

MINADO MECANIZADO EN VETAS ANGOSTAS, MINA HUARON

JOHN OLIVERA AGAMA

Ingeniero de Minas

CONSTRUYENDO
JUNTOS UN
PERÚ MEJOR



INTRODUCCIÓN

En el 2013 Pan American Silver Huaron inició un agresivo plan para lograr la mecanización total de la mina, para mejorar los indicadores de seguridad y productividad, Implementando el minado Sub Level Stoping, con la variante AVOCA; Este proceso de cambio a mecanizado duro hasta el 2015.

Desde el año 2019 al 2022 se ha tenido un incremento en producción de vetas angostas menores a 1.8m (de 27% a 42% de producción, con buzamiento entre 75° y 89° y un RMR entre 25 y 35), para lo cual se adapto Micro - Equipos Trackless (Equipos de bajo perfil menores a 2.0m de ancho) en cada proceso del minado



OBJETIVO:

Maximizar la productividad, recuperando las reservas de mineral en vetas angostas con el ancho minable que sean económicamente factibles, rentables y seguros, reducción de la sobre dilución y el costo de minado.

Maximizar la Extracción Selectiva de mineral de las vetas angostas en los avances de preparación, realizando segregación por disparo mediante el Sistema de iniciación electrónica eDev™ II (detonadores electrónicos).

Mejoras en el ciclo operativo con vetas angostas, como tiempos perdidos en el método circado (dos voladuras en el avance), reducir la sobredilución, mejorar rendimiento en avance y sobrerotura.

Mostrar el valor económico, calculando el Beneficio vs el Costo en base a las mejoras técnicas obtenidas.



RESUMEN:

Huaron es una mina polimetálica, la estructura geológica cuenta con vetas angostas con muy buenos contenidos de leyes (Plata), con anchos de veta que varían de 0.4m a 1.8m.

Es así que se realiza la mejorar en la preparación y el minado mecanizado de las Operaciones, de los resultados de minados de la variante del Sub Level Stoping, se genera el método AVOCA y en los avances el uso de detonadores electrónicos con el objetivo de realizar un método de segregación en los sub niveles (2.8m ancho x 3.8m altura) que se adapta al minado en Vetangostas, con una mejora que es el uso de Micro - Equipos Trackless (Equipos de bajo perfil menores a 2.0m de ancho) en cada proceso de la operación unitaria. Con este método de minado y los equipos diseñados para labores angostas se mantiene y controla un límite máximo de abertura, en la preparación y minado, teniendo las ventajas que se quiere mostrar en este proceso del minado: Mejora en la sobre dilución; Mejora en avance por disparo; Mejora en la sobre excavación.



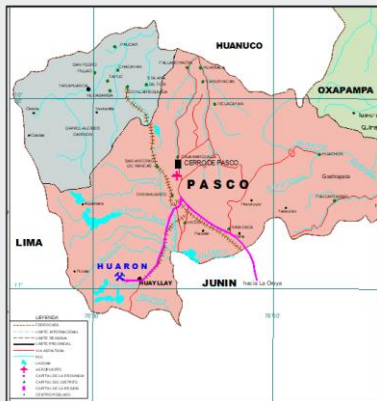
GENERALIDADE

S: Mina Huaron se encuentra ubicado en el distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco. Geográficamente se localiza en el flanco Este de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las coordenadas 11°00' latitud sur y 76°25' longitud este, a una altura de 4,540 m.s.n.m.



