

**PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows**

**Sommario**

<b>1. TEORIA E NORMATIVA.....</b>	<b>2</b>
1.1 CALCOLO DEGLI INDICI DI PERICOLOSITÀ.....	2
<i>Ribaltamento</i> .....	2
<i>Scivolamento planare</i> .....	3
<i>Scivolamento di blocchi</i> .....	3
1.2 CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (S.M.R. - SLOPE MASS RATING).....	5
1.3 MARKLAND TEST.....	7

## **1. Teoria e Normativa**

### **1.1 Calcolo degli indici di pericolosità.**

Per l'elaborazione della carta degli indici di pericolosità, la base topografica viene suddivisa in base ad una griglia regolare di  $n$  righe e  $m$  colonne. All'interno di ogni area individuata dai nodi  $(i,j)$ ,  $(i+1,j)$ ,  $(i+1,j+1)$ ,  $(i,j+1)$  viene individuata, dall'analisi delle curve di livello, la pendenza massima del versante e la sua immersione rispetto al nord. Ad ogni area vengono quindi assegnati i parametri geomeccanici e giacitureali della stazione di rilievo più vicina. Gli indici di pericolosità vengono calcolati relativamente a tre tipologie di movimento franoso: ribaltamento, scivolamento planare e scivolamento di blocchi. All'area di calcolo viene assegnato come indice di pericolosità il maggiore dei tre indici calcolati.

#### **Ribaltamento**

Si considera potenzialmente instabile per ribaltamento un blocco roccioso, isolato da un giunto meccanico, per il quale siano valide le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} \beta_g > 75^\circ \text{ e } \beta_v > 75^\circ \\ \alpha_v - 10^\circ < \alpha_g < \alpha_v + 10^\circ \end{aligned}$$

dove:

$\alpha_v$  = immersione del versante;

$\beta_v$  = inclinazione del versante;

$\alpha_g$  = immersione del giunto;

$\beta_g$  = inclinazione del giunto;

L'indice di pericolosità viene calcolato con la relazione:

$$I_{ribaltamento} (\%) = 100 \frac{N_{rib}}{N_{totale}}$$

dove:

## PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows

$N_{rib}$  = numero di giunti che isolano blocchi instabili per ribaltamento;  
 $N_{totale}$  = numero totale di giunti presenti.

### Scivolamento planare

L'instabilità per scivolamento planare si ha quando un giunto disposto a franapoggio meno inclinato del pendio isola alla base un blocco roccioso. Un ulteriore condizione è che l'angolo di attrito mobilitabile lungo la discontinuità sia minore dell'inclinazione apparente del versante lungo l'immersione della discontinuità stessa. In pratica è necessario che siano soddisfatte le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}\alpha_v - 90^\circ < \alpha_g < \alpha_v + 90^\circ \\ \beta_g < \beta_v \text{ apparente} \\ \beta_g > \varphi\end{aligned}$$

L'indice di pericolosità viene calcolato con la relazione:

$$I_{scivolamento} (\%) = 100 \frac{N_{sciv}}{N_{totale}}$$

dove:

$N_{sciv}$  = numero di giunti che isolano blocchi instabili per scivolamento;  
 $N_{totale}$  = numero totale di giunti presenti.

### Scivolamento di blocchi

L'instabilità per scivolamento di blocchi si ha quando l'intersezione fra due giunti, disposta a franapoggio meno inclinata del pendio, isola alla base un blocco roccioso. Un ulteriore condizione è che l'angolo di attrito mobilitabile lungo l'intersezione delle discontinuità sia minore dell'inclinazione apparente del versante lungo l'immersione dell'intersezione stessa. In pratica è necessario che siano soddisfatte le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}\alpha_v - 90^\circ < \alpha_i < \alpha_v + 90^\circ \\ \beta_i < \beta_v \text{ apparente} \\ \beta_i > \varphi\end{aligned}$$

**PROGRAM GEO** - R-Block ver.2 per Windows

dove  $\alpha_i$  e  $\beta_i$  sono, rispettivamente, l'immersione e l'inclinazione dell'intersezione dei due giunti che isolano il blocco.

L'indice di pericolosità viene calcolato con la relazione:

$$I_{\text{blocchi}} (\%) = 100 \frac{N_{\text{blocchi}}}{N_{\text{totale}}}$$

dove:

$N_{\text{sciv}}$  = numero di blocchi instabili;

$N_{\text{totale}}$  = numero totale di blocchi presenti.

