

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO DEL PROCESO DE PLANEACIÓN,
EJECUCIÓN Y CONTROL DENTRO DEL ÁREA DE
PLANEACIÓN DE MINERA LA CIÉNEGA DE
FRESNILLO PLC.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA

P R E S E N T A

TOLEDO CASTILLO HÉCTOR IVÁN



Director de Tesis: Ing. Mauricio Mazari Hiriart

México D.F., 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A mis padres, Héctor y Ana quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento de mi vida, quienes gracias a su amor, paciencia y confianza y todo el esfuerzo y sacrificios que hicieron para alcanzar este objetivo y el haber logrado llegar a donde estoy, impulsándome día a día por lo cual estaré eternamente agradecido.

A mis hermanos: Ulises y Ángel que siempre estuvieron al pendiente de mis logros.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la Facultad de Ingeniería y a todos los profesores que me brindaron sus conocimientos, experiencias y consejos que han sido parte fundamental en mi desarrollo profesional.

A la Empresa en donde me dio la oportunidad de iniciar mi carrera laboral, Minera Mexicana la Ciénega y a todos los Ingenieros que enseñaron y compartieron sus experiencias a lo largo de estos años.

A Selene, mi compañera de camino en la vida. Gracias por el apoyo de iniciar nuevos ciclos en la vida.

Y a todas aquellas personas que formaron y siguen formando parte de mi vida.

INDICE

Introducción	7
Capítulo I. Aspectos Generales.	9
1.1 Planteamiento del problema.	9
1.2 Objetivos de la investigación.	9
1.3 Pregunta de investigación.	10
1.4 Hipótesis.	10
1.5 Justificación.	11
1.6 Antecedentes de la minería en México.	11
1.7 Antecedentes Históricos de la Unidad Minera La Ciénega.	13
1.8 Localización y vías de comunicación.	14
1.9 Clima y Vegetación.	15
Capitulo II. Descripción Geológica.	16
II.1 Geología: características, interpretación del yacimiento y recursos minerales.	16
II.2 Fisiografía y geomorfología.	17
II.3 Estratigrafía.	18
II.4 Geología Estructural.	19
II.5 Mineralización y Texturas.	21
II.6 Estructuras Mineralizadas.	22

II.7 Cálculo de Estimación de Recursos.	25
Capitulo III. Planeación y Diseño de Minas Subterráneas.	33
III.1 Proceso de Planeación.	33
III.2 Estimación de Recursos y Reservas de Mineral.	36
III.3 Gestión de la Planeación en Unidad Minera La Ciénega.	49
III.4 Diseño de obras a mineras subterráneas.	54
III.5 Mecánica de rocas.	59
III.6 Presupuesto desarrollo de corto plazo.	66
III.7 Presupuesto desarrollo de mediano plazo.	67
Capitulo IV. Evaluación Financiera.	70
IV.1 Formulación del presupuesto.	70
IV.2 Costos por metro lineal de obra minera.	70
IV.3 Definición del presupuesto de desarrollo y producción.	75
IV. 4 Definición del presupuesto total de producción.	81
Conclusiones y Recomendaciones.	84
Bibliografía	86

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1 Historial de cotizaciones para Fresnillo PLC.	35
Tabla No. 2 Conciliación de mineral modelado y mineral extraído.	47
Tabla No. 3 Valores unitarios NSR.	49
Tabla No. 4 Planeación de producción diaria.	62
Tabla No. 5 Rebajes en producción.	64
Tabla No.6 Rebajes en preparación.	65
Tabla No.7 Presupuesto anual de desarrollo.	70
Tabla No.8 Secciones de obra minera.	72
Tabla No.9 Desglose por conceptos en el metro lineal.	72
Tabla No. 10 Tabla de insumos.	73
Tabla No.11 Tabla de mano de obra	74
Tabla No.12 Equipo para desarrollo.	74
Tabla No.13 Producción de contenidos de oro y plata “7+5” (2013) vs 2014.	76
Tabla No.14 Presupuesto de capital humano.	78
Tabla No.15 Presupuesto de insumos por tonelada.	79
Tabla No. 16 Presupuesto de contratista de desarrollo por actividad.	81
Tabla No. 17 Resumen de presupuesto de contratistas.	82

LISTA DE FIGURAS

Figura No.1 Histórico comportamiento de producción y reservas.	14
Figura No.2 Localización de la unidad minera.	15
Figura No.3 Fisiografía de la unidad minera.	18
Figura No.4 Estratigrafía de la unidad minera.	21
Figura No.5 Estructuras mineralizadas de la unidad minera.	23
Figura No.6 Distribución de estructuras mineralizadas de la unidad minera.	24
Figura No.7 Etapas de identificación del mineral	25
Figura No.8 Definición de recursos y reservas.	25
Figura No.9 Proceso de estimación de recursos minerales.	26
Figura No.10 Recursos totales en veta Taspana.	31
Figura No.11 Distribución de los recursos por áreas.	32
Figura No.12 Importancia de la planeación.	33
Figura No.13 Comportamiento de leyes de oro y plata de La Ciénega.	34
Figura No.14 Block en 3 dimensiones.	38
Figura No.15 Modelo de Incrementos.	39
Figura No.16 Cálculo de ley de corte.	40
Figura No.17 Tabla para determinar mineral económico.	41
Figura No.18 Modelo de recursos.	42
Figura No.19 Parámetros geológicos.	43
Figura No.20 Tamaño de los bloques de celda.	44

Figura No.21 Creación de polígono	45
Figura No.22 Identificación de bloques.	46
Figura No.23 Conciliación de modelos de bloques.	47
Figura No.24 Resumen de reservas	49
Figura No.25 Proceso de planeación	50
Figura No.26 Consideraciones en el proceso de planeación.	50
Figura No.27 entorno en el proceso de planeación.	51
Figura No.28 Clasificación de las reservas por áreas.	52
Figura No.29 Histórico de molienda.	53
Figura No.30 Producción de onzas equivalentes.	53
Figura No.31 Costo de ventas totales.	54
Figura No.32 Esquema de mina subterránea.	58
Figura No.33 Sección longitudinal de un rebaje en producción	62
Figura No.34 Cálculo de la ley media de un rebaje	63
Figura No.35 Rebajes en producción.	64
Figura No.36 Rebajes en preparación.	65
Figura No.37 Modelo de reservas.	67
Figura No.38 Planeación de preparación y producción de veta Casas.	69
Figura No.39 Presupuesto de desarrollo.	77
Figura No. 40 Presupuesto de exploración y contrapozos Robbins	78

Introducción

Cuando se inicia la vida profesional hay que enfrentar una serie de obstáculos, empezando por la fuerte competencia y la falta de experiencia. Pero contando con una buena formación académica, el apoyo de personas con experiencia de diferentes especialidades, los problemas que se llegan a presentar, así como la forma de solucionarlos se van adquiriendo mayores responsabilidades que permiten conseguir mejores puestos y a la vez enfrentar nuevos retos, y lograr un mayor conocimiento profesional del mundo.

El presente documento se enfoca en describir el proceso de planeación de una mina subterránea, dentro de la Unidad Minera Mexicana La Ciénega, perteneciente al grupo de Fresnillo PLC, ubicada en el Municipio de Santiago Papasquiaro, Estado de Durango; dedicada a la exploración, extracción y beneficio de minerales de oro y plata.

En la actualidad la planeación de minas es impredecible para lograr una eficiencia operativa que se vea reflejada en la reducción de costos y por ende en la maximización de los recursos económicos, humanos y materiales.

Dicho documento inicia con el Capítulo I en el cual se aborda los aspectos generales de Minera Mexicana La Ciénega; el cual incluye los objetivos generales y específicos del trabajo, la justificación y una breve historia de las operaciones de la empresa.

Dentro del Capítulo II se describe la geología de la región, incluyendo el conocimiento de su fisiografía, geomorfología, estratigrafía, geología estructural así como las características de las estructuras mineralizadas, para de ahí partir con el

proceso del cálculo y reporte de los recursos y reservas minerales, incluyéndose todas las fases necesarias para la obtención del volumen de recursos medidos, indicados e inferidos con leyes de oro, plata, plomo y zinc.

Una vez que se cuenta con la información del cálculo de recursos, se inicia el proceso de cálculo de reservas; tal proceso permite convertir los recursos a reservas adicionándole los parámetros de la operación que permitan saber la cantidad y calidad del mineral que serán enviados a la planta de beneficio.

El Capítulo III se enfoca en la planeación, diseño y construcción de las obras mineras necesarias, con el objetivo de contar con áreas preparadas de acuerdo a las necesidades operativas. Finalmente se aborda el tema de los presupuestos de producción, los cuales permiten el desarrollo de una operación eficiente y al menor costo.

Por último, el Capítulo IV se refiere a la evaluación financiera, la cual permite definir con exactitud el costo requerido para producir y beneficiar una tonelada de mineral, definiéndose para ello las estrategias que permitan afrontar la volatilidad de los metales y tener un negocio estable y competitivo.

Como parte final del presente documento se definen las conclusiones correspondientes en base al análisis realizado, en las cuales se determina si la hipótesis previamente planteada se cumple; así mismo se definieron ciertas áreas de oportunidad específicas que de igual manera contribuyen en la minimización de costos.

Por lo anterior, tal investigación representa una guía metodológica que brinda los elementos y herramientas necesarias para la implementación de una administración eficaz y estandarizada de los recursos, bajo la perspectiva de diversos factores tales como el alcance, el tiempo, los costos y riesgos, por citar algunos de ellos.

Capítulo I. Aspectos Generales

I.1 Planteamiento del problema

Debido al agotamiento progresivo de los recursos minerales más superficiales la explotación de depósitos minerales profundos requiere la utilización de técnicas de excavaciones subterráneas, seguras y rentables. En la actualidad diversas empresas mineras del mundo están desarrollando nuevos proyectos, que se emplazarán a niveles más profundos de los ya existentes. Ello hace necesario idear una estrategia hacia el desarrollo de conocimiento orientado , por una parte, a transformar el recurso geológico en la mejor oferta productiva sujeta a los objetivos estratégicos delineados por los accionistas y la sociedad y, por otra parte, a conocer los procesos mineros que constituyen la característica distintiva de los métodos subterráneos, como también, el diseño y las técnicas de extracción en minería selectiva, junto con los procedimientos y metodologías que faciliten al planificador minero un entendimiento más acabado del enlace entre la caracterización geo metalúrgica de los yacimientos y la captura de valor económico.

Esta investigación se desprende de determinar con exactitud el costo unitario de producción a partir del análisis de cada una de las variables involucradas en la operación minera, que permita a la Unidad Minera La Ciénega la optimización de sus recursos económicos a partir de una planeación y evaluación económica eficiente.

I.2 Objetivos de la investigación

Objetivo General: Implementar de una metodología en materia de planeación de minas, que permita mantener y elevar los estándares de operación, así como el control y la optimización de los recursos económicos dentro de una operación minera.

Objetivos Particulares:

- Definir el diseño de modelamientos de reservas.
- Desarrollar y preparar las obras para la extracción del yacimiento.
- Determinar la planeación de producción a corto, mediano y largo plazo.
- Definir y evaluar el costo unitario de producción.

I.3 Pregunta de investigación

A partir de la investigación se pretende responder al siguiente cuestionamiento:

¿La definición exacta del costo de producción unitario contribuye a una real y efectiva optimización de los recursos económicos?

I.4 Hipótesis

De acuerdo con la interrogante puntualizada en la investigación se define la siguiente hipótesis:

H₁: Una información sólida y real que conforma el costo de producción unitario permite coadyuvar a la optimización de los recursos económicos.

H₀: Una información sólida y real que conforma el costo de producción unitario no coadyuva a la optimización de los recursos económicos.

I.5 Justificación

Actualmente la variación en las cotizaciones de los metales y el crecimiento de los mercados mundiales de comercialización de minerales, especialmente los relacionados con los metales preciosos (oro y plata) existe una expectativa alta para producir el mayor contenido de metal al menor costo.

Con base en una expectativa de negocios sólida y con la visión de lograr mantener a Minera Mexicana La Ciénega como una empresa rentable del Grupo de Fresnillo PLC, surge la necesidad de implementar por parte de un profesional en minas una metodología que permita planear, ejecutar y controlar las variables involucradas en la operación minera: valor del mineral, índice de reservas, cotizaciones de los metales, así como los diferentes costos de operación.

Así mismo, en que la Unidad Minera requiere un adecuado y estricto control de la ejecución de cada uno de sus proyectos en operación, implica necesariamente una planeación cuidadosa de los principales elementos de alcance: producción de oro y plata, tiempo y costos. Adicionalmente, por la propia naturaleza de las actividades que se realizan, tal planeación exige un seguimiento y control de los diferentes riesgos de operación, puesto que ello permite el desarrollo de las actividades bajo una atmosfera segura y eficiente.

I.6 Antecedentes de la minería en México

El origen de la minería se remonta a la antigüedad y sería muy riesgoso precisarlo, ya que se puede incurrir en errores y posiblemente presentarse información equivocada. Por otra parte, un ramo como el de la minería tan inestable y desconocido, tiene que ser constantemente observado puesto que los datos obtenidos en una época determinada, pierden su valor unos años más tarde en virtud de la información nueva que viene a reemplazarlos.

Cuando se extraen los recursos minerales estos no se renuevan, por esta razón la minería es una actividad que se maneja con responsabilidad y tecnología para lograr el mayor aprovechamiento de estos recursos escasos. Para lograr este mayor aprovechamiento las empresas mineras tienen como objetivo principal el conseguir la óptima extracción de las reservas minerales con el mayor beneficio económico y con la máxima seguridad.

El desarrollo de una actividad minera tiene dos etapas previas a la explotación, la primera es la búsqueda del recurso mineral que depende de factores técnicos, económicos y de la naturaleza, por tal razón las evaluaciones preliminares muchas veces conducen a evaluar zonas no importantes como para desarrollar un proyecto minero. Además, el negocio minero no solamente consiste en ubicar un depósito mineral sino llegar a determinar en una segunda etapa que éste sea económicamente explotable, a partir de una evaluación basada en factores endógenos: calidad del mineral, cantidad del mineral, capital disponible, tecnología a emplear, etc., así como de factores exógenos: precios de los metales, política tributaria, marco legal, etc.

La minería en México, ha representado a lo largo de la historia una importante actividad tradicional, ya que antes de la llegada de los españoles, los mineros nativos trabajaron una variedad de depósitos en el país. A partir del año de 1993 cuando se modificó la Ley Minera de 1962, tal actividad económica se abrió a las empresas extranjeras en áreas previamente reservadas al capital nacional, eliminándose la exigencia de que las inversiones de esta naturaleza en la minería estuvieran asociadas con inversión nacional.

Otro cambio de suma trascendencia, fue el carácter de actividad prioritaria que se le asignó a la exploración, explotación y beneficio de los minerales sobre cualquier otro tipo de uso de suelo; puesto que se consideró a la minería como una actividad preferente, sobre otro tipo de actividades económicas (agricultura, silvicultura, ganadería, pesca, turismo, etc.).

I.7 Antecedentes Históricos de la Unidad Minera La Ciénega

En 1971 inician las actividades preliminares de exploración, descubriendo la estructura mineralizada Ciénega. Posteriores programas de barrenación a diamante, mapeos e investigaciones geológicas y desarrollos sobre la estructura de la Ciénega, se accede al clavo El Carmen con valor económico en plata, disponiendo en 1984 de recursos minerales por 970,000 toneladas que por el bajo precio de la plata y tonelaje no justifica el proyecto.

A partir de 1988 se detectan los clavos: Bonanza, Jessica y Centenario, con valores de oro, autorizando en 1989 la construcción de Minera Mexicana La Ciénega con recursos minerales de 5'097,295 ton, dando origen al nacimiento de la "Primera mina de oro" de Peñoles.

En 1994 inician las actividades operativas con capacidad de beneficio de 300,000 toneladas anuales. En 1998 y 2005 primer y segundo crecimiento a 500,000 y 700,000 toneladas anuales respectivamente. En 2007 se creció a 740,000 y el más reciente incremento arrancó en junio del 2011 teniendo como objetivo moler 2,950 toneladas por día, es decir 970,000 toneladas anuales.

Desde 1994 al cierre del 2013 se han beneficiado 12'489,858 toneladas y se disponen reservas por 26'708,909 toneladas equivalentes a 20 años de operación.

Figura No.1.

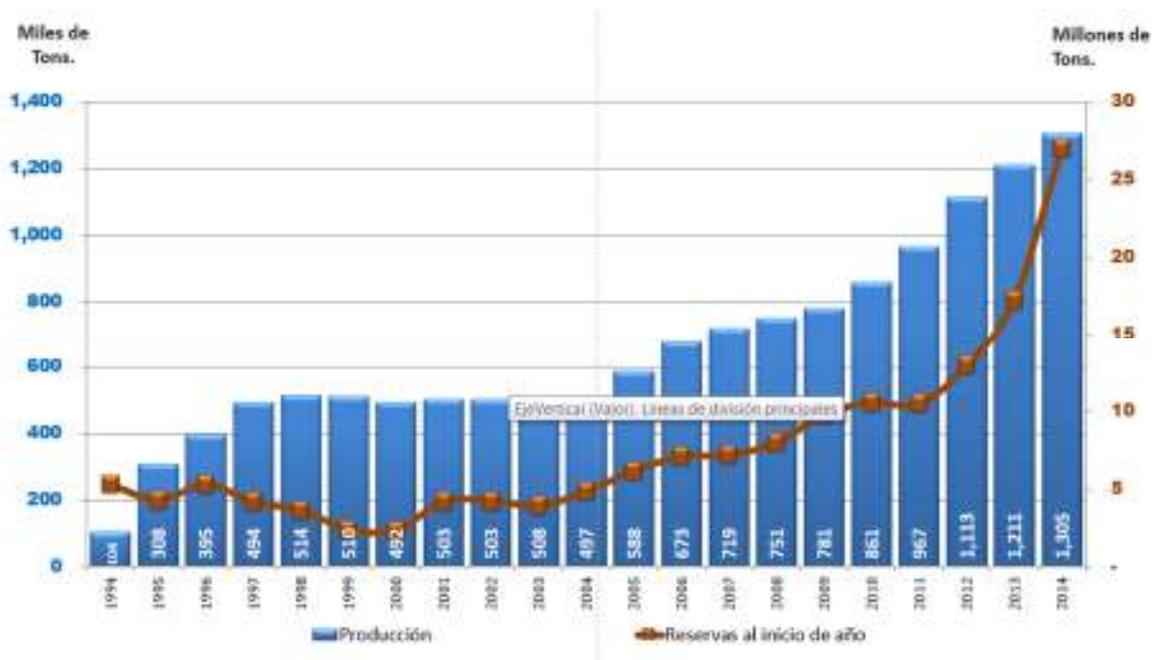


Figura No. 1 Histórico comportamiento de producción y reservas.

I.8 Localización y vías de comunicación

La Ciénega se localiza en el extremo NW del estado de Durango, en el municipio de Santiago Papasquiario, a 190 km. en línea recta de la ciudad de Durango, capital del estado. Se ubica en las coordenadas geográficas el paralelo 25° 01' 01" de latitud Norte, y el meridiano 106° 19' 00" de longitud Oeste de Greenwich.

El acceso por vía terrestre desde la ciudad de Durango se encuentra a 326 km por la carretera pavimentada No. 45, hasta el entronque con la carretera No. 39. Esta última, conduce al poblado de "Santiago Papasquiario", continuando en la desviación a Topia hasta llegar a la población de Ciénega de Nuestra Señora, encontrándose a 7 Km la Unidad Minera por un camino de terracería. Las altitudes en la unidad, tomando como punto de referencia la colonia habitacional son de 2,450 m.s.n.m. y la entrada al socavón El Carmen con elevación de 2,430 m.s.n.m.

Además se cuenta con una pista de aterrizaje de 1,200 m. de longitud en el poblado Ciénega de Nuestra Señora. El tiempo de vuelo a partir de la Cd. de Durango es de 1 hora, y de 1.30 horas saliendo de la ciudad de Torreón. Figura No.2.



Figura No.2 Localización de la unidad minera.

I.9 Clima y Vegetación

El clima en la región es, de acuerdo a la clasificación de Koppen, como semi-húmedo, templado y frío con lluvias de verano, con precipitación anual promedio de 1,511 m.m. Teniéndose una temperatura promedio anual de 12° C. Gran parte del año se presentan temperaturas bajo cero y nevadas invernales. La vegetación es predominantemente conformada por bosques de coníferas y latifoliadas representadas por pino, encino, madroño y otros géneros.

