

➤ **Miércoles 17 junio:**

- 1. Para Timining, respecto al software Drillit, ¿Muestran datos en tiempo real, que variables son las que concilian y cómo funciona el proceso de conciliación con los planes mineros?**

Drillit muestra datos en tiempo real siempre y cuando la información venga en tiempo real, si los servidores de la faena se actualizan cada 10 minutos, mostraremos la información cada 10 minutos. Lo que conciliamos en perforación es el collar del pozo, también la longitud, también mostramos mapa de velocidades de perforación, conciliamos también con el plan minero, cargamos el plan minero de la semana y podemos identificar que pozos están dentro o fuera del plan y también su avance. En tronadura nosotros conciliamos el tipo y kilos de explosivos cargados.

- 2. El Flexigel es un explosivo acuagel, que productos se necesitan para su fabricación aparte del ANFO y matriz, ¿es gasificado?**

El Flexigel es un producto a base de emulsión pura sin ANFO y es sensibilizado con un producto llamado polietileno expandido conocido como el plumavit, este producto debe ser especial, debe aguantar 7 días cargado y permite llegar aniveles de densidades que la gasificación no lo permite, por ejemplo, si queremos llegar a una densidad de 0,5. A veces le aplicamos un mínimo de gasificación cuando es requerido, por ejemplo cuando las rocas son más duras.

- 3. ¿Los proyectos amortiguados fueron considerados como con precortes y para roca competente, cual sería la sugerencia para un macizo rocoso fracturado?**

El ejemplo que mostré sobre el gran diámetro de 13 $\frac{3}{4}$ " era una mina en Argentina en la cual no se utilizaba precorte y si recuerdan el buffer 1 estaba justo perforada sobre la línea de diseño, en ese caso no se uso y los registros de vibraciones que se lograron capturar muestran que no hay efecto del precorte. Respecto a terrenos fracturados nos preguntamos si vale la pena utilizar precortes o amortiguadas, primero las filas amortiguadas siempre serán necesario, el precortes hay que evaluar, hay algunas reglas de dedo que nos dicen a cierto nivel de RCU o frecuencia de fractura ya no vale la pena, eso no quiere decir que sea malo, sino que será ineficiente, no cumplirá con su objetivo para el cual fue hecho. Como regla cuando tenemos rocas con RCU bajo los 40 MPa o una frecuencia de fractura alta no vale la pena hacer precortes porque no se logra generar la fractura y porque finalmente la roca no tendrá calidad de sustentar un ángulo de cara de banco, es acá donde se hace relevante realizar los diseños amortiguados.

4. ¿Cuál es la diferencia entre el método de cross-hole adaptado a la minería open pit y el método propuesto para la caracterización geotecnia que usted menciona?

Lo importante es poder caracterizar geo dinámicamente en función a la variación del terreno, porque un valor puntual que nos puede entregar el cross-hole nos entrega solo un valor y no una característica de variación, tener un valor de la velocidad de onda P no nos muestra de forma espacial como se encuentra el terreno, el Vertical Reflection Sysmic nos permite ver variaciones de impedancia, variaciones de fracturas en terreno, esto es importante ya que ha medida que realicemos mayor cantidad de pruebas podemos definir como esta condición de fractura producto de los diseños que nosotros hemos ejecutado, entonces ya no es un valor puntual sino un enfoque mas dinámico, al tener un enfoque más dinámico podemos ver como varia la fractura a lo largo de toda la columna, saber por ejemplo a que longitud poner el taco. Al poder caracterizar estos comportamientos o tendencias también se ajusta a los modelos de HyP, el hecho de poder adecuar diferentes sensores en longitudes verticales podemos tener una idea de como se adecua el comportamiento del explosivo en sus fases de detonación como explosión. Entonces manejando el criterio de esta manera podemos no solo tener un valor puntual sino tener tendencias que nos permitirían tomar decisiones prácticas y básicamente ver resultados en terreno.

5. ¿Considera que un modelo predictivo con redes neuronales puede reemplazar al modelo de HyP o solo lo complementaria?

