi seguenti viene pertanto descritta la campagna di indagini integrative svolte con particolare riferimento agli approfondimenti riguardanti i parametri geotecnici.

Campionamento

Il giorno 01/08/2018 l'area è stata indagata nel complesso attraverso l'esecuzione di 5 scavi esplorativi con escavatore meccanico, spingendo l'indagine alla profondità massima raggiungibile compatibilmente con le oggettive difficoltà di escavazione in terreni grossolani e con la presenza di livelli di consistenza litoide a fondo scavo, nonché con le caratteristiche dei mezzi di escavazione trasportabili in sito nelle condizioni attuali.

Le ubicazioni degli scavi esplorativi sono state definite in modo da distribuire uniformemente i punti di indagine anche in relazione alle prove già eseguite in fase preliminare, compatibilmente con quanto sopra osservato in relazione all'accessibilità dei luoghi.

Nelle figure 2 e 3 sono riportate le ubicazioni degli scavi esplorativi eseguiti, mentre in figura 4 sono indicate le ubicazioni del complesso delle indagini eseguite.

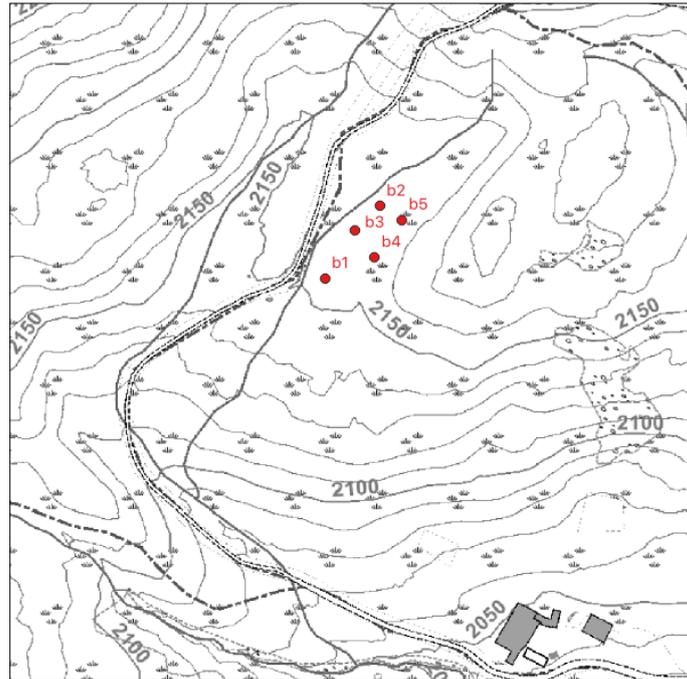
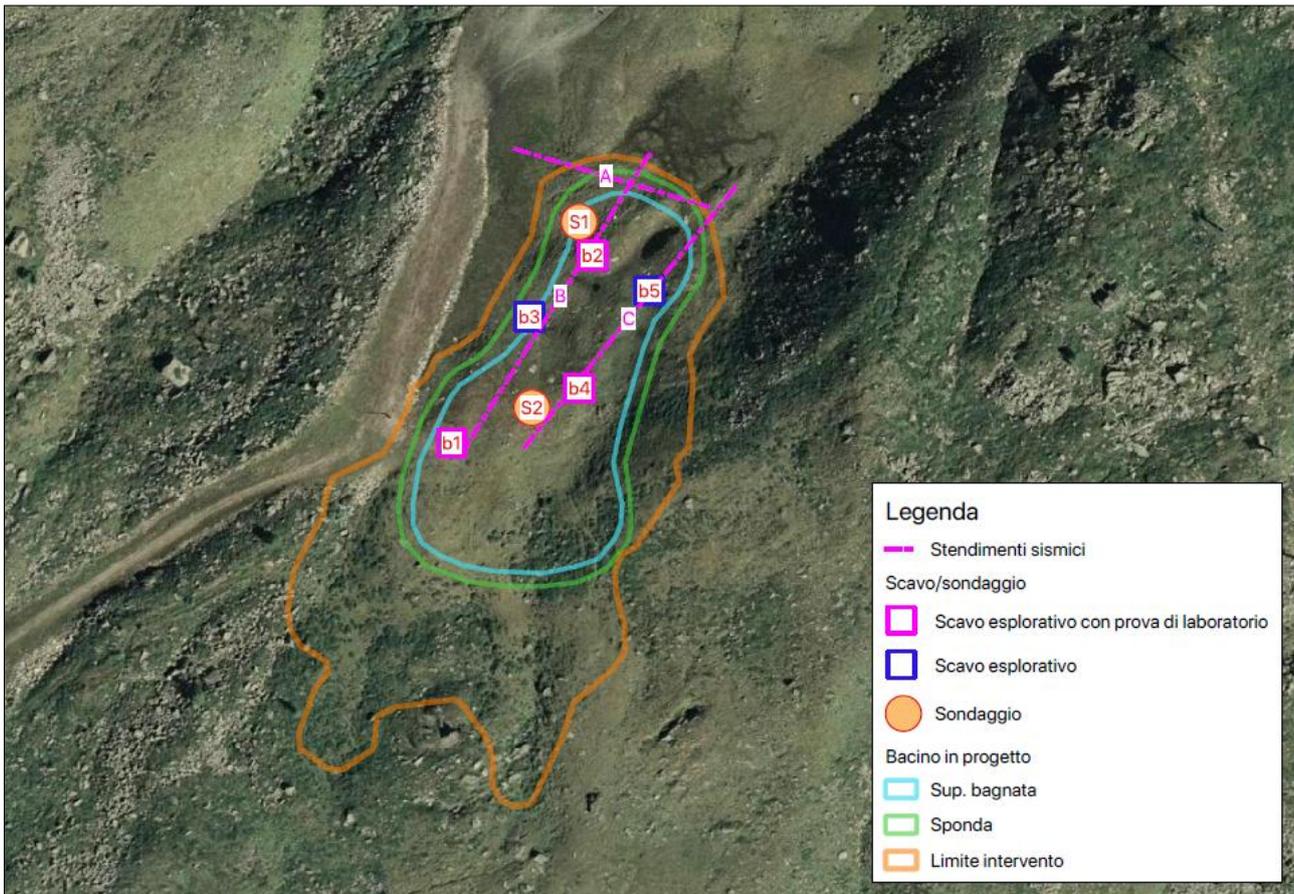


Figura 2: Ubicazione scavi esplorativi (Base BDTRE Regione Piemonte)



Figura 3: Ubicazione scavi esplorativi (Base Ortofoto 2010 Regione Piemonte)



4 Ubicazione e tipologia di tutte le indagini eseguite (Base Ortofoto 2010 Regione Piemonte)

Negli scavi effettuati è stata osservata una stratigrafia ricorrente, caratterizzata dalla presenza di due livelli:

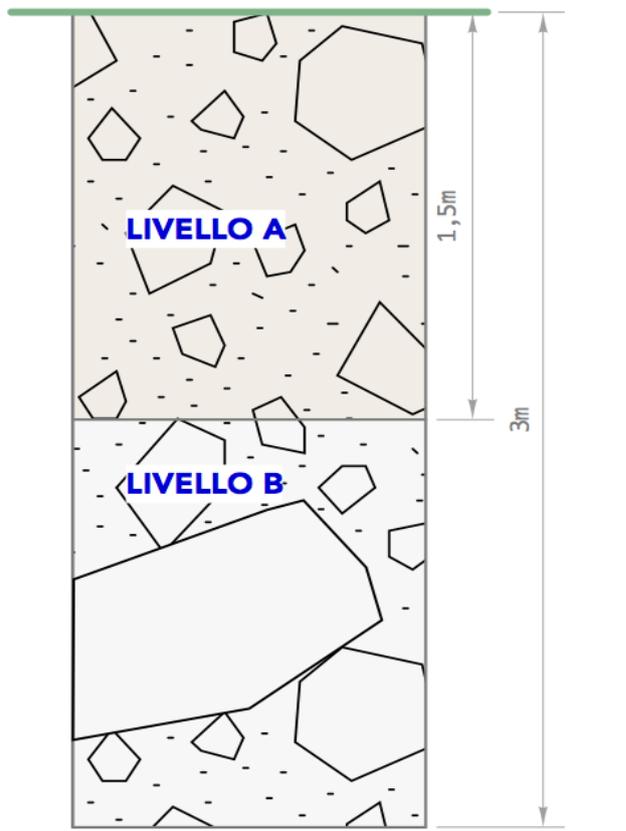
- **LIVELLO A:** frammenti rocciosi spigolosi (dimensioni da centimetriche a decimetriche) e massi (osservati dim. fino a 1 m) immersi in una matrice costituita da abbondante sabbia. Colore rosso-bruno. Profondità massima 1,5 m
- **LIVELLO B:** frammenti e clasti rocciosi spigolosi (dimensioni da centimetriche a decimetriche) e subordinati blocchi, talora lastriformi (dimensioni superiore a 1 metro), immersi in abbondante matrice costituita da sabbia grossolana e ghiaietto. Colore grigio. Profondità (1,5 - profondità massima indagata: 3 m)

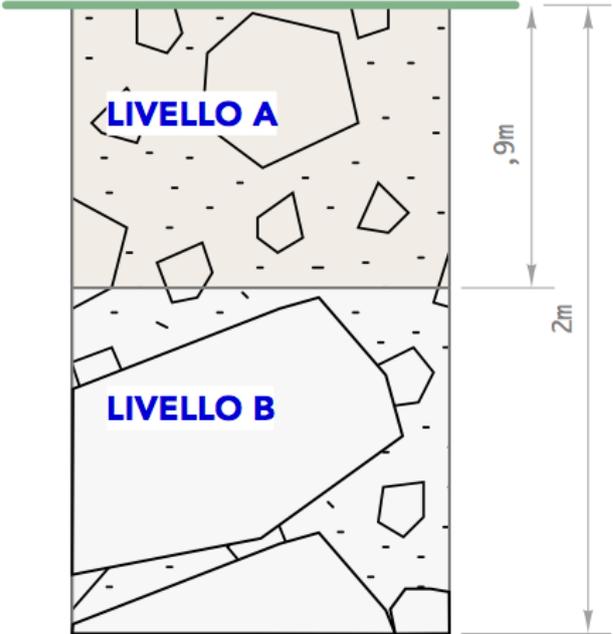
Si osserva che in corrispondenza degli scavi B2, B3, B4, B5 l'indagine è stata necessariamente interrotta al tetto di una formazione di consistenza litoide, presumibilmente riconducibile ad accumulo di blocchi rocciosi non superabile da escavatore della potenza di 22 cav.

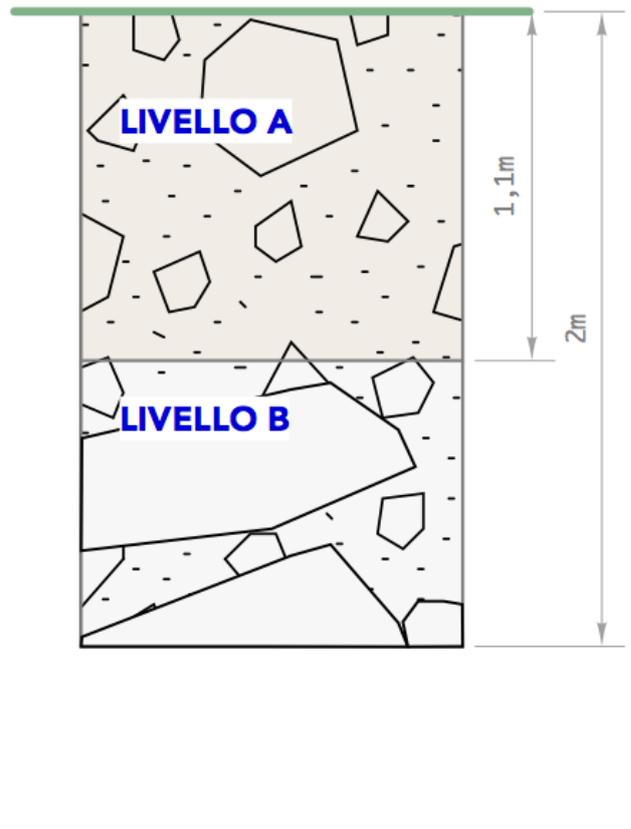
Stante la generale omogeneità stratigrafica emersa dagli scavi esplorativi, ai fini della verifica dei parametri geotecnici dei materiali da impiegare nella realizzazione dei rilevati di contenimento del bacino, sono stati prelevati in totale 3 campioni dagli scavi B1, B2 e B4 per eseguire analisi granulometriche e prove di taglio.

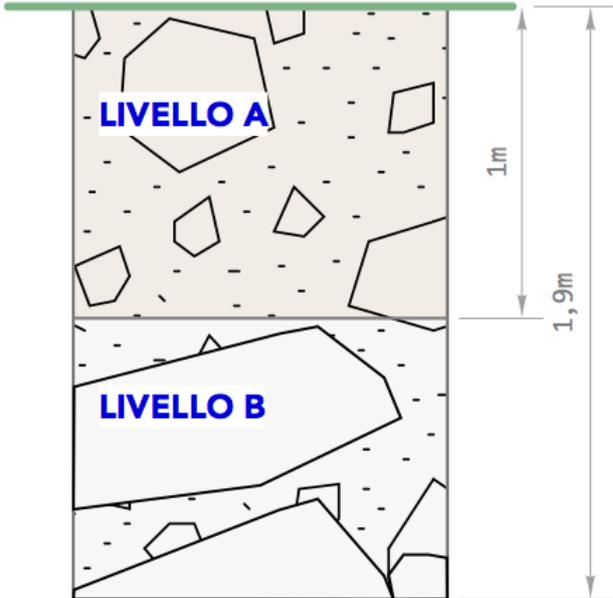
Nelle schede di campionamento, riportate di seguito, per ogni scavo esplorativo sono indicati i campioni prelevati, il livello stratigrafico di provenienza e la tipologia di analisi eseguita, evidenziando quelle di interesse nell'ambito della presente trattazione.

