



## **FRANA DI CENGIO (SAVONA)**

### **LAVORI:**

Intervento in somma urgenza di riprofilatura della parete rocciosa sovrastante la strada provinciale n. 339 "di Cengio" al km 33+500 in comune di Cengio (SV)

### **NATURA PRESTAZIONE:**

studio geologico e geomeccanico, modellazione alle differenze finite ed analisi di stabilità.

### **COMMITTENTE:**

Impresa EMI snc su contratto lavori assegnato dalla Provincia di Savona

### **DATA:**

2012



### **Premessa**

L'obiettivo del lavoro consiste nella verifica di un intervento di disaggio e riprofilatura in somma urgenza della parete rocciosa sovrastante la strada provinciale Millesimo-Cortemiglia a seguito del fenomeno di crollo verificatosi il 15 febbraio 2012.

L'interruzione di questo tratto stradale ha comportato la chiusura dell'asse stradale vallivo in corrispondenza del confine con la Provincia di Cuneo obbligando ad un percorso alternativo particolarmente gravoso lungo viabilità secondaria non idonea al transito dei mezzi pesanti e dei mezzi pubblici. La parete grava inoltre sulla linea ferroviaria Savona-Torino che transita più a valle della sede stradale.



L'Amministrazione provinciale di Savona, al fine di consentire la riapertura in tempi brevi della viabilità, ha assegnato all'Impresa EMI snc i lavori di messa in sicurezza della parete richiedendo un'assistenza geologica al cantiere e una verifica di stabilità complessiva del versante nella profilatura e configurazione finale dei lavori.

S.G.G. è stata incaricata di eseguire i rilievi geologici, pianificare le indagini e verificare un nuovo profilo del pendio che consentisse la riapertura al traffico in sicurezza della strada. In particolare sono state eseguite le seguenti attività:

- rilevamento geologico di superficie;
- esecuzione di prospezioni sismiche a rifrazione con elaborazione tomografica;
- esecuzione di analisi di stabilità del versante;
- progettazione della riprofilatura del versante;
- esecuzione della direzione geologica dei lavori.

### **Le indagini e le verifiche**

Il versante è caratterizzato da una parete subverticale di altezza superiore a 50 m, costituita da arenarie in bancate di spessore talora superiore a 3 m poggianti su marne argillose grigie e disposte con assetto immergente a NW con inclinazione di circa 10-15°. Si tratta di un vasto affioramento della piega monoclinale delle Langhe costituite dai terreni della Formazione di Rocchetta-Monesiglio.

Le bancate sono pervase da fratturazioni subverticali disposte secondo sistemi orientati ortogonalmente e parallelamente al fronte della parete rocciosa.





Sono stati eseguiti rilievi geostrutturali in parete e delle indagini geofisiche mediante stese sismiche a rifrazione elaborate in tomografie con appositi strumenti informatici; le stese effettuate all'inizio dei lavori di sbancamento hanno avuto lo scopo di caratterizzare l'ammasso roccioso definendone la sua competenza in termini di variazione della velocità sismica, consentendo così una miglior previsione delle difficoltà nel corso delle successive fasi di scavo.

Alcuni campioni sono stati sottoposti a prove di laboratorio per la determinazione dei principali parametri geomeccanici quali i moduli di deformazione e le caratteristiche di resistenza al taglio e trazione.

I rilievi effettuati hanno messo in evidenza i seguenti aspetti:

- vi sono almeno due discontinuità subverticali con giacitura pressoché parallela al versante che intercettano il fronte in affioramento;
- si rilevano due discontinuità sulla porzione sommitale che presentano, al di sotto del cappellaccio di alterazione, aperture da centimetriche a decimetriche;
- la base di appoggio degli strati strapiombanti sulla parte più elevata della parete risulta interrotta.

Campione	Prof. (m)	Compr. Monoassiale $\sigma_c$ (MPa)	Compr. Triassiale $\sigma_c$ (MPa)	Trazione brasiliana $\sigma_t$ (MPa)	Vsonica P (m/s)	Vsonica S (m/s)	Litologia
S1C.2	6,70-7,00	10,50	-	-	-	-	MC <sup>1</sup>
S1C.3	11,50-12,00	10,06	19,08-22,30	1,03	1991	1014	A <sup>2</sup>
S2C.1	9,50-9,70	18,44	-	-	4221	1874	C <sup>3</sup>
S2C.2	9,70-9,85	14,61	-	-	-	-	C <sup>3</sup>

