

# PROYECTO DE BARRENACIÓN LARGA EN LA UNIDAD MINERA SABINAS DEL GRUPO PEÑALES

**HUMBERTO MORENO DELGADO**

(humberto\_moreno@penoles.com.mx)

## RESUMEN

El proyecto se basa en el diseño y justificación económica del minado del rebaje piloto 39-395 mediante el método de barrenación larga como alternativa al que en la actualidad se está utilizando, corte y relleno con barrenación horizontal.

Este cambio de sistema de minado viene condicionado por un aumento progresivo de la producción a partir de Mayo de este año, siendo mantenido este aumento en los siguientes años, así como para el mejor aprovechamiento de mineral y trabajo más seguro en vetas estrechas y cuerpo del Skarn. Para hacer frente a la crisis del precio de los metales es necesario cumplir con la producción de mineral en volumen y contenidos para cada una de las dos plantas existentes en la unidad Sabinas del Grupo Peñales, con lo que se logrará mejorar el costo por tonelada de mineral y mayor ingreso por ventas. Esta unidad ha experimentado un gran aumento de las producciones en los últimos 10 años, pasando de unas escasas 200.000 toneladas anuales en 1997 hasta un 1,200.000 actuales, debido principalmente a la economía de escala, siendo más productivos para reducir los costos. Por consiguiente es necesario buscar otras alternativas, para bajar costos, mayores productividades y operaciones más seguras.

## ABSTRACT

The project is based on the design and economic justification of the mining of stope 39-395 by means of the method of long hole like alternative to which at present it is being used, it cuts and fill with horizontal drilling. This change of mining system comes conditional by a progressive increase of the production as of May of this year, being maintained this increase in the following years, as well as for the best advantage of mineral and work more security in narrow veins and body of the Skarn. That's come to do against the crisis of the metals price, it is necessary to fulfill the mineral production in volume and contents for each one of the plants, and so it is managed to improve the cost by ton of mineral and major entrance by sales.

This unit has undergone a great increase of the productions in the last 10 years, happening from 200,000 tons in 1997 to 1.200.000 at present, had mainly to the scale economy, being more productive to reduce the costs. Therefore it is necessary to look for other alternatives, to lower costs, majors productivities and safer operations.

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

- La longitud del bloque es de 200 metros incluyendo la zona de skarn y veta.
- Su rumbo general es N 40 W y sus echados promedios son de 60<sup>a</sup> y 46<sup>a</sup>, respectivamente.
- La veta tiene una potencia de 1.5 metros promedio y el skarn de 22 metros.
- El sistema de fallamiento-fracturamiento es N-S con echados promedios entre 60 y 80 buzando al Este.