Para poder realizar la variación de isovelocidades a isoenergía necesariamente dentro de los algoritmos que hemos ido desarrollando aplicamos técnicas de Machine Learning, ya que las variables que ingresar para hacer ese cambio de un valor de velocidad a energía no solo está relacionado a movimiento cinético sino también a hidrodinámica, temperatura, cambios presión , volumen, son muchas variables que ingresar, entonces la aplicación de redes neuronales nos permiten trabajar con ese tipo de criterio a través del aprendizaje automático como es el machine learning. Entonces poder relacionar ecuaciones de diferentes características es importante no solamente en el tema de un modelo matemático represente un comportamiento de una realidad, podríamos también migrar al tema del Deep Learning que ya trabaja a diferencia del machine con datos obtenidos en terreno para minimizar el nivel de error que puede partir de un modelo proyectado y el resultado real que se obtenga. Herramientas de este tipo no solo complementan, sino que son vitales porque nos da una idea clara a partir de los tremendos set de datos con que se trabaja nos permitan tener resultados cada vez más precisos.

6. ¿Para Julio, me gustaría saber si existe una técnica para determinar la presencia de gases en el macizo rocos y así poder generar un control de daño en el talud?

Si existen métodos, una de las técnicas que hemos visto como el hecho de poder dimensionar diferentes sensores a través de una columna explosiva adecuando el modelo ya existente de HyP y también utilizando acelerómetros y sensores de presión nos permitiría

manejar y poder adecuar la influencia que tiene el gas porque a través de ellos geófonos tenemos una cierta limitación, su frecuencia de saturación está por los 500 Hz pero un acelerómetro tiene una frecuencia de mayor espectro y pueden considerarse para trabajar de manera más cercana hacia la fuente explosiva y el sensor de presión no permite definir escenarios directamente relacionados al efecto tanto de la presión de detonación como la presión de explosión, entonces manejando estos conceptos, una adecuada instrumentación tanto de geófonos, acelerómetros y sensores de presión podríamos generar todas las herramientas disponibles para poder asociar el comportamiento energético de una mezcla explosiva a un punto a cautelar

7. ¿Para Rolando, Perforar y no cargar los pozos de precorte ayudan a minimizar el daño al talud?

No existe un filtro de precortes cuando lo perfora y no lo vuela ya que no es capaz de generar la grieta, es insignificante, estamos hablando del 3 al 5 %, por lo cual no vale la pena realizarlo, un metro de perforación puede costar entre 5 a 10 dólares.

8. ¿Qué tan beneficioso es usar la doble fila de buffer frente al control de daño al talud?

Si, evidentemente ayudan. Hemos visto que la fila más cercana a la pared es la que genera mayor impacto en las paredes, justamente por la forma en que atenúa las vibraciones, de una forma muy exponencial. La segunda fila igual es relevante, incide menos hacia el talud pero incide mucho hacia los bancos inferiores, al diseño de la cresta cuando queremos evaluar el ancho de la berma

9. ¿Sobre el almacenamiento de los datos y los análisis cual es la capacidad de consultar resultados de análisis del pasado sobre paredes que volverán a ser explotadas por una nueva fase?

Respecto a SICT posee una base de datos por lo cual almacena la historia y esto apunta por un lado a poder consultar muy rápidamente a partir de tiempo cual fue el comportamiento de una pared que se volverá a explotar, y lo otro es para capturar el conocimiento, hacer gestión del conocimiento que se va acumulando con el tiempo, sabemos que la rotación de personal en la industria es muy alta, por lo cual es muy probable que el equipo de gente que trabajó en la construcción de una determinada pared en un par de años más ya no esté.

10. ¿Cómo se configuran los criterios de evaluación en SICT?

Hay dos evaluaciones que se realizan en SICT que son el Factor de diseño y de condición en ambos casos hay una posibilidad amplia de configurarlos en el caso del factor de diseño podemos configurar para bancos simples, dobles, bancos debajo de una rampa de acceso, de berma de desacople y por otro también los distintos pesos que le queremos dar a cada variable que se está evaluando, por ejemplo tengo un diseño de alto ángulo de inter rampa

por ejemplo con bermas más ajustadas mi criterio podrías ser mas exigente con respecto al ancho de berma en relación con uno que tengo mucha berma disponible con un ángulo inter rampa más bajo. En el caso del factor de condición la situación es similar se pueden incorporar o sacar parámetros y modificar los pesos.

11. Para Timining; ¿Podrían ahondar más en el software Tangram, específicamente en el cálculo del Factor de seguridad considerando los ángulos de rotación?

