

LAS CLASIFICACIONES GEOMECANICAS

por Benjamín CELADA TAMAMES

INTRODUCCION

La corteza terrestre es, a la escala humana, profundamente discontinua debido por un lado al propio fenómeno de la génesis de estos materiales y a los efectos de los movimientos tectónicos que se produjeron en su vida geológica. Esta realidad es palpable tanto en el exterior (fig. 1 y 2) como en el interior (fig. 3 y 4).

Durante muchos años, al principio de la Mecánica de Rocas, se esperaba llegar a establecer modelos de cálculo que pudieran contemplar todos los parámetros presentes en las obras de Ingeniería. Sin embargo la realidad ha sido muy distinta y para abordar los problemas de diseño que presentan las obras de Ingeniería relacionadas con la corteza te-



Foto 1. Discontinuidad producida por la estratificación.

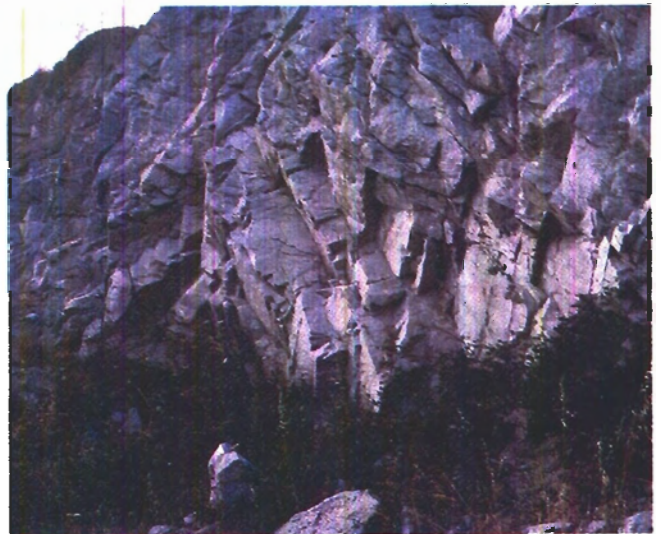


Foto 2. Discontinuidad producida por la fracturación.

restre se han desarrollado herramientas fundamentales: El Método de los Elementos Finitos y las Clasificaciones Geomecánicas que tienen en común el hecho de considerar el medio geológico como discreto y continuo.

OBJETO DE LAS CLASIFICACIONES GEOMECANICAS

El objeto de las clasificaciones geomecánicas consiste en evaluar las propiedades de los macizos rocosos compuestos por la roca intacta y sus discontinuidades.

Para que esta evaluación sea lo más objetiva posible todas las clasificaciones geomecánicas se basan en unos criterios convenientemente cuantificados cuya aplicación permite definir la calificación del macizo rocoso. En base a la calificación obtenida todas las clasificaciones geomecánicas ofrecen una prognosis sobre el tipo del sostenimiento a emplear, la forma de organizar la excavación o las propiedades geomecánicas de los macizos rocosos estudiados.

Actualmente existen dos clasificaciones de aceptación universal que son las de BARTON y BIE-

REFLEXIONES EN TORNO AL V CONGRESO DE INDUSTRIAL MINERALS

El reciente congreso de Minerales Industriales, celebrado en Madrid ha atraído la atención del sector y bien merece por nuestra parte algunas reflexiones por las intervenciones que se produjeron, las tendencias que se apuntaron y por la importancia creciente que este tipo de minerales va adquiriendo en nuestro país.

En primer lugar, hay que expresar un sentimiento de admiración hacia la publicación "Industrial Mineral", con sede en Londres, por su capacidad para organizar un congreso como el celebrado en España, al que han asistido 320 participantes cualificados de casi otras tantas empresas de todo el mundo, con ponencias e intervenciones de gran valía.

Ello pone de manifiesto lo que todavía nos falta en nuestro país para poder hablar de un verdadero desarrollo de la minería que no sólo se consigue con empresas fuertes, profesionales competentes y apoyo oficial. Todo ello, que es bueno, debería ir acompañado de un respaldo formativo e informativo similar al que representa el grupo Metal Bulletin's al que pertenece la citada publicación que —no es necesario decirlo— es uno de los órganos informativos mineros más leídos en el mundo.

La siguiente reflexión que nos merece este V Congreso de Industrial Minerals es destacar la importancia creciente que está adquiriendo en todo el mundo el sector de rocas industriales. TECNITERRAE ya intentó en su número monográfico elaborado, con motivo de la celebración del citado Congreso, ofrecer una visión de conjunto de este sector que —según se indicaba en el expresado número— para el año 2.000 generará una demanda de 200.000 millones de dólares y sus ventas acumuladas desde 1978 hasta la citada fecha se habrán multiplicado por cuarenta respecto a las de 1977. En el presente número, queremos resaltar algunos otros aspectos. La importante participación de los ponentes españoles, es uno de ellos, ya que sus intervenciones no desmerecieron del nivel de calidad aportado por los participantes extranjeros, siendo de destacar además el interés que los minerales industriales españoles despertaron entre alguno de los ponentes de otras nacionalidades.