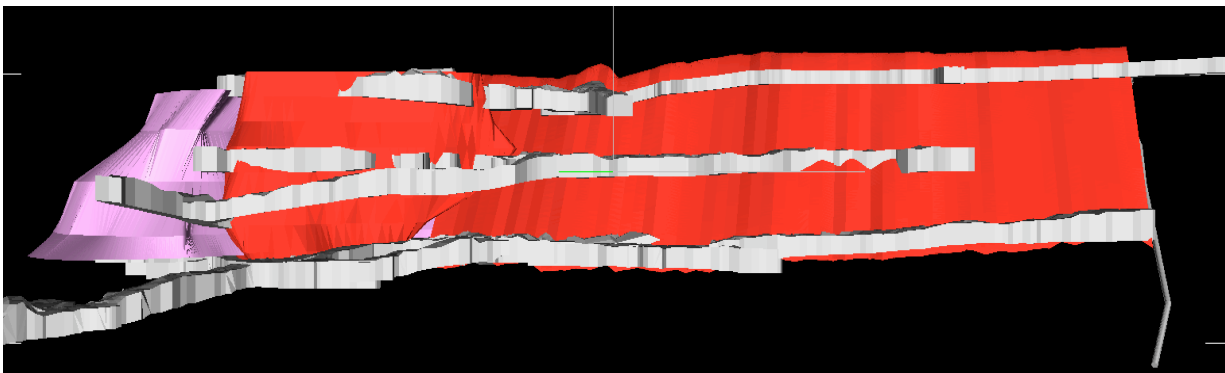


Figura 1. Modelo geológico

**Toneladas de mineral incluyendo veta y skarn**

REBAJE	TONS.	Ag (Gr/Ton)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	Fe (%)	V.M.
34 395	116,940	130	2.28	1.88	0.34	4.54	90.3

## PROCESO DE MINADO

### Barrenación larga por subniveles clásica

Este método se caracteriza por su gran productividad, debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. Para prevenir los colapsos, normalmente los cuerpos minables se dividen en varios bloques. En este método, el minado se ejecuta desde los subniveles con barrenación descendente y ascendente. Los subniveles son desarrollados entre los niveles principales. El mineral derribado con los barrenos largos cae hacia la zona vacía y es recuperado a través de unos cruceros transversales y transportado a superficie.

Requisitos para su aplicación:

- El depósito debe ser vertical excediendo el ángulo de reposo del material (45°- 50°).
- La roca encajonante deben ser competente.
- El mineral debe ser competente y con buena estabilidad.
- Los límites de los yacimientos deben ser regulares y estar bien definidos.

### Parámetros condicionantes del diseño

A la hora de diseñar el rebaje 39-395 para su minado mediante el sistema de barrenación larga por subniveles, nos enfrentamos a una serie de parámetros limitantes que nos obligaron a introducir una serie de variaciones en cuanto al diseño y al sistema de minado conocido como clásico, descrito en el punto anterior.

La serie de parámetros limitantes con los que nos encontramos han sido:

- Promedio de echado de la mineralización, 46°.
- Ancho de la veta variable, 1 – 2,5 metros
- Ancho promedio del Skarn, 22 mts.
- Limitada competencia de la tabla del alto.
- Inexperiencia de los operadores en este sistema de minado, principalmente en la fase de la barrenación, lo que nos obliga a tener un mayor control de ésta para reducir diluciones.
- Aprovechamiento de obras existentes reconvirtiéndolas en niveles.
- La distancia vertical entre los subniveles es de 12 metros.

### Variante elegida

El bloque minable se dividirá en bancos de 12 metros de techo a piso entre subniveles. La barrenación se realizará únicamente en sentido descendente y el acarreo directamente en el hueco de minado mediante scoop-tram a control remoto.

A continuación se hace referencia a las variaciones adoptadas en el diseño y sistema de minado para adaptarlo a nuestras necesidades particulares:

- Limitación de los barrenos a 12 metros verticales en el cuerpo del Skarn y 13,6 metros con la inclinación de la barrenación en la zona de la veta y su desarrollo únicamente en sentido descendente.

Disminuyendo la altura de caída del material volado, reducimos la carga que pudiera quedarse en la tabla del bajo de la veta debido a lo ajustado del ángulo de caída del material, mejoraremos también

así la desviación de barrenos debido a la inexperiencia de los operadores del Simba adaptándonos de tal modo a las condiciones cambiantes de la veta y mejoramos la seguridad de las tablas.

Todo ello se refleja en un mejor control de la dilución.

- Anclaje de la tabla del alto mediante cable largo (10, 15, 20 mts) de los niveles cada cinco metros longitudinales.

Mejorando con ello la estabilidad de las tablas, control de dilución y la seguridad en los trabajos.

- Relleno del hueco creado mediante jal proveniente de las colas de la planta de beneficio y de los desarrollos en tepetate.

Con ello evitaremos posibles colapsos de la zona a minar.

- Colocación sistemática de Pilares a lo largo del minado, evitando con ellos colapsos durante los trabajos.