En Tangram calculamos 2 factores de seguridad, uno que considera solo fuerzas de deslizamiento en donde el cálculo es fuerzas resistentes (Cohesión y fricción) dividido por fuerzas deslizantes (peso del bloque), pero lo que no considera son los momentos ejercidos en el bloque por cada fuerza ya que asume que cada fuerza pasa por el centro de gravedad entonces nosotros para ser más precisos nos basamos en un “paper” de autores Chinos del año 2017, actual, nosotros le realizamos modificaciones al “paper” y pudimos desarrollar un cálculo considerando también los momentos ejercidos sobre ese bloque, al considerar esto estamos considerando las rotaciones.

➤ **Jueves 18 junio: Tercer bloque**

1. ¿Cuáles son los principales desafíos para implementar un proyecto Mine to Mill?

El tema técnico es un tema resuelto, yo creo que la gente que esta involucrada en los proyectos M2M necesita estar “empapada” en el objetivo final de un M2M, de lo contrario si la gente no esta conectada estos proyectos pueden fallar fácilmente. No es técnico porque actualmente existe la tecnología para medir, para aplicar mas y mejores tecnologías, el tema es hacer un buen “team” de ejecución, el cual sea transversal, ósea que comience con geomecánica y que termine en la planta. Por ejemplo, en un proyecto de valor que realice, nos demoramos 1 año en comenzar a generar valor, y eso es mucho tiempo frente a la tecnología que existe.

2. ¿Cuáles fueron los resultados respecto al control de vibraciones al disminuir los tiempos de retardo con lo que se tronó los proyectos del Caso 1?

Se trabajo para no incrementar las vibraciones en el campo lejano cumpliendo con los objetivos mínimos del área de geotecnia, pero lo mas importante es como uno trabaja todo el proceso en l sentido que vas construyendo, midiendo, construyendo modelos, simulando, buscando la mejor combinación entre tiempos de pozos y secuencia. Esto te permite mejorar la fragmentación y cumplir con los temas vibraciones que son las principales exigencias de nuestros clientes.

3. ¿La disminución sólo fue en retardo entre pozos o también entre filas?

El cambio de retardo fue solo entre pozos.

- 4. Para Jair, en el caso de Brasil ¿el único cambio realizado fue iniciar en dos puntos de la carga explosivo o hubo otros cambios como el explosivo también, patrón de perforación, etc?**

Las dos cosas, doble iniciación y cambio de explosivo, uno más energético.

- 5. Para Jair, consulta lo que buscan en el cuadro de fragmentación, es mayor porcentaje de finos, ¿que tal vez buscar mayor índice de uniformidad?**

Mayor uniformidad implica mayor carga por hora de los cuellos de botella, se aumenta el fino para clasificarlo en una primera etapa y que su alimentación sea más parcializada, podría ser un criterio.

- 6. ¿Cuál es el software para la simulación de interacción de la doble iniciación y cuáles son los tiempos empleados en el caso?**

El software utilizado fue programando un módulo especial de simulación de voladura desarrollado por la universidad de Cambridge para Orica y los tiempos utilizados fueron 0 ms entre pozos, ósea el mismo tiempo entre el detonador superior versus el inferior.

- 7. ¿Cuáles son los principales KPI a monitorear durante el proceso M2M?**

Jair: En minería hemos abusado un poco de la palabra KPI, le llamamos a todo KPI y nos olvidamos qué son un índice clave de rendimiento, sin embargo, el M2M tiene como principal objetivo el incremento del cobre fino, cuando hablamos de cobre fino lo podemos ver de 2 formas, una las toneladas por horas o el tratamiento de mineral conjugado con el tema de la recuperación, ese es el principal foco del M2M. También existen otros KPI muy importante que nos permiten evitar hipotecar el futuro de la mina, como es la estabilidad de taludes, factor de condición, factor de diseño, vibraciones que son los KPI de control de resultados peor no menos importante es controlar los KPI de proceso, esencialmente tu mides el éxito de un proyecto M2M viendo como vas a medir el incremento del cobre fino combinado con no hipotecar el futuro de la mina.

- 8. ¿El caso de la doble iniciación sólo fue una prueba o se está aplicando en forma permanente?**

Permanente.

- 9. Para Jair, ¿han hecho estudios, donde el cuello botella sea Chancador, y que se podría hacer en este caso?**

Si hemos hecho estudios con chancador, en el curso de mañana hablaré sobre ese caso.

10. Para Jair, ¿la doble iniciación utiliza unos 2 iniciadores, uno al fondo y otro en el centro? ¿con distinto retardo? ¿El de arriba con retardo menor que el de abajo o el mismo retardo para ambos?

