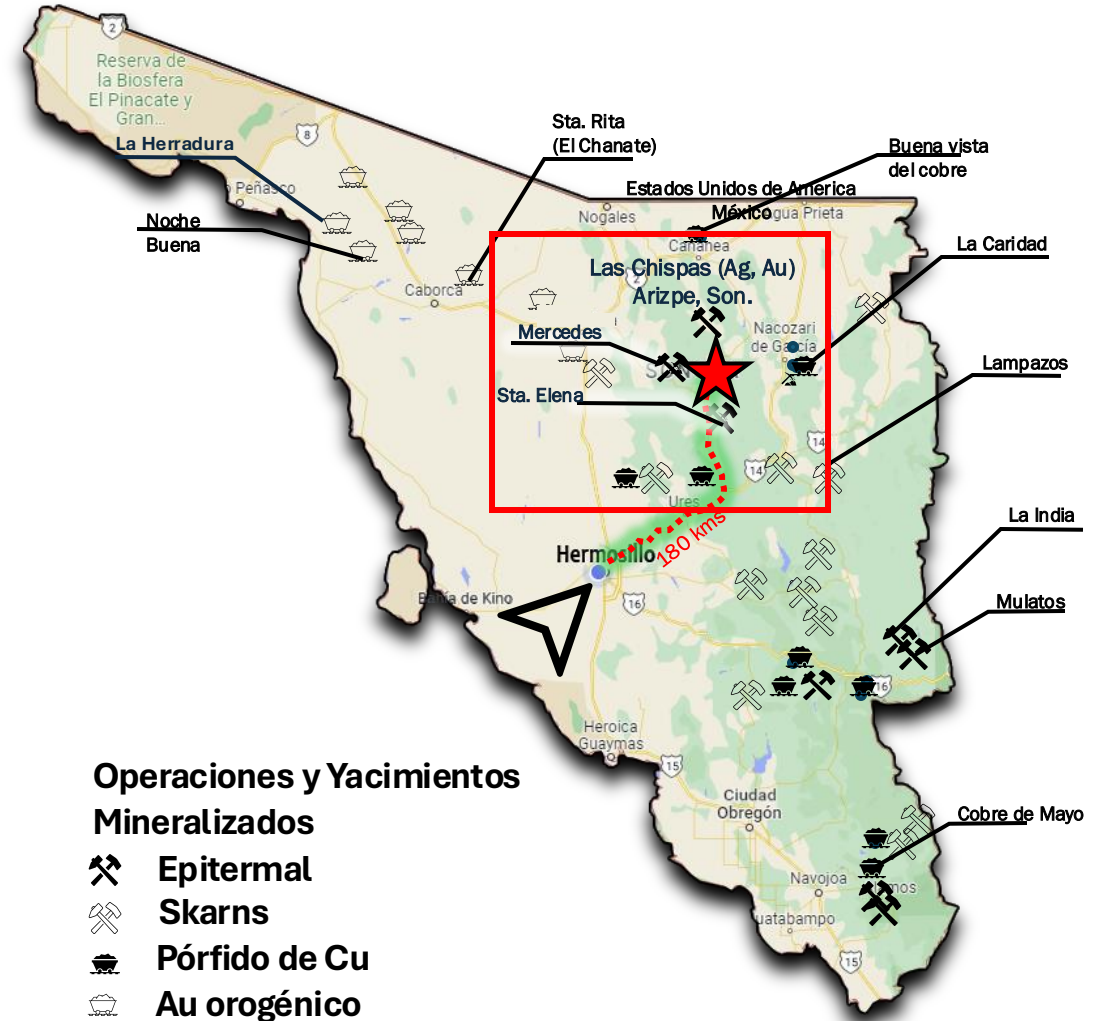




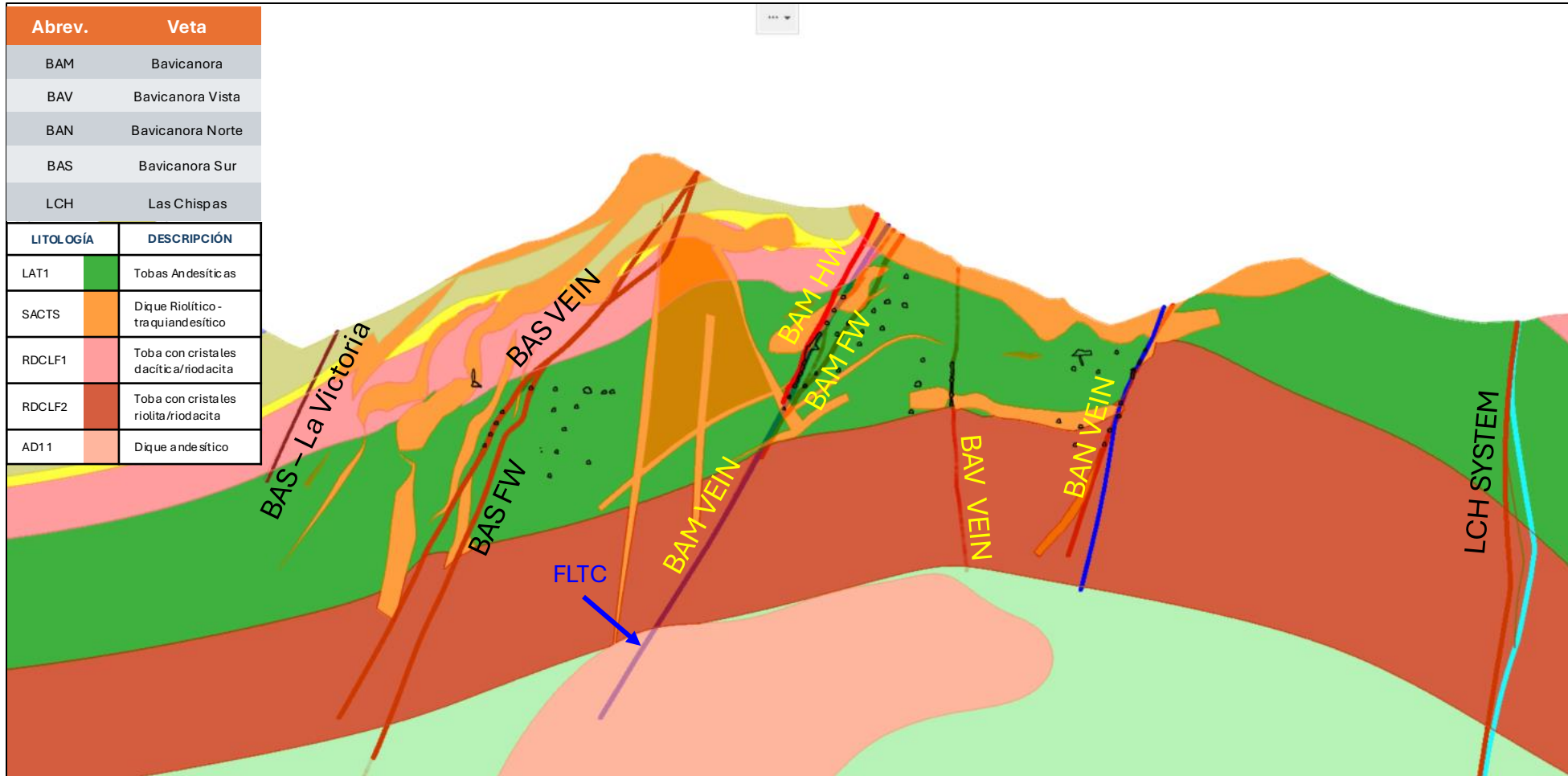
Control de la Dilución en vetas angostas explotadas en calidad de roca Mala utilizando el método SLS en Mina Las Chispas

- **Se ubica aproximadamente a 180 km al noreste de la ciudad de Hermosillo dentro del Distrito Minero Arizpe en el noroeste de México.**
- La propiedad minera comprende 27 concesiones mineras en aproximadamente 1,414ha.