Capítulo II. Descripción geológica.

II.1 Geología: características, interpretación del yacimiento y recursos minerales.

La importancia de conocer la geología del yacimiento de La Ciénega, es necesaria y fundamental para el diseño de una mina, sin ella solo se podrían hacer intentos y con seguridad el resultado no sería exacto. Lo mismo puede suceder si es que la información geológica no es correcta o está equivocada, esto pudiese suceder si la barrenación de diamante (BDD) tiene una gran variación o la interpretación no es la óptima.

Dentro de la Unidad Minera La Ciénega, se trabaja como con el **Código JORC** (The Joint Ore Reserves Commite), el cual tiene por objetivo establecer la forma de calcular y reportar los recursos y reservas.

El “Código JORC”, regula los estándares que permitan que la información sea confiable, pública y reconocida en las bolsas de valores del mundo, el cual se rige bajo los siguientes principios:

Transparencia: Se refiere a que la información que sea recibida y su presentación deben ser clara y no ambigua, con el fin de entender el informe y no ser distorsionado.

Materialidad: La información que los inversionistas y sus asesores profesionales podrían necesitar debe ser lo suficientemente razonable con el fin de hacer un juicio razonado y equilibrado con respecto a la mineralización que se está informando.

Competencia: La base en el trabajo de una persona responsable, debidamente calificada y con experiencia, que está sujeta y regida por un código de ética profesional.

Trazabilidad: Toda la información debe analizarse a través de algún software que permita seguirla en el proceso y asegurar que es información verídica, no alterada y en donde se conoce palmo a palmo su procedencia.

Repetitividad: En los mapas del proceso que se llevan a cabo, los procedimientos, las bases de datos de toda la información, así como una descripción de los métodos de interpolación y estimación utilizados; lo que le permita a los auditores repetir toda la secuencia paso a paso y llevar a resultados similares.

II.2 Fisiografía y geomorfología.

La Ciénega y sus minas adjuntas (San Ramón y Cebollitas) quedan comprendidos en el límite de la Subprovincia de Alta Meseta Volcánica y de zona de barrancas, las cuales forman parte de la provincia de la Sierra Madre Occidental, caracterizándose por una topografía muy abrupta.

La Subprovincia de Alta Meseta Volcánica está formada por una extensa planicie afectada por grabens y fallas normales los cuales modelan y enmascaran su comportamiento pseudo-horizontal. El borde oriental de la sierra varía gradualmente hacia la provincia de cuencas y sierras, en tanto que el borde occidental (área de distrito) tiene una terminación abrupta con fallas normales de grandes desplazamientos y zonas de profundas barrancas. Está compuesta por dos importantes secuencias ígneas, cuyo contacto marca un periodo intermedio de calma volcánica. La secuencia más antigua la forman rocas volcánicas, principalmente intermedias, cuerpos ígneos cuyas edades varían entre 100 y 45 millones de años. La más reciente está integrada por ignimbritas riodacíticas en posición generalmente horizontal, o ligeramente inclinada y con edades que varían entre 34 y 27 millones de años.

Al noroeste el relieve es montañoso, drenaje primario anguloso, abierto, poco denso y controlado por fallas. El drenaje secundario anguloso poco acentuado. Terreno poco erosionado debido a la protección de la vegetación. Hacia el suroeste “región de las quebradas” relieve abrupto, drenaje primario dendrítico bien integrado, los ríos corren tramos continuos sobre fallas muy largas. El drenaje secundario de barrancas profundas con causes subparalelos al cause principal. Figura No.3.

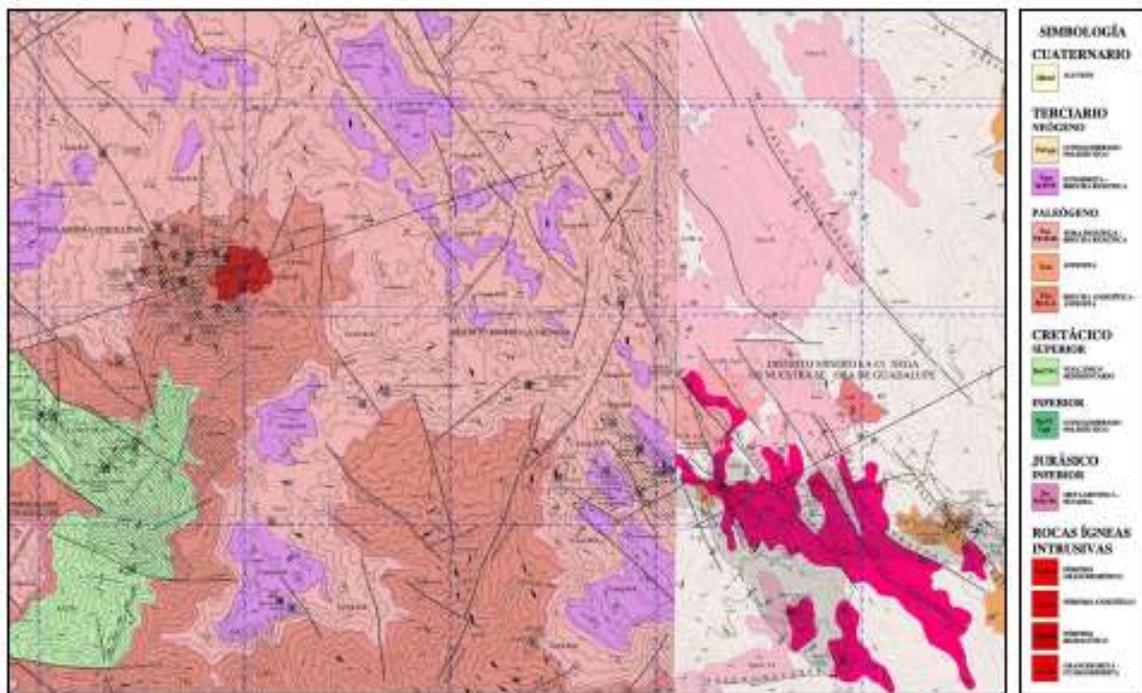


Figura No.3 Fisiografía de la unidad minera.

II.3 Estratigrafía.

Las rocas predominantes de la Ciénega son volcánicas de Edad Terciaria y la composición varia de andesítica a riolítica, mostrando un echado con tendencia hacia el SW. Este paquete volcánico ha sido dividido en dos grupos grandes; debido a sus características, se han denominado: Grupo Volcánico Inferior y Grupo Volcánico Superior.

En el área de Ciénega incluye sistemas de estructuras mineralizadas con rumbo medio al NW 25° con echado generalmente al SW y 75° de intensidad. Consisten en contactos litológicos reactivados, fallas y diques de composición riolítica que albergan vetas, stockworks y brechas de relleno con mineralización auroargentífera y metales básicos subordinados. Normalmente la mineralización económica presenta espesores menores a un metro y se emplazó en tres pulsos hidrotermales principales, el primero consiste de cuarzo blanco, adularia, polibasita y electrum, el segundo de cuarzo bandeado, galena, polibasita, esfalerita y menor calcita, el tercero de cuarzo bandeado colofome, hematita, electrum y polibasita.

II.4 Geología Estructural.

Las estructuras mineralizadas están controladas por un lineamiento estructural de dimensiones regionales. Prácticamente constituye el límite entre la parte dorsal y la subprovincia de barrancas de la Sierra Madre Occidental. Localmente se comporta como una falla normal buzante al SW con 75° que aloja intermitentemente diques riolíticos de textura porfírica, brechas de falla y mineralización epitermal.

Las rocas volcánicas de edad Terciaria forman parte del gran campo volcánico de la Sierra Madre Occidental con edades que van desde el Paleoceno-Eoceno de composición predominantemente andesítica hasta las de composición riodacítica a riolítica de edad Oligoceno- Mioceno. Este paquete de rocas se ha dividido en dos grandes grupos, de acuerdo a sus características geológicas y radiométricas; éstas se han denominado como: Grupo Volcánico Inferior y Grupo Volcánico Superior.

El Grupo Volcánico inferior localmente está dividido en dos unidades, la primera y que constituye la base de este grupo comprende lavas y brechas de flujo de composición andesítica con textura porfídica y muestran alteración propilítica.

La segunda unidad y que es la parte superior de la secuencia, consta de un aglomerado con fragmentos andesíticos subredondeados y propilitizados en una matriz vitroclástica. Se ha considerado un espesor de 1,500 metros para este grupo regionalmente y una edad de 58 a 27 millones de años, en este paquete se encuentra los yacimientos de Topia, Tayoltita y Basís así como parte de los clavos de este distrito.

El Grupo Volcánico Superior, la mayor parte del distrito, se encuentra en este paquete de composición ácida y puede dividirse a su vez en 3 grupos principales, los que se subdividen a su vez en sub-unidades o miembros.

El miembro inferior es la unidad más antigua de la secuencia y su distribución es amplia a través del distrito, e incluso la mayoría de los afloramientos de las vetas se encuentran encajonados en este paquete. Está constituido por tobas de flujo de ceniza, brechas volcánicas y tobas vítreas de composición riodacítica a riolítica pobremente soldadas. El espesor medio de este miembro es de 100 metros.

El miembro Medio incluye rocas andesíticas de textura porfídica y color púrpura de estratos muy delgados. Se diferencia de la unidad andesítica inferior por su color, ya que estas últimas son de color verdoso. El promedio de espesor estimado para este paquete es de sólo 40 metros.

El miembro Superior comprende tobas de flujo de cenizas intercaladas con tobas vítreas y brechas de composición riolítica, con algunos horizontes de vidrio. Estas rocas presentan un alto grado de soldamiento por lo que pueden clasificarse como ignimbritas. El espesor de esta unidad localmente es de 100 metros y la edad determinada es de 34 a 21 millones de años. El espesor regional estimado es de 1,000 a 2,000 metros

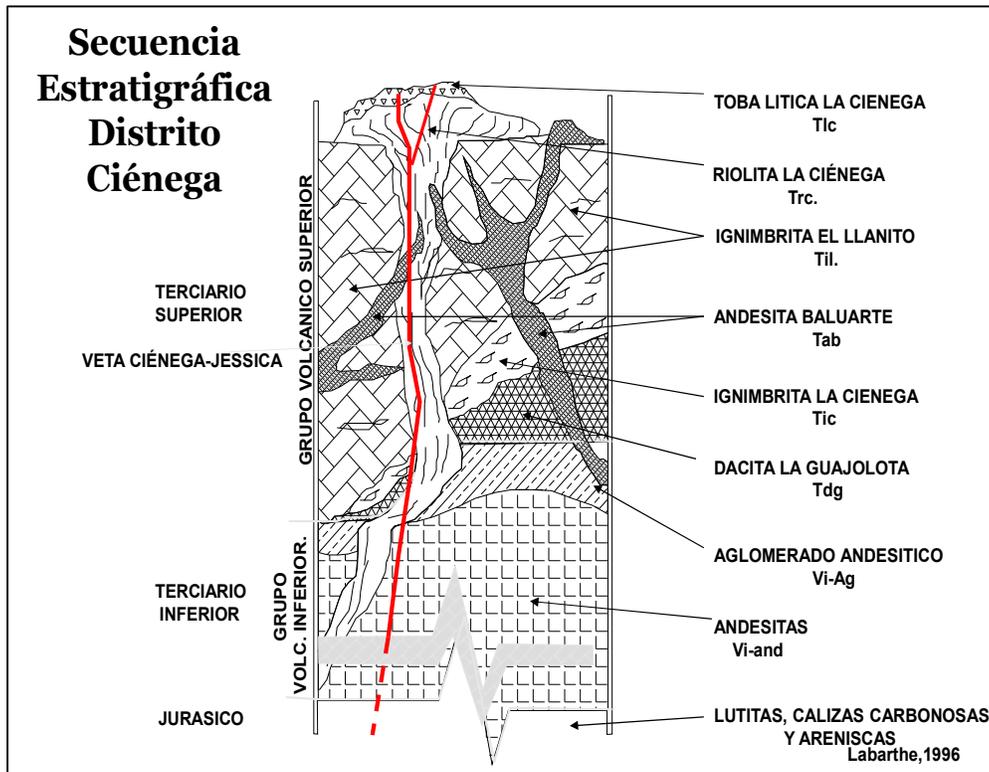


Figura No. 4. Estratigrafía de la unidad minera.

II.5 Mineralización y Texturas.

Las vetas consisten de cuarzo con mineralización de oro-plata y con contenidos plomo-zinc de hasta 8% combinado. El mineral económico se encuentra en zonas preferenciales “clavos” localizados a lo largo de las estructuras, por lo cual la mineralización no es continua.

Las texturas más comunes de las vetas son: crustiforme, porosa y brechada, el reemplazamiento es común, tanto megascópicamente como al microscopio. El cuarzo es el componente más común y se presenta en varias tonalidades que van del grisáceo ó blanquecino, al verdoso o violeta.

Los minerales que normalmente integran la mena de las estructuras son: galena, esfalerita y pirita, con menores cantidades de marcasita y calcopirita, algunas sulfosales como tetraédrica, proustita y pirargirita son más comunes sobre todo en las zonas con mayor contenido de plata, así como la argentita.

Algunas vetas como Rosario y Las Casas, contienen cantidades importantes de barita en las partes superiores, y en el extremo SE del yacimiento en veta Jessica y sus ramales la especularita y la clorita son abundantes y se presentan formando bandas intercaladas con cuarzo, galena o esfalerita.

II.6 Estructuras Mineralizadas.

Existen cuatro sistemas principales de fallamiento en el área que han controlado el emplazamiento de las estructuras mineralizadas y que son reflejo de la evolución tectónica del distrito, e incluso otros distritos como Topia y San Miguel del Cantil.

Estos sistemas de fallas se agrupan de la siguiente manera:

- Estructuras con orientación NE.
- Estructuras con orientación E-W.
- Estructuras con orientación NW.
- Estructuras con orientación NNW a N-S.

La Ciénega, comprende una serie de vetas sub-paralelas de rumbo NW 70° SE a NE 87° SW y echados de 75° al SW y 70° al SE respectivamente. Desprendiéndose hacia el norte se tienen estructuras de rumbo NW 40° SE y echados de 25° a 35° al NE.

Existen 20 clavos distribuidos en 6 vetas, estos varían en cuanto a ancho de 0.80 metros a 5.00 metros así como su distribución vertical, horizontal y los contenidos de oro, plata, plomo y zinc.

En forma general podemos afirmar que la ley más alta de oro se encuentra en veta Ciénega clavo Altamira, clavo El Carmen abajo del nivel 2340, Jessica y sus ramales. En veta Ciénega y ramal Ciénega se tienen los mayores contenidos de plata del depósito. Figura No.5 y Figura No. 6.

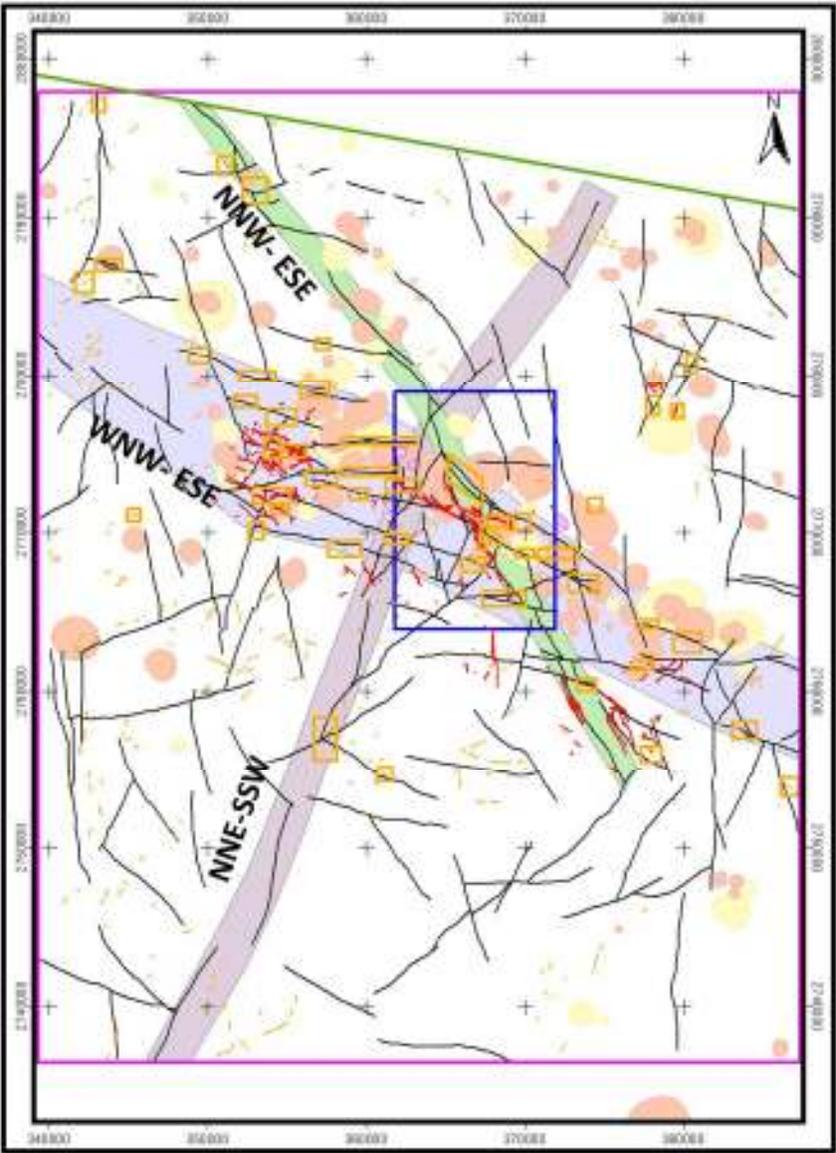


Figura No. 5 Estructuras mineralizadas de la unidad minera.

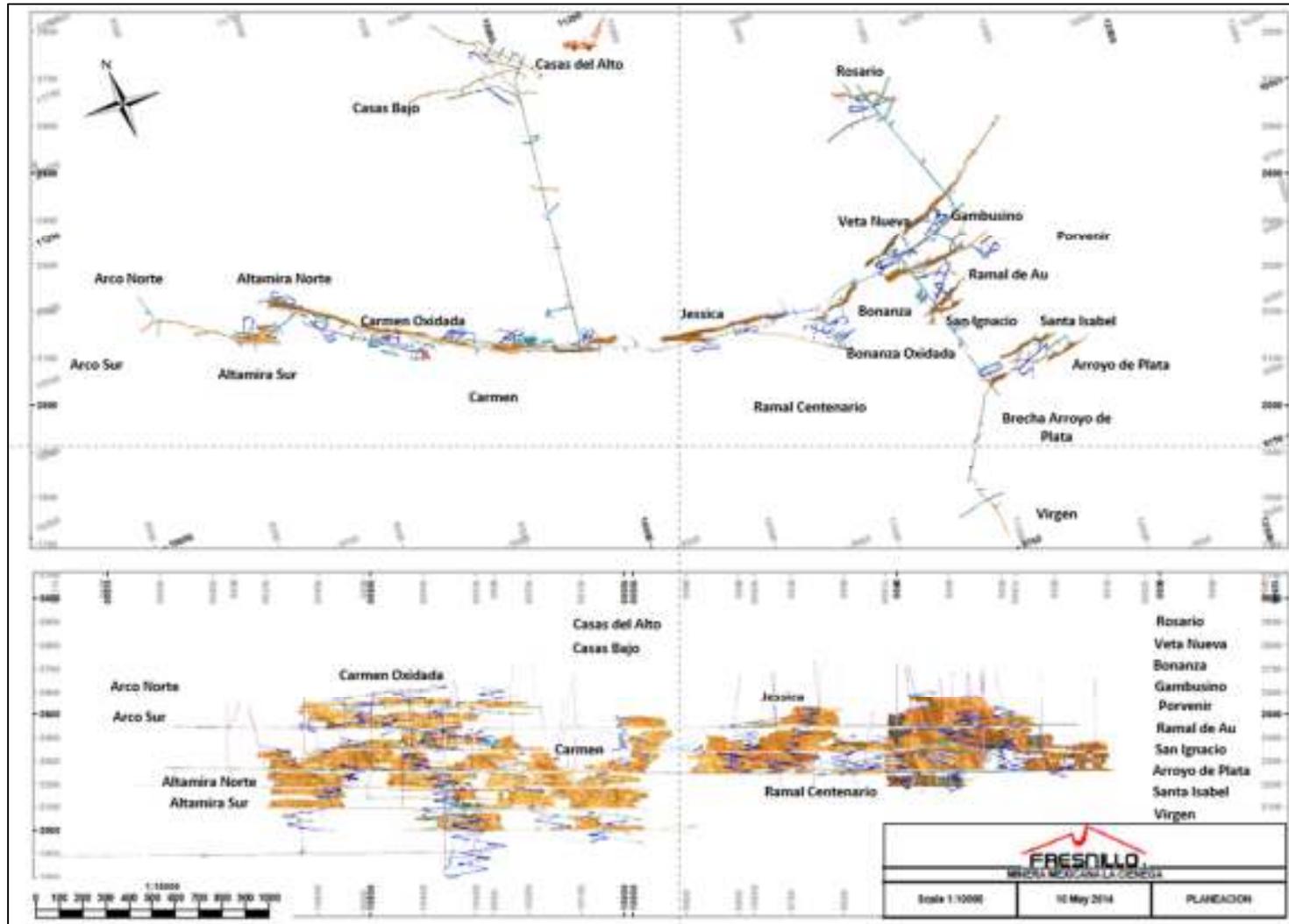


Figura No. 6 Distribución de estructuras mineralizadas de la unidad minera.