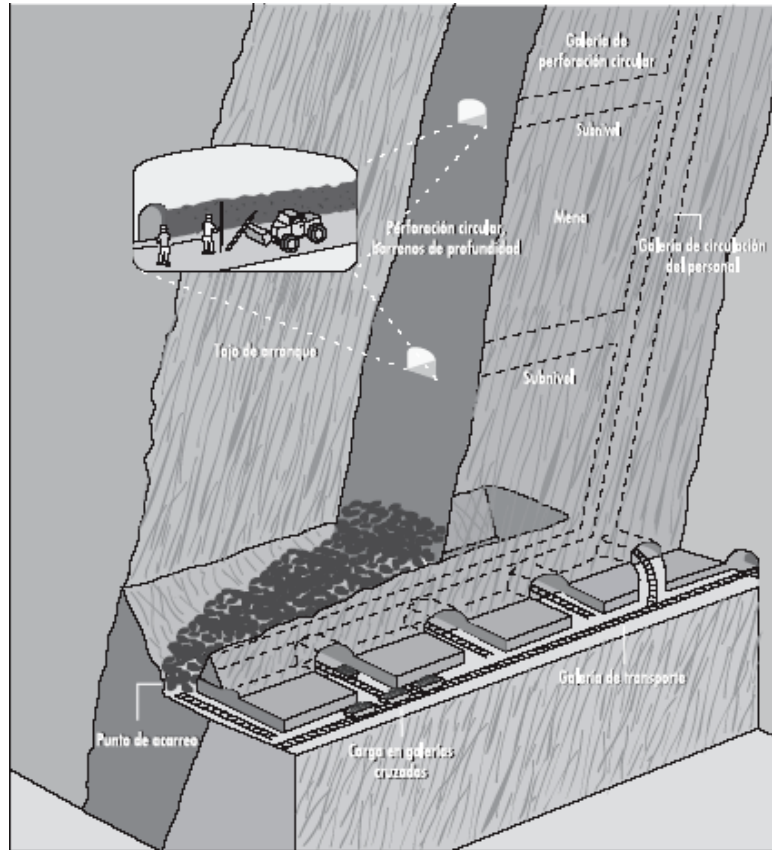


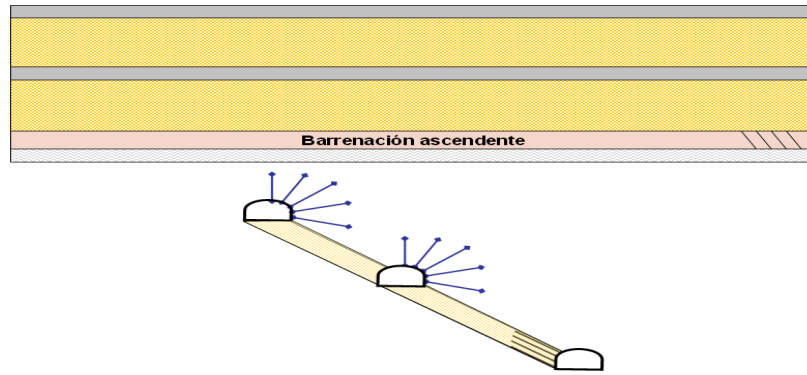
Figura 2. Sistema clásico Barrenación Larga por Subniveles.