Estructuras Principales – Mina Las Chispas

- Actualmente la operación minera se distribuye en 05 estructuras, obteniendo el aporte de mineral de las vetas BAM, BAV, BAN y BAS.
- En general la calidad de roca encajonante de los rebajes planeados en mina Las Chispas para el año 2025 es tipo III (Regular). Sin embargo, el mayor aporte de mineral planeado esta en BAM, donde predomina como roca encajonante una calidad de roca mala a muy Mala.



Abrev.	Veta
BAM	Bavicanora
BAV	Bavicanora Vista
BAN	Bavicanora Norte
BAS	Bavicanora Sur
LCH	Las Chispas

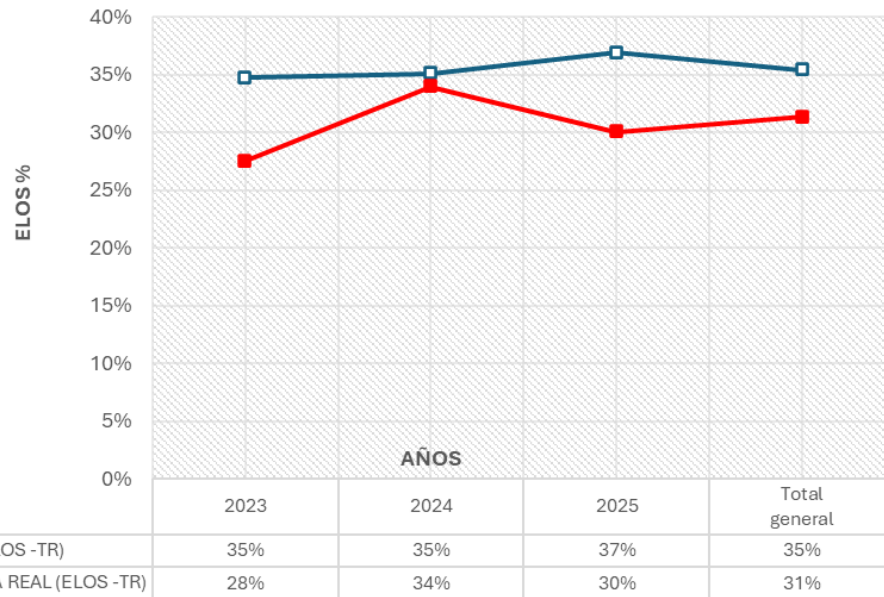
LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
LAT1	Tobas Andesíticas
SACTS	Dique Riolítico - traquiandesítico
RDCLF1	Toba con cristales dacítica/riodacita
RDCLF2	Toba con cristales riolita/riodacita
AD11	Dique andesítico

VETA	Calidad de Roca de acuerdo al RMR ₇₆ Bieniawski		
	TIPO III (Regular)	TIPO IV (Mala)	TIPO V (Muy Mala)
BAM	37%	56%	7%
BAN	97%	3%	0%
BAS	75%	25%	0%
BAV	99%	1%	0%
LCH	76%	24%	0%
TOTAL	75%	23%	2%

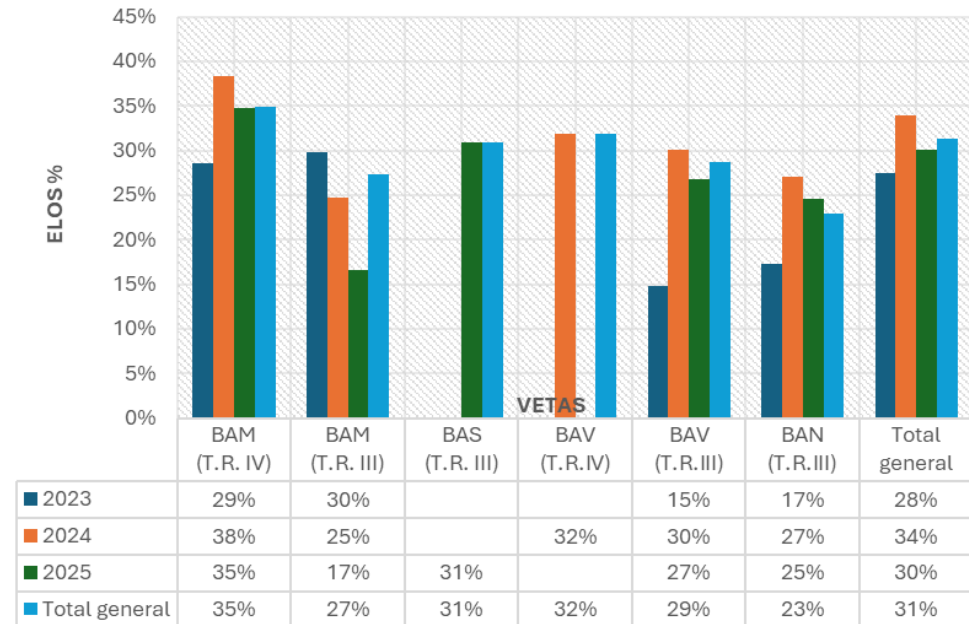
Evolución de la Dilución Operativa (ELOS)

- Dilución planeada estimada para el año 2025 en vetas angostas es del 35%.
- Ancho promedio de las vetas = 1.4 m (rango de 0.30 m a 5 m).
- Ancho promedio de minado = 3.5 m (ancho mínimo de minado = 1.5 m).
- Dilución real promedio en calidad de roca Mala (tipo IV) = 33%.
- Dilución real promedio en calidad de roca Regular (tipo III) = 27%

