



PROVINCIA DI LECCE



# COMUNE DI GALATINA

## Progetto di adeguamento della coltivazione di una cava di calcare ex art. 29 d. lgs. 152/2006 sita in in località "San Giuseppe"

in attività con Determinazione n.213 del 10.05.2015 del  
Dirigente Ufficio Attività Estrattive della Regione Puglia  
foglio 73, P.lle 48, 49, 50, 36, 37, 38,40, 41, 42 e 162 ex 37 parte

### Relazione Geotecnica

Relazione

R2.2

PROPRIETA' : PIETRO DE PASCALIS srl - GALATINA (LE)

Data

Marzo 2019

TECNICI INCARICATI:

Geol. Luigi Candido



Ing. Tommaso Farenga

Consulenze e collaborazioni:  
ing. Gaetano Nuzzo, geom. Domenico Ruggiero

## **INDICE**

- 1. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA**
- 2. METODOLOGIA DI COLTIVAZIONE**
- 3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA**
  - 3.1 Parametri geotecnici delle rocce calcaree di parete**
  - 3.2 Classificazione delle rocce calcaree finalizzata alla stabilità di parete**
    - 3.2.1 Metodo RMR di BIENIAWSKI, ROMANA**
- 4. STABILITA' DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE UNICO**
- 5. STABILITA' DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE MULTIPLO CON GRADONI ROMPITRATTA**

**APPENDICE A - RELAZIONE METODOLOGICA E TABULATI VERIFICA DI STABILITA' DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE UNICO**

**APPENDICE B - RELAZIONE METODOLOGICA E TABULATI VERIFICA DI STABILITA' DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE MULTIPLO CON GRADONI ROMPITRATTA**

## 1. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA

La cava in oggetto è in attività da molti anni ed è coltivata dalla ditta "Pietro De Pascalis s.r.l.". È situata nel Comune di Galatina, in località "San Giuseppe", al confine con il territorio di Soleto, a circa 1,8 Km dal centro abitato di Galatina e circa 2,6 Km dal centro abitato di Soleto (cfr. stralcio CTR idrogeomorfologica di Fig.1). La cava, che si raggiunge percorrendo la strada provinciale 362 Galatina – San Cesario di Lecce, è in attività da decenni e l'attuale autorizzazione (per la proroga) fa riferimento alla Determinazione Dirigenziale n. 213 del 10 giugno 2015 attraverso la quale viene autorizzata alla prosecuzione dell'attività estrattiva ai sensi dell'art. 14 della 37/85 e s.m.i. ed ha un'estensione pari ad Ha 15.00.00. È distinta nel Nuovo Catasto Terreni ai mappali 48, 49, 50, 36, 37, 38,40, 41, 42 e 162 del Foglio 73 del Comune di Galatina (cfr. catastale su ortofoto di Fig.2).

La Fig.3 mostra lo stralcio della Carta Giacimentologica Regionale che evidenzia, per la cava in studio, le particelle autorizzate alla coltivazione di inerti calcarei.

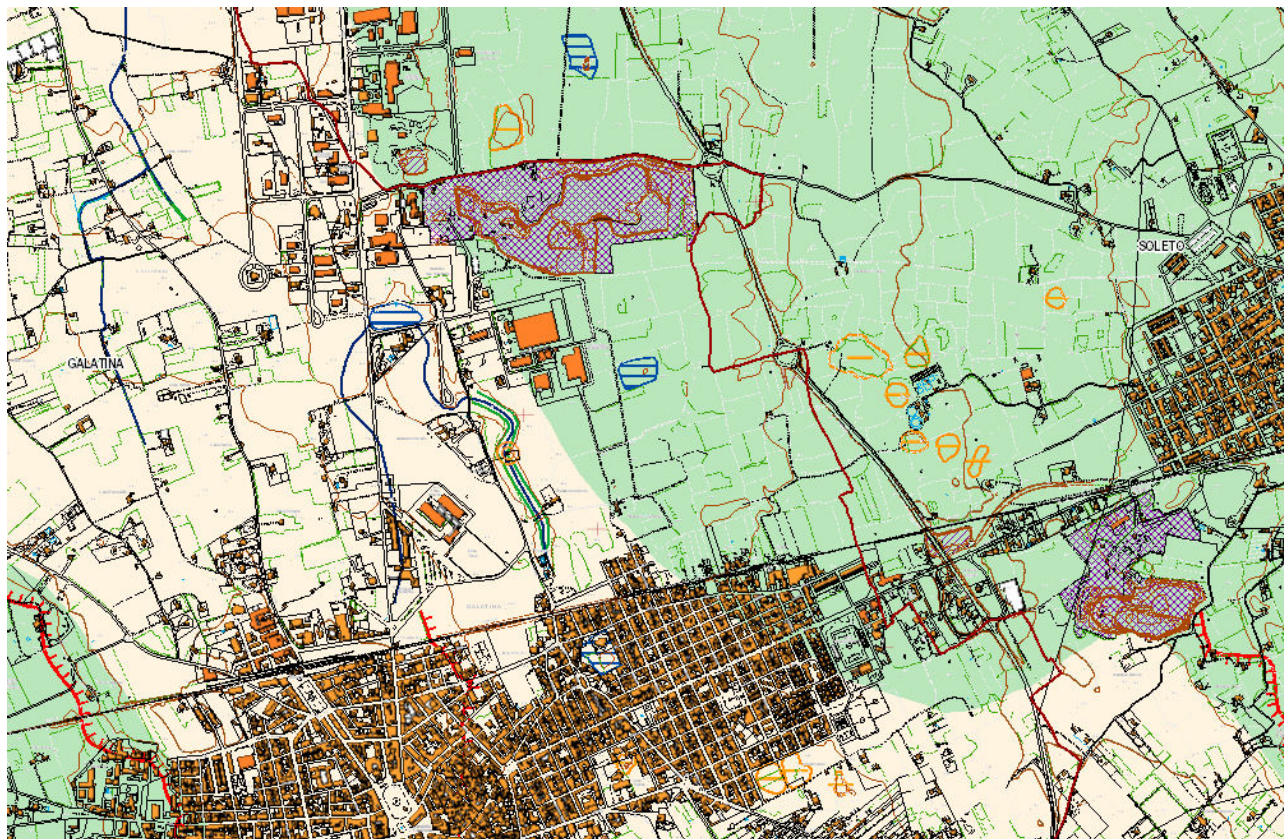
La Fig.4 evidenzia poi le postazioni fotografiche panoramiche (Foto A÷D).

La cava in località "San Giuseppe", è impostata nella Formazione lapidea delle "Dolomie di Galatina" e presenta lungo i fronti di scavo significativi livelli prevalentemente calcarei, alternati a dolomie (Cfr. Relazione Geologica a firma del Dott. Candido in ALL.R2.1).

Le quote di coronamento della cava (piano campagna) variano fra 71 e 67 m slm. mentre le quote di fondo variano, nell'area di coltivazione, da 58,5 a 35,5 m slm.

La cava è accessibile direttamente dal lato occidentale, e presenta una lunga pista di accesso che attraversa prima la zona non più soggetta ad estrazione, caratterizzata dalla presenza degli impianti di frantumazione e produzione degli inerti calcarei e poi penetra nella parte orientale dove è in atto l'attività estrattiva che si spinge verso sud-est.

La cava presenta sia pareti a fronte unico con altezza di 30 m, sia pareti a fronti risegati con altezze parziali di 10-12,5 m e berme di larghezza 5 m e profilo di scavo di 80°.