ACCESIBILIDAD TERRESTRE

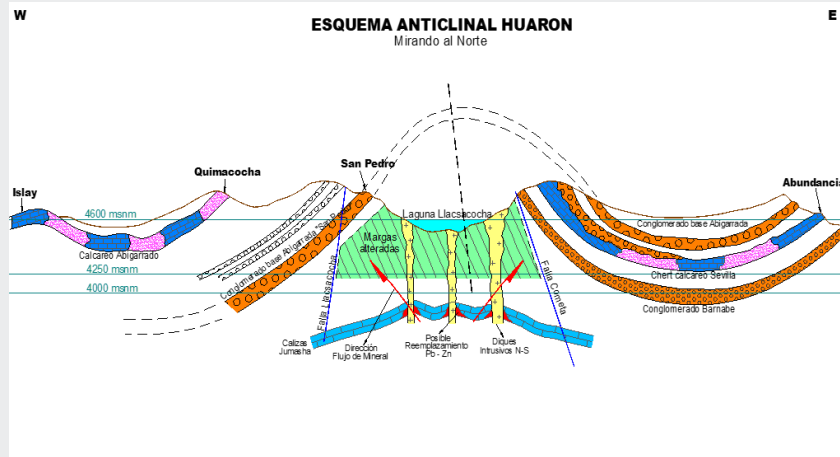
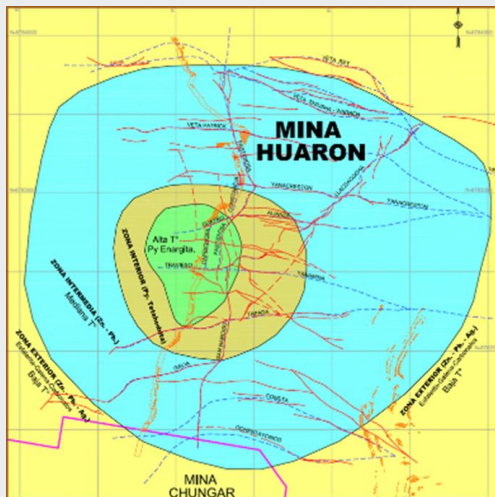
Lima - La Oroya - Unish - Huaron 320km
Lima - Huaral - Huaron 270km
Lima - Canta - Huaron 220km



GEOLOGIA:

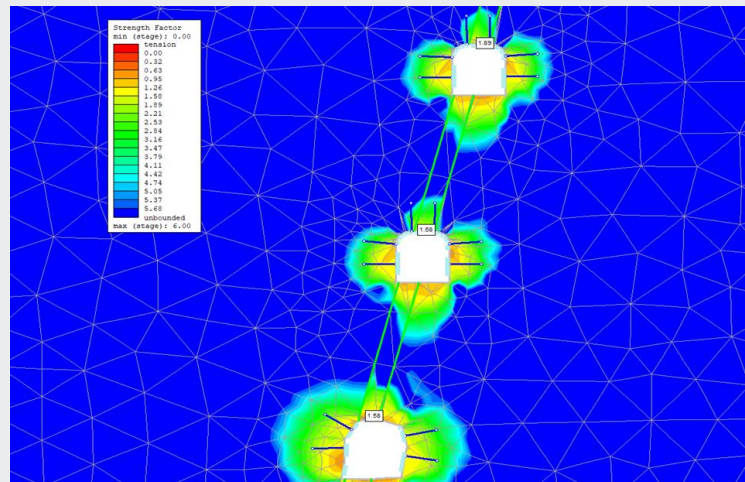
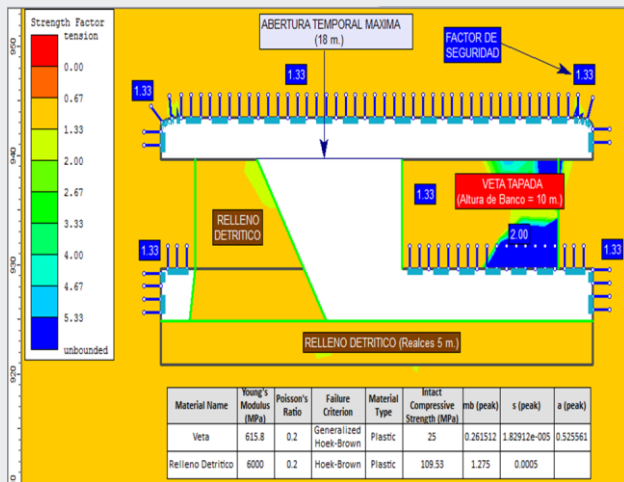
Geológicamente es un yacimiento Hidrotermal Filoniano, con una distribución zonal con distintas mineralizaciones, se conocen alrededor de un centenar de vetas con longitudes entre 100 a 1,800 m, y potencias entre 0.40m a 5m

La roca encajonante sedimentarias que contienen margas, lutitas, areniscas, conglomerados, sedimentos calcáreos, chert y otros.