Comparativo Dilución Planeada vs Real



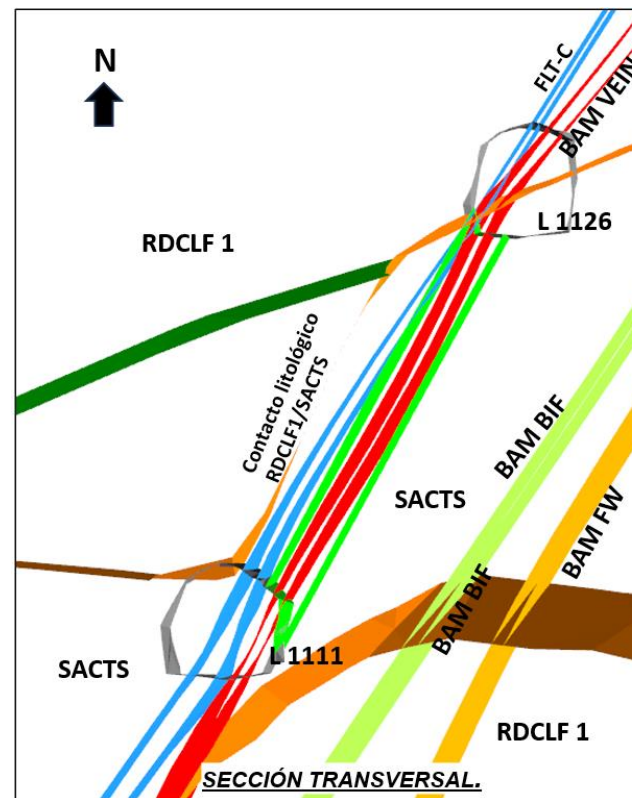
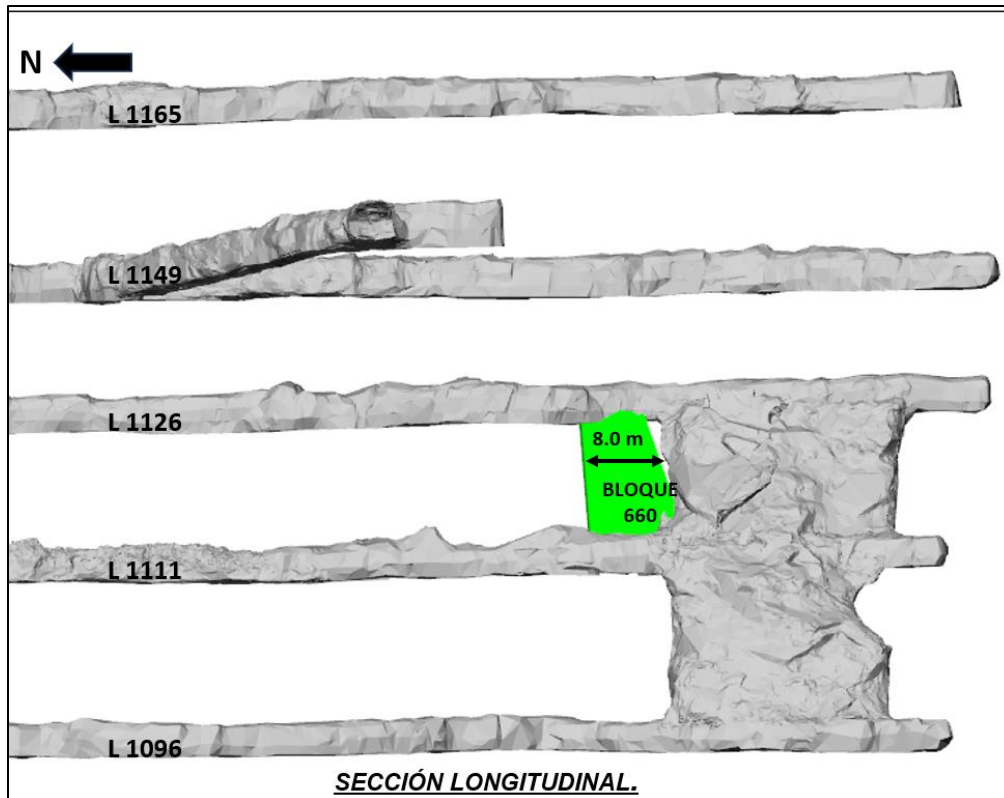
Comparativo Dilución Real (x Veta y Tipo de Roca)



Dimensionamiento de rebaje SLS Método Gráfico de Estabilidad (MGE)

Parámetros para considerar en el minado por SLS (barrenación larga):

- Análisis estructural en el block a minar.
- Cálculo de esfuerzos pre minado (tensiones gravitacionales) y caracterización del macizo rocoso por dominio estructural.
- Geometría de minado (Radio Hidráulico) y Calculo del Número de estabilidad (N').



Cálculo de esfuerzos (tensiones gravitacionales)

Rebaje	Profundidad		Esfuerzo Vertical (MPa)	Constante k	Esfuerzo Horizontal (MPa)
	Respecto a Nivel	Prof. (m)			
BAM_660_REB-BL_1111_PROD	1111	218	5.46	1.2	6.55

Caracterización del macizo rocoso

Dominio Estructural	Profundidad		Caracterización del Macizo Rocos				mi	Densidad (tn/m3)	S_{ci} (MPa)
	Respecto a Nivel	Prof. (m)	Índice RMR	Clase	Tipo de Roca	GSI	Q (Barton)		
SACTS	1111	218	36	IV	Mala	MF/P	0.41	25	2.55
VETA	1111	218	34	IV	Mala	MF/P	0.33	19	2.55
RDCLF1	1111	218	47	III	Regular	F/R	1.4	25	2.55
FLTC	1111	218	14	V	Muy Mala	MF/MP	0.04	4	2.55

Geometría del rebaje a minar por SLS

Subnivel	Ancho de Estructura (m)	Buzamiento (°)	Altura de subnivel vertical de piso a piso (m)	Distancia Inclínada Sin Sostenimiento (m)	Altura banco (m)
BAM_660_REB-BL_1111_PROD	1.58	62°	17.2	24.85	14.3

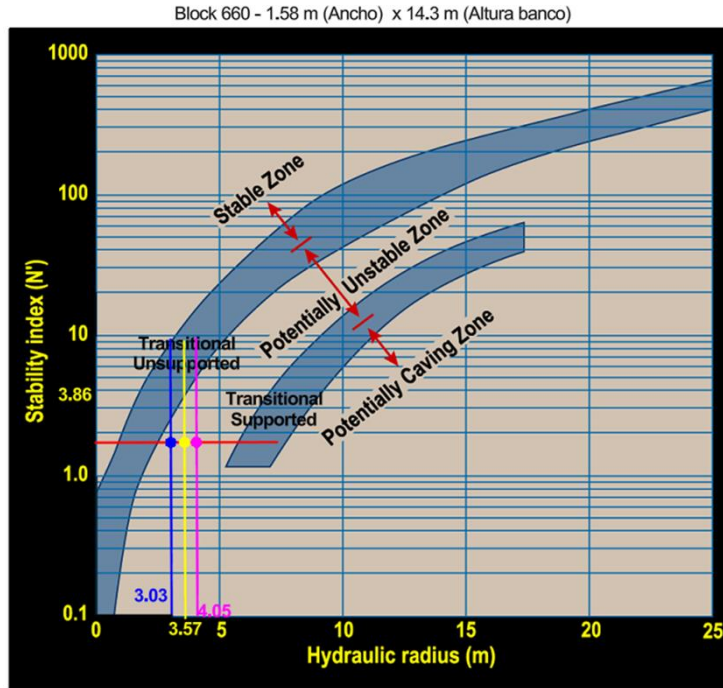
Cálculo Número de estabilidad (N') y Radio Hidráulico (RH)

LMA	Dominio Estructural	Nivel	R.HCT (caja techo)	R.HC (corona)	N'	Ancho de Estructura (m)	Estabilidad del Rebaje
LMA 8 m	SACTS	1111	3.03	0.66	1.77	1.58	Zona Potencialmente Inestable
LMA 10 m	SACTS	1111	3.57	0.68	1.77	1.58	Zona Potencialmente Inestable
LMA 12 m	SACTS	1111	4.05	0.7	1.77	1.58	Zona Potencialmente Inestable