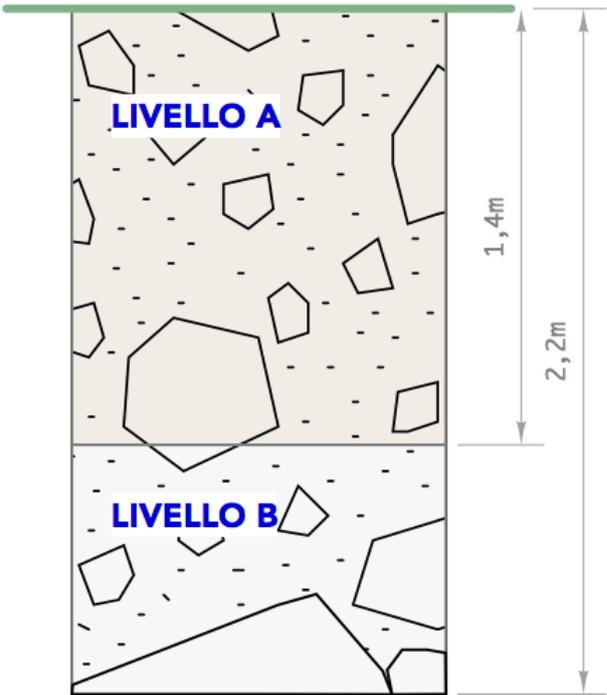
Schede di campionamento

<p>SCAVO ESPLORATIVO B1</p>	
<p>Profondità massima scavo 3,0 m</p>	<p>Analisi eseguita, profondità e sigla campione Analisi All. 4: 1,4 m – camp. B1A Amianto micr.: 3,0 m – camp. A1B Geotecnica: 3,0 m – camp. G1B</p>
	

<p>SCAVO ESPLORATIVO B2</p>	
<p>Profondità scavo 2,0 m</p>	<p>Analisi eseguita, profondità e sigla campione Analisi All. 4: 2,0 m A2B Amianto micr.: 0,8 m – camp. B2A Geotecnica: 2,0 m – camp. G2B</p>
	

<p>SCAVO ESPLORATIVO B3</p>	
<p>Profondità scavo 2,0 m</p>	<p>Analisi eseguita, profondità e sigla campione</p> <p>Analisi All. 4: 2,0 m – camp. B3B Amianto micr.: 2,0 m – camp. A3B</p>
	

<p>SCAVO ESPLORATIVO B4</p>	
<p>Profondità scavo 1,9 m</p>	<p>Analisi eseguita, profondità e sigla campione Analisi All. 4: 1,9 m – camp. B4B Amianto micr.: 1,9 m – camp. A4B Geotecnica: 0,9 m – camp. G4A</p>
	

SCAVO ESPLORATIVO B5	
Profondità scavo 2,2 m	Analisi eseguita, profondità e sigla campione Analisi All. 4: 1,3 m – camp. B5A Analisi All. 4: 2,2 m – camp. B5B Amianto micr.: 1,3 m – camp. A5A
	

Considerazioni conclusive

I campioni sono stati analizzati presso i laboratori certificati di Tecno Piemonte S.p.A, secondo la normativa vigente ed in ottemperanza alla richiesta di integrazioni 3.2 di cui all'Allegato A alla D.D. n. 168 del 12.05.2018 "L.R. 40/1998 – Fase di verifica della procedura di VIA inerente il progetto in questione.

I rapporti di prova delle analisi di laboratorio, riportati in allegato, evidenziano condizioni sostanzialmente concordi tra tutti i campioni analizzati.

Per quanto riguarda l'analisi granulometrica i campioni prelevati risultano costituiti esclusivamente da sabbia (prevalente) con significativa presenza di ghiaia e ciottoli, mentre sono assenti i componenti fini, argilla e limo.

Le prove di taglio, eseguite su campioni disturbati e ricostituiti, presentano i valori di angolo d'attrito interno e di coesione efficace indicati nella tabella seguente:

Campione	Angolo di attrito interno (°)	Coesione (KPa)
G1B	40	10
G2B	38	20
G4A	37	14

Tabella 1/b: Parametri geotecnici ottenuti da analisi di laboratorio

Il campionamento ha riguardato separatamente i due livelli stratigrafici riconosciuti negli scavi esplorativi e descritti nelle schede di campionamento come LIVELLO A, superficiale e LIVELLO B, inferiore, seppure tali livelli siano caratterizzati visivamente da minime differenze dal punto di vista litologico, costituite essenzialmente dall'evidenza di un grado di ossidazione più spinto del LIVELLO A rispetto a quello inferiore.

In relazione alle osservazioni effettuate in corrispondenza degli scavi esplorativi eseguiti si evidenzia che in superficie non sono stati riscontrati i livelli di limo argilloso o di sabbia limosa corrispondenti al LIVELLO 1 del modello litostrafico ricostruito in fase preliminare sulla base dei sondaggi e degli stendimenti sismici (v. pag. 1 della presente relazione). Sia il LIVELLO A che il LIVELLO B sono infatti caratterizzati da litologie costituite in prevalenza da elementi grossolani e al loro tetto si riscontrano generalmente pochi centimetri di terreno vegetale. Si ritiene pertanto che essi siano entrambi riconducibili al LIVELLO 2 descritto nel modello stratigrafico preliminare. Come si può rilevare dalla figura 4 una porzione dell'area interessata dal bacino in progetto non è stata indagata in relazione alle difficoltà di accesso con i mezzi attualmente a disposizione, non si esclude pertanto che in tali aree possano essere riscontrati in superficie terreni a granulometria più fine.

Sulla base della generale omogeneità delle caratteristiche dei due livelli stratigrafici indagati, al terreno rimaneggiato dagli scavi in progetto per la realizzazione del bacino fino a profondità dell'ordine di 2,5-3m dal p.c. attuale si possono cautelativamente attribuire i valori medi tra quelli indicati nella tabella precedente e corrispondenti a:

Angolo di attrito interno: 38° - Coesione: 14 Kpa

Si evidenzia che tali valori, derivanti da analisi di taglio eseguite su campioni ricostituiti, possono essere assunti quali valori "residui", nell'ambito delle verifiche di stabilità dei rilevati del bacino in progetto. La tipologia del campione prelevato risulta peraltro compatibile con la modalità di utilizzo dei materiali di scavo a formare rilevati in riporto.

Si osserva infine che nell'ambito del campionamento eseguito non sono stati prelevati campioni da profondità superiori ai 3m, pur evidenziando che il fondo del bacino in progetto sarà situato a maggiore profondità, per limiti oggettivi legati ai mezzi utilizzabili allo stato attuale, con particolare riferimento all'impossibilità di superare un livello di consistenza litoide non campionabile al fondo di tutti gli scavi, ad esclusione di B1. Tuttavia, dall'analisi del modello stratigrafico preliminare, con particolare riferimento alle stratigrafie di sondaggio ed alle prove NSPT in foro, le litologie a profondità superiori a quelle del campionamento effettuato, e corrispondenti ai LIVELLI 3 e 4, risultano costituite essenzialmente da materiale molto grossolano in matrice limosa debolmente sabbiosa da consistente a molto consistente e dove si registrano valori di Nspt a rifiuto, ai quali dovranno corrispondere parametri geotecnici di valore superiore a

quelli riscontrati attraverso le analisi di laboratorio ai livelli superficiali, almeno pari a quelli individuati nel corso delle indagini preliminari.

Pertanto, sulla base delle osservazioni effettuate, i parametri di coesione e angolo di attrito interno indicati in tabella 1/a possono essere aggiornati come segue:

Livelli	Profondità (m) da p.c.	C (kPa)	ϕ°
Livello 1	Localmente non determinato	-	-
Livello 2	0– 5.0	14	38
Livello 3	5.0 – 12.0	-	42

Tabella 1/c: Aggiornamento parametri di Coesione e Angolo di attrito interno a seguito delle indagini aggiuntive (analisi di laboratorio)

Si osserva che i valori dei parametri getecnici ottenuti attraverso le analisi di laboratorio risultano nettamente superiori a quelli utilizzati nell'ambito delle verifiche di stabilità dei rilevati di contenimento del bacino in progetto riportate nella Relazione geologica e geotecnica (Elaborato A.1.3), che sono pertanto riconducibili a condizioni ampiamente cautelative.

ALLEGATO B – VERIFICHE DI STABILITÀ

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Ecoplan

Proposta...: Bacino artificiale per innevamento programmato

Località...: Piano del Mullero - Alagna Valsesia

Data.....: 24/10/2018

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	3
LATO EST – SEZIONE 1	4
PROFILI STRATIGRAFICI	4
CARICHI	4
VERIFICHE	4
Verifica di stabilità globale :	4
Verifica di stabilità globale :	5
LATO EST – SEZIONE 2	7
PROFILI STRATIGRAFICI	7
CARICHI	7
VERIFICHE	7
Verifica di stabilità globale :	7
Verifica di stabilità globale :	8
LATO OVEST – SEZIONE 1	10
PROFILI STRATIGRAFICI	10
PROFILI FALDE FREATICHE	10
MURI IN GABBIONI	10
Muro : SCOGLIERA	10
BLOCCHI RINFORZATI	11
Blocco : GEOGRIGLIA	11
Blocco : SUPERIORE	11
CARICHI	11
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	11
VERIFICHE	12
Verifica di stabilità globale :	12
Verifica come muro di sostegno :	13
Verifica di stabilità globale :	14
Verifica come muro di sostegno :	15
LATO OVEST – SEZIONE 2	17
PROFILI STRATIGRAFICI	17
PROFILI FALDE FREATICHE	17
BLOCCHI RINFORZATI	17
Blocco : GEOGRIGLIA INFERIORE	17
Blocco : GEOGRIGLIA SUPERIORE	17
CARICHI	18

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	18
VERIFICHE.....	19
Verifica di stabilità globale :	19
Verifica di stabilità globale :	20
PROFILI STRATIGRAFICI	21
PROFILI FALDE FREATICHE.....	21
CARICHI.....	21
VERIFICHE.....	22
Verifica di stabilità globale :	22
Verifica di stabilità globale :	23
LATO INTERNO.....	24
PROFILI STRATIGRAFICI	24
BLOCCHI RINFORZATI	24
Blocco : GEORETE	24
Blocco : SUPERIORE	24
CARICHI.....	25
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	25
VERIFICHE.....	26
Verifica di stabilità globale :	26
Verifica di stabilità globale :	27

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : LIVELLO COMPATTO Descrizione : Livello compatto

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	14.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	38.00
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].....:	18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : RIEMPIMENTO Descrizione : Riempimento

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 - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	16.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	18.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : SCOGLIERA Descrizione : Scogliera

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	20.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	42.00
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].....:	23.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	25.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

LATO EST – SEZIONE 1

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: A

Descrizione: a

Terreno : LIVELLO COMPATTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	2146.00	10.00	2146.00	25.00	2153.50	26.00	2153.50
29.90	2155.50	32.90	2155.50	42.60	2161.80	45.30	2162.40
51.90	2164.50	67.60	2173.70	72.10	2176.00	78.70	2178.30

CARICHI

Pressione : NEVE

Descrizione : Neve

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²].. = 10.00 Inclinazione.....[°].. = 0.00

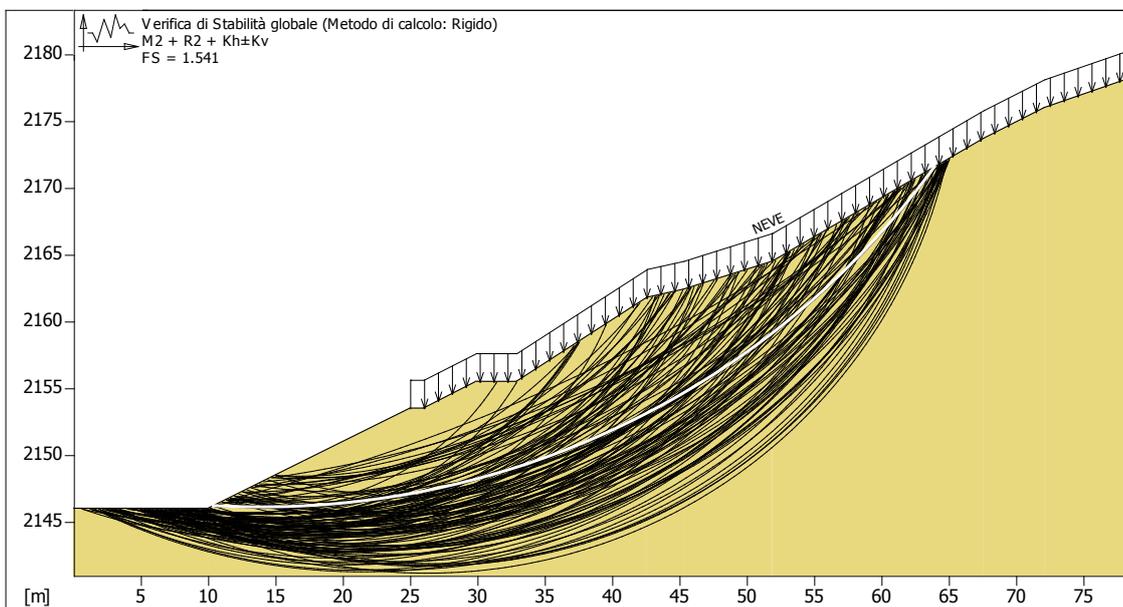
Ascissa.....[m] : Da = 25.00 To = 78.70

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²]...: Orizzontale..... = 0.36 Verticale..... = 0.18