Superior e inferior. Mismo retardo, pero debe ser con detonador electrónico.

11. ¿Tiene filtrado de equipos para descartar y filtrado de polvo?

El sistema cuenta con filtros para mitigar el efecto de polvo y equipos.

12. ¿Ángulo de trabajo mínimo, en caso de que no se pueda instalar a tanta distancia?

El ángulo de trabajo está definido entre los -40% y +60%. La distancia de monitoreo, no tiene una restricción mínima, y estará definida por su ángulo (vertical) de captura.

13. ¿Siempre debe instalarse en un mismo punto para el mismo monitoreo? Si funciona con GPS en modo RTK, como realizar el ajuste de ese RMS

No necesariamente, en realidad es muy difícil volver al mismo punto, sin embargo, este sistema puede georreferenciar esta nueva "base" y ajustarla a una base anterior, para dar continuidad a la base de datos. Para el monitoreo, precisamente no utiliza modo RTK y los registros se hacen a través del software.

14. El SDOB, ¿que opinión tiene como práctica para el cálculo de flyrock en zanja o trincheras?

Para zanjas y trincheras depende del objetivo, obviamente es fragmentar pero también se suma el posible efecto de flyrock que puede dañar, por lo cual podemos calcular de acuerdo a cual es probabilidad mas alta de dañar a edificios o comunidades cercanas, en este caso te sirve la metodología ya que te permite calcular un taco grande de tal forma de evitar proyecciones, pero, este cálculo inicial de la contención del taco uno puede agregar ingredientes, ya que puedes usar hoy en día artefactos que te permiten una contención adicional, mallas que se instalan en las zanjas para evitar proyecciones, pero como punto partida es bueno usar la teoría del cráter.

15. ¿Como calculamos el SD?

Chiappeta 1983.

16. ¿Como calcula la posición de los tiempos en el pozo?

Con la VOD del explosivo cargado.

17. ¿A partir de que altura de banco recomienda utilizar la doble o triple iniciación?

Con respecto a la altura de bancos para usar doble primado, tienes que calcular con la VOD en los puntos donde desear iniciar y te va a dar la zona de colisión, es decir, si hay espacio para que exista colisión se justifica poner más primas.

18. Con relación al 15 y 20 ms/m de burden de alivio, hay que multiplicarlo por el burden para obtener los ms?

Sí.

19. Con relación a la perforación, podría explicarnos sobre la incidencia que tiene el modificar los ángulos de perforación, ventajas y desventajas.

La ventaja de usar perforación inclinada es cuando tiene problemas de pata, burden excesivo, pero siempre hay que tomar en cuenta el tema productividad, en estos términos, la inclinación tiende a ser más “engorroso” y se necesita mas tiempo para controlarla, esta sería una amenaza. Hoy se está utilizando pozos generalmente verticales porque uno puede jugar con las tecnologías en tiempos, utilizar energía variable, por lo tanto, puede manejar. En tronaduras masivas no se utiliza mucho la cara libre, por lo cual uno debe hacer más práctico y productivo, es un balance en el fondo, al final el cliente se queda con lo que te produce una menor desviación.

20. Marco, comentaste que lo más importante y primer paso para mejorar la fragmentación es el control de perforación. ¿Que herramientas recomiendas utilizar para visualizar estadísticas asociadas a cumplimiento de diseños de BxE y longitud de pozos?

En el control de perforación recomiendo utilizar la tecnología disponible en medición, control de calidad y protectores de collar collar keeper.

21. ¿Para Jair, qué norma recomienda de guía para vibraciones? NCH, DIN, UNE, sin discriminar su objetivo, en termino generales.

Generalmente usamos la norma mas restrictiva, que es la norma DIN, posee todas las descripciones para distintos tipos de construcciones, de escenarios.

22. ¿Existe una correlación entre axb con algún parámetro de resistencia que utiliza geotecnia? Para los temas de mine to mil.

La tendencia y los paradigmas de la minería cuando no conversan la mina y la plata se habla de roca dura, media y blanda, no necesariamente son los mismos tipos de roca para los procesos posteriores. En general no hay una regla que correlacione cualquier parámetro de la voladura, del chancado primario, el molino SAG, etc., la respuesta es muy simple ya que los mecanismos de fractura de cada una de las etapas son distintos. La voladura fragmenta

por tracción y compresión, el chancador primario por compresión, el molino de bolas realiza por impacto y por abrasión, por lo cual tienen mecanismos de fractura distinta y se correlacionan con propiedades de roca distinta, pero si pueden existir casos particulares que exista una correlación entre algún parámetro y otro, son coincidencias, pero no la regla general.