Pero, con todo, son muchas las cosas que quedan por hacer en el sector en el que existen 4.000 explotaciones en funcionamiento, con un valor de producción próximo a los 50.000 millones de pesetas y con una población laboral de 26.000 hombres. En primer lugar, habría que definir más concretamente el verdadero alcance de lo que se entiende por minerales industriales por el frecuente uso de varios de ellos fuera de las normas vigentes en las definiciones de los años 70 que lleva a introducir en las estadísticas partidas correspondientes a minerales y rocas industriales dentro de los tres grupos tradicionales de clasificación (energéticos, metálicos y no metálicos).

La importancia creciente de los minerales industriales parece que obliga a una revisión conceptual de las partidas de dichas estadísticas, con el fin de adecuarlas a las clasificaciones vigentes en otros países en función de subsectores de consumo por sus propiedades físicas y químicas.

Otro aspecto puesto de manifiesto en el Congreso es la creciente entrada en el sector de potentes grupos financieros y empresas multinacionales. Concretamente una de las intervenciones puso de manifiesto cómo el Continental Bank de Chicago ha establecido sistemas de financiación para las empresas explotadoras de minerales industriales, diferenciándolos del resto de los sectores mineros, lo que pone de manifiesto que este tipo de minerales forma ya un grupo importante que atrae el interés de los bancos nacionales y extranjeros. Igualmente las grandes empresas —como Peñarroya— hasta ahora adscritas en sus actividades a la minería metálica, dirigen su atención hacia los minerales industriales.

En suma, hemos asistido a un Congreso interesante que ha servido para poner de manifiesto la importancia creciente de un sector en el que se ha hecho mucho para su racionalización —no olvidemos que en España únicamente 41 de las empresas del mismo superan los 50 empleados y de ellas sólo 6 superan los 250—, pero en el que todavía queda mucho por hacer. Así, por ejemplo, en el terreno de la investigación. La crisis energética, que tantas quiebras ha producido, ha potenciado el esfuerzo investigador en los minerales industriales para buscar nuevas aplicaciones a los mismos, o buscando una mejor combinación para sustituir a los productos petrolíferos en los casos en los que combinan con los crudos para obtener un producto.

Este es uno de tantos aspectos de mejora que todavía ofrece el sector de minerales industriales, todavía en gran parte desconocido, pero sostenedor de una cifra de negocio y exportación que hoy por hoy sirven para mejorar los resultados de los restantes sectores mineros.

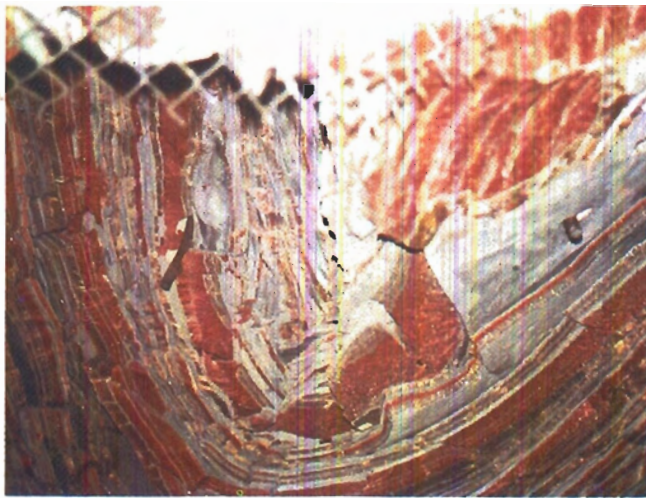


Foto 3. Discontinuidad producida por plegamiento.

NIAWSKI. Los parámetros que se emplean en cada una de ellas son los que se muestran en la fig. n^o 5. Es de destacar que sólo dos parámetros son enteramente comunes a ambas clasificaciones: el R.Q.D. y el grado de presencia de agua en el macizo rocoso. El R.Q.D., desde que fue instaurado por DEERE en 1964, constituyó prácticamente una clasificación geomecánica elemental; mientras que la presencia del agua ejerce una influencia notable sobre la degradación de las propiedades resistentes de los macizos rocosos.

PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LAS CLASIFICACIONES GEOMECANICAS DE BARTON

	R.M.R. (Bieniawski)	Q (Barton)
Resistencia compresión roca intacta	Si	en parte (SRF)
R.Q.D.	Si	Si
Espaciado de fisuración	Si	en parte (Jn)
Condiciones del agua	Si	Si
Orientación de la estructura respecto a la fisuración	Si	No
N ^o de discontinuidades	en parte	Si
Rugosidad de las discontinuidades	No	Si
Alteración	No	Si
Influencia de presiones de campo	en parte (OFRI)	Si
Destino de la estructura	en parte	Si

La clasificación de BIENIAWSKI oscila entre 0 y 100; establece cinco categorías de macizos rocosos y para cada una de ellas hace una recomendación acerca de las características del sostenimiento a em-

GEOPRIN, S.A.