VERIFICHE



MACCAFERRI MacStARS W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	Proposta: Bacino artificiale per innevamento programmato	Data: 03/10/2018
	Sezione: Lato dorsale Località: Piano del Mullero - Alagna Valsesia	Documento: 1 Mullero - LATO EST 1 - 2018

Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

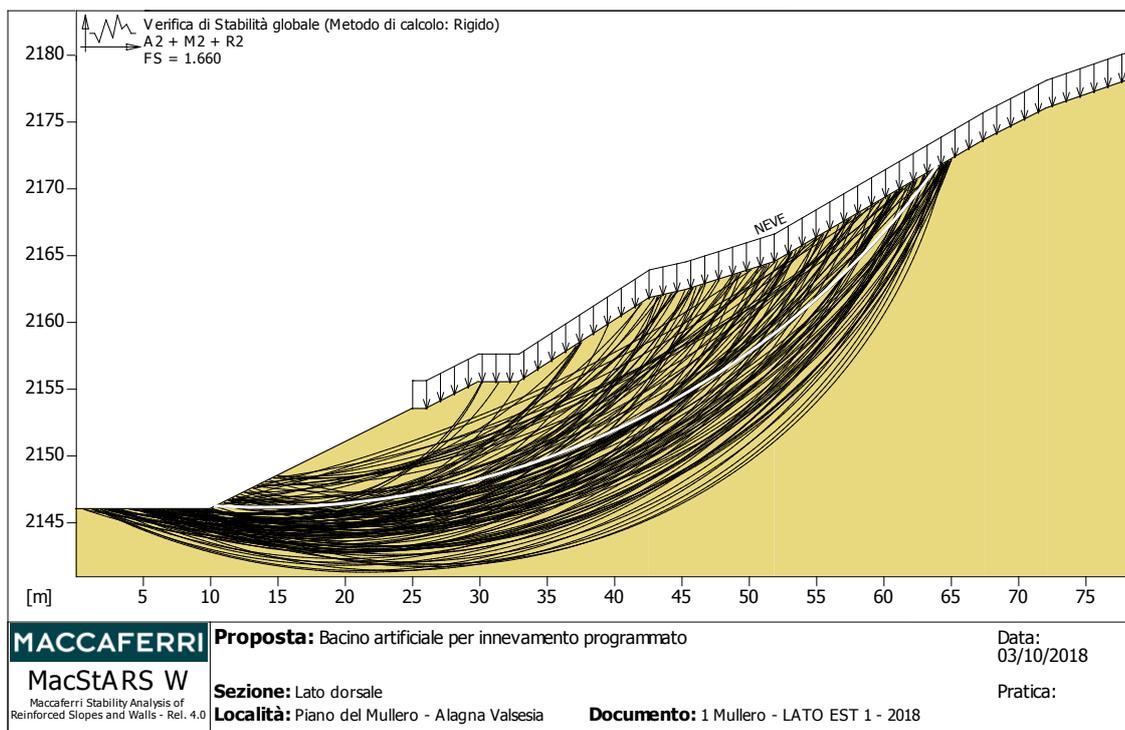
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.541

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	15.00	25.00	65.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....		50	
Numero totale superfici di prova.....		500	
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
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
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..... : 1.660

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	15.00	25.00	65.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....		50	
Numero totale superfici di prova.....		500	
Lunghezza segmenti delle superfici.....		[m]	0.50

Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

LATO EST – SEZIONE 2

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: A

Descrizione: a

Terreno : LIVELLO COMPATTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	2146.00	10.00	2146.00	25.00	2153.50	26.00	2153.50
29.90	2155.50	32.90	2155.50	42.60	2161.80	45.30	2162.40
51.90	2164.50	67.60	2173.70	72.10	2176.00	78.70	2178.30

CARICHI

Pressione : NEVE

Descrizione : Neve

Classe : Permanente - favorevole

Intensità.....[kN/m²].. = 10.00 Inclinazione.....[°].. = 0.00

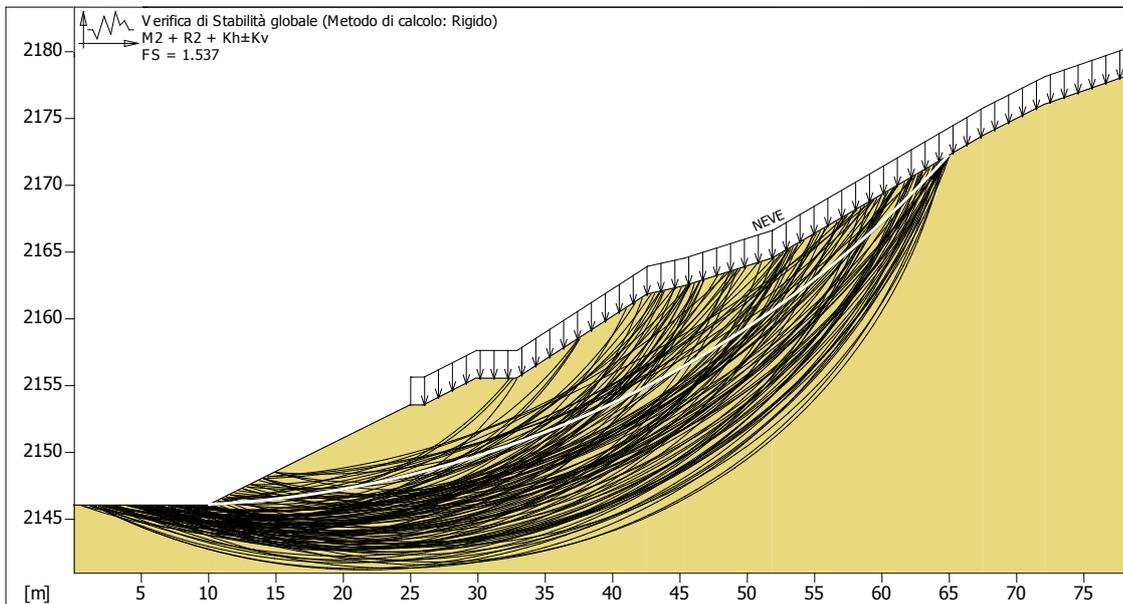
Ascissa.....[m] : Da = 25.00 To = 78.70

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²]...: Orizzontale..... = 0.36 Verticale..... = 0.18

VERIFICHE



<p>MACCAFERRI</p> <p>MacStARS W</p> <p>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p>Proposta: Bacino artificiale per innevamento programmato</p>	<p>Data:</p> <p>03/10/2018</p>
	<p>Sezione:</p> <p>Località: Piana del Mullero - Alagna Valsesia</p>	<p>Documento: 2 Mullero - LATO EST 2 - 2018</p>

Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

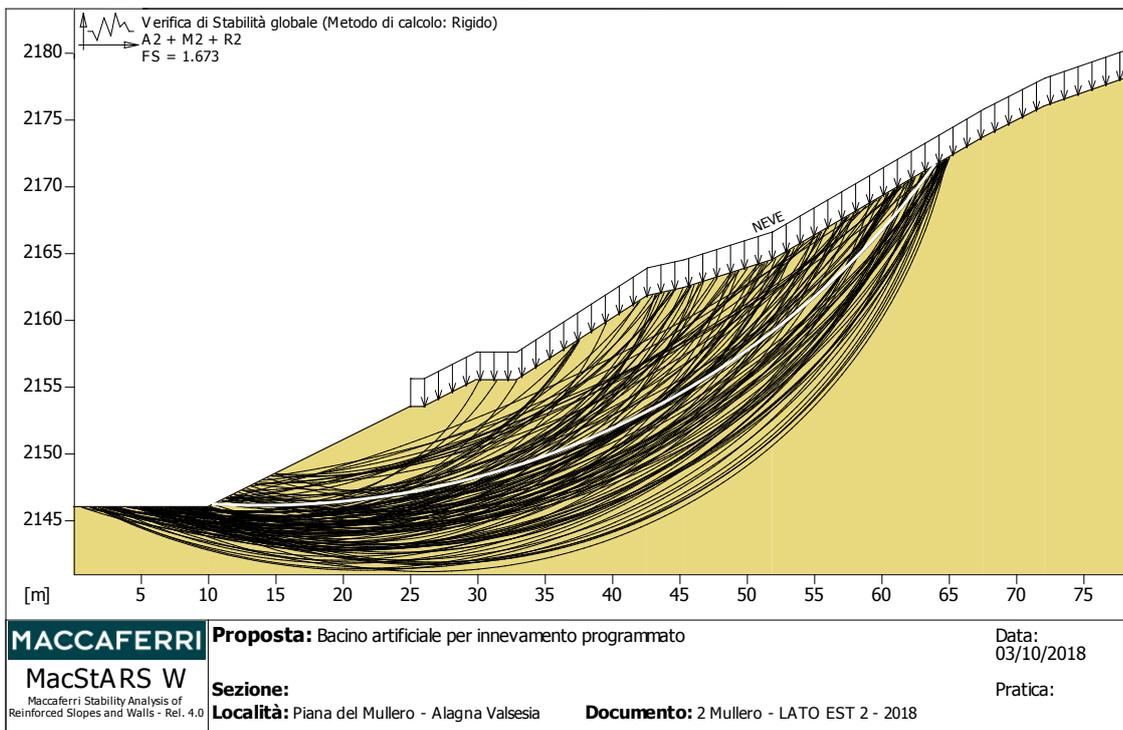
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.537

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	15.00	25.00	65.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....		50	
Numero totale superfici di prova.....		500	
Lunghezza segmenti delle superfici.....		[m]	1.00
Angolo limite orario.....		[°]	0.00
Angolo limite antiorario.....		[°]	0.00

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
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	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..... : 1.673

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	15.00	25.00	65.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....		50	
Numero totale superfici di prova.....		500	
Lunghezza segmenti delle superfici.....		[m]	0.50

Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
0.00	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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

LATO OVEST – SEZIONE 1

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: B

Descrizione: b

Terreno : RILEVATI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
20.00	2152.00	20.01	2153.50	25.50	2157.00	28.50	2157.00
32.25	2154.50	33.75	2153.50	34.75	2153.50		

Strato: C

Descrizione: Rilevato

Terreno : SUPERFICIALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
10.00	2152.00	34.75	2152.00				

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione: Falda

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
10.00	2152.00			20.00	2152.00		
27.00	2154.00			32.25	2154.50		
34.75	2154.50						

MURI IN GABBIONI

Muro : SCOGLIERA

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 2151.50
 Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: SCOGLIERA
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATI
 Terreno di copertura.....: RILEVATI
 Terreno di fondazione.....: SUPERFICIALE

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	1.50	2.00	0.00	0.00

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12 Diametro filo 2,7 [mm]
 Classe Pu : Pu

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
22.01	2153.50						

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : GEOGRIGLIA**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 1.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 21.00 Ordinata.....= 2154.00
 Inclinazione paramento.....[°].....: 56.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: RILEVATI
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATI
 Terreno di copertura.....: RILEVATI
 Terreno di fondazione.....: RILEVATI

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 6.00
 Interasse.....[m].....= 1.00
 Risvolto.....[m].....= 0.10

Blocco : SUPERIORE

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 9.00 Altezza.....= 2.00
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da GEOGRIGLIA
 Inclinazione paramento.....[°].....: 56.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: RILEVATI
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATI
 Terreno di copertura.....: RILEVATI
 Terreno di fondazione.....: RILEVATI

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 9.00
 Interasse.....[m].....= 1.00
 Risvolto.....[m].....= 0.10

CARICHI**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.36 Verticale.....= 0.18

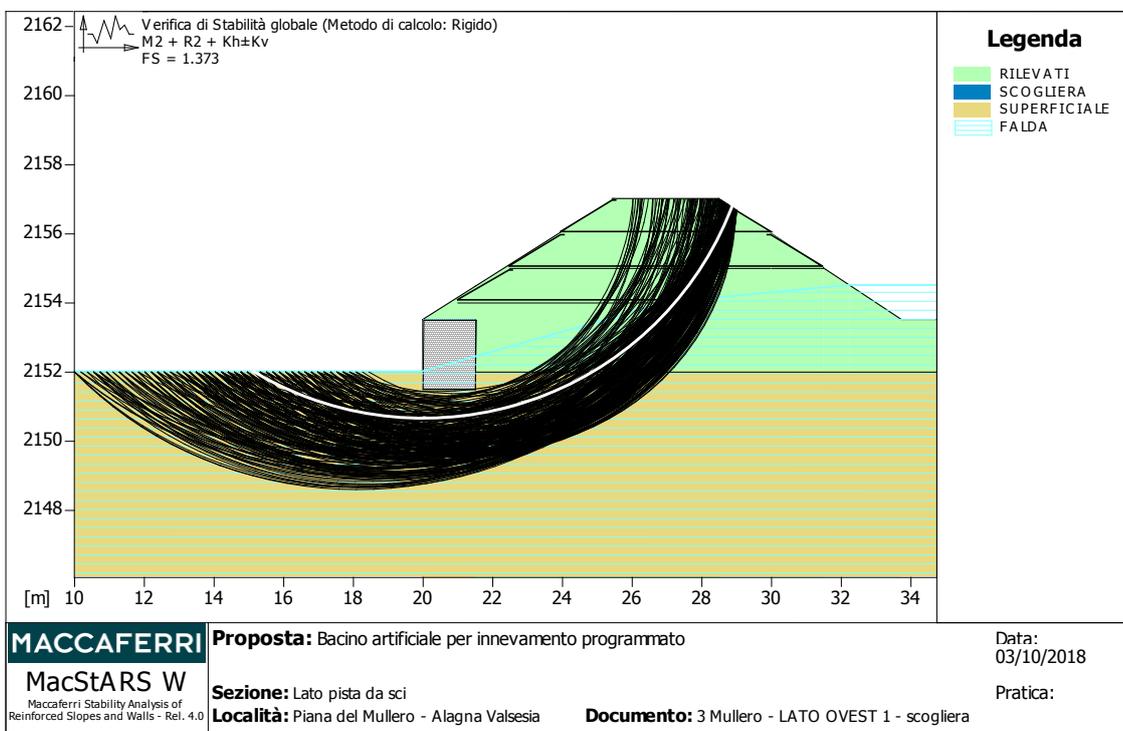
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale Tr.....[kN/m].....: 50.00
 Rapporto di Scorrimento plastico.....: 0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN]	: 1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m]	: 556.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]	: 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		: 1.54
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		: 1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		: 1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		: 1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		: 0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		: 0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		: 0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		: 0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		: 0.40

