

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**“APLICACIÓN DEL DATAMINE PARA EL PLANEAMIENTO
ESTRATÉGICO DE INVERSIÓN EN MINERÍA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

AUTORES

Bach. CARLOS MÁXIMO NEIRA RIVERA

Bach. YULISA NATALY ZEVALLOS VERA

Callao,2020

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

Jurado de Sustentación de Tesis:

Dr. Alejandro Danilo Amaya Chapa



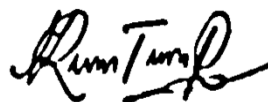
Presidente

Mg. Osmart Raúl Morales Chalco



Secretario

Mg. Manuel Abelardo Alcántara Ramírez



Vocal

Mg. Héctor Gavino Salazar Robles: Asesor de tesis:

Libro de actas N° 01

Acta N° 07

Fecha de aprobación de la tesis: 21 de septiembre de 2020

DEDICATORIA

Con especial agradecimiento a mis padres, por sus sabias enseñanzas de perseverancia en esta vida, a mis hijos por hacerme sentir feliz con sus éxitos en la vida, a mi país por las oportunidades recibidas y las satisfacciones de haberle servido con lo mejor de mi persona.

ÍNDICE	PÁGINA
CARATULA	1
HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	4
INDICE	5
TABLAS DE CONTENIDOS	9
TABLA DE FIGURAS O IMÁGENES	<u>10</u>
RESUMEN	144
RESUMO	15
INTRODUCCIÓN	16
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Formulación del problema.	18
1.2.1. Problema general.	18
1.2.2. Problema específico.	18
1.3. Objetivos.	18
1.3.1. Objetivo general.	18
1.3.2. Objetivos Específicos	18
1.4. Limitantes de la investigación.....	19
1.4.1. Teórico.	19
1.4.2. Temporal.	19
1.4.3. Espacial.....	19
II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes del estudio.	200

2.2.	Bases teóricas.....	25
2.2.1.	Bases epistémica.	25
2.2.2.	Base tecnológica.....	26
2.3.	Marco conceptual.	26
2.4.	Definición de términos básicos:.....	40
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	41
3.1.	Hipótesis general y específicas.	41
3.1.1.	Hipótesis general.....	41
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	41
3.2.	Definición conceptual de variables.	42
3.2.1	Operacionalización de Variables.....	43
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
4.1.	Tipo y diseño de investigación.....	44
4.2.	Método de investigación.....	44
4.3.	Población y muestra.	44
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado.....	45
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	45
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	45
4.6.1.	Volúmen y tonelaje de recursos de mineral.....	46
4.6.2.	Volumen y tonelaje de recursos de mineral.	48
4.6.3.	Calidad del mineral en contenidos metálicos por tonelada (Ley).	488
4.6.4.	Geometría y ubicación del depósito de minerales.	50
4.6.5.	Geometría y ubicación de las litologías presentes.....	51
4.6.6.	Calidad geo mecánica de la roca con mineral.	51

4.6.7.	Recuperación metalúrgica al interior de la roca.....	534
4.6.8.	Volumen o tonelaje de producción de mineral por mes o año.....	547
4.6.9.	Precios de los metales en el mercado internacional.	58
4.6.10.	Carga impositiva y rentabilidad.....	580
4.6.11.	Volumen y tonelaje de reservas de mineral.	601
4.6.12.	Estándares y normas internacionales para las reservas de mineral.	614
4.6.13.	Procesamiento de datos.....	72
4.6.14.	Identificación del software con aplicación en minería.....	724
4.6.15.	Aplicación con información de datos geoquímicos.	75
4.6.16.	Aplicación con información de datos de sondajes.	75
4.6.17.	Aplicación con información topográfica y litológica.	79
4.6.18.	Aplicación con información del modelo de bloques.	81
4.6.19.	Aplicación de la simulación de la producción de mineral.	82
4.6.20.	Aplicación del software minero al depósito de minerales Clarita.	83
4.6.21.	Aplicación de la geoestadística.	944
4.6.22.	Definición y cálculo del variograma.	955
4.6.23.	Definición de interpolación de leyes y aplicación del kriging.....	103
4.6.24.	Cálculo y clasificación de recursos de mineral.....	10606
4.6.25.	Cálculo del valor de los bloques de mineral.....	11212
4.6.26.	Algoritmos de diseño de minas a cielo abierto.....	114
4.6.27.	Diseño de mina – Cálculo de reservas y evaluación económica....	11515
V.	RESULTADOS.....	12121
5.1.	Resultados descriptivos	12121
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	12222