DISEÑO GEOMECANICO:

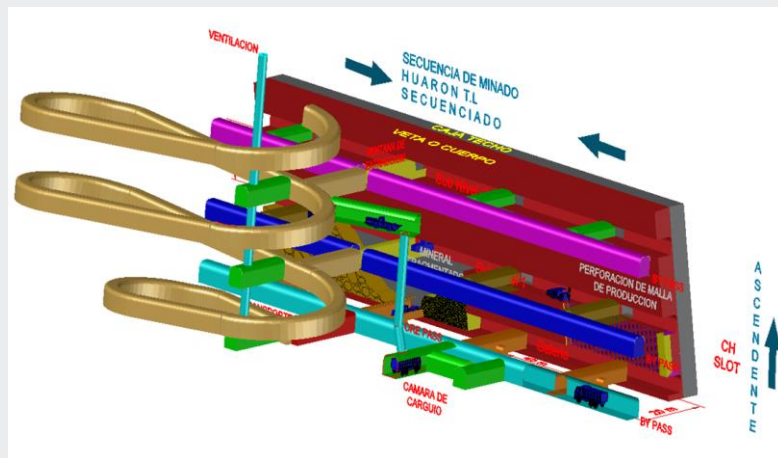
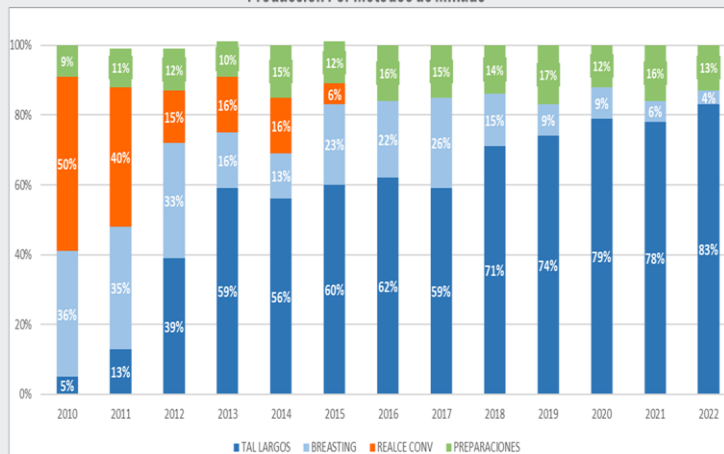
Para el diseño geomecánico se determina una altura de tajo de 18m. Con una bancada optima de 10m. dando un factor de seguridad $F.S. = 1.33$; mayor a 1, por lo que la excavación será estable y nos permite una longitud abierta de 17.5m hasta 20m. En las preparaciones se muestra $F.S. = 1.58$



METODO DE MINADO:

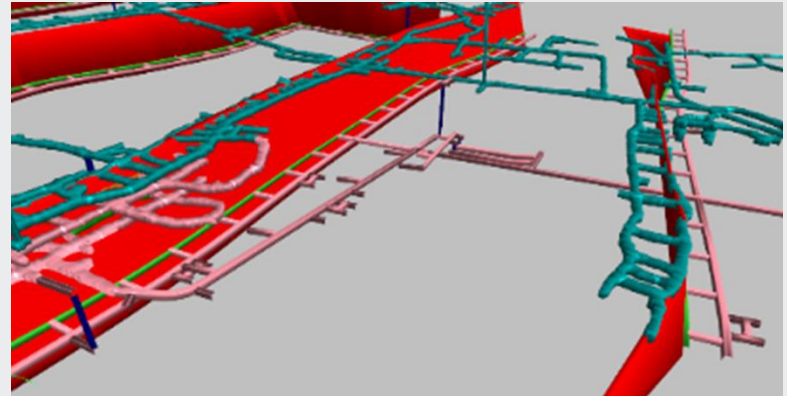
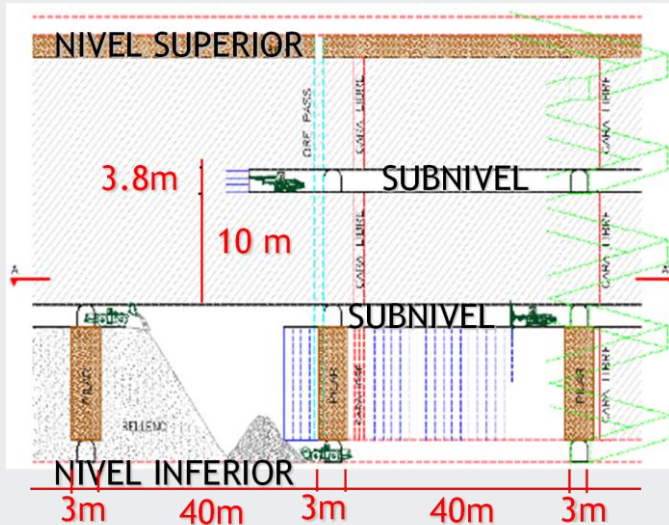
Huaron se inicia en el 2010 con minado Sub Level Stopping con relleno ascendente con la variante del minado AVOCA se aplica en depósitos sub verticales (mayores a 60°). Es un método versátil y con una aplicación amplia especialmente en condiciones de rocas incompetentes para yacimientos que poseen cajas de calidad Regular a Mala.