**Fig.1 - Stralcio Carta idrogeomorfologica su base CTR/2008 (www.sit.puglia.it)**



**Fig.2 - Catastale su ortofoto (da Web Gis Ufficio Demanio Marittimo)**

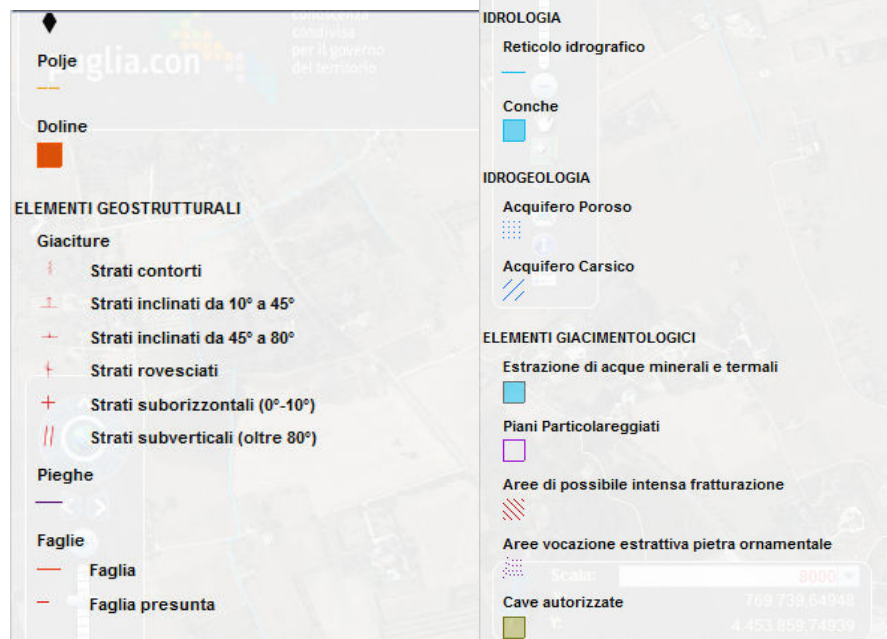
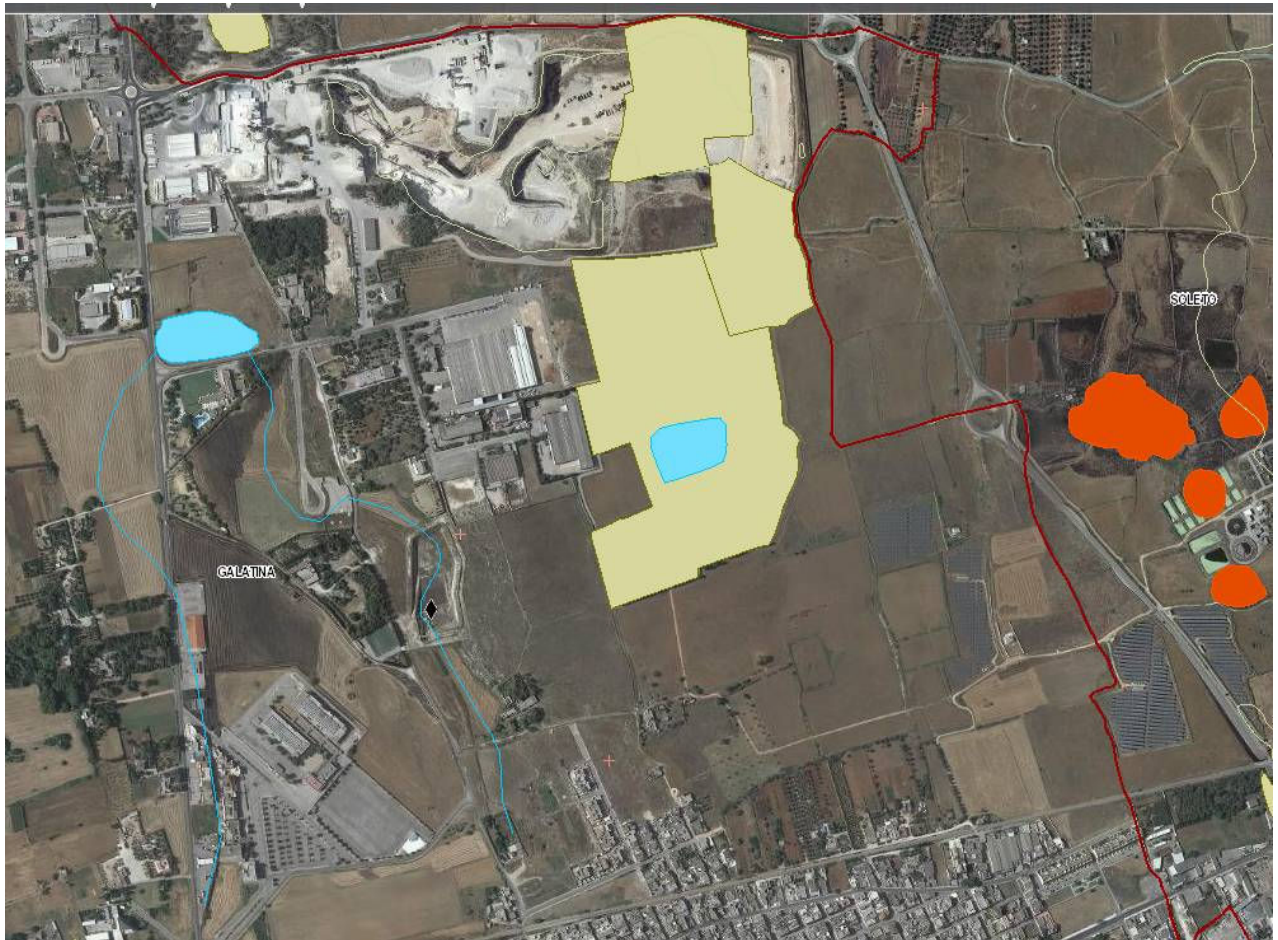
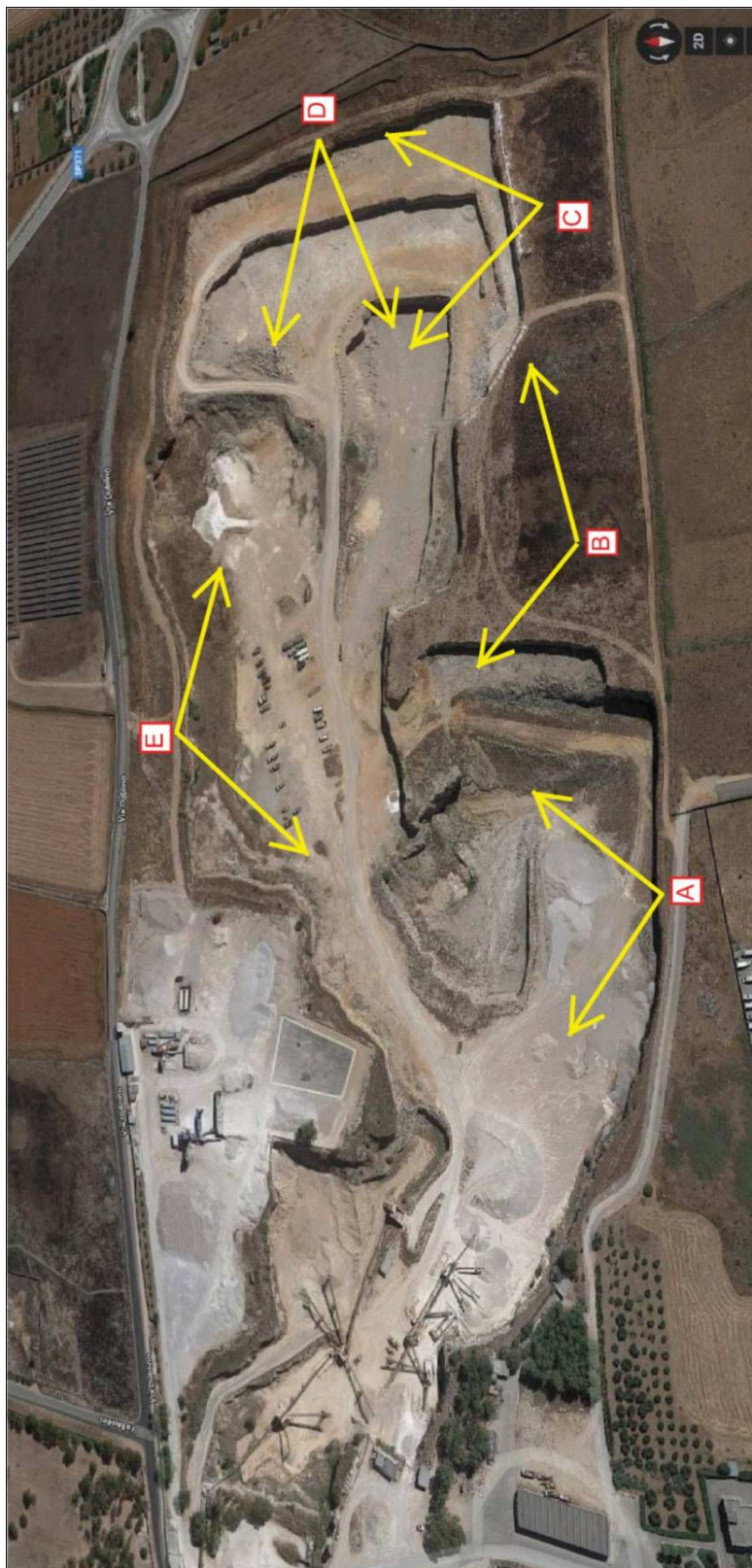


Fig.3 - Stralcio Carta giacimentologica Regionale e relativa legenda



**Fig.4 - Ubicazione foto panoramiche della cava**



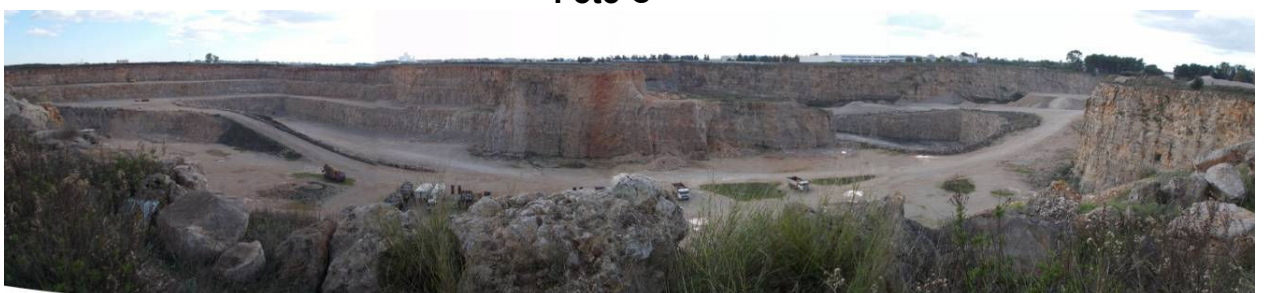
**Foto A**



**Foto B**



**Foto C**



**Foto D**

Come detto, il bacino estrattivo oggetto degli interventi di progetto, interessa il solo litotipo “Dolomie di Galatina”, con alternanza di livelli calcarei biancastri mediamente fratturati e livelli dolomitici grigiastri piuttosto compatti (Foto 1 e 2).