6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados. .	12222
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	12727
	CONCLUSIONES	12929
	RECOMENDACIONES	130
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
	ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	134
	ANEXO 02: PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE BLOQUES DE MINERAL.....	13535
	ANEXO 03: VALOR ECONÓMICO DE RESERVAS POR NIVELES	14242
	ANEXO 04: PARÁMETROS PARA EL DISEÑO FINAL ÓPTIMO ECONÓMICO.	149
	ANEXO 05: FASES Y PLAN DE MINADO ÓPTIMO CON NPV	1599
	ANEXO 06: UBICACIÓN Y TAMAÑO DEL DISEÑO FINAL ÓPTIMO DE LA MINA.....	171

TABLAS DE CONTENIDOS

TABLA N° 1 – Operacionalización de variables.....	43
TABLA N° 2 Relación de Softwares y sus Aplicaciones.....	73
TABLA N° 3 Cuadro de Número de Sondajes.....	85
TABLA N° 4 Resumen de Información de Costos	116
TABLA N° 5 Valorización total de Bloques para Precios del Au	117
TABLA N° 6 Valorización del NPV para Precios del Au	119
TABLA N° 7 Matriz de Consistencia	134

TABLAS DE FIGURAS O IMAGENES

FIGURA N° 1 – Leyes de Au en un Área	28
FIGURA N° 2 – Área de Interés Reducida	28
FIGURA N° 3 – Ranking de Producción Mundial de Au	47
FIGURA N° 4 – Ranking de Producción Mundial de Ag	47
FIGURA N° 5 – Ranking de Producción Mundial de Cu	47
FIGURA N° 6 – Ranking de Producción Mundial de Pb	47
FIGURA N° 7 – Ranking de Producción Mundial de Zn	47
FIGURA N° 8 – Ranking de Producción Mundial de Mo	47
FIGURA N° 9 – Ranking de Producción Mundial de Sb	47
FIGURA N° 10 – Depósito de Minerales en Vetas y Coluviales	49
FIGURA N° 11 – Tipos de Depósitos de Mineral	49
FIGURA N° 12 – Litologías en Sección del Depósito de Yanacocha	51
FIGURA N° 13 – Zonas Estructurales Geomecánicas	52
FIGURA N° 14 – Gradientes de Taludes del Tajo de Toquepala	53
FIGURA N° 15 – Clasificación de Recursos y Reservas	63
FIGURA N° 16 – Secuencia para Estudio de un Depósito de Minerales	64
FIGURA N° 17 – Muestreo en Superficie	65
FIGURA N° 18 – Tipos de Estudio Geofísico	67
FIGURA N° 19 – Calificación de Recursos y Reservas de Mineral	68
FIGURA N° 20 – Proceso de Evaluación de un Proyecto Minero	71
FIGURA N° 21 – Curvas Iso leyes de Cu	75
FIGURA N° 22 – Curvas Iso leyes de Au	75

FIGURA N° 23 – Formato Registro Información de Sondajes	77
FIGURA N° 24 – Sección Vertical con Sondajes	78
FIGURA N° 25 – Sección Vertical con Litología	78
FIGURA N° 26 – Información de un Sólido Litológico y Superficie	79
FIGURA N° 27 – Puntos Topográficos	79
FIGURA N° 28 – Curvas de Nivel Topográficas	80
FIGURA N° 29 – Topografía Digital del Terreno de Clarita	80
FIGURA N° 30 – Modelo de Bloques Total	80
FIGURA N° 31 – Bloques Debajo de la Superficie	80
FIGURA N° 32 – Precios del Oro de los años 1975 al 2018	84
FIGURA N° 33 – Formato de Data de Sondajes (collares)	85
FIGURA N° 34 – Vista en Planta de Sondajes	86
FIGURA N° 35 – Vista en Planta de la Malla de Perforación de Sondajes ..	86
FIGURA N° 36 – Vista de Sondajes en una Sección Vertical	87
FIGURA N° 37 – Vista de Sondajes con Valores de Leyes en una Sección Vertical	88
FIGURA N° 38 – Polígono que Delimita Litología con Buena Geo Metalurgia	88
FIGURA N° 39 – Polígonos en Secciones que Delimitan Litología con Buena Geo Metalurgia	89
FIGURA N° 40 – Sólido que Delimita la Litología con Buena Geo Metalurgia	89
FIGURA N° 41 – Sólido Litológico con Sondajes y Topografía	90
FIGURA N° 42 – Muestras Originales Provenientes de Sondajes	91
FIGURA N° 43 – Muestras con Valores de Leyes Regularizadas en Compositos de 6 metros	91

