

CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DE ROCA CON EL MÉTODO SLOPE MASS RATING (SMR) EN UN TRAMO DE LA RUTA CA-9, PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TALUDES INESTABLES Y HERRAMIENTA PARA ESTUDIO DIAGNÓSTICO

Rock Quality Classification with the Slope Mass Rating (Smr) Method in a Section of Route Ca-9, for the Identification of Unstable Slopes and Tool for Diagnostic Study

Erick Noe Cacao Chiquin

Mtro. en Ingeniería Geotécnica

Correspondencia al autor: noeggeon@gmail.com

Recibido: 03 de marzo 2018 | Revisado: 5 de marzo 2018 | Aprobado: 16 de marzo 2018

Asesorado por: Mtro. en Gestión de Riesgo **Bernie Gamaliel Castillo Moeschler** bernniecastillo@gmail.com

Resumen

Una correcta clasificación de la calidad de la roca guía a un análisis y diseño apropiado, además de un método de estabilización efectivo. El método utilizado es el SMR que es una modificación del RMR aplicado a taludes, adicionalmente se describen las rocas, se definen parámetros de GSI y se hacen análisis cinemáticos.

Se describen cinco tipos de roca, se establecen familias de discontinuidades y se analizan con relación a cada talud; se identifican los taludes más débiles y propensos a fallar. Se determina que los taludes en esquistos son los más inestables, debido a su más alta densidad de discontinuidades y a la más compleja historia geológica.

Aunque la mayoría de taludes se registran de calidad regular a buena, existen otros inestables debido a las discontinuidades, por lo que es importante siempre en taludes de roca, el análisis cinemático. Por economía en recursos y tiempo se considera como alternativa la utilización del GSI para determinar algunos parámetros guías necesarios.

Palabras clave

RMR, SMR, GSI, análisis cinemático, ángulo de fricción.

Abstract

An appropriate rock quality classification guides to a proper analysis and design, in addition to an effective stabilization method. The method used is the SMR which is a modification of the RMR applied to slopes, additionally the rocks are described, GSI parameters are defined and kinematic analyzes are made.

Five types of rock are described, families of discontinuities are established and analyzed in relation to each slope, the weakest slopes and prone to failure are identified. It is determined that the slopes in schists are the most unstable due to their higher density of discontinuities and the more complex geological history.

Although the majority of slopes are registered of regular to good quality, there are unstable due to discontinuities, so it is always important in rock slopes perform a kinematic analysis. The use of the GSI is considered as an alternative to determine some necessary guide parameters, due to economy in resources and time.

Keywords

RMR, SMR, GSI, kinematic analysis, friction angle.

Introducción

Guatemala está en una región afectada por fallas geológicas, derivado de eso se tiene varios tipos roca afectadas por diferentes procesos y una variedad de propiedades físicas y químicas a consecuencia de eso. (Donnelly, Horney, Finch, & López Ramos, 1990).

Debido a que toda infraestructura se asienta sobre roca o suelo, es necesario conocer su condición para evaluar su estabilidad y seguridad. En el caso específico de la carretera CA9 se evalúa la calidad de roca para reconocer los sectores inestables en los cuales se deben hacer estudios específicos.

En el tramo estudiado la mayoría de taludes se clasifican como roca, por lo que un análisis desde el punto de vista de mecánica de rocas es más acertado. Para ese fin se analizan los taludes por medio de la metodología del SMR (Slope Mass Rating), utilizando necesariamente el RMR (Rock Mass Rating), de forma adicional se realiza un análisis cinemático por geología estructural.

Desarrollo del estudio

El estudio se realiza en el tramo del km 25+200 m a 36+300 m de la vía CA-9.

Se investigan los antecedentes geológicos de la zona, para determinar la problemática que pueden tener las rocas y determinar el orden estratigráfico de las unidades.

El trabajo de campo es el cartografiado geológico y geotécnico, el cual comprende: 1) descripción de las rocas de los taludes, 2) medición y descripción de las discontinuidades, 3) medición del RQD 4) observación de las condiciones de flujo de agua y 5) toma de muestras para determinar la resistencia de la roca (Cosillo Pinto, 1999). Datos adicionales son: 6) medición geológico estructural de las discontinuidades, 7) descripción de GSI (Geological Strength Index), 8) determinación en campo del ángulo de fricción por medio del método Tilt Test, 9) orientación del talud.