**Foto 1 – Calcari in banchi**



**Foto 2 – Stratificazione lapidea di parete**

Le pareti più "vecchie" della cava sono prevalentemente sub-verticali ( $80^{\circ}$ - $85^{\circ}$ ) e possono raggiungere altezze di 30 m. Nella zona orientale e sudorientale della cava,



dove si esplica oggi la coltivazione, l'altezza è mitigata dalla presenza di uno o più gradoni.

Ad un'analisi visiva tali pareti mostrano, in affioramento, una roccia calcarea stratificata variamente fratturata e moderatamente carsificata, disposta in banchi suborizzontali, di spessore variabile da qualche decina di centimetri ad oltre un metro, alcune volte interessata da locali fenomeni di crollo di poliedri lapidei (Foto 3).



**Foto 3 – Parete di altezza 13 m, localmente molto fratturata, con blocchi instabili da disgiungere**

## **2. METODOLOGIA DI COLTIVAZIONE**

L'attività estrattiva in cava si esplica mediante l'uso di esplosivi, secondo la procedura descritta dal Dott. Geol. G. Calò nella Relazione Tecnica del Progetto di Ampliamento del maggio 1990, approvato dalla Regione Puglia con Decreto n.36 del settembre 1990 (vedi allegato "Autorizzazioni").

In particolare, la relazione del Dott. Calò evidenzia che:

Il sistema di abbattimento e lavorazione prevede le seguenti fasi:

- a** - Sbancamento delle superfici poste al piano campagna. Viene effettuato generalmente nella stagione primaverile - estiva per facilitare l'operazione stessa. Lo sbancamento interessa uno spessore di circa 80 cm, salvo il rinvenimento di sacche o zone con spessore maggiore di copertura. Esso viene effettuato utilizzando pale gommate per l'asportazione della parte terrosa e il caricamento su camion e un escavatore con martellone per la rimozione della frazione rocciosa. I materiali vengono caricati e posti in discarica separatamente in modo da essere poi riutilizzati per il ripristino della cava stessa. L'area adibita a discarica è situata in zone non interessate dalla coltivazione.
  
- b** - Perforazione a mezzo wagon-drill, per il piazzamento delle cariche esplosive, aventi profondità pari all'altezza del fronte di abbattimento e direzione parallela a quest'ultimo. Tali perforazioni vengono eseguite a maglia quadrata, e cioè con distanza da foro a foro e dal fronte, all'incirca uguale; ciò permette di ottimizzare il rapporto quantità di esplosivo/volume di roccia abbattuta, in relazione alle caratteristiche della roccia e della produzione che ottenere.
  
- c** - Piazzamento e brillamento delle mine (tipo cava extra 2) effettuato con tutte le cautele previste dal D.P.R. 128 del 09.04. 1959 e dall'ordine di servizio sia prima che durante e dopo il brillamento stesso.
  
- d** - Riduzione dei blocchi estratti, tramite martellone (montato su escavatore), fino alle dimensioni massime di circa 50 cm circa. Questa operazione avviene sul piazzale stesso.
  
- e** - Caricamento del materiale a mezzo di pala meccanica su di un camion a cassone ribaltabile e trasporto del materiale all'impianto di frantumazione ubicato in cava stessa.
  
- f** - Frantumazione della roccia con dimensioni da 0 ÷4 mm, 4 ÷12 mm, 12÷20 mm , 20÷35 mm.

### **3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA**

Al fine di inquadrare dal punto di vista geotecnico i litotipi affioranti nella cava in località San Giuseppe, con particolare riferimento all'elaborazione di verifiche di stabilità delle pareti SE, alla base del progetto di coltivazione, sono stati analizzati i parametri geotecnici disponibili in letteratura e negli studi dei Geologi Dott. Calò prima e Dott. Candido poi. Alcuni di tali parametri hanno consentito, insieme alla classificazione geomeccanica della roccia calcarea, di elaborare verifiche di stabilità di parete, sia a fronte unico che a fronte gradonato, in modo da acquisire un dato analitico sulla stabilità in grande e sulla eventuale propensione al dissesto per crollo di blocchi superficiali.

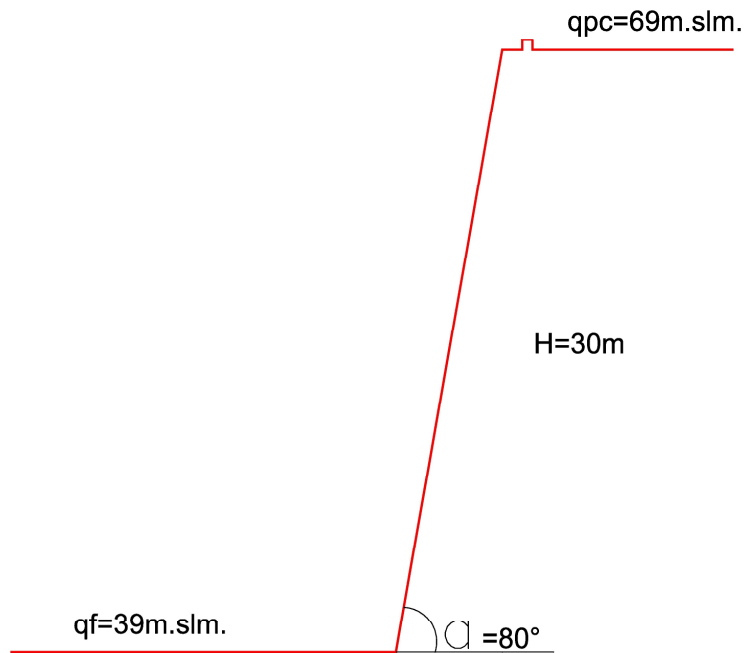
Nei paragrafi seguenti vengono affrontati i problemi di stabilità delle pareti in questione, in funzione di un'adeguata classificazione geomeccanica della roccia e nell'ottica della massima sicurezza a lungo termine.

La planimetria di Fig.5, estratta dalla TAV.TR1, ma con quote di sintesi e sovrapposizione con la CTR/2008, evidenzia i rapporti altimetrici esistenti fra le varie superfici di scavo, con pareti a fronte unico di altezza pari a 30m oppure con pareti a fronti gradonati con altezze di fronte pari a 10÷12,5m (cfr Fig.6), come previste nel progetto di coltivazione (cfr. Fig.7 e ALL.R1).

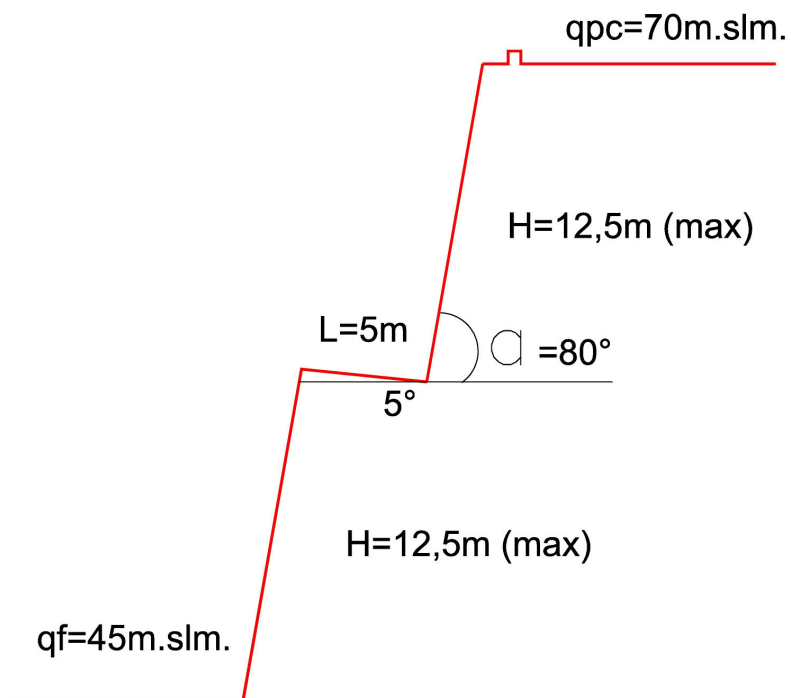
Le due sezioni tipo di Figg.6 e 7 saranno sottoposte a verifica di stabilità nei paragrafi successivi.



