



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Propuesta de un plan de mejora a corto  
y mediano plazo para el área de "Ore  
Control" en la mina La Herradura,  
ubicada en Caborca, Sonora.**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniera de Minas y Metalurgista**

**P R E S E N T A**

PAMELA BRIONES FERNANDEZ

**ASESOR(A) DE INFORME**

M.A. GABRIEL RAMIREZ FIGUEROA



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021

## CONTENIDO

<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
Historia de la empresa .....	5
Ubicación .....	6
Geología.....	7
Características operativas.....	7
Proceso de minado y planeación.....	9
Planeación .....	12
<b>DEFINICION DEL PROBLEMA</b> .....	14
Reducción de zonas a minar y empalme de bancos.....	15
Cuellos de botella en el proceso de mina que involucra a las áreas operativas tales como la barrenación, geología, laboratorio, planeación y mina .....	16
Discrepancia en los modelos de bloques .....	18
Disponibilidad de equipos, principalmente perforadoras y cuestiones meteorológicas .....	18
<b>METODOLOGIA UTILIZADA</b> .....	19
<b>RESULTADOS</b> .....	20
Medidas a corto plazo.....	20
Medidas a mediano y largo plazo .....	22
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	25
<b>CONCLUSIONES</b> .....	28
<b>ANEXOS</b> .....	30
Anexo 1: croquis de frentes de rezagado .....	30
Anexo 2: plan de minado semanal.....	31
Anexo 3: reporte conocido + modelo.....	32
Anexo 4: Reporte de producción.....	34
Anexo 5: proyección al cierre de mes .....	35
Anexo 6: formato de liberación por modelo y/o eliminación de polígonos. ....	36
Anexo 7: reporte conocido + modelo 2019 vs conocido + modelo 2020 .....	37
<b>REFERENCIAS</b> .....	38
<b>TABLA DE ILUSTRACIONES</b> .....	38

## ANTECEDENTES.

Acompañando a la evolución del hombre, se tiene claramente confirmado que los minerales han sido y son indispensables para la vida cotidiana. Se les transforma para la fabricación de utensilios que facilitan nuestra vida; por ejemplo, desde los primeros seres humanos, se sabe que fabricaban sus herramientas, lanzas, cuchillos y hachas para satisfacer sus necesidades de cacería y agricultura.

En la actualidad, los minerales se utilizan en la fabricación de materias primas y obtener con ello un producto final como las viviendas, los televisores y los celulares, la ropa, las pinturas y los maquillajes, los medicamentos y muchas cosas más.

La minería es la actividad económica del sector primario que permite lograr lo anterior. Las operaciones vinculadas con la extracción y obtención de materias primas se llevan a cabo a partir de los recursos naturales que se encuentran en la corteza terrestre.

México ha sido y es, un país con una importante actividad minera, “...las 32 entidades federativas de la República Mexicana cuentan con yacimientos mineros. A nivel nacional destaca la producción de 10 minerales (oro, plata, plomo, cobre, zinc, fierro, coque, azufre, barita y fluorita), seleccionados por su importancia económica y su contribución a la producción nacional” (<http://cuentame.inegi.org.mx/impresion/economia/mineria.asp>).

Los estados de la República que destacan en esta actividad son:

- Sonora
- Zacatecas
- Chihuahua
- Guerrero
- Coahuila
- Durango

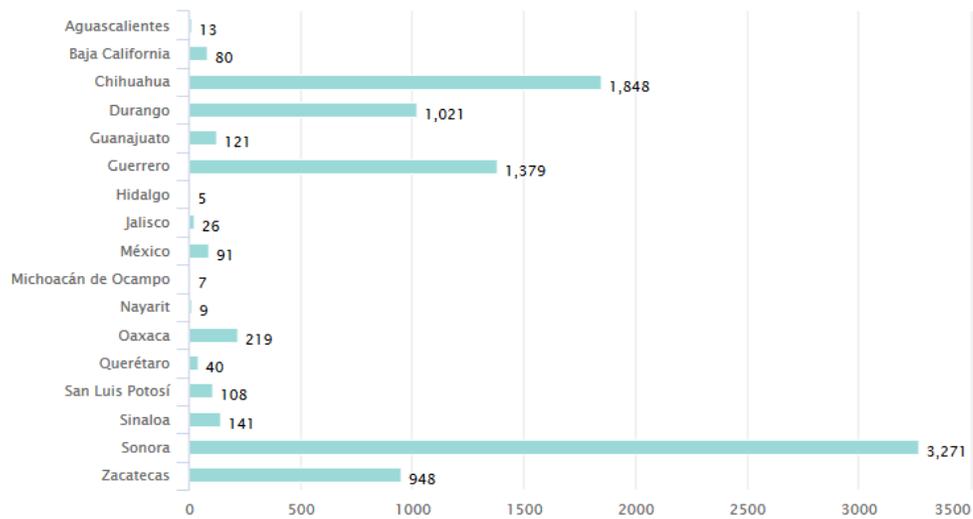
... por citar los más relevantes.

En la *ilustración 1* se muestran los principales minerales que se extraen en el país y los estados en donde se encuentran los yacimientos.

Oro	Plata	Plomo	Cobre
1° Sonora	1° Zacatecas	1° Zacatecas	1° Sonora
2° Chihuahua	2° Chihuahua	2° Chihuahua	2° Zacatecas
3° Guerrero	3° Durango	3° Durango	3° San Luis Potosí
4° Zacatecas	4° Sonora	4° Hidalgo	4° Baja California Sur
5° Durango	5° Oaxaca	5° Sinaloa	5° Chihuahua
Zinc	Fierro	Molibdeno	Manganeso
1° Zacatecas	1° Coahuila	1° Sonora	1° Hidalgo
2° Chihuahua	2° Colima		2° Veracruz
3° Durango	3° Michoacán		
4° Estado de México	4° Durango		
5° Hidalgo	5° Chihuahua		
		Fluorita	Yeso
		1° San Luis Potosí	1° Baja California Sur
		2° Coahuila	2° Nuevo León
		3° Durango	3° San Luis Potosí
			4° Coahuila
			5° Colima

*Ilustración 1: Principales minerales en México (CAMIMEX, 2016)*

Sonora es el estado con mayor producción de oro. En la siguiente gráfica del INEGI se puede observar la producción de dicho mineral en comparación con los otros estados del país.



Fuente:  
INEGI Estadística Mensual de la Industria Minerometalúrgica.

*Ilustración 2: Principales productores de oro en México (INEGI, 2019)*

La mayor parte de las actividades mineras que se realizan en dicho estado son operaciones a cielo abierto, que se caracterizan por tener una mineralización diseminada y muy cercana a la superficie.

## Historia de la empresa

Fresnillo, PLC es una empresa dedicada a la exploración y extracción de metales preciosos. En 1987 se llevó a cabo una asociación entre grupo Peñoles y la empresa norteamericana *Newmont Mining Corporation* que dio como origen a Minera Penmont en donde actualmente se ubica la mina “La Herradura”.

Mina “La Herradura” comenzó su operación en el año 1997 pertenecía a la asociación de grupo Peñoles y la empresa norteamericana anteriormente mencionada. La participación de cada uno era 56% y 44% respectivamente. Al siguiente año, 1998, comenzó la producción, en los años siguientes se abrieron dos nuevas minas, “Noche Buena” y “Soledad-Dipolos”. Finalmente, en el año 2014 se retira la empresa norteamericana y se adquiere el porcentaje que correspondía a esta compañía.

Actualmente, la mina “La Herradura” se encuentra activa y pertenece 100% a Fresnillo plc.

## Ubicación

La mina se ubica en el estado de Sonora, a 80 km en línea recta de la ciudad de H. Caborca en el mismo estado.



*Ilustración 3: Ubicación de la Mina "La Herradura" (Portal Fresnillo, 2019)*

## Geología

El yacimiento es de tipo Mesotermal en zona de cizalla. La mineralización de oro se encuentra en vetas y sistemas de vetillas de cuarzo desarrolladas en la superficie de fallas desarrolladas en gneis cuarzo feldespático. (*Geología del yacimiento mina la herradura, Geol. Juan M. Romero, Septiembre 2014*)

Las zonas mineralizadas se caracterizan por tener presencia de cuarzo, hematita, especularita y wulfenita.

El depósito tiene una ley promedio de 1 gr/ton de Au y contenidos superiores a los 3 millones de onzas.

## Características operativas

Minera Penmont está conformada por la unidad “La Herradura” y la unidad “Noche Buena”. Dentro de ellas se encuentra el tajo “Centauro” y el tajo “Noche Buena” respectivamente; el primero tiene una vida aproximada de 18 años más y al segundo, Noche Buena, le restan 2 años para su cierre.

Las actividades que se describen en este trabajo están desarrolladas únicamente en el tajo “Centauro” por lo que sólo se hará referencia a este.

La operación se lleva a través de los siguientes departamentos, que resultan fundamentales por el manejo de las diferentes disciplinas en cada uno de ellos:

- Operación mina
- Planeación
- Planta metalúrgica
- Mantenimiento
- Tecnologías de la información; y
- Recursos humanos

El tajo “Centauro” es el más grande de Minera Penmont. Sus dimensiones aproximadas son de 3 kilómetros de largo por 1.7 kilómetros de ancho y 500 m profundidad. Actualmente, el nivel más profundo es el -248.