## 1.2 Classificazione di Romana (S.M.R. - Slope Mass Rating)

La classificazione rappresenta l'applicazione della classificazione di Bieniawski del 1979 al caso di stabilità di scarpate in roccia. L'indice SMR (Slope Mass Rating) è dato dalla seguente relazione :

$$SMR = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

Gli indici A1-A5 sono relativi alla classificazione di Bieniawski.

PARAMETERS		RANGE OF VALUES							
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index (MPa)	>10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	For this low range, uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial compressive strength(MPa)	>250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
		Rating	15	12	7	4	2	1	0
2		Rock Quality Designation R.Q.D. (%)	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	<25		
		Rating	20	17	13	8	3		
3		Joint spacing (m)	>2.0	0.6-2.0	0.20-0.60	0.06 - 0.20	< 0.06		
		Rating	20	15	10	8	5		
4		Joint condition	Very rough surfaces. Not continuous. No separation. Hard joint wall rock	Slightly rough surfaces. Separation < 1mm. Hard joint wall rock.	Slightly rough surfaces. Separation < 1mm. Soft joint wall rock.	Slickensided surfaces or Gouge < 5mm thick or Joint open 1-5 mm. Continuous joints	Soft gouge > 5mm thick or Joint open > 5mm. Continuous joint.		
		Rating	30	25	20	10	0		
5		Ground water	General conditions		Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing
		Rating	15	10	7	4	0		

La somma dei cinque indici parziali fornisce il Basic RMR(BRMR). L'indice SMR deve essere calcolato con la seguente formula:

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

Le variabili F1, F2 e F3 dipendono dall'orientazione del giunto più sfavorevole nell'ammasso roccioso in funzione dell'orientazione del versante.

F1 è fornito dalla seguente espressione:

$$F1 = [1 - \text{sen}(|\alpha_j - \alpha_f|)]^2$$

**PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows**

dove  $\alpha_j$  e  $\alpha_f$  sono, rispettivamente, l'immersione del giunto più sfavorevole e l'immersione del versante.

F2 è ottenuto dalla formula:

$$F2 = \text{tg}^2 \beta_j$$

dove  $\beta_j$  è l'inclinazione del giunto più sfavorevole. Quando  $F2 > 1$ , si deve porre  $F2 = 1$ .

F3 è una correzione da applicare al valore di BRMR in funzione della differenza fra l'inclinazione del giunto più sfavorevole e l'inclinazione del versante ( $\beta_j - \beta_f$ ). Praticamente corrisponde alla correzione di Bieniawski:

F 3	Joint dip direction - Slope dip direction	Very favourable (>10°)	Favourable [10°-0°]	Fair [0°]	Unfavourable [0°-(-10°)]	Very unfavourable [<-10°]
	Rating	0	-5	-25	-50	-60

F4 è una correzione da applicare in funzione del metodo di scavo:

F 4	Excavation method	Natural slope	Presplitting	Smooth blasting	Blasting or mechanical	Deficient blasting
	Rating	15	10	8	0	-8

L'indice SMR è correlato alla qualità dell'ammasso roccioso e alle condizioni di stabilità della scarpata in roccia:

SMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
CLASSE	V	IV	III	II	I

Sono fornite anche raccomandazioni sul sostegno della scarpata:

PLANE FAILURE		VERY BIG	MAJOR	SOME	NONE											
WEDGE FAILURE			MANY		VERY FEW											
TOPPLING			MAJOR	MINOR	NONE											
MASS FAILURE		POSSIBLE			NONE											
SMR →	0	10	15	20	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100
REEAVAYATION		REEAVAYATION WALLS														
DRAINAGE		SURFACE DRAINAGE														
		DEEP DRAINAGE														
CONCRETE				SHOTCRETE		DENTAL CONCRETE		RIBS and/or BEAMS		TOE WALLS						
REINFORCEMENT						BOLTS		ANCHORS								
PROTECTION								TOE DITCH		TOE or SLOPE FENCES		NETS				
NO SUPPORT												SCALING		NONE		

