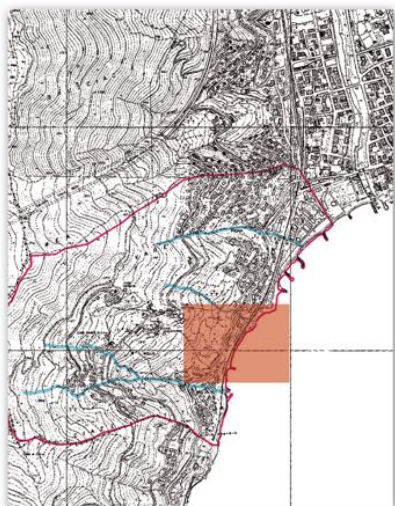


progetto



Progettazione di opere di messa in sicurezza e stabilizzazione di pendio a seguito di evento franoso
Linea ferroviaria Genova - Ventimiglia Andora (SV)

committente
Micos SpA
importo lavori
euro 1.800.000

anno di riferimento
2014
realizzazione
Eseguito



ARCHIMEDE S.r.l.
ingegneria e architettura



descrizione dell'evento franoso

Il giorno 17 gennaio 2014 al km 95+320 della linea ferroviaria Genova – Ventimiglia, nel Comune di Andora, in occasione di un fenomeno meteorico di grande intensità, si verificava un evento franoso che interessava una superficie del pendio retrostante la ferrovia per un'estensione di circa 600 m², su un fronte di 30 m di lunghezza. Nella zona a monte della ferrovia, 20 m sopra il sedime ferroviario, si trovano alcuni edifici destinati a civile abitazione, prospicienti il pendio. Uno di essi, un manufatto isolato, destinato a parcheggio, trasportato dal terreno in scorrimento, scivolava lungo il pendio e si fermava, in bilico, a pochi metri dalla ferrovia. Il terreno smosso piombava sulle rotaie in concomitanza con l'arrivo di un convoglio ferroviario, che, travolto, deragliava arrestandosi sul ciglio della scogliera.

Dal punto di vista della circolazione ferroviaria la Liguria si trovava così spaccata in due ed era inoltre interrotto il collegamento con la Francia.



Fig.1 - Stato dei luoghi a seguito dell'evento franoso: vista generale



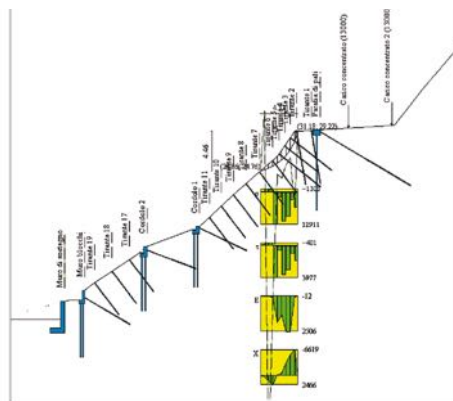
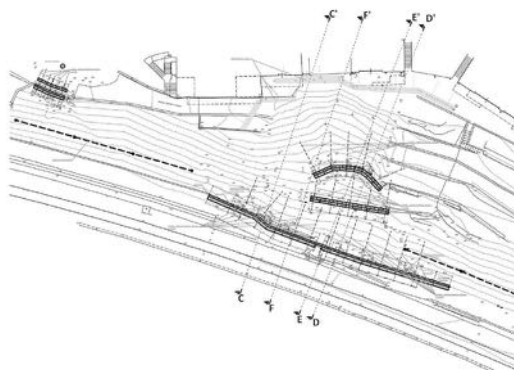
la programmazione degli eventi

Gli obiettivi primari che dovevano essere raggiunti con la massima celerità erano la messa in sicurezza del pendio e la riapertura alla circolazione ferroviaria. La realizzazione degli interventi era affidata da RFI all'impresa Micos S.p.A, che si avvaleva della società di progettazione Archimede S.r.l. per la progettazione strutturale e geotecnica e del dott. Fulvio Epifani per gli aspetti geologici e idrogeologici. Furono dapprima identificati gli interventi da eseguire, con verifiche preliminari di stabilità del pendio. Gli studi condotti consentirono di programmare la sequenza degli interventi, articolati secondo due fasi successive:

- 1 progettazione
preliminare
definitivo
esecutivo
- 2 direzione lavori
- 3 sicurezza
- 4 consulenze tecniche
- 5 collaudi



fase a) Interventi urgenti finalizzati alla messa in sicurezza del pendio e all'esercizio della linea;
 fase b) Interventi di stabilizzazione definitiva del pendio e di consolidamento del muro della rampa di accesso al manufatto lato ponente in area limitrofa alla zona di frana.



Per mettere in sicurezza gli edifici ed arrestare il movimento franoso, veniva progettata e realizzata, ai piedi negli edifici di monte, una paratia con micropali collegati in sommità mediante un cordolo in calcestruzzo armato nel quale erano fissate le testate di una serie di tiranti ancorati in roccia.
 Il progetto prevedeva l'impiego di pali di acciaio, con diametro 101.6 mm o 76.1 mm a seconda della posizione, di spessore 10 mm. I tiranti, costituiti da Barre Dywidag di diametro 32 mm, sono stati posti ad interasse di 3 m e hanno lunghezza complessiva di 12 m, di cui la metà costituisce il bulbo di ancoraggio.