Producción Por Metodos de Minado



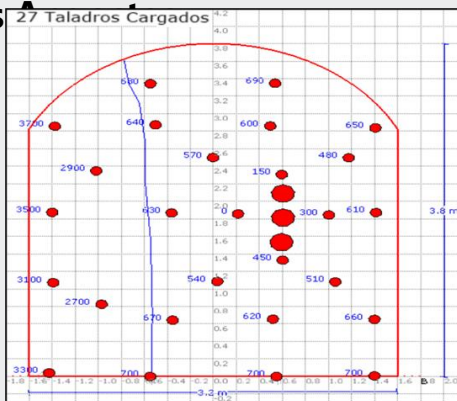
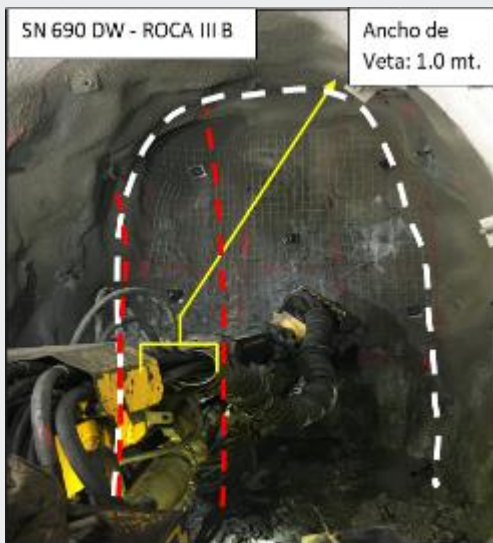
Estrategia de Minado: Desarrollos, Preparación y Explotación:

El proceso se realiza con ingreso de rampas, by pass, ventanas y sub niveles, las preparaciones se realiza con mini equipos para los sub niveles.

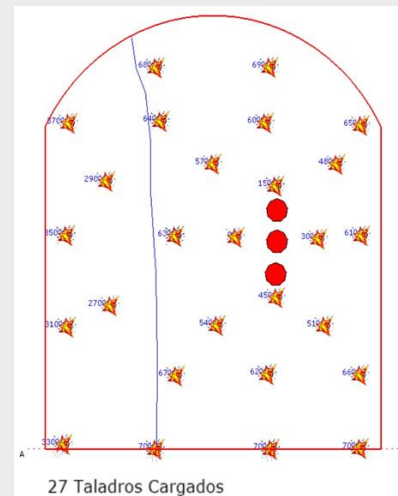


PREPARACION EN VETAS ANGOSTAS (SEGREGACION):

