

42 m di Paramesh per il Monte Ceneri Tunnel
 SIGIRINO, LUGANO, SVIZZERA

RSS

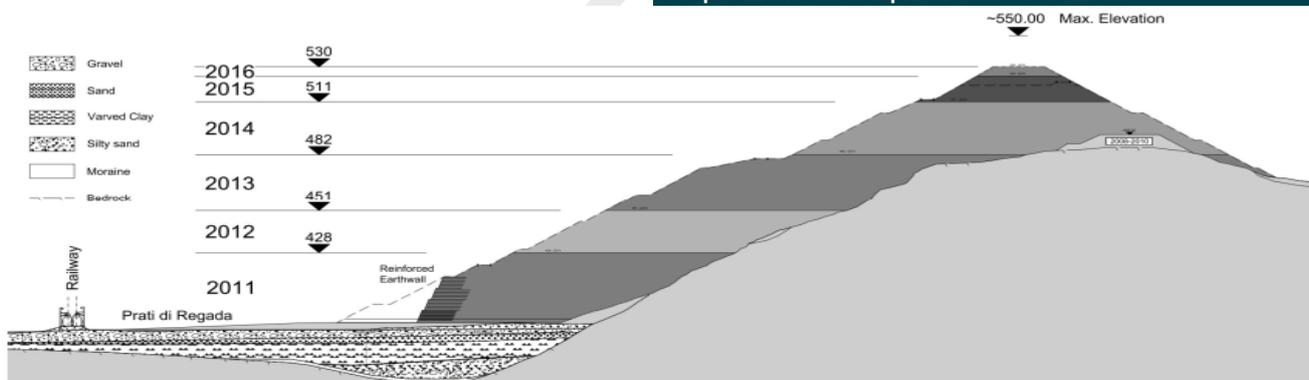
Prodotto: Green Terramesh e geogriglie ParaGrid

Introduzione:

La nuova linea ferroviaria ad alta velocità che attraversa le Alpi (AlpTransit), è un progetto Svizzero finalizzato alla costruzione di un tratto di collegamento nord-sud attraverso le Alpi Svizzere con la costruzione di una galleria di base di diverse centinaia di metri al di sotto di quelle attuali. Il progetto AlpTransit è la colonna portante della rete ferroviaria dell'Europa Centrale che include gli assi del San Gottardo e del Lötschberg. Con una lunghezza pianificata di 57 km, il tunnel di base del Gottardo aperto il 1° giugno 2016 è il più lungo tunnel ferroviario al mondo. Questo si traduce in un collegamento ad alta velocità attraverso le Alpi in grado di ridurre il tempo di viaggio tra Zurigo e Milano di circa un 35%. La costruzione ha comportato che diversi milioni di metri cubi di materiale da scavo non utilizzabile, proveniente dalla



Preparazione del sito prima della costruzione



Sezione trasversale del deposito completato a Sigirino con le fasi di costruzione



Vista del muro vicino al portale di accesso dopo la costruzione

Cliente:

ENNIO FERRARI S.A.

Contrattore:

ENNIO FERRARI S.A.

Progettista:

ITC ITECSA—TOSCANO

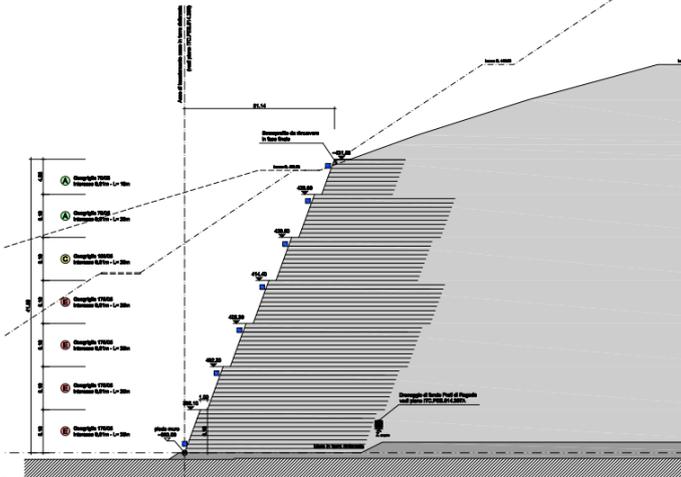
Prodotto usato:

