

La classificazione di Barton (Sistema Q)

Sviluppata nel 1974 al Norwegian Geotechnical Institute essenzialmente per l'applicazione in campo sotterraneo, negli ultimi anni è stata estesa a diversi campi e di recente, nel 2002, lo stesso Barton ha proceduto ad una revisione totale del sistema.

Il valore di Q si calcola da:

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

In cui i vari indici sono:

RQD (Rock Quality Designation), che tiene conto della suddivisione della massa rocciosa

J_n (Joint Set Number), che dipende dal numero di famiglie di giunti presenti nell'ammasso roccioso

J_r (Joint Roughness Number), che dipende dalla rugosità della famiglia più sfavorevole

J_a (Joint Alteration Number), che dipende dal grado di alterazione delle fratture, dallo spessore e dalla natura del riempimento, e che viene ugualmente determinato sulla famiglia più sfavorevole

J_w (Joint Water Number), che dipende dalle condizioni idrogeologiche

SRF (Stress Reduction Factor), che è funzione dello stato tensionale in rocce massive o dal disturbo tettonico.

Di recente Q è stato normalizzato nei confronti della resistenza a compressione monoassiale della roccia, parametro prima considerato ininfluenza:

$$Q_c = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \times \frac{\sigma_c}{100}$$

Le tabelle che seguono indicano i coefficienti numerici che vengono assegnati ai vari parametri. Le ultime modifiche e suggerimenti di Barton vengono riportati sotto ogni tabella.

Parametro RQD:

Prende il suo valore nominale; se RQD risulta < 10 , si assume 10.

Parametro J_n :

DEFINIZIONE	Jn
Roccia massiva, nessuna o rare discontinuità	0,5 – 1
Una serie di discontinuità	2
Una serie di discontinuità + quelle random (casuali)	3
Due serie di discontinuità	4
Due serie di discontinuità + quelle random	6
Tre serie di discontinuità	9
Tre serie di discontinuità + quelle random	12
Quattro o più serie di discontinuità	15
Roccia completamente disgregata	20

Nel caso di gallerie:

in zona di imbocco Jn va raddoppiato; in una zona di intersezione di due gallerie Jn va triplicato.

Parametro Jr:

DEFINIZIONE	Jr
Giunti discontinui	4
Giunti scabri o irregolari, ondulati	3
Giunti lisci, ondulati	2
Giunti levigati, ondulati	1,5
Giunti scabri o irregolari, piani	1,5
Giunti lisci, piani	1
Giunti levigati, piani	0,5
Zone mineralizzate contenenti minerali argillosi a riempire la discontinuità	1
Zone mineralizzate sabbia, ghiaia, zone disgregate, a riempire la discontinuità	1

La descrizione si riferisce alle caratteristiche a piccola e a media scala. Se la spaziatura media della famiglia principale è superiore a 3 m aumentare Jr di 1. Nel caso di giunti piani, levigati, contenenti strie o lineazioni, se queste sono orientate nella direzione più sfavorevole si utilizza 0,5.

Parametro Ja:

Giunti sostanzialmente chiusi (apertura 1 – 3 mm) con pareti a contatto:

DEFINIZIONE	Ja
Giunti sigillati o mineralizzati	0,75
Giunti non alterati o con lievi ossidazioni	1
Giunti leggermente alterati o con spalmature di materiale non plastico	2
Giunti con spalmature limose, frazione argillosa limitata non plastica	3
Spalmature di minerali con bassa resistenza attritiva (argille, miche, talco, grafite, clorite, gesso)	4

Giunti mediamente aperti (< 5 mm) e presenza di riempimento che permette ancora il contatto fra le pareti in caso di scorrimento:

DEFINIZIONE	Ja
Riempimento sabbioso	4
Riempimento argilloso non plastico, molto sovraconsolidato	6
Riempimento argilloso plastico, mediamente sovraconsolidato	8
Riempimento argilloso rigonfiante	8 – 12*

** il valore da assegnare dipende dalla percentuale della frazione argillosa rigonfiante e dalla possibilità che la stessa venga in contatto con l'acqua.*

Giunti aperti (> 5 mm) senza nessun contatto fra le pareti in caso di scorrimento:

DEFINIZIONE	Ja
Zone o fasce di argilla limosa o sabbiosa non plastica	5
Zone o fasce di roccia disgregata	6
Zone o fasce di argilla non plastica	6
Zone o fasce di argilla plastica rigonfiante	8
Zone o fasce di argilla rigonfiante	12
Zone continue molto spesse di argilla non plastica	10
Zone continue molto spesse di argilla plastica non rigonfiante	13
Zone continue molto spesse di argilla plastica rigonfiante	13 – 20*

** il valore da assegnare dipende dalla percentuale della frazione argillosa rigonfiante e dalla possibilità che la stessa venga in contatto con l'acqua.*

Parametro Jw:

DEFINIZIONE	Jw
Acqua assente o scarsa, localmente < 5 lt/min	1
Afflusso medio con occasionale dilavamento del riempimento del giunto	0,66
Afflusso forte o ad alta pressione in rocce compatte con discontinuità aperte senza riempimento	0,5
Venute forti o ad alta pressione con dilavamento del riempimento del giunto	0,33
Venute eccezionalmente forti o a pressioni molto elevate subito dopo l'avanzamento, a diminuire nel tempo	0,2 – 0,1
Venute eccezionalmente forti o a pressioni molto elevate subito dopo l'avanzamento, costanti nel tempo	0,1 – 0,05

Negli ultimi quattro casi se sono installati sistemi efficaci di drenaggio Jw va portato a 1 o a 0,66.