II.7 Cálculo de estimación de recursos.

Los términos, recursos y reservas minerales, son a menudo confundidos. Desde un punto de vista geológico se entiende por recursos a: "un material que se sabe existe en la corteza terrestre o que de inferencia geológica bien documentada, se juzga sea probable que existe". Dada la dificultad de definir que es un depósito mineral y como su depósito mineral y como su ley es de naturaleza variable, debe establecerse un límite por debajo del cual la sustancia de interés no puede explotarse con provecho. Figura No.7.



Figura No. 7 Etapas de identificación del mineral.

Este límite depende de los avances de la ciencia y por ello se dice que los recursos pueden sólo definidos en términos de una tecnología definida. Hay sin embargo, quienes consideran que las posibilidades tecnológicas son ilimitadas y por tanto cualquier ley menor podría posible clasificarse como una sustancia mineral como recurso. Figura No. 8.

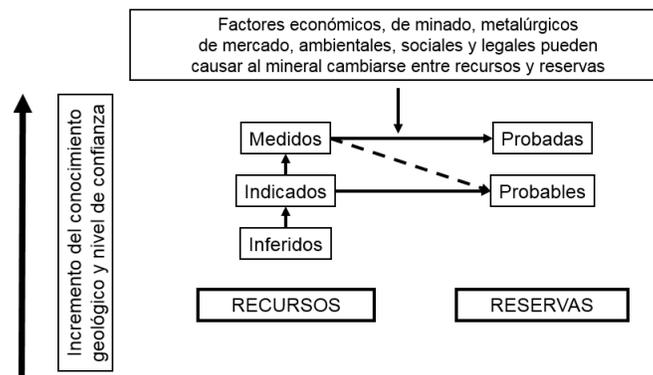


Figura No. 8 Definición de recursos y reservas.

El proceso de estimación de recursos minerales es una secuencia de actividades encaminadas a cuantificar tonelajes y leyes “in situ” de un depósito mineral que puede ser susceptible de rendimiento económico. El producto final se utiliza para estimar las reservas de mineral, que son la base para el diseño y programas de producción, ya sea de nuevos proyectos o minas en operación. Figura No.9.

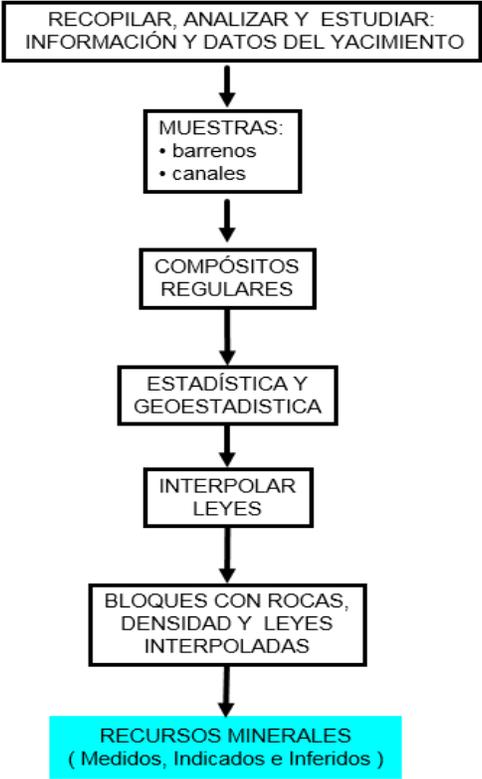


Figura No. 9 Proceso de estimación de recursos minerales.

En el proceso de estimación con el software Data Mine se han considerado y aplicado tanto los métodos geo estadísticos como los criterios geológicos establecidos por los mismos geólogos de mina de acuerdo a sus conocimientos y experiencias en cada uno de los tipos de yacimientos minerales.

Para esta actividad se ha desarrollado, optimizado y aplicado en el software Data Mine, la cual está estructurada en diversas fases integrando cada una de ellas por varias funciones que permiten, por un lado, establecer un procedimiento estándar en la estimación y, por el otro, facilitar a los geólogos de mina en el uso del software Data Mine y la definición de sus respectivos criterios geológicos.

Las fases consideradas en el proceso de estimación son las siguientes:

- Base de datos de los barrenos.
- Base de datos de las muestras de canal.
- Modelación geológica.
- Análisis aritmético.
- Análisis estadístico.
- Análisis geo estadístico.
- Base de datos geológica.
- Base de datos topográfica.
- Análisis de los recursos.

En la Figura No.9, denominada diagrama de proceso de la estimación de los recursos y de las reservas de mineral, se indica gráficamente la secuencia de actividades en el proceso de estimación, así como, los diversos archivos y bases de datos que se generan en cada una de las fases definidas.

La fase base de datos de los barrenos consiste en generar un archivo denominado BDB (Base de Datos de los Barrenos), el cual contiene absolutamente toda la información de las coordenadas, desviaciones, descripción geológica y análisis químicos de los barrenos considerados en el proceso de estimación.

De la misma manera, con la fase base de datos de las muestras de canal se crea el archivo BDM (Base De Datos De Las Muestras De Canal), correspondiente a la información de coordenadas, desviaciones, descripción geológica y análisis químicos proveniente de los muestreos de canal que se realizan tanto en las obras de exploración (desarrollos), como en las de explotación (rebajes).

Una vez que se generan las bases de datos de los barrenos y de las muestras de canal, estas se agrupan para formar el archivo BD (base de datos).

Esta última base de datos junto con aquella información que se obtiene de los levantamientos o mapeos geológicos y estructurales que se realizan tanto en superficie como en el interior de la mina se incorporan al software Data Mine, en donde, el geólogo de mina aplica sus conocimientos, experiencias y criterios para elaborar el modelo geológico del yacimiento mineral formando por consiguiente los archivos denominados MG, MGTR y MGPT (Modelo Geológico), es decir, estos archivos representan gráficamente la morfología del yacimiento mineral.

Posteriormente y por medio de la fase análisis aritmético se genera el archivo denominado BDD (Base de Datos con Dominios), el cual consiste exclusivamente de aquellos tramos correspondientes a la barrenación y al muestreo de canal que pertenecen a cierto dominio geológico definido ya sea por el criterio litológico o por el modelo geológico elaborado anteriormente por el geólogo de mina.

Una vez que se identifica la información de los barrenos y de las muestras de canal correspondientes a los dominios geológicos establecidos, se lleva a cabo con la fase análisis estadístico una revisión exhaustiva de las variables químicas definidas en el archivo BDD (Bases de Datos con Dominios), con la finalidad de determinar, por un lado, los posibles errores existentes como son la distribución espacial de las

muestras, el muestreo, la preparación de las muestras, los ensayos o la captura, y por el otro, para determinar la distribución de probabilidad, los parámetros estadísticos y los valores anómalos de cada una de las variables químicas, además, de conocer la longitud de los tramos ensayados.

También, con la fase análisis aritmético se crea el archivo denotado BDDL (Base de Datos con Dominios y Límites), que es el resultado de la aplicación ya sea del criterio geológico o del estadístico a aquellos valores anómalos de las respectivas variables químicas que se determina mediante la fase análisis estadístico.

Por las características de cada yacimiento mineral y por los criterios geológicos establecidos por el geólogo de mina, la obtención de las muestras tanto de la barrenación como del muestreo de canal no son siempre de la misma longitud, de tal forma que, en la etapa de interpolación de las variables químicas a aquellas zonas en donde no se tiene información, las leyes estimadas del mineral resulten sesgadas y obteniendo por consiguiente resultados erróneos, para que esto no suceda es necesario regularizar o compositar los tramos utilizando una función contenida en la fase análisis aritmético y se genera el archivo BDDLC (Base de Datos con Dominios, Límites y Compósitos).

Para determinar la distribución espacial de las variables químicas en el yacimiento mineral a partir de la información de la barrenación y del muestreo de canal, se necesita crear el archivo BDG (Base de Datos Geológica), mediante la fase base de datos geológica, el cual corresponde a un modelo de bloques que representa la discretización del yacimiento mineral definida anteriormente por el geólogo de mina por medio de los archivos MG, MGTR y MGPT (Modelo Geológico).

Con las funciones integradas en la fase análisis geo estadístico se obtienen los parámetros de interpolación de cada una de las variables químicas contenidas en el archivo BDDL (Base de Datos con Dominios, Límites y Compósitos), que junto con el archivo BDG (Base de Datos Geológica), se crea el archivo BDGVC (Base de Datos Geológica Vecino Más Cercano), archivo BDGID (Base de Datos Geológica Inverso de la Distancia), o archivo BDGKO (Base de Datos Geológica Kriging Ordinario), que corresponden respectivamente a los algoritmos de interpolación de las variables químicas de acuerdo a los parámetros definidos por el geólogo de mina.

Independientemente del algoritmo de interpolación seleccionado, con la fase análisis aritmético se incorpora la densidad a cada bloque con la posibilidad de obtener más adelante el tonelaje correspondiente, además, se le aplica a cada una de las variables químicas aquellos factores de descuento de acuerdo a los criterios establecidos por el geólogo de mina, así como, los valores unitarios y se genera el archivo BDGKOE (Base de Datos Geológica Kriging Ordinario Económica).

Por medio de los levantamientos topográficos efectuados en las obras mineras subterráneas se crean los archivos MT, MTTR y MTPT (Modelo Topográfico), los cuales se ingresan con la fase base de datos topográfica y se forma el archivo BDT (Base de Datos Topográfica), que representa en este caso el modelo de bloques de las obras minadas.

Con esta misma fase base de datos topográfica se tiene acceso al archivo BDGKOE (Base de Datos Geológica Kriging Ordinario Económica), y el archivo BDT (Base de Datos Topográfica), para restar aquellos bloques de mineral que ya han sido minados y dejar aquellos que faltan por minar creando el archivo BDGKOE (Base de Datos Geológica Kriging Ordinario Económica Topográfica).

Por último, con la fase análisis de los recursos es factible obtener diversos reportes indicando el tonelaje, leyes y valor del mineral tanto de los recursos de mineral medidos, indicados e inferidos como de las reservas de mineral probadas, probables y posibles estableciendo ya sea por la ley de corte o por el valor mínimo económico.

La siguiente Figura No. 10, se tiene una sección longitudinal de la veta Taspana, el cual ya es el modelo final de Recursos donde se aprecia la clasificación de color rojo son los medidos, indicados, de naranja y de amarillo los inferidos.

Este proceso de estimación se realiza para las 29 estructuras mineralizadas, cada una con sus diferentes características.

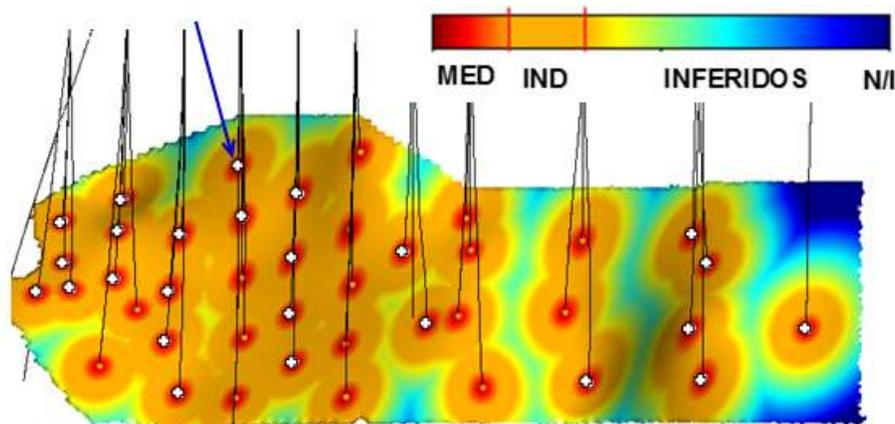


Figura No. 10 Recursos totales en veta Taspana

El resumen, del cálculo de los recursos al cierre de octubre 2013 es:

- Medidos son de: 5'590,733 ton con una ley de 2.66 gramos/tonelada de oro, 125 gramos/tonelada de plata 0.85 % de plomo y 1.30% de zinc.
- Indicados de 16'653,291 ton con una ley de 1.46 gramos/tonelada de oro, 144 gramos/tonelada de plata 0.49 % de plomo y 0.49% de zinc.
- Inferidos de 9'513,136 ton con una ley de 1.15 gramos/tonelada de oro, 38 gramos/tonelada de plata 1.13 % de plomo y 2.63% de zinc.

Los recursos totales de 31'757,160 ton con una ley de 1.58 gr/ton de oro, 141 gramos/tonelada de plata 0.99 % de plomo y 1.78% de zinc, tienen la siguiente distribución que se muestra en la Figura No.11.

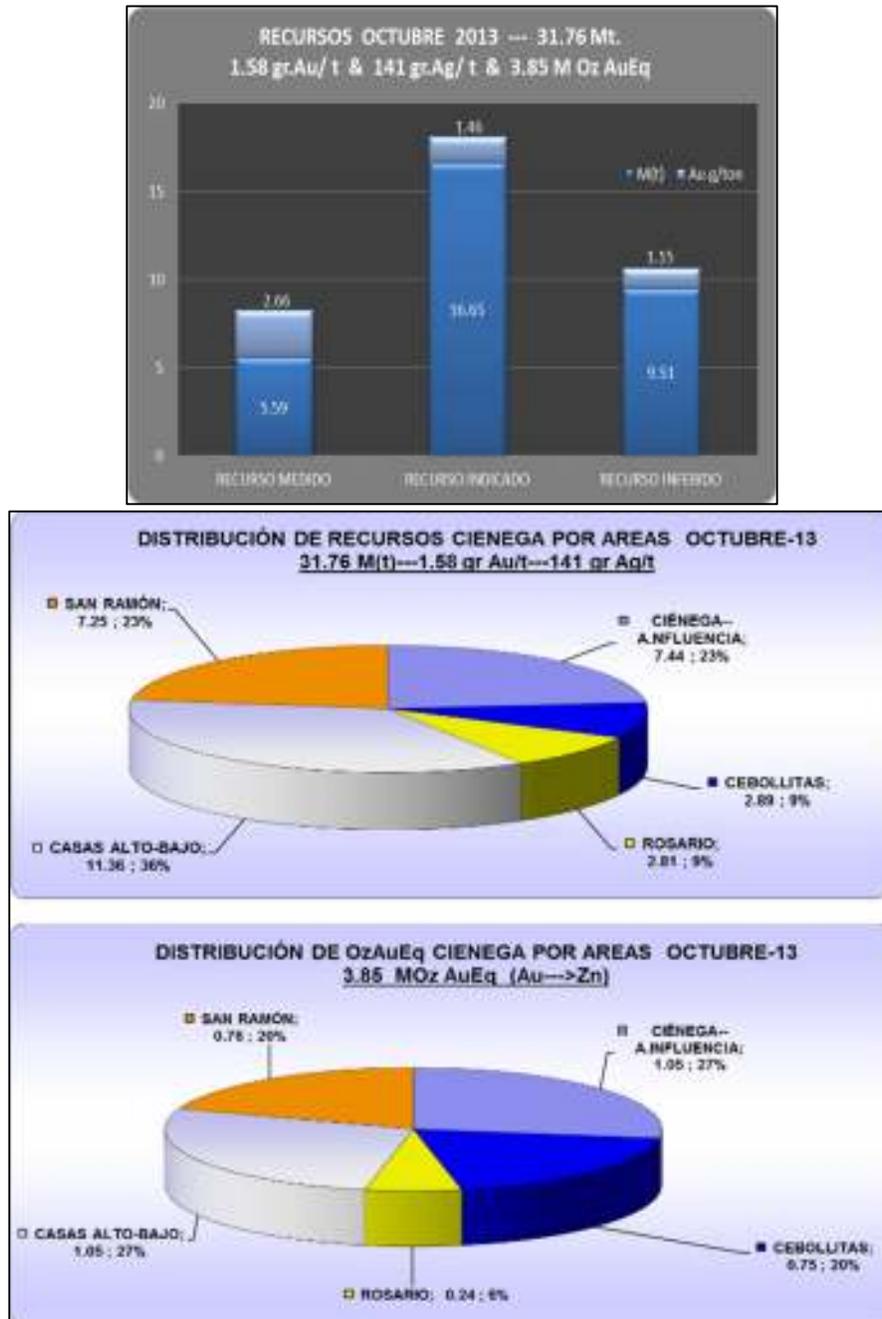


Figura No. 11 Distribución de los recursos por áreas.

Capítulo III. Planeación y diseño de minas subterráneas.

III.1 Proceso de Planeación

Debido al agotamiento progresivo de los recursos minerales más superficiales, la explotación de depósitos minerales profundos, con leyes muy sensibles a las cotizaciones de los metales a nivel mundial, es necesario contar con una planeación y diseño de minas más certeras y operaciones subterráneas más seguras y rentables.



Figura No. 12 Importancia de la Planeación.

En la actualidad es necesario diseñar, planear y desarrollar nuevos proyectos, que se emplazarán a niveles más profundos, con mineral de menor ley y mayores costos de operación. Ello hace necesario idear una estrategia tendiente al desarrollo de conocimiento orientado por una parte, a transformar el recurso geológico en la mejor oferta productiva sujeta a los objetivos estratégicos delineados por los accionistas y los dueños del negocio y por otra parte, conocer los procesos mineros que constituyen la característica distintiva de los métodos subterráneos tradicionales, como también, el diseño y la técnica de extracción en minería selectiva, junto con los procedimientos y metodologías que faciliten al planeador de minas un entendimiento más acabado del enlace entre la caracterización geo-metalúrgica de los yacimientos y la captura de valor económico.

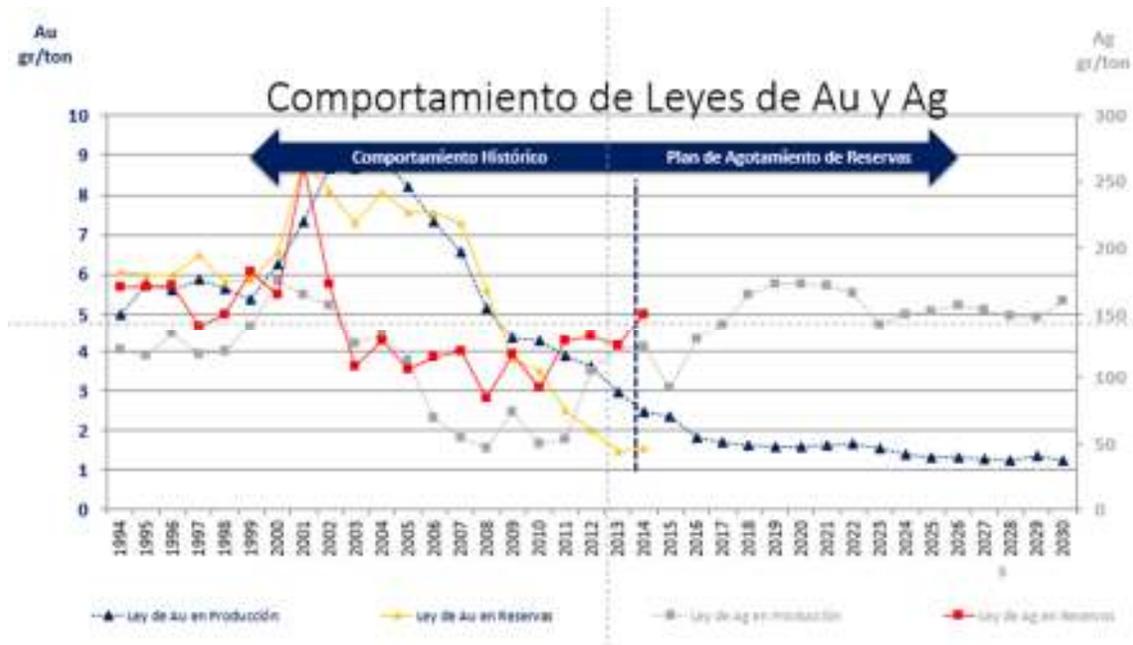


Figura No. 13 Comportamiento de leyes de oro y plata de La Ciénega.