23. ¿Como fue la participación del área de tratamiento planta?

Participó el área de chancado y planta concentradora.

24. ¿El monitoreo de fragmentación es en la mina o en la alimentación al SAG?

El monitoreo de fragmentación se hace en toda la cadena de fragmentación-conminucion partiendo desde la mina.

25. ¿Análisis de taludes con vuelos de drones? ¿Se tiene implementado, en caso contrario que opinión tienes respecto a su uso?

Realizamos vuelos en dron, de echo una foto era con un dron. Respecto a su uso opino que es un buen complemento, excelente. Sin embargo, yo recomiendo ir al cerro a caminar las bermas si se puede, ya que no es lo mismo verlo en vivo que verlo por fotos. Además, actualmente tenemos dron con vuelos programados, se levantan todos los sectores con topografía.

26. Alejandro, se logró recuperar el sector colapsado? Y de ser así, ¿cuál fue la metodología de trabajo?

La cuña sur se saneo, utilizando personal que se descolgó y perforo y tronó bloque a bloque. La norte se realice extracción con pala y se dejo el stepout y solo desplazo 20 m la LP...no fue gran impacto en la extracción de mineral hacia el fondo mina.

27. ¿Cuál o cuales fueron las acciones o puntos que permitió la optimización? Más ensayos de laboratorio, cambio de criterios, cambio de análisis y software, back análisis, ¿más sondaje...cuál fue el más influyente en la optimización?

Para aumentar ángulos de taludes va todo un estudio detrás, desde realizar sondajes geotécnicos para validar dominios geotécnicos, obtener más muestras para ensayos, e ir robusteciendo nuestros datos de resistencia para luego hacer modelos en 2d y revisar si cumplimos los criterios de aceptabilidad. La primera optimización nos permitió adquirir 2 rocl8 adicional para uso de precorte.

28. ¿Qué acciones tomaron para mejorar ese valor?

Se hicieron pruebas de filtros de precorte con distintos espaciamentos.

29. ¿En cuanto al precorte, se definieron parámetros en cuanto a iniciación? (pozos iniciados simultáneamente, o separados en grupos de pozos, tiempo entre grupos, orientación con respecto a planos)

Se mantuvieron se mantuvieron los parámetros de iniciación, que estaban establecidos en el precorte, nuestra restricción es la onda aérea y el ruido, debido a la cercanía del poblado.

30. Los parámetros entregados por geotecnia a P&T para los diseños de tronadura fueron el promedio, un valor máximo y mínimo...y cuáles fueron?

Los datos que necesita P&T son diferentes a los que utiliza geotecnia, esto porque uno en geotecnia filtra los datos de ensayos que salen por estructura, y solo deja los ensayos por matriz, en el caso del tronador, el necesita todos. Lo mismo con los módulos de elasticidad, ellos necesitan el módulo Young dinámico, no estático. El dinámico es la relación entre v_p/v_s .

31. ¿Aplican distinto retardo entre pozos y filas para tronaduras de producción?

El retardo para todos los pozos es de 17 ms en el rajo, sin excepción.

32. ¿Qué material se usaba entonces para el tapado?

El cutting de perforación.

33. Si hay un error en la medición de un pozo, ¿cómo lo corrigen para estar en las condiciones óptimas?

Se reperfora si es factible...si va a tapar 4 pozos la perforadora...se deja como esta. Si hay pasadura excesiva, se lleva a cota. Tenemos gravilla para el rasado, pero no la suficiente para todos los pozos.

34. ¿Cuál fue el criterio para definir los tiempos entre pozos, cumplir con los resultados de fragmentación esperados? ¿Se consideró tiempo crítico de acople de ondas?

La última diapositiva responde a tu pregunta. Respecto a la fragmentación, fue la misma que con retardos menores utilizados en producción.

35. Para Alejandro, de acuerdo con lo que mencionas sobre el tiempo entre taladros 17ms para todo el tajo, ¿ante esto que modificaciones o mejores implementaron en el diseño o distribución de energía en los taladros en zona de mineral?

Se dejo al inicio 17ms para todo el rajo, esto para ordenar, recordemos que nuestra realidad no era muy ordenada, ni disciplinada al inicio. El año pasado se realizaron estudios para mejorar fragmentación utilizando tiempos cortos...sin embargo en la planta no hubo mayores variaciones. El acoplamiento aceptado fue 1 pozo... de ahí sale el 17ms.