VERIFICHE



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.....: 1.373

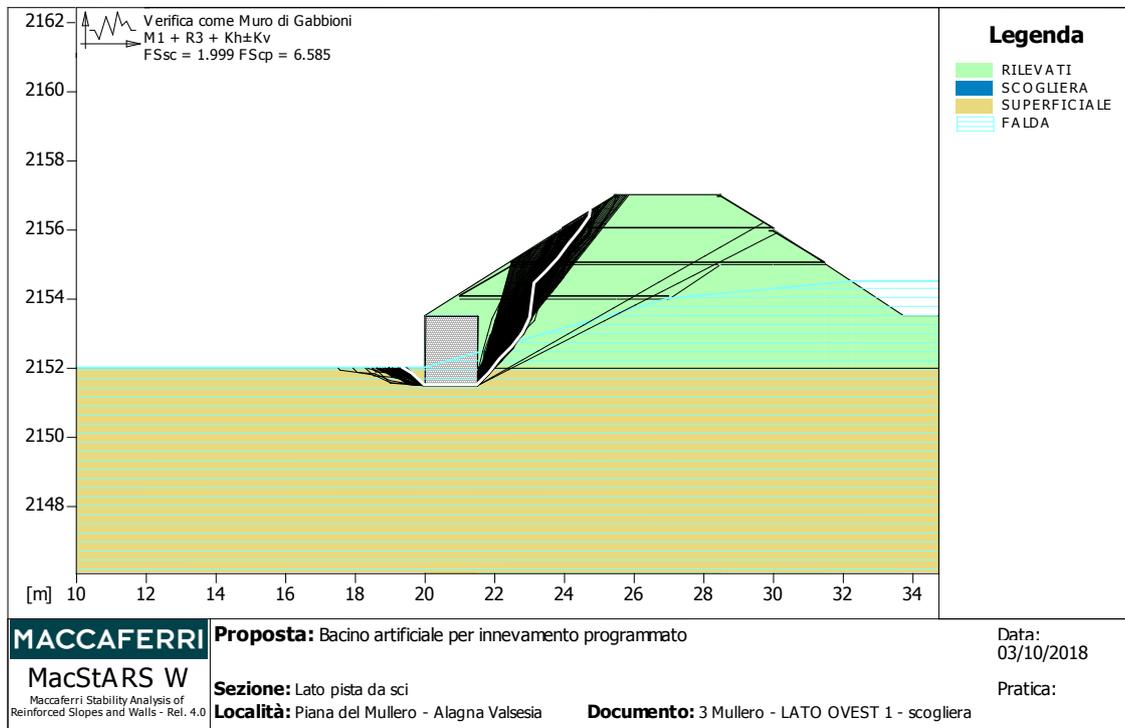
Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	19.00	26.00	29.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	: 50		
Numero totale superfici di prova.....	: 500		
Lunghezza segmenti delle superfici.....	[m]	: 0.50	
Angolo limite orario.....	[°]	: 0.00	
Angolo limite antiorario.....	[°]	: 0.00	

Blocco : SUPERIORE
Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	90.5	32.9	1.52	2.75
1.000	50.0	15.9	15.9	3.14	1.00

Fattore	Classe
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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : SCOGLIERA

Forza Stabilizzante[kN/m]: 71.41

Forza Instabilizzante[kN/m]: 32.47

Classe scorrimento: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 1.999

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima[kN/m²]: 645.47

Pressione media agente[kN/m²]: 70.02

Classe pressione: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante: 6.585

Fondazione equivalente[m]: 1.36

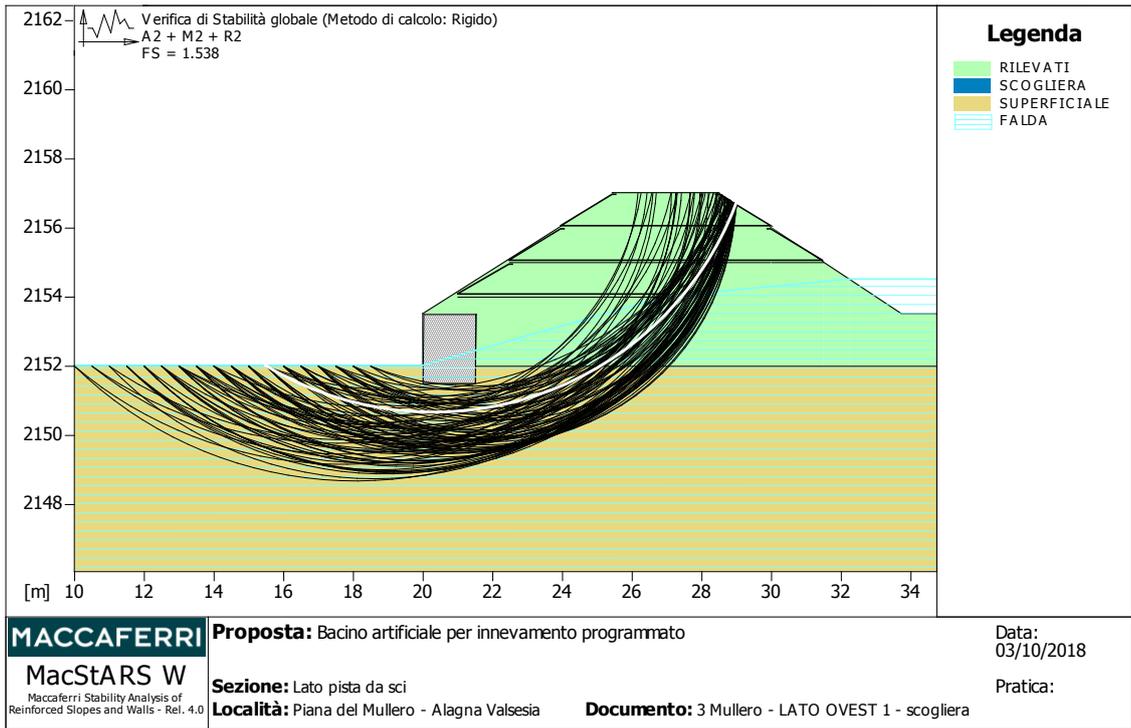
Eccentricità forza normale[m]: 0.07

Braccio momento[m]: 1.64

Forza normale[kN]: 89.80

Pressione estremo di valle [kN/m²] : 76.88
 Pressione estremo di monte [kN/m²] : 42.85

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante



MACCAFERRI **Proposta:** Bacino artificiale per innevamento programmato Data: 03/10/2018
MacStARS W **Sezione:** Lato pista da sci Pratica:
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0 **Località:** Piana del Mullero - Aagna Valsesia **Documento:** 3 Mullero - LATO OVEST 1 - scogliera

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 : 1.538

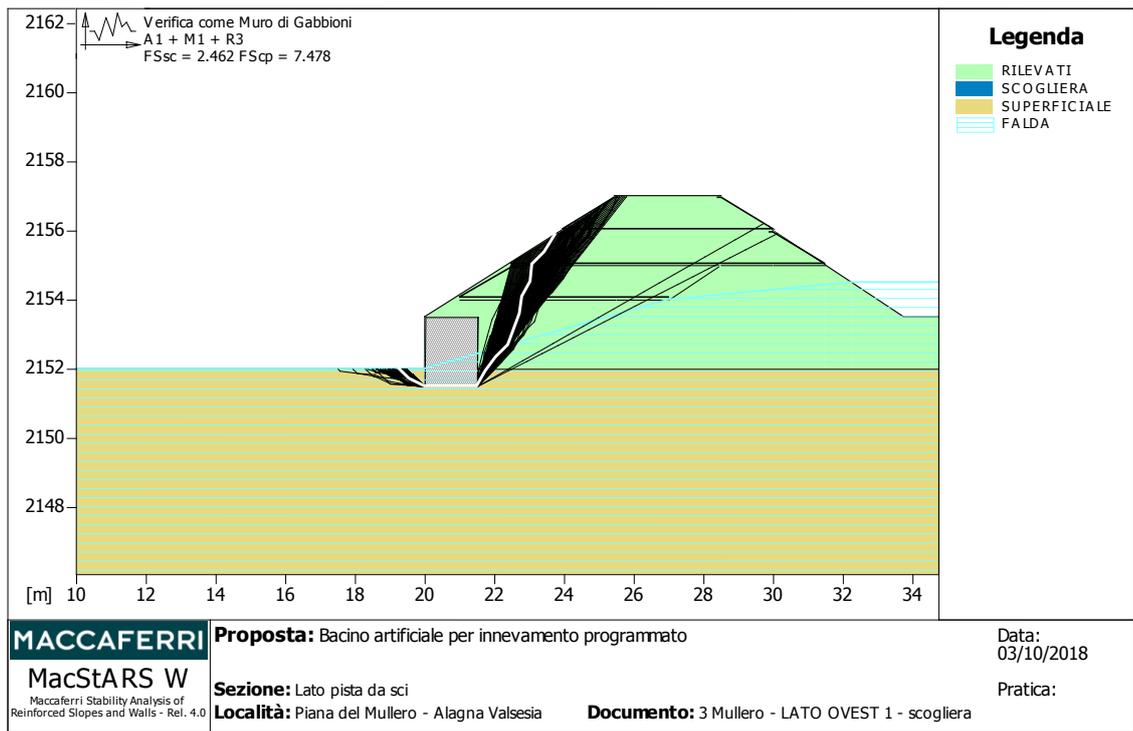
Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	19.00	26.00	29.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		19	
Numero totale superfici di prova..... :		190	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m] :		0.50	
Angolo limite orario..... [°] :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°] :		0.00	

Blocco : SUPERIORE Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	82.7	32.9	1.52	2.51
1.000	50.0	12.6	12.6	3.97	1.00

Fattore	Classe
0.00	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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : SCOGLIERA

Forza Stabilizzante [kN/m] : 70.71

Forza Instabilizzante [kN/m] : 26.10

Classe scorrimento : Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento : 2.462

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima [kN/m²] : 684.26

Pressione media agente [kN/m²] : 65.36

Classe pressione : Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante : 7.478

Fondazione equivalente [m] : 1.41

Eccentricità forza normale [m] : 0.04

Braccio momento [m] : 1.77

Forza normale [kN] : 88.78

Pressione estremo di valle [kN/m²] : 69.83

Pressione estremo di monte [kN/m²] : 48.54

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante

LATO OVEST – SEZIONE 2

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: A

Descrizione: Rilevati

Terreno : RILEVATI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
17.64	2152.00	25.50	2157.00	28.50	2157.00	34.56	2153.50
35.56	2153.50						

Strato: B

Descrizione: b

Terreno : TERRENO IN POSTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
10.00	2152.00	35.56	2152.00				

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione: Falda

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
10.00	2152.00	2152.00		17.64	2152.00	2152.00	
23.00	2153.50	2152.00		30.50	2154.50	2152.00	
33.00	2154.50	2152.00		35.56	2154.50	2152.00	

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : GEOGRIGLIA INFERIORE

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 6.00 Altezza.....= 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 18.00 Ordinata.....= 2152.00
 Inclinazione paramento...[°].....: 56.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: RILEVATI
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATI
 Terreno di copertura.....: RILEVATI
 Terreno di fondazione.....: RILEVATI

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 6.00
 Interasse.....[m].....= 1.00
 Risvolto.....[m].....= 0.10

Blocco : GEOGRIGLIA SUPERIORE

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 9.20 Altezza.....= 2.00
 Arretramento.....[m].....= 0.00 da GEOGRIGLIA INFERIORE
 Inclinazione paramento...[°].....: 56.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: RILEVATI
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATI

Terreno di copertura..... : RILEVATI
Terreno di fondazione..... : RILEVATI

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m]..... = 9.00

Interasse.....[m]..... = 1.00

Risolto.....[m]..... = 0.10

CARICHI**Sisma :**

Classe : Sisma

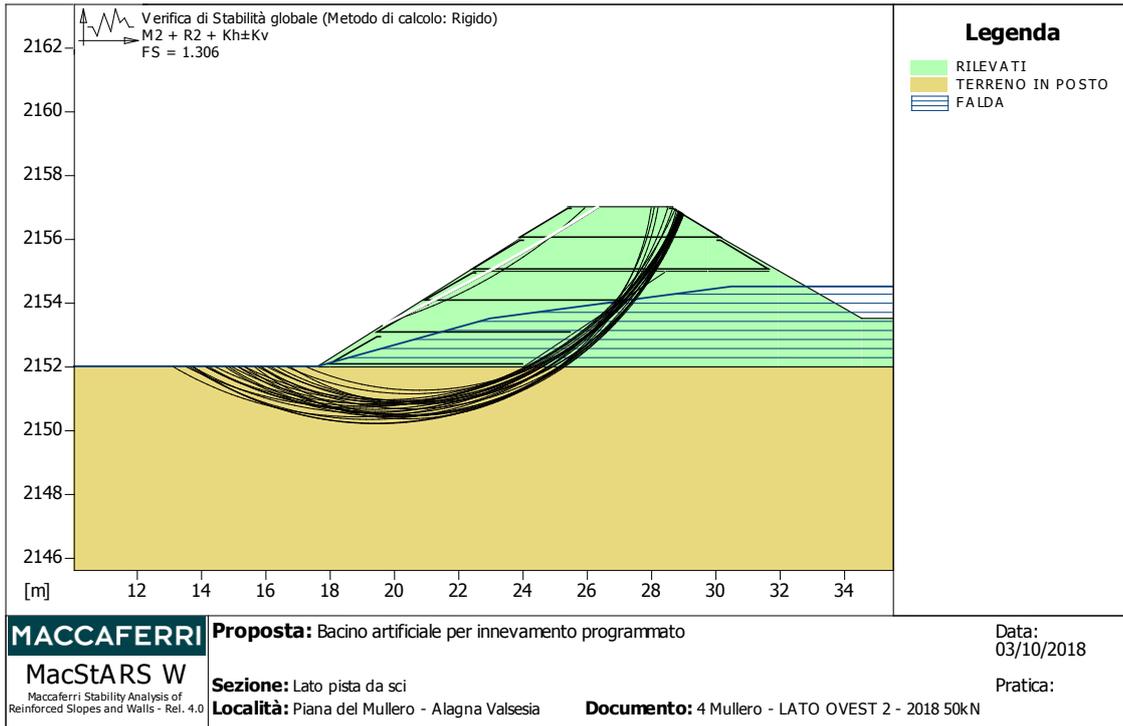
Accelerazione.....[m/s²]...: Orizzontale..... = 0.36 Verticale..... = 0.18

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	556.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.54
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla		0.40

VERIFICHE



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.....: 1.306

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	20.00	25.50	29.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 100			
Numero totale superfici di prova.....: 1000			
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.20			
Angolo limite orario..... [°].....: 0.00			
Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00			

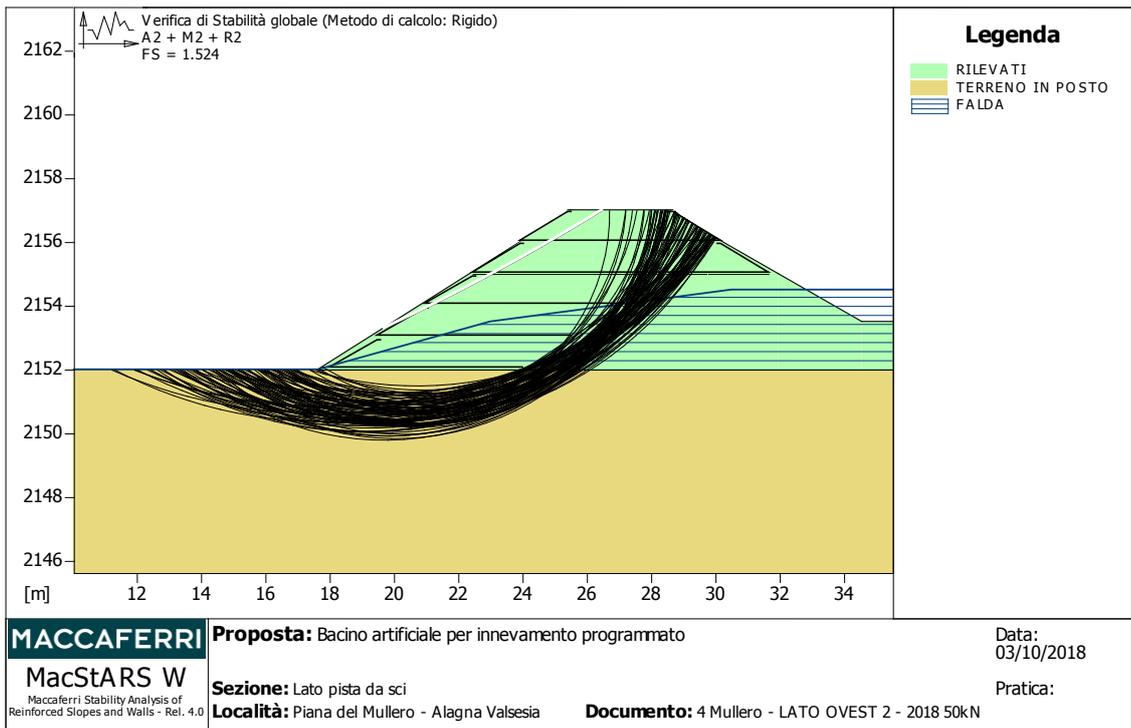
Blocco : GEOGRIGLIA INFERIORE
Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
2.000	50.0	0.4	0.4	125.00	1.00

Blocco : GEOGRIGLIA SUPERIORE
Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	2.0	2.0	25.00	1.00
1.000	50.0	3.3	3.3	15.15	1.00

Fattore	Classe
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	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..... : 1.524

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	20.00	26.00	30.00
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 : GEOGRIGLIA INFERIORE Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
2.000	50.0	0.4	0.4	125.00	1.00

Blocco : GEOGRIGLIA SUPERIORE
Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	2.2	2.2	22.73	1.00
1.000	50.0	3.9	3.9	12.82	1.00

Fattore	Classe
0.00	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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: A

Descrizione: Rilevati

Terreno : RIPORTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
28.00	2137.50	47.40	2144.50	81.00	2155.50	84.00	2155.50
87.00	2153.50	88.00	2153.50	103.00	2146.00		

Strato: B

Descrizione: b

Terreno : LIVELLO COMPATTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	2128.60	15.00	2132.50	28.00	2137.50	48.00	2142.10
64.90	2143.00	90.70	2148.10	94.30	2145.50	98.40	2145.50

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione: Falda

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	2128.60			15.00	2132.50		
86.00	2154.50			103.00	2154.50		

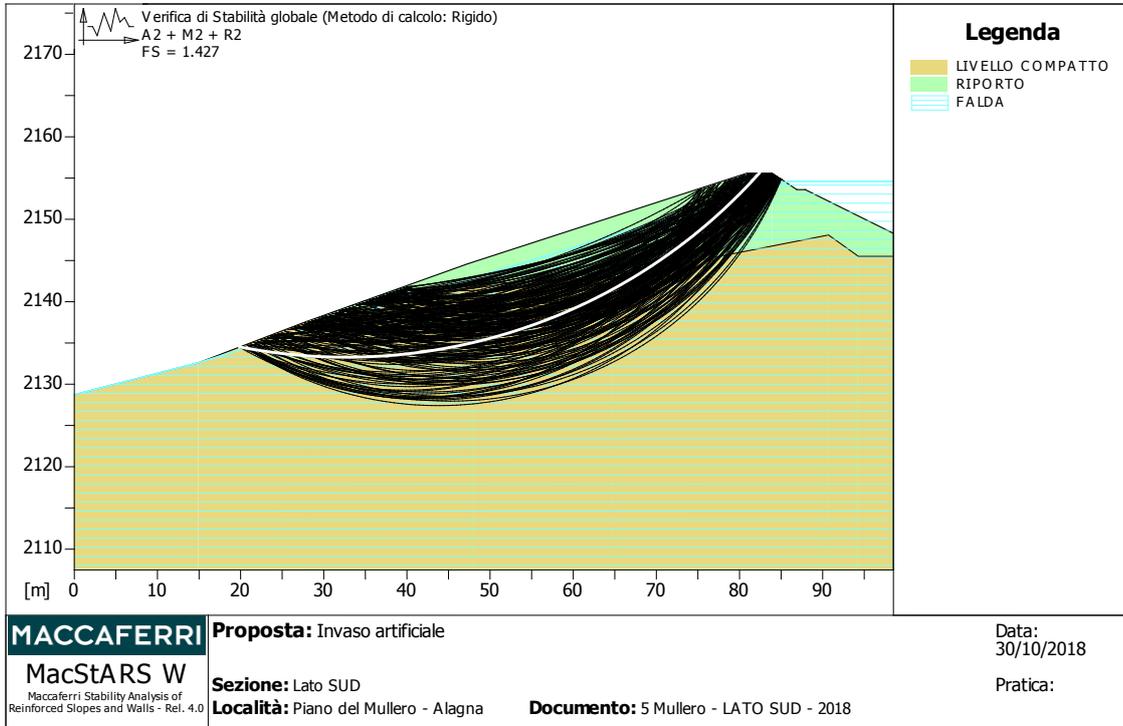
CARICHI

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²]...: Orizzontale.....= 0.36 Verticale.....= 0.18

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

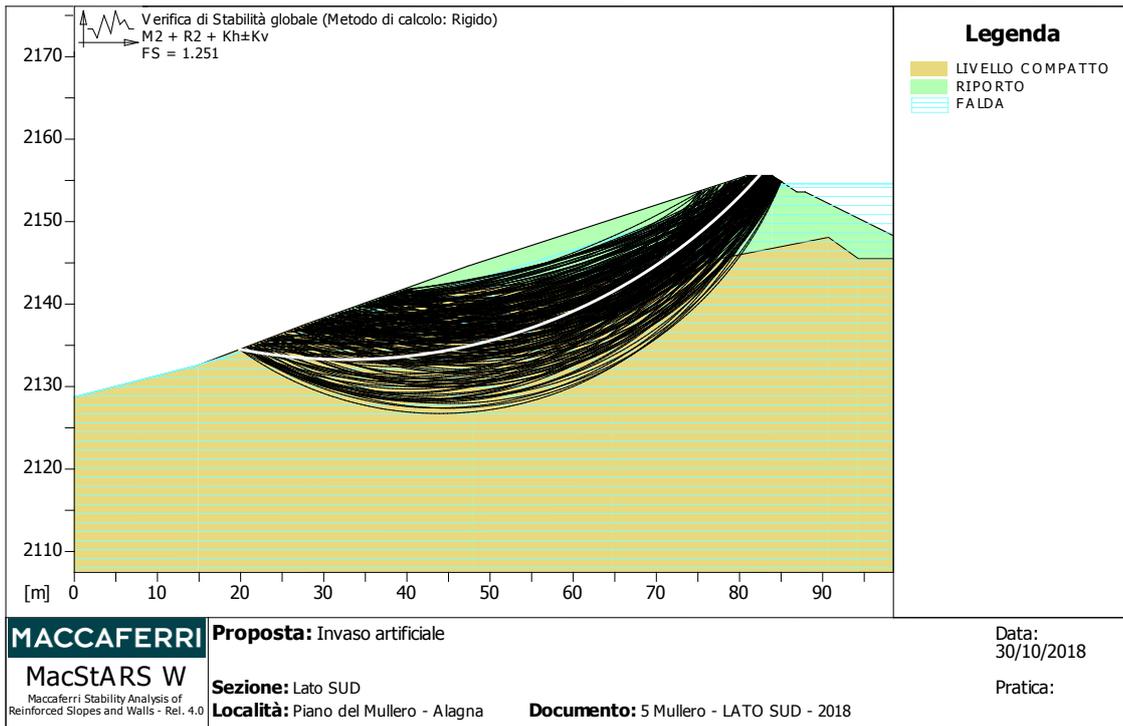
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.427

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
20.00	40.00	75.00	85.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
0.00	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	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 : 1.251

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
20.00	40.00	75.00	85.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

LATO INTERNO

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: RIL

Descrizione: RIL

Terreno : RILEVATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
17.00	2152.00	20.00	2153.50	21.00	2153.50	27.06	2157.00
30.06	2157.00	37.56	2152.00				

Strato: SUBSTRATO

Descrizione: Substrato

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	2146.00	5.00	2146.00	17.00	2152.00	37.92	2152.00
40.00	2152.00						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : GEORETE

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 3.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 37.50 Ordinata..... = 2152.00
 Inclinazione paramento...[°].....: 56.31

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: RILEVATO
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATO
 Terreno di copertura.....: RILEVATO
 Terreno di fondazione.....: RILEVATO

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m]..... = 6.00
 Interasse.....[m]..... = 1.00
 Risvolto.....[m]..... = 0.10

Blocco : SUPERIORE

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 9.00 Altezza..... = 2.00
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da GEORETE
 Inclinazione paramento...[°].....: 56.31

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: RILEVATO
 Terreno di riempimento a tergo.....: RILEVATO
 Terreno di copertura.....: RILEVATO
 Terreno di fondazione.....: RILEVATO

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 9.00

Interasse.....[m].....= 1.00

Risolto.....[m].....= 0.10

CARICHI**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²]...: Orizzontale.....= 0.36 Verticale.....= 0.18**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale Tr[kN/m].....: 50.00

Rapporto di Scorrimento plastico.....: 0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m³/kN].....: 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m].....: 556.00

Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....: 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....: 1.54

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....: 1.52

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....: 1.52

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....: 1.52

Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....: 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....: 0.16