FIGURA N° 44 – Modelo de Bloques de Clarita en 3D	93
FIGURA N° 45 – Modelo de Bloques de Clarita en una Sección con Sondajes.....	93
FIGURA N° 46 – Lista de Valores de Leyes Espaciadas 2 metros	96
FIGURA N° 47 – Formas de Presentación del Gráfico del Variograma	98
FIGURA N° 48 – Variograma Experimental en la Dirección Principal Azimut 225°, Inclinación 45°	99
FIGURA N° 49 Variograma Experimental en la Dirección Perpendicular Azimut 135°, Inclinación 0°	100
FIGURA N° 50 – Variograma Experimental en la Dirección Perpendicular Azimut 45°, Inclinación 45°	101
FIGURA N° 51 – Componentes del Variograma, Ubicación del “a” y Ejes del Elipsoide según “a”	102
FIGURA N° 52 – Elipsoide Formado por los Alcances de los Variogramas Experimentales	102
FIGURA N° 53 – Bloque, Elipsoide y Muestras	104
FIGURA N° 54 Tipo de Elipsoide según Precisión de Estimación.....	108
FIGURA N° 55 – Listado de Resultados de Cálculo de Leyes de Bloques	110
FIGURA N° 56 – Sección con Resultados de Cálculo de Leyes de Bloques.....	111
FIGURA N° 57 – Leyes de Bloques Calculados, Vista a Mayor Detalle	111
FIGURA N° 58 - Cuadro y Gráfico de Curva Tonelaje de Recursos – Ley de Corte.....	112
FIGURA N° 59 - Gráfico de Ingresos (Revenue), Costos Mina, Costos Planta vs Precio del Au	121
FIGURA N° 60 - Gráfico del Valor Presente Neto (NPV)	122

FIGURA N° 61 - Comportamiento del Valor del NPV y los tonelajes de Mineral..... 125

FIGURA N° 62 - Precios del Au y Ubicación de los precios tomados para esta tesis 126

RESUMEN

La tecnología de software especializado para minería es un importante instrumento para realizar cálculos de múltiples escenarios económicos para determinar la rentabilidad en la explotación de un depósito de minerales. Esta actividad es cada vez más importante debido a que los depósitos de minerales de buena ley cada vez son más escasos y se presentan con mayor frecuencia depósitos con leyes de bajo contenido metálico cuya evaluación económica debe ser más precisa y oportuna para la toma de decisiones estratégicas de inversión.

Es el caso en el año 2008, fecha que se inicia la crisis económica internacional denominada “crisis inmobiliaria”, que ocurre un crecimiento inusual del precio del oro, motivo por el cual la empresa decide evaluar la factibilidad económica de un depósito de mineral de baja ley, denominado Clarita, que estuvo abandonado varios años por su bajo contenido metálico, habiéndose construido sobre ella buena infraestructura de alojamiento, servicios y deportes sobre su superficie.

En la presente tesis se realizará el proceso de cálculo, modelamiento del depósito de minerales y la simulación de la producción, para evaluar la rentabilidad económica de este depósito de minerales de baja ley y con ello transmitir en este trabajo la secuencia a seguir en la implementación de aplicación de software de minería especializado para la evaluación económica de depósitos de minerales.

La minería en el Perú desempeña un rol importante en la economía mediante la producción de materiales que inicialmente no reflejan ningún valor hasta que la inversión hace factible su extracción, generando un valor agregado importante. Para hacer factible esta producción se requiere poner en actividad un importante sector de producción de insumos. Esto significa mover la economía nacional en varios sectores productivos que directa e indirectamente forman parte de la cadena productiva en nuestro país.

Palabras clave: Depósitos de minerales, estratégicas de inversión, contenido metálico, modelamiento, simulación.

Resumo

A tecnologia de software especializada para mineração é um instrumento importante para realizar cálculos de múltiplos cenários econômicos para determinar a lucratividade na exploração de uma jazida mineral. Esta atividade está se tornando cada vez mais importante devido ao fato de que depósitos minerais de bom teor são cada vez mais escassos e depósitos com baixo teor de metais aparecem com mais frequência, cuja avaliação econômica deve ser mais precisa e oportuna para a tomada de decisões estratégicas. investimento.

É o caso em 2008, data em que começou a crise econômica internacional denominada “crise imobiliária”, que ocorreu um crescimento atípico do preço do ouro, razão pela qual a empresa decide avaliar a factibilidade econômica de uma jazida de baixo valor mineral. lei, denominada Clarita, que esteve vários anos abandonada devido ao seu baixo teor metálico, tendo sobre ela construída uma boa infraestrutura de alojamento, serviços e esportes na sua superfície.

Na presente tese, será realizado o processo de cálculo, modelagem da jazida mineral e simulação de produção, para avaliar a rentabilidade econômica desta jazida de minerais de baixo teor e assim transmitir neste trabalho a sequência a seguir na implementação de aplicativo de software de mineração especializado para a avaliação econômica de depósitos minerais.