GTM, PARAGRID 65/100/175

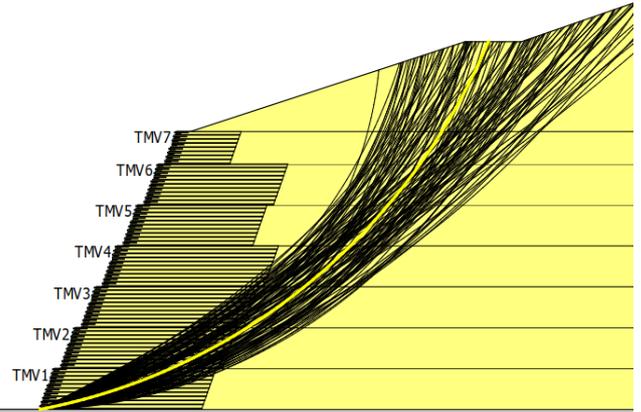
Data di costruzione:

2011

SEZIONE TRASVERSALE 160b 1:200



Verifica di Stabilità interna (Metodo di calcolo: Rigido)
FS = 1.308



Sezione trasversale 160b H = 42 m

Analisi di stabilità interna della sezione 160b H = 42 m

stazione ferroviaria del tunnel del Ceneri, dovevano essere stoccati vicino al principale sito di costruzione del portale intermedio. Il sito si trova vicino a Sigrino, in Svizzera.

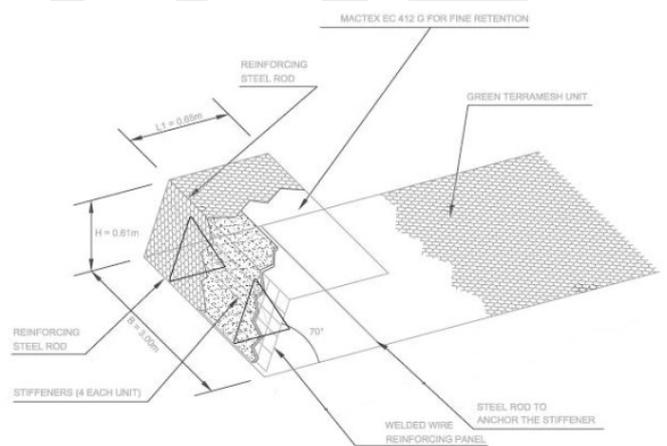
Problema:

La costruzione dei 15,4 km della galleria di base costituita da due canne a binario unico sotto al Monte Ceneri nel sud svizzero, comporta diverse milioni di metri cubi di materiale da scavo che deve essere stoccato vicino al principale sito di costruzione del portale intermedio. Questo sito si trova in una stretta valle formata da due pendii rocciosi e con diverse arterie stradali, la strada locale, l'autostrada, l'attuale grande ferrovia nord-sud e i paesi. Il deposito è costruito contro il pendio roccioso, mentre la base del pendio è trattenuta con una struttura in terra rinforzata.

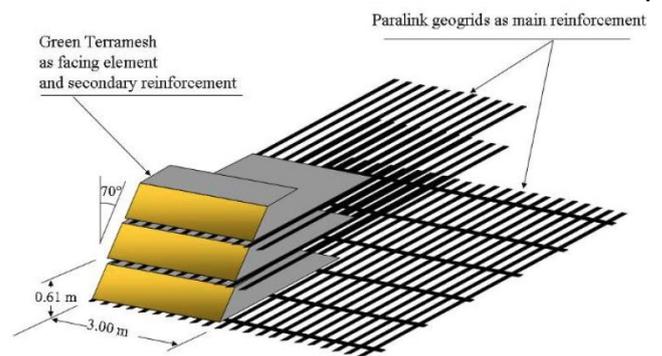
Al fine di gestire l'eccesso di materiale da scavo dal sito di lavoro della galleria di base del Ceneri, che si prevede di produrre un totale di 3'600'000 metri cubi di materiale inerte non riciclabile, un fattore chiave è stata la selezione di un'area grande abbastanza per lo stoccaggio di una vasta quantità di materiale roccioso frantumato dentro il limite dell'area del sito di lavoro. In particolare, l'area del sito di lavoro consiste in una stretta e piatta superficie rettangolare larga circa 180 m e lunga 600 m. Tale area è circoscritta su un lato da un pendio roccioso verticale, e dall'altro lato dalla linea ferroviaria in attività.