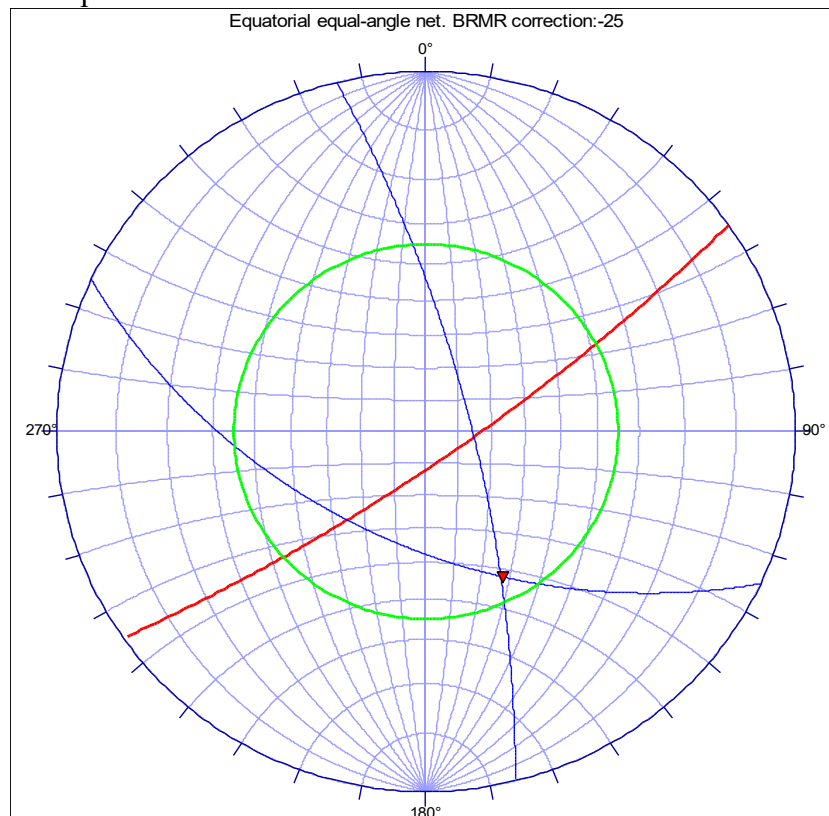
## PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows

### 1.3 Markland test

Questo test permette di ottenere un'indicazione della stabilità dei blocchi all'interno dell'ammasso roccioso in funzione del loro orientamento spaziale e della resistenza al taglio media lungo le discontinuità meccaniche. La resistenza al taglio delle discontinuità è quantificata attraverso un valore medio dell'angolo di resistenza al taglio

Il metodo considera cinque possibili condizioni.

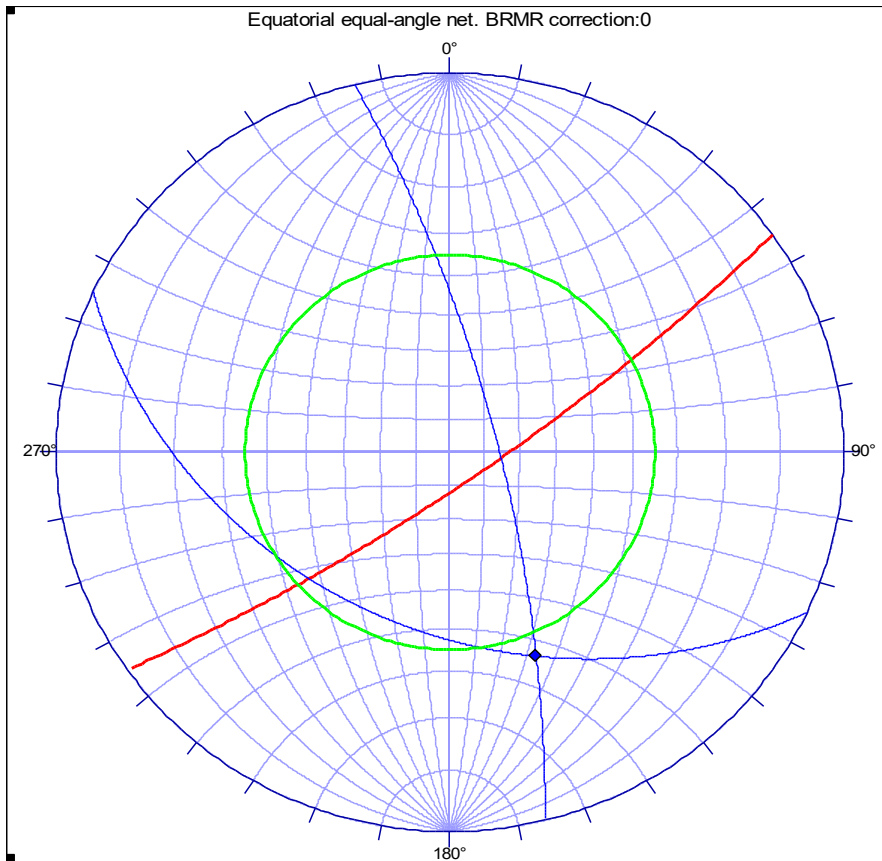
1. Blocco potenzialmente instabile.