A mineração no Peru desempenha um papel importante na economia ao produzir materiais que inicialmente não refletem nenhum valor até que o investimento seja factível a sua extração, gerando significativo valor agregado. Para ser factível essa produção, é necessário colocar em atividade um importante setor de produção de insumos. Isso significa movimentar a economia nacional nos diversos setores produtivos que fazem parte direta e indiretamente da cadeia produtiva de nosso país.

Palavras-chave: Depósitos minerais, estratégias de investimento, conteúdo metálico, modelagem, simulação.

INTRODUCCIÓN

El planeamiento estratégico en el desarrollo de la minería, es el instrumento de soporte principal en la decisión de las inversiones para la puesta en producción de un proyecto minero.

El planeamiento se soporta en el análisis de múltiples variables que intervienen desde la ejecución de un proyecto minero hasta la puesta en producción de la mina.

Entre las principales variables, podemos destacar, el dimensionamiento del depósito de minerales, la calidad de los minerales, la consistencia de la roca mineralizada y no mineralizada, la profundidad del depósito de minerales, la complejidad con que se presenta el mineral acompañado con intrusiones de material contaminante, el nivel de dilución del buen mineral, etc.

Para obtener esta información y poder avanzar en la mejor valoración del depósito de minerales, se requiere de inversión intensiva y sostenida para extraer información del terreno y realizar estudios técnicos de elevada especialización sostenida con adecuada interpretación en base a la experiencia profesional, hasta lograr el conocimiento y dominio de cada una de las variables indicadas en el párrafo anterior. Con la interpretación y el conocimiento más acertado posible de las características del depósito, será necesario desarrollar estudios de alternativas de inversión que resultan del dimensionamiento del tamaño de producción de la mina y de la cantidad de años de vida que se puedan lograr. Este tamaño de la producción y vida de la mina, determinarán el tamaño de la inversión requerida y es en este punto que será determinante el nivel de inversión que constituye una decisión que se soporta en planeamiento estratégico en las inversiones mineras.

En este trabajo se explicará como el uso intensivo de software minero permite obtener mejores resultados de evaluación y cálculo de cada una de las múltiples variables que intervienen en la labor de planificación y de esta manera apoyar a los inversionistas en la elección de mejor decisión estratégica de inversión.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El planeamiento estratégico en el desarrollo de la minería, es el instrumento de soporte principal en la decisión de las inversiones para la puesta en producción de un proyecto minero.

El planeamiento se soporta en el análisis de múltiples variables que intervienen desde la ejecución de un proyecto minero hasta la puesta en producción de la mina.

Entre las principales variables, podemos destacar, el dimensionamiento del depósito de minerales, la calidad de los minerales, la consistencia de la roca mineralizada y no mineralizada, la profundidad del depósito de minerales, la complejidad con que se presenta el mineral acompañado con intrusiones de material contaminante, el nivel de dilución del buen mineral, etc.

Para obtener esta información y poder avanzar en la mejor valoración del depósito de minerales, se requiere de inversión intensiva y sostenida para extraer información del terreno y realizar estudios técnicos de elevada especialización sostenida con adecuada interpretación en base a la experiencia profesional, hasta lograr el conocimiento y dominio de cada una de las variables indicadas en el párrafo anterior.

Con la interpretación y el conocimiento más acertado posible de las características del depósito, será necesario desarrollar estudios de alternativas de rentabilidad para cuantificar una inversión que resulta del dimensionamiento del tamaño de producción de la mina y de la cantidad de años de vida que se puedan lograr. Este tamaño de la producción y vida de la mina, determinarán el tamaño de la inversión requerida y es en este punto que será determinante el nivel de inversión, acorde con la rentabilidad, que constituyen un escenario para plantear un plan de minado y tomar una decisión estratégica para una inversión minera.

En este trabajo se explicará como el uso intensivo de software minero permite obtener mejores resultados de evaluación y cálculo de cada una de las múltiples variables que intervienen en la labor de planificación y de esta manera apoyar a los inversionistas en la elección de mejor decisión estratégica de inversión.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

¿De qué manera con la aplicación del software minero Datamine se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera?

1.2.2. Problema específico.

- a) ¿De qué manera con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería?
- b) ¿De qué manera con la aplicación del software Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permita establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar de qué manera con la aplicación del software minero Datamine se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar de qué manera con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería.

b) Determinar de qué manera con la aplicación del software Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permitan establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales.

1.4. Limitantes de la investigación.

1.4.1. Teórico.

Las empresas mineras de gran volumen de producción tienden a utilizar software minero para la evaluación de sus proyectos, incluso para la planificación minera mensual. Sin embargo, algunas empresas de menor tamaño de producción aún ven con cierto nivel de inseguridad sobre los resultados que se obtienen con la aplicación del software minero especializado para la planificación estratégica minera.