El SMR es una clasificación que toma de base el

RMR y la modifica ajustando el valor resultante con la orientación del talud y las discontinuidades.

Para la determinación del RMR se utilizan los ítems 1 a 5, para el SMR (González de Vallejo, 2003) y se adicionan el 6 y el 9. El dato 7 se toma a modo de referencia y el 8 para hacer el análisis cinemático.

La resistencia de la roca se determina por medio del ensayo de carga puntual y la utilización del martillo de Schmidt.

Los datos son tomados por estación y posteriormente visualizados por medio de mapas temáticos para su análisis.

Las mediciones geológicas estructurales son analizadas estadísticamente y se determinan los modos de rotura posibles con la geometría del talud particular para cada caso.

Se analiza la interrelación existente entre los datos obtenidos.

Resultados obtenidos

Se describen las características de los macizos de roca presentes y se generan los mapas de cada propiedad para el análisis, produciendo al final el mapa de RMR y SMR.

Los tipos de roca que se encuentran en la zona son variados, existen ígneos, sedimentarios y metamórficos, siendo: I) Depósitos pomáceos y vulcano-sedimentarios, II) Granitos, III) Conglomerados y areniscas, IV) Esquistos cuarzo feldespáticos con clorita.

Los ángulos de fricción registrados varían entre 25° y 48° determinados mediante el método tilt test.

La resistencia de las rocas varía entre 9.8 y 497.0 MPa, siendo las más resistentes las rocas ígneas mientras que los valores bajos los registran conglomerados y areniscas.

Se realizan 592 mediciones estructurales de discontinuidades entre fallas, fracturas, estratificaciones y foliaciones. Posteriormente, se le da tratamiento estadístico (densidad de polos en estereogramas) para clasificar el tipo de rotura en las familias principales en función del talud y el círculo de fricción (figura 1).

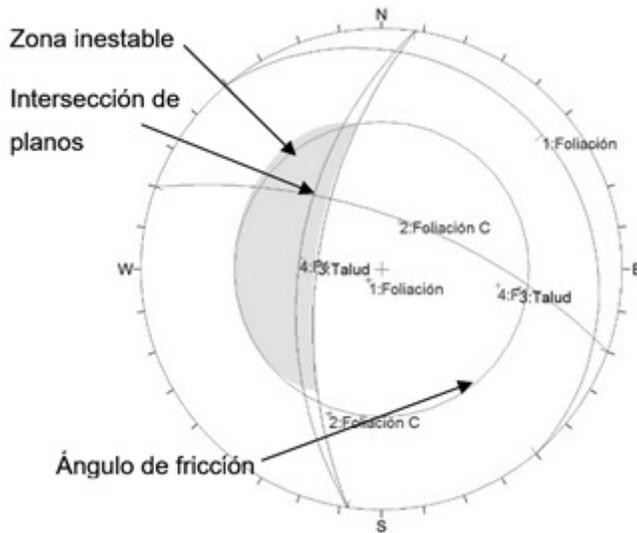


Figura 1. Ejemplo de análisis cinemático con los datos geológico-estructurales.

Los datos de RMR varían de muy bueno a regular y los del SMR que tienen de base el RMR ajustado con los datos de orientación de discontinuidades y talud; varían de muy bueno a muy malo.

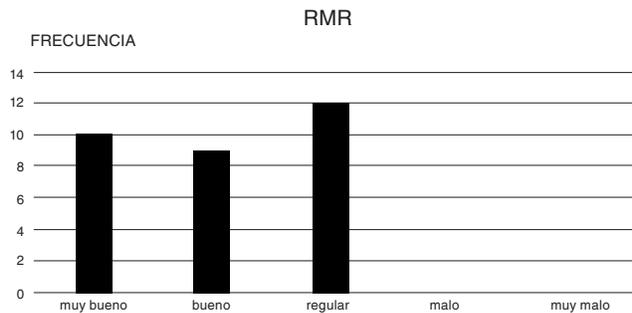


Figura 2. Dominios estructurales.