Los aspectos fundamentales del proceso de planeación, consiste en identificar los métodos de minado adecuados a los depósitos minerales utilizando aplicaciones tecnológicas de vanguardia que aumenten seguridad y productividad a la industria. Para lo cual es necesario, el tomar en cuenta la operación diaria de interior mina y el comportamiento de la planta de beneficio con el propósito de estar monitoreando los resultados entregados por mina y valorar los modelos de bloques.

El inicio del cálculo es donde se define cuáles serán las cotizaciones de los metales a beneficiar: oro, plata, plomo y zinc. Existen personas dedicadas y expertas a analizar los comportamientos de los metales a nivel mundial y basándose en datos históricos y estudios de comportamientos para poder realizar proyecciones de las cotizaciones de los metales y con ello determinar parámetros.

Historial de cotizaciones para Fresnillo plc								
		Cotizaciones Para el Calculo de Reservas Oct 2013	Ago./2013	Oct/2012	Nov/2011	Nov/2010	Nov/2009	Nov/2008
Oro	USD/oz	1,250.00	1,250.00	1,400.00	1,200.00	1,000.00	820.00	700.00
Plata	USD/oz	19.50	19.50	27.00	22.00	16.00	14.09	13.14
Plomo	USD/lb	0.99	0.99	1.00	0.93	0.92	0.95	0.89
Zinc	USD/lb	0.88	0.88	0.96	0.89	0.86	1.08	1.29
Relación Oro/Plata		64	64	52	55	63	58	53
		Año 2013						
		12.61	Tipo de Cambio Promedio \$ Peso vs. USD					

Tabla No. 1 Historial de cotizaciones para Fresnillo PLC

Conociendo las cotizaciones de los metales se procede a iniciar con el cálculo de las reservas la cual determinará la extensión de la fase de explotación y la cantidad de desarrollo; determinar la distribución de los valores minerales; la producción anual la vida probable y posible de la mina, el método de explotación, extracción y diseño de la planta; para mejoras en la extracción, tratamiento y proceso; y determinar los requerimientos de capital, mano de obra e infraestructura.

Para generar las reservas, en este proceso se convierten los recursos a reservas, aplicando los parámetros de ancho mínimo de minado, dilución, parámetros metalúrgicos, y parámetros económicos, aquí de la misma manera se aplica una ley mínima de corte que cubre todos los costos de operación, que delimita la parte de los recursos geológicos factibles de ser explotados de manera económica y técnica. Una “reserva mineral” es la parte económicamente minable de los recursos medidos e indicados. Incluye materiales diluidos y deducciones por pérdidas, las cuales pueden ocurrir cuando el material es minado o extraído.

Las reservas considerarán las estructuras mineralizadas como estructuras uniformes en toda su extensión, así como también la aplicación de factores de dilución para cada bloque geológico.

Con base en ellas se determinan los costos de producción, se planea los presupuestos de desarrollo y producción, se establece el control de calidad; se efectúan operaciones de financiamiento; son el soporte para propósitos de venta y compra, se determinan costos unitarios de venta; son indispensables para propósitos contables tales como agotamiento, depreciación y fines fiscales.

En la actualidad las empresas mineras realizan grandes inversiones en todo el mundo. Para poder hablar un lenguaje común, definir normas, procedimientos y un marco comercial y financiero común, es indispensable homologar los criterios técnicos y económicos que rijan estos negocios.

III.2. Estimación de recursos y reservas de mineral.

El proceso de estimación de recursos y reservas de mineral en el **grupo Fresnillo PLC** debe conducirse de acuerdo con las mejores prácticas utilizadas a nivel internacional. Por lo que en Minera Mexicana La Ciénega, para conseguirlo es indispensable que la obtención de los datos base se realice con integridad técnica, bajo los más altos estándares de la industria minera y mantener prácticas de aseguramiento de calidad en todo el proceso, empleándose las formas de reportar y las terminologías correctas, con base a las definiciones reconocidas y aceptadas a nivel mundial, como el código The Joint Ore Reserves Committee (JORC), el cual actualmente se implementa.

El “Código JORC”, establece:

- Estándares mínimos
- Recomendaciones
- Normas para la información pública que se reconocen por las Bolsas de valores del mundo.

Partiendo de los principios que estipula el Código JORC: que la información sea clara con el fin de entender el informe y no ser distorsionado. Contar con información relevante que los inversionistas y sus asesores profesionales podrían necesitar razonablemente, y razonablemente esperarían encontrar en el informe, con el fin de hacer un juicio razonado y equilibrado con respecto a la mineralización que se está informando. Basando en el trabajo de una persona responsable, debidamente calificada y con experiencia, que está sujeta y regida por un código de ética profesional.

Dicha información y con algún software permitirá seguir el proceso y asegurar que es información verídica, no alterada y en donde se conoce su procedencia. La repetitividad del proceso se lleve a cabo, con procedimientos, bases de datos de toda la información, así como una descripción de los métodos de interpolación y estimación utilizados lo que permita a los auditores, repetir toda la secuencia paso a paso y llevar a resultados similares.

Para llevar a cabo el procedimiento del cálculo de reservas en La Ciénega, se utiliza el software llamado: Data Mine y con una aplicación que permite realizar interpretaciones del comportamiento de los yacimientos dando modelo de bloques llamado: M.R.O. (Mineable Reserves Optimizer) cuyo objetivo es: “Lograr la máxima recuperación económica de los yacimientos minerales a partir de las características físicas de distribución de los valores, información disponible y parámetros de operación:

- Unidad Mínima de Minado (U.M.M.)
- Forma y orientación de la U.M.M.
- Ley mínima de corte (Cutt Off).

Para poder realizar la interpretación del M.R.O. es necesario contar con:

- Una estimación de recursos geológicos y modelos de bloques.
- Un modelado geométrico de las zonas mineralizadas.
- La delimitación de los bloques geológicos de cubicación
- Los parámetros de costo y valor de mineral.

Lo que se requiere es una estimación de cuantas toneladas pueden minarse y con qué ley; basándose en consideraciones mineras prácticas. Esto es exactamente lo que el M.R.O. hace, identifica y evalúa las envolventes de material a minar, tomando en cuenta el tamaño mínimo de los rebajes y los costos de operación, para optimizar el minado.

La unidad mínima de minado (U.M.M.) es la representación de un block rectangular en 3 Dimensiones (x,y,z). Figura No.14. Cada block tiene parámetros de minado (dilución) y restricciones económicas (ley mínima de corte).

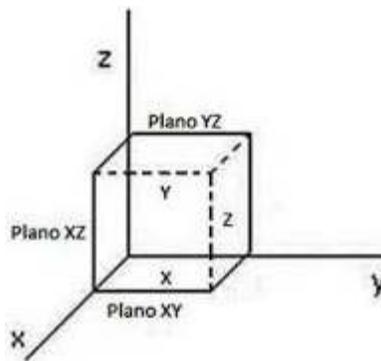
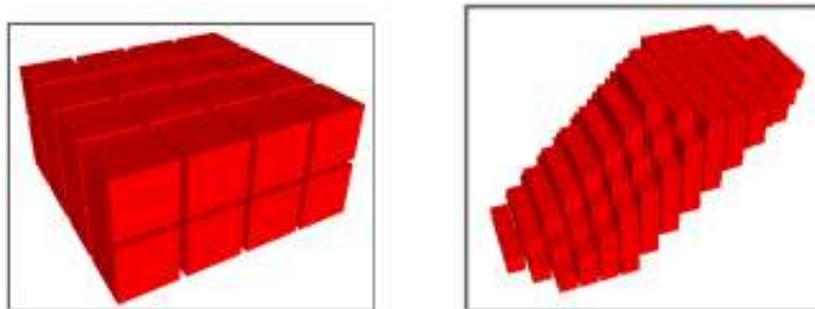


Figura No. 14 Block en 3 Dimensiones.

La unidad mínima de minado U.M.M. tiene forma y orientación del minado que representa la forma y orientación práctica en que se puede conformar un rebaje para llevar a cabo el proceso de producción.

La unidad mínima de minado depende de la forma del cuerpo, equipo con el que se va a llevar a cabo la explotación y sistema de minado. La dimensión debe ser definida por cada estructura mineralizada y esta mencionada en metros lineales. En La Ciénega se tienen diferentes cuerpos minerales los cuales sus unidades mínimas de minado (U.M.M.) de las 30 estructuras son diferentes para cada caso. En Figura No.15 se muestran diferentes vetas con diferentes (U.M.M) y número de incrementos.

Los incrementos es la distancia con la que podemos posicionar una (U.M.M) este incremento debe ser sub-múltiplo de la (U.M.M.) en cada de los ejes de la (U.M.M). Se utilizará definir la forma de un nuevo modelo para depositar los datos del modelo original de acuerdo a criterios de selección y combinación. El modelo resultante será un modelo regular con tamaño de bloques igual a los incrementos.



PARÁMETROS UTILIZADOS EN MRO

Veta	UMM	NÚMERO DE INCREMENTO	TAMAÑO DE INCREMENTO
Altamira Sur	3 x 2 x 3	1 x 2 x 1	3 x 1 x 3
Altamira Norte	3 x 2 x 3	1 x 2 x 1	3 x 1 x 3
Carmen	3 x 2 x 3	1 x 2 x 1	3 x 1 x 3
Carmen Oxidada	3 x 2 x 3	1 x 2 x 1	3 x 1 x 3
Arc o Norte	3 x 3 x 3	1 x 3 x 1	3 x 1 x 3
Arc o Sur	3 x 3 x 3	1 x 3 x 1	3 x 1 x 3
Carolina	1 x 1 x 1	1 x 2 x 1	1x 0.5 x1
Jessic a	3 x 2 x 3	1 x 2 x 1	3 x 1 x 3
Ramal Centenario Oriente	3 x 1 x 3	1 x 2 x 1	3x 0.5 x 3
Veta Nueva	3 x 1 x 3	1 x 2 x 1	3x 0.5 x 3

Figura No. 15 Modelo de Incrementos.

La definición general de ley mínima de corte: corresponde a la mínima cantidad de metal que contiene una tonelada y que debe equivaler al valor de producción.

- La definición es usada para diferenciar el material que no debe ser minado, o bien que debe ser enviado a tepetateras contra del que debe entrar a la planta.
- Ley de corte también se usa para determinar el destino de material minado cuando hay más de un proceso disponible (ejemplo: patios de lixiviación o molinos).

Así también, es utilizado para definir si el material será enviado a una pila de almacenamiento (stock pile) para ser procesado en el futuro o deberá hacerse inmediatamente.

Ley de Corte= Cuando Ley(x) genera utilidad 0

$$\text{Utilidad de mineral (x)} = \text{Ley(x)} * R * (\text{VU} - \text{Fund} - \text{Ref} - \text{Trans}) - (\text{cM} + \text{cP} + \text{cG})$$

Ejemplo:

$$0 = 10 - 10$$

Donde:

- R Recuperación del mineral
- VU Valor Unitario (en este caso es in situ)
- Fund (f) Fundición
- Ref. (r) Refinería
- Trans (t) Transporte
- cM Costo Mina
- cP Costo Planta o Proceso
- cG Costo General u Otros

Figura No.16 Cálculo de ley de corte.

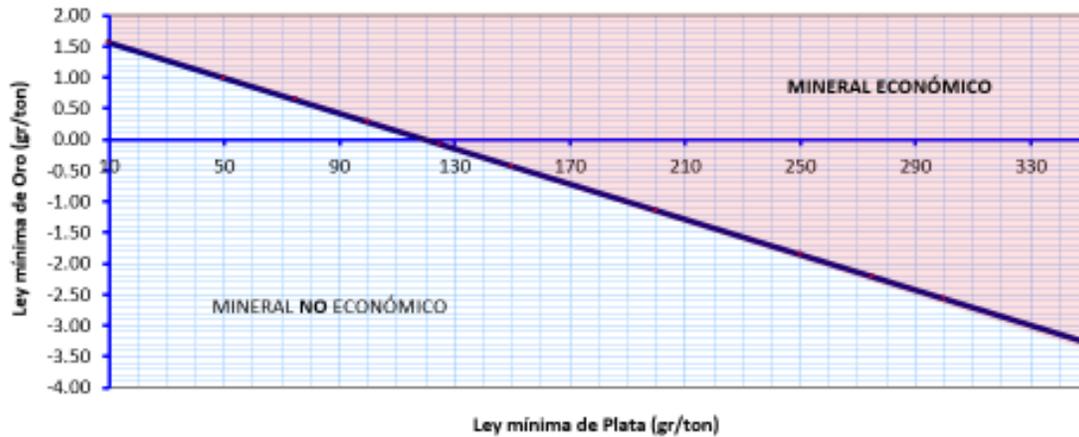


Figura No.17 Tabla para determinar mineral económico.

Contando con los parámetros necesarios y el modelo de recursos se inicia el proceso de cálculo de reservas, que es la base para poder realizar la planeación de corto, mediano y largo plazo con base en presupuestos de producción y desarrollo de La Ciénega, dicho procedimiento de efectuándose manera clara, ordenada y precisa.

El proceso para el cálculo de reservas, comienza realizando una copia al modelo de recursos, ($VBAU > 1 < 2$), se determina el valor 1 y 2 que son los campos que incluyen los recursos medidos e Indicados tal como lo menciona el Código JORC), este modelo es donde comienza el proceso para calcular las reservas. Figura No.18.

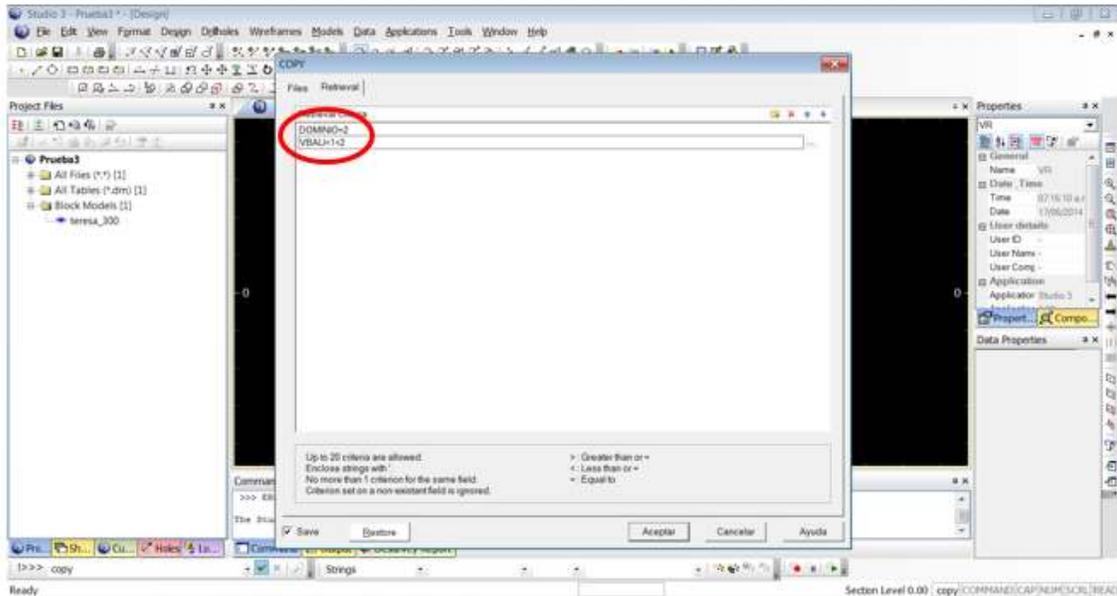


Figura No.18 Modelo de recursos.

El M.R.O. (Mineable Reserves Optimizer) es un proceso que simula las condiciones de operación al momento de extraer el mineral, para conocer las leyes y valores de mineral que se estará entregando a la planta de beneficio de cada una de las estructuras mineralizadas. Teniendo como resultado un modelo bloques que contienen mineral y tepepate, cada bloque con un valor de mineral y leyes.

En la Figura No.19, se muestra los parámetros que se ingresan: modelo geológico (bd_mi: recursos medidos e inferidos), ley mínima de corte (costo de producción en dólares de una tonelada=72.6), valor de tepepate (VM=0), densidad del mineral (2.7), tamaño de bloques e Incrementos necesarios para explotar el yacimiento. Cada uno de los bloques del modelo tiene características independientes que determinan si es mineral económico o tepepate y conocer la dilución.

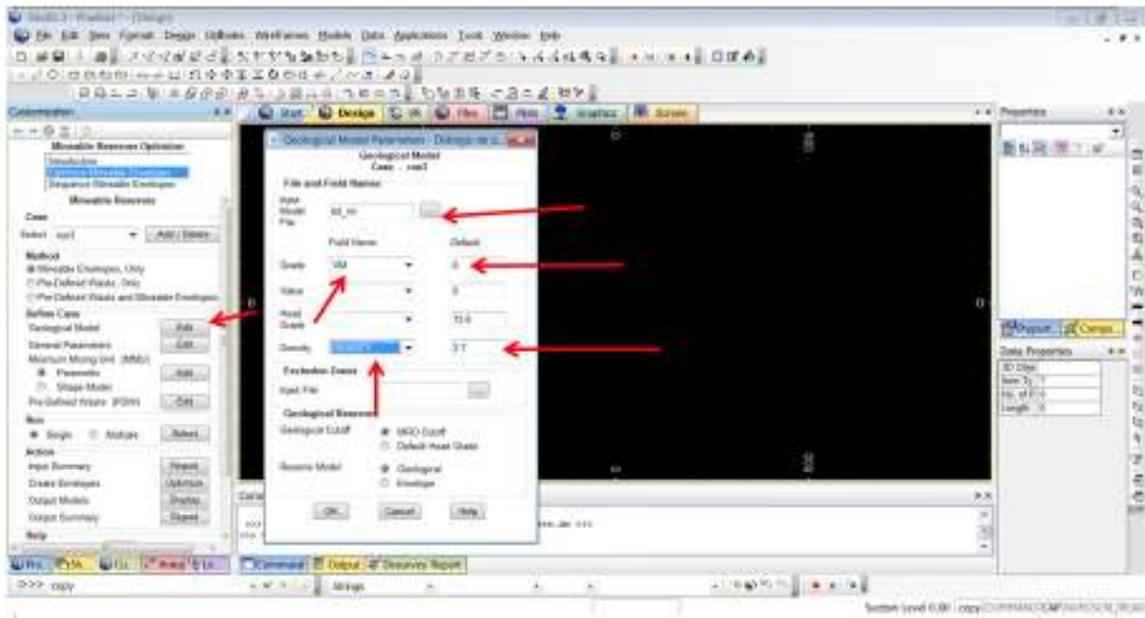


Figura No. 19 Parámetros geológicos.

Los tamaños de celda dependen de las características del yacimiento (espesor, echado y ley) las condiciones del método de minado. El incremento de los bloques (1X2X1) que es debido a es una estructura menor a un metro de espesor, que si le damos un número mayor al incremento de explotación, es decir hay que tumbar mayor tepetate para producir la misma cantidad de mineral llamada: dilución, se verá afectado el valor de mineral por explotar más cantidad de tepetate que de mineral haciendo incosteable la operación.

Es importante ingresar los parámetros de la operación diaria en la extracción del mineral, por lo que se quiere que los valores que arroje M.R.O. sean los más parecidos a la realidad, esto ayudará a que todos los presupuestos de producción y desarrollo sean confiables.



Figura No. 20 Tamaño de los bloques de celda.

Ya con todos los parámetros necesarios en el Data Mine se prosigue con “optimizar” el modelo de bloques que consiste en darle atributos, características a cada bloque basado en los parámetros que se le ingresaron en el M.R.O. obteniendo un nuevo modelo de mineral y tepetate. A pesar de que Data Mine es un software dedicado a la interpretación de modelos geológicos sin embargo siempre el análisis y razonamiento de un Ingeniero de Minas está por encima de lo que hace la tecnología. Para esto van revisando en cada etapa los modelos resultantes y nos facilita en determinar si algún parámetro que se le está ingresando no es el indicado o marca error, otra manera es realizar al final de cada mes una conciliación de los modelos de bloques contra extracción real, ayudando a tener una información con menor incertidumbre.