Dentro del tajo operan los siguientes equipos:

- 6 palas hidráulicas
- 5 cargadores frontales
- Camiones 785 (39), 789 (17) y 793 (22).
- 14 rotarias para producción y 2 rotarias para pre-corte (Leopard).
- 12 tractores
- 9 Pipas de agua
- 4 Pipas de diésel

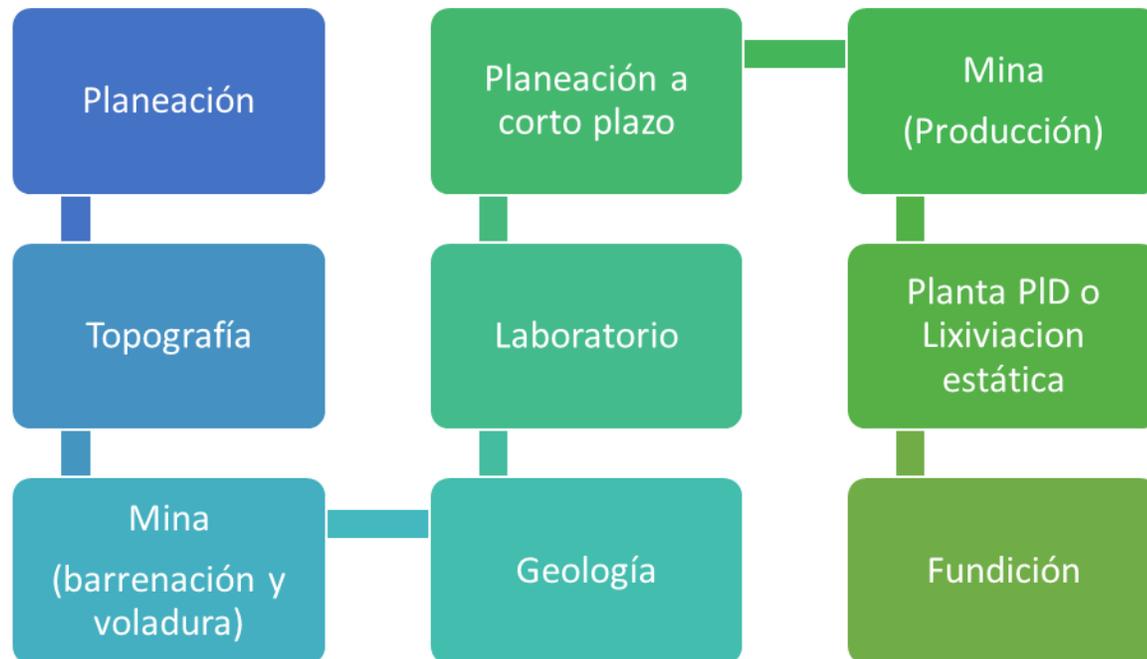
Se tienen dos tipos de palas de la marca CAT, tres de ellas son modelo 5050 y las otras tres son modelo 6060. La pala hidráulica 5050 tiene la capacidad de rezagar hasta 45,000 toneladas diarias mientras que la 6060, hasta 55,000 toneladas por día.

Los cargadores que se encuentran operando tienen capacidad de rezagar 20,000 toneladas diarias aproximadamente.

Adicionalmente, se tienen dos empresas contratistas colaborando en la empresa, "Construplan" y "Secopsa". La primera apoya en las operaciones de rezagado y acarreo mientras que la segunda lleva a cabo actividades de barrenación, rezagado y acarreo.

## Proceso de minado y planeación.

Las áreas involucradas en la secuencia de minado en esta unidad son las siguientes:



*Ilustración 4: Departamentos Involucrados en el Proceso de Minado*

El proceso de minado comienza en el área de Planeación, quienes se encargan de calcular los presupuestos de movimiento de material que se deben cumplir durante el mes.

El departamento de Topografía se ubica dentro del área de Planeación y es indispensable en la secuencia pues se encargan de los diseños de las plantillas de barrenación, la liberación de material y los levantamientos para el cálculo de los volúmenes y diseños de los patios de lixiviación.

El personal encargado de Barrenación y Voladura por parte del área de Mina siempre tiene que estar en contacto con Topografía para el diseño de las plantillas de barrenación. Las plantillas que se tienen en esta unidad son de dos tipos, una para la producción y otra para la apertura. Las plantillas de producción son a “tres bolillo” y

tienen 5 m de bordo por 5.5 m de espaciamento, mientras que las de apertura son plantillas cuadradas de 5 x 5 m.

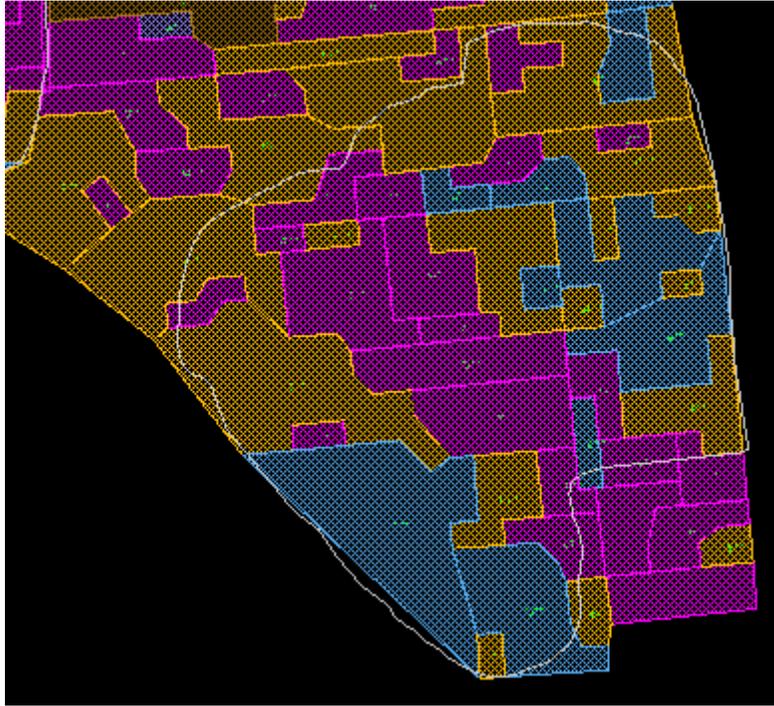
Una vez que se tiene el diseño de barrenación se plasma en campo, y conforme se va barrenando se involucra el área de geología para el muestreo y el “*logueo*” o *caracterización* el cual consiste en la interpretación de cada barreno basándose en el porcentaje de cuarzo existente, pues se sabe que la mineralización se encuentra en el gneis cuarzo-feldespático. Las muestras que se toman de cada barreno son aproximadamente entre 15 y 18 kg; cantidad suficiente para que sea representativa y útil en el análisis de laboratorio.

Las muestras se envían al laboratorio de análisis químico y los registros o *logueos* se actualizan en el *software* “Vulcan”, una de las herramientas que se utilizan en planeación a corto plazo para la liberación del material.

En el laboratorio se analizan las muestras a través de un espectrómetro de rayos X, la importancia de este equipo es que da el análisis “aproximado” por compuesto o mineral, es semicuantitativo, en donde se determina la ley de cada barreno. Con ello se define que parte del barreno es tepetate, mineral medio o mineral de alta ley. Estos resultados también se utilizan en la planeación a corto plazo para la liberación de material.

En el departamento de Planeación a corto plazo, que es el área en dónde realizo mis actividades, se utiliza toda la información expedida por las áreas de topografía, geología y laboratorio, para entonces definir ¿qué áreas son mineral?, ¿cuáles son tepetate? y ¿cuál será el destino en el que se depositará?, es decir, si se va a acarrear hacia las tepetateras, hacia los patios de lixiviación o hacia el stock de la planta de lixiviación dinámica.

Una vez que la información ha sido procesada y concentrada, se sintetiza en polígonos económicos como los que se muestran en la siguiente imagen:



*Ilustración 5: Polígonos Económicos*

Estos polígonos tienen definido un tonelaje, una ley, tipo de material y un destino, los cuales se envían al departamento de Operación-Mina para que tanto los supervisores como los operadores tengan claro cómo proceder durante el rezagado y acarreo.

Finalmente, el material llega a las plantas metalúrgicas. En la unidad se cuenta con dos procesos metalúrgicos, el de lixiviación estática y el de lixiviación dinámica; cada proceso tiene su planta de Merrill Crowe.

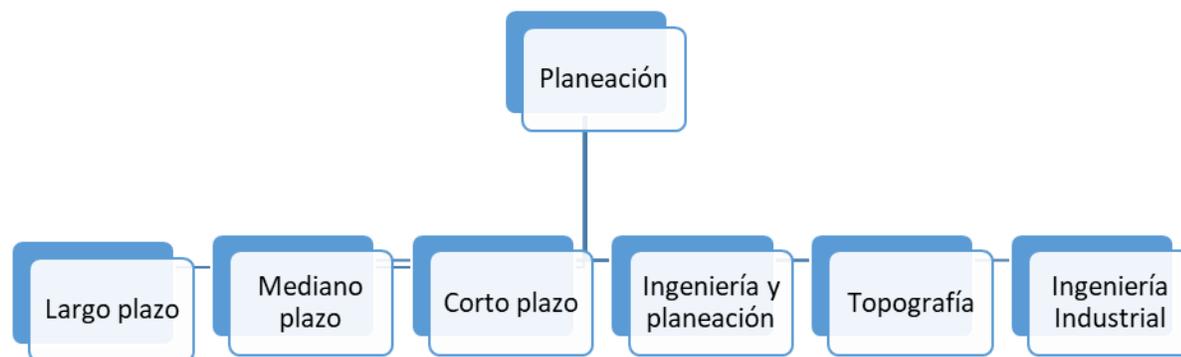
Para la lixiviación dinámica se dispone de dos plantas con capacidad de molienda de 9,000 toneladas diarias por cada una.

Al término de este proceso, los materiales se envían a la fundición.

## Planeación

El área de Planeación resulta de suma importancia para la explotación de la mina. En este departamento se tienen grandes responsabilidades, desde indicar el material que se rezaga diariamente hasta realizar el cálculo de reservas de la mina.