36. ¿De qué magnitud de tiempos cortos estamos hablando? 0 a 6ms?

5-7-9 ms de acuerdo con litología.

37. Alejandro, ¿cómo definirías los conceptos mine to mil y mine to leach? ¿Cuáles son los principales o más críticos kpi's en las operaciones en perforación y tronadura?

Creo que mine to mil o mine to Leach depende del proceso agua abajo, M2M cuando va a planta y Mine to Leach cuando va a lixiviación. EL enfoque clásico de hoy en día ha ido mutando, lo cual es tronar para la pala ya que es el equipo principal que se debe mantener trabajando, pero citando Carlos Scherpenisse en el año 2017 en ASIEX el hablaba de cambiar el enfoque a tronar para la planta, el M2M es tronar para la planta, por lo cual debemos generar un modelo de fragmentación para los requerimientos y objetivos de la planta, esto es lo que genera optimización. Carlos Orlandi definiría hace muchos años en un "paper" la optimización de mina a planta. Para la segunda pregunta citare a Hector Roque, en un minuto dice de la noche a la mañana son todos tronadores, y se indica que el objetivo de la tronadura es la fragmentación, mas la altura de pila, vibraciones, pero a mi juicio el único y claro objetivo de la tronadura es fragmentar, por lo cual se definen las características de la tronadura para fragmentar y el resto son condiciones de bordes como límites de vibraciones, pila productiva, cuidar el cerro. Para poder lograr estas condiciones de borde tenemos variables como factor de carga, la malla de perforación, tiempos de secuencia, etc. De esta forma cuando aclaramos los términos podemos definir un modelo adecuado de fragmentación frente a las condiciones que se nos presentan.

38. ¿Qué criterios de diámetro de gravilla usaron o usarán?

Mínimo que sea ¼ pulgada a 1-2 pulgadas.

39. ¿Respecto a los modelos de vibraciones que se realizaron, cuales serían las diferencias de estos modelos entre el de Enaex y los ajustados?

La metodología cross-hole no es desconocida, se realiza en diversas faenas mineras y las empresas que lo practican saben como implementar y tomar correctamente los datos, la variación fue en la elección de propiedades, por ejemplo, si uno toma una Vp en terreno no puede combinar en la ecuación con datos de laboratorio, esa es la diferencia principal en los modelos, esto se ordeno luego de la llegada de Geoblast. Básicamente era por eso y por el filtro de precortes.

40. ¿Qué consideraciones tomaron para el control de la sobre pasadura y como afecta el agua en el proceso?

En sierra Gorda se trabaja con sistemas de control en las perforadoras donde le indica la ubicación, longitud de perforación, etc., sin embargo, debido a las reducciones de costos 2016 entonces no se siguió pagando la mantención y hace un año se volvió a retomar, ahora lo que cuesta es cambiar la idea del operador el cual se asegura de perforar 1m mas para no volver al perforar el pozo si se encuentra corto. Como otras medidas se realizan instrucciones a los operadores y por parte de Enaex se entrega a los perforadores una planilla con los pozos de perforación. Respecto al agua, la perdida de cumplimiento se debe al agua, hemos tenido problemas, como no tenemos gravilla, al usar el cutting de la perforación esta toma más tiempo para decantar.

➤ **Viernes 19: Sala 1:**

1. Cuál es el criterio para seleccionar qué curvas reales tomar o no para calcular la curva promedio?

No tenemos un criterio fijo, depende de las curvas que podamos tener.

2. La curva se exporta de algún archivo Excel? ¿O se ingresan los datos directos al software?

Generalmente lo que realizamos es tomar un determinado número de curvas y realizar cluster de acuerdo al factor de roca de cada curva. Una vez determinado los clusters, definir la curva promedio de cada cluster como curva representativa.

3. ¿Porqué se usa kuz-ram y no otro de los modelos disponibles para fragmentación?

Hemos diseñado de acuerdo a kuz-ram, estamos trabajando en otras versiones con diferentes formulismos, sobre todo para estimar de mejor manera los finos.

4. Podría ocupar este soft no necesariamente en un rajo?, por ejemplo, ¿obras lineales?

No, SICT es solo para conciliar taludes de rajos mineros.

➤ **Sala Orica**

1. La NCH 3577 la ocupan?

R: Las normas ocupadas tradicionalmente es la Alemana (DIN), no se utiliza dentro de la minería.