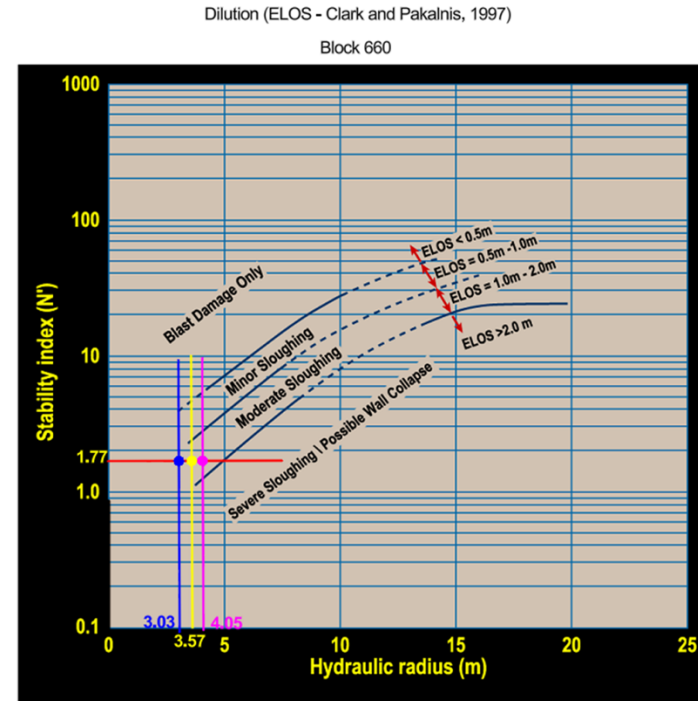
Dimensionamiento de rebaje SLS

Método Gráfico de Estabilidad (MGE)

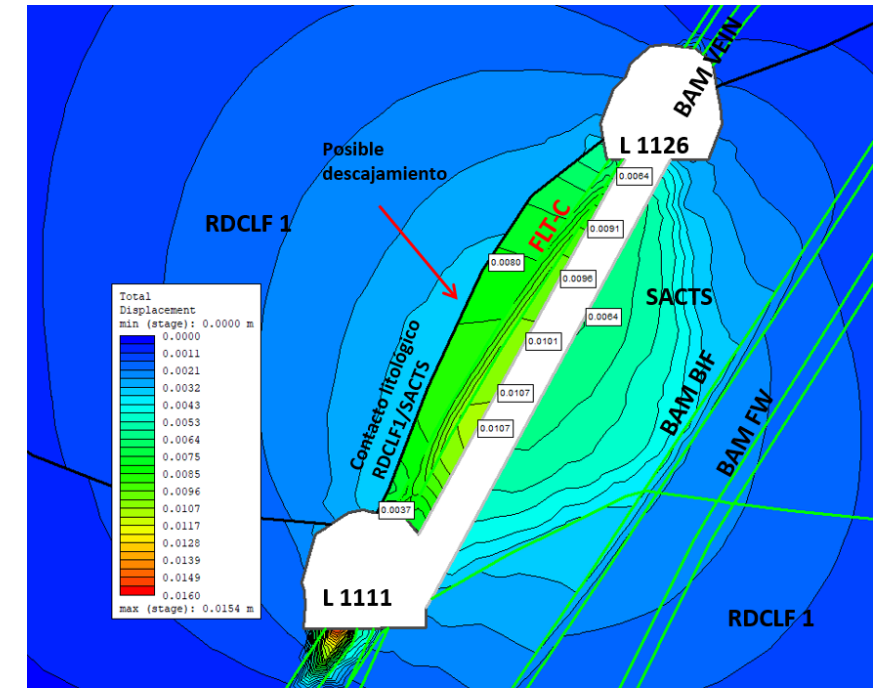
- Aplicando el Método Gráfico de Estabilidad - Mathews et al. (1981).
- Cálculo de la dilución operativa (sobre rotura equivalente lineal: ELOS).
- Análisis de deformaciones (desplazamientos totales y esfuerzos) en el banco abierto por Métodos Numéricos (software RS2).
- Cálculo de refuerzo del soporte con Cable Bolting.



- Block 660 - Zona Potencialmente Inestable - LMA 8 m - HR 3.03 m - Caja Techo
- Block 660 - Zona Potencialmente Inestable - LMA 10 m - HR 3.57 m - Caja Techo
- Block 660 - Zona Potencialmente Inestable - LMA 12 m - HR 4.05 m - Caja Techo

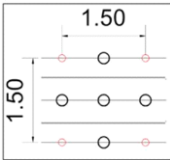
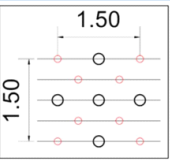
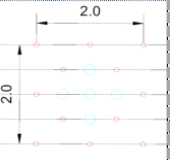



- Block 660 - ELOS Entre 1.0 a 2.0 m - LMA 8.0 m - HR 3.03 m - Caja Techo
- Block 660 - ELOS Entre 1.0 a 2.0 m - LMA 10.0 m - HR 3.57 m - Caja Techo
- Block 660 - ELOS Entre 1.0 a 2.0 m - LMA 12.0 m - HR 4.05 m - Caja Techo



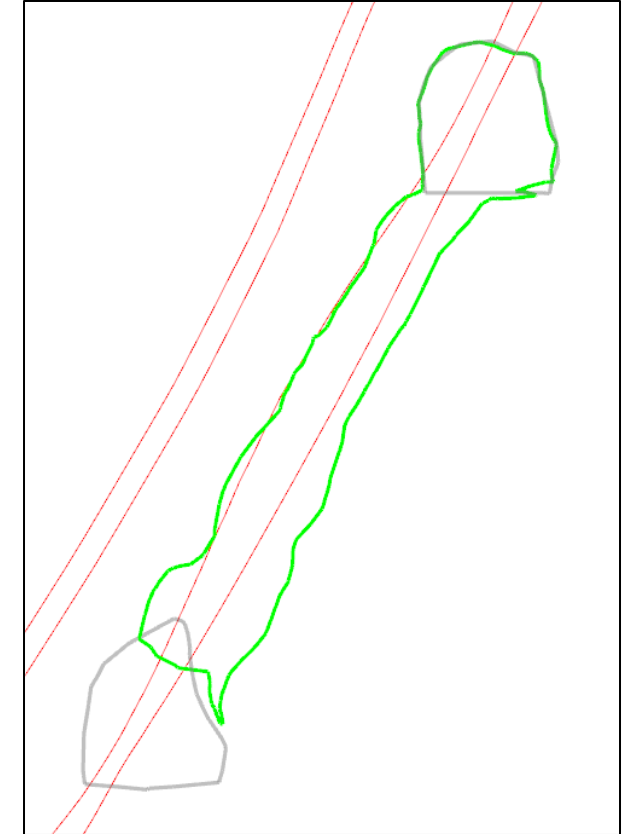
1.- Del análisis de desplazamientos totales, se observa una zona al alto de hasta 1.07 cm de desplazamiento, con probabilidad de desprendimiento de hasta 2.0m debido a la presencia del contacto litológico entre SACTS y RDCLF1 y la presencia de la falla FLT-C al alto.