Questa condizione si verifica quando il blocco è orientato nella direzione della scarpata e l'angolo di resistenza al taglio è minore dell'inclinazione della linea scivolamento.

**PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows**

2. Blocco stabile.

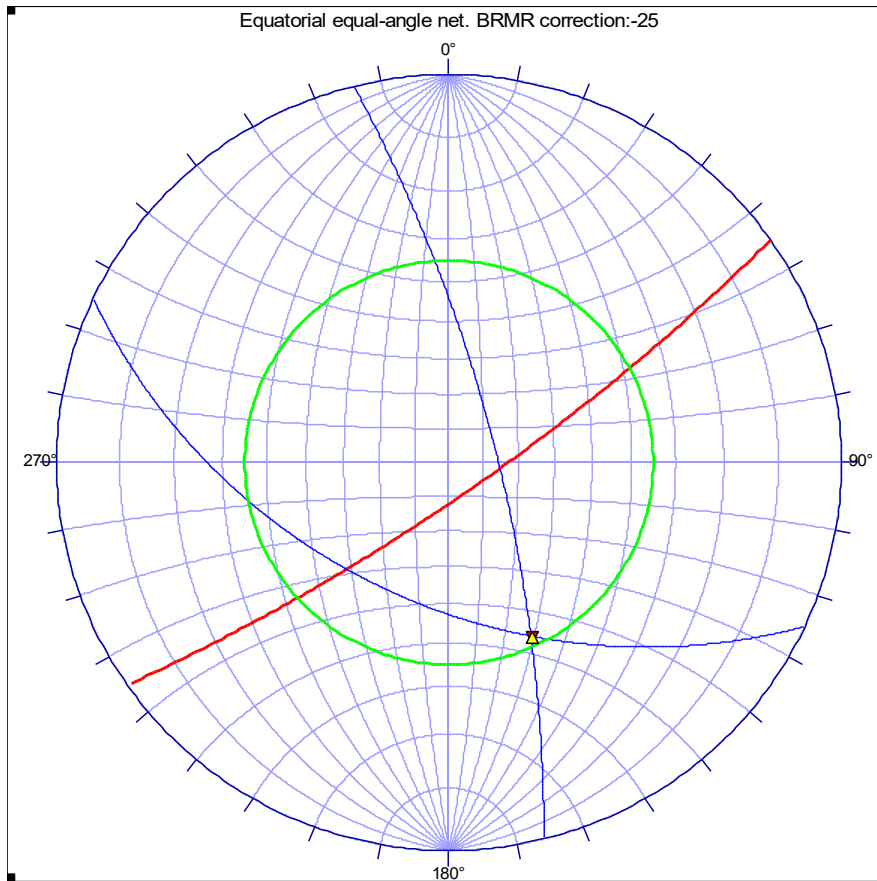


Questa condizione di verifica quando il blocco è orientato nella direzione della scarpata e l'angolo di resistenza al taglio è maggiore dell'angolo di inclinazione della linea di scivolamento o quando il blocco è orientato a reggipoggio.



**PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows**

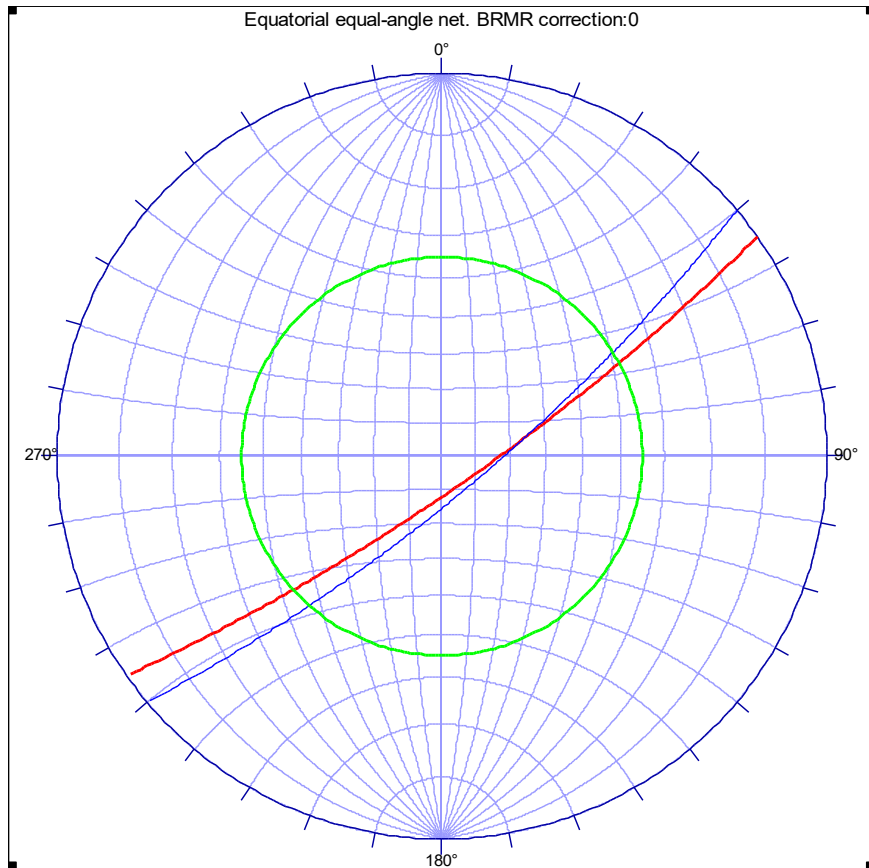
3. Instabilità incerta.



Questa condizione si verifica quando il blocco è orientato nella direzione della scarpata e l'angolo di resistenza al taglio è circa uguale all'angolo di inclinazione della linea di scivolamento ( $\pm 2^\circ$ ).

**PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows**

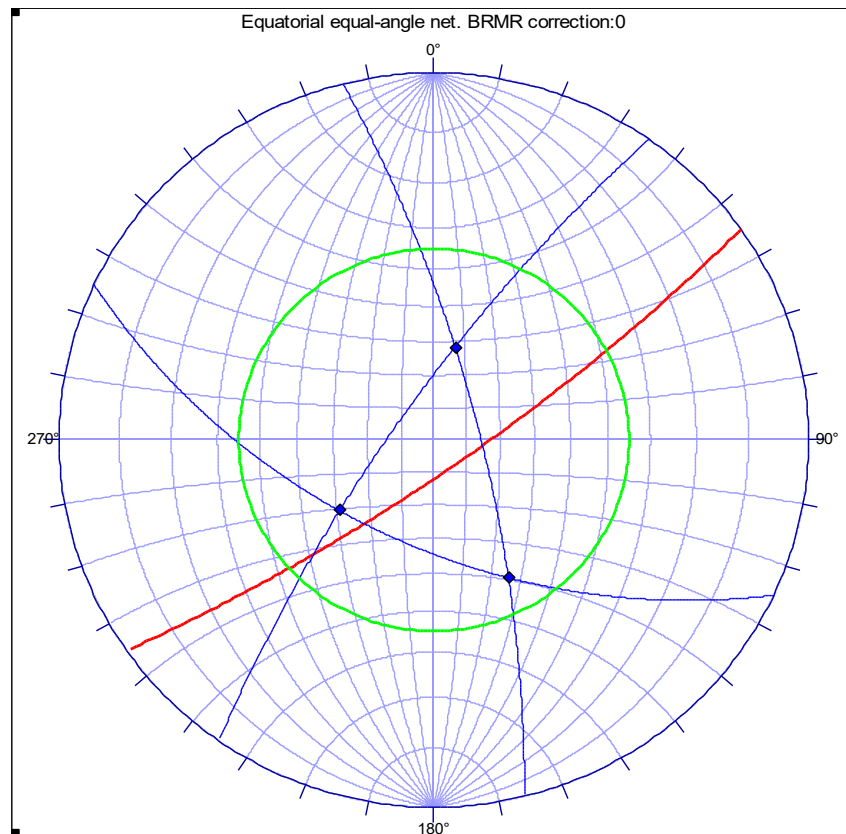
**4. Ribaltamento.**



Questa condizione si verifica quando la scarpata e una delle discontinuità sono approssimativamente verticali e hanno immersione simile.

**PROGRAM GEO - R-Block ver.2 per Windows**

5. Stabilità della calotta.



La presenza di un blocco instabile nella calotta di una galleria è messa in evidenza dall'intersezione di tre o più discontinuità che disegnano una forma chiusa.