El modelo final del MRO aún no se puede decir que es ya reserva debido a que existen bloques aislados o con poco volumen que para acceder al cuerpo será necesario mucha preparación haciendo incosteable su extracción.

En esta etapa se analiza los bloques, la ubicación, valor de mineral, toneladas e infraestructura necesaria para su explotación, cantidad de metros de obra de preparación que es necesario para poder extraer una tonelada y el valor de mineral que se extraerá para su evaluación económica. Se selecciona de manera manual creando un polígono (wireframe) que permite seleccionar lo que se considerará reservas, mineral que será explotado y beneficiado teniendo una utilidad final.

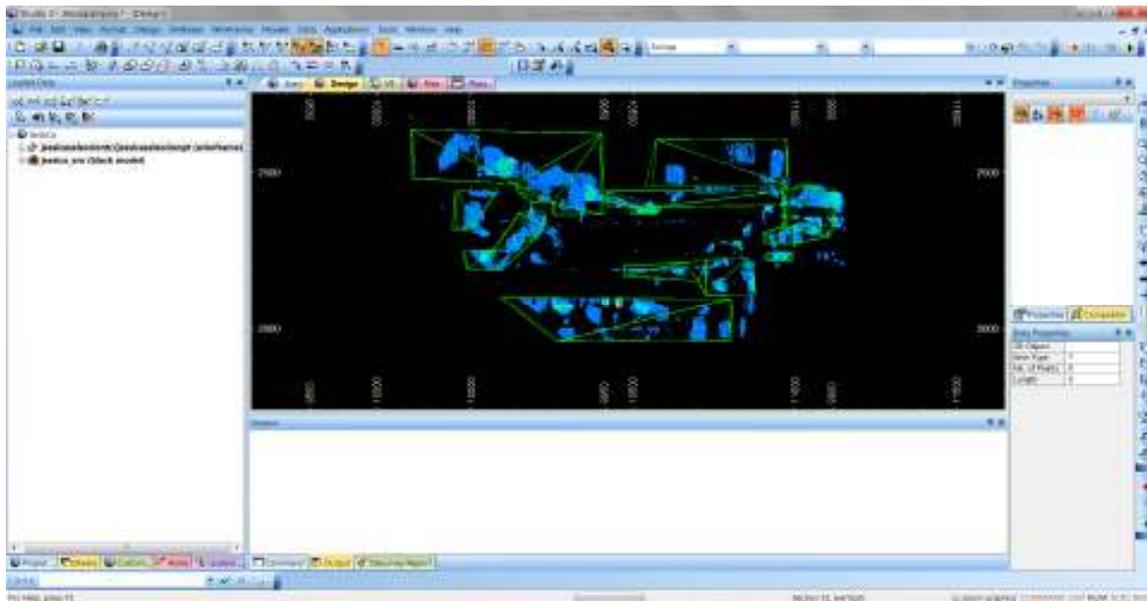


Figura No. 21 Creación de polígono

Ya con la parte seleccionada se ingresa un comando de Data Mine llamado SELTRI el cuál realizará la función de poder tomar los bloques que se encuentran dentro del polígono y dejando fuera los bloques que no son reserva.

Este análisis tiene un sustento aceptable y un criterio, se guardan todos los polígonos elaborados, los cuales tiene las evaluaciones de las características de cada uno de los bloques, todo esto como soporte al el momento de que se presentan ante los auditores externos.

Extracción Real	Toneladas	Au(gr/t)	Ag(gr/t)	Pb(%)	Zn(%)
San Ignacio	46,729	3.44	113.50	0.98	0.98
Bonanza	35,534	2.35	39.82	2.04	2.57
Arroyo de Ag	63,330	4.49	35.02	1.73	1.54
Bonanaza Oxidada	49,666	1.34	143.49	1.17	0.47
Carmen	44,786	3.52	51.98	1.92	2.71
Altamira Sur	18,337	1.76	44.79	2.38	2.29
Altamira Norte	48,605	2.08	81.91	0.83	0.65
Carmen Oxidada	197,946	1.16	154.64	0.80	0.13
Casas	7,920	1.95	48.28	1.41	1.71
Gambusinos	12,354	2.54	42.71	1.20	0.86
Jessica	80,362	3.10	61.65	1.23	1.80
Virgen	28,970	2.94	84.19	0.59	0.14
Porvenir	14,157	2.66	24.81	1.13	1.28
Ramal de Oro	41,691	3.65	24.63	1.07	1.30
RCE	78,537	3.41	44.56	1.78	2.33
Rosario	76,913	1.01	131.10	0.99	0.77
Santa Isabel	18,932	13.52	39.21	0.95	0.70
Veta Nueva	12,317	3.19	52.38	0.68	1.07
Bandera	430,541	1.83	200.57	0.69	0.50
Teresa	4,715	1.79	215.58	0.30	0.59
Total ext. Mina	1,312,342	2.38	126.36	1.03	0.92
HUMEDAD 3%	39,370				
TOTAL TMS	1,272,972	2.38	126.36	1.03	0.92

Modelo Geológico	Toneladas	Au(gr/t)	Ag(gr/t)	Pb(%)	Zn(%)
San Ignacio	43,947	3.46	74.79	0.71	0.96
Bonanza	37,829	1.42	30.01	2.01	3.04
Arroyo de Ag	60,617	3.43	68.21	0.50	0.64
Bonanaza Oxidada	51,726	1.29	171.20	1.01	0.46
Carmen	56,419	3.60	37.89	1.54	2.74
Altamira Norte	28,309	2.62	107.36	0.52	0.44
Altamira sur	36,147	1.52	61.47	3.76	3.37
Carmen Oxidada	180,523	1.04	222.91	0.48	0.07
Casas	4,861	1.46	165.33	0.79	1.51
Gambusinos	10,551	1.24	70.46	0.43	1.05
Jessica	84,219	2.46	45.10	0.65	1.29
Virgen	25,978	2.76	86.34	0.08	0.12
Porvenir	6,006	2.66	18.95	0.71	0.73
Ramal de Oro	28,073	4.73	22.19	0.83	1.37
RCE	69,593	2.95	28.64	0.60	1.63
Rosario	63,078	1.54	195.27	0.63	0.11
Santa Isabel	15,052	10.85	31.21	0.64	0.73
Veta Nueva	5,389	3.09	40.61	0.40	0.81
Bandera	391,708	1.54	169.33	0.23	0.48
Teresa	3,401	1.31	338.85	0.39	0.56
Total Eva.Modelos	1,203,428	2.11	129.51	0.66	0.85
TOTAL TMS	1,203,428	2.11	129.51	0.66	0.85

Tabla No. 2 Conciliación de mineral modelado y mineral extraído.

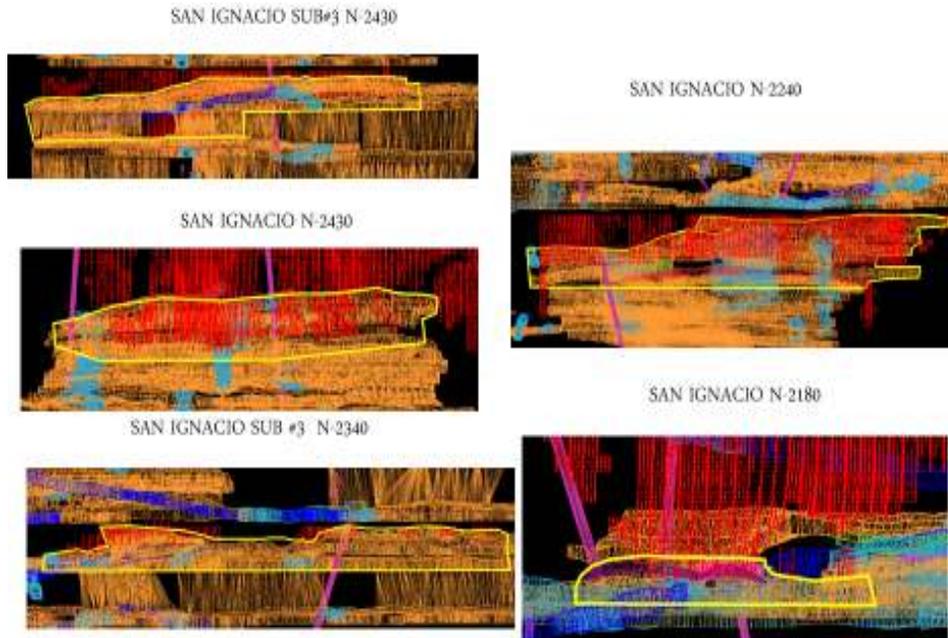


Figura No. 23 Conciliación de modelos de bloques.

Finalmente se reporta qué cantidad de toneladas y con qué características se tiene como resultado del cálculo de las reservas con fecha de cierre topográfico de octubre 2013 teniendo lo siguiente:

- Probadas son de 6'940, 211 toneladas con una ley de 2.10 gr/ton de oro, 125 gr. /ton de plata, 0.04 % de plomo, 0.01 de zinc y un valor de mineral de 140 dólares /tonelada
- Probables son de 19'768, 186 toneladas con una ley promedio de 1.57 gr. /ton de oro, 148 gr. /ton de plata, 0.04 % plomo, 0.01 % de zinc y un valor de mineral de 123 dólares/tonelada

Teniendo un total de reservas de 26'708, 397 toneladas con una ley de 1.71 gr. /ton de oro, 143 gr. /ton de plata, 0.04 % de plomo, 0.06 % de zinc y un valor de mineral de 128 dólares por tonelada tumbado y procesada con una dilución planeada de 15.2%.

La estimación de recursos y reservas de mineral correspondientes son, sin duda alguna, los procesos más críticos en el desarrollo de un proyecto minero y la operación de una mina. Confirman la viabilidad de un proyecto y facilitan la correcta planeación minera, elaboración de planes de producción acertados y las estimaciones adecuadas de presupuestos de costos, inversiones y ventas. En resumen, es el factor preponderante en la economía de una empresa minera.

La manera de calcular las onzas de oro es de la siguiente:

- Onza de oro= toneladas * ley de oro / 32.15
- Onza de plata= toneladas*ley de oro*(valores unitarios del plata NSR / valores unitarios de oro NSR) / 32.15
- Onza de plomo= toneladas*ley de plomo*(valores unitarios del plomo NSR/ valores unitarios de oro NSR)/32.15
- Onza de zinc= toneladas*ley de zinc*(valores unitarios del zinc NSR/ valores unitarios de oro NSR)/32.15

Considerando los valores unitarios NSR (Net Smelting Recuperation) Ingreso Neto de Fundición. Los contenidos vendibles aplicándoles las condiciones de fundición y fletes.

Valores Unitarios NSR		
Oro	35.60	USD/g
Plata	0.42	USD/g
Plomo	13.39	USD/%
Zinc	7.23	USD/%

Tabla No. 3 Valores unitarios NSR

CATEGORÍA	Tons	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	v.M
PROBADAS	6,940,211	2.10	125.63	0.64	0.98	0.11	140.41
PROBABLES	19,768,186	1.57	148.64	0.52	0.84	0.03	123.31
TOTALES	26,708,397	1.71	142.48	0.55	0.88	0.05	127.89

	Onzas
Oro	1,468,938.75
Plata	1,458,950.70
Plomo	177,366.43
Zinc	153,008.12
Onzas de AuEquiv Totales	3,258,264.00



Figura No.24 Resumen de Reservas

III.3 Gestión de la planeación en Unidad Minera La Ciénega

De acuerdo al proceso anterior, se puede responder a las interrogantes de la planeación, ¿Cuál es el objetivo de la planeación? ¿Por qué es importante estar planeando? ¿Cómo planear? Por lo que planeación que actualmente se desarrolla en Minera Mexicana la Ciénega, cumple con las necesidades del negocio, los planes de acción, y cumplir con los objetivos establecidos.



Figura No. 25 Proceso de planeación.

El objetivo del Departamento de Planeación es reducir la incertidumbre y la improvisación en el manejo de mina. Para ello se tienen una serie de consideraciones:

- La planeación se realiza para determinar las acciones y actividades que se realizarán en el futuro.
- Los planes estarán basados en proyecciones del entorno y del mercado en el futuro.
- El futuro no se puede predecir pero si se puede proyectar.



Figura No. 26 Consideraciones en el proceso de planeación.

Actualmente la Unidad Minera La Ciénega cumple 20 años de operación donde se han beneficiado 12´489,858 toneladas y aun dispone de 26´708, 397 toneladas en reservas equivalentes a 20 años más de operación.



Figura No. 27 Entorno en el proceso de planeación.

Por ello de contar con estrategias que sean dinámicas y anticipatoria que permita tener los resultados deseados en la operación para ello se lleva a cabo una planeación que cumpla los objetivos y con ello logrando los resultados esperados:

- Continuar la optimización en Ciénega, la cual ha estado en operación por más de 20 años que permitirán reducir la presión en los costos.
- Contar con la preparación en tiempo y forma.
- Avanzar las actividades de exploración en Cebollitas, dentro del distrito Ciénega.
- La cantidad y extensión de las obras necesarias de exploración, desarrollo y/o explotación.
- Una evaluación económica preliminar del mismo teniendo en cuenta los planes a corto y a largo plazo de la empresa que lo está operando.
- Pronósticos de producción apegados a la realidad, tomando en consideración los sistemas de explotación y beneficio a utilizarse, así como tipos, cantidades y calidades del mineral con el cual se pueda disponer en un momento dado.

- Obtener los costos de producción unitarios de un producto final (mineral en bruto, concentrados, productos de fundición, etc.).
- Un análisis de la necesidad de efectuar inversiones de capital para poder obtener las metas fijadas.

La manera de sustentar que se cumplirá con la meta de producción y desarrollo es realizando un plan agotativo de producción y desarrollo de la mina a corto, mediano y largo plazo, clasificando las reservas por áreas, agrupando yacimientos de acuerdo a su características de toneladas, ley y distancia de la zona Industrial para poder determinar si la mina cuenta con la capacidad de poder entregar el tonelaje que la planta de beneficio está requiriendo y con las características indispensables para poder cumplir los presupuestos de producción y estar planeando hacia donde deben estar enfocados los recursos.

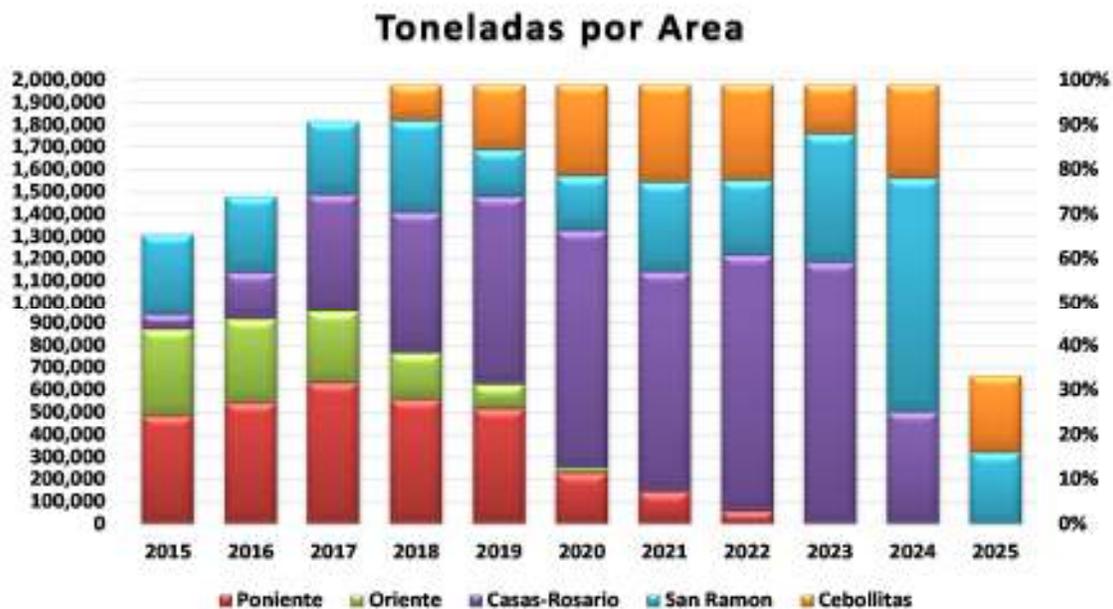


Figura No. 28 Clasificación de las reservas por áreas.

Es necesario incrementar la molienda para poder mantener la producción de los contenidos de oro y plata y todo ello al menor costo por tonelada.

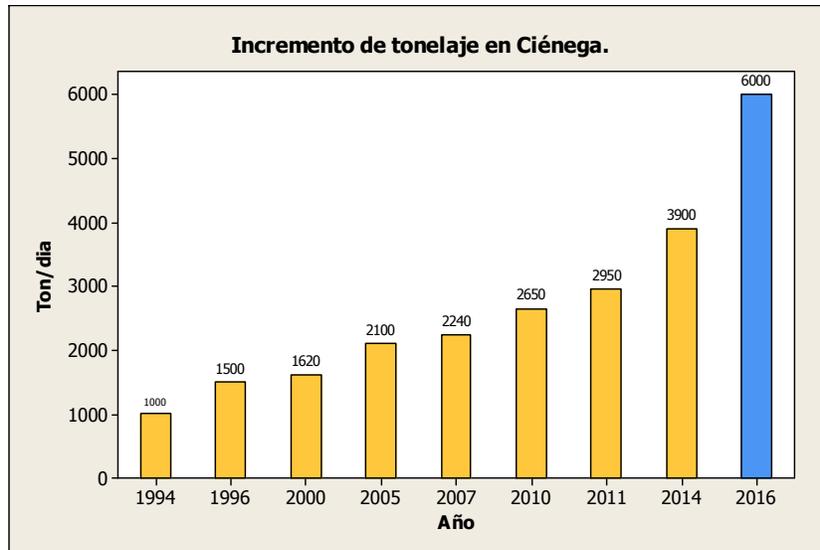


Figura No. 29 Histórico de molienda.

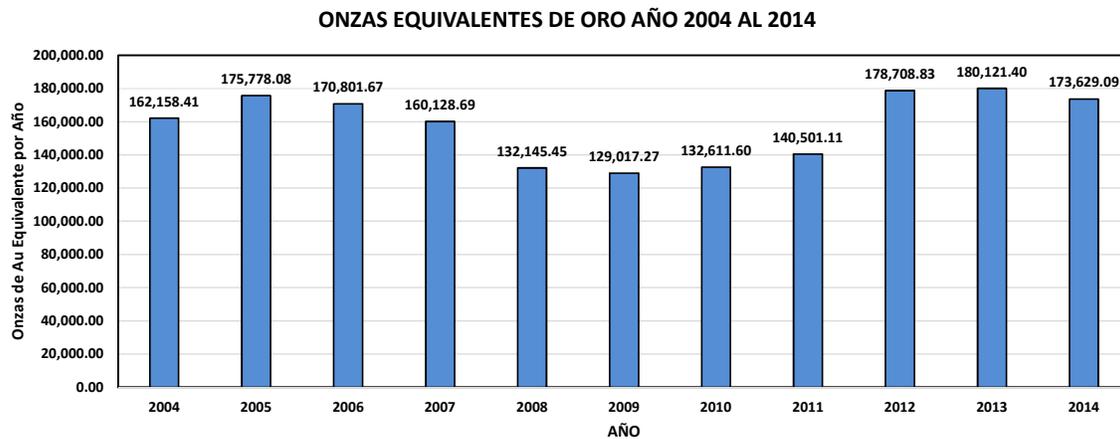


Figura No. 30 Producción de onzas equivalentes.

La importancia de poder producir a un menor costo por tonelada es para no depender de las cotizaciones de los mercados a nivel mundial, contar con una operación eficiente y generar una mayor utilidad al negocio.

En la siguiente Figura No. 31 se explica que los costos de ventas más cargos de tratamiento y refinación, menos depreciación, menos las ventas de los subproductos divididas entre las onzas de oro o plata vendidas. Se utiliza para comparar los márgenes de utilidad y la competitividad económica entre los competidores de la industria.



Figura No. 31 Costo de ventas totales.