Control de Voladura en el Minado SLS en mina Las Chispas

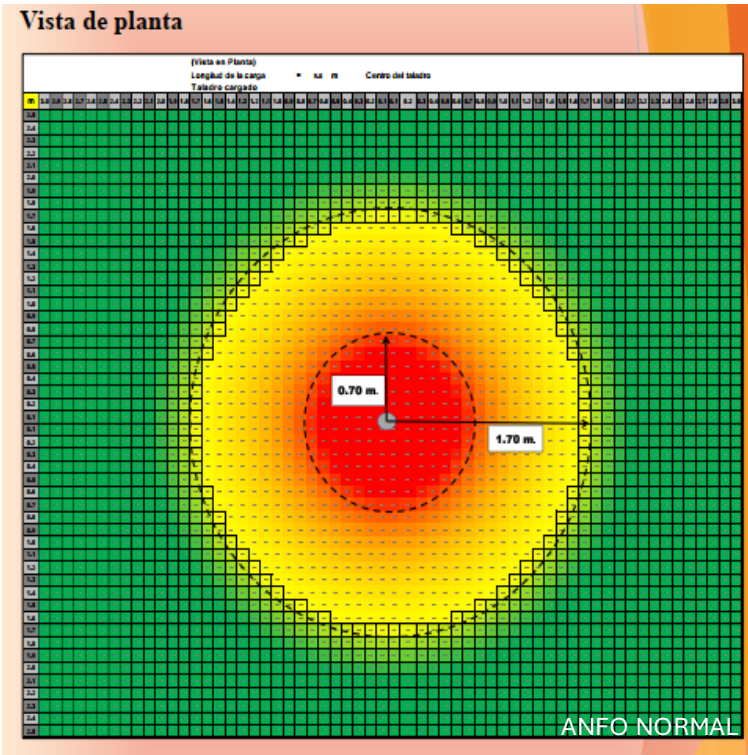
Características	2022	2023	2024	2025
# de barrenos	9	13	17	13
Escareados a 6"	5	5	5	6
Diámetro barrenos	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"
Plantilla (m)	1.5 x 1.5	1.5 x 1.5	2 x 2	1.8 x 2
Cargado				
Iniciador	Pirotécnico	Pirotécnico	Electrónico	Electrónico
Secuencia (ms)	400	400	300	450
Carga de columna	Anfo Reg (0.75g/cc)	Anfo Reg (0.75g/cc)	Anfo Bde (0.65g/cc)	Anfo Bde (0.65g/cc)
Cebo (prime)	Emulsión encartuchada 2"x16" (1.12g/cc)	Emulsión encartuchada 2"x16" (1.12g/cc)	Booster 150g (1.64g/cc)	Booster 150g (1.64g/cc)
Fc promedio (kg/t)	2.09	3.90	3.29	1.91
Comentarios				
Puntos a favor	Menor tiempo de barrenación Menor consumo de explosivo No genera problemas a la estructura del alto	Mejoras en la apertura de cuñas	Se resuelven problemas de comunicación de barrenos Se aprovechan los barrenos escareados Versatilidad en la secuencia	Menos barrenos que la propuesta anterior Gran aprovechamiento en los barrenos de aire Menor impacto al terreno (alto)
Puntos en contra	Desviación mínima de barrenos genera problemas.	Fc muy alto. Problemas en el encasquillado de barrenos por medida corta de bordo y espaciamiento. Comunicación de barrenos entre los mismos. Ciclo de minado mayor.	Poca área para desplazamiento de carga. Ciclo de minado mayor. Genera problemas con el terreno.	Mayor número de escareado genera mayor tiempo de rimado.
Imagen del diseño				



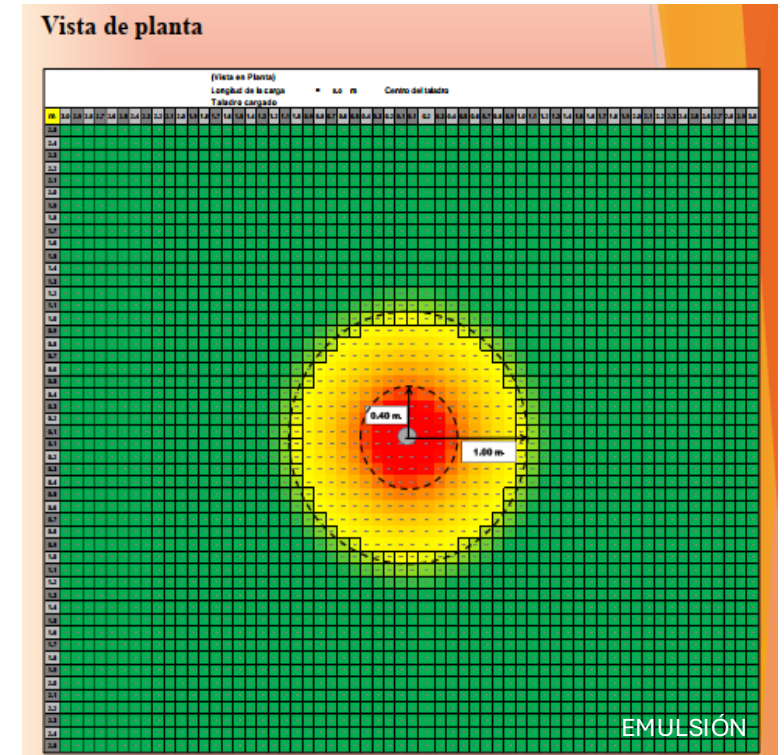
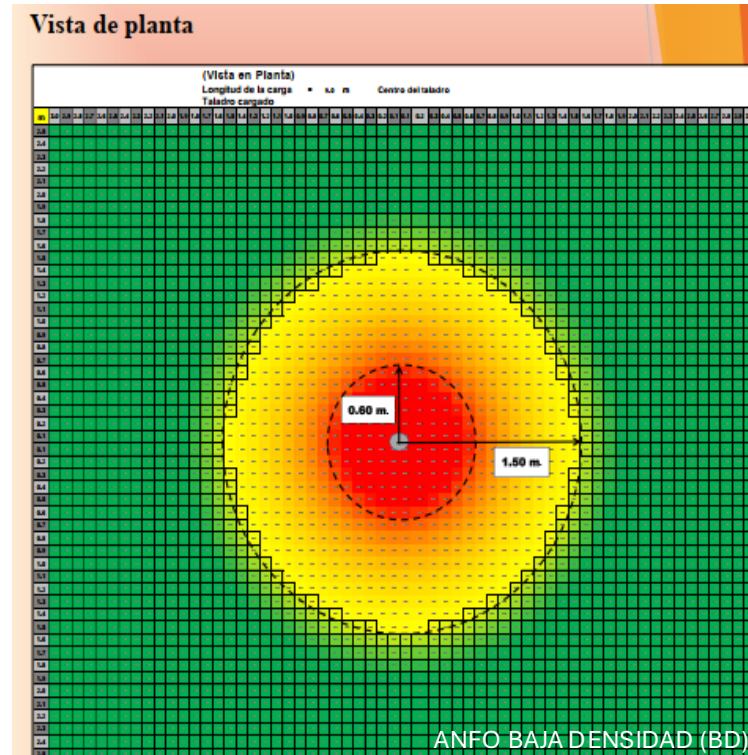
Apertura del slot (cuña)