#### Risultati di alcune prove di laboratorio su arenarie

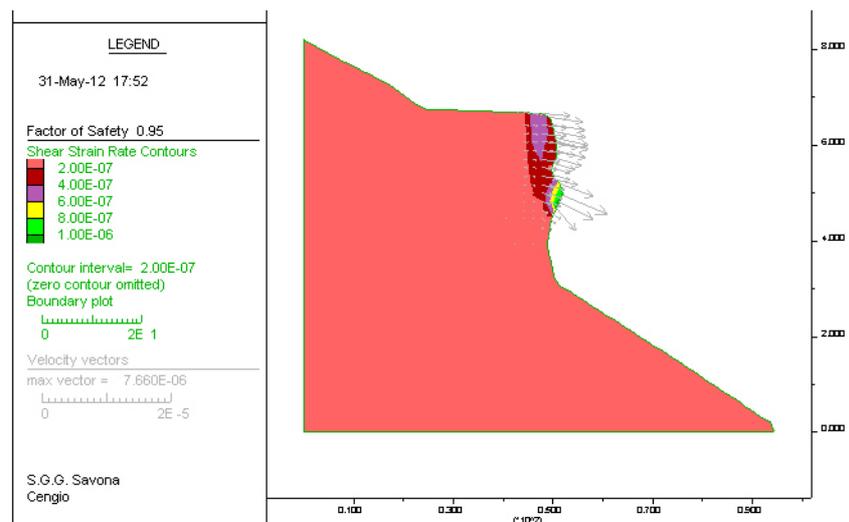
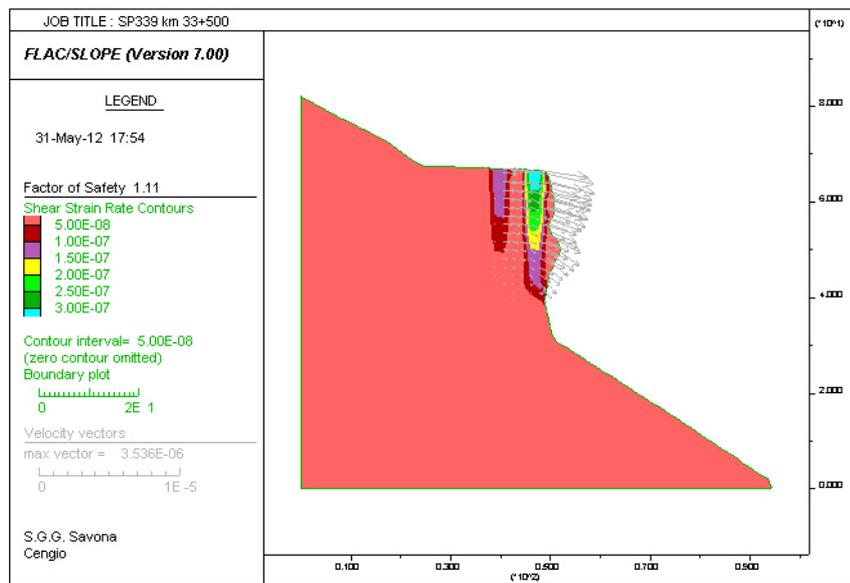
Campione	Contenuto in limo (%)	Contenuto in argilla (%)	Joint Roughness Coefficient	Coesione (kPa) $C_{picco}$ $C_{residua}$	Angolo di attrito (°) $\phi'_{picco}$ $\phi'_{residuo}$	Resistenza a compressione monoassiale $\sigma_c$ (MPa)
S4-C11	84,29	15,71	4 - 6	272,17 2,84	32 30	-
S4-C12	-	-	-	-	-	8,80
S6-C11	73,35	26,65	-	-	-	7,10

#### Risultati di alcune prove di laboratorio sulle marne

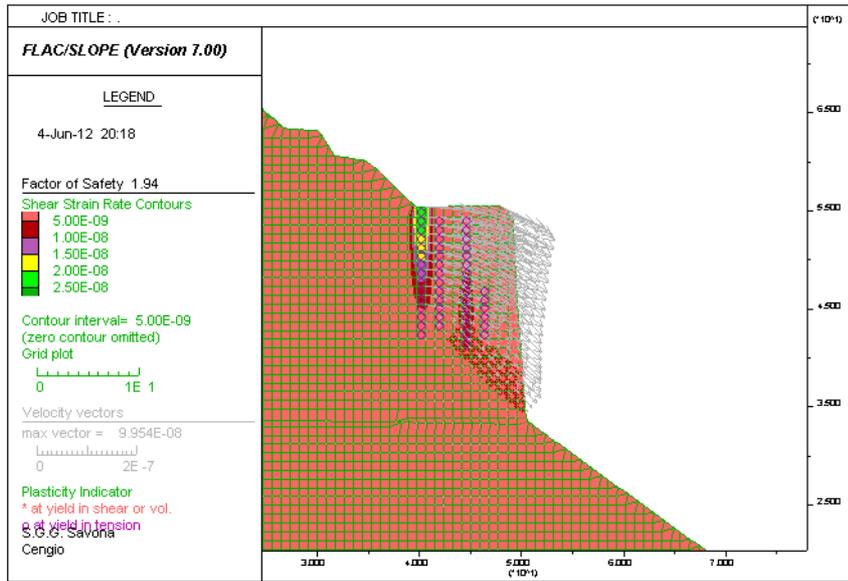


Per verificare le condizioni di stabilità attuali e progettare un'adeguata profilatura del versante sono state eseguite analisi numeriche in modo da individuare i possibili meccanismi di rottura e determinare i fattori di sicurezza sui parametri di resistenza al taglio adottati. Le simulazioni numeriche sono state effettuate utilizzando il codice di calcolo alla differenze finite *FLAC/Slope 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua)*.

Le elaborazioni sono state eseguite facendo riferimento al criterio di rottura di Mohr-Coulomb determinando i meccanismi di rottura possibili ed i parametri geotecnici ai quali gli stessi sono associati.



## Meccanismi di rottura e fattori di sicurezza per diversi parametri di calcolo



### Analisi di stabilità relativa alla riprofilatura di progetto



### Operazioni di demolizione, disaggio controllato e riprofilatura del versante



**Sistemazione finale e rimozione detriti**



**Disgaggi in parete dei cornicioni instabili**



**Sistemazioni idrogeologiche delle acque intercettate e ripristini**