**Fig.5 - Ortofoto di rilievo su CTR/2008 con quote semplificate rilevate dal drone**



**Fig.6 - Sezione tipo a fronte unico (non più adottata)**



**Fig.7 - Sezione tipo con due gradoni (già adottata e proposta nel progetto di coltivazione)**

### 3.1 Parametri geotecnici delle rocce calcaree di parete

Sulla base dell'esperienza in campo geomeccanico, nonché di quanto riportato nella letteratura geologica e geotecnica relativamente ai litotipi calcareo-dolomitici costituenti le rocce di parete interessanti le opere di progetto, si possono esemplificare i seguenti valori orientativi per i parametri fisici e geomeccanici più significativi:

- peso specifico reale  $2,7 \text{ g/cm}^3$
- peso specifico apparente  $2,4 \text{ g/cm}^3$
- carico di rottura a compressione  $500 \div 1000 \text{ kg/cm}^2$

I risultati di indagini geofisiche condotte in aree contermini hanno classificato il sito di Categoria sismica "A".

### 3.2 Classificazione delle rocce calcaree finalizzata alla stabilità di parete

Per caratterizzare i calcari "di parete", bisogna tenere in adeguato conto l'assetto geostrutturale degli stessi, lo stato di fratturazione ed il risultato di prove di compressione monoassiali. Nel caso in esame i parametri geomeccanici sintetizzati nel paragrafo precedente, forniscono un valido aiuto.

Le prove di compressione monoassiale su campioni di roccia calcarea prelevati in ambito di sondaggi terebrati in aree vicine hanno fornito un intervallo di tensione pari a  $50 \div 100 \text{ MPa}$ , per cui, nelle classificazioni utilizzate per le analisi geotecniche successivamente esposte, è stato considerato un valore di tensione prudenziale pari al minimo valore dell'intervallo a vantaggio di sicurezza.

### 3.2.1 Metodo RMR di BIENIAWSKI, ROMANA

Al fine di valutare analiticamente le caratteristiche geomeccaniche dei calcari di parete, partendo dalle valutazioni geostrutturali, dall'RQD rilevato in situ e dalle prove di compressione uniassiale eseguite su campioni di roccia e da prove di rottura empiriche, è stata utilizzata la classificazione geomeccanica di BIENIAWSKI-ROMANA. La classificazione di Beniawsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;  
 A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);  
 A3 = spaziatura delle discontinuità;  
 A4 = condizioni delle discontinuità;  
 A5 = condizioni idrauliche;  
 A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'**Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky)** e con le dovute correzioni apportate da **Romana** nel 1985 lo **Slope Mass Rating (SMR)**.

L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\begin{aligned} \text{RMR di base} &= \text{RMR}_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 \\ \text{RMR corretto} &= \text{RMR}_c = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6 \end{aligned}$$

- VALORE DI A1

Nel caso in esame si è fatto riferimento al valore minimo dell'intervallo del paragrafo precedente, che determina un valore di  $S_u=50$  MPa, verificata con una prova d'urto speditiva in campagna.

La roccia si frattura con due o tre colpi	$S_u= 50 - 100$ MPa
---	---------------------

- VALORE DI A2

Disponendo di sondaggi è possibile ricavare il valore di RQD, da cui si ottiene il coefficiente A2, dal recupero di percentuale di carotaggio riferito alla somma degli spezzoni di carota con lunghezza maggiore o uguale a 100 mm:

$$\text{RQD} = \frac{\sum L_c}{L_t} \times 100$$

dove:

$L_C$  = somma delle lunghezze degli spezzoni di carota > 100 mm

$L_t$  = lunghezza totale del tratto in cui si è misurata  $L_C$ .

Nel caso in esame si è fatto riferimento a roccia molto fratturata con RQD=25%.

In mancanza di carote di sondaggio, RQD si ricava dal numero di famiglie di discontinuità caratterizzanti l'ammasso roccioso e dalla misura della loro spaziatura.

Dalla relazione di Palmström (1982) si ha:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

dove  $J_v$  è il numero di fratture per metro cubo di roccia.

In forma alternativa RQD si può ricavare dalla formula di Priest e Hudson (1981):

$$RQD = 100 e^{(0,1 n)} (0,1 n + 1)$$

con  $n$  numero medio di giunti per metro.

Calcolato RQD con uno di questi metodi, si ricava il coefficiente  $A_2$  mediante le equazioni, che derivano sempre dai grafici di Beniawsky:

VALORE DI RQD %	EQUAZIONE
$\leq 26,5$	$A_2 = \frac{3}{26,6} RQD + 3$
$26,5 \div 39$	$A_2 = \frac{2}{12,4} RQD + 1,71$
$39 \div 76,6$	$A_2 = \frac{7}{37,6} RQD + 0,739$
$> 76,6$	$A_2 = \frac{5}{23,4} RQD - 1,367$

- VALORE DI  $A_3$

Una volta calcolata la spaziatura media, cioè la distanza media tra due discontinuità adiacenti, è possibile ricavare il valore del coefficiente  $A_3$ , mediante le seguenti relazioni:

SPAZIATURA (m)	EQUAZIONE
$\leq 0,2$	$A_3 = 15 s + 5$
$0,2 \div 0,4$	$A_3 = 10 s + 6$
$0,4 \div 0,66$	$A_3 = 7,752 s + 5,9$
$0,66 \div 0,94$	$A_3 = 7,067 s + 7,35$



0,94 ÷ 1,6	$A3 = 6,07 s + 8,288$
1,6 ÷ 2,0	$A3 = 5 s + 10$
> 2,0	$A3 = 20$

- VALORE DI A4

Determinare dalle tavole di classificazione di Beniawsky il valore numerico relativo alla condizione delle discontinuità, invece, risulta molto soggettivo. Perciò per valutare correttamente A4 conviene procedere sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti, e al materiale di riempimento:

$$A4 = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

I valori da assegnare sono:

**V1 – Persistenza del giunto**

PERSISTENZA (m)	V1
< 1	6
1 ÷ 3	4
3 ÷ 10	2
10 ÷ 20	1
> 20	0

**V2 – Apertura del giunto**

APERTURA (mm)	V2
Completamente chiuso	6
< 0,1	5
0,1 ÷ 1	4
1 ÷ 5	1
> 5	0

**V3 – Rugosità del giunto**

RUGOSITA'	V3
Molto Rugosa	6
Rugosa	5
Leggermente rugosa	3
Liscia	1
Levigata	0

**V4 – Alterazione delle pareti**

ALTERAZIONE	V4
Non alterate	6
Leggermente alterate	5
Mediamente alterate	3
Molto alterate	1
Decomposte	0

**V5 – Riempimento delle discontinuità**

RIEMPIMENTO (mm)	RIEMPIMENTO	V5
-	Assente	6
< 5	Compatto	4
> 5	Compatto	2
< 5	Soffice	2
> 5	Soffice	0

- VALORE DI A5

Questo valore viene derivato dalle condizioni idrauliche riferite ad un fronte di 10 m. Dalle tabelle fornite da Beniawsky si ottiene:

Venute d'acqua su 10 m di lunghezza	Nessuna	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min
Condizione	Asciutta	Umida	Bagnata	Deboli venute	Forti venute
Coefficiente A5	15	10	7	4	0

- VALORE DI A6

Per l'orientamento delle discontinuità si applica un coefficiente di correzione A6, a seconda che si tratti di gallerie o fondazioni.

APPLICAZIONE	Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25

Per quanto riguarda i versanti il coefficiente A6 proposto da Beniawsky risulta troppo "conservativo" e pertanto nel calcolo di RMR si utilizza la metodologia proposta da Romana.

- VALORE DI RMR (ROCK MASS RATING) E PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO

Attribuiti tutti i coefficienti, sulla base del valore  $RMR_C$  calcolato si identificano 5 intervalli a cui corrispondono 5 classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

$RMR_C$	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	$\leq 20$
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Dal valore di  $RMR_b$  si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Beniauskas assumono il valore:

$$\begin{aligned} \text{coesione di picco } c_p \text{ (kPa)} &= 5 RMR_b \\ \text{angolo di attrito di picco } \phi_p &= 0,5 RMR_b + 5 \\ \text{modulo di deformazione } E \text{ (GPa)} &= 2 RMR_b - 100 \end{aligned}$$

I valori della coesione residua e dell'angolo di attrito residuo si ricavano introducendo nelle formule sopra indicate un valore di  $RMR_b$  modificato secondo la:

$$RMR_b = RMR_b(\text{originario}) - [0,2 \times RMR_b(\text{originario})] \text{ (Priest, 1983)}$$

La formula di  $E$  è però da considerare valida per valori di  $RMR$  superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983):

$$E \text{ (GPa)} = 10(RMR_b - 10 / 40)$$

Il valore di GSI (Geological Strength Index) viene ricavato dalla:

$$GSI = RMR - 5$$

dove  $RMR$  viene calcolato tenendo conto dei punteggi assegnati ai primi quattro parametri e assumendo condizioni idrauliche asciutte ( $A_5 = 15$ ). Tale relazione è da ritenersi valida per  $RMR > 23$ .

