

# Clasificación de macizos rocosos

## Fórmulas

Índice de calidad de la roca

$$\text{RQD} = \frac{\sum \text{fragmentos} > 10 \text{ cm}}{\text{longitud total}} \times 100 \%$$

Número de discontinuidades que interceptan 1 m<sup>3</sup>

$$J_v = \sum \frac{\text{número de discontinuidades}}{\text{espaciamiento}}$$

Índice de calidad de la roca en función del número de discontinuidades que interceptan 1 m<sup>3</sup>

$$\text{RQD} = 110 - 2.5J_v$$

Frecuencia de discontinuidades

$$\lambda = \frac{\text{número de discontinuidades}}{\text{longitud que interceptan las discontinuidades}} = \frac{1}{\text{espaciamiento medio}}$$

Índice de calidad de la roca en función de la frecuencia de discontinuidades

$$\text{RQD} = 100 e^{-0.1\lambda} (1 + 0.1\lambda)$$

Clasificación de Bieniawski o sistema RMR, actualización 1989

$$\text{RMR} = (1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6)$$

Clasificación de Barton o sistema Q, actualización 2015

$$Q = \frac{\text{RQD}}{J_n} \frac{J_r}{J_a} \frac{J_w}{\text{SRF}}$$

Correlación entre RMR y Q según Bieniawski(1976)

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

Correlación entre RMR y Q según Barton(1995)

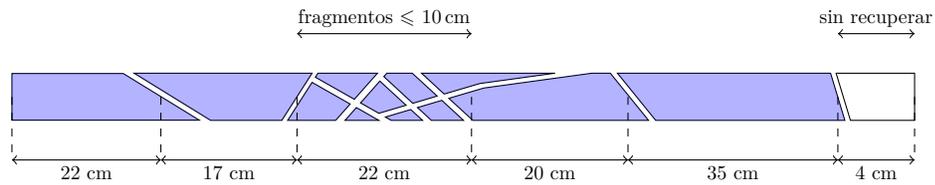
$$\text{RMR} = 15 \log Q + 50$$

Correlación entre GSI y RMR, para condiciones secas (5) = 15, orientación muy favorable de las discontinuidades (6) = 0 y  $\text{RMR} \geq 23$

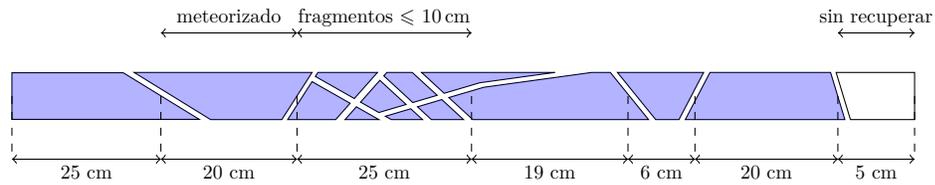
$$\text{GSI} = \text{RMR} - 5$$

## Ejercicios

1. Calcular el RQD de la siguiente muestra y clasificar.



2. Calcular el RQD de la siguiente muestra y clasificar.



3. Calcular el número de discontinuidades por  $m^3$  de un macizo rocoso ubicado en San Pedro y estimar el RQD.

Sistema	Rumbo	Dirección de buzamiento	Buzamiento	Espaciamiento
1	N50°W	N30°E	50°	1.61 m
2	N63°E	S33°E	80°	2.45 m
3	N54°W	S29°W	70°	1.30 m

4. Calcular la frecuencia de discontinuidades del anterior ejercicio y estimar el RQD.
5. Calcular el número de discontinuidades por  $m^3$  de un macizo rocoso ubicado en Palca y estimar el RQD.

Sistema	Dirección de buzamiento	Buzamiento	Espaciamiento
A	160°	65°	1.20 m
B	220°	70°	1.55 m
C	25°	30°	2.35 m

6. Calcular la frecuencia de discontinuidades del anterior ejercicio y estimar el RQD.
7. Clasificar el macizo rocoso ubicado en San Pedro usando el sistema RMR, considerando que se excavara un talud con rumbo N40°W, buzamiento S60°W, RQD 32 y resistencia a la compresión uniaxial 10.2 MPa.

Parámetro	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Rumbo	N50°W	N63°E	N54°W
Dirección de buzamiento	N30°E	S33°E	S29°W
Buzamiento	50°	80°	70°
Espaciamiento	1.61 m	2.45 m	1.30 m
Longitud discontinuidad	3 a 10 m	3 a 10 m	3 a 10 m
Apertura	> 5 mm	> 5 mm	> 5 mm
Rugosidad	Suave	Suave	Ondulada
Relleno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Meteorización	Inalterada	Inalterada	Inalterada
Agua subterránea	Seco	Seco	Seco

8. Con los datos del anterior ejercicio estimar el GSI.
9. Clasificar el macizo rocoso ubicado en Palca usando el sistema RMR, considerando que se excavara un túnel con azimut  $125^\circ$ , RQD 60 y resistencia a la compresión uniaxial 123 MPa.

Parámetro	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Dirección de buzamiento	$160^\circ$	$220^\circ$	$25^\circ$
Buzamiento	$65^\circ$	$70^\circ$	$30^\circ$
Espaciamiento	1.20 m	1.55 m	2.35 m
Longitud discontinuidad	1 a 3 m	1 a 3 m	3 a 10 m
Apertura	1 a 1.5 mm	1 a 1.5 mm	1 a 1.5 mm
Rugosidad	Rugosa	Rugosa	Muy rugosa
Relleno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Meteorización	Inalterada	Inalterada	Inalterada
Agua subterránea	Seco	Seco	Húmedo

10. Con los datos del anterior ejercicio estimar el GSI.
11. Clasificar el macizo rocoso ubicado en la formación San Benito usando el sistema Q, considerando que se excavara un túnel.

Parámetro	Descripción
RQD	60 %
Índice de diaclasado	Tres familias de diaclasas
Índice de rugosidad	Diaclasas onduladas, lisas
Índice de alteración de las discontinuidades	Planos de discontinuidad inalterados, superficie ligeramente manchada
Factor de reducción por la presencia de agua	Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferior a 5 l/min, de forma localizada
Condiciones tensionales de la roca	Tensiones medias, condiciones tensionales favorables

12. Con los datos del anterior ejercicio estimar el RMR usando la fórmula de Bieniawski.
13. Clasificar el macizo rocoso ubicado en la formación Morochata usando el sistema Q, considerando que se excavara un túnel.

Parámetro	Descripción
RQD	75 %
Índice de diaclasado	Dos familias de diaclasas
Índice de rugosidad	Diaclasas discontinuas
Índice de alteración de las discontinuidades	Partículas arenosas, roca desintegrada libre de arcilla, etc.
Factor de reducción por la presencia de agua	Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferior a 5 l/min, de forma localizada
Condiciones tensionales de la roca	Tensiones pequeñas cerca de la superficie, diaclasas abiertas

14. Con los datos del anterior ejercicio estimar el RMR usando la fórmula de Barton.