Escaneo cuña abierta

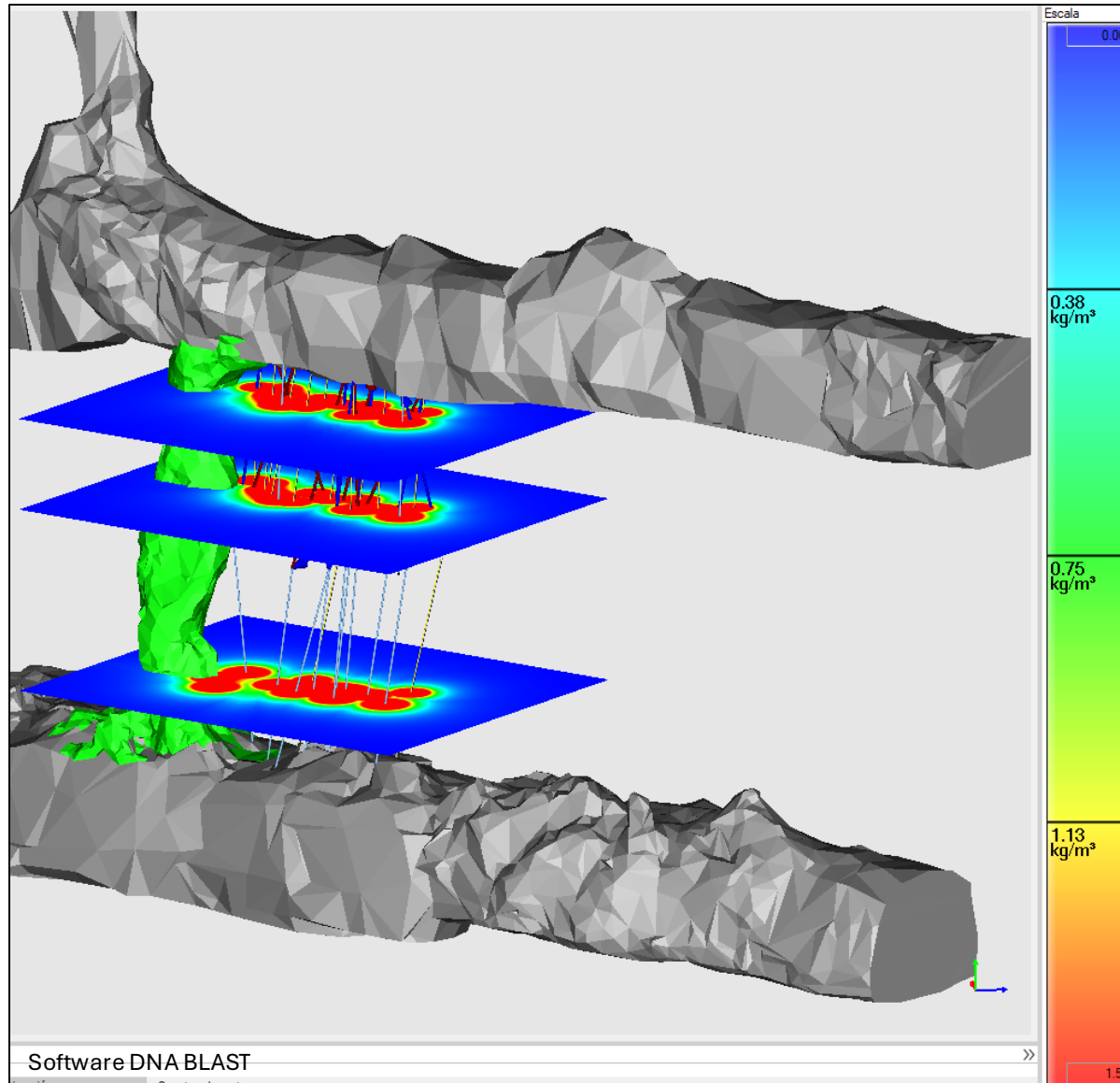


CRITERIO DE DAÑO DE H y P		EMULSION 63.5 mm
DAÑO	VPP	d (m)
Intenso fracturamiento (4 x VPPc)	5,423.66	0.39
Creación de nuevas fracturas (1 - 1.4 x VPPc)	1,355.91	1.19
No se causa daño ni se crean fracturas (1 x VPPc)	968.51	1.57



CRITERIO DE DAÑO DE H y P		ANFO BD 63.50 mm
DAÑO	VPP	d (m)
Intenso fracturamiento (4 x VPPc)	5,423.66	0.51
Creación de nuevas fracturas (1 - 1.4 x VPPc)	1,355.91	1.56
No se causa daño ni se crean fracturas (1 x VPPc)	968.51	2.04

Para el carguío de barrenos en vetas angostas y en calidad de roca Mala a Muy Mala, se utiliza emulsión empacada y distribuida por medio de cordón detonante, de esta manera se genera un menor impacto al alto del rebaje y una menor dilución.



Simulación de energía generada por la voladura, analizada en software indicando la cantidad de energía generada por el explosivo (kg/m^3).

La escala comienza con colores fríos (en azul) que representa menor generación de energía seguido, en tonos verdes se representa generación de energía media y en rojo se representa la mayor cantidad de energía.

Del análisis se concluye que la cantidad de kg/m^3 de explosivo utilizado se encuentra dentro de los parámetros permisibles para una voladura controlada.

La energía es uniforme en el ancho del block mineralizado, sin tener un exceso de carga (menor sobre rotura y buena fragmentación).



Barrenación e inyección de cable bolt

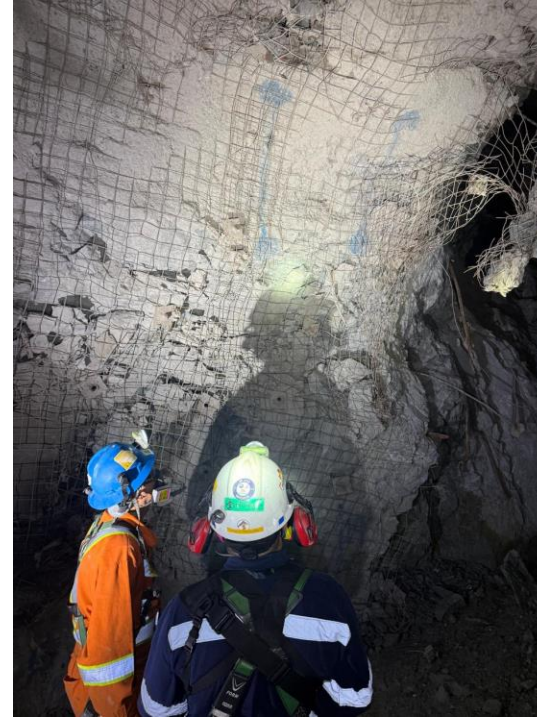
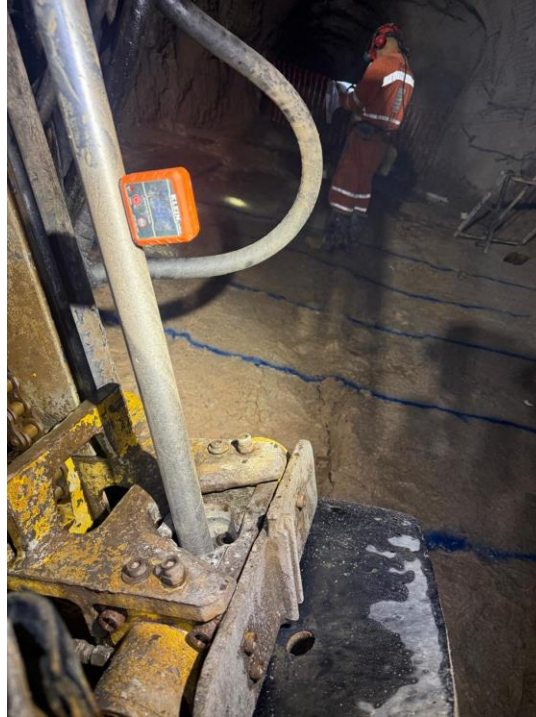


Marcaje topográfico de secciones

Aplicación del Minado SLS en mina Las Chispas



Inicio de barrenación (posicionamiento)



Verificación de barrenos y Levantamiento topográfico de barrenos



Aplicación del Minado SLS en mina Las Chispas

PLAN DE CARGA TIPO

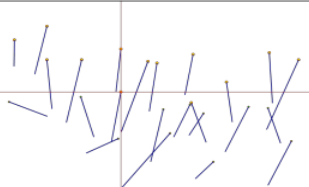
Sitio : COEUR LAS CHISPAS Fecha : 05-04-2025
Voladura : BAM_950_REB-BL_1021