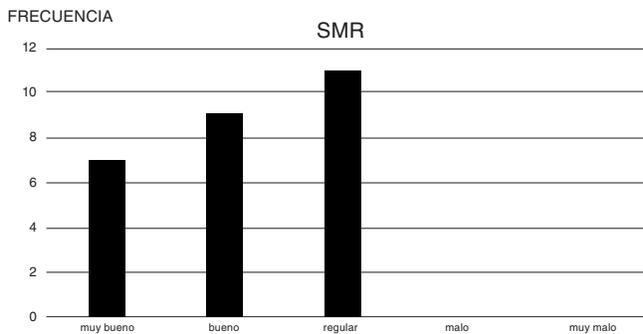


Figura 3. Frecuencia de valores resultantes de las clasificaciones geotécnicas.

Discusión de resultados

En la figura 2 se muestra que los taludes tienen una tendencia hacia la clasificación buena, los datos de resistencia también son buenos. Se observa que el SMR tiene incursiones hacia el lado de clasificación de malo, producto del ajuste, cuando se toma en cuenta las discontinuidades.

Lo anterior refleja que aunque los taludes son estables de forma general, las roturas se generan por la presencia de discontinuidades que los afecten de forma local. Es por eso que es de gran importancia el análisis cinemático de los taludes, por ese medio se pueden establecer orientaciones de talud favorables en función de los dominios estructurales (figura 1).

Así mismo, el conocimiento geológico de la zona es importante, por ejemplo, para delimitar los cuerpos de roca y conocer los alcances de la alteración físico-química, a la que podrían haber estado sujetos y por lo tanto su resistencia y demás propiedades (esta distribución se observa por medio de los mapas multitemáticos). El conocimiento del entorno también ofrece información de tendencias estructurales.

Por ejemplo, la unidad IV ha sido plegada y alterada por lo que tiene mayor densidad de discontinuidades, la unidad II es más joven y ha sido poco afectada por la tectónica por lo que es altamente resistente.

Conclusiones

1. La valoración de la calidad de roca (SMR) indica que la mayoría de taludes tienen clasificación regular a muy buena.
2. La distribución espacial de los datos utilizados para la clasificación es útil para caracterizar las zonas con menor calidad de roca, tal es el caso de la zona norte donde afloran los esquistos que en general son los de peor clasificación.
3. En las rocas estudiadas la característica dominante para la determinación de zonas con baja calidad es el grado de afectación tectónica, en estas zonas el RQD es más bajo (menor a 25 %), la cantidad de discontinuidades y familias de

discontinuidades es mayor. Además, pueden ser zonas más alteradas por acción hidrotermal o por la meteorización que minimiza su resistencia.

4. Por la experiencia de aplicación de los métodos RMR y SMR, se considera como mejor alternativa la utilización del RMR y la evaluación de roturas en macizos rocosos, mediante métodos geológico estructurales con análisis cinemáticos.
5. Los taludes estudiados en su mayoría corresponden a roca, sin embargo cuando la roca está muy alterada o fracturada se debe considerar analizar la estabilidad por medios de mecánica de suelos.

Recomendaciones

1. En muchos casos se estudian los taludes como suelos aun cuando son predominantemente roca, se debe considerar en qué momento se aplican los métodos de mecánica de suelos o mecánica de rocas.
2. Después de realizar la presente investigación se sugiere como método rápido para determinación de taludes inestables lo siguiente:
 - a. Determinar el RMR clásico de los taludes.
 - b. En zonas con RMR muy bajo considerar aplicar mecánica de suelos.
 - c. Determinar el GSI y tomar datos para la clasificación de Hoek-Brown para estimar resistencia y ángulo de fricción, entre otros datos.
 - d. Analizar modos de rotura en macizos rocosos por geología estructural.

Referencias bibliográficas

- Cosillo Pinto, A. (1999). *Consideraciones geológico-geotécnicas para el diseño de taludes en macizos rocosos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Donnelly, T., Horney, G., Finch, R., & López Ramos, E. (1990). North Central America: *The Mayan and Chortis Blocks. The Geology of North America* Vol. H. The Caribbean Region, 39.

González de Vallejo, L. (2003). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Educación.

Información del autor

Ingeniero Geólogo, Erick Noe Cacao Chiquin, graduado de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.

Maestro en Ciencias en Ingeniería Geotécnica, egresado de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018.

Afiliación laboral: Geólogo para la empresa Cementos Progreso, Guatemala, S.A.