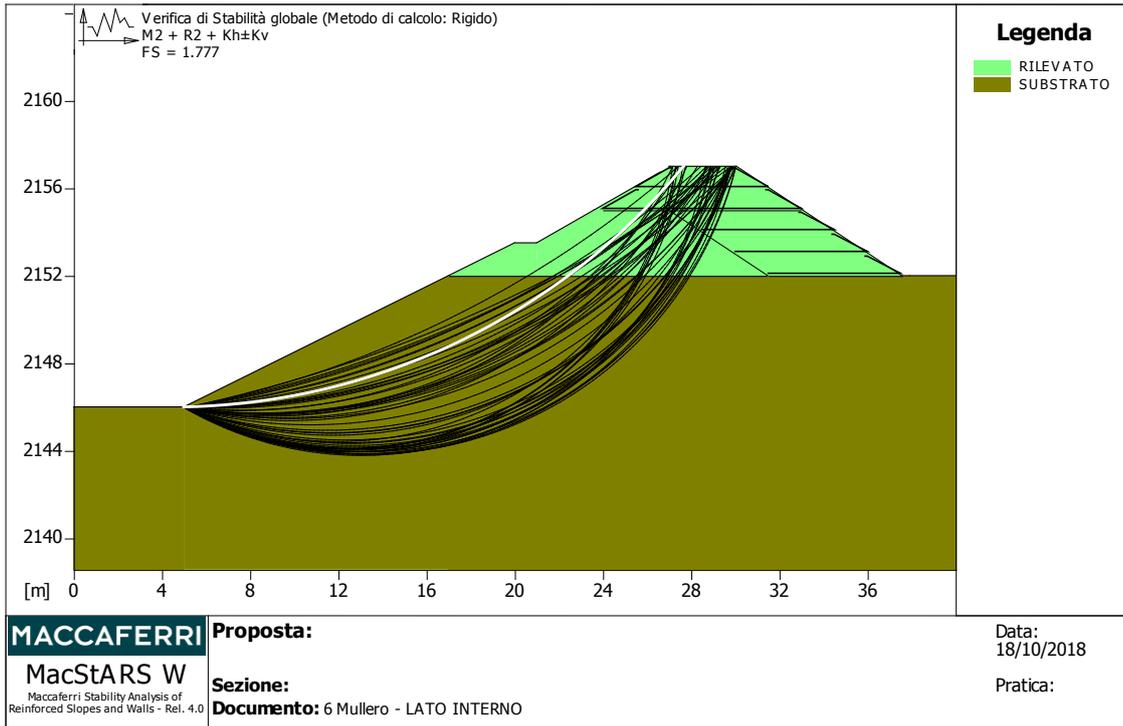
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....: 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....: 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....: 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....: 0.40

VERIFICHE



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.....: 1.777

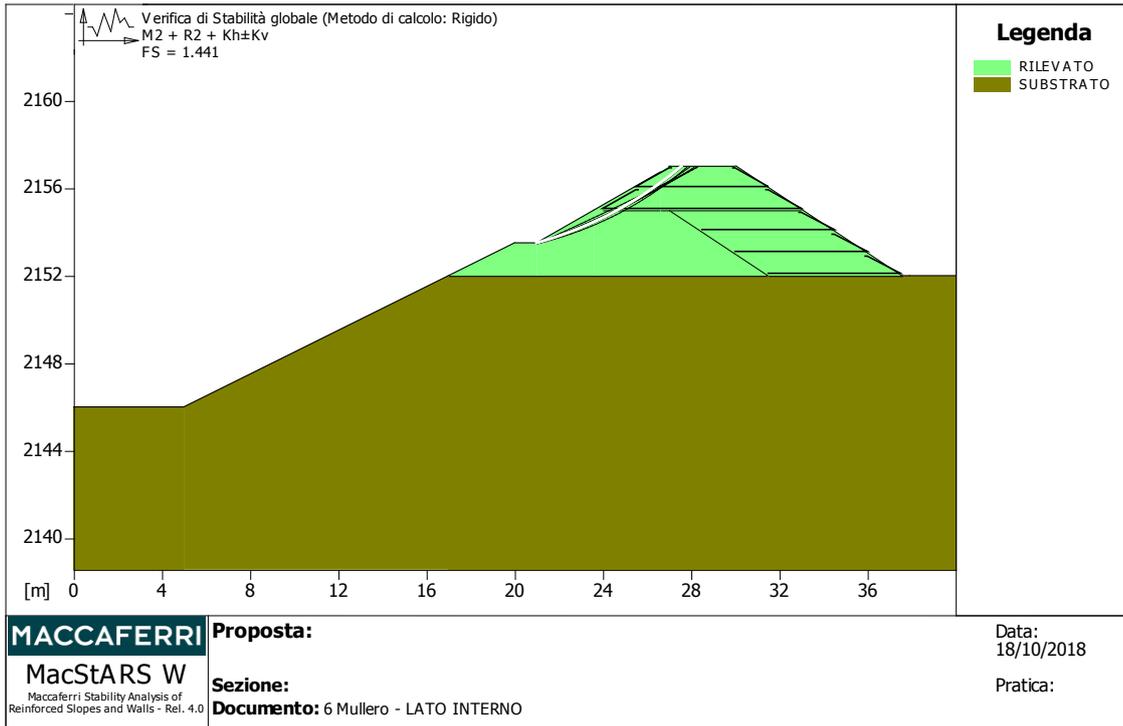
Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	5.00	27.00	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1			
Numero totale superfici di prova.....: 101			
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.20			
Angolo limite orario..... [°].....: 0.00			
Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00			

Blocco : SUPERIORE
Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	22.8	22.8	2.19	1.00
1.000	50.0	9.6	9.6	5.21	1.00

Fattore	Classe
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	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

La verifica è stata effettuata senza falda

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca di superfici circolari critiche col metodo di Janbu

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.441

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
21.00	21.00	27.50	30.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		5	
Numero totale superfici di prova.....:		200	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.20	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Blocco : SUPERIORE Linear Composites - ParaGrid - 50

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	4.8	4.8	10.42	1.00
1.000	50.0	3.7	3.7	13.51	1.00

Fattore	Classe
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	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

ALLEGATO C – STENDIMENTI SISMICI

Regione PIEMONTE Provincia di VERCELLI
Comune di ALAGNA VALSESIA

**INDAGINI SISMICHE
LOCALITA' MULLERO**



RELAZIONE

DATA:

OTTOBRE 2017

Dott. Geologo **MASSIMO BIASETTI**



Studio Associato **TERRI TORIUM**

dott. geologo Massimo BIASETTI *dott. forestale* Claudia FIAMMENGIO *dott. geologo* Barbara LOI *dott. forestale* Corrado PANELLI
TRIVERO (13835) Centro Zegna, via Guglielmo Marconi n. 32/a – Tel. 015.75024- C.F e P.IVA: 02090860020

INDAGINI SISMICHE LOCALITA' MULLERO - ALAGNA VALSESIA

PREMESSA

Su incarico della società Monterosa 2000 S.p.a., è stata svolta una campagna di indagini geofisiche atte a definire le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo in località Mullero, Comune di Alagna Valsesia, in previsione della realizzazione di un laghetto artificiale di stoccaggio idrico per l'innevamento artificiale.

DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

Presso località Mullero, nel settore sub pianeggiante identificabile ad una quota di circa 2150 m s.l.m. , immediatamente ad est della pista da sci, sono stati eseguiti 3 stendimenti sismici.



Fig. 1: stendimenti sismici

I tre stendimenti sismici sono stati realizzati mediante il posizionamento di 24 geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz, l'acquisizione è avvenuta tramite sismografo Echo 24/2002 Ambrogeo a 24 canali:

- stendimento A:

distanza intergeofonica di 3 m

direzione circa ovest est

- stendimenti B e C:

distanza intergeofonica di 5 m

direzione nord-est sud-ovest

distanza tra i due stendimenti circa 20 m

Lungo i 3 stendimenti sono stati raccolti i dati relativi ai tempi di arrivo delle onde P ai geofoni a seguito di una serie di battute effettuate lungo le linee, a partire dai vertici, fino a raggiungere quelli opposti. I dati sono stati elaborati al fine di definire la stratigrafia del sottosuolo mediante la tecnica della sismica a rifrazione.

Lungo gli stendimenti B e C sono stati anche raccolti dati relativi alle onde di Rayleigh per definire le caratteristiche del sottosuolo mediante la tecnica MASW. L'analisi di queste onde superficiali ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro Vs30.

INTERPRETAZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

Analizzando i tempi di arrivo delle onde P lungo gli stendenti, mediante la tecnica della sismica a rifrazione, è stato possibile definire le caratteristiche stratigrafiche del sito in esame.

Come evidenziato dalle immagini sotto riportate, in corrispondenza dello stendimento A, si evidenzia la presenza di un primo livello di sottosuolo, dello spessore compreso tra 3 e 7 m, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P comprese tra 370 e 700 m/s.

Analizzando con dettaglio i risultati ottenuti, a fronte anche della morfologia dell'area, in corrispondenza dei margini occidentale dello stendimento, le velocità di propagazione delle onde P più basse sono riconducibili alla presenza di depositi fini di origine lacustre.

Nei settori centrale ed orientale dello stendimento, dove si identifica anche un cambio morfologico, il livello più superficiale del terreno è caratterizzato da velocità di propagazione delle

onde P dell'ordine di 450÷700 m/s, riconducibili ad un terreno mediamente compatto, a pezzatura eterogenea, probabilmente accumuli di frana o depositi glaciali.

Le caratteristiche del sottosuolo cambiano ad una profondità di circa 5÷7 m, dove si rileva un netto aumento delle velocità di propagazione delle onde P, indicativo della presenza di un terreno compatto, presumibilmente il substrato roccioso estremamente fratturato e/o alterato.

Gli stendimenti B e C mostrano una stratigrafia simile tra loro, caratterizzata dalla presenza di un primo livello di terreno, caratterizzata da velocità di propagazione delle onde P dell'ordine di 450 m/s. Lo spessore di questo livello superficiale varia da 4 m, a monte, fino a circa 15 m, a valle. Le velocità di propagazione delle onde P indicano la presenza di un terreno mediamente compatto, riconducibile a terreni di copertura di origine glaciale (morene) o gravitativa (accumuli di frana). In entrambi gli stendenti, al di sotto del primo livello sopra descritto, si riscontra la presenza di un livello caratterizzato da velocità di propagazione delle onde P alte dell'ordine di 1300 m/s assimilabili, come nello stendimento A, ad un terreno compatto, presumibilmente il substrato roccioso molto fratturato e/o alterato.