Taladro tipo : DYNOSPLIT 1 1/2 X Número del Taladro 1

Carga unitaria : 7.77 kg

Detalle de Carga del Taladro							
#	DESCRIPCIÓN	PESO (kg)	NÚMERO	DIAM. (mm)	LARGO (mm)	PESO (kg)	Posición INFERIOR (m)
3	DYNOSPLIT 1 1/2 X 18"	7.22	13	38.00	406.00	0.56	0.71
2	DYNOSPLIT 1 1/2 X 18"	0.56	1	38.00	406.00	0.56	0.30
1	Grava	7.77	14.00				-0.00

Posición del taladro



0 m

7.2 kg
5.3 m (13c)

13m
0.56 kg
0.4m (1c)

5.7 m
6m

677.9ms
Grava

Mina "Las Chispas"

Elaboración de plan de cargado

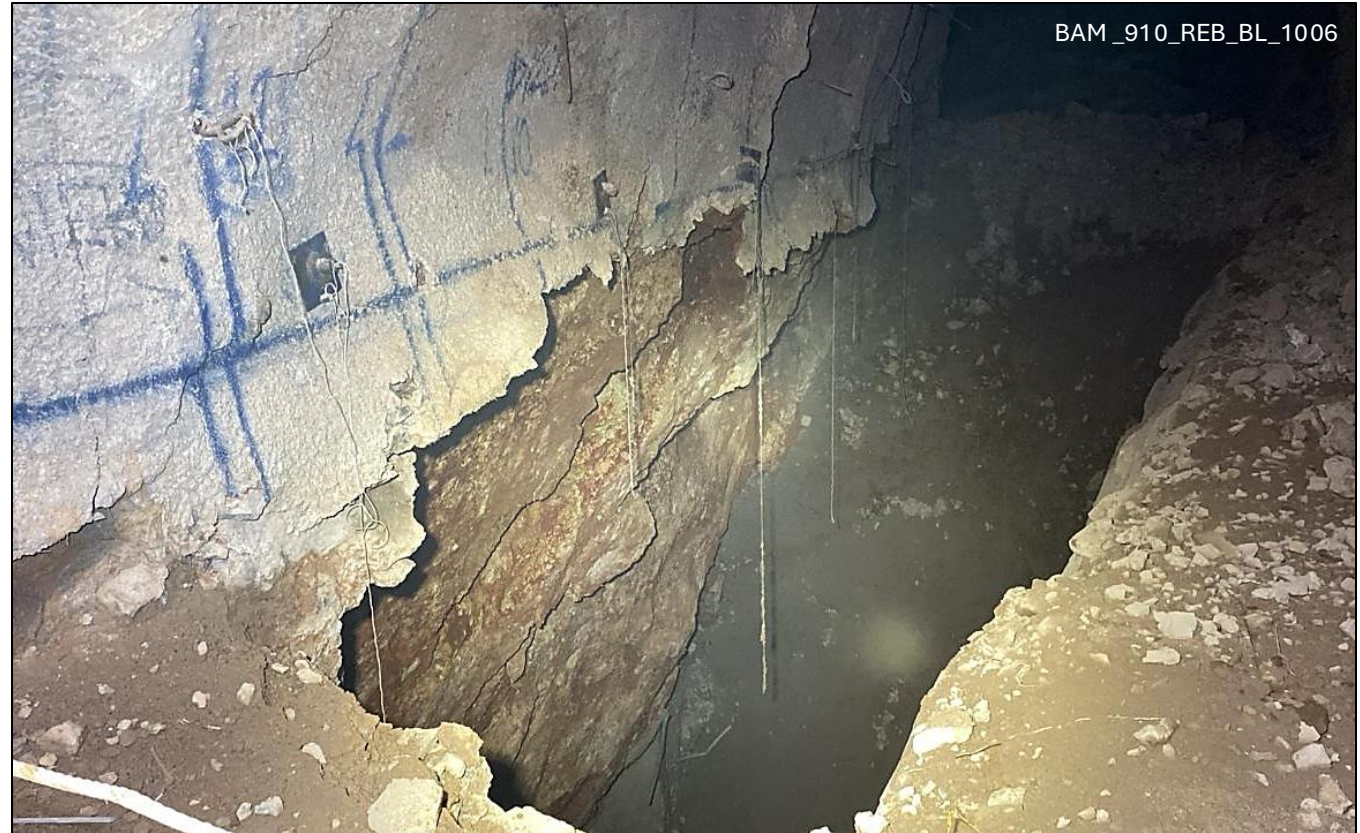


Cargado de barrenos (apertura del slot)