2. En el campo lejano? ¿Qué onda es la que mas genera daño? ¿S?

En el campo lejano no es relevante la diferenciación de las ondas... se debe trabajar con el vector suma.

3. José, y la influencia de la frecuencia en campo lejano?

Es importante la frecuencia en el campo lejano, sin embargo, es poco estudiado.

4. Medidas para mitigar PPV en campo lejano?

Al final, ambos campos te dan un PPV que se estudia para ver su influencia en las estructuras del entorno. CC y CL depende de la carga y su punto de medición.

5. Estimados, ¿que opinan del precorte a 90°?

Para paredes en minas profundas, que deben permanecer años, no es recomendable en 90°. Sobretudo si tienes planos inclinados su paralelos o cuñas. Es mejor inclinado.

6. ¿Como desacoplaríamos el explosivo encartuchados en taladros inclinados, por qué de todas maneras siempre va a tener contacto con las paredes?

No hay problema que quede en contacto con las paredes. La transferencia de energía es muy pequeña si el explosivo no está confinado.

7. Que Resistencia tenia esa roca? ¿y la FF?

Roca muy masiva, muy baja FF (incluso se hablaba de metros por fractura, 2 -3m/f), RCU en torno a 120Mpa. Ideal para precorte.

8. Respecto al parametro de FF, cual seria el limite en el cual el precorte es efectivo?

El límite de FF no está muy bien definido. Yo diría por sobre 5f/m. Más relevantes es UCS, bajo 40Mpa no vale la pena.

9. Como se determina la resistencia a la tensión??

Regla del dedo UCS/10-12

10. Cuales son los rangos ideales de la relacion BP/UCS?

Cuando realice una relacion utilizando ensayos me dio menos esa relacion aprox 5-7% de la UCS.

11. Alejandro, ¿esa formula aplica tambien para Resistencia a la tracción dinámica?

No, solo estática.

12. ¿Como se realiza el ajuste del espaciamiento?

La determinación de la RT se determina mediante pruebas de tracción en laboratorio. sin embargo este test es muy poco realizado. y se utiliza el que entrega el criterio de Hoek o Mohr... que es una proyección de las envolventes de falla.

13. Pero lo que tiene en contra tronar precorte previo, es que el plano de debilidad podría rellenarse/reacomodarse con el tiempo reduciendo su capacidad de mitigar la propagación de onda y liberación de gases, Que opina de eso?

Es muy poco el riesgo de relleno. El precorte detona mucho más eficientemente si está solo y si es inclinado, al detonarlo junto con las buffer queda a distancias muy cortas de las B1.

14. Rolando, más que el tiempo entre filas(ya que dependerá de los burdenes), cuánto burden de alivio seria entre buffer 1-buffer 2 y buffer 2-1era producción, de forma de buscar la zanja de separación desde el talud ?

En alivio, estamos hablando de 60ms/m o más. Esto es muy relevante para asegura la eficiencia de las buffers.

15. En el caso de que se realizara un precorte con una tronadura de contorno en un solo evento, cuanto es el tiempo o ventana recomendable para iniciar los precortes y la voladura de contorno?

Entre B2 y B1 puede disminuir, hasta llegar al típico 20 -30ms/m en producción. En caso de estar obligado a efectuar el precorte junto con la buffer, en el mismo evento. El precorte siempre debe salir antes. Da lo mismo si es unos ms o varos segundos, no hay diferencia. Solo tener en cuenta la capacidad de los detonadores utilizados. Los detonadores electrónicos permiten hasta 30 segundos (30.000ms) de ventana de tiempo.

16. ¿El precorte en banco doble puede verse afectado por la desviación de taladro?

Si, se ve afectado. Por ello muchas minas están usando 6 1/2" en precortes de banco doble, dado que a mayor diámetro menos es la desviación.

17. ¿Como deben ir las líneas de isotiempo con respecto a la dirección de falla principal y por qué?

Si tienes fallas que cautelar, el precorte es fundamental. Si no pudiste hacer precorte, la línea de iso tiempo siempre debe ir lo más paralela posible al plano. Con ello el frente de onda de vibraciones golpea el plano, en cual actúa como "freno", ineficiente, pero algo filtra.

18. ¿Podrían dar una referencia de frecuencias naturales por tipo de roca para evitar por voladuras (en lo posible) estar en estos rangos de referencia?