I dati necessari per le verifiche progettuali venivano acquisiti in tempo reale, mentre la realizzazione delle opere era in corso, ed il progetto via via adeguato, in funzione della posizione dello strato roccioso in cui ancorarsi, delle caratteristiche della coltre, della posizione delle fondazioni dei manufatti e dei conseguenti pesi gravanti a tergo della paratia.

Per evitare il distacco e lo scorrimento del materiale sciolto nel fronte di frana veniva inoltre sistemata una protezione superficiale di reti, costituenti parte integrante del rafforzamento corticale, il cui completamento sarebbe avvenuto successivamente. Inoltre veniva realizzato un sistema di drenaggio provvisorio per l'allontanamento delle acque e per la loro regimazione, con convogliamento alla tombinatura esistente sulla sede.



Fig.6 - La palificata di monte: orditura del cordolo testa-pali



Fig.7 - Stesura delle reti per il rafforzamento corticale

Dopo avere demolito la terrazza e liberato il convoglio dai detriti, si creavano le condizioni per il suo allontanamento e la liberazione della linea. Per scongiurare eventuali distacchi di materiale lapideo proveniente da monte, la prima fase veniva completata con l'installazione di barriere paramassi ad assorbimento di energia.



descrizione dei lavori di stabilizzazione definitiva del pendio

La seconda fase dell'intervento era progettata per assicurare la completa stabilità del versante, sotto le azioni sia statiche sia sismiche. La soluzione individuata prevedeva la realizzazione di tre muri fondati su pali, intirantati, posti lungo il pendio, che si sviluppavano su curve di livello a quote differenti.

Per ciascuna situazione tipo furono condotte verifiche distinte, utilizzando i software di seguito richiamati:

- verifica di Stabilità del pendio: programma di calcolo STAP Full 11.0, programma distribuito dalla società Aztec Informatica;
- verifica statica palificata: programma di calcolo IS-Paratie, programma distribuito dalla società CDM Dolmen.

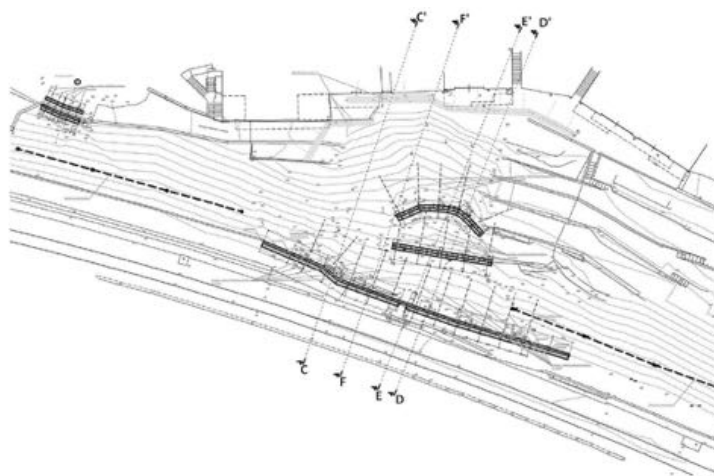


Fig.8 - Planimetria delle opere di sistemazione finale



Ai pali ed ai tiranti era affidato il compito di stabilizzazione globale, sia lungo le superfici fra strati di terreno e roccia, sia lungo le superfici curve attraverso più strati.
 Per quanto riguarda eventuali instabilità locali della coltre esse erano scongiurate mediante le opere di rafforzamento corticale costituito da rete e chiodature. Per queste ultime le lunghezze ed il passo erano dimensionate in funzione della potenza della coltre da stabilizzare.

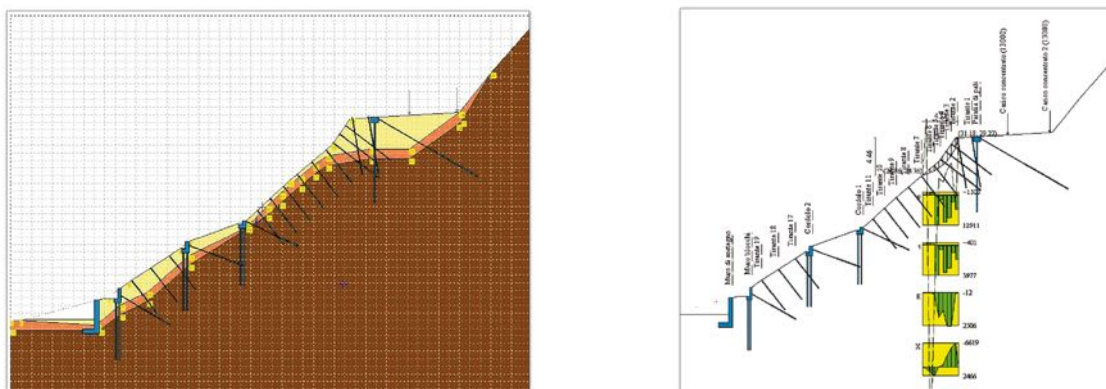


Fig.9-10 - Modello per la stabilità globale e locale del pendio. Nei modelli, oltre a pali e tiranti, sono presenti anche le chiodature



Fig.11-12 -Vista dell'intervento durante la fase di completamento e una volta ricostruita la vegetazione naturale