Aplicación del Minado SLS en mina Las Chispas

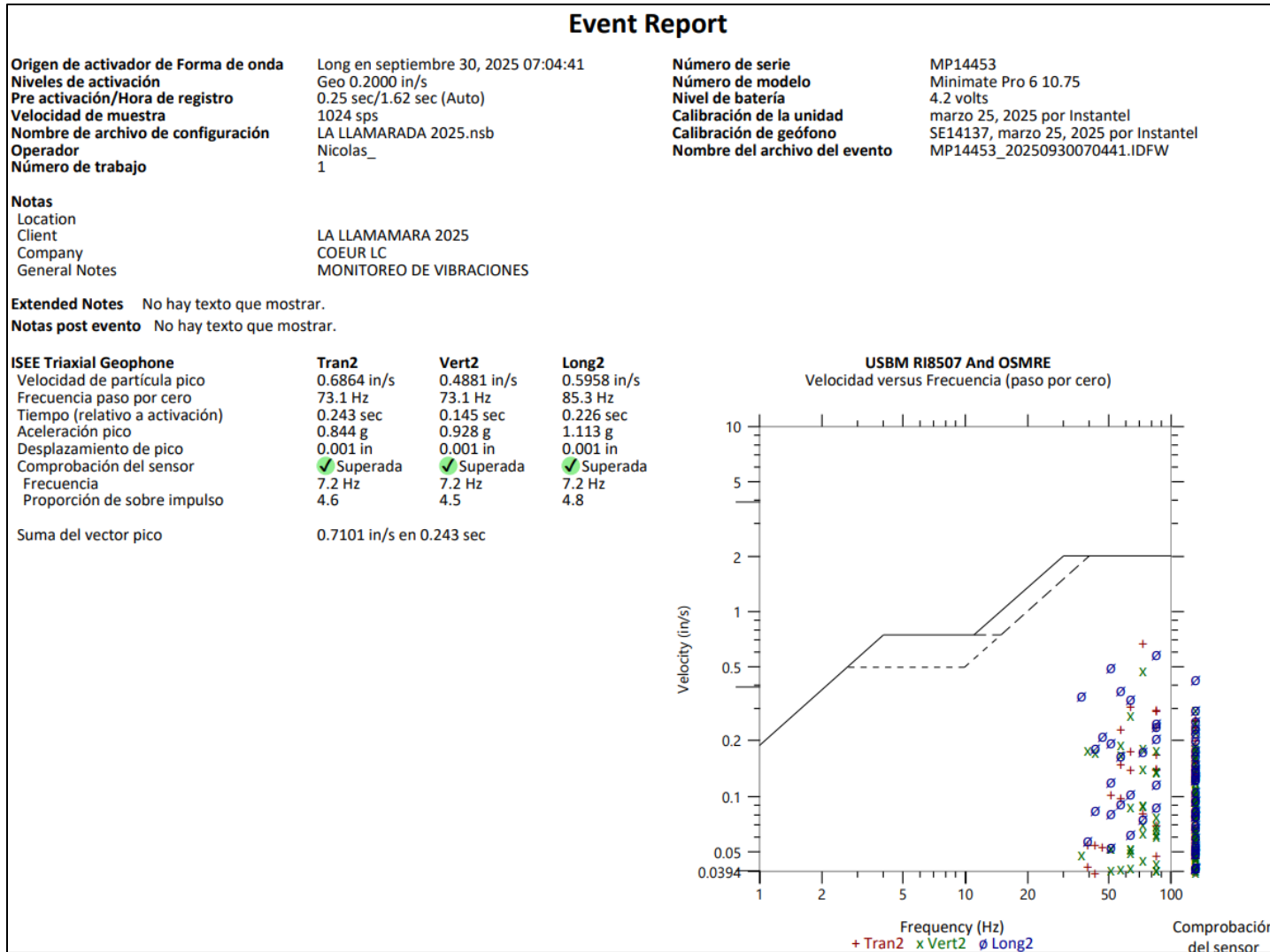
Resultados



Rebaje abierto en minado por SLS

Aplicación del Minado SLS en mina Las Chispas

Resultados



En el sismógrafo **MP1453** se tuvo el registro más alto de velocidad de partícula pico de 0.7101 in/s (18.04 mm/s) con una frecuencia de 85.3 Hz en el sensor longitudinal, este resultado de acuerdo con la norma USBM 8507 del United States Bureau of Mines (USBM), está por debajo del límite de ocasionar daño estructural.

Aplicación del Minado SLS en mina Las Chispas

Reconciliación

PLANEACIÓN: Diseño con secuencia de barrenos 2-2 con cuña convencional, con 03 barrenos escareados a 6". Se considera una inclinación de 55° y un ancho de la estructura de 0.50m, la altura promedio del bloque se considera en 15.1 m. Se tiene una inclinación no del todo favorable para la ejecución del método de minado en conjunto con un contacto en la falla al alto.

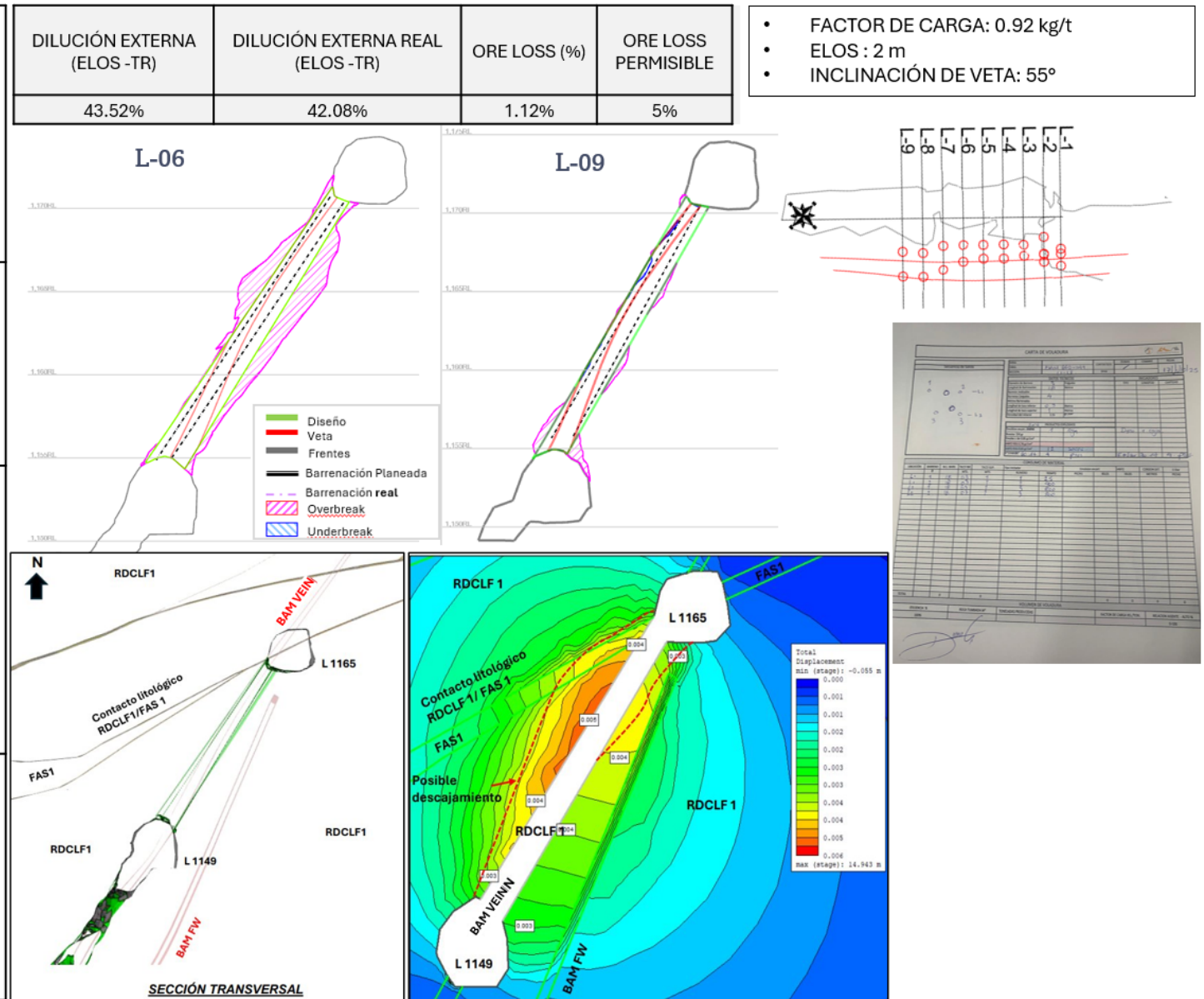
GEOMECAÁNICA: Se analiza el sólido de diseño recomendando un LMA de 7.0 metros, con un ELOS de 1.0 a 1.5 metros. Se tiene al alto una calidad de roca mala (RMR 34) en una litología RDCLF1. Presencia de contacto litológico entre RDCLF1 Y FAS1 al alto del banco a minar. LMA real ejecutado fue de 7.0 metros.

GEOLOGÍA: Estructura de Qz + Brecha de roca (Bx) encajonante RDCLF1, al alto se observa la FLT-C (FALLA). Desprendimientos de vetilleos rellenos de Qz y Ca, esporádica presencia de óxidos y alteración propilítica. Ancho mineralizado de 1.20 m, compuestos por Qz + Bx y falla.

	Ton	AgEq dil g/t	AgEq Oz
Plan	1,026	558	18,414
Real	1,004	611	19,728

OPERACIÓN MINA: Se dispara la ranura en un evento con ANFO de Baja Densidad y cebado con 2 x 16. La producción se dispara de la línea 4 a la 8 con baja densidad en los barrenos del bajo y dynosplit al alto. La línea 9 se dispara con puro dynosplit.

Fc (real): 0.73 kg/ t



- ☑ En el yacimiento de Las Chispas es relevante realizar el análisis estructural para el minado de los blocks económicos, considerando fallas, ramales de vetas y contactos litológicos que influyan en la explotación en SLS.
- ☑ El control de la perforación y voladura es clave para la estabilidad de los rebajes SLS y reducir la dilución operativa (ELOS).
- ☑ El minado de Blocks económicos de vetas emplazadas en calidad de roca Mala puede ser controlados disminuyendo el radio hidráulico (disminución de altura de bancos o LMA (longitud máxima abierta)).
- ☑ La elección correcta del tipo de explosivo a utilizar para abrir el slot (cuña), y para cargar los barrenos de producción del minado SLS, influye para generar un menor daño del macizo rocoso con la voladura.
- ☑ Generar una reunión para analizar la reconciliación de rebajes minados en SLS ayuda a discutir oportunidades de mejora con el equipo de trabajo operativo.