

ROL Y CONTROL DE CALIDAD DE LA DATA ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE TALUD DE TAJO ABIERTO PARA ESTUDIOS DE PRE-FACTIBILIDAD

Santos Chávez, Bayron Ismael; Gabulle Huamán, Henry

bisantos@golder.com.pe, hgabulle@golder.com.pe

INTRODUCCIÓN

Muchos de los proyectos mineros de tajo abierto contemplan grandes riesgos de seguridad y estabilidad por las dimensiones de sus operaciones, es así que el diseño de los taludes del tajo es un verdadero reto, desde la recolección de datos en las investigaciones geotécnicas hasta la concepción un modelo estructural. El modelo estructural se considera como el segundo componente en el establecimiento del modelo geotécnico, y tiene como objetivo principal la identificación, características de orientación y distribución espacial de los aspectos estructurales que influyen en el diseño del talud del tajo.

El presente documento tiene como objetivo resaltar la importancia del modelo estructural referido a un proyecto a nivel de pre-factibilidad, desde la colección de datos en campo mediante las investigaciones geotécnicas, conceptualización en los estereogramas y los controles de calidad para corregir errores usuales en el análisis estructural de la información.

MODELO ESTRUCTURAL

Debido a las diferencias en escala entre los taludes de los bancos, taludes inter-rampa y taludes globales, el modelo estructural tiene que ser configurado en al menos dos aspectos:

- ❖ Estructuras mayores (plegamientos y fallas a escala de inter-rampas y global): Características estructurales mayores. Los contactos litológicos y el diseño del tajo pueden influir en la determinación de los dominios.
- ❖ Fábrica estructural (discontinuidades y fallas menores con influencia a nivel de los bancos): Atributos de las fallas más cercanas espacialmente y de las juntas que se producen dentro de cada dominio estructural.

Esta diferenciación refiere principalmente a la continuidad de las estructuras y el resultante impacto en los elementos del diseño de talud.

COLECCIÓN DE DATA ESTRUCTURAL

La colección de datos estructurales se realiza por diferentes métodos, entre ellos:

- ❖ Mapeo Superficial
- ❖ Mapeo de línea de detalle
- ❖ Registros ventanas estructurales
- ❖ Perforaciones diamantinas – Testigos orientados

Testigos Orientados

Existen varias técnicas de orientación de testigos, por lo que la elección depende de los factores, incluyendo las condiciones de la perforación y de la experiencia del equipo de perforación, pero normalmente está referida al costo del equipo y a la practicidad de la operación. Entre estas técnicas podemos diferenciar diversas técnicas (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Técnicas de Orientación de Testigos

Técnica	Complejidad en el Uso	Ventajas	Desventajas
Trazo Directo			
Weighted Core Barrel	Baja	Simple. Arcilla, plastilina o lanza empleadas para la impresión.	La marca necesita interpretación.
Ballmark ® System	Baja	Simple. Demoras mínimas en la perforación.	El mecanismo probablemente no pueda operar en material triturado.

Scribe System	Moderada a Alta	Trazado continuo de testigos referenciados.	Difícil de interpretar en material incompetente y/o triturado.
EZY-Mark™ System	Alta	Se puede emplear en perforaciones con ángulo negativo y positivo.	Requiere perforaciones inclinadas.
Trazo Indirecto			
ACT Electronic Tool	Moderada	Orientación sin trazado	Requiere capacitación en la operación.
Televiewer Acústico	Moderada	Registro Geofísico, ejecutado después de perforación.	Requiere pozo estable. Opera en agua y lodo.
Televiewer Óptico	Moderada	Registro Geofísico, ejecutado después de perforación.	Requiere pozo estable. Opera en agua limpia y aire.

DATA ESTRUCTURAL

Estructuras Mayores

- Pliegues
- Fallas
- Zonas de Cizalla, Micro-Defectos, Broken Core
- Estructuras Metamórficas

Fábrica o Estructuras Menores

- Estructuras de Plegamiento menores
- Discontinuidades o Juntas

QA/QC – DETECCIÓN Y CONTROL DE ERRORES

Los errores pueden ocurrir en varias etapas de la orientación y el proceso de medición, como por ejemplo:

- La marca de orientación puede ser inexacta o incorrecta.
- La marca puede ser trasladada inexactamente.
- Identificación imprecisa de la longitud axial de la elipse o mediciones de los ángulos “Alpha” y “Beta”.
- Errores que surgen de la elección de las estructuras a medir e inclusive de la inadecuada orientación de las perforaciones con relación a estructuras de interés.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El objetivo del análisis estructural es estimar los sets mayores y menores de discontinuidades representativos de la fábrica estructural para los principales macizos rocosos en el área del proyecto. Posteriormente esta data analizada se empleará en el análisis cinemático.