1.4.2. Temporal.

La inseguridad en los resultados, se ha encontrado en algunas empresas mineras de mediano tamaño que, si bien aplican software minero, esta aplicación, pero no de forma consistente por el inadecuado uso del software como resultado del desconocimiento, por parte del profesional que aplica el software, de las bases teóricas que sustentan el plan estratégico soportados sobre software especializado.

La implementación de un plan estratégico depende el éxito del buen uso de un software especializado, que permitirá a la empresa contar con un instrumento importante para la decisión de su inversión, y en la planificación de la producción de mineral a corto, mediano y largo plazo.

1.4.3. Espacial.

Esta tesis se aplicará a un depósito de minerales de la empresa minera Santa Rosa, ubicado en el departamento de la Libertad,

al norte de Perú. Sin embargo, el campo de aplicación del software Datamine es para todos los depósitos de minerales que requieren ser evaluados económicamente y establecer un plan estratégico de inversión minera para su explotación mediante minado a cielo abierto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio.

La literatura existente sobre software minero se presenta principalmente de aplicaciones que se realizan en proyectos de inversión minera. Considerando que la tecnología de información, tanto en hardware como en software, evoluciona con notable velocidad, cada vez paralelamente los softwares mineros mejoran en velocidad de procesamiento, abarcando mayor solución a problemas cotidianos en la producción minera.

Internacional.

Barry King, Marcos Goycoolea y A.Newmanc. (2017). Optimizing the open pit-to-underground mining transition. 15 setiembre 2020, de ScienceDirect Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221716305586?via%3Dihub>

En su estudio indica que inicialmente, se extrae una gran cantidad de depósito de mineral mediante métodos de minado superficial, pero luego se realiza la transición a minado subterráneo sin necesariamente dejar de operar en la superficie. Actualmente, la mayoría de los operadores de minas programan las operaciones a cielos abiertos y subterráneos de forma independiente y luego fusionan las dos, creando una solución de corto alcance. En su estudio presenta una metodología para maximizar el VPN de un depósito de mineral completo mediante la determinación de la expansión espacial y las cantidades de producción tanto de las minas a cielo abierto como subterráneas, a la

vez que respeta las limitaciones operativas de producción y procesamiento. Aprovechando un nuevo algoritmo de solución de programación lineal y utilizando un esquema ad-hoc de ramificación y vinculación, resuelve los escenarios del mundo real de nuestro modelo de transición a una casi óptima en unas pocas horas, donde tales escenarios eran completamente inmanejables. La decisión de dónde y cuándo hacer la transición cambia el valor presente neto de la mina en cientos de millones de dólares.

Nevzat Kavakli . (September 2015). Designing an optimal stope layout for underground mining based on a heuristic algorithm. *International Journal of Mining Science and Technology*, Volume 25, Issue 5, Pages 767-772.

Indica, que un diseño óptimo o una distribución espacial tridimensional de las cámaras de minado garantizan la máxima rentabilidad durante la vida útil de una operación minera subterránea. Por lo tanto, la optimización de cortes es una de las áreas clave en la práctica de planificación de minas subterráneas. Sin embargo, la complejidad computacional en el desarrollo de un diseño de cortes óptimo ha sido una razón para la disponibilidad limitada de los algoritmos que ofrecen una solución a este problema. Este artículo comparte un algoritmo heurístico nuevo y eficiente que considera un modelo tridimensional de yacimientos como punto de partida, maximiza el valor económico y satisface las limitaciones físicas y geotécnicas para generar un diseño de cortes óptimo. Una implementación en un depósito de cobre demuestra la aplicabilidad y robustez del algoritmo. También presenta una modificación basada en el procesamiento paralelo que mejora el rendimiento del algoritmo original en términos de un enorme ahorro de tiempo computacional.

Nevzat K. (25 February 2014). Evaluation of mining investment projects with a new software. *Saudi Society for Geosciences*, Volumen 1, 11 pages.

Indica que, dado que las actividades mineras dependen de las condiciones naturales, existen más riesgos en los proyectos de inversión minera que en otros proyectos industriales. Por lo tanto, para garantizar que los recursos minerales se utilicen de manera eficiente, se requiere una evaluación de riesgos antes de la implementación de cualquier proyecto minero. La decisión de invertir en un proyecto minero generalmente se toma sobre la base del método clásico; sin embargo, el uso de los parámetros asumidos en estos métodos puede dar resultados de evaluación erróneos. El objetivo principal de este estudio es examinar el nivel de riesgo de los proyectos de inversión minera, basado en el método de Monte Carlo. Para evaluar los riesgos de los proyectos en función de la probabilidad, se ha desarrollado un nuevo programa llamado UnRisk en DELPHI.