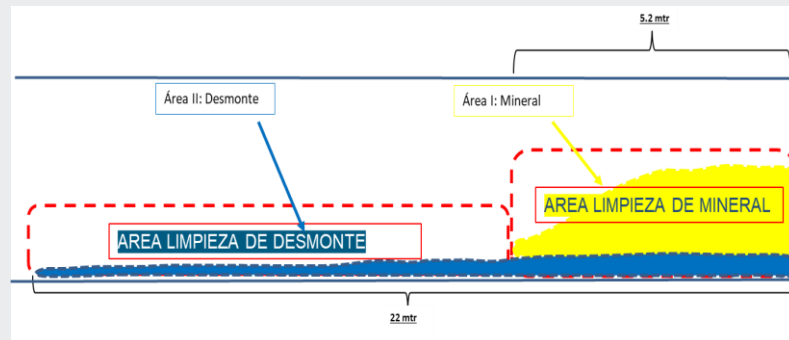
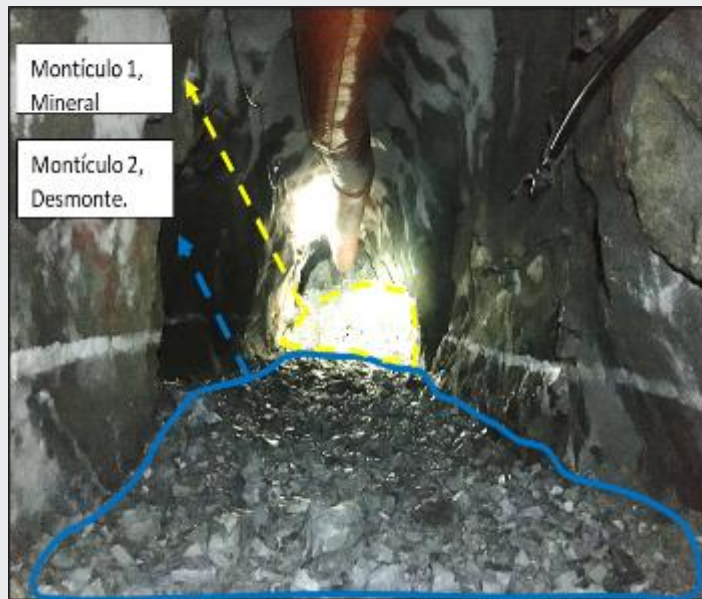
En la preparación en los avances se utiliza los detonadores electrónicos con el objetivo de realizar un método de segregación en los subniveles (2.8m ancho x 3.8m altura) que se adapta al minado en Vetas



	TIPO DE TALADRO	TIPO DE EXPLOSIVO
DESMONTE	ARRANQUE	GELATINA ESPECIAL 75% 1 1/2"x12"
	AYUDAS DE ARRANQUE	GELATINA ESPECIAL 75% 1 1/2"x12"
	ARRASTRE	GELATINA ESPECIAL 75% 1 1/2"x12"
MINERAL	CONTORNEO	SEMEXSA 65% 1 1/2"x12"
	DESQUINCHE	SEMEXSA 65% 1 1/2"x12"
	CONTORNEO	SEMEXSA 65% 1 1/2"x12"
		SEMEXSA 65% 1 1/2"x12"



AVANCE POR SEGREGACIÓN:



VOLUMEN DE SEGREGACIÓN:

TIPO	Nº VOLQUETE	Toneladas (Tn)	Porcentaje (%)
AREA LIMPIEZA DE MINERAL	2 VOLQUETES	59.0	62%
AREA LIMPIEZA DE DESMONTES	1 1/2 VOLQUETES	36.6	38%
AREA TOTAL DEL DISPARO	3 1/2 VOLQUETES	95.6	100%

MUESTREO:

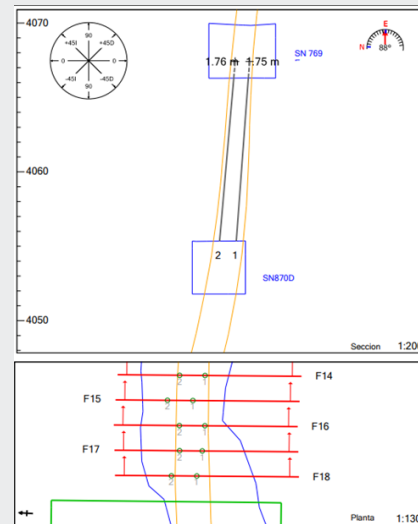
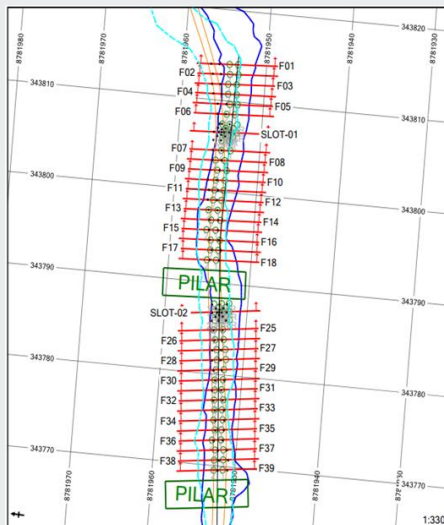
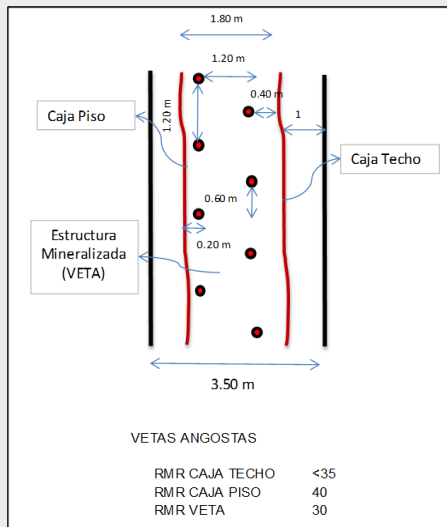
	Gr Ag/Tn
Ley de Veta	555.67
Ley Diluida (Secc. 2.6x3.8)	226.22
Ley Segregación	314.50

AVANCE POR SEGREGACIÓN:

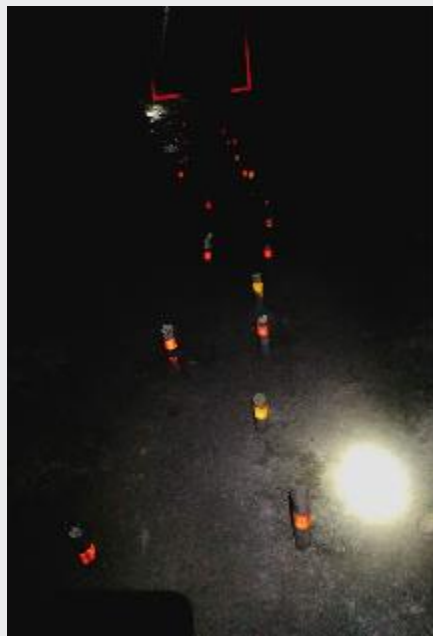


EXPLORACION:

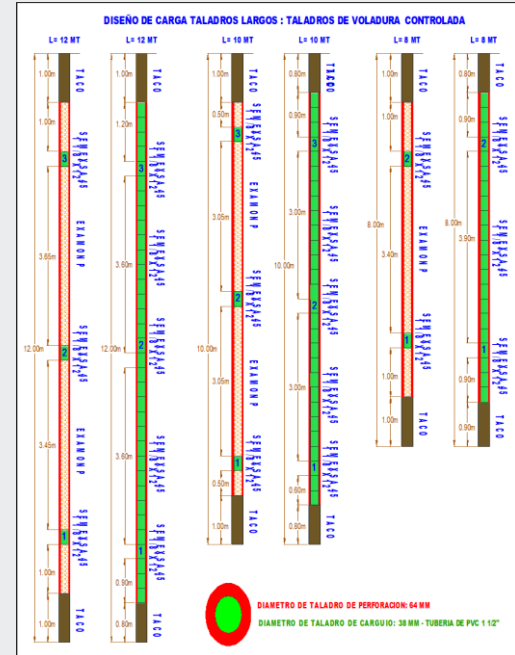
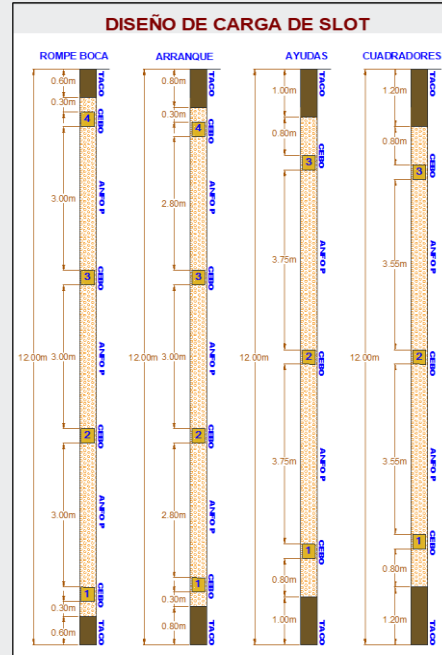
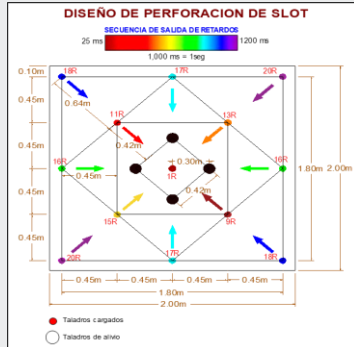
En el diseño de la malla de perforación, la variable importante y crítica es el Burden. Existen varios modelos matemáticos para su cálculo, para el caso de Huarón se considera el Modelo de Langefors.