- SLOPE MASS RATING (SMR, Romana 1985)

Romana propone di aggiungere al valore di  $RMR$  (di base), alcuni fattori di aggiustamento sulla base dell'orientamento relativo fra discontinuità e fronte del versante e aggiungere un ulteriore fattore che tiene conto del metodo di scavo:

$$SMR = RMR_b + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

Il primo fattore di aggiustamento è il prodotto di tre fattori:

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti.

F2 è riferito all'inclinazione del giunto nell'ipotesi di rottura planare.

F3 mantiene le relazioni proposte da Beniauskas per l'inclinazione fra fronte e giunti.

F4 rappresenta un fattore di correzione legato al metodo di scavo ed è stato fissato empiricamente.

Le condizioni di stabilità verificate sono relative rotture planari e per ribaltamento (toppling); il metodo è stato esteso anche alle rotture a cuneo di recente da Anbalagan et al.

Sulla base della tabella che segue si attribuiscono i valori ai fattori:

CASO		Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Planare Toppling Cuneo	$\alpha\varphi - \alpha\phi$ $\alpha\varphi - \alpha\phi \square 180 \square$ $\alpha i - \alpha\phi$	$> 30^\circ$	$30^\circ - 20^\circ$	$20^\circ - 10^\circ$	$10^\circ - 5^\circ$	$< 5^\circ$
	F1	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
Planare Cuneo	$\beta\varphi$ $\beta i$	$< 20^\circ$	$20^\circ - 30^\circ$	$30^\circ - 35^\circ$	$35^\circ - 45^\circ$	$> 45^\circ$
	F2	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
Toppling	F2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Planare Cuneo	$\beta\varphi - \beta\phi$ $\beta i - \beta\phi$	$> 10^\circ$	$10^\circ - 0^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ - (-10^\circ)$	$< -10^\circ$
Toppling	$\beta\varphi - \beta\phi$	$< 110^\circ$	$110^\circ - 120^\circ$	$> 120^\circ$	-	-
	F3	0	- 6	- 25	- 50	- 60

dove:

$\alpha j$  = immersione del giunto

$\alpha i$  = immersione della retta di intersezione di due piani per la rottura a cuneo

$\alpha f$  = immersione del fronte del versante

$\beta j$  = inclinazione del giunto

$\beta i$  = inclinazione della retta di intersezione di due piani per la rottura a cuneo

$\beta f$  = inclinazione del fronte

Il fattore F4 vale invece:

METODO DI SCAVO	F4
Scarpata naturale	15
Abbattimento con pretaglio	10
Abbattimento controllato	8
Abbattimento normale	0
Abbattimento non controllato	-8

Calcolato il valore di SMR, si possono avere indicazioni generali, fornite da Romana, sul grado di stabilità della scarpata, sul tipo di cinematismo di rottura che si può instaurare e su quanto possano pesare eventuali interventi di stabilizzazione:

SMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
CLASSE	I	II	III	IV	V
DESCRIZIONE	Molto buona	Buona	Mediocre	Scadente	Molto scadente
STABILITA'	Sicuramente stabile	Stabile	Parzialmente stabile	Instabile	Sicuramente instabile
MODO DI ROTTURA	Assente	Possibili blocchi	Lungo piani o per cunei	Lungo piani o su grandi cunei	Su grandi piani o rototraslazionali
STABILIZZAZIONE	Nessuna	Occasionale	Sistematica	Estesa	Riprofilare la scarpata

CALCOLO DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO IN STUDIOInput dati per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR)

*Standard ISRM = La roccia si frattura con 2-3 colpi di martello ( $\sigma=50\text{MPa}$ )*  
*Lunghezza totale del tratto di carota in cui si effettuano le misure (Lt)=6000 mm*  
*Somma delle lunghezze degli spezzoni di carota > 100 mm (Lc) =1500 mm*  
*Spaziatura delle discontinuità (s)=1,0 m*  
*Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m*  
*Apertura del giunto 1-5 mm*  
*Giunto leggermente rugoso*  
*Pareti leggermente alterate*  
*Riempimento compatto < 5 mm*  
*Roccia asciutta*  
*Orientamento delle discontinuità favorevole*

RISULTATI RELATIVI A ROCK MASS RATING (RMR)

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
50 - 100	25

V1	V2	V3	V4	V5
4	1	3	5	4

V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto

V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto

V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto

V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti

V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
7	5,81954887	14,358	17	15	-2

A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta

A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD

A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità

A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità

A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche

A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
59,2	57,2	Terza	Mediocre

**CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO**

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
18,4	54,2	296	34,5	236,7	28,6

INPUT DATI PER IL CALCOLO DI SLOPE MASS RATING (SMR)

Rottura: **planare o a cuneo**

Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: **condizione mediocre**

Inclinazione dei giunti: **condizione mediocre**

Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: **condizione mediocre**

Metodo di scavo: **Abbattimento controllato**

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)Fattori di aggiustamento

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

### CLASSIFICAZIONE CORRETTA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

SMR	Classe	Descrizione
54,93	Terza	Mediocre

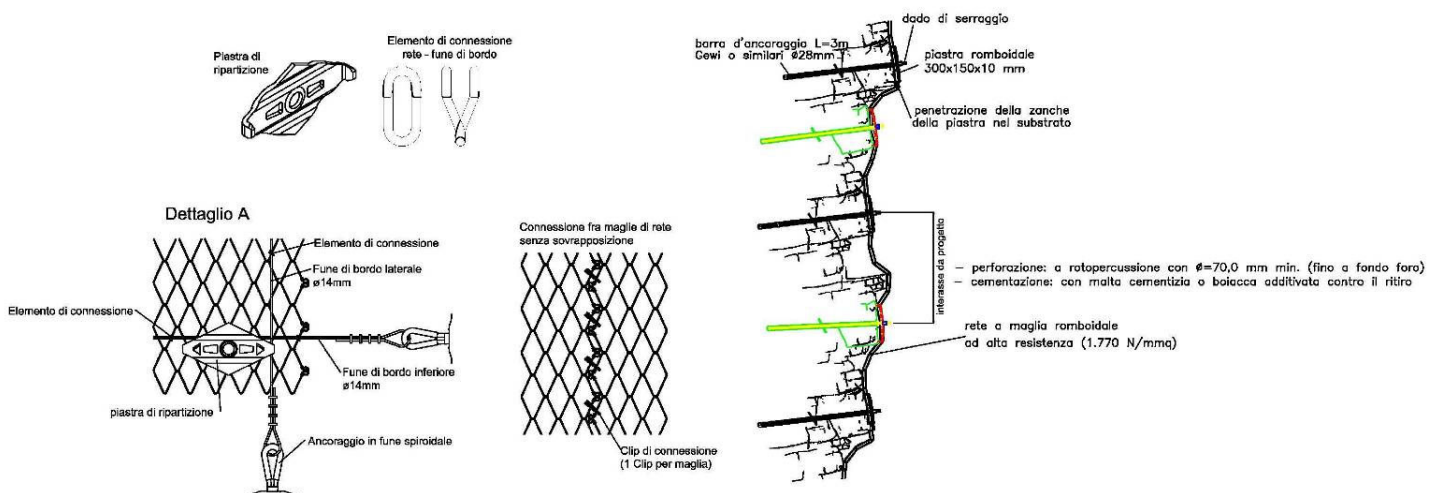
### GRADO DI STABILITÀ, TIPO DI CINEMATISMO DI ROTTURA, EVENTUALI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica

***E' opportuno sottolineare che per stabilizzazione sistematica si intende l'interposizione di gradoni, la bonifica e disaggio di elementi lapidei instabili ed in ultima analisi (qualora necessario) il ricorso ad ulteriori idonee tecnologie, fra cui l'installazione di reti chiodate paramassi o altro.***

La Fig.8 mostra le caratteristiche tecniche della rete paramassi chiodata.

#### PARTICOLARE COSTRUTTIVO CONSOLIDAMENTO ATTIVO CON RETE METALLICA



**Fig.8**

#### 4. STABILITA' DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE UNICO

Come detto precedentemente, decenni fa la Ditta ha eseguito lo scavo a fronte unico, con altezza finale dello stesso pari a 30 m circa (Foto 4).



Foto 4 - Perimetro di scavo NW a fronte unico

Allo scopo di valutare la propensione al dissesto della parete suddetta, è stata identificata una sezione trasversale tipo caratterizzata da calcari aventi i seguenti parametri geomeccanici:

$$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3; R_{\text{comp}} = 500 \text{ kg/cm}^2$$

E' stato adottato il metodo di Bishop per pendii in roccia, con il criterio di rottura di Hoek e Bray (cfr. relazione e tabulati in Appendice A), utilizzando i risultati della classificazione di Bieniawski.

Le condizioni di verifica adottate sono quelle post operam con riduzione dei parametri geotecnici e in SLC. La categoria sismica del suolo è stata considerata A come detto precedentemente (cfr. parametri sismici in Tab.1).

