

Mecánica de rocas aplicada a la industria del petróleo

Oscar Bravo

Ingeniero Geólogo (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso), M.Sc. Geotecnia Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Schlumberger
onino2@slb.com

Oscar Bravo (2012): Mecánica de rocas aplicada a la industria del petróleo. GEOLOGÍA COLOMBIANA. Edición X Semana Técnica de Geología e Ingeniería Geológica. 37 (1), 31-32. Bogotá, Colombia.

Manuscrito recibido: 14 de mayo 2012; aceptado: 22 de agosto de 2012.

La Geotecnia es la rama de la Ingeniería Civil y de la Ingeniería Geológica que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales pétreos o geológicos (suelos, rocas y regolitos). La Geomecánica hace parte de la geotécnica y se basa en la Mecánica de Rocas, aplicándose fundamentalmente a los problemas de pozos petroleros, túneles y otras excavaciones subterráneas.

La Mecánica de Rocas es una ciencia relativamente nueva cuyo desarrollo se dio hacia los 50's y cuya aplicación a la industria del petróleo se desplegó alrededor del año 2000, por lo menos en Colombia.

La Geomecánica es la disciplina que integra la Mecánica de Rocas, la Geofísica y la Geología, para cuantificar la respuesta de la tierra a cambios en los esfuerzos, en la presión del yacimiento, o en la temperatura de la formación.

La Geomecánica permite elaborar modelos predictivos de esfuerzos *in situ* y de propiedades de roca, predecir la deformación de un pozo y del yacimiento, optimizar los planes de desarrollo del campo y encontrar soluciones de ingeniería para diagnosticar problemas.

Modelo geomecánico

El Modelo Geomecánico (MEM, por sus siglas en inglés) es una descripción explícita de los datos geomecánicos que son relevantes para la construcción de pozos; entre estos datos se encuentran la presión de poros, el estado de los esfuerzos y de las propiedades mecánicas de la secuencia estratigráfica atravesada por los pozos. Adicionalmente, el modelo captura información relacionada con la composición de la roca y con la estructura geológica, importantes para establecer el comportamiento del hueco.

Problemas geotécnicos/geomecánicos

Los problemas geomecánicos están asociados con la

interacción entre las propiedades de la roca (desarrolladas durante su formación y evolución) y con el campo de esfuerzos a los que está sometida (derivados de la atracción gravitacional y de los empujes tectónicos). Estos problemas se pueden resumir como sigue:

-Deslizamientos: laderas de las montañas sobrepresionadas por embalses, colapso de taludes por remoción del soporte lateral (extensión), laderas montañosas sometidas a esfuerzos debido a la pérdida lateral de soporte (extensión), entre otros.

-Volcanes de lodo: licuefacción por liberación de presión debido a la perforación.

-Volcanes: liberación súbita de presión.

-Reventón de pozo: liberación súbita de presión debido a la perforación.

-Terremotos: liberación súbita de esfuerzos (rompimiento de roca/placa cuando se supera la resistencia).

-Subsidencia de superficie: compactación bajo tierra con subsidencia de superficie

-Almacenamiento subterráneo de gas: presurización de las formaciones subsuperficiales.

-Inyección de CO₂: presurización de formaciones subsuperficiales con interacción química.

-Daño del sello: fracturamiento de los sellos de yacimientos petrolíferos.

-Estimulación por fracturamiento hidráulico.

-Estabilidad de pozo: controlada por la densidad del lodo, las propiedades de la roca y el campo de esfuerzos

Aplicaciones de la Geomecánica

Hacia las formaciones superficiales, antes de llegar a los reservorios, la Geomecánica se aplica para la localización de pozo y plataforma, planeación de la trayectoria del pozo, determinación de los riesgos superficiales, determinación de la densidad de lodo óptima, diseño del revestimiento, velocidad de penetración y optimización de perforación, diseño de brocas, predicción de presión de poros y predicción y control de la estabilidad de las paredes del hoyo.

En la zona de los reservorios se aplica para determinar el estado de esfuerzos y caracterización, el diseño de cañoneo, el control de sólidos y diseño de completamiento, estabilidad del pozo, determinación de compactación y subsidencia, simulación: fracturamiento e inyección y reactivación de fallas.

Metodología para la modelación geomecánica

De acuerdo con las características del problema a resolver, la metodología aplicada puede variar en dos o tres pasos, pero básicamente se cumplen nueve, así:

1) Auditoría de información para establecer la cantidad y calidad de datos disponibles y determinar el tipo y la calidad de modelo que se construirá.

2) Modelo estructural y análisis de eventos de perforación para encontrar puntos de calibración del modelo.

3) Estratigrafía mecánica, de acuerdo con el comportamiento mecánico de la secuencia de rocas.

4) Esfuerzo de sobrecarga por integración de la densidad de roca.

5) Perfil de presión de poros.

6) Propiedades mecánicas de la roca (elásticas y de resistencia).

7) Dirección de esfuerzos horizontales.

8) Magnitud de los esfuerzos horizontales mínimo y máximo.

9) Criterio de falla para determinar la estabilidad alcanzada por el pozo durante su perforación.

Conclusiones

La aplicación de la Geomecánica a los problemas de ingeniería, permite entender de mejor manera el comportamiento de los macizos rocosos ante las perturbaciones que se causan durante y por la construcción de alguna obra civil, bien sea un talud, una cimentación, un túnel o un pozo. Al conocerse ese comportamiento, se podrán entonces encontrar mejores soluciones sustentadas en análisis matemáticos y no solo en aproximaciones empíricas de prueba y error.