

COMPORTAMIENTO DE ROCA APLICADA A **LA MINERÍA SUBTERRÁNEA**

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\partial \Pi}{\partial \mathbf{T}} \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial \Pi}{\partial \sigma_i} \mathbf{a}_i \otimes \mathbf{a}_i$$

$$\Pi(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = f_1(\sigma_1) + f_1(\sigma_2) + f_1(\sigma_3) + f_2(\sigma_1)(\sigma_2 + \sigma_3) + f_2(\sigma_2)(\sigma_1 + \sigma_3) + f_2(\sigma_3)(\sigma_1 + \sigma_2) + f_3\left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}\right),$$

La necesidad de extraer recursos naturales en ambientes pocos favorables, como los túneles en minería, ha impulsado al profesor **Roger Bustamante**, a desarrollar modelos de comportamiento de roca más efectivos.





Proponer nuevos modelos de comportamiento de roca es el objetivo del proyecto liderado por el profesor Roger Bustamante, quien explica que hasta 10 años atrás la manera usual de estudiar el comportamiento de dichos materiales estaba basado en suponer que los esfuerzos eran funciones lineales de las deformaciones.



Dicho modelo funciona bien con metales, pero no con roca. Por este motivo, cuando surgieron nuevas alternativas para modelar el comportamiento mecánico de materiales no-lineales con pequeñas deformaciones, al académico le llamó profundamente la atención por la variedad de aplicaciones en rocas. “Es todo un campo nuevo”, afirma Bustamante.

Junto al profesor Alejandro Ortiz y al académico de la Universidad de Texas A&M, Kumbakonam Rajagopal comenzó el proyecto en el año 2016. La primera etapa de esta investigación contempla la exploración de formulaciones generales del modelo y luego la proposición de expresiones matemáticas que permitan obtener deformaciones de roca con datos experimentales. Posteriormente, una vez que el modelo funciona bien se prosigue con el estudio de casos reales de aplicación.

Dentro de las aplicaciones de esta investigación, el académico destaca el estudio del *caving* en minería subterránea, proceso que consiste en la extracción de rocas de las minas, mediante la utilización de los esfuerzos naturales que ejercen los terrenos alrededor de la zona de interés. “En minería es importante poder simular ese proceso, porque dado que ocurre bajo tierra los ingenieros en minas no saben exactamente cómo se van propagando estas fallas, que se manifiestan como grietas, y que eventualmente dan origen a bloques que se desprenden”, explica el profesor.

Mediante los modelos matemáticos de comportamiento de roca, que se expresan a través de ecuaciones diferenciales y se resuelven con el método de elementos finitos, se podría estimar cómo un volumen de roca sometido a distintas cargas o esfuerzos se deformaría y eventualmente fallaría, permitiendo a los ingenieros contar con mejor información para diseñar las galerías de nivel de una mina. Adicionalmente, permitiría una disminución de costos debido a menores interrupciones del proceso de rotura durante la explotación.

“Hay un gran campo de aplicación del comportamiento de roca, no sólo en minería, sino que también en estudiar la propagación de una onda sísmica, que depende del material del suelo, de manera más cercana a su comportamiento real. Desde el punto de vista de la ciencia hay muchas cosas que discutir, reformular sobre todo lo que se ha recorrido en estos años. Es volver atrás y empezar a hacerlo de nuevo”, puntualiza el académico.