Matías S. & Ignacio G. (Marzo de 2019). Valoración de opciones reales de minas a cielo abierto con dos métodos de procesamiento. Revista de mercados de productos básicos, Volumen 13, páginas 30-39.

Propone un modelo de opción real para valorar minas a cielo abierto con dos métodos de procesamiento bajo la incertidumbre de los precios de los productos básicos. El modelo considera la flexibilidad que tienen las minas a cielo abierto para decidir si el mineral que se extrae se procesará o enviará al basurero. Además, permite maximizar el valor presente neto de la mina mediante el uso de la secuencia de extracción y la tasa de extracción como variables de decisión. Se utiliza un ejemplo numérico para ilustrar el modelo y el efecto que tiene la incertidumbre de los precios en el diseño de un proyecto minero. El principal resultado obtenido es que una mina a cielo abierto puede mejorar significativamente su valor bajo un diseño que considera dos métodos de procesamiento en lugar de uno.

Innova Chile. (2009). Resumen Ejecutivo. En el Estudio de Identificación de Oportunidades para la Industria de Tecnologías de Información y Comunicaciones en el Cluster Minero (Página 10). Chile:

Chile Compra.

Indica que la minería en Chile representa un importante componente porcentual del PIB y su impacto se extiende en toda una cadena de proveedores. A nivel mundial el sector de la minería enfrenta una serie de desafíos entre los cuales se mencionan con mayor frecuencia el alza de costos de producción, la seguridad de los trabajadores en las faenas, las exigencias medioambientales, la eficiencia energética y el ciclo de vida incluyendo el cierre de faenas. La innovación y el desarrollo tecnológico aparecen, así como un requisito de la sustentabilidad de la actividad minera. Este estudio corresponde a la identificación de oportunidades para las tecnologías de la información y comunicaciones, que representa un sector tecnológico con grandes potencialidades para generar soluciones de alto valor. El concepto de "tecnologías de la información" es definido como todo procesamiento, transmisión, almacenamiento y adquisición de información por medios electrónicos, por lo que incluye el software, el hardware, sensores, actuadores, control automático. Esta definición se basa en la OECD, para la cual las tecnologías de la información son aquellas que "cumplen la función de procesar y comunicar la información por medios electrónicos, incluyendo la transmisión y despliegue o que usan procesamiento electrónico para detectar, medir y/o almacenar fenómenos físicos o para controlar procesos físicos". Respecto de la minería, se utilizó una definición de subsectores considerando la cadena del proceso: exploración, extracción – a cielo abierto y en minería subterránea – conminución, flotación, lixiviación, fundición, refinación, cierre de faenas. Adicionalmente se incluyó el procesamiento de minerales de baja ley por biolixiviación. La metodología empleada ha sido el análisis de casos en base a entrevistas a informantes calificados, complementado con análisis de fuentes secundarias. Por la naturaleza de los objetivos del estudio se descartaron métodos de inferencia (estadísticos) o de consenso (Delphi). Existe una amplia disponibilidad de información respecto de

los procesos mineros y de sus proveedores, así como series estadísticas de mercados, cifras de producción, costos, que no se consideró necesario repetir en este informe. Asimismo, existe una gran cantidad de información, estudios, diagnósticos de los sectores TIC en Chile que tampoco se consideró necesario repetir en este informe. El análisis ha permitido identificar los principales problemas y enunciar conceptualmente los aportes que el sector TIC podría aportar. También se ha considerado entregar elementos para una estimación del beneficio que dichas soluciones podrían aportar al sector minero. El estudio abarca la minería metálica cuprífera y subproductos de ésta.

Nacional.

Eddy Morris, Jaime Serida, Peter Yamakawa y Néstor U. Salcedo. (2016). Estudio sobre tecnologías de información y telecomunicaciones en el sector minero energético peruano 2014-2015. Lima, Perú: Esan.

Indica que en los próximos años serán de nuevos retos para los gerentes de tecnologías de información (CIO, por sus siglas en inglés), quienes deberán enfocarse en implementar en sus empresas las nuevas tendencias tecnológicas para mantenerlas competitivas en el mercado. Los resultados de la encuesta muestran que el 42% de las empresas del sector minero energético percibe al área de TI como proveedora de soporte al negocio. Se evidencia que el área de TI es ahora percibida como más estratégica y de innovación. Será labor del CIO continuar transformando esta percepción liderando la innovación tecnológica en toda su amplitud y alineando los objetivos de TI con los objetivos del negocio. Asimismo, existe un divorcio entre, por un lado, la prioridad que el negocio otorga a sus áreas funcionales y, por otro, las prioridades de atención que define el área de TI. Sólo coinciden en que la prioridad número uno del negocio es el área de Operaciones. El reto de dar la relevancia debida al área de TI continúa siendo difícil de enfrentar. Al igual que en el estudio anterior, el 29% de las áreas de TI

de las empresas que participaron en el último estudio depende directamente de la gerencia general, el resto de ellas (71%) depende de otras áreas funcionales. Esto podría dificultar la gestión de las empresas del sector dejando sus áreas de TI en un nivel táctico.