La categoria topografica è stata considerata T2.



**Tab.6 - Parametri sismici suolo CAT. A**

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 40,192478  
 longitudine: 18,180373  
 Classe: 1  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 35702	Lat: 40,1885	Lon: 18,1368	Distanza: 3730,584
Sito 2	ID: 35703	Lat: 40,1857	Lon: 18,2021	Distanza: 1989,549
Sito 3	ID: 35481	Lat: 40,2356	Lon: 18,2057	Distanza: 5258,854
Sito 4	ID: 35480	Lat: 40,2384	Lon: 18,1403	Distanza: 6133,343

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A  
 Categoria topografica: T2  
 Periodo di riferimento: 35anni  
 Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,014 g  
 Fo: 2,415  
 Tc\*: 0,157 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 35 [anni]  
 ag: 0,015 g  
 Fo: 2,414  
 Tc\*: 0,171 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 332 [anni]  
 ag: 0,046 g  
 Fo: 2,415  
 Tc\*: 0,420 [s]

## Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 682 [anni]  
ag: 0,061 g  
Fo: 2,445  
Tc\*: 0,499 [s]

## Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

## SLO:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,200  
Kh: 0,003  
Kv: 0,002  
Amax: 0,167  
Beta: 0,200

## SLD:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,200  
Kh: 0,004  
Kv: 0,002  
Amax: 0,182  
Beta: 0,200

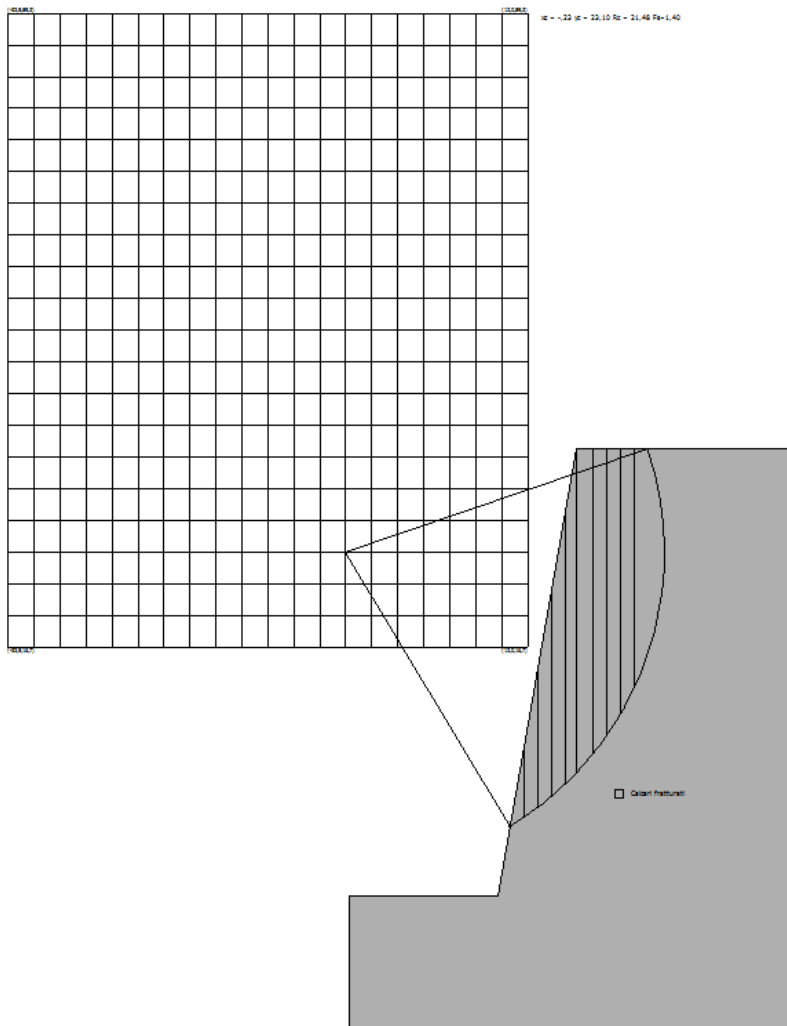
## SLV:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,200  
Kh: 0,011  
Kv: 0,005  
Amax: 0,539  
Beta: 0,200

## SLC:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,200  
Kh: 0,015  
Kv: 0,007  
Amax: 0,714  
Beta: 0,200

***I risultati dell'analisi di stabilità (SLC) eseguita per la parete tipo a fronte unico sono riportati in Appendice A ed evidenziano fattore di sicurezza minimo pari a 1,4 (cfr. Fig.9) e quindi si parla di stabilità verificata. In presenza di situazioni di potenziale distacco di elementi lapidei superficiali occorre intervenire con disgaggio in cordata ed eventuale applicazione di rete paramassi chiodata o altro idonea tecnologia.***



**Fig.9 - Sezione tipo del fronte di scavo H=30 m a fronte unico.**

La Fig.10 mostra la totalità delle superfici di potenziale rottura indagate.

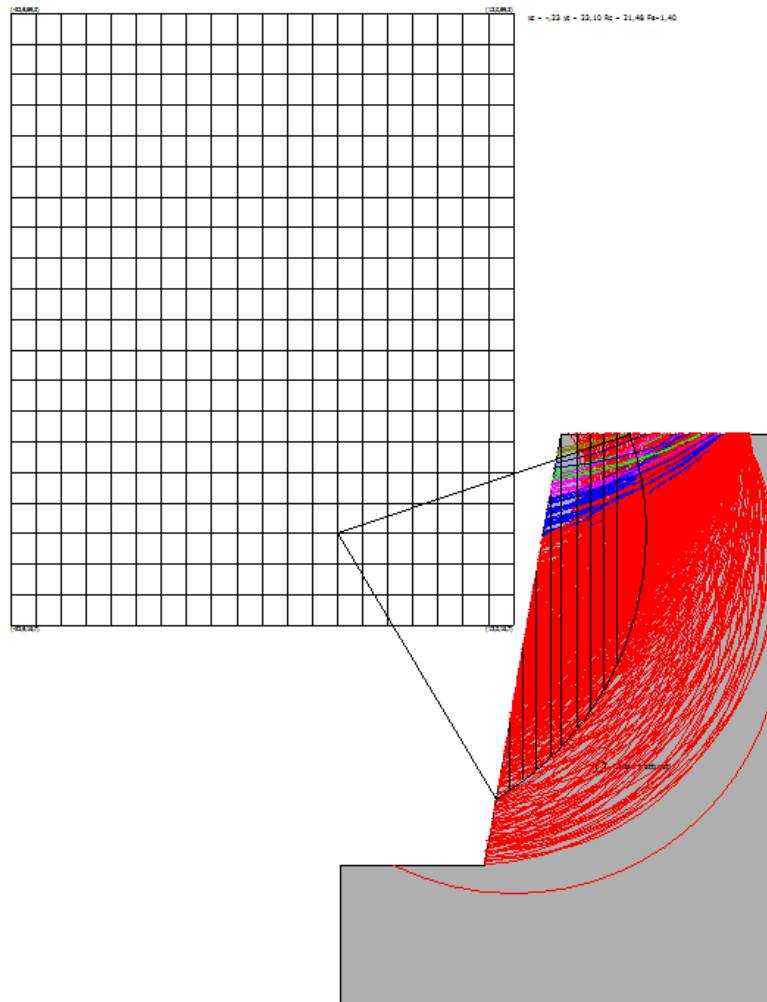


Fig.10

## 5. STABILITA' DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE MULTIPLO CON GRADONI ROMPIRATTA

Come detto precedentemente, oggi la Ditta esegue lo scavo a fronte multiplo con gradoni larghi non meno di 5 m e altezza del singolo fronte intorno ai 10-12.5 m, come prescritto dall'Ufficio Minerario.

Le ipotesi geometriche fissate nel Progetto di coltivazione proposto in questa sede ed esplicitato nella Relazione Tecnica dell'ALL.R1, prevede una sezione di scavo finale di altezza complessiva pari a 24-25m (da 69-70 m slm a 45 m slm), costituita da

due fronti di altezza 12,5m metri rispettivamente e larghezza del gradone non meno di 5 m (Foto 5).



**Foto 5 - Perimetro di scavo Est a fronte multiplo**

Allo scopo di valutare la stabilità della parete suddetta, è stata identificata una sezione trasversale tipo caratterizzata da calcari aventi i seguenti parametri geomeccanici:

$$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3; R_{\text{comp}} = 500 \text{ kg/cm}^2$$

E' stato adottato il metodo di Bishop per pendii in roccia, con il criterio di rottura di Hoek e Bray (cfr. relazione e tabulati in Appendice B), utilizzando i risultati della classificazione di Bieniawski.