En campo cercano, para wall control, no preocuparse por las frecuencias, siempre va a ser muy altas. En este caso lo relevante es la PPV. Campo lejano, para estructuras, rocas sueltas, edificaciones, estas van a estar entre 10 - 20hz, las rocas más suaves tienden también a vibrar más lento, cerca de 10hz.

19. Una vez que cambiaron los diseños de P&V, como llevaban el control de estas voladuras, para que no vuelvan a tener problemas con el chancador primario?

Una vez definido los nuevos diseños de P&V, lo primero es el QA/QC tanto de perforación, como carguío de explosivos

20. ¿Como modelaron la fragmentación y los finos?

Medición de fragmentación en frente de carguío y BLAST IQ.

21. ¿Hay tecnologías que ayuden a estos controles?

En ese tiempo usamos la tecnología previa a BLAST IQ, se llamaba DIPPlus.

22. ¿Pero para hacer los cambios en los parámetros, primero estimaron la fragmentación de dichos cambios?

Orica cuenta con software que pueden simular diseño de P&V tanto por pozo y por malla. Los softwares de Orica, permite calibrarlos con las mediciones en terreno para ajustar el modelo y luego simular. Al tener modelos calibrados, puedes simular distintos escenarios y quedarte con el mejor para implementar.

23. Para Jair, porque muchas minas le dan diferentes tamaños al % de finos, algunos 1/2 pulg, 1 pulg y ahora ultimo un cliente trabaja con 2 pulg?

Depende del diseño de la planta y específicamente en las aberturas de los clasificadores en las recirculaciones que regulan el tratamiento de la planta, ya sea harneros, tromel, slots de los molinos.

24. ¿En qué modelo se basa el software de Orica?

Es un modelo desarrollado por Orica, se llama SABFRAG2.

25. En los ejemplos que han mostrado, en el caso que el cuello de botella sea en molino SAG, al chancador primario se le agrego algún harnero para no trabajar a la misma potencia con menor granulometría, ¿y así optimizar mas el proceso?

No se le agregó ningún harnero. En general, la idea de trabajar bajo el concepto M2P es no hacer inversiones. Solo costo variable.

26. Para Jair, después de utilizar el explosivo de mayor densidad para generar microfracturas más largas, ¿la clasificación dureza de este nuevo material volado cambio en la etapa de chancado o molienda o no necesariamente?

Un punto primero: es común hablar de densidad de explosivo, sin embargo, hoy existen varios tipos de explosivos con la misma densidad, pero con niveles energéticos muy distintos, por lo cual es más preciso hablar de factor de energía que de carga que involucra la densidad. El microfracturamiento se evidencia indirectamente con el tratamiento, tph, y los consumos específicos de energía de cada equipo de conminucion que disminuyen.

27. ¿Qué papel juega el SD sin el material de taco adecuado?

Si tiene un buen material de taco, puedes usar solo SD más cercano a uno. Lo puedes acompañar con buen alivio de burden, 30ms/m, por ejemplo.

28. ¿Se ha medido el VOD en esa porción de explosivos?

Afortunadamente los explosivos hoy, con los sistemas de sensibilización, tienen mucho menos pérdida de eficiencia en los primeros centímetros de las columnas. Normalmente este tipo de aplicación se hacen con este tipo de producto. El ANFO, por ejemplo, no es recomendable, dado que tiene menos eficiencia al principio.

29. ¿Entiendo que para iniciar esa porción de carga explosiva llevaría un segundo iniciador?

Así es. Otra iniciación al mismo tiempo de retardo de columna.

30. Para Rolando, esa fórmula de retardos, ¿tiene en cuenta el acoplamiento entre taladro a taladro para evitar el desarmado?

Así es, es el tiempo que permite la mayor interacción de esfuerzos para fragmentar rocas.

31. ¿Es recomendable distribución de cargas en barrenos cortos, por ejemplo, de 4 a 5 mts? ¿O dependerá del suelo a tronar y explosivo a utilizar?

Si tienes un diámetro pequeño, para esa longitud (2-4”), se puede.

32. ¿Esa simulación se realizó con booster de 2 lb o de 1lb?

2.5.

33. ¿Para Rolando, tiene alguna incidencia la ubicación del punto de iniciación de la carga explosiva en términos de fragmentación o de generación de daños hacia la roca?

Si solo usas una iniciación. El booster lo más bajo posible, preferible casi al fondo. Esto tiene alguna consideración cuando tienes barros en agua, donde es preferible subir un poco.