Las menores leyes de oro respecto a 2009 y 2013, mayores cargos de tratamiento y refinación y un decremento en los créditos de subproductos por onza de oro, se vieron compensados por un decremento en los costos mineros como resultado de las eficiencias alcanzadas, así como por una menor participación de los trabajadores en las utilidades.

III.4 Diseño de obras mineras subterráneas.

Históricamente, la explotación subterránea de minerales ha sido considerada como una de las actividades más riesgosas que realiza el hombre. Impactantes accidentes, con centenares de muertos, han avalado tal aseveración. Es frecuente ver en la prensa tragedias que enlutan a la minería mundial.

Son muchos los factores de riesgos presentes en las obras subterráneas. Las características de la roca, el uso de explosivos, la presencia de gases tóxicos o inflamables, el empleo creciente de máquinas y equipos, la presencia de aguas subterráneas, las probabilidades siempre latentes de incendios, etc., conforman un espectro de riesgos de alto potencial de severidad. A lo anterior debe adicionarse los errores de diseño o ejecución de los propios mineros.

En la actualidad se trabaja en controlar y minimizar los riesgos dentro de una mina subterránea y con ello poder tener una minería segura, eficiente y un trabajo competitivo. El diseño de las obras de desarrollo y simulación de producción en el software Data Mine que facilita, ayuda, simula y visualiza la manera el avance de la mina en 3 dimensiones.

Las obras de desarrollo, cuyo objetivo principal es el de preparar las áreas productivas. También es por donde se proporciona el acceso a equipo, personal, suplementos o provisiones (energía, agua, ventilación, radio comunicación).

Como dato importante, hay que tener en cuenta que en la estimación anual, siempre hay que asignar una considerable cantidad económica a este tipo de actividad, ya que es muy caro, pero también por este motivo, se busca que de acceso a la áreas de buen valor económico (conocido como que se pague la obra con lo extraído).

Los trabajos en las obras de desarrollo están programados de la siguiente manera: planeación, diseño construcción y otras etapas. Estos datos van variando y cargando datos nuevos, esto a medida que se dispone de mayor y mejor información.

El desarrollo es la operación que se realiza para hacer posible la explotación del mineral contenido en un yacimiento. Consiste en los trabajos previos que se realizan para llegar al mineral desde la superficie, en otras palabras significa establecer los accesos a las reservas minerales y prepararlas para su producción comercial.

En una mina subterránea se realizan trabajos de desarrollo para llegar hasta el mineral mediante obras mineras (socavones, rampas, contra frentes, frentes, accesos) etc.

Posteriormente se realizan trabajos de preparación es decir se diseña en el terreno la forma de cómo extraer el mineral estableciendo un método de minado.

El proceso de planeación y diseño de minas se aplica el objetivo de despertar la necesidad de identificar métodos de minado adecuados a los depósitos minerales utilizando aplicaciones tecnológicas de vanguardia que aumenten seguridad y productividad a nuestra industria. A continuación se muestran cada una de las fases que comprende el diseño de obras mineras subterráneas.

- Definición de los recursos y modelado geológico del cuerpo de mineral
- Clasificación y modelado geotécnico del macizo rocoso y dominios geotécnicos
 - Modelo de bloques
 - Parámetros de estabilidad geotécnicos
 - Estructuras mayores, unidades geológicas/ wireframes del cuerpo de mineral
 - Infraestructuras existentes (si existen).
 - Topografía superficial.
 - Toneladas y variaciones espaciales.
 - Leyes y variaciones espaciales.
 - Geometría del cuerpo de mineral.
 - Calidad del mineral, roca encajonante.

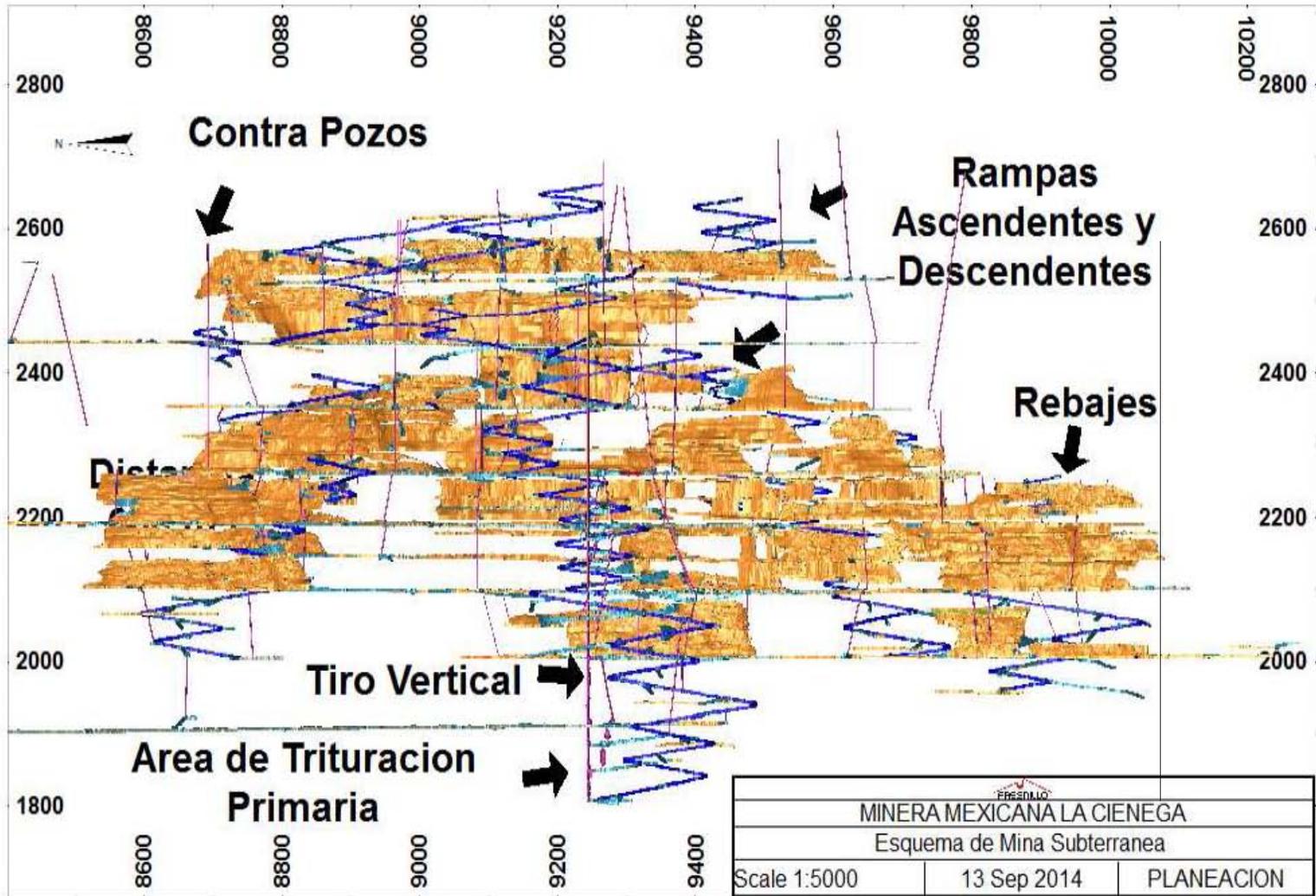


Figura No. 32 Esquema de mina subterránea

III.5 Mecánica de rocas.

La mecánica de rocas es una base fundamental para poder realizar un diseño adecuado y no tener contratiempos en el momento del desarrollo y producción del yacimiento. Por eso es importante estar en plena comunicación con el especialista para poder tomar la mejor decisión sin arriesgar al personal y se define como la ciencia que trata de la respuesta de las rocas a los campos de fuerzas presentes en su entorno físico.

Esta, como la mayor parte de las disciplinas encuadradas en las denominadas Ciencias de la Tierra, nace por una parte, de la búsqueda de explicaciones cualitativas y cuantitativas a los fenómenos naturales y por otra, como consecuencia de la actividad de los ingenieros que tratan de encontrar las mejores soluciones técnicas para controlar el terreno en las minas y en las obras civiles y militares.

La estabilidad de las excavaciones ha preocupado desde siempre a los mineros, que constantemente han tratado de establecer teorías racionales para su diseño.

La presencia de discontinuidades constituye el factor esencial del comportamiento mecánico de un medio rocoso, cualquiera que sea la escala considerada: la destrucción de una probeta entre las placas de una prensa es consecuencia de la propagación de las fisuras existentes en ella. La rotura de los macizos rocosos se produce casi siempre según superficies de discontinuidad preexistentes. El agua circula preferentemente por las discontinuidades y las fuerzas hidrodinámicas que produce se orientan básicamente de acuerdo con ellas.

El desarrollo de la mecánica de rocas en cuanto a proporcionar soluciones a los problemas que tienen planteados la minería y las obras subterráneas, es más bien pequeño. Las respuestas a los interrogantes que plantea la práctica de ingeniería

se hallan con frecuencia aplicando el sentido común, una vez que el marco geológico-geotécnico que encuadra el problema ha sido suficientemente aclarado. En la realidad, por lo mucho que aún tiene de subjetiva, puede considerarse a la mecánica de rocas casi más como un arte que como una ciencia.

Como sucede en todas las disciplinas, en la Mecánica de Rocas no existe una teoría unitaria, sino soluciones más o menos exactas a problemas individuales que al agruparse constituyen el cuerpo de esta materia.

El especialista en mecánica de rocas no puede obtener soluciones a los problemas planteados más que a partir de modelos constituidos por elementos estructurales de comportamiento mecánico bien definido. Pero, todo modelo, independientemente de que sea matemático o físico, supone una simplificación y esquematización de la realidad. La resolución de cualquier problema geotécnico requiere, en general, la realización de tres modelos:

- El modelo geológico, que comprendía los caracteres litológicos, estructurales e hidrogeológicos del macizo rocoso.
- El modelo geo mecánico que resulta de completar el anterior mediante las propiedades mecánicas de las rocas y de las discontinuidades existentes en el macizo.
- El modelo matemático, que permite, mediante la aplicación de formulaciones matemáticas al modelo geo mecánico, predecir el comportamiento de la mina.

Elaborar el plan estratégico es definir rumbo, organización y proyectos trascendentales. Es aprovechar oportunidades y fortalezas y capitalizar las amenazas y debilidades. Es ampliar nuevos mercados, diseñar nuevos productos y desarrollar programas de expansión. Es determinar eficientemente los caminos a seguirse y los recursos requeridos para una gestión exitosa.

Conociendo el diseño y la manera en que la mecánica de rocas contribuye se procede a realizar un análisis que permita saber con qué se cuenta; lo importante es que la base de la producción es conocer los rebajes en producción y rebajes en preparación y conocer las características de cada rebaje: nombre de la veta, ubicación, ley de oro y plata, toneladas por corte, valor de mineral y tamaño del bloque para ello se dividen de la siguiente manera:

- **Rebajes en producción:** Se considera que ya el rebaje cuenta con toda la obra de preparación, infraestructura necesaria y ya debe estar en proceso de explotación. Es importante actualizar las leyes del último corte del rebaje y realizar levantamientos topográficos cada corte, la finalidad de ir conociendo el comportamiento del tumbe y conocer el tiempo del ciclo completo de cada uno de los rebajes, esto facilitará para poder tener una planeación certera y adecuada ayudado a controlar la variable que servirá como una memoria de cálculo y saber cuántos cortes y toneladas producirá por mes. Y finalmente saber el tiempo de vida del rebaje y saber con qué rebaje será reemplazado.

Para poder realizar todas las estrategias anteriores se debe tener una base sólida, la cual está basada en una preparación con obra minera, infraestructura necesaria y con la existencia de rebajes que cumplan las necesidades de operación normal para poder iniciar su producción dicho incremento no se hubiese cumplido.

La planeación a corto plazo se realiza un archivo en Excel el cual permite tener todos los rebajes operativos en producción con las últimas leyes muestreadas de canal y se colocan las toneladas planeadas, las toneladas extraídas por día, que permitan generar estrategias para que los cumplimientos se den en tiempo y forma y entregar el mineral necesario a la planta de beneficio.

EXTRACCIÓN PLANEADA							DISTRIBUCIÓN										
Lugar	Tons	Au	Ag	DZAu	Pb	Zn	Miercoles 01-oct-14		Jueves 02-oct-14		Viernes 03-oct-14		Sábado 04-oct-14		Domingo 05-oct-14		
		g/t	g/t	Eq v	%	%	PLAN	REAL	PLAN	REAL	PLAN	REAL	PLAN	REAL	PLAN	REAL	
Carmen N-2000 Pte	700	2.54	29	2.99	1.09	2.47											
Carmen N-2040	0	3.18	47	3.91	1.21	2.33											
Carmen Ote N-2340	2,000	1.18	123	3.09	1.15	0.97			500	296	700	1,014					
Carmen Oxidada Central N-252	1,700	0.86	148	3.18	0.52	0.09	500	648	600	1,008	600	315					
Carmen Oxidada Central N-261	4,900	0.70	171	3.37	0.44	0.14			400	724	400		500	612	200	72	
Centenario N-2240	2,850	2.98	25	3.37	0.81	1.53											
Centenario N-2340	950	4.34	37	4.91	1.01	2.03											
Fortuna Pte N-2000	650	2.32	51	3.11	0.91	1.23	150	193							500	317	
La Gota N-2240	2,400	2.65	48	3.40	1.08	2.25											
Centenario N-2090	700	2.00	45	2.70	0.08	0.12	700	690									
Fortuna N-2000 Pte Pte	600	2.05	22	2.39	0.39	1.39	200	194									
Altamira Sur	0	1.92	86	3.26	2.55	2.07											
altamira n-2340		1.20	80	2.45	0.74	0.69											
	17,450	1.84	94.75		0.73	1.03	1,550	1,725	1,500	2,028	1,700	1,329	500	612	700	389	
								86.6%		37.6%		41.2%		77.6%		55.6%	

Tabla No. 4 Planeación de producción diaria.

La planeación a mediano plazo realiza simulaciones de la manera en que el yacimiento se explotará, para ello se apoya del software Data Mine y se realiza una simulación del corte del rebaje realizando un rectángulo del ultimo corte (cielo del rebaje) y a lo largo del rebaje, se considera 2.7 metros o 2.0 metros dependiendo si el rebaje se mina con jumbo o con máquina de pierna, en este caso seria 2.7 metros lo de la barra del jumbo de 14 pies.

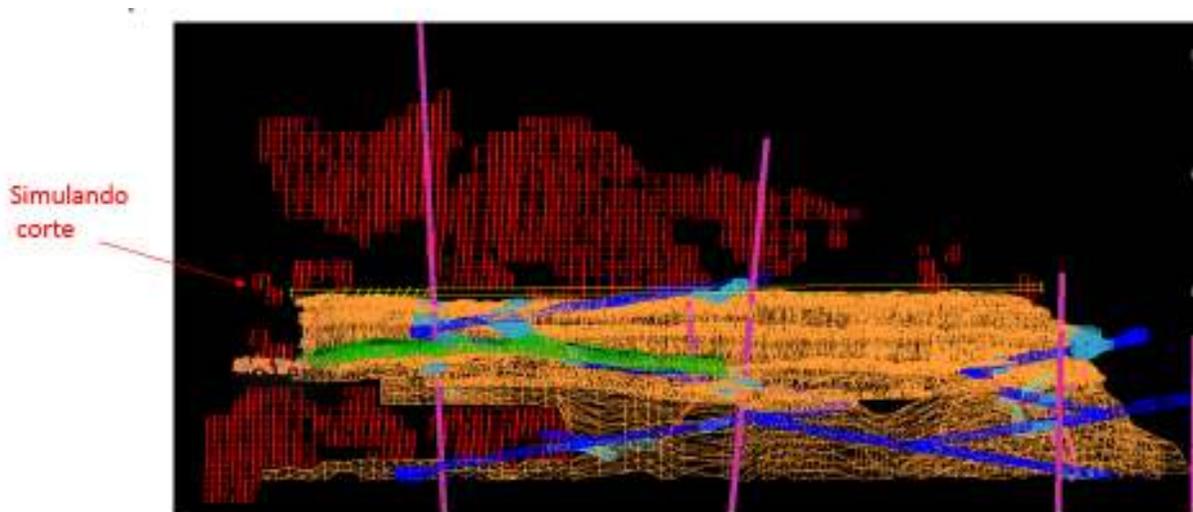
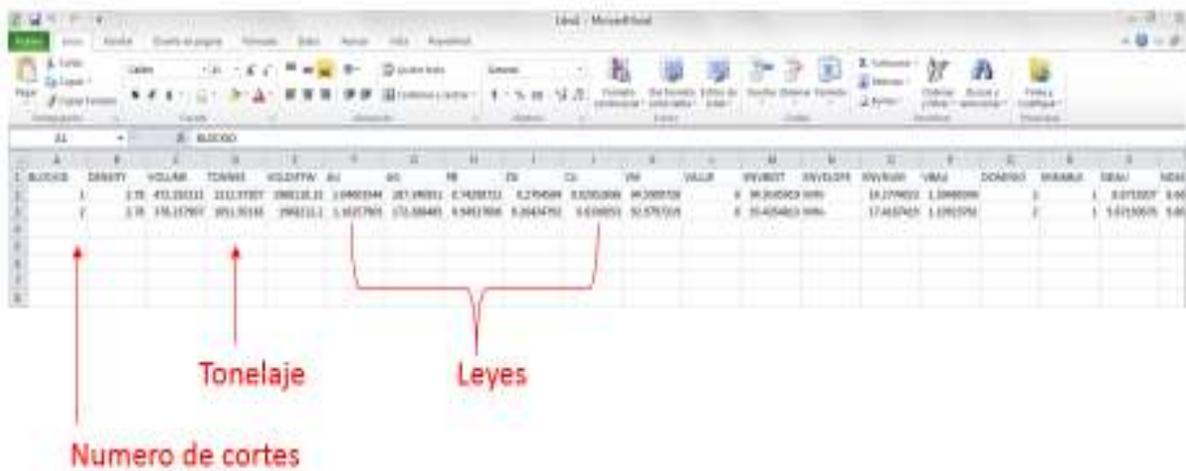


Figura No. 33 Sección longitudinal de un rebaje en producción.

La información de la simulación se exporta a Excel en donde se tiene los datos de tonelaje, ley de oro, plata, plomo y zinc. Cada bloque tiene características diferentes y dependiendo del rebaje se verá la opción de tener uno o dos cortes verticales por mes. Todo ello dependerá del ciclo de producción.

Cuando se tienen rebajes que se dan dos o tres cortes por mes se realiza un cálculo de la ley media para poder determinar cuál será el tonelaje y leyes estará entregando el rebaje en el mes.



A continuación la formula utilizada para obtener la ley media mensual para el rebaje.

Para Ley de Au.

BLOCK	DENSITY	VOLUME	TONNES	VOLUME	AU	PB	ZN
1	2.70	431.20111	1166.0717	1166.0717	0.5179915	201.401756	0.4411701
2	2.70	151.40782	409.60294	409.60294	0.5046271	221.882015	0.4411701
			1712.72353				

Para Ley de Ag

BLOCK	DENSITY	VOLUME	TONNES	VOLUME	AG	PB	ZN
1	2.70	431.20111	1166.0717	1166.0717	0.02232008	0.4411701	0.02232008
2	2.70	151.40782	409.60294	409.60294	0.02232008	0.4411701	0.02232008
			1712.72353				

Así mismo se calculan para las leyes de Pb Y Zn.

Ley promedio Final

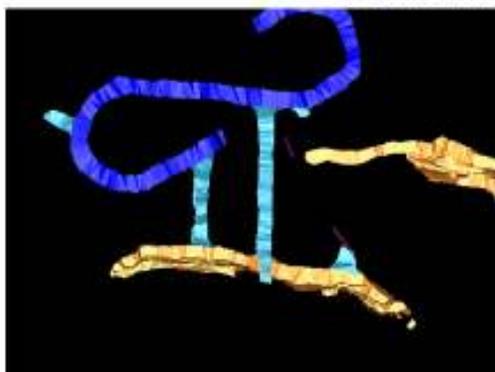
TONNES	AU	AG	PB	ZN	CU
1712.72353	0.90926549	2.11297587	0.49708448	0.31256509	0.02232008

Figura No. 34 Cálculo de la ley media de un rebaje.