Actualmente, el CIO dedica el 31% de su tiempo a la definición de las estrategias del negocio; y el restante, a actividades tácticas y operativas. El CIO debe alcanzar una eficiencia operativa óptima en su área para poder concentrarse en actividades estratégicas, por esto en la distribución ideal se plantea aumentar el tiempo invertido en las actividades estratégicas. Por otro lado, se observa que en el 84% de las empresas las áreas de TI han desarrollado un plan estratégico a mediano y largo plazo. Esta cifra es considerablemente mayor a la recogida en el estudio pasado.

Sin embargo, no necesariamente indica una alineación del área con las estrategias del negocio. Es preocupante que la eficacia del CIO en la definición y ejecución de proyectos recogida en el presente estudio. Solamente el 25% de las empresas culminó con más del 80% de los proyectos planificados para el 2014. Este indicador está relacionado con la falta de líderes que ejecuten los proyectos eficientemente (el segundo principal problema para la innovación tecnológica).

En el campo propiamente tecnológico, se sigue dando la transición entre plataformas tanto en servidores como estaciones de trabajo (upgrade de versiones); del mismo modo, se sigue implementando el Enterprise Resource Planning (ERP) de clase mundial, siendo SAP el más popular.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Bases epistémica.

Mario Bunge. (1980). Epistemología. Barcelona, España: siglo XXI

editores argentina, s.a.

Indica en su página 17, "...la ciencia se ha convertido en el eje de la cultura contemporánea. Y, por ser el motor de la tecnología, la ciencia ha venido a controlar indirectamente la economía de los países desarrollados. Por consiguiente, si se quiere adquirir una idea adecuada de la sociedad moderna, es menester estudiar el mecanismo de la producción científica, así como la naturaleza de sus productos".

222 Base tecnológica

VM Kreiter. (2009). Prospección y exploración geológica. Mir Publishers, Moscú: Central Books Ltd., Londres.

En la actualidad estamos conscientes de los avances de la tecnología y que todo esto le exige a uno como ser humano respuestas rápidas y duraderas, especialmente en lo que se refiere a la vida y el trabajo.

La bibliografía rusa es algo más específica, llama "Prospección" a la búsqueda de anomalías minerales: se prospecta una región para encontrar yacimientos y se explora un yacimiento para definir su explotabilidad (Kreiter, 1968).

2.3. Marco conceptual.

La definición de conceptos que se utilizan en esta tesis, enmarcan en una definición de conceptos y términos que participan en los puntos que se desarrollan en cada una de las etapas del proceso desde la identificación de la información, el tratamiento de la misma y la interpretación de los resultados de valoración económica de un depósito de minerales. A continuación, se detalla los conceptos de mayor relevancia en el presente estudio.

23.1. Prospección.

La prospección es el procedimiento de inicio de la búsqueda y ubicación de un depósito de minerales, parte de uno o varias áreas de concesiones mineras que pueden abarcar miles de hectáreas. Fig. 1 y Fig. 2. El trabajo inicial es tomar la mayor información de superficie mediante la toma de muestras de roca, esta toma de muestras puede ser aleatoria (según criterio y calificación del profesional de geología), o puede ser sistemática a fin de obtener información completa del área de trabajo. Las muestras se codifican, se anotan su ubicación geográfica (coordenadas x, y, z) y son enviadas a un laboratorio químico en donde se realizan los análisis de contenidos metálicos por tonelada de mineral para los elementos metálicos de interés del inversionista.

Esta información del laboratorio se ubica, en las coordenadas geográficas que les corresponde, en medio digital mediante software, luego se analiza y selecciona las zonas de mayor presencia de contenidos metálicos por tonelada del metal o metales de interés de parte del inversionista. Estas áreas seleccionadas al ser localizadas, permiten reducir el área de estudio de miles de hectáreas a algunos cientos de hectáreas. Esta área reducida constituye el resultado de la prospección, destacando como resultados de interés, la cantidad de hectáreas, el contenido metálico por tonelada de mineral, la continuidad de la mineralización en superficie, la tendencia y orientación en profundidad del volumen con mineral de interés.

Un área con resultados de prospección favorables presenta definitivamente un incremento notable de su valor agregado con respecto al terreno original sin estudio.