El departamento se divide en las siguientes áreas:



*Ilustración 6: División de las Áreas de Planeación*

El área de Largo Plazo se encarga del diseño de los tajos, en este caso, Noche Buena y Herradura. Lo anterior se lleva a cabo en conjunto con el área de Geotecnia, pues son quienes determinan los parámetros operativos, es decir, el ángulo de los taludes, la altura de cada talud, los límites finales y el diseño de las rampas, entre otros aspectos. Ellos realizan sus cálculos con diferentes métodos tales como el de “Lersh Grossman”. Otra actividad que realiza el área de Largo Plazo es el cálculo de los recursos y reservas, esto se lleva a cabo cada seis meses.

Por otra parte, el área de Mediano Plazo es responsable de realizar las fases de minado mensuales y los pronósticos de la operación mensual y anual. También previenen los problemas que se podrían presentar e indican en qué momento se puede dificultar la operación para adelantar la toma de decisiones y definir las estrategias. En su caso realizan los presupuestos cada seis meses con base en el avance del minado y los presupuestos anuales.

En Ingeniería y Planeación se tienen todos los proyectos civiles y las operaciones auxiliares de la mina, tales como las piletas de agua, el abastecimiento de la red eléctrica e hidráulica, el diseño y la construcción de los patios de lixiviación, las tepetateras, las

presas de jales y las oficinas, por citar los ejemplos más representativos de sus labores. Una de las tareas más importantes de esta área consiste en la negociación con los propietarios de los terrenos ejidales para las expansiones necesarias a futuro.

En el área de Topografía se llevan a cabo todos los levantamientos que se requieran en la unidad; esto resulta de gran ayuda para conocer las capacidades de almacenamiento de los *stocks* de las plantas de lixiviación y los patios.

Adicionalmente hacen levantamientos dentro del tajo para determinar cuánto tonelaje se rezagó cada semana, conocer el material que se encuentra fragmentado día tras día, las zonas que se encuentran barrenadas y la liberación de los polígonos en campo para los contratistas. Por la importancia que tiene el área de Topografía para las actividades en las que me desempeño, más adelante se explicarán con mayor detalle sus responsabilidades.

Por último, pero no por ello menos importante, Ingeniería Industrial se encarga de hacer estudios de tiempo de las operaciones de rezagado. Actualmente se pretende llevar a cabo un proyecto conjunto con el área de Planeación a Corto Plazo para identificar los contratiempos de cada uno de los procesos involucrados en la secuencia de minado pues se han tenido muchos problemas para la liberación de material y no se sabe en qué área se encuentra el problema. Ingeniería Industrial también se encarga de realizar análisis de tiempos en los acarreos para definir las mejores rutas hacia los diferentes destinos (tepetateras, patios y planta de lixiviación dinámica)

## DEFINICION DEL PROBLEMA

Partiendo de los presupuestos calculados por el equipo de Largo Plazo a determinado número de años, se toma el del año vigente y se calcula el presupuesto mensual. Es responsabilidad del área de Planeación a Corto Plazo, el hacer cumplir y controlar de la mejor manera la operación día con día.

Sin embargo, suele ser difícil cumplir con los presupuestos. En el año 2019, al mes de octubre sólo se ha cumplido cabalmente con el presupuesto en tres de los diez meses, lo anterior hablando en términos de mineral, y esta viene a ser la principal problemática de la empresa.

Lo anterior se ha visto influenciado por diversas situaciones que se han ido incrementado conforme pasa el tiempo y se han enfatizado en los últimos años, por lo que la Alta Dirección ha hecho énfasis en buscar estrategias que amortigüen la escasez de mineral que se ha tenido en los últimos meses. Algunas de las causas que se han identificado a lo largo de los dos años de trabajo en la unidad y otras que han sido recopiladas e informadas por el personal de mayor antigüedad, y son las siguientes:

1. Reducción de las zonas a minar (en términos de dimensiones)
2. Empalme de bancos a minar en un mismo mes
3. Cuellos de botella en el proceso de mina que involucra a las áreas operativas tales como la barrenación, geología, laboratorio, planeación y mina
4. Discrepancias en los modelos de bloques
5. Porcentajes de disponibilidad de los equipos, principalmente las perforadoras
6. Y en algunas ocasiones, cuestiones meteorológicas.



En los últimos meses la reducción de las áreas ha sido evidente y se constituye en un gran problema pues las grandes dimensiones de los equipos comienzan a entorpecer la secuencia de minado. En zonas muy reducidas, sólo se puede realizar una operación a la vez; es decir, o se barrena o se rezaga y acarrea. Esto se ve reflejado al final del mes en el incumplimiento del presupuesto por el desfase de zonas, mismas que se tienen que integrar al siguiente mes, lo que hace crecer el déficit.

Con el “plan flexible”, es posible detectar que el empalme de los bancos ha complicado la operación. Por “empalme de banco” se entiende que se debe terminar de rezagar un banco para poder iniciar con la barrenación del banco de abajo, habiendo meses en los que se tienen que empalmar hasta tres bancos, lo cual hace imposible para Operación Mina el cumplir con los tiempos secuenciales, siendo este otro de los déficits que se arrastrarán a lo largo del año.

Se tiene conocimiento que todo esto se ha generado a lo largo de varios años. Se argumenta que, ante las necesidades operativas, precisamente por la falta de cumplimiento en la producción del mineral, varios años atrás el enfoque se dio en la producción de las zonas mineralizadas, dejando la preparación o el descapote en segundo plano y teniendo, hasta ahora las repercusiones, pues por más estrategias que se implementan por parte de los líderes, no ha sido posible extraer el suficiente mineral para cumplir con los presupuestos solicitados por la dirección.

Cuellos de botella en el proceso de mina que involucra a las áreas operativas tales como la barrenación, geología, laboratorio, planeación y mina

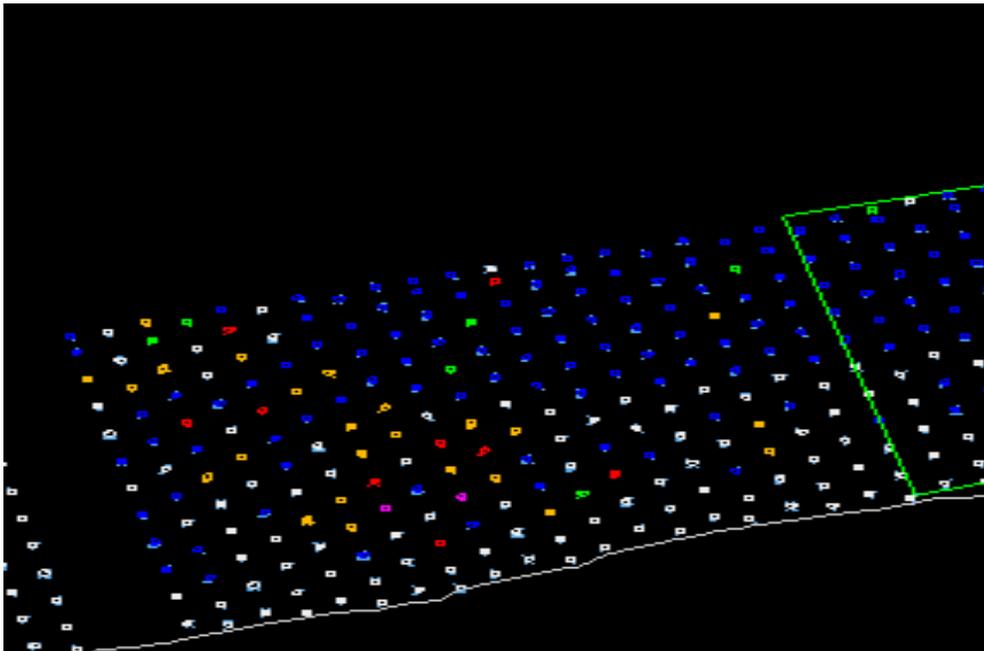
Otro contratiempo que se ha estado observando durante estos meses en la Mina La Herradura, es la secuencia de minado.

Para que la operación se desarrolle sin inconvenientes, es necesario que las áreas involucradas en la secuencia de minado (topografía, geología, operación mina, laboratorio y planeación) trabajen con buena coordinación y comunicación, los cuales son áreas de oportunidad en las que es necesario trabajar.

Lo que ha causado esta falta de coordinación y comunicación es que, en ocasiones, el área de Operación Mina no tenga conocimiento de las zonas de prioridad para barrenar y esto genera atraso en las tareas de los demás departamentos, ellos mismos se ven afectados por la falta de material para los equipos.

Cuando se dejan zonas pendientes por barrenar y se barrenan en otra ocasión, no se le avisa al área de geología, quienes deberían estar informados sobre cada barreno que se realice para poder muestrearlo; en las situaciones en las que no se les avisa, la zona no se muestrea pero sí se realiza la voladura; esto provoca que en planeación a corto plazo ya no se tengan resultados y se tenga que realizar un nuevo polígono económico de acuerdo a lo que indique el modelo de bloques, lo cual no es un resultado certero de lo que se está rezagando.

Y por último, además de los contratiempos que se tienen por la mala comunicación y la falta de coordinación, también se han tenido por la falta de involucramiento entre otros departamentos. El mayor ejemplo es con el área de laboratorio. Normalmente se conoce el trabajo de planeación, operación y geología, sin embargo, el laboratorio sigue otra secuencia muy diferente a la que se realiza en la mina. Cuando ellos reciben las muestras del tajo, el análisis se lleva a cabo conforme van llegando y no conforme se van a requerir, pues suele suceder que, en ocasiones, los resultados llegan muy separados como se observa en la siguiente imagen, lo que dificulta la elaboración de los polígonos hasta tener todos los resultados:



*[Ilustración 8: Imagen que muestra un caso de resultados incompletos](#)*

## Discrepancia en los modelos de bloques

Durante los meses de mayo y septiembre 2020, se tuvieron diferencias en el modelo de bloques, es decir, este último indicaba la presencia de mineral, y posteriormente, durante la barrenación de producción y el análisis químico, se indicaba que el material correspondía a tepetate. Lo anterior generó mucha controversia en su momento, pues los datos que se estaban entregando por parte de planeación a Corto Plazo eran erróneos al ser el modelo de bloques, la base de la programación.