## FASES DEL MINADO

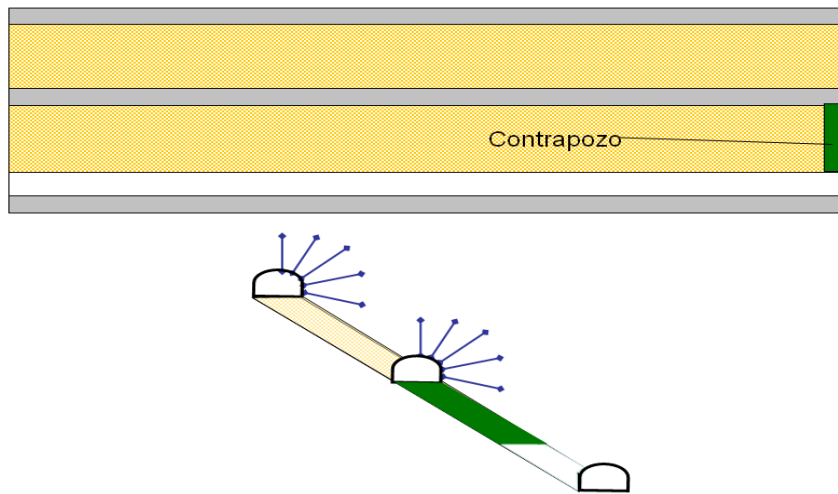
Las fases del minado van a ser las siguientes:

1°. Barrenación ascendente inclinada de 4 mts de altura y poder así ajustar nuestros tajos sucesivos a bloques de 12 metros separados por un subnivel de 5 x 4 mts y dos niveles de barrenación descendente de 12 mts.

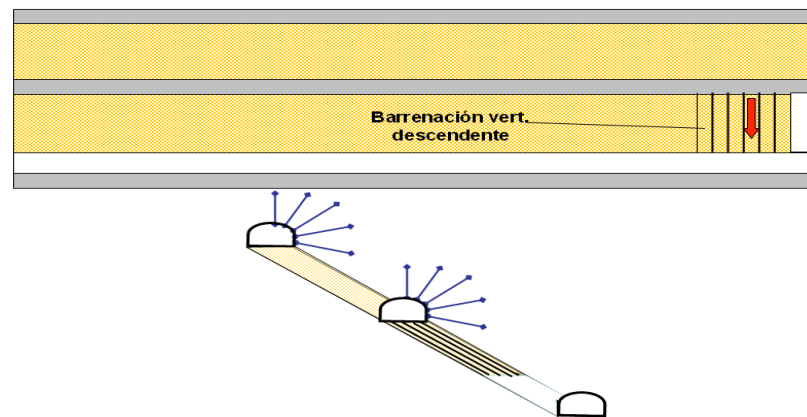
Figura 3. Sección longitudinal y transversal ilustrativa



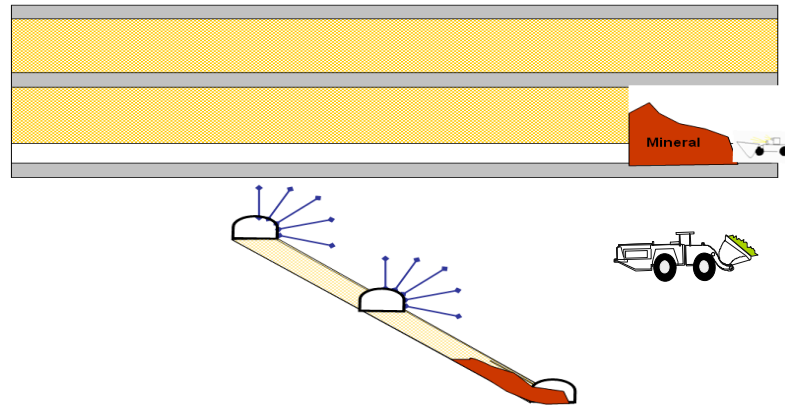
2°. Desarrollo de contrapozo de 12 metros de altura y 2 mts de diámetro mediante barrenación con Simba (3.5 ") para la creación de cara libre en voladuras.



3°. Barrenación vertical descendente de bloque 12 metros con equipo Simba de 3,5".