- GEOLOGIA
 - Estudios generales y de detalle
- INVESTIGACION MINERA
 - Prospección por áreas y por sustancias
 - Evaluación de yacimientos (métodos geostatísticos)
 - Estudios de viabilidad minera
- PROSPECCION Y EVALUACION DE CANTERAS
- GEOFISICA
- GEOQUIMICA
- GEOTECNIA Y MECANICA DE ROCAS
 - Mapas geotécnicos generales y locales
 - Estudios geotécnicos para cimentaciones
 - Estabilidad de taludes
 - Perforabilidad de túneles y pozos
- HIDROGEOLOGIA
- ORDENACION DEL TERRITORIO
- TRATAMIENTO DE DATOS GEOLOGICOS Y MINEROS
 - Análisis y Programación
 - Cartografía automática y salidas gráficas por ordenador
 - Aplicaciones técnicas y científicas (minería, hidrogeología, geofísica, geología, etcétera).
- LABORATORIOS



GEOPRIN S.A.

Alonso Cano, 85 - 1^o

Teléfonos 253 78 15
254 61 48 MADRID-3

plear en los casos en que se empleen bulones, cuadros metálicos o gunita.

La clasificación de BARTON varía entre 0,001 y 1.000 considerando nueve categorías distintas de rocas y establece 38 tipos diferentes de sostenimiento con indicaciones muy concretas sobre su dimensionado aunque, desgraciadamente, hace escasas observaciones sobre el método que se debe emplear en la excavación y no tiene en cuenta la orientación de la obra respecto al terreno. Según datos facilitados por el propio BARTON su clasificación ha sido empleada sobre todo en túneles, cavernas subterráneas y centrales hidroeléctricas.

Resulta difícil, y posiblemente inútil, resaltar una clasificación sobre otra. La de BIENIAWSKI es sin duda más sencilla de aplicar y de mejor comprensión física inmediata. La de BARTON es más completa pero los conceptos que maneja tienen una realidad física menos accesible y sus recomendaciones posiblemente resulten innecesariamente extensas. Las experiencias habidas con ambas clasificaciones indican que la de BARTON se adapta mejor a los macizos rocosos de baja realidad, mientras que la de BIENIAWSKI resulta más apropiada para los macizos de calidad media a buena. De cualquier forma se ha comprobado en muchos casos una excelente correlación entre ambas expresiones mediante una ley logarítmica del tipo:

$$\text{RMR} = A + B \log Q$$

con lo cual los adeptos de una clasificación pueden beneficiarse fácilmente de los progresos que se consiga con la aplicación de la otra.

APLICACIONES DE LAS CLASIFICACIONES GEOMECAÑICAS

En el momento actual las clasificaciones geomecá-



Foto 4. Discontinuidad producida por inclusiones.

nicas permiten obtener un número que califica el comportamiento del macizo rocoso y a través de él se puede establecer un diseño previo del sostenimiento a emplear y de las condiciones en que puede realizarse la obra.

Adicionalmente las clasificaciones geomecánicas dan información suplementaria sobre las características del macizo rocoso. Por ejemplo la clasificación de BIENIAWSKI da los parámetros resistentes, C y θ , y el tiempo de autosoporte, el espesor de hormigón que se debe utilizar y la longitud del bulonaje que se recomienda.

En general hay que tener en cuenta que la información adicional que proporcionan estas clasificaciones no puede ser tomada más que como una aproximación al problema y, en muchos casos, su validez será muy cuestionada.

Es necesario resaltar que la aplicación de los resultados de las clasificaciones geomecánicas debe realizarse con mucha prudencia ya que la precisión de estas herramientas dista mucho de ser la adecuada y por lo tanto resulta muy aventurado mantener posturas dogmáticas sobre la validez de los resultados que se obtengan al aplicar estas clasificaciones.

La pregunta que inmediatamente surge es cuál es la validez real de las clasificaciones geomecánicas. La respuesta tiene una doble vertiente: en el campo general de la geomecánica las clasificaciones hay que entenderlas como un medio de transmisión de información que permite minimizar los riesgos de extrapolar los resultados de unas obras a otras. En concreto las clasificaciones geomecánicas, al cuantificar la calidad de los macizos rocosos, harán desaparecer los términos "roca buena" "roca mala" o similares que, obviamente, no tienen correspondencia bien definida en todos los casos.

A nivel local las clasificaciones geomecánicas representan un medio muy potente para predecir el comportamiento de los macizos rocosos y poder definir muy ajustadamente los parámetros de diseño basados en experiencias anteriores.

En cualquier caso el uso de las clasificaciones geomecánicas debe ir acompañado de unos medios de control que permitan conocer en todo momento la interacción entre el macizo rocoso y el sostenimiento para conocer el grado de reserva de seguridad de que dispone. Conviene olvidar que los mayores beneficios se pueden lograr cuando un proyecto adecuado evita la aparición de accidentes; pero, cuando esto no sucede, la existencia de un sistema de control que permita prever el accidente nos pondrá en el camino de tener las menores pérdidas.