En estos casos, fue necesario informar al departamento de exploración para tomar estrategias y modificar el modelo.

## Disponibilidad de equipos, principalmente perforadoras y cuestiones meteorológicas

En una mina resulta crucial una buena disponibilidad de los equipos para llevar a cabo la secuencia de minado sin contratiempos.

En el año 2019 se tuvo una disponibilidad muy baja de los equipos de perforación, lo que atrasó la ejecución de las plantillas de barrenación, afectando a su vez a las voladuras, el muestreo, el análisis y por lo tanto tampoco se podían realizar los polígonos económicos.

Las razones de esta baja disponibilidad son muy variadas, desde la disponibilidad del personal capacitado para el manejo de los equipos, hasta fallas graves que dejan fuera de operación a los equipos de perforación por días y hasta semanas. Para conocer el tema central de la baja disponibilidad de rotarias se recomienda realizar un estudio junto con el área de mantenimiento y determinar la causa raíz del porqué los equipos suelen pasar mucho tiempo inactivos.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Ante las problemáticas presentadas en la sinergia de las áreas laborales, el trabajo realizado consistió en observar, evaluar y encontrar estrategias para mejorar la comunicación y la coordinación entre los diferentes departamentos para poder cumplir la producción, el cual es el objetivo en común.

Dada la situación, era necesario diseñar estrategias a corto plazo para poder tener cambios lo más pronto posible, ya que, de seguir con una baja producción, cada mes se acumularía más tonelaje por rezagar y más alejada se tendría la meta impuesta por la dirección.

Como medidas a corto plazo se consideraron las siguientes:

- Procedimiento de liberación
- Reuniones semanales y cada inicio de mes con las áreas involucradas incluyendo contratistas.
- Visitas a laboratorio semanales
- Reportes diarios y semanales
- Pláticas de concientización para el personal colaborador
- Formatos de liberación por modelo y *loggeo*.

Estas fueron medidas implementadas de inmediato, sin embargo, también existen otras medidas que se deben tomar a mediano y largo plazo para no incurrir nuevamente en las prácticas mencionadas y evitar con ello los contratiempos.

Para ello, se consideran las siguientes medidas de mediano plazo, ya que, por la inversión que representan, algunas de ellas requieren la autorización de los altos mandos de la empresa para poder implementarlas:

- Utilización de software por parte de la empresa externa
- Compra o renta de equipos en el laboratorio
- Propuesta de una nueva línea de análisis químico
- Instalación de una planta de luz en el laboratorio
- Mejorar los planes de mantenimiento preventivo a los equipos en mina

# RESULTADOS

## Medidas a corto plazo

Con lo implementado hasta la fecha, se han observado avances en la coordinación entre las áreas. Sin embargo, hasta ahora sólo se han podido realizar los planes a corto plazo.

A continuación se explica con mayor detalle en que consiste cada acción realizada.

El objetivo de las reuniones semanales consiste en lograr una comunicación más eficaz y directa con las áreas. Estas reuniones están organizadas por parte del área de corto plazo, y en ellas se informa sobre la producción semanal, lo acumulado del mes, así como a las otras áreas operativas; cuántas onzas se tienen acumuladas y cuántas faltan para llegar a la meta. Con base en esto se determinarán las prioridades de la barrenación, el muestreo y lo correspondiente al laboratorio. Adicionalmente, cada área informa sus contratiempos y se proponen soluciones para aplicarlas en la semana siguiente a la fecha de la reunión.

De las mejoras que se han empleado en estas reuniones, se han podido establecer y numerar las prioridades, además de realizar un croquis del tajo, las mallas de barrenación con la dirección de rezagado, de tal forma que las áreas que no están tan involucradas tengan una mejor ubicación en los bancos ([ANEXO 1](#))

Además, se solicitó implementar la herramienta denominada “visores” de la marca Autocad, para que el área de laboratorio disponga de un croquis más dinámico, en donde sea posible percibir inclusive la identificación (ID) de cada barreno. De este modo, al recibir las muestras por parte de geología, el personal de laboratorio puede ubicarlas rápidamente y decidir cuáles son las primeras que debe procesar.

Desde antes de la incorporación a la empresa y hasta la fecha, se realizan reportes semanales para poder llevar el control de lo que se está extrayendo de la mina; otro importante objetivo de los reportes, consiste en la anticipación a la extracción con ayuda del área de exploración y así tomar decisiones adecuadas para obtener la producción deseada.

A continuación se explican los reportes que se realizan:

Iniciando el mes, y ya teniendo el flexible o el plan minado, se elabora el plan semanal ([ANEXO 2](#)) basado en el modelo de oro, el cual indica semanalmente, cuanto mineral se espera de los bancos a minar.

De igual manera, al inicio del mes ya se cuenta con polígonos concluidos, es decir ya se cuenta con material conocido, el cual tiene una denominación (tepetate, mineral medio o mineral extremo), un tonelaje y una ley definida. Con esta información se elabora un reporte diario llamado "CONOCIDO + MODELO" ([ANEXO 3](#)) en el cual, por medio del software minero Vulcan, se ejecutan corridas en todos los bancos que se encuentra en el plan de minado del mes para determinar la cantidad de material que se tiene conocida.

Esto es muy útil para el gerente y los superintendentes, pues los mantiene informados de cómo se encuentra la tendencia de la mineralización y con ello se proporciona una visión más amplia al área de Operación Mina para el movimiento de los equipos y que conozcan exactamente en qué zonas se tiene mineral y puedan darle prioridad de barrenación y rezagado.

Semanalmente, y con ayuda del área de topografía, se realiza un levantamiento en todas las áreas en las que hubo rezagado, incluyendo los bancos que corresponden a los contratistas. Al proporcionarnos las curvas de nivel, en el área de planeación a Corto Plazo se realiza un cálculo de diferencias de volumen comparando la topografía del mes anterior con el levantamiento más reciente. El tonelaje obtenido durante la semana se plasma en un reporte conocido como "REPORTE DE PRODUCCION" ([ANEXO 4](#)) que es de suma importancia para todos, puesto que se trata de datos duros que indican la eficiencia de los equipos y también indica con mayor certeza la producción con la que concluirá el mes.

Al terminar este reporte, es necesario realizar lo que se conoce como "PROYECCION AL CIERRE DE MES", del cual, y ya con los datos obtenidos, se ejecuta el cálculo de la rezaga promedio de cada equipo y se proyecta a los días faltantes del mes para conocer realmente la producción con la que cerrará el mes. Es importante realizar este reporte en conjunto con el personal de Operación Mina, pues conocen las estrategias y los planes que se toman durante cada semana, e informan a su vez sobre los paros próximos de cada equipo ya sea por mantenimiento o por algún otro factor operativo. Ya en conjunto, se toman las decisiones del tonelaje estimado que cada equipo rezagará y se plasma en el reporte como se muestra en el [ANEXO 5](#).

En algunos meses se tuvo muy marcada la problemática de que no se tenían los resultados de los análisis químicos a tiempo, por lo que la gerencia, junto con los superintendentes de la unidad, determinó que se tendría que liberar el material con base en el modelo de oro realizado por el área de exploración y el *logueo* o interpretación que se hace de cada barreno.

Sin embargo esa práctica era una medida incierta, ya que el modelo de oro podía indicar presencia de mineral y a la hora que llegaran los resultados de laboratorio indicar que es

tepetate o viceversa, por lo que se realizó un formato de liberación [\(ANEXO 6\)](#) para indicar la decisión que se toma, mismo que debería ser firmado por todos los superintendentes para dar agilidad a la operación y evitar con ello el paro de los equipos.

Si bien no ha sido fácil observar los resultados, se ha estado logrando un avance y esto es posible observarlo en el siguiente reporte:

“Anteriormente, durante el año 2019, las fallas de sinergia provocaron deficiencias en la barrenación, muestreo y en el laboratorio y, por lo tanto, el material disponible para rezagar. Actualmente, en el año 2020, implementando lo descrito, pero sobre todo en los últimos meses del año, se ha tenido una recuperación en la secuencia de minado, es decir, ya se tiene material preparado y con una mayor anticipación. Con ello, se tiene más tiempo por parte de las otras áreas para realizar sus actividades. Adicionalmente, por parte de planeación a Corto Plazo se tuvo un 110% de mineral conocido en el mes de octubre, lo que indica que se cuenta con la barrenación suficiente, el material volado y los resultados del laboratorio en tiempo y forma; con ello se pudieron realizar los polígonos económicos con mayor anticipación y mantener a los equipos con material disponible constante. [\(ANEXO 7\)](#)”

## Medidas a mediano y largo plazo

Las medidas a mediano y largo plazo pretenden establecer soluciones para una operación más estable y por lo tanto una producción constante, por lo que son medidas que deben ser autorizadas por el gerente y los directivos de la empresa. Son acciones que requieren la participación de otras empresas proveedoras como el software, una mayor tecnología y la compra o renta de equipo nuevo.

En la mina se ha estado evaluando un Software “X” en el que los clientes sean las áreas de mina y geología. Esta herramienta tiene el objetivo de brindar un mayor control al personal de barrenación y voladura, así como al muestreo realizado por geología.

Las plantillas de barrenación se ingresarán al software con otro tipo de información como:

- Número de barreno
- Nombre de la plantilla
- Tipo de roca
- Cantidad de explosivo

El software indicará cuando se empezó a barrenar, cuando se terminó de barrenar, cuando se muestreó y en qué momento se ingresó al laboratorio.