Quest'area era anche parzialmente occupata dalle strutture dei tre appaltatori generali coinvolti nelle operazioni di scavo del tunnel. I progettisti hanno stanziato 5'000 m² di questa area come deposito dove il materiale scavato doveva essere depositato. La fondazione in situ sopra la quale la massa del materiale sfuso è stata depositata, è geologicamente caratterizzata da un alternarsi di strati di sabbie, ghiaie e limi normalconsolidate di origine fluvioglaciale. A causa delle caratteristiche della fondazione e di conseguenza al peso della massa da immagazzinare, la struttura da costruire doveva soddisfare i seguenti requisiti:

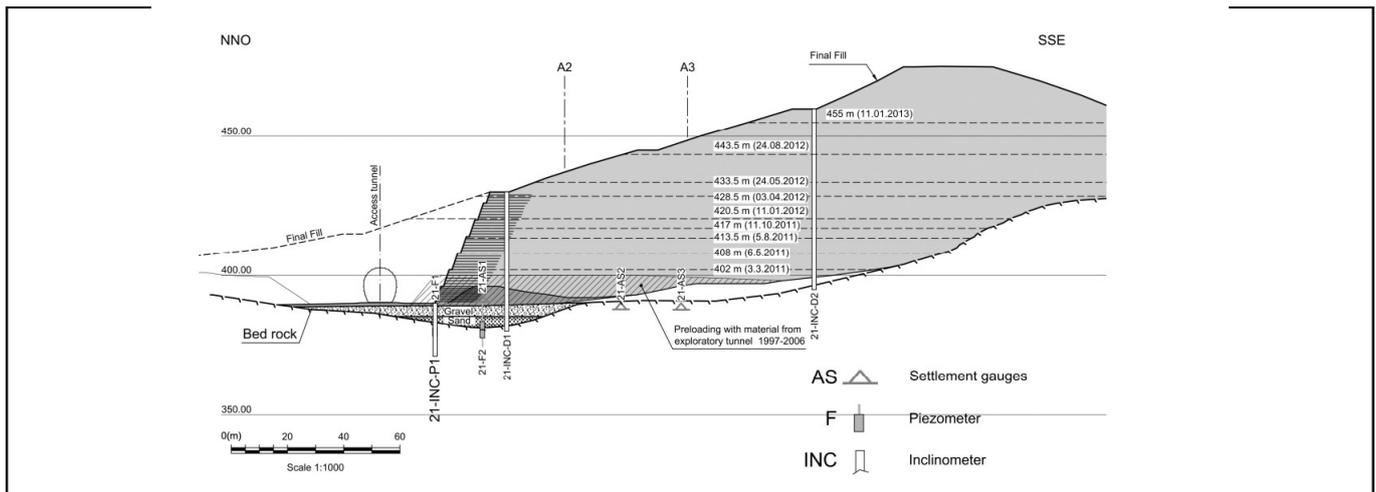
- ⇒ Elevata flessibilità per accogliere le deformazioni e il cedimento indotto dal carico strutturale sul suolo sottostante, il quale si prevede di essere compreso tra 100 e 150 cm;
- ⇒ La stabilizzazione di una massa di materiale inerte per mezzo di adeguati materiali di rinforzo approvati dal Cliente attraverso rigorosi processi di pre-certificazione;
- ⇒ Velocità di esecuzione, un fattore chiave per la scelta finale.



Unità Terramesh Verde



Schema del sistema composito con le geogriglie ParaGrid



Sezione 21: Parallela al pendio roccioso

Soluzione:

Una struttura in terra rinforzata realizzata in Terramesh verde e geogriglie ParaGrid è stata infine determinata come la soluzione più adatta al problema: La struttura è lunga 200m, con un'altezza compresa tra 12m e 42m e un'inclinazione di 70°.

Poiché il materiale da scavo utilizzato era particolarmente affilato e aggressivo in termine di danneggiamento meccanico per ogni prodotto di rinforzo, particolare attenzione è stata rivolta sullo strato protettivo del rinforzo principale e sul fattore di danno di installazione da applicare al calcolo della resistenza a trazione a lungo termine di progetto.

Come risultato, durante la fase di costruzione, uno specifico test di danno da installazione è stato effettuato al fine di ottenere le prestazioni delle geogriglie in combinazione con l'affilato materiale da scavo del tunnel. Il test è stato effettuato in conformità con il EBGEO 2010 per la determinazione del fattore di riduzione, A2:

| Materiale | Fattore di riduzione A2 |
|-----------------|-------------------------|
| ParaGrid 50/05 | 1,26 |
| ParaGrid 100/05 | 1,06 |

I valori ottenuti prendono molto bene in considerazione la grande dimensione e la natura tagliente del materiale da riempimento utilizzato per questi test. Il basso livello di danneggiamento registrato per le classi 100 kN/m e superiori, è impressionante; mai valori simili sono stati registrati con qualsiasi altro materiale da rinforzo con un riempimento così aggressivo.