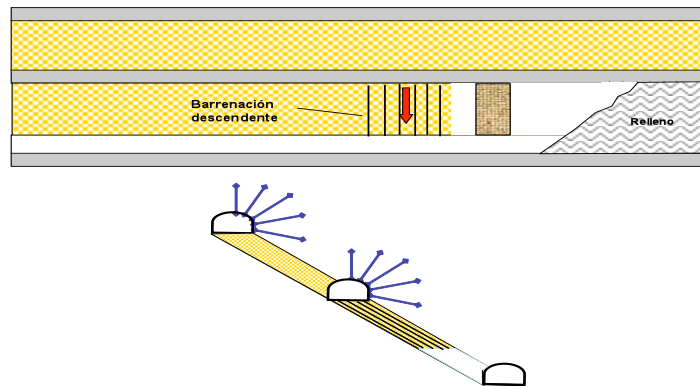


4°. Acarreo de mineral volado mediante maquinaria a control remoto scooptram y posterior cargado a camión Torton para su transporte a superficie.



5°. Dejamos Pilar de sostenimiento a la longitud definida en el cálculo de pilares, abriendo posteriormente un contrapozo y comenzando a la vez la fase de relleno mediante scooptram con jal proveniente de la cola de las plantas o el tepetate proveniente de las obras de desarrollo.

CICLO DE MINADO



## REZAGADO

Una vez realizada la voladura procederemos al rezagado mediante equipo scooptram de 6 yd de capacidad operado a control remoto. El rezagado se hará directamente desde el interior de la cámara cumpliendo siempre con el procedimiento operativo de seguridad.

Una vez cargado el scooptram vaciará su carga directamente en camiones torton (18 t), propiedad de contratista, transportando el mineral a través de la rampa general con sección de 8.0 X 4.0 m, pendiente del 10% y recorrido alrededor de 4 Km. hasta la planta de tratamiento número 1.

## ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE MINADO

Como complemento al proyecto, se ha realizado un estudio comparativo de costos de minado entre el sistema tradicionalmente utilizado en la unidad, corte y relleno con barrenación horizontal y el nuevo método a implementar, Barrenación Larga.

A continuación se resumen los resultados conseguidos en los cálculos realizados en hoja Excel.

NOTA: Para cálculo completo ver el documento. **Comparativa costos RB-45**

## COSTOS GENERALES

### Zarpeo

Costo total de zarpeo por m<sup>3</sup> → 368.76 USD/m<sup>3</sup>

## Anclaje sistemático

Costo por ancla → 34.46 USD/ancla

## Costos de barrenación larga

Costo del subnivel ( USD/Tn )	3.19
Costo operativo Simba ( USD/H )	109.01
Costo Contrapozo ( USD/Tn )	0.03
Costo tumbe Barrenación Larga (USD/Tn )	7.32
<b>Costo total Barrenación Larga</b>	<b>10.54</b>

## Costos corte y relleno

Costo obra ( USD/Tn )	3.95
Costo tumbe corte y relleno (USD/Tn )	9.84
<b>Costo total corte y relleno ( USD/Tn )</b>	<b>13.8</b>

## DISEÑO DE PILARES

Se recomienda la utilización sistemática de **Pilares de 2 x 12 metros**, con **claros de 70 metros** entre pilares, los cuales nos limitan nuestra **recuperación al 87.5 %**.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nava, Rodolfo, Apuntes diplomado de Mecánica de Rocas, UAZ  
 González-Partida, Eduardo y Camprubí, Antoni, Evolution of mineralizing fluids in the Zn-Pb-Cu (Ag-Au) Skarn and epithermal deposits of the World-Class San Martin district, Zacatecas, México.  
 López Jimeno, Carlos, López Jimeno, Emilio y García Bermúdez, Pilar, Manual de perforación y voladuras de rocas. Unidad de proyectos de la E.T.S.Ing. Minas de Madrid.  
 Moreno Delgado, Humberto, Procedimiento operativo en los trabajos de Barrenación Larga. Procedimientos operativos, Departamento seguridad Unidad Minera Sabinas.  
 Blake, W. and McKinnon, S., San Martin Geotechnical Study.