¿Cómo funciona este software en el corto plazo?

Tal y como se menciona, el área de planeación a Corto Plazo es de los últimos eslabones en la cadena productiva. Es donde se recibe toda la información de las áreas, y es por ello que resulta crítico estar al pendiente de las fechas de inicio y término de la barrenación ya que el laboratorio tiene el compromiso de entregar sus resultados hasta 72 horas después de que se ha recibido una muestra en su área de trabajo. En caso de no recibir ciertos resultados, con el software mencionado es posible determinar si las muestras en cuestión se barrenaron, se muestrearon, y si fueron o no entregadas al laboratorio. Actualmente es muy común estar buscando al personal de cada área y rastrear las muestras, lo cual lleva tiempo y no resulta ser información confiable, pues actualmente el área de barrenación no tiene un control total de cuándo se realiza cada barreno, y geología tiene registros en papel de los días que se muestrean lo cual incrementa el error humano. Los únicos que cuentan con un lector de código de barras al ingresar las muestras es el laboratorio, pero aun así no es un sistema 100% confiable ya que muchas muestras no se registran porque llega a suceder que el sistema no está disponible y el factor humano entra en acción.

El software permitirá reducir los tiempos, disponer de información en tiempo real, disminuir el error por factor humano y, muy posiblemente, encontrar el cuello de botella en la cadena productiva. Con esto será posible justificar la compra de nuevo equipo para la mina, como el caso de las perforadoras rotarias o para el laboratorio, además del equipo necesario o, definitivamente, una nueva cadena de análisis químico.

Las siguientes tres medidas de mediano y largo plazo involucran sólo al área de laboratorio.

- Planta de luz de emergencia,
- Equipo nuevo, y
- Nueva línea de análisis químico.

El laboratorio tiene actualmente una capacidad para procesar, de acuerdo con los responsables del área, 1,000 muestras diarias. Sin embargo, diariamente se reciben aproximadamente entre 300 y 500 resultados. En esta área se ha notado que son varios aspectos los que afectan el proceso de análisis. Principalmente en el personal, ya que es un departamento en el cual, por los riesgos que implica la zona para quienes se encuentran en estado de ingravidez, ha sido necesario transferir a una parte del personal femenino a otras áreas. Lo anterior ha disminuido la capacidad de procesamiento.

Cada cierto tiempo se tiene un programa de mantenimiento eléctrico, que suspende la energía al 100% en distintas áreas, entre ellas el laboratorio. Cuando esto sucede, no se puede procesar ninguna muestra, y es por ello que se propone habilitar una planta de emergencia para no detener por completo el proceso, sin embargo es algo que tampoco se puede llevar a la práctica, hasta que exista una justificación por parte de ese departamento y la correspondiente autorización por parte de los directivos.

Los ingenieros encargados del área de laboratorio están evaluando y realizando una justificación para la renta de un equipo de análisis químico. Ellos mismos han detectado deficiencias en su área por lo cual optaron por la renta de un equipo "X" a la empresa "Y" el cual puede procesar una gran cantidad de muestras en muy poco tiempo (aproximadamente 30 segundos), además de que también puede detectar diferentes elementos, oro y metales base. La información más actualizada que se tiene sobre esta medida es que aún no ha sido autorizada por la dirección por el alto costo del equipo. Sin embargo, en las distintas áreas involucradas se considera que es un equipo que brinda un beneficio importante en el proceso productivo, pues al solicitar algunas muestras de urgencia en bancos empalmados, lo cual es muy común en estos tiempos, sería posible localizar las muestras, homogeneizar e ingresarlas al equipo, con lo cual se tendrían resultados inmediatos, y en el área de Corto Plazo ya no se tendría la necesidad de liberar material sin resultados, sólo por modelo; se reducirían también los formatos de liberación por modelo y se tendría una certeza completa del tipo de material que se encuentra en el área.

La última opción para disminuir los contratiempos de recepción de resultados sería construir una nueva línea de análisis químico. Sin embargo, es algo que no se ha propuesto ya que actualmente el espacio no es viable; y el costo tampoco podría serlo, pues si no se ha autorizado un equipo de análisis rentado, tampoco se ha visto la posibilidad de realizar toda una línea de trituración, pulverización, muflas, hornos, químicos y equipos de absorción, aunado al personal requerido.

Finalmente, otra área de oportunidad que se ha encontrado durante el tiempo de trabajo realizado en Minera Penmont, consiste en el mantenimiento de los equipos, del cual depende su disponibilidad, especialmente en las rotarias. Varias veces se ha tenido una muy baja disponibilidad de dichos equipos de barrenación, con las consiguientes bajas en la productividad y la afectación de toda la línea de producción. Sin embargo, no se ha tenido la oportunidad de contar con información con esta área, hasta el momento se sigue evaluando y buscando información con los ingenieros para conocer un poco más a fondo el proceso.

Muchas veces se ha expuesto en reuniones de líderes, que el mantenimiento y la disponibilidad de los equipos depende mucho de los colaboradores y del almacén; partes

del proceso en los que planeación a Corto Plazo no está involucrada directamente; no obstante, en la operación de la mina se tienen hasta 100 o 200 personas quienes deben tener conciencia de lo importante que es su trabajo, por ello se estuvieron impartiendo pláticas de concientización mencionadas anteriormente en las mejoras a corto plazo, pero tiene que ser un trabajo constante pues muchas veces los equipos se quedan fuera por fallas menores que el personal reporta y que no son indispensables como por ejemplo el funcionamiento de los radios para escuchar música.

Otra área que resulta de suma importancia, el almacén, debe tener un stock considerable y suficiente con todas las refacciones de los equipos, situación que, platicando con los líderes de área, en ocasiones no se tiene y los equipos quedan fuera hasta que las piezas estén disponibles lo que retrasa mucho más la producción.

## **RECOMENDACIONES**

La problemática en la que, como área de planeación, se considera que es posible influir en mayor forma y directamente, ha ido mejorando y se ha observado un cambio favorable.

Se dio la pauta, mucha comunicación y concientización con las personas para que la operación funcionara de manera ordenada.

Existen otras áreas que no competen directamente al departamento; sin embargo, se realizan propuestas y se platica con los responsables para analizar los beneficios podrían tener, en este caso, las recomendaciones a mediano y a largo plazo que se han planteado a las áreas de mina y geología.

Es necesario recalcar la importancia del modelo de oro (modelo de bloques) elaborado por el personal de barrenación a diamante que es encabezado por exploración, pues con base en ello, se realizan los presupuestos y los planes de minado. Debido a las discrepancias que se han tenido entre el modelo y los resultados de laboratorios, se ha estado recomendando realizar pequeños modelos constantemente en las zonas donde se sabe que existe mineral o en zonas donde el modelo muestra mineral de muy alta ley y en el laboratorio resulta ser tepetate. Con modelos pequeños, se tendría un mejor conocimiento del yacimiento, mayor definición de la morfología del yacimiento y la certeza de los recursos y reservas con las que se cuenta. Lo anterior resultaría de gran beneficio para el área de Planeación, al disponer de cifras más cercanas a la realidad.

Para realizar este tipo de barrenación es necesario tener un plan y estar en estrecho contacto con las áreas de Planeación y Mina y lograr con ello la sinergia necesaria para que no se vea afectado el proceso. En los últimos meses del año 2020, se ha intentado realizar este tipo de barrenación, pero con los tiempos reducidos que tiene disponible la operación, es difícil que el personal de la mina acceda a prestar los bancos importantes por su aporte de mineral, de tal forma que las máquinas de exploración accedan para realizar su trabajo. Por lo anterior, se recomienda que así como se realiza el plan mensual de minado también se realice y comuniquen el plan de barrenación de exploración; de este modo en planeación a Corto Plazo, en donde las zonas de mineral en el modelo son bien conocidas y los resultados de laboratorio, si no son lo esperado, se podría indicar en donde barrenar, logrando con ello que la operación de la Mina pueda adaptar sus equipos a los tiempos y ser más conservador en cuanto al material que se llegará a mover en el mes.

Conforme a los planes de minado que realiza el área de Mediano Plazo y las fases de minado que realiza Largo Plazo, se puede pronosticar la forma en que se va a comportar cada banco; sin embargo, se tienen varios años que no se puede tener un buen ciclo de minado (por el empalme de bancos mencionado con anterioridad). Es por ello que resulta recomendable, que para que no exista el paro de los equipos, se tenga material disponible (material volado) hasta por un mes. En ciertos bancos esto no se ha logrado por lo angostos que son, y la recomendación que se ha dado y que se ha estado realizando consiste en el paro de los equipos para poder barrenar todo el banco, muestrearlo y volarlo. De tal forma que al activar el equipo y conforme se va avanzando, se tengan nuevos resultados y polígonos. Cabe mencionar que es una estrategia complicada y que podría implicar pérdida de dinero por el equipo parado, pero a largo plazo se tendría un mayor beneficio. Esta estrategia sólo aplicaría en lo que se amplían las zonas. En este aspecto también se ha propuesto un cambio de áreas con el contratista, es decir, se ha analizado el comportamiento de los bancos que tiene el contratista y los que tiene Penmont, siendo que los bancos del contratista se volvieron más amplios que los bancos en donde se encuentran los equipos mayores, de ahí que una alternativa consista en intercambiar las áreas pues los equipos del contratista son más pequeños.

Con el modelo de exploración, también se definen los materiales con los que se cuenta y se contemplan en los presupuestos. El proceso metalúrgico que se tienen actualmente es por lixiviación, y la ley que ha estado reportando la planta ha sido muy baja; este factor también se ha acumulado desde el año previo al actual, por lo que se recomienda realizar un estudio de factibilidad para determinar cuánto mineral de sulfuros y/u óxido se espera a futuro para poder, posiblemente, agregar una planta de flotación o algún otro método en el que se tenga mayor recuperación para los sulfuros. Esta propuesta es a

largo plazo pues es entendible lo complejo que puede resultar la inversión en otro proceso teniendo uno bien establecido, además de ser una decisión que no depende directamente del área de planeación a Corto Plazo.