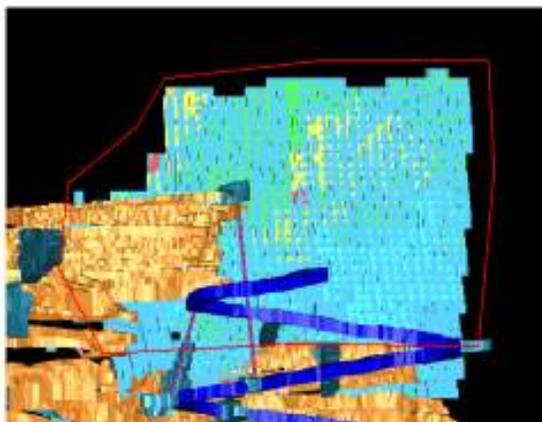
Rebajes en Producción					
Rebaje	Leyes		Valor de Mineral \$	Pilar	Ton por Corte
	Oro	Plata			
Carmen N-2000 Pte	2.26	37.73	120	37 m	2,290
Carmen N-2040	2.73	51.89	131	25 m.	1,500
Carmen N-2340	0.52	204	94.71	29 m.	2,500
Carmen Central N-2520	1.07	205	93.74	15 m	5,800
Carmen Central N-2610	1.1	183	87.44	60 m	6,000
Centenario N-2240	3.1	42	132.34	15 m	2,000
Centenario N-2340	6.7	61	254.47	85 m	2,000
Fortuna Pte N-2000	2.66	48.32	126.31	14 m.	3,000
Fortuna Ote N-2000	2.52	78	111.18	64 m	1,600
La gota N-2240	3.33	29.82	118.85	40 m	1,400
Altamira Sur N-2090	2.35	62.4	146.86	9 m	7,500
Arroyo Pte N-2430	4.79	29.85	170.18	62 m	2,500
Bonanza N-2180	2.51	45.97	134.16	27 m	2,600
Desprendido Porvenir N-2340	4.09	27.54	159.15	31 m	800
Ramal de Oro Pte. N-2240	4.84	28.05	197.36	9 m	1,000
Rosario N-2240	1.3	162.32	100.78	60 m	12,000
San Ignacio N-2430	1.17	203.84	109.78	65 m	2,000
Veta Nueva N-2340	2.4	14	93.98	31 m	800

Tabla No. 5 Rebajes en producción.

Centenario N-2340.



Longitud 90 m.
Pilar 85 m.



Tonelaje = 64,866 Ton.
Au = 6.76 gr/ton.
Ag = 61.57 gr/ton.
VM = 254.47

Figura No.35 Rebajes en producción.

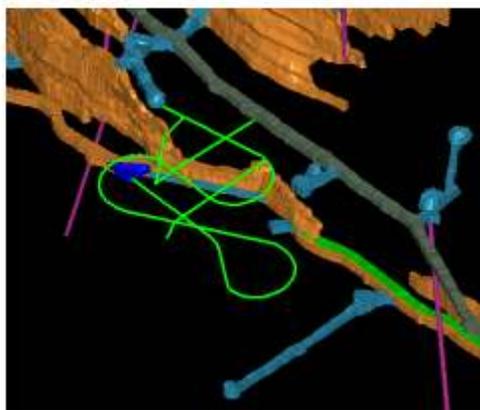
- **Rebajes en preparación:** Rebajes que aún no han desarrollado las obras de preparación indispensable o que falta infraestructura para poder iniciar la explotación. Se debe conocer el desarrollo total y el desarrollo que se da semanalmente para darle seguimiento al avance y saber si cumplirá con la preparación para el tiempo que se tiene programado.

Rebajes en Preparación					
Rebaje	Leyes		Valor de Mineral \$	Pilar	Ton por Corte
	Oro	Plata			
Ramal de Oror N-2090	1.8	29	69.35	60 m	1,200
Fortuna N-2180	3	22	105.68	62 m	1,200
Virginias N-2240	3.5	20	121.16	210 m	700
Centenario N-2090	6.8	29	231.69	75 m	1,500
Gambusinos N-2340	2.7	18	94.43	40 m	2,200
Santa isabel N-2090	3.84	34	137.47	65 m.	1,800
Carmen Ox N-2610 Ote	0.99	164	93.89	94 m	2,500
Rosario N-2340	1.8	79	88.15	90 m	11,000
Desplante Fortuna Pte Pte N-2000	3.5	25	123.04	60 m	1,500
Desplante Altamira N-2340	0.99	163	93.51	50 m	500

Tabla No.6 Rebajes en preparación.

En la figura anterior, se muestra la línea verde el proyecto de preparación, las características de las vetas y los metros faltantes de obra minera.

Fortuna N-2180.



Preparación del bloque: 419 m. de Rampa y 125 m. de Acceso.

Figura No. 36 Rebajes en preparación.

La manera en que se mide y controla que el desarrollo se esté avanzando conforme a lo planeado es realizar los presupuestos de desarrollo de manera semanal, mensual y anual, esto es con el objetivo de tener el control de todas las necesidades de preparación y la manera en que se estará explotando el yacimiento se realizan presupuestos los cuales están divididos de la siguiente manera:

- Presupuesto de desarrollo a corto y mediano plazo.

III.6 Presupuesto desarrollo de corto plazo.

Los presupuestos de desarrollo de corto plazo se realizan cada día 20 de cada mes, con la finalidad de tener 10 días de preparación, programación y contar con una planeación oportuna, se deben trabajar en conjunto con los Departamentos de Mina, Geología, Contratista y Planeación. Revisándose cada una de las obras los proyectos, leyes de bloques, leyes de canal de últimos muestreos, ensayos de BDD, avance semanales de las obras y diversas alternativas para acelerar el desarrollo de obras prioritarias y con ello tomar decisiones oportunas y a tiempo.

Actualmente el desarrollo de preparación de la unidad está conformado por 5 contratistas de obra minera los cuales tienen la misión de poder desarrollar y prepara la mina de acuerdo a las exigencias del negocio y teniendo rebajes listos para su explotación y no se tenga contra tiempos al momento de la operación de extracción del mineral. Es importante conocer la capacidad instalada de cada contratista y tener siempre presente el costo del metro lineal, ya que es una limitante para poder mantener los costos de preparación rentables.

III.7 Presupuesto desarrollo de mediano plazo.

Los presupuestos de desarrollo de mediano plazo se realizan de igual manera en conjunto con los mismos departamentos involucrados tomando como base el modelo de reservas y los metros de preparación faltante, el cual se diseña simulando cómo será la preparación y producción y en cuanto tiempo. En la Figura No.37 se muestra la topografía real del rebaje con la preparación de obra minera que requiere incluyendo el modelo de reservas.

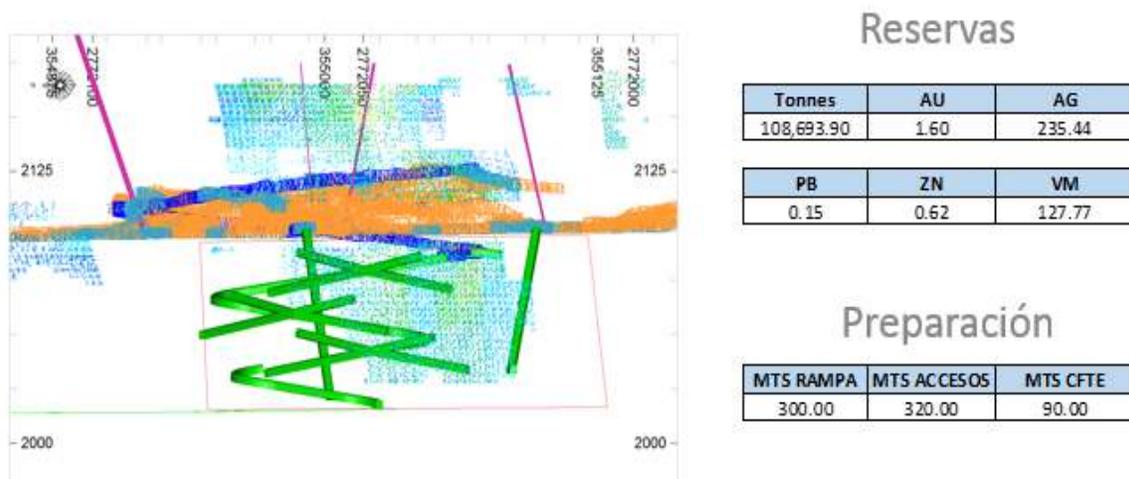


Figura No.37 Modelo de reservas.

La necesidad de contar con los presupuestos de desarrollo es para poder controlar los recursos: metros de desarrollo, tiempo y dinero. Para todo ello se realiza un diseño de mina basado en los modelos de reservas que se elaboran para conocer el desarrollo de las obras de preparación.

Para realizar los presupuestos de desarrollo, el cual se elabora para estar planeando cuando debe estar listo el rebaje para su explotación se realizan simulaciones, con el propósito de contar con una preparación de obra minera indispensable para darle vida a la mina con rebajes listos para su explotación.

Para ello, es necesario realizar planes y poder así enfrentar a los competidores, tener operaciones a costos competitivos por tonelada producida, atendiendo las necesidades de los clientes, y así estar en posibilidades de generar una utilidad mayor en las ventas del producto final, de tal manera que se debe conocer los recursos y competencias del entorno.

Reaccionar y corrigiendo dicho plan ante acciones de la competencia y cambios en las querencias de nuestros clientes durante el proceso de ejecución, logrando tener una correcta reacción ante eventos y sucesos no previstos que ocurren en el entorno.

De acuerdo a todo lo anterior, de esta forma es posible día a día cumplir con el objetivo general de Minera Mexicana La Ciénega, S.A. de C.V, el cual es: “*Contar con una creación de valor económico en forma sostenida a través de la producción de oro y plata, obteniendo una satisfacción de las necesidades de las partes interesadas: empleados, clientes, proveedores, accionistas, financieros, sociedad, etc.*”

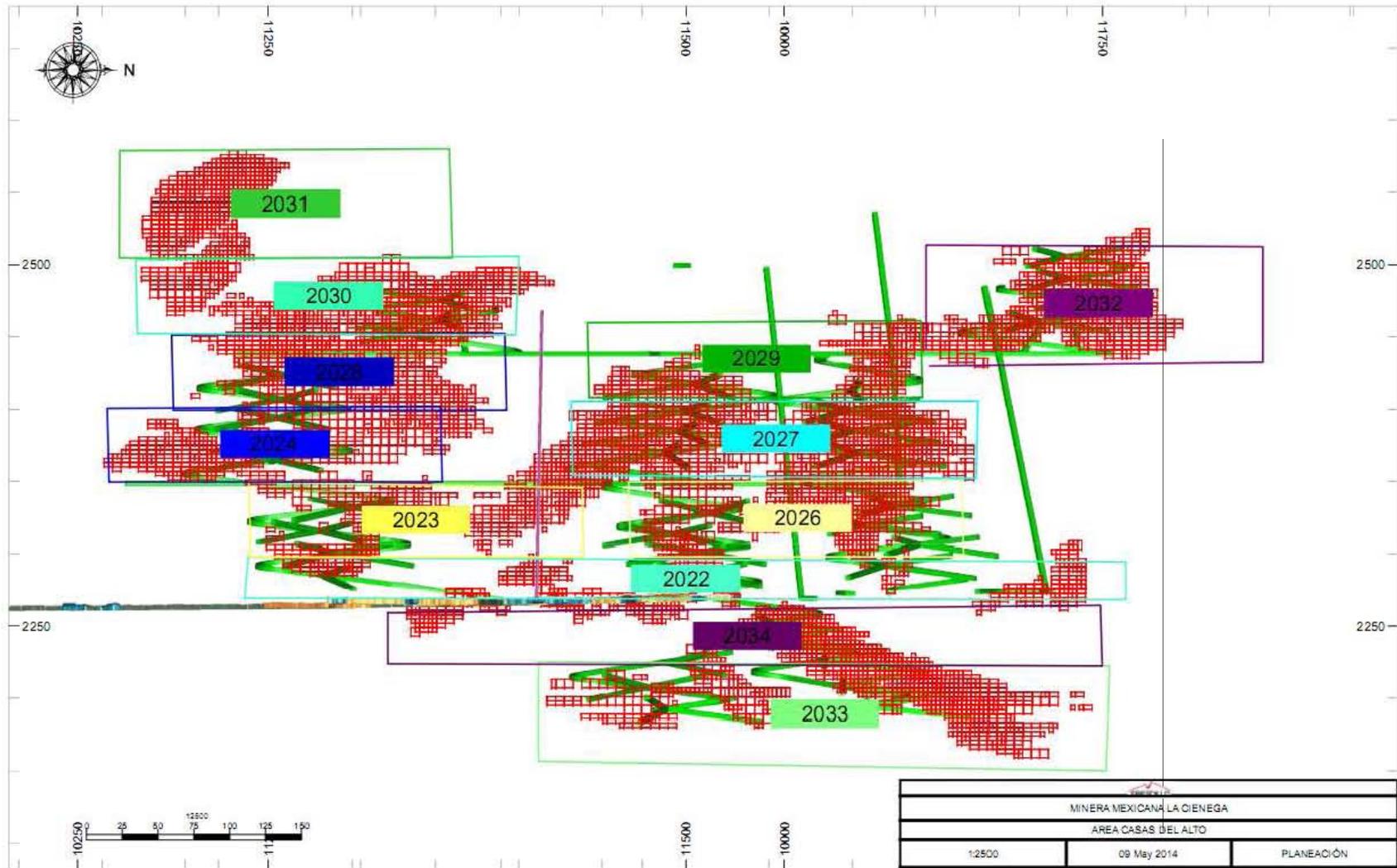


Figura No.38 Planeación de preparación y producción de veta Casas.

Capítulo IV. Evaluación Financiera.

IV.1 Formulación del presupuesto

Los presupuestos se pueden conceptualizar como el desarrollo y aceptación de una serie de objetivos y metas así como la movilización eficiente de una organización para alcanzarlos. Los presupuestos son la base sobre la cual se fundamentan: la planeación, la administración participativa y la calidad total.

Dentro de las siguientes funciones administrativas: planeación, organización, dirección, ejecución y revisión o control, dos de ellas están consignadas en los presupuestos. La función de los presupuestos es esencialmente un proceso de planeación y control; estas se basan en la convicción de que una administración puede y debe controlar el futuro de la empresa mediante la toma de una serie continua de decisiones bien concebidas.

El desarrollo de una mina comienza con la decisión de invertir en la construcción de la misma y concluye con el inicio de la explotación a plena capacidad. Incluye, para su diseño, todas las variables, personal y equipo requerido.

IV.2 Costos por metro lineal de obra minera.

En la Unidad Minera La Ciénega la preparación con obra minera está a cargo de cinco empresas contratistas mineras, cuyo presupuesto anual por metro lineal es el siguiente:

Contratista	Presupuesto Anual (m.l)
Cantera	6,600
MINPRO	5,400
MGA	4,200
Cantera San Ramón	6,600
Osos de Ocampo	3,000
Total	25,800

Tabla No.7 Presupuesto anual de desarrollo.

Los metros lineales de preparación se presupuestan conforme a las siguientes variables, las cuales se miden semanal y mensualmente en la operación:

- Costo de preparación de todas las obras del bloque.
- Prioridades (bloque de mineral, cantidad de onzas de oro del bloque).
- Eficiencia de avance.
- Capacidad instalada de cada contratista (*jumbos, scoop tram, equipos de servicio*).
- Área de preparación (disponibilidad de obras en el área y distancia entre ellas).

Para un mejor control económico y clasificación de las obras, estas se dividen en tres tipos:

- Obras de amortizables.- Son aquellas cuyo tiempo de vida es mayor de cinco años y su precio se amortizará en dicho periodo. Ejemplos: rampas ascendentes, descendentes y contra frentes; debido a que a pesar de terminar un bloque de 90 metros se continuarán utilizando.
- Obras de resultados.- Son las que se conforman con la información geológica derivada de la obra minera directa, tales como frentes, plazas de B.D.D. y cruceros de exploración.
- Obras de costos.- Son necesarias para la producción del bloque y dejarán de ser útiles al final de la explotación del bloque. Ejemplos: accesos, rampas ascendentes y descendentes de preparación de bloques de 90 m de altura y cruceros varios como nichos, cargaderos, cárcamos.

Cada obra tiene diferentes propósitos y es importante saber, en primer instancia, la sección que se tomará en el diseño, el tipo de obra, el propósito de la obra, el equipo destinado para su desarrollo y por la que estarán transitando y finalmente su tiempo de vida útil. En La Ciénega se cuenta con este catálogo principal de secciones de obra en metros, todas éstas están definidas por las necesidades operativas, dimensiones de equipos y capacidad instalada:

Tipo de Obra	Seccion (m)
Rampa Ascendente	5.0*4.5
	4.5*4.5
	4.0*4.0
Rampa Descendente	5.0*4.5
	4.5*4.5
	4.0*4.0
Contrafrentes	5.0*5.0
	5.0*4.0
Frentes	4.5*4.5
	4.0*3.5
Cruceros Varios	4.0*4.0
	3.5*3.5
	3.0*3.0
Accesos al -15 %	4.0*3.5

Tabla No.8 Secciones de obra minera

Para determinar los conceptos incluidos necesarios para el desarrollo de la obra se divide de la siguiente manera:

Conceptos	%	\$ m.n.
Materiales o Insumos	16.49%	1,675.38
Mano de Obra	33.44%	3,397.50
Equipo	50.06%	5,086.10
	100.00%	10,160.00

Tabla No.9 Desglose por conceptos en el metro lineal.

El porcentaje de los materiales y mano de obra dependen del tipo de obra y sección. Por ejemplo en una rampa ascendente es necesario que los servicios de agua y energía permanezcan instalados al finalizar la obra, mientras que en los cárcamos o accesos a rebaje solamente se colocan servicios durante su desarrollo y al momento de finalizar se retiran.

Para considerar los insumos necesarios por cada metro lineal de desarrollo y dependiendo de la sección que se requiere, se tiene un estudio elaborado por ingenieros industriales a cargo del departamento de contratos, que elaboró una base de datos de la cantidad de insumos necesarios por cada metro lineal:

Materiales	UNIDAD	CANTIDAD
BARRA DRIFTER DE 14 PIES	pieza	0.03740
BROCAS DE BOTONES 1 7/8 R32	pieza	0.26470
BROCA ESCARIADORA	pieza	0.02100
ZANCO PARA JUMBO ATLAS COPCO	pieza	0.03740
COPE PARA JUMBO ATLAS COPCO	pieza	0.04890
ALAMBRE GALVANIZADO	kg	0.08333
ARMELLAS P/COLGAR MANGA DE VENT.	pieza	0.33330
FAINEROS	pieza	0.09523
ESCALERA METALICA	pieza	0.00952
MANGUERA ANTIESTÁTICA DE 1"	mt	0.40816
MANGUERA DE 1" PARA AIRE	ml	0.22857
ANCLA PARA CABLE ELÉCTRICO CON	juego	0.33330
Ancla en " L" para soportar tubería	pieza	0.16670
MANGA DE VENTILACIÓN DE 36"	ml	1.00000
NIPLE 1"	pieza	0.04080
TUBERIA EXTRUPAK 2" RD-9	mt	1.00000
TUBERIA EXTRUPAK 4" RD-9	mt	1.00000
COPE 2" VICTAULIC	pieza	0.02500
COPE 4" VICTAULIC	pieza	0.00800
TEE 1"	pieza	0.02500
TEE 2"	pieza	0.02500
VALVULA DE 1"	pieza	0.04080
VALVULA DE 2"	pieza	0.02500
VALVULA DE 4"	pieza	0.00400
REDUCCION 2" a 1"	pieza	0.02500
REDUCCION 4" a 2"	pieza	0.00400
TUERCA UNION 1"	pieza	0.02500
TUERCA UNION 2"	pieza	0.02500
Cable para mina tipo GGC 4 ceros	mt	1.00000
CARGADOR DE MEXAMÓN	pieza	0.01300

Tabla No. 10 Tabla de Insumos.

Para el avance de las obras es necesario contar con mano de obra calificada, la cual está dividida en cuadrillas, donde se trabajan por jornada de 12 horas y la cantidad está basada de acuerdo a su uso por metro lineal:

Mano de Obra	UNIDAD	CANTIDAD
Cuadrilla de Cuele	jor	0.30675
Cuadrilla Mantenimiento Mecánico	jor	0.16667
Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico	jor	0.16667
Cuadrilla de topografía	jor	0.10000
Repartidor de Explosivos	jor	0.10000
Cuadrilla de Servicios de Mina	jor	0.16667

Tabla No.11 Tabla de mano de obra.