TALADROS DE PRODUCCIÓN:



DISEÑO MALLA Y CARGA EXPLOSIVA:



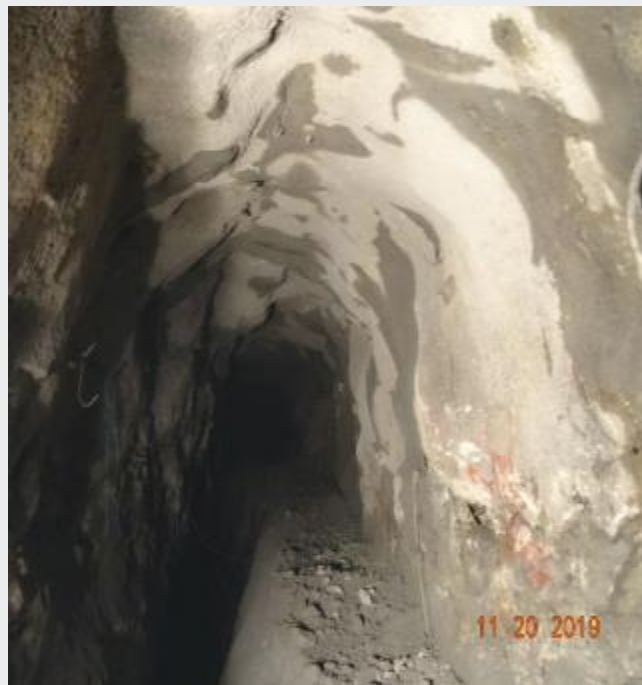
MINADO VETAS ANGOSTAS:



MINADO VETAS ANGOSTAS:



MINADO VETAS ANGOSTAS:



COMPARATIVO CONVENCIONAL VS MECANIZADO:

		MINADO	
PARAMETROS	UND	CONVENCIONAL	MECANIZADO
ANCHO	m	1.5	2.2
ALTURA DE PERFORACION	m	1.8	10
% RECUPERACION	%	95	90
Toneladas	t/ mes	1,300	3,200
Costo Operativo	\$/t	67	35
Toneladas-HH/guardia	t/hh-guardia	0.99	5.43

COSTO MINADO OPERATIVO:

PREPARACION	Cant.	Unid	Tarifa US\$	Sub Total
SUB NIVEL 2.8 X 3.8	100	m	384.87	38,487
RAMPA 3.5 X 3.8	20	m	384.87	7,697
BY PASS 3.5 X 3.8	100	m	384.87	38,487
VENTANA 3.5 X 3.8	40	m	384.87	15,395
CHIM SLOT	15	m	229.05	3,436
SOSTENIMIENTO	100	m	194.21	19,421
SUB TOTAL				122,923
Toneladas del Block				10,000
Costo / Tonelada			us \$ / tn	12.29