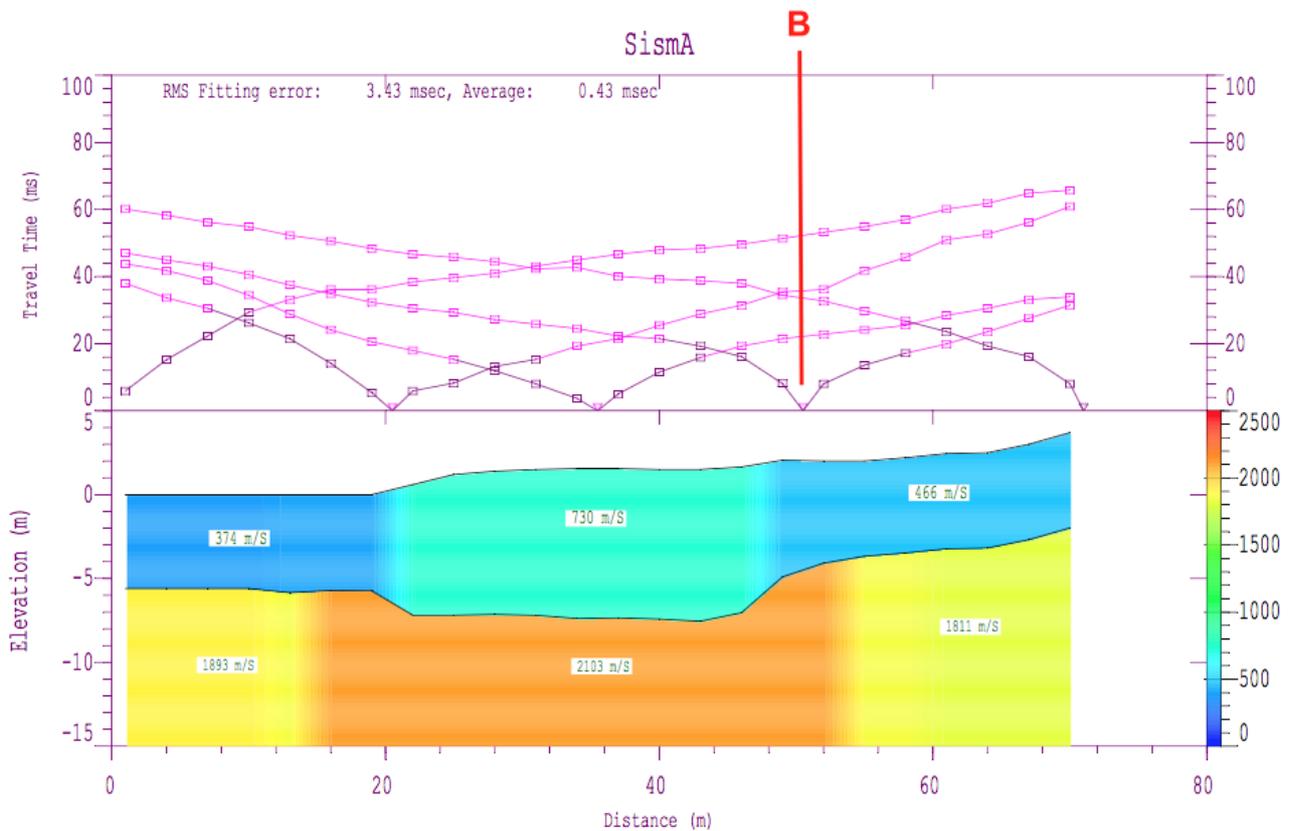


Fig. 2: profilo sismico stendimento A

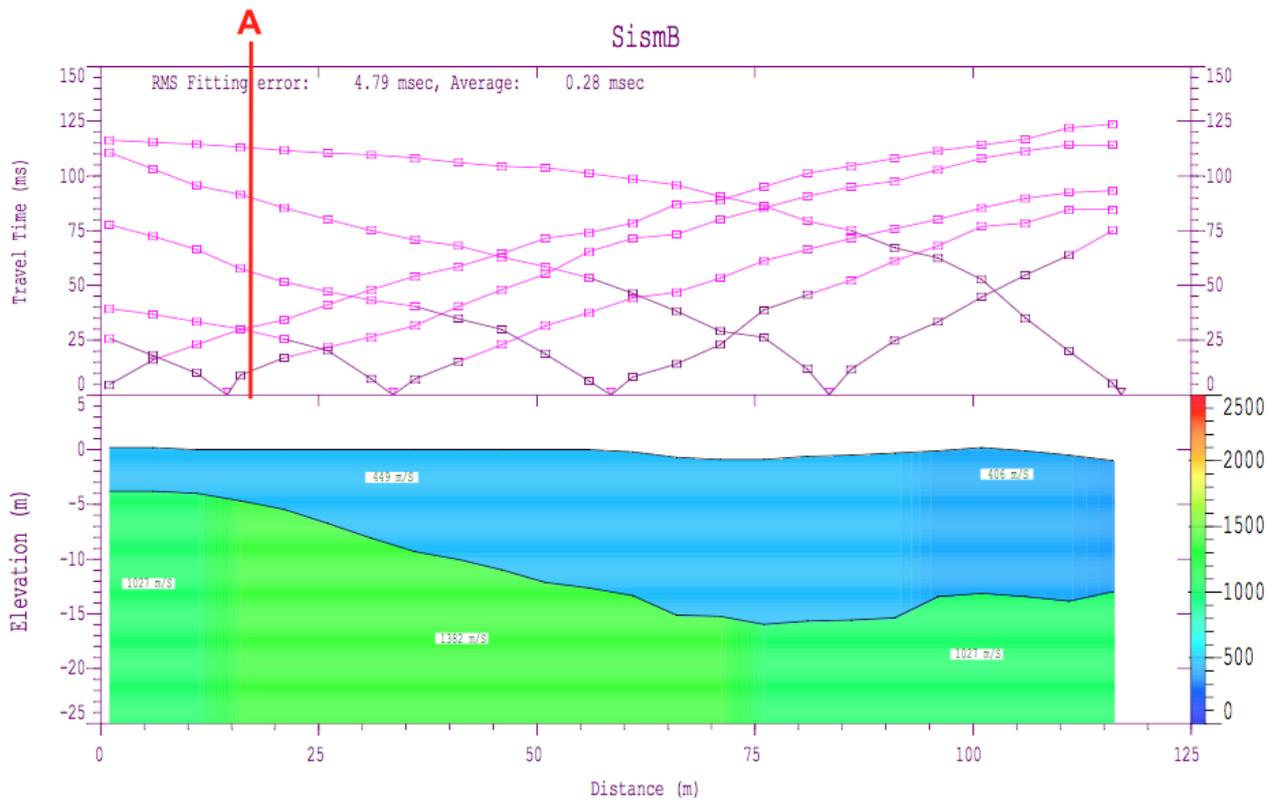


Fig. 3: profilo sismico stendimento B

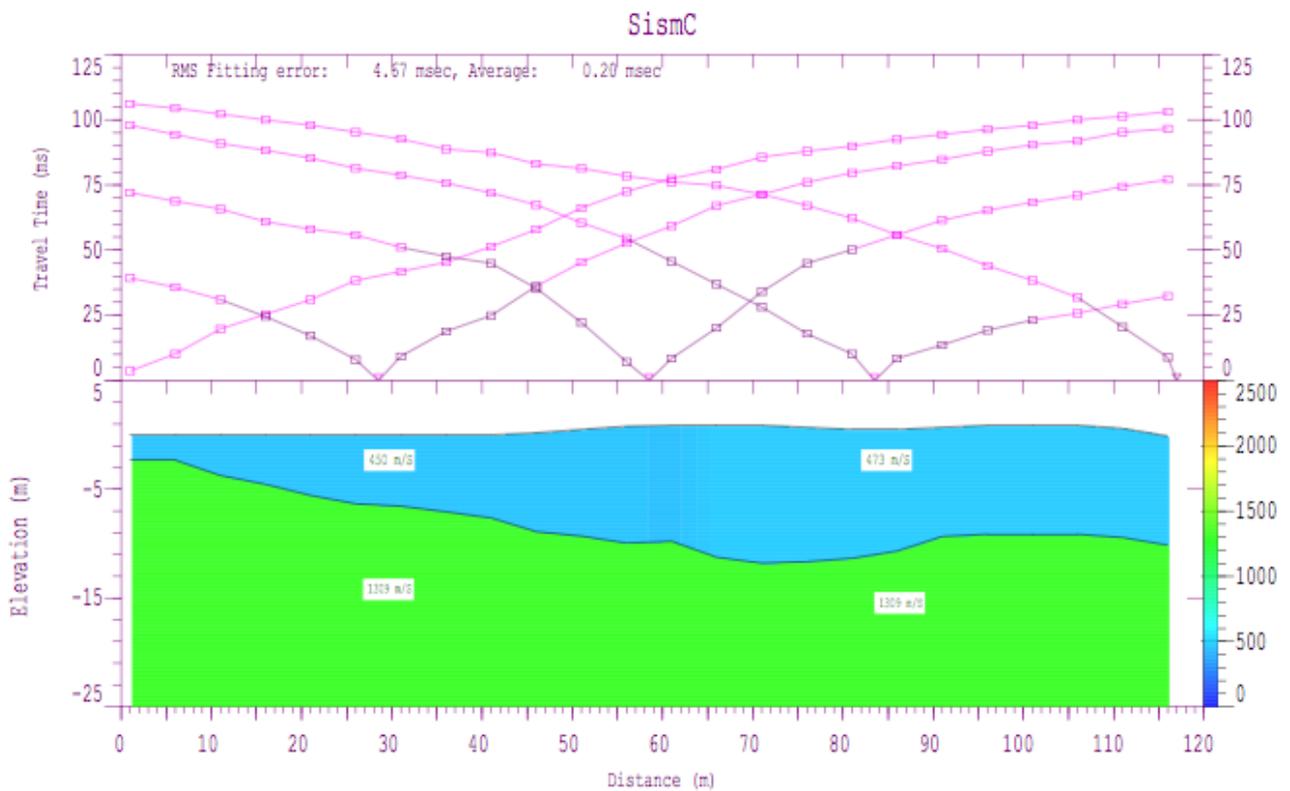


Fig. 4: profilo sismico stendimento C

INTERPRETAZIONE PROVE SISMICHE MASW

I dati acquisiti lungo gli stendimenti B e C sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS). Nei dataset si evidenziano tracce del modo fondamentale e tracce dei modi superiori.

Stendimento B

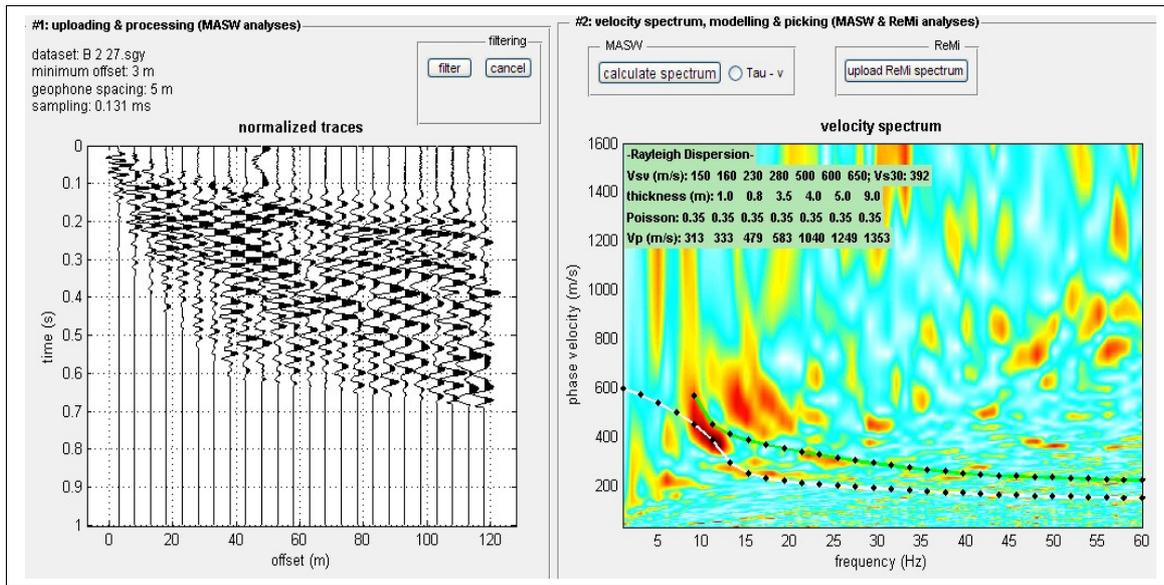


Fig. 5: dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

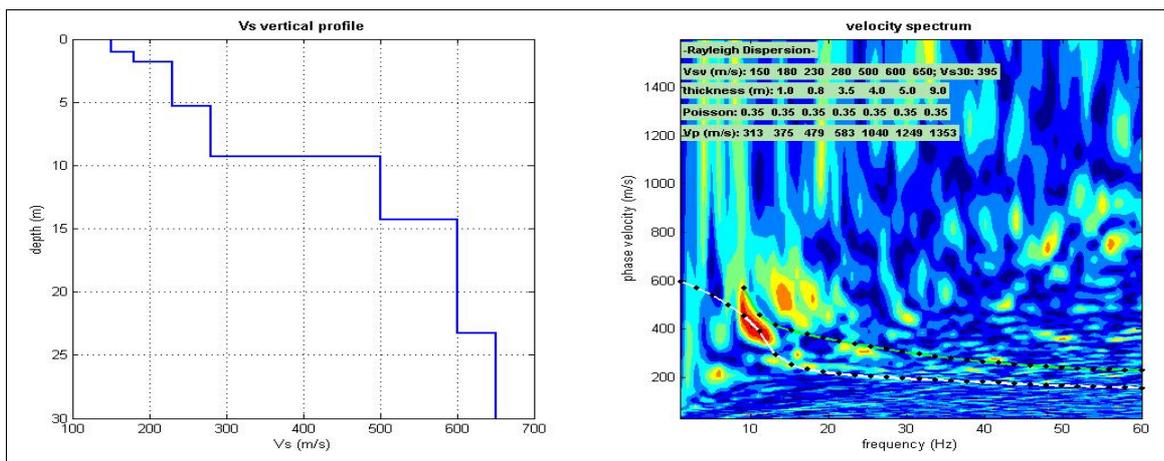


Fig. 6: profilo verticale Vs e spettro delle velocità

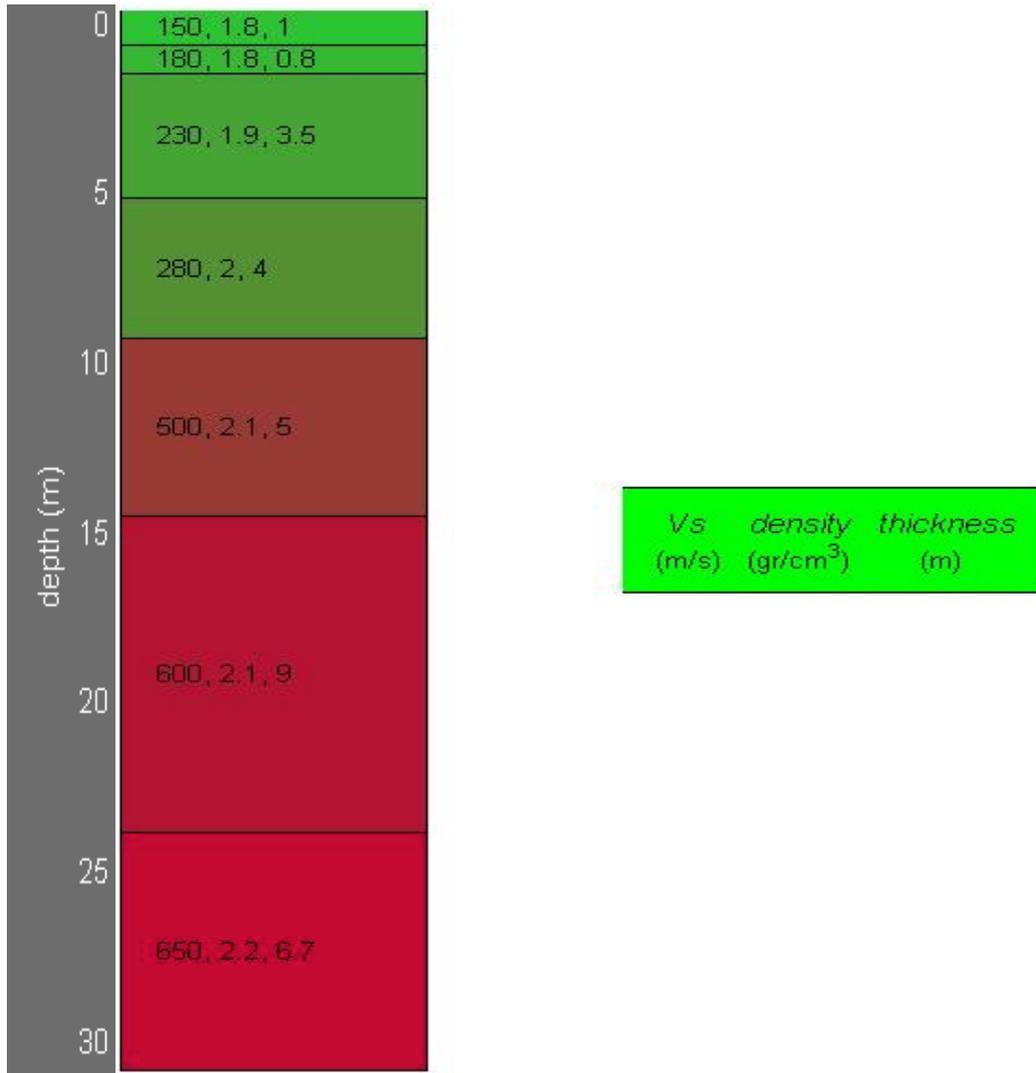


Fig. 7: stratigrafia.