El equipo necesario para desarrollar un metro lineal es el siguiente:

Equipo	UNIDAD	CANTIDAD
Ventilador de Alta Presion de 40,000 PCM	hora	3.28000
Jumbo Atlas Copco de 14 Pies.	hora	1.27100
Bomba Wilden PX15 de 100 GPM a 30 m de Cabeza	hora	0.00000
Scoop Tram de 6 ó 3 yds3	hora	1.24700
Camioneta de Mecanicos	hora	0.11111
Camioneta de Explosivos	hora	0.11111
Camioneta de Supervisión	hora	0.11111

Tabla No.12 Equipo para desarrollo.

El enfoque en el control de costos y eficiencia operativa resulta de gran relevancia, lo que significa extraer el material viablemente económico, mejorando el uso de la tecnología y concentrándose en los yacimientos minerales que permiten aprovechar la propia infraestructura. En términos de inversiones en activos fijos, se sigue monitoreando cualquier cambio en los presupuestos operativos para actuar de acuerdo con ello, favoreciendo siempre las acciones que aceleren el flujo de efectivo y difieran las inversiones que no sacrifiquen los tiempos óptimos de los proyectos.

IV.3 Definición del Presupuesto de desarrollo y producción.

Para programar los presupuestos del siguiente año, en este caso el 2014, se debe conocer el denominado "7+5" desarrollado en el 2013, refiriéndose a siete meses reales más cinco meses presupuestados, con el propósito de ver el comportamiento y la inversión necesaria para poder producir y desarrollar obras de preparación, B.D.D. y contrapozos Robbins y obtener el costo final por tonelada procesada.

La producción de onzas de oro se verá disminuida en un 23.25 % y las de plata por encima en 2.05%, debido a que los rebajes que están en producción en el 2013, se agotarán y su sustitución se hará con rebajes del mismo tonelaje pero con menor ley. Tabla No.13.

De igual forma la molienda se ve disminuida en 2014 en 12,610 toneladas debido a que en el año 2013 se lograron optimizar los tiempos de mantenimiento en el primer semestre en la planta de beneficio procurando con ello una mejor utilización al proceso.

MINERAL MOLIDO (Ton)	7 +5 2013 1,321,110	Total 2014 1,308,500	Variación -12,610	% -1%
LEYES				
g/Ton Au	2.49	2.06	-0.43	-21%
g/Ton Ag	116.34	118.81	2.47	2%
% Pb	0.56	0.66	0.10	15%
% Zn	0.80	0.97	0.17	18%
RECUPERACIONES				
Oro, %	97.52	96.50	-1.0	-1%
Plata, %	86.19	87.00	0.8	1%
Zinc, %	57.56	60.00	2.4	4%
Plomo, %	69.13	70.00	0.9	1%
CONTENIDOS (Miles)				
kg Au	3,202.70	2,598.64	-604	-23%
kg Ag	132,471.40	135,250.67	2,779	2%
Ton Pb	5,157.57	6,050.51	893	15%
Ton Zn	6,067.04	7,633.73	1,567	21%

	2013 (7+5)	2014	Diferencia	%
Oz Au	102,980	83,557	-19,423	-23.25%
Oz Ag	4,259,530	4,348,896	89,365	2.05%
Oz de Ag Equivalentes a Au	66,555	67,951	1,396	2.05%
Suma Oz Eq Au	169,535	151,509	-18,026	-11.90%

Tabla No.13 Producción de contenidos de oro y plata "7+5" (2013) vs 2014.

El presupuesto de desarrollo es la mayor inversión. Para ello se deben analizar, diseñar, dirigir los objetivos claves del negocio, contar con rebajes listos para producción con todas las obras necesarias y con los estándares de seguridad que ello implican. En todo momento contar con las prioridades que permitan tomar la mejor decisión en tiempo y forma. El costo por metro lineal es de 800 \$ usd aproximadamente (10,160 \$ mxn.).

Siempre se debe tener cuidado al elaborar los presupuestos, para ello se estará disminuyendo un 4%, 1,015 metros debido a que se producirán menos onzas y se debe mantener el costo por tonelada similar al 2013 y se darán a las obras prioritarias y urgentes sin descuidar la preparación de la mina que se vea afectada en la operación.

Desarrollo de Obra Minera	U/M	7+5 2013	Presupuesto 2014	Variación	%
Desarrollo Costo	Metro	9,728	10,705	-23	0%
Amortizable	Metro	9,261	6,465	-2,796	-43%
Resultados	Metro	7,826	8,630	804	3%
Sumas		26,815	25,800	-1,015	-4%

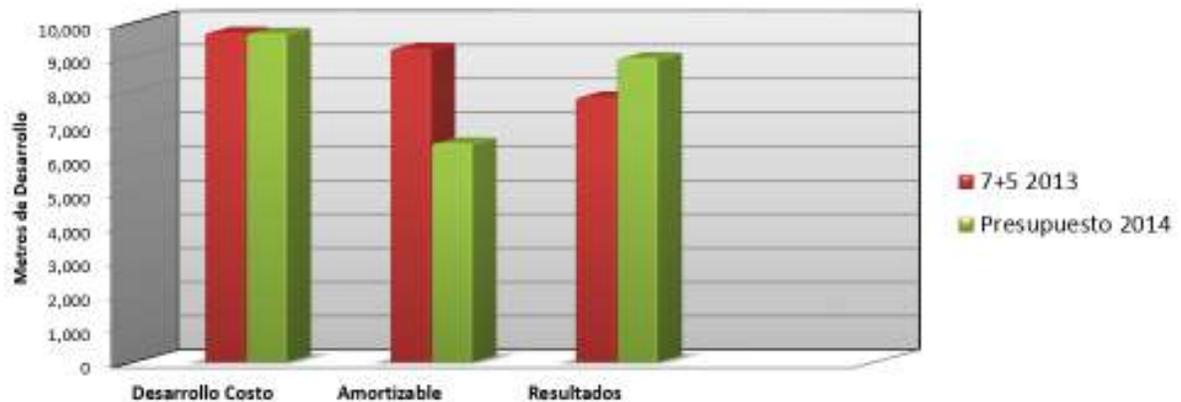


Figura No.39 Presupuesto de desarrollo.

La exploración es importante ya que sin ella, los recursos y reservas que se cuentan en la unidad no se renovarían y condenarían la vida de la mina. Para ello también se cuenta con un presupuesto de barrenación de diamante. El costo por metro de BDD se tiene en 75 \$usd, lo cual es desarrollado por personal contratista.

La manera de ventilar el desarrollo y los rebajes en producción a través de contrapozos Robbins que permiten tener una eficiente ventilación y así contar con la cantidad necesaria de aire, temperatura y humedad adecuadas para el buen desempeño del personal en el interior de la mina. También se utilizan contrapozos Robbins "metaleros" o "tepetateros" que permiten que el ciclo de producción o desarrollo sea más ágil en la operación diaria. El costo del metro lineal de contra pozo de 8 pies es de 1,150 \$usd, mientras que el de 4 pies de 840 \$usd.

Debido a la reducción de las obras de preparación será necesario reducir los contrapozos Robbins en un 20%.

Desarrollo	U/M	7+5 2014	Presupuesto 2015	Variación	%
BDD	Metro	75,129	75,000	-129	0%
Contrapozos Robbins	Metro	4,274	3,570	-704	-20%
Sumas		79,403	78,570	-833	-1%

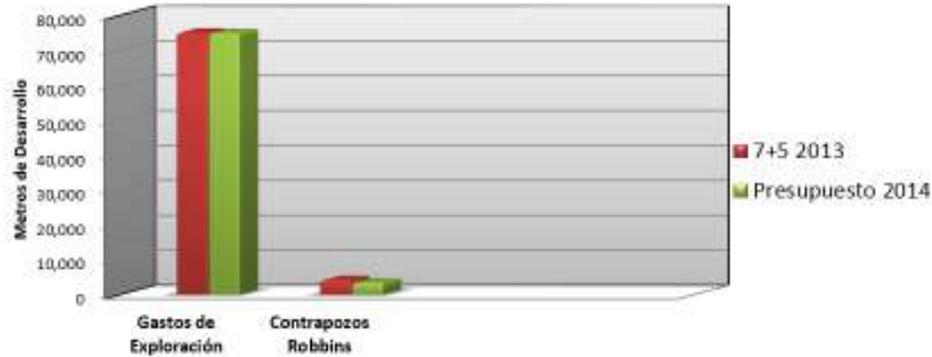


Figura No. 40 Presupuesto de exploración y contrapozos Robbins.

El capital humano es una parte fundamental para poder cumplir con los presupuestos de todas las áreas. En el caso del 2014 se mantiene la fuerza laboral por no contar con ampliaciones de molienda, adquisición de nuevos equipos o modificación a la capacidad instalada. Se tiene el capital humano dividido de la siguiente manera:

Concepto	Pronostico (7+5) / 2013	Ppto. 2014	Var	%
Empleados	110	110	-	
Personal sindicalizado	372	372	-	
Personal de contratistas	370	370	-	
TOTAL	852	852		0%

Tabla No.14 Presupuesto de capital humano.

Los insumos como la energía eléctrica, diésel y combustibles son una parte fundamental en la operación diaria, y conforman una parte importante del costo por tonelada producida. En la Tabla No.15 se muestra lo consumido en el “7+5” (2013) y los que se requieren para el presupuesto del 2014.

Se disminuirá en un 8% el consumo de energía eléctrica debido a que se concluyó la obra del túnel de desagüe, el cual esta comunicado a una cañada en la superficie en la elevación 1910, evitándose así que el bombeo de agua de laboreo salga por el socavón Del Carmen, ubicado en el nivel 2430, con lo anterior se reducen 190 metros de bombeo de cabeza y 1,800 galones por minuto que tenían que bombearse desde las piletas ubicadas en los niveles 2180 y 2240. El túnel en el nivel 1910 trabajará por gravedad manteniéndose el bombeo solamente para la planta de beneficio, el agua de servicios y el agua potable para la colonia y pueblo.

Los insumos en general: explosivos, acero, blindajes y bolas para los molinos no sufrirán movimiento alguno por mantener la misma producción y molienda.

Concepto	Indicador	TOTAL 7+5 2013	Ppto. 2014	VARIACION	%	COMENTARIOS
Energía Eléctrica	Kwh Totales	84,033,524	81,779,504	- 2,254,020	-8%	Menor consumo de Energía Eléctrica por inicio de Túnel de Drenaje.
Energía Eléctrica	Kwh / Ton Mral Molido	65.01	62.50	- 2.51	-4%	
Diésel	Lts / Ton Mral Molido	1.030	1.030	- 0%		
Combustibles y lubricantes	Costo / Ton Mral Molido	5.790	5.790	- 0%		

Concepto	Indicador	Pronóstico 7+5 2013	Ppto. 2014	VARIACION	%	COMENTARIOS
Explosivos y Detonantes	Consumo / Ton Mral Molido	0.960	1.470	0.510	35%	Mayor consumo por adicionar el explosivo en mina San Ramón, ya que actualmente lo proporciona el contratista.
Acero y Brocas de Barrenacion	Costo / Ton Mral Molido	5.750	5.760	0.010	0%	
Blindajes Molinos y Quebrad.	Costo / Ton Mral Molido	2.030	2.030	0	0	
Bolas y Barras para Molino	Kgs / Ton Mral Molido	1.950	1.990	0.040	2%	Por procesar mineral de las vetas Casas y Rosario el cual presenta mayor dureza y es más abrasivo.

Tabla No.15 Presupuesto de insumos por tonelada.

Para los contratistas de desarrollo es importante conocer que es lo que se incluye en dicho concepto, debido a que no solamente se dedican al desarrollo de obra minera, hay que considerar el tumbe de mineral y tepetate, el costo que implica mover todo el material que será extraído, sea mineral o tepetate, desbordes de obras y pivoteo de accesos.

En la Tabla No. 16 se explica el costo por concepto de contratistas de desarrollo por unidad, metro lineal, metro cúbico o toneladas con su costo en moneda nacional y comentarios relevantes que permitan contar con la razón del porque se mantiene, disminuye o se incrementa el insumo.

Una de las estrategias de reducción de costos para el 2014 consiste en realizar el tumbe de mineral y tepetate con recursos propios, ya que es un costo fijo que se cuenta y que se debe aprovechar y maximizando la productividad del personal sindicalizado.

El mayor importe de ahorro será en los conceptos contratistas, en un 9%, comparado con el "7+5" del 2013 vs el año 2014 logrando la estrategia de ahorro y mejorando las condiciones de costo por tonelada del 2013.

Administrando los recursos de acuerdo con las cuestiones económicas del entorno, como el incremento de la inflación del 2014, el incremento anual de los precios de los contratistas y el incremento de los insumos claves de la operación.

Contratistas de Desarrollo	U/M	Total 2013		Presupuesto 2014		Variación	
		IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD
Tumbe	TON	\$158,730,539	589,213	\$121,513,578	469,400	-\$37,216,961	-119,813
Desarrollo	ML	\$124,033,339	9,728	\$123,738,750	9,705	-\$294,589	-23
Acarreo	TON	\$13,187,026	249,759	\$13,780,553	261,000	\$593,527	11,241
Pivoteo	M3	\$3,262,095	10,546	\$3,721,850	11,000	\$459,755	454
Desbordes	M3	\$26,963,275	81,028	\$20,697,080	60,950	-\$6,266,195	-20,078
Otros Servicios		\$1,456,931		\$1,313,789		-\$143,142	
Sumas		327,633,205.24	940,273.37	284,765,600.35	812,055.00	- 42,867,604.89	- 128,218.37

Tabla No. 16 Presupuesto de contratista de desarrollo por actividad.

IV.4 Definición del presupuesto total de producción.

Con la información anteriormente analizada, se realiza un resumen que muestra cada uno de los conceptos necesarios que incluyen el costo por tonelada procesada. Es importante contar con dicha comparativa para poder realizar un análisis de la situación y determinar la mejor estrategia a llevar a cabo para el siguiente año.

Estos presupuestos se realizan en el mes de agosto lo cual permite tener tiempo, recursos y diseñar escenarios que logren cumplir lo planeado. Así como contar con la preparación de las obras que serán necesarias para poder cumplir con el tonelaje y la ley para el siguiente año.

MILES DE DOLARES

UNIDAD	(7+5) 2013	PPTO 2014	Variación	%
Minera Cienega	\$ 99,060	\$ 98,200	- \$ 859	-1%

TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN

MILES DE PESOS

UNIDAD	(7+5) 2013	PPTO 2014	Variación	%
Capital Humano	\$ 170,931	\$ 171,293	\$ 361	0%
Mat. De Operación	\$ 236,951	\$ 258,444	\$ 21,492	8%
Energéticos	\$ 147,751	\$ 144,375	-\$ 3,375	-2%
Contratistas	\$ 532,545	\$ 488,229	-\$ 44,317	-9%
Mantenimiento y Rep.	\$ 91,699	\$ 91,891	\$ 192	0%
Fletes	\$ 28,149	\$ 28,190	\$ 41	0%
Otros	\$ 83,712	\$ 84,364	\$ 651	1%
Total	\$ 1,291,739	\$ 1,266,785	-\$ 24,954	-2%

CONCEPTO	(7+5) 2013	PPTO 2014	Variación	%
\$ USD	\$ 99,059,724	\$ 98,200,356	-\$ 859,367	-1%
TON PROCESADAS	1,321,110	1,308,500	- 12,610	-1%
COSTO \$ USD/TON	\$ 74.98	\$ 75.05	\$ 0.07	0%

Tabla No. 17 Resumen de presupuesto de contratistas.

El grupo de inversionistas cada vez más toman en cuenta los costos totales como un medio para monitorear los costos de producción actuales y la preparación de la producción futura, por lo cual se toman los costos totales de producción como un indicador. Sin embargo, los indicadores clave de desempeño que se utilizan como referencia para evaluar la competitividad en los costos de ventas totales.

Lo anterior se basa en las normas prevalecientes de grupos de analistas de la industria a nivel internacional como las consultorías: CRU (por sus siglas en inglés: Commodities Research Unity) y Thomson Reuters GFMS.

Así mismo los costos totales son un reflejo del desempeño actual de una empresa. La competitividad a largo plazo no sólo depende no sólo de su habilidad para extraer los recursos a un costo razonable, sino en el tamaño real de la base de los recursos económicos. Un fuerte indicador de la producción futura es la habilidad para convertir los recursos medidos, indicados e inferidos en reservas probadas y probables.

Actualmente en la Unidad Minera de Ciénega, el estricto control de efectivo, activos, costos y gastos contribuyen directamente a mantener la posición competitiva como productor de bajo costo, lo cual permite garantizar la continuidad operativa y entregar rendimientos a los accionistas.

Conclusiones y Recomendaciones

Una vez finalizada la investigación correspondiente al análisis del desarrollo del proceso de planeación, ejecución y control dentro del área de planeación e ingeniería de Minera La Ciénega de Fresnillo PLC; es posible concluir lo siguiente:

En relación a la hipótesis 1 (H_1):

¿La definición exacta del costo de producción unitario contribuye a una real y efectiva optimización de los recursos económicos?

La respuesta se considera cierta, puesto que el análisis desarrollado en este trabajo de investigación arroja, que la planeación te permite determinar una proyección de los costos unitarios para elaborar presupuestos de desarrollo y tumbe apegados a la realidad y maximizar los recursos económicos, evaluar con ello cada una de las variables que conforman los costos operativos, esto es:

- La geología del yacimiento.- A partir del conocimiento de las características de las vetas: leyes y toneladas, teniendo como base el código JORC.
- El cálculo de recursos y reservas.- Para diferenciar el mineral factible de ser beneficiado.
- El diseño de obras de preparación.- Definir las obras de preparación necesarias para cada una de las vetas.
- La ingeniería de minas.- Aplicar todos los conocimientos apoyados en diversos sistemas de control, para obtener cálculos exactos de operación.
- La elaboración de presupuestos de producción y desarrollo a corto, mediano y largo plazo.- A partir de los cuales se definen prioridades, necesidades y costos de operación.

De igual manera a partir del desarrollo de tal investigación fue posible detectar ciertas áreas de oportunidad y, consecuentemente, definir estrategias que contribuyan de manera efectiva a elevar el desempeño en el área de Planeación e Ingeniería de la Unidad Minera Mexicana La Ciénega, y obteniendo:

- Mejores sistemas de control más estrictos que permitan tener una retroalimentación pronta y oportuna.
- Una disminución en la brecha entre lo presupuestado y lo real para contar con información con un mayor grado de confiabilidad.
- Una corresponsabilidad con las áreas operativas con el propósito de optimizar los resultados
- Un eficiente sistema de control correspondiente al concepto de contratistas bajo la filosofía de reducción de costos y aumento de productividad.

Antes de finalizar el presente documento es necesario mencionar que en el ámbito personal tal estudio representó un reto académico significativo y satisfactorio, puesto que hoy en día se tiene la oportunidad de participar directamente como responsable del área de planeación e ingeniería, lo cual ha permitido implementar los diversos conocimientos y habilidades adquiridos la formación académica.

Bibliografía

- Era-Maptec, 1994, Structural interpretation of the Ciénega Mine, Durango, México: Preparado para Minera Mexicana La Ciénega, SA de C.V, p. 40-106.
- Clark, K., F. Carrasco, M.L. Damon P.E. y Sandoval, H. 1977, Posición estratigráfica y distribución en tiempo y espacio, mineralización en la Provincia de la Sierra Madre Occidental en Durango, México: Asociación de Ingenieros de Minas y Metalurgistas y Geólogos de México, Memoria Técnica XII, p.197-244
- Carrasco, Miguel y Cruz, Rodrigo, 1977, Geología, yacimientos Minerales y programa de exploración en el distrito Montoros, Municipio de Santiago de Papatziaro, Estado de Durango. Consejo de Recursos Minerales, Seminario interno sobre exploración geológica minera, p. 153-208
- Hartman, L. Howard. Introductory Mining Engineering. John Wiley & sons. 1987. Alabama, Canadá.
- Tercer Congreso Internacional en Block Caving, Mine Planning Workshop 2014. Santiago de Chile.
- Diplomado Lideres en Formación. Instituto Tecnológico Autónomo de México. Noviembre 2014. Torreón Coahuila, México.
- D.C. Hambrick y J.W.Frederickson. Are you sure you have a strategy?, AME. 2005. p 10-80.
- Matti Heiniö. Rock Excavation Handbook, Project Planning and Implementation. Sandvik Tamrock Corp. 1999
- J.N. de la Vergne. The Hard Rock Miner's Handbook, Edition 3. 2003 McIntosh Engineering Limited. Ontario, Canadá.