## CONCLUSIONES

La importancia de la redacción de estos informes de actividades profesionales, es que se genera una fuente de información para apoyar a los alumnos de la Carrera de Ingeniería de Minas y Metalurgia en su aprendizaje

La oportunidad laboral brindada por Minera Penmont en el área de Planeación durante prácticamente dos años, ha permitido observar, analizar, escuchar y absorber una gran cantidad de información para percibir la dificultad de que todos los procesos funcionen al 100%. Y, no obstante que se ha logrado la producción en cuanto a onzas vendidas, existen muchas áreas de oportunidad en las cuales es posible mejorar como todas las mencionadas en este trabajo escrito.

Las medidas que se mencionaron han tenido una buena aceptación por parte de las áreas operativas involucradas, principalmente en las reuniones operativas implementadas semanalmente pues el personal está 100% comprometido en las acciones a tomar, es decir, no solo se queda en palabras o escrito en bitácora, si no que si se aplica lo acordado en campo lo cual se ha visto mejorado y lo comprobamos con el seguimiento de los resultados con geología y laboratorio, demostrado con el reporte de Modelo + conocido.

El área de Planeación es uno de los departamentos fundamentales en el proceso y la vida de una mina, pues se tiene una visión de largo alcance a lo que sucede día a día en la operación. Debido a que la planeación siempre tiene que estar un paso adelante ante los contratiempos que se pueden llegar a presentar, todas las demás áreas deberían seguir los planes e instrucciones que se tienen, sin embargo, en la realidad esto no siempre sucede, por lo que se ha estado haciendo énfasis en tener mayor exploración, es decir, tener mayor densidad de barrenos para un conocimiento certero de la mineralización. Con los barrenos cortos (barrenos de producción) al tener una malla más cerrada se tiene certeza de la mineralización que se encuentra ahí y al tener los análisis químicos confirmando la mineralización tenemos fundamentos para justificar los costos de exploración en los bancos de producción el beneficio que tendríamos en la operación como se mencionó anteriormente sería la expedición de datos más cercanos a la realidad.

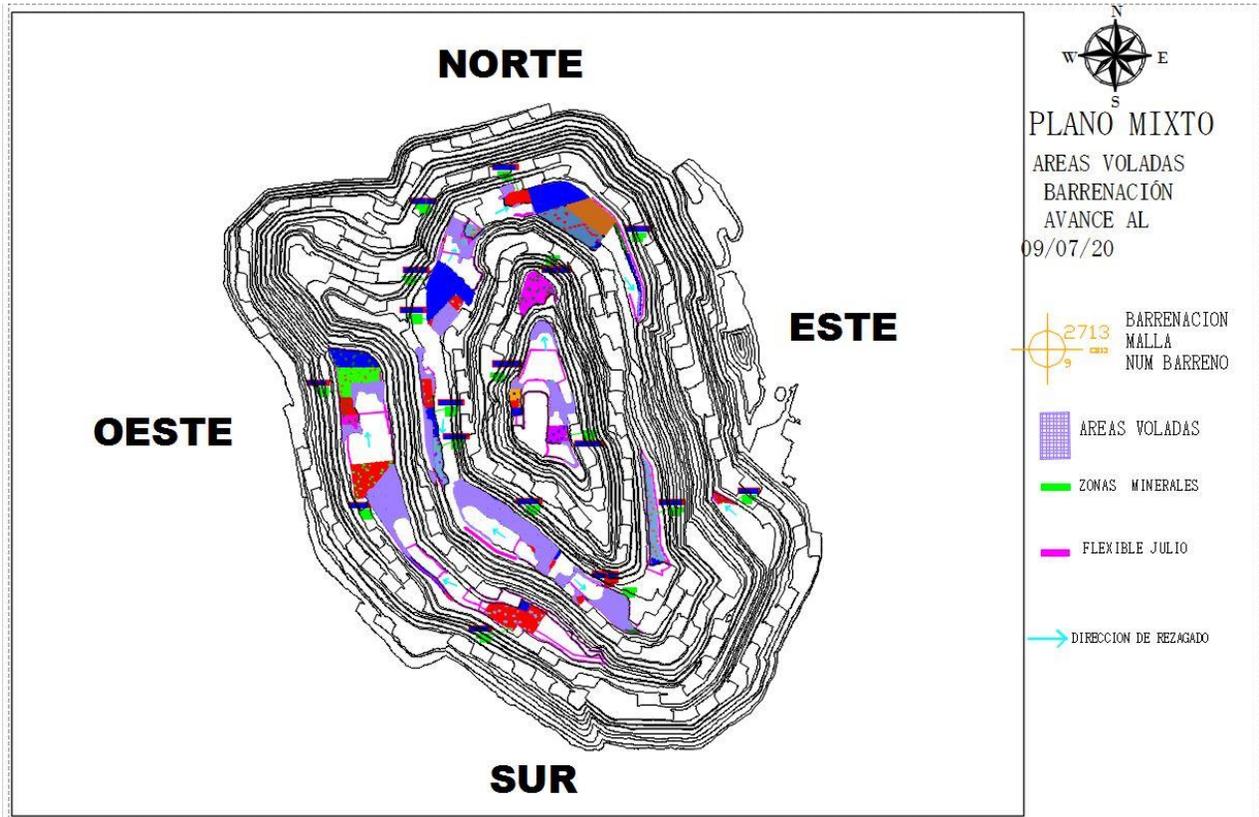
Es importante recalcar la importancia de la preparación y el descapote de áreas. En algún momento de la operación diaria, la mina no le dio la atención necesaria, enfocándose únicamente a la extracción, en donde ya se encontraba descubierto el mineral; esto dio como resultado a corto plazo muy buena producción, venta de onzas y recompensas para el personal con buenas utilidades, pero a largo plazo, es decir, hoy en

día, prácticamente se está realizando el descapote que se dejó de hacer en esos tiempos y provocó las áreas angostas que se tienen en estos momentos, por lo que se tiene la reacción contraria a los “buenos tiempos” como se le escucha llamarse, de ahí la importancia de mantener un equilibrio, una buena relación de descapote y que siga siendo un proceso rentable.

Poco a poco, innovando e implementando nuevas tecnologías, métodos e ideas, es posible mejorar el proceso. Muchas de estas recomendaciones no son fáciles de lograr, ni de un día para otro, y muchas tampoco dependen del área descrita, pero sí es posible, como supervisores, proponer, darse cuenta de las dificultades en la operación, y tener conciencia de la responsabilidad de hacer notar dichas dificultades y proponer nuevos métodos para mejorar, siempre evaluando los puntos a favor y en contra, los análisis de costo-beneficio, y la presentación a la Alta Dirección, quien tomará las mejores decisiones para el proceso en general.