Stendimento C

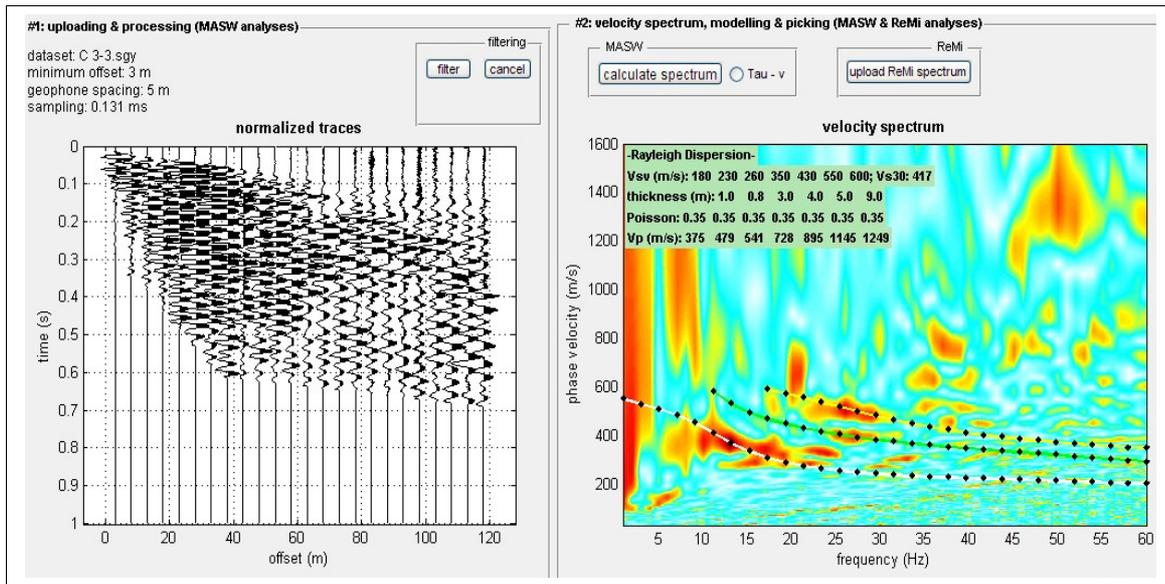


Fig. 8: dati di campagna (sinistra) e spettro di velocità calcolato (destra)

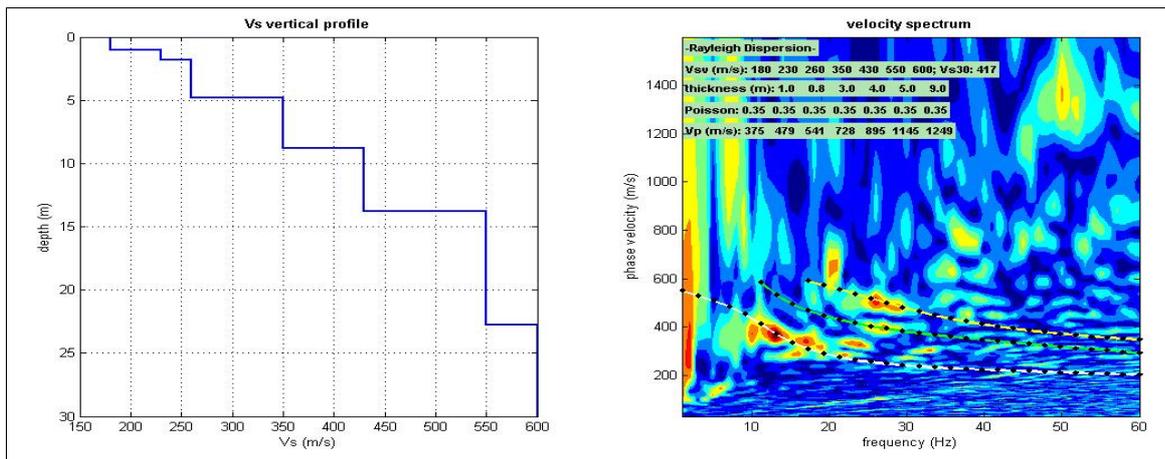


Fig. 9: profilo verticale Vs e spettro delle velocità

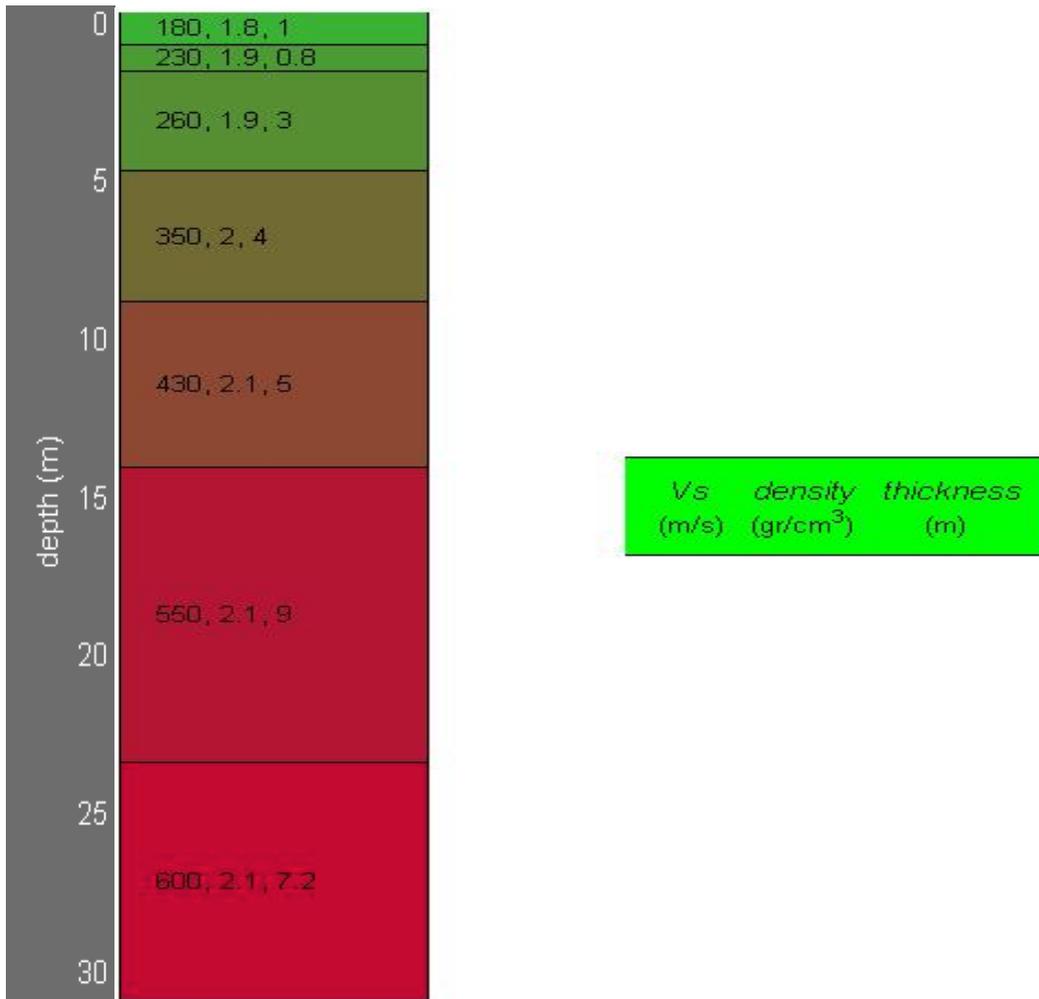


Fig. 10: stratigrafia.

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008, ex DM 14/09/2005) entrambe le prove sismiche MASW, che hanno evidenziato delle Vs30 di 395 m/s (stendimento B) e di 417 m/s (stendimento C), collocano il sottosuolo nella categoria B.

Si specifica che le stratigrafie risultanti dalle prove MASW rappresentano una stratigrafia media dello stendimento.

CONCLUSIONI

Le indagini sismiche hanno permesso di definire l’assetto stratigrafico dell’area indagata, caratterizzato da un livello superficiale di terreno detritico di copertura assimilabile a depositi glaciali e/o ad accumuli di frana, dello spessore variabile da 4 a 15 m. Al di sotto dei terreni di copertura si riscontra la presenza di un terreno estremamente compatto, assimilabile ad un substrato roccioso molto fratturato e/o alterato.

Ottobre 2017

ALLEGATO D – STRATIGRAFIE SONDAGGI



Via Giovanni Agnelli, 71 - 10022 Carmagnola (To)
Tel. 0119724411 r.a. - Fax 0119771889
http://www.abrate.it - E-mail: info@abrate.it

Committente	Monterosa 2000 s.p.a.	
Cantiere	Pianalunga	
Localita'	Alagna Valsesia (VC)	
Perforazione iniziata il	19/07/2004	Terminata il 20/07/2004
Dep. cassette	magazzino Monterosa	Scala 1:75

SONDAGGIO	FOGLIO
1	1
Il compilatore dott. A. Cantù	

profondita' dal p.c. (m)	potenza dello strato	sezione stratigrafica	descrizione litologica	livello stab. della falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	RQD (%)	piezometro tipo a tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni ind. Shelby	campioni rimaneggiati	permeabilità (cm/s)
0.20	0.20		Terreno di copertura vegetale.	falda non rilevata	carotaggio continuo diam. 131 mm sempl. e/o T6 diamante	127 mm	90 - 100 %				3.00 10-10-14					
1.40	1.20		Sabbia medio-grossolana limosa con subordinati clasti e frammenti rocciosi minuti (max. 1-2 cm ca.), intensa ossidazione ed alterazione, moderatamente addensata, colore nocciola-ocraceo.													
2.00	0.60		Blocco di gneiss litoide.													
3.70	1.70		Frammenti e clasti rocciosi (max. 3-4 cm), intensamente ossidati ed alterati (fino a -3.20 m da p.c.) in abbondante matrice limoso-sabbiosa, moderatamente addensato, colore da nocciola screziato a grigiastro.													
4.60	0.90		Blocchi e ciottoli (diam. max. 15-20 cm) di micascisti gneissici in matrice limosa debolmente sabbiosa a tratti anche scarsa, moderatamente addensato, colore grigio-nerastro.													
10.00	5.40		Frammenti e clasti rocciosi (max. 10-12 cm) e subordinati blocchi (diam. max. 20-25 cm) prevalentemente costituiti da gneiss e in subordine da pietre verdi in matrice limoso-sabbiosa a tratti abbondante, discreta ossidazione, molto addensato, colore nocciola con screziature.	rotazione con carotaggi ocontinuo diam. 101 mm sempl.						6.00 35 - rif.						
											9.00 rifiuto					

La quota di inizio foro corrisponde al piano di campagna.



Via Giovanni Agnelli, 71 - 10022 Carmagnola (To)
Tel. 0119724411 r.a. - Fax 0119771889
http://www.abrate.it - E-mail: info@abrate.it

Committente	Monterosa 2000 s.p.a.	
Cantiere	Pianalunga	
Localita'	Alagna Valsesia (VC)	
Perforazione iniziata il	20/07/2004	Terminata il 21/07/2004
Dep. cassette	magazzino Monterosa	Scala 1:75

SONDAGGIO	FOGLIO
2	1
Il compilatore dott. A. Cantù	

profondita' dal p.c. (m)	potenza dello strato	sezione stratigrafica	descrizione litologica	livello stab. della falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	RQD (%)	piezometro tipo a tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni ind. Shelby	campioni rimaneggiati	permeabilità (cm/s)
0.20	0.20		Terreno di copertura vegetale.													
1.50	1.30		Limo argilloso, a tratti debolmente sabbioso, poco consistente, intensa ossidazione, colore nocciola screziato.		carotaggio continuo diam. 131 mm sempl.											
6.30	4.80		Frammenti e clasti rocciosi prevalentemente costituito da micascisti gneissici e in subordine da pietre verdi (max. 2-3 cm) in matrice da limosa debolmente sabbiosa ad argilloso-limosa con la profondità, intensa alterazione, da intensa a discreta ossidazione, da consistente a moderatamente consistente con la profondità, colore da nocciola screziato a grigio-verdastro. Alla base livello (10 cm ca.) di limo argilloso poco consistente e plastico, di colore nocciola.		rotazione con carotaggio continuo diam. 101 mm sempl. e/o T2 diamante	127 mm					3.00 11-15-15					
6.30	5.90		Frammenti e clasti rocciosi con subordinati blocchi (diam. max. 15-20 cm) prevalentemente di micascisti gneissici, talora intensamente alterati ed ossidati (livelli prevalenti a 6.40-6.50 e 10.00-10.60 m), matrice limosa debolmente sabbiosa, da consistente a molto consistente, colore grigio.	falda assente			90 - 100 %				6.00 8-7-5					
12.20	2.80		Probabile substrato roccioso costituito da gneiss litoide, a tratti intensamente fratturato, con intensa ossidazione a fondo strato (a partire da ca. -14.30 m da p.c.), colore grigio.		carotaggio continuo 101 mm T2 diamante			0			9.00 37 - rif.					
15.00								55			12.00 rifiuto					

La quota di inizio foro corrisponde al piano di campagna.

Il piezometro installato è del tipo a tubo aperto in PVC diam. 2".