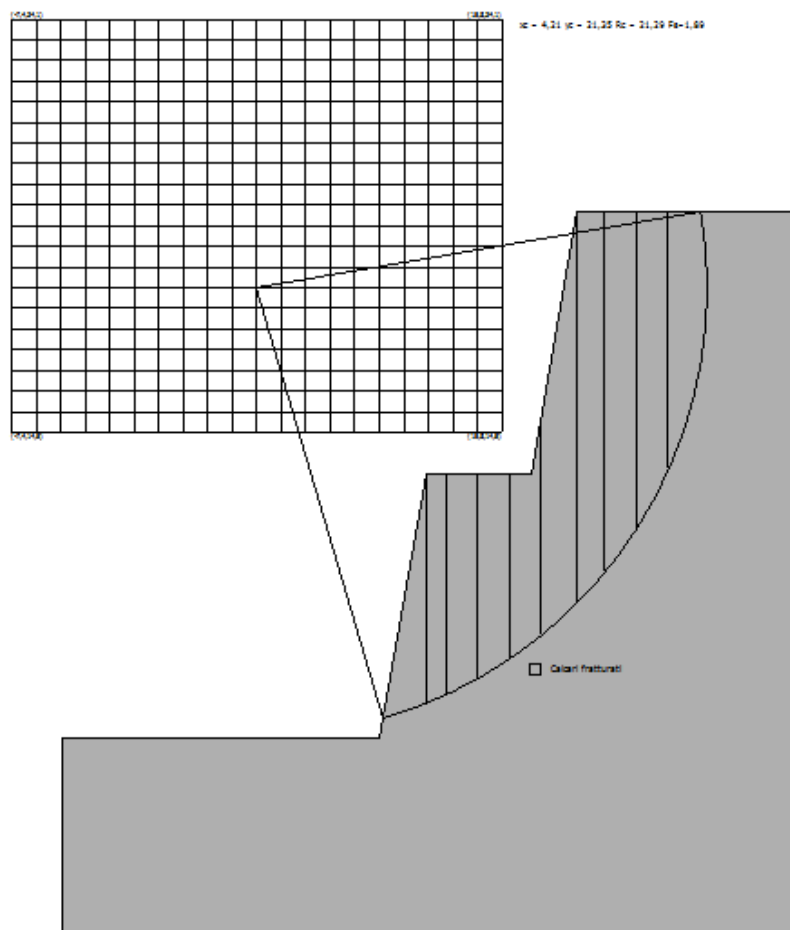
Le condizioni di verifica adottate sono quelle post operam con riduzione dei parametri geotecnici e in SLC. La categoria sismica del suolo è stata considerata A come detto precedentemente (cfr. parametri sismici in Tab.1).

La categoria topografica è stata considerata T2.

***I risultati dell'analisi di stabilità (SLC) eseguita per la parete tipo a fronte multiplo sono riportati in Appendice B ed evidenziano fattore di sicurezza minimo pari a 1,88 (cfr. Fig.11) e quindi si parla di ottima stabilità verificata.***

***In presenza di situazioni di potenziale distacco di elementi lapidei superficiali occorre intervenire con un localizzato disaggio in cordata ed eventuale applicazione di rete paramassi chiodata.***

Per la difesa idraulica delle attività di scavo e di recupero si propone un fosso di guardia perimetrale di sommità e l'incasso del terreno vegetale sulla berma.



**Fig.11 - Sezione tipo del fronte di scavo H=25 m a fronte multiplo.**

La Fig.12 mostra la totalità delle superfici di potenziale rottura indagate.

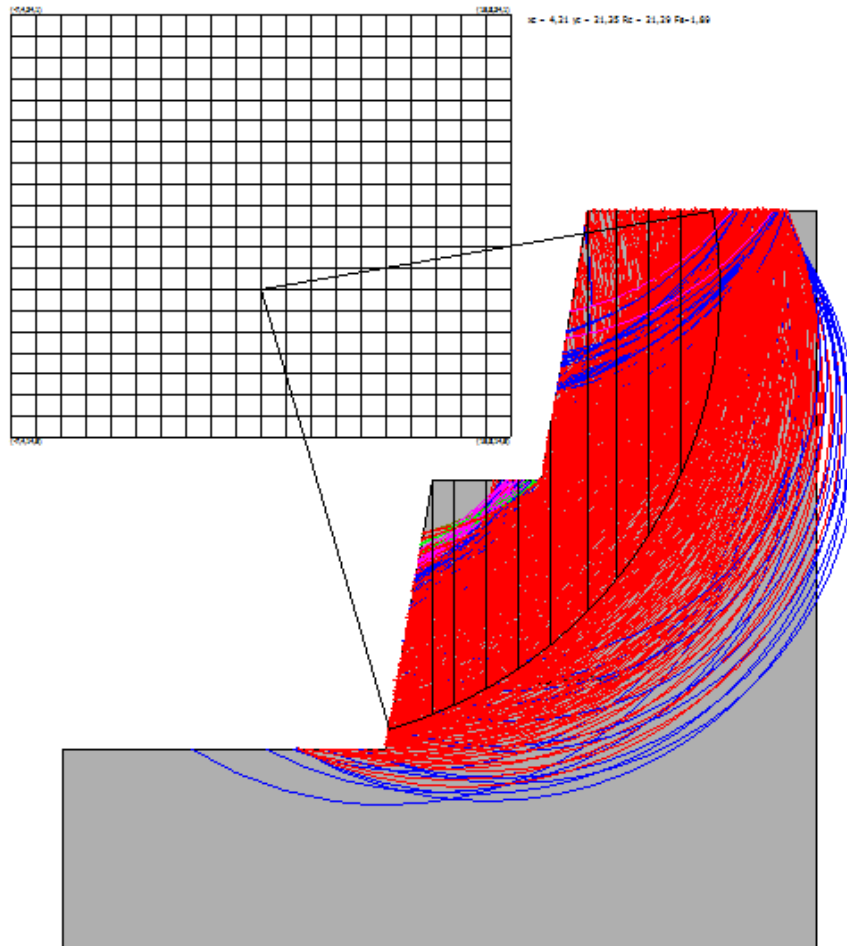


Fig.12

Galatina, 05 aprile 2019

**APPENDICE A**  
**RELAZIONE METODOLOGICA E TABULATI VERIFICA DI STABILITA'**  
**DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE UNICO**



**Pendii in roccia (Metodo di Hoek e Bray)**

Per i versanti in roccia, diversamente da quelli in terra, il criterio di rottura di Mohr-Coulomb non può essere impiegato per definire la resistenza del materiale; tuttavia con questo metodo viene descritta una procedura che consente l'applicazione dei metodi classici dell'Equilibrio Limite anche nei versanti rocciosi. A tale scopo vengono definiti l'angolo di resistenza a taglio e la coesione che si mobilitano lungo la superficie di scorrimento secondo le seguenti espressioni:

$$\operatorname{tg}\varphi = AB \left( \frac{N}{\sigma_c} - T \right)^{B-1}$$

$$c = A\sigma_c \left( \frac{N}{\sigma_c} - T \right)^B - N\operatorname{tg}\varphi$$

dove:

$\sigma_c$  è la resistenza a compressione monassiale della roccia;

A, B, T costanti in funzione del litotipo e della qualità della roccia (*riportati in tabella*);

N sforzo normale alla base del concio.

Le costanti A, B e T sono vengono determinate in funzione della classificazione della roccia secondo Bieniawski (indice RMR) e secondo Barton (indice Q). Tra i due sistemi di classificazione, sulla base di 111 esempi analizzati, è stata trovata la seguente correlazione:

$$\operatorname{RMR} = 9 \ln Q + 44$$

	Calcari Dolomie Marne	Argilliti Siltiti Scisti	Areniti Quarziti	Andesiti Basalti Rioliti	Anfiboliti Gneiss Graniti
RMR = 100 Q = 500	A = 0.816 B = 0.658 T = -0.140	A = 0.918 B = 0.677 T = -0.099	A = 1.044 B = 0.692 T = -0.067	A = 1.086 B = 0.696 T = -0.059	A = 1.220 B = 0.705 T = -0.040
RMR = 85 Q = 100	A = 0.651 B = 0.679 T = -0.028	A = 0.739 B = 0.692 T = -0.020	A = 0.848 B = 0.702 T = -0.013	A = 0.883 B = 0.705 T = -0.012	A = 0.998 B = 0.712 T = -0.008
RMR = 65 Q = 10	A = 0.369 B = 0.669 T = -0.006	A = 0.427 B = 0.683 T = -0.004	A = 0.501 B = 0.695 T = -0.003	A = 0.525 B = 0.698 T = -0.002	A = 0.603 B = 0.707 T = -0.002
RMR = 44 Q = 1	A = 0.198 B = 0.662 T = -0.0007	A = 0.234 B = 0.675 T = -0.0005	A = 0.280 B = 0.688 T = -0.0003	A = 0.295 B = 0.691 T = -0.003	A = 0.346 B = 0.700 T = -0.0002
RMR = 3 Q = 0.1	A = 0.115 B = 0.646 T = -0.0002	A = 0.129 B = 0.655 T = -0.0002	A = 0.162 B = 0.672 T = -0.0001	A = 0.172 B = 0.676 T = -0.0001	A = 0.203 B = 0.686 T = -0.0001
RMR = 3 Q = 0.01	A = 0.042 B = 0.534 T = 0	A = 0.050 B = 0.539 T = 0	A = 0.061 B = 0.546 T = 0	A = 0.065 B = 0.548 T = 0	A = 0.078 B = 0.556 T = 0