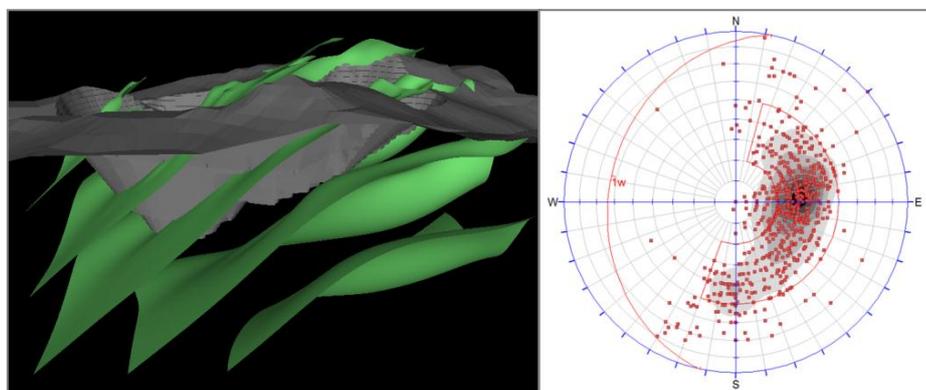


Gráfico 1. Representación estereográfica de la data estructural (estratificación).

“BLIND ZONE”

Cuando las estructuras que intersectan a la perforación están orientadas y son interceptadas por la perforación, la ocurrencia de estructuras que tienen bajos ángulos de intersección con el eje de la perforación conlleva al problema de “zonas blancas” o “blind zones”.

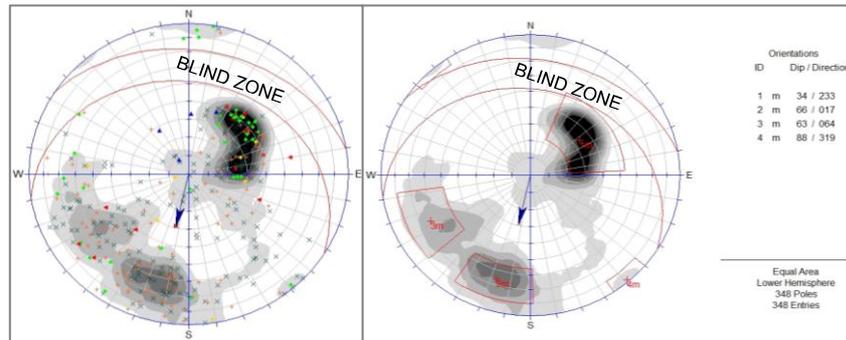


Gráfico 2. Representación estereográfica de la data estructural mostrando las áreas sin información ("Blind Zone").

Para un mejor entendimiento del modelo estructural en el área del proyecto la data se divide en dominios estructurales basados en los aspectos estructurales principales (fallas regionales y plegamiento y orientación de las paredes del tajo).

DOMINIOS ESTRUCTURALES

Los dominios estructurales pueden ser determinados de acuerdo los controles estructurales que rigen en el tajo, ya sea por la litología, la estratificación, plegamientos sistemas de fallas y la orientación de los taludes del tajo.

ANÁLISIS CINEMÁTICO

Una falla de control estructural ocurre como resultado de movimientos a lo largo de discontinuidades geológicas pre-existentes. Los tres mecanismos básicos de falla estructuralmente controlada en taludes de roca son: Falla planar (planar failure), falla tipo cuña (wedge failure) y vuelco (toppling).

- Una *falla planar* ocurre cuando una discontinuidad geológica, como la estratificación, buza en forma paralela hacia la cara del talud y su buzamiento es mucho mayor que el ángulo de fricción.
- El *fallamiento en cuña* ocurre cuando un bloque de roca se desliza a través de la intersección de al menos dos discontinuidades, las cuales buzanan hacia la cara del talud den un ángulo oblicuo hacia la cara del corte, formando un bloque en forma de cuña.
- Un *vuelco o toppling* se puede considerar exclusivamente de medios rocosos, condicionados por la disposición estructural de los estratos hacia el interior del talud y un sistema de discontinuidades bien desarrollado.

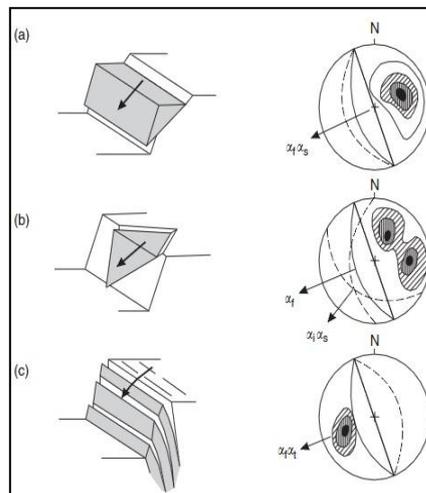


Gráfico 3. Principales tipos de fallamiento en aludes de roca.

CONCLUSIONES

- El modelo estructural es de crucial importancia en la concepción del modelo geotécnico ya que conceptualiza la distribución espacial de los aspectos estructurales en un yacimiento, así como permite la determinación de los dominios estructurales.
- Es importante ser rigurosos en la identificación y descripción de las estructuras en los diversos registros disponibles que permita la correcta determinación de los sets mayores y menores.

REFERENCIAS

1. John Read & Peter Stacey (2009) – Guidelines for Open Pit
2. Luis I. González De Vallejo (2002) – Ingeniería Geológica
3. Duncan C. Wyllie & Christopher W.Mah (2004) – Rock Slope Engineering
4. Golder Associates Peru S.A (2011) Canahuire Pit Slope Design – Chucapaca
5. Golder Associates Peru S.A – Scoping Level Pit Slope Design
6. “Modelo de Análisis Geotécnico para Proyectos de Diseño de Talud de un Tajo Abierto”. Bayron Santos, Henry Gabulle, Giusepi Gutiérrez.