Le caratteristiche geotecniche del materiale di riempimento strutturale sono mostrate qui di seguito:

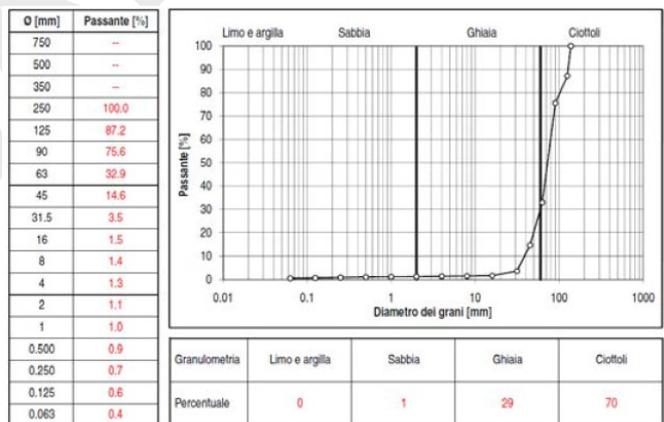
| | |
|-------------------------------|-----|
| γ (kN/m ³) | 20 |
| ϕ (°) | 37 |
| c (kN/m ²) | 0 |
| d ₅₀ (mm) | 73 |
| d ₉₀ (mm) | 140 |

1. Rivestimento e rinforzo secondario:

Le unità di rivestimento sono fatte con gli elementi di Terramesh Verde alti 0,61m e larghi 3,00m realizzati da reti metalliche a doppia torsione a maglia esagonale. Il pannello di rivestimento di ogni unità, inclinata a 70°, sono strutturalmente connesse ad un pannello di rete elettrosaldata al fine di assicurare la rigidità del rivestimento. Un geotessile ritentore



Test di danno da installazione



Curva granulometrica del materiale di riempimento utilizzato



Il materiale utilizzato

della frazione fine del suolo è utilizzato per prevenire la migrazione di esso attraverso il rivestimento. Ogni unità ha inoltre una coda orizzontale che viene sovrapposta durante l'installazione con il rinforzo primario ParaGrid; la lunghezza di sovrapposizione garantisce l'adesione richiesta tra il rinforzo e l'unità di rivestimento.

II. Rinforzo primario – geogriglie:

Mentre il Terramesh Verde rappresenta il rinforzo secondario della struttura, il rinforzo primario è fornito dal ParaGrid.

Tre classi di geogriglie, caratterizzate rispettivamente da una resistenza a trazione ultima di 65, 100 e 175 kN/m, sono state utilizzate al fine di fornire la resistenza a trazione di progetto a lungo termine richiesta. In accordo con le specifiche di progetto, la spaziatura verticale tra gli strati di geogriglie è stata scelta pari all'altezza dell'unità di rivestimento Terramesh Verde (0,61m).

La scelta di questo sistema di terra rinforzata ha permesso il raggiungimento di tutti i requisiti tecnici con l'eccellente prestazione delle geogriglie ParaGrid anche con l'utilizzo di materiale granulare tagliente (risultato in un bassissimo valore del fattore di riduzione del danno da installazione).

Questa soluzione ha permesso di gestire accuratamente il materiale generato dallo scavo del tunnel con la velocità della costruzione del pendio; in tutte le fasi la velocità di costruzione del pendio è stata più rapida di quella richiesta dal tasso di scavo del tunnel. Questo ha permesso di evitare il pagamento di ingenti penali che sarebbero state imposte al contraente in caso di mancato rispetto di tale requisito.



Installazione delle unità di rivestimento



Costruzione dei primi strati della struttura



Costruzione in corso 1



Costruzione in corso 2



Aspetto progressivo del muro 1



Aspetto progressivo del muro 2

Officine Maccaferri S.p.A.

Via JF Kennedy 10, 40069 Zola Predosa (BO) - Italia

T: (+39) 051 6436000 F: (+39) 051 643 6201

E: info@hq.maccaferri.com

www.maccaferri.com

Tutte le riproduzioni, incluse fotocopie, film e microfilm sono vietate. Tutti i diritti riservati.

Any reproduction, including photocopy, film and microfilm, is forbidden. All rights reserved worldwide.