**Analisi di stabilità del fronte di scavo con BISHOP**

Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3

**Superficie di forma circolare****Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-22,94 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	16,73 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	59,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Descrizione:	
Latitudine:	40,19
Longitudine:	18,18
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,14	2,42	0,16
S.L.D.	35,0	0,15	2,41	0,17
S.L.V.	332,0	0,45	2,42	0,42
S.L.C.	682,0	0,6	2,45	0,5

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,168	0,2	0,0034	0,0017
S.L.D.	0,18	0,2	0,0037	0,0018
S.L.V.	0,54	0,2	0,011	0,0055
S.L.C.	0,72	0,2	0,0147	0,0073

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,015

Coefficiente azione sismica verticale 0,007

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	15,3	30,0
4	30,0	30,0

**Stratigrafia**

Strato	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kg/cm <sup>2</sup> )	Texture	Descrizione
1	2400	0,198	0,662	-0,0007	500		Calcarei fratturati

**Risultati analisi pendio****Fs minimo individuato****1,4**

Ascissa centro superficie -0,23 m

Ordinata centro superficie 23,1 m

Raggio superficie 21,48 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei concii. Superficie...xc = -0,231 yc = 23,103 Rc = 21,483 Fs=1,3993**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,93	32,5	1,1	5218,93	78,28	36,53	0,87	49,7	0,0	1209,6	7824,3
2	0,93	35,4	1,14	15543,18	233,15	108,8	1,03	43,3	0,0	8850,8	14370,1
3	0,93	38,5	1,19	25701,63	385,52	179,91	1,17	40,1	0,0	16863,0	20080,9
4	0,93	41,8	1,25	35672,59	535,09	249,71	1,27	38,2	0,0	25088,8	25460,2
5	0,76	44,9	1,07	36330,79	544,96	254,32	1,34	37,2	0,0	26676,8	24698,4
6	1,1	48,5	1,66	55807,46	837,11	390,65	1,3	37,9	0,0	41058,7	38189,7
7	0,93	52,8	1,54	44371,75	665,58	310,6	1,18	39,8	0,0	31520,7	31777,7
8	0,93	57,1	1,71	41428,59	621,43	290,0	1,08	42,0	0,0	27978,6	31242,5
9	0,93	62,0	1,98	37918,22	568,77	265,43	0,98	44,8	0,0	23408,4	30501,8
10	0,93	86,7	16,12	33514,61	502,72	234,6	0,81	56,5	0,0	-52282,4	36588,2

**APPENDICE B**  
**RELAZIONE METODOLOGICA E TABULATI VERIFICA DI STABILITA'**  
**DELLA PARETE TIPO CALCAREA A FRONTE MULTIPLO**  
**CON GRADONI ROMPITRATTA**

**Pendii in roccia (Metodo di Hoek e Bray)**

Per i versanti in roccia, diversamente da quelli in terra, il criterio di rottura di Mohr-Coulomb non può essere impiegato per definire la resistenza del materiale; tuttavia con questo metodo viene descritta una procedura che consente l'applicazione dei metodi classici dell'Equilibrio Limite anche nei versanti rocciosi. A tale scopo vengono definiti l'angolo di resistenza a taglio e la coesione che si mobilitano lungo la superficie di scorrimento secondo le seguenti espressioni:

$$\operatorname{tg}\varphi = AB \left( \frac{N}{\sigma_c} - T \right)^{B-1}$$

$$c = A\sigma_c \left( \frac{N}{\sigma_c} - T \right)^B - N\operatorname{tg}\varphi$$

dove:

$\sigma_c$  è la resistenza a compressione monassiale della roccia;

A, B, T costanti in funzione del litotipo e della qualità della roccia (*riportati in tabella*);

N sforzo normale alla base del concio.

Le costanti A, B e T sono vengono determinate in funzione della classificazione della roccia secondo Bieniawski (indice RMR) e secondo Barton (indice Q). Tra i due sistemi di classificazione, sulla base di 111 esempi analizzati, è stata trovata la seguente correlazione:

$$\operatorname{RMR} = 9 \ln Q + 44$$

	Calcari Dolomie Marne	Argilliti Siltiti Scisti	Areniti Quarziti	Andesiti Basalti Rioliti	Anfiboliti Gneiss Graniti
RMR = 100 Q = 500	A = 0.816 B = 0.658 T = -0.140	A = 0.918 B = 0.677 T = -0.099	A = 1.044 B = 0.692 T = -0.067	A = 1.086 B = 0.696 T = -0.059	A = 1.220 B = 0.705 T = -0.040
RMR = 85 Q = 100	A = 0.651 B = 0.679 T = -0.028	A = 0.739 B = 0.692 T = -0.020	A = 0.848 B = 0.702 T = -0.013	A = 0.883 B = 0.705 T = -0.012	A = 0.998 B = 0.712 T = -0.008
RMR = 65 Q = 10	A = 0.369 B = 0.669 T = -0.006	A = 0.427 B = 0.683 T = -0.004	A = 0.501 B = 0.695 T = -0.003	A = 0.525 B = 0.698 T = -0.002	A = 0.603 B = 0.707 T = -0.002
RMR = 44 Q = 1	A = 0.198 B = 0.662 T = -0.0007	A = 0.234 B = 0.675 T = -0.0005	A = 0.280 B = 0.688 T = -0.0003	A = 0.295 B = 0.691 T = -0.003	A = 0.346 B = 0.700 T = -0.0002
RMR = 3 Q = 0.1	A = 0.115 B = 0.646 T = -0.0002	A = 0.129 B = 0.655 T = -0.0002	A = 0.162 B = 0.672 T = -0.0001	A = 0.172 B = 0.676 T = -0.0001	A = 0.203 B = 0.686 T = -0.0001
RMR = 3 Q = 0.01	A = 0.042 B = 0.534 T = 0	A = 0.050 B = 0.539 T = 0	A = 0.061 B = 0.546 T = 0	A = 0.065 B = 0.548 T = 0	A = 0.078 B = 0.556 T = 0

**Analisi di stabilità del fronte di scavo con BISHOP**

Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Coefficiente di sicurezza [R2]	1,3
<b>Superficie di forma circolare</b>	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-7,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	14,5 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15,81 m
Ordinata vertice destro superiore ys	34,09 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Descrizione:	
Latitudine:	40,19
Longitudine:	18,18
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2

S.L.	TR	ag	F0	TC*
Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s <sup>2</sup> ]	[-]	[sec]
S.L.O.	30,0	0,14	2,42	0,16
S.L.D.	35,0	0,15	2,41	0,17
S.L.V.	332,0	0,45	2,42	0,42
S.L.C.	682,0	0,6	2,45	0,5

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0,168	0,2	0,0034	0,0017
S.L.D.	0,18	0,2	0,0037	0,0018
S.L.V.	0,54	0,2	0,011	0,0055
S.L.C.	0,72	0,2	0,0147	0,0073
Coefficiente azione sismica orizzontale		0,015		
Coefficiente azione sismica verticale		0,007		

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	-5,0	0,0
2	10,0	0,0
3	12,2	12,5
4	17,2	12,5
5	19,4	25,0
6	30,0	25,0

**Stratigrafia**

Strato	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	A	B	T	Resistenza compressione monoassiale (kg/cm <sup>2</sup> )	Texture	Descrizione
1	2400	0,198	0,662	-0,0007	500		Calcari fratturati

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1,89
Ascissa centro superficie	4,21 m
Ordinata centro superficie	21,35 m
Raggio superficie	21,29 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei concii. Superficie...xc = 4,209 yc = 21,355 Rc = 21,295 Fs=1,8895**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,04	19,1	2,16	26787,44	401,81	187,51	1,05	42,9	0,0	20674,2	22136,0
2	0,97	23,5	1,05	24760,65	371,41	173,32	1,28	38,1	0,0	20247,6	15541,4
3	1,5	27,1	1,69	36426,69	546,4	254,99	1,22	39,1	0,0	28945,4	23385,3
4	1,5	31,8	1,77	33366,15	500,49	233,56	1,15	40,5	0,0	25449,8	22272,8
5	1,5	36,7	1,87	29679,84	445,2	207,76	1,07	42,3	0,0	21412,8	20935,5
6	1,73	42,4	2,33	60024,74	900,37	420,17	1,22	39,2	0,0	48447,3	35955,6
7	1,28	48,1	1,92	54988,6	824,83	384,92	1,22	39,1	0,0	46305,2	32327,8
8	1,5	54,1	2,56	58323,11	874,85	408,26	1,09	41,9	0,0	47752,8	37440,6
9	1,5	61,9	3,19	49722,91	745,84	348,06	0,94	46,2	0,0	37289,3	36445,8
10	1,5	83,0	12,34	37145,28	557,18	260,02	0,81	55,9	0,0	-17015,9	39511,0