Per una caratterizzazione dell'ammasso lontano dall'influenza dello scavo e nel caso che RQD/J_n sia sufficientemente basso (0,5 - 25) in modo da assicurare una buona connettività idraulica, si possono assumere i valori di J_w (1,0 - 0,66 - 0,5 - 0,33) in funzione delle altezze di ricoprimento (0 - 5; 5 - 25; 25 - 250; > 250).

Parametro SRF:

Zone di debolezza intersecanti lo scavo

DEFINIZIONE	SRF
Diverse zone di debolezza con argilla o roccia chimicamente disgregata, roccia circostante molto allentata	10
Singole zone di debolezza con argilla o roccia chimicamente disgregata (altezze di copertura ≤ 50 m)	5
Singole zone di debolezza con argilla o roccia chimicamente disgregata (altezze di copertura > 50 m)	2,5
Fasce di taglio multiple in roccia competente, rilassamento della roccia circostante	7,5
Fascia di taglio singola in roccia competente (altezze di copertura ≤ 50 m)	5
Fascia di taglio singola in roccia competente (altezze di copertura > 50 m)	2,5
Zone intensamente fratturate con intersezione di discontinuità aperte e continue	5

Se le zone di debolezza o di fratturazione influenzano ma non intersecano direttamente lo scavo, SRF va ridotto del 25-50%

Ammasso competente con problemi di tensioni geostatiche

DEFINIZIONE	σ_c/σ_1	σ_θ/σ_c	SRF
Basso campo tensionale in prossimità della superficie	> 200	$< 0,01$	2,5
Condizioni tensionali favorevoli	200 - 10	0,01 - 0,3	1
Campo tensionale alto, favorevole alla stabilità in calotta, può essere sfavorevole per la stabilità dei piedritti	10 - 5	0,3 - 0,5	0,5 - 0,2
Moderati colpi di tensione dopo più di un'ora in roccia massiva	5 - 3	0,5 - 0,65	5 - 50
Colpi di tensione quasi immediati in roccia massiva	3 - 2	0,65 - 1	50 - 400

σ_c = resistenza a compressione della roccia

σ_θ = massima tensione tangenziale al contorno dello scavo

σ_1 = tensione principale maggiore agente

σ_3 = tensione principale minore agente

Se il rapporto fra le tensioni principali σ_1/σ_3 è compreso fra 5 e 10, ridurre σ_c a $0,75\sigma_c$, se il rapporto è > 10 ridurre a $0,5\sigma_c$.

Se la profondità della calotta dal piano campagna è inferiore alla larghezza dello scavo, Barton suggerisce di utilizzare $SRF = 5$.

Per una caratterizzazione dell'ammasso lontano dall'influenza dello scavo si possono assumere i valori di SRF (5 – 2,5 – 1,0 – 0,5) in funzione delle altezze di ricoprimento (0 – 5; 5 – 25; 25 – 250; > 250).

Le ultime tre righe nella tabella sono generalmente applicabili a rocce molto dure e massive, con valori di RQD/J_n compresi fra 50 e 200.

Ammasso spingente:

DEFINIZIONE	SRF
Ammasso moderatamente spingente	5 - 10
Ammasso fortemente spingente	10 - 20

Ammasso rigonfiante:

DEFINIZIONE	SRF
Ammasso moderatamente rigonfiante	5 - 10
Ammasso fortemente rigonfiante	10 - 15

L'indice Q (variabile da 0,001 a 1000), così calcolato, è diviso in 9 intervalli cui corrispondono altrettante classi di ammasso roccioso:

Q	Classe	Descrizione
0,001 - 0,01	IX	Eccezionalmente scadente
0,01 – 0,1	VIII	Estremamente scadente
0,1 – 1	VII	Molto scadente
1 – 4	VI	Scadente
4 – 10	V	Mediocre
10 – 40	IV	Buona
40 – 100	III	Molto buona
100 – 400	II	Estremamente buona
400 - 1000	I	Ottima

Inoltre è possibile estrapolare due caratteristiche di resistenza dell'ammasso:

- 1) Una componente attritiva, che può essere considerata come approssimazione dell'angolo di attrito dell'ammasso

$$FC = \tan^{-1} \left(\frac{J_r}{J_a} J_w \right)$$

- 2) Una componente coesiva, che può essere considerata come approssimazione della coesione dell'ammasso

$$CC = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{1}{SRF} \times \frac{\sigma_c}{100}$$

Invece il modulo di deformazione statico dell'ammasso può essere determinato mediante la:

$$E_M \text{ (GPa)} = 10 Q_c^{1/3}$$

in accordo con l'espressione di Serafim e Pereira derivata da RMR.