Taladros Largos	Unid	Sub Total
SOSTENIMIENTO	us \$	0.73
PERFORACION	us \$	1.32
VOLADURA	us \$	0.74
LIMPIEZA	us \$	1.81
RELLENO	us \$	2.15
COSTO OPERACIÓN		6.75

PREPARACION	Tarifa us \$	Sub Total
Costo / tonelada	us \$ / tn	12.29

TALADROS LARGOS	Tarifa us \$	Sub Total
Costo / tonelada	us \$ / tn	6.75

TRANSPORTE VOLQUETE	Tarifa us \$	Sub Total
Costo / tonelada	us \$ / tn	2.59

ENERGÍA - VENTILACIÓN	Tarifa us \$	Sub Total
Costo / tonelada	us \$ / tn	2.68

SERVICIOS AUXILIARES	Tarifa us \$	Sub Total
Costo / tonelada	us \$ / tn	1.01

COSTO MINA	us \$ / tn	25.32
PLANTA	us \$ / tn	5.83
MANTENIMIENTO	us \$ / tn	6.28
INDIRECTOS 30%	us \$ / tn	7.39
TOTAL	us \$ / tn	44.82

Costos Minado 44.82 \$/tn

MECANIZACIÓN DESATADO ROCAS:



**Desate de labores de forma manual,
con uso de barretillas**



**Uso de equipo desatador mecánico
(Scaler)**

MECANIZACIÓN SOSTENIMIENTO:



Uso intensivo de madera para el sostenimiento de labores

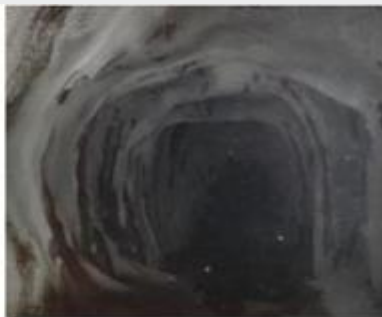


Planta automatizada y lanzamiento de shotcrete por vía húmeda

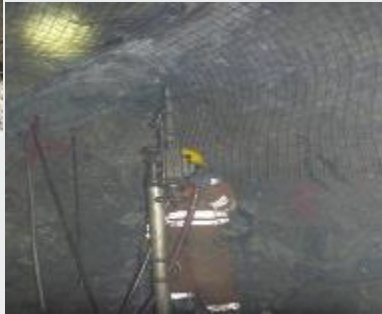


MEJORAS EN ELEMENTOS DE SOPORTE:

Se emplea pernos expansivos (Swellex), fricción (Split Set), malla electro soldada, cimbras y desde el 2016 se viene aplicando vigas cementadas estructurales (arcos noruegos)



MECANIZACIÓN PERFORACIÓN:



Perforación Con equipos Jack leg



Uso de equipo frontonero y de sostenimiento



LIMPIEZA CONVENCIONAL A MECANIZADO:



Limpieza con winches de arrastre



Limpieza scoop 2.2yd en vetas angostas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- **Con este método de minado y los equipos diseñados para labores angostas se mantiene y controla un límite máximo de abertura, en la preparación y en el minado y se logra reducir la probabilidad de accidentes por caída de rocas, al aumentar el factor de seguridad de los tajos de taladros largos.**
- **Con el método AVOCA se logró el incremento de productividad y rentabilidad, mayor recuperación de reservas de mineral y mayor seguridad durante la explotación.**
- **Se recomienda el cumplimiento estricto de los controles del minado como son: cumplimiento del Límite máximo de abertura, Control de desviación de taladros largos, fragmentación, control de dilución y factor de potencia**
- **Es importante mantener disponibilidad de repuestos de los micro equipos Trackless, dado que no son equipos comunes se requiere la logística adecuada para mantener la confiabilidad de la flota**



El mayor cambio en los últimos 15 a 25 años en la explotación de vetas angostas ha sido el avance hacia minado mecanizado. Esto nos ha dado lugar a un mayor nivel de seguridad, aumento de la productividad, reducción de los costos.



CONSTRUYENDO
JUNTOS UN
PERÚ MEJOR



FORO DE
TECNOLOGIA
INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