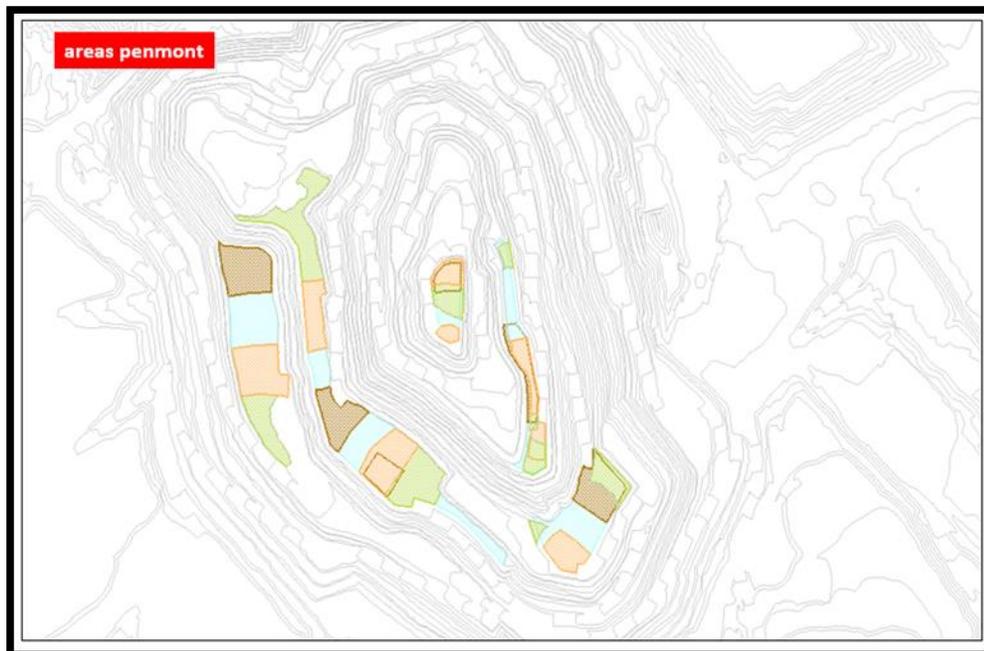
# ANEXOS

## Anexo 1: croquis de frentes de rezagado



## Anexo 2: plan de minado semanal

SEMANTAL PENMONT JUNIO 2019 ( MODELO)										
TOTALES : 45.39 Onzas										
Banco	Total Baja Ley	Au	Total Mineral Patios	Au	Total Mineral PLD	Au	Total Mineral	Au	Tepetate	Total Material
SECOPSA	-	-	-	-	-	-	-	-	669,000	669,000
<b>CTP</b> SEMANA1	31,120	0.219	71,642	0.507	33,977	1.169	105,619	0.720	553,213	658,832
SEMANA2	44,236	0.228	33,370	0.359	5,774	1.741	39,243	0.562	647,874	687,117
SEMANA3	61,554	0.223	107,465	0.463	35,772	1.321	143,237	0.677	549,680	692,917
SEMANA4	74,436	0.219	134,537	0.488	15,539	1.640	150,076	0.608	536,215	686,291
<b>PAT</b> SEMANA1	113,879	0.225	371,660	0.427	115,252	1.339	486,913	0.643	1,678,646	2,165,558
SEMANA2	42,863	0.233	259,534	0.471	128,222	1.363	387,756	0.766	1,757,436	2,145,192
SEMANA3	46,169	0.227	251,262	0.468	124,618	1.164	375,980	0.699	1,870,700	2,246,680
SEMANA4	83,733	0.228	246,631	0.456	84,445	1.780	331,076	0.839	1,877,452	2,056,813
<b>TOTALES :</b>	<b>497,989</b>	<b>0.225</b>	<b>1,476,100</b>	<b>0.457</b>	<b>543,600</b>	<b>1.374</b>	<b>2,019,900</b>	<b>0.699</b>	<b>10,140,215</b>	<b>12,008,400</b>
<b>SULFURO</b>										
gtcomp	497,989	0.225	1,476,100	0.457	543,600	1.374	2,019,900	0.699	177,686	0.404
PPTO (TAJO)	357,700	0.225	1,310,668	0.462	221,500	1.896	1,793,032	0.815	9,851,700	11,644,732
STOCK PLD II					260,864	1.673				
MX NB					30,000	1.600				
MX VALLES					24,000	4.800				
<b>PTTO TOT</b>	<b>357,700</b>	<b>0.225</b>	<b>1,310,668</b>	<b>0.462</b>	<b>536,364</b>	<b>1.901</b>	<b>1,793,032</b>	<b>0.815</b>	<b>9,851,700</b>	<b>11,644,732</b>



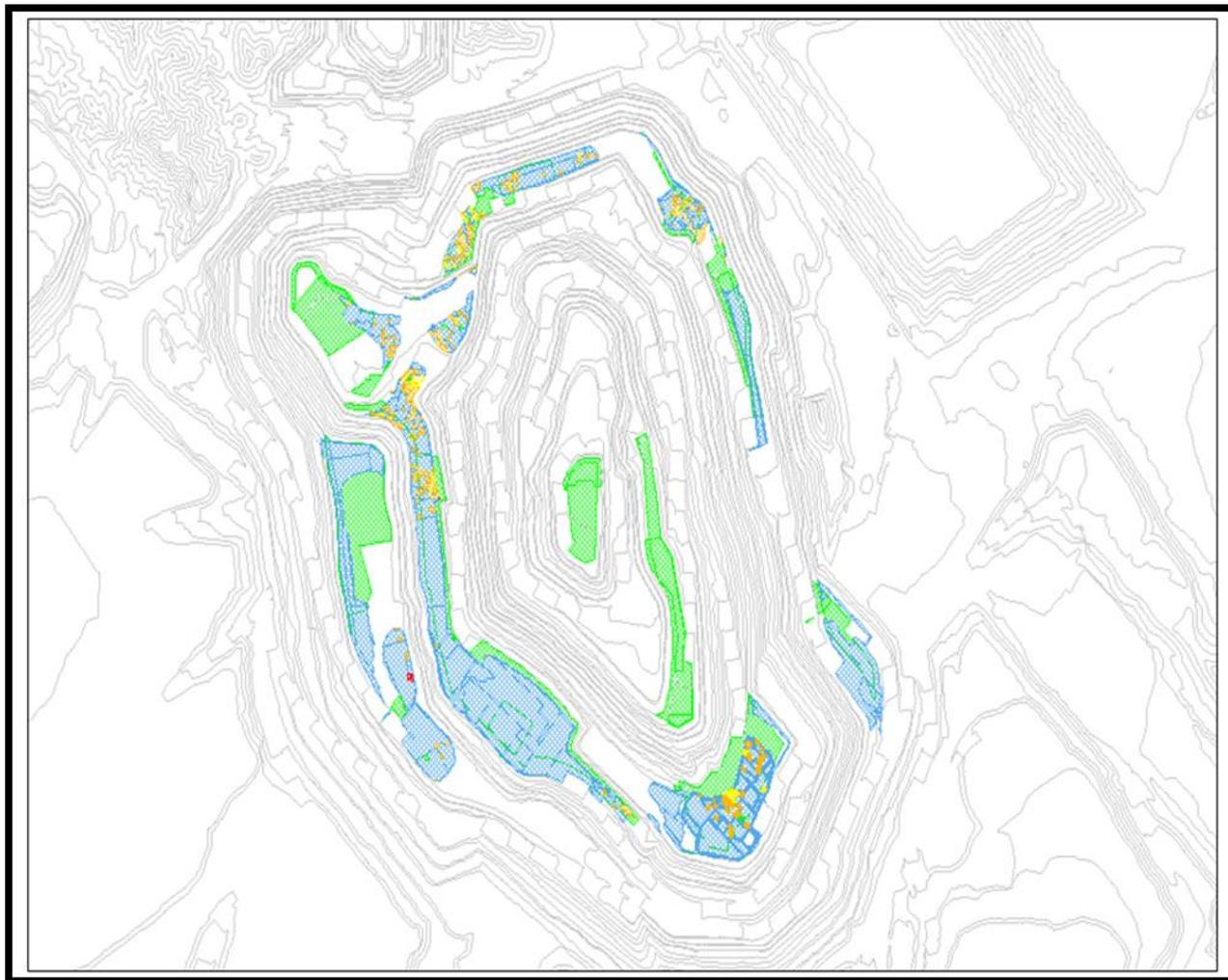


### Anexo 3: reporte conocido + modelo

FLEXIBLE JUNIO 2019 ( CONOCIDO)													
		REAL				31% CONOCIDO				PPTO			
TOTALES :		45.90 Onzas				VS				47.01 Onzas			
Banco	Total Baja Ley	Au	Total Mineral Patios	Au	Total Mineral PLD 1	Au	Total Mineral PLD 2	Au	Total Mineral	Au	Tepetate	Total Material	
48	-	-	127	0.406	-	-	-	-	127	0.406	25,233	25,361	
40	-	-	553	0.600	-	-	-	-	553	0.600	40,207	40,760	
32	-	-	-	-	1	1.833	-	-	1	1.833	3,916	3,918	
24	3,794	0.253	72,760	0.622	2,829	2.437	-	-	75,589	0.690	427,702	503,291	
16	-	-	1,682	0.493	-	-	-	-	1,682	0.493	46,856	48,538	
-8	2,602	0.228	60,306	0.460	417	1.938	4,090	1.209	64,813	0.517	205,140	269,954	
80	-	-	9,949	0.915	-	-	-	-	9,949	0.915	773,345	783,294	
8	4,903	0.243	133,518	0.471	30,744	1.730	8,835	1.455	173,097	0.745	409,591	582,688	
-32	-	-	32,046	0.520	1,976	2.116	-	-	34,022	0.612	237,647	271,669	
-40	1,830	0.218	5,287	0.481	48	2.204	-	-	5,335	0.496	93,451	98,786	
-128	160	0.232	31,565	0.540	4,773	1.035	-	-	36,338	0.605	18,626	54,964	
-136	-	-	82,999	0.553	15,724	1.462	3,018	1.713	101,741	0.728	29,951	131,692	
-144	-	-	1,840	0.503	-	-	-	-	1,840	0.503	13,869	15,709	
-240	9,451	0.265	48,174	0.464	-	-	307	1.680	48,481	0.471	170,341	218,822	
<b>TOTALES :</b>	<b>22,739</b>	<b>0.250</b>	<b>480,805</b>	<b>0.523</b>	<b>56,512</b>	<b>1.648</b>	<b>16,251</b>	<b>1.445</b>	<b>553,568</b>	<b>0.665</b>	<b>2,495,877</b>	<b>3,049,444</b>	
<b>SULF. PADS</b>													
Cut_Reporting	22,739	0.250	480,805	0.523	72,763	1.602	553,568	0.665	26,152	0.480			
Gtcomp	316,229	0.226	1,041,576	0.459	419,604	1.385	1,461,180	0.725	123,550	0.400			
<b>TOTAL</b>	<b>338,968</b>	<b>0.227</b>	<b>1,522,382</b>	<b>0.479</b>	<b>492,367</b>	<b>1.417</b>	<b>2,014,748</b>	<b>0.709</b>	<b>149,703</b>	<b>0.414</b>			
<b>PPTO (TAJO)</b>	<b>357,700</b>	<b>0.225</b>	<b>1,310,668</b>	<b>0.462</b>	<b>221,500</b>	<b>1.896</b>	<b>1,793,032</b>	<b>0.815</b>	<b>9,851,700</b>	<b>11,644,732</b>			
<b>STOCK PLD II</b>					<b>260,864</b>	<b>1.673</b>							
<b>MX NB</b>					<b>30,000</b>	<b>1.600</b>							
<b>MX VALLES</b>					<b>24,000</b>	<b>4.800</b>							
<b>PTTO TOT</b>	<b>357,700</b>	<b>0.225</b>	<b>1,310,668</b>	<b>0.462</b>	<b>536,364</b>	<b>1.901</b>	<b>1,793,032</b>	<b>0.815</b>	<b>9,567,600</b>	<b>11,535,194</b>			

\* Presupuesto plasmado corresponde al 0 + 12

Mineral de las Areas faltantes por conocer:										
Banco	Baja Ley	Ley	Mineral Patios	Ley	Mineral PLD	Ley	Total Mineral	Ley	Total Tepetate	Total Material
104.00	-	-	-	-	-	-	-	-	42,059	214,024
96.00	-	-	-	-	-	-	-	-	47,999	47,999
80.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,186,050	1,186,050
48.00	10,095	0.24	4,652	0.28	-	-	4,652	0.28	254,804	269,551
40.00	13,601	0.22	41,156	0.40	-	-	41,156	0.40	236,891	291,648
24.00	33,412	0.22	115,857	0.47	37,286	1.56	153,144	0.74	188,152	374,708
16.00	-	-	20,840	0.62	-	-	20,840	0.62	186,276	207,115
8.00	19,126	0.23	164,037	0.45	15,160	1.62	179,197	0.55	2,166,990	2,365,313
0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	214,247	214,247
-8.00	478	0.24	35,042	0.49	21,612	1.37	56,653	0.82	80,270	137,401
-16.00	88,351	0.22	14,528	0.39	3,638	1.01	18,166	0.52	449,582	556,098
-32.00	-	-	275	0.38	-	-	275	0.38	11,205	11,480
-40.00	20,066	0.23	108,413	0.54	88,331	1.76	196,743	1.09	895,027	1,111,836
-136.00	37,721	0.22	184,187	0.48	34,910	0.85	219,097	0.54	208,294	465,112
-144.00	59,789	0.23	178,906	0.46	79,532	1.56	258,438	0.80	222,809	541,036
-240.00	1,971	0.29	74,149	0.40	5,920	0.62	80,069	0.42	48,524	130,564
-248.00	31,620	0.24	99,535	0.39	133,215	1.15	232,750	0.82	154,642	419,012
<b>TOTALES :</b>	<b>316,229</b>	<b>0.23</b>	<b>1,041,576</b>	<b>0.46</b>	<b>419,604</b>	<b>1.39</b>	<b>1,461,180</b>	<b>0.73</b>	<b>6,593,820</b>	<b>8,543,194</b>



Anexo 4: reporte de producción

<b>MATERIAL REZAGADO AL : 17/07/2019</b>					
<b>CONSTRUPLAN</b>					
GTMPLY: For La Herradura mine					
Mining Polygon Grade/Tonnage Reporting from Flat File Database					
3JUL19_8E edit shape...					
<b>Report #22: Baja Ley &gt;=0.20 g/t</b>					
BENCH	TONNAGE	AUVS METAL	AUVS GRD	BENCH	ZONA
Total	0	0	0	Total	
<b>Report #25: Mineral Patios &gt;=0.30 g/t SEND TO PADS</b>					
BENCH	TONNAGE	AUVS METAL	AUVS GRD	BENCH	ZONA
Total	0	0	0	Total	
<b>Report #26: Mineral Extremo &gt;=1.5 g/t SEND TO MILL PLD1</b>					
BENCH	TONNAGE	AUVS METAL	AUVS GRD	BENCH	ZONA
Total	0	0	0	Total	
<b>Report #27: Mineral Extremo &gt;=1.5 g/t SEND TO MILL PLD2</b>					
BENCH	TONNAGE	AUVS METAL	AUVS GRD	BENCH	ZONA
Total	0	0	0	Total	
<b>Report #28: Total Mineral &gt;=0.30 g/t</b>					
BENCH	TONNAGE	AUVS METAL	AUVS GRD	BENCH	ZONA
Total	0	0	0	Total	
<b>Report #29: Total Material</b>					
BENCH	TONNAGE	AUVS METAL	AUVS GRD	BENCH	ZONA
104	59,296	1,186	0.020	104	
96	430,346	9,634	0.022	96	
Total	489,642	10,820	0.022	Total	

## Anexo 5: proyección al cierre de mes

Banco	BAJA LEY	Au	MINERAL PAD	Au	MINERAL PLD	Au	TOT MIN	Au	TEP	TOT MAT+ REM
ZAGO19_RE	9,256	0.231	419,376	0.529	75,904	2.575	495,280	0.843	3,161,781	3,657,061
Proyección	4,396	0.256	418,721	0.515	72,524	1.990	491,244	0.733	2,638,515	3,129,759
Cierre	13,651.68	0.239	838,096	0.522	148,428	2.289	986,524.04	0.788	5,800,296.56	6,786,821

PROYECCIÓN AGOSTO 2019 ( CONOCIDO)												
TOTALES : 45.913 Onzas REAL VS 41.34 Onzas 54% CONOCIDO PPTO												
Banco	Total Baja Ley	Au	Total Mineral Padios	Au	Total Mineral PLD 1	Au	Total Mineral PLD 2	Au	Total Mineral	Au	Tepetate	Total Material
32	-	-	1,948	0.424	-	-	-	-	1,948	0.424	7,845	9,793
16	-	-	83,163	0.594	15,454	2.169	-	-	98,617	0.841	40,846	139,463
8	628	0.236	871	0.589	2	1.429	-	-	873	0.591	37,489	38,362
0	1,346	0.249	25,677	0.379	-	-	-	-	25,677	0.379	115,876	141,553
-16	-	-	2,489	0.423	719	1.102	-	-	3,208	0.575	14,132	17,340
-24	-	-	56,662	0.439	-	-	-	-	56,662	0.439	101,440	158,103
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	289,112	289,112
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357,311	357,311
64	-	-	556	0.409	-	-	-	-	556	0.409	404,407	404,963
-8	1,579	0.280	123,074	0.485	13,929	1.859	-	-	137,004	0.625	969,890	1,106,893
-56	625	0.248	69,786	0.591	34,114	2.086	7,992	1,533	111,892	1.114	214,032	325,924
-152	-	-	48,658	0.504	48	1.473	-	-	48,706	0.505	76,575	125,281
-160	218	0.210	5,837	0.617	265	2.367	-	-	6,102	0.693	9,559	15,661
TOTALES :	4,396	0.256	418,721	0.515	64,532	2,047	7,992	1,533	491,244	0.733	2,638,515	3,129,759

SULF PADS												
Cut_Reporting	13,652	0.239	838,096	0.522	148,428	2.289	986,524	0.788				
Gtcomp	391,507	0.221	791,770	0.434	204,395	1.502	996,165	0.653	11,517	0.627		
TOTAL	405,158	0.221	1,629,866	0.479	352,822	1.833	1,982,689	0.720	11,517	0.627		

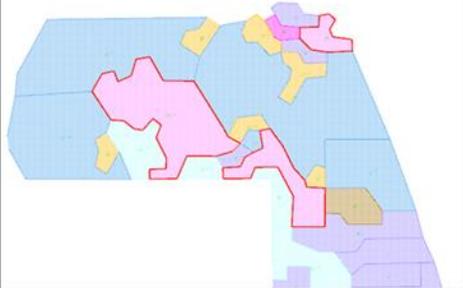
  

PPTO (TAJO)	420,600	0.223	1,462,734	0.432	231,000	1.766	1,841,612	0.698	9,668,700	11,510,312		
STOCK PLD II					147,878	1.665						
MX NB					30,000	2.500						
MX VALLES					24,000	4.500						
PPTO TOT	420,600	0.223	1,462,734	0.432	432,878	1.934	1,841,612	0.698	9,668,700	11,510,312		

\* Presupuesto plasmado corresponde al 0+12

## Anexo 6: formato de liberación por modelo y/o eliminación de polígonos.

		MINERA PENMONT S. DE R.L. DE C.V.		
<p>Se hace constar que los poligonos siguientes fueron eliminados el día <b>10 de abril del 2020</b>, debido a un error al procesarlos en el sistema Minestar.</p>				
BANCO	POLIGONO	TIPO DE MATERIAL	TONELAJE (TON)	LEY
-224	233	MAS	30,935.08	0.578
-224	231	MAS	11,817.34	0.585
-224	239	MAS	4,325.20	0.625
<hr/> Gerencia de unidad Ing. Arturo Arredondo		<hr/> Ing. Martin Rochin Superintendente de Operaciones		<hr/> Ing. Salvador Flores Lider Mina
<hr/> Ing. Fatima Rendon Lider Planeacion		<hr/> Ing. Carlos Rodriguez Asesor corto plazo		<hr/> Ing. Pamela Briones Ing. Daniel Ortiz Facilitador Ore control
<hr/> Ing. Mariel Marquez Asesor Minestar				





## REFERENCIAS

- *CAMIMEX*. (2016). Obtenido de [https://camimex.org.mx/index.php/mapa\\_nacional/](https://camimex.org.mx/index.php/mapa_nacional/). (s.f.).
- [https://camimex.org.mx/index.php/mapa\\_nacional/](https://camimex.org.mx/index.php/mapa_nacional/). (s.f.).
- *INEGI*. (Septiembre de 2019). Obtenido de INEGI, Estadística Mensual de la Industria Minerometalúrgica.: <https://www.inegi.org.mx/temas/mineria/>
- *Portal Fresnillo*. (Diciembre de 2019). Obtenido de [http://ponprweb.siteplata.penoles:7777/PortalFresnillo/faces/pages\\_UnidadesMineras/Page\\_ec0c89d\\_1396e4aa274\\_\\_7fc3?\\_adf.ctrl-state=19y8tsp2cx\\_4&\\_afLoop=965761235890492](http://ponprweb.siteplata.penoles:7777/PortalFresnillo/faces/pages_UnidadesMineras/Page_ec0c89d_1396e4aa274__7fc3?_adf.ctrl-state=19y8tsp2cx_4&_afLoop=965761235890492)

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Principales minerales en México ( (CAMIMEX, 2016) .....	4
Ilustración 2: Principales productores de oro en México (INEGI, 2019) .....	4
Ilustración 3: Ubicación de la Mina "La Herradura" (Portal Fresnillo, 2019) .....	6
Ilustración 4: Departamentos Involucrados en el Proceso de Minado .....	9
Ilustración 5: Polígonos Económicos.....	11
Ilustración 6: División de las Áreas de Planeación.....	12
Ilustración 7: Ejemplo del “plan flexible” mensual .....	15
Ilustración 8: Imagen que muestra un caso de resultados incompletos .....	17