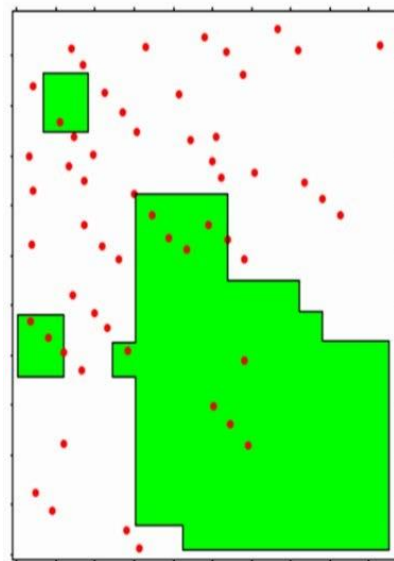


Fig. 1. Leyes de Au en un Área.

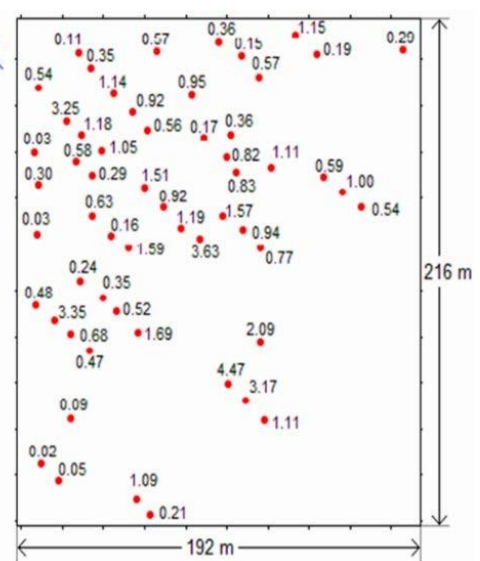


Fig. 2. Área interés reducida

2.3.2. Exploración.

Establecidas las posibilidades de la región estudiada, se pasa al estudio sobre el terreno. En esta fase se aplican diversas técnicas disponibles para llevar a cabo de forma lo más completa posible el trabajo, dentro de las posibilidades presupuestarias del mismo. Su objeto final debe ser corroborar o descartar la hipótesis inicial de existencia de mineralizaciones del tipo prospectado. (Exploración Minera extraído de Documento de es.scribd.com – 2015).

Entre las técnicas aplicables en esta etapa, encontramos toda una gama de técnicas muy diversas, tanto en coste como en aplicabilidad a cada caso concreto. La base es siempre la misma: intentar localizar rocas o minerales que presenten una propiedad física que contraste con la de los minerales o rocas englobantes.

Según, Exploración Minera del Documento de “es.scribd.com” año 2015, página 3, 4, 5. Las diversas técnicas aplicables y su campo de aplicación pueden ser las siguientes:

a Métodos eléctricos. - Se basan en el estudio de la conductividad (o su inverso, la resistividad) del terreno, mediante

dispositivos relativamente simples: un sistema de introducción de corriente al terreno, y otro de medida de la resistividad/conductividad. Se utilizan para identificar materiales de diferentes conductividades: por ejemplo, los sulfuros suelen ser muy conductores, al igual que el grafito. También se utilizan mucho para la investigación de agua, debido a que las rocas que contienen agua se hacen algo más conductoras que las que no la contienen, siempre y cuando el agua tenga una cierta salinidad que la haga a su vez conductora.

- b. Métodos electromagnéticos.** - Tiene su base en el estudio de otras propiedades eléctricas o electromagnéticas del terreno. El más utilizado es el método de la Polarización Inducida, que consiste en medir la cargabilidad del terreno: se introduce una corriente eléctrica de alto voltaje en el terreno y al interrumpirse ésta, se estudia cómo queda cargado el terreno, y cómo se produce el proceso de descarga eléctrica. Muy utilizado para prospección de sulfuros, ya que son los que presentan mayores cargabilidades. Otras técnicas: polarización espontánea, métodos magnetotelúricos, etc.
- c. Métodos magnéticos.** - Basados en la medida del campo magnético sobre el terreno. Este campo magnético como sabemos es función del campo magnético terrestre, pero puede verse afectado por las rocas existentes en un punto determinado, sobre todo si existen en la misma minerales ferromagnéticos, como la magnetita o la pirrotina. Estos minerales producen una alteración del campo magnético local que es detectable mediante los denominados magnetómetros.
- d. Métodos gravimétricos.** - se basan en la medida del campo gravitatorio terrestre, que al igual que en el caso anterior, puede estar modificado de sus valores normales por la presencia de rocas específicas, en este caso de densidad distinta a la normal. El gravímetro es el instrumento que se emplea para detectar estas

variaciones, que por su pequeña entidad y por la influencia que presentan las variaciones topográficas requieren correcciones muy detalladas, y por tanto, también muy costosas. Esta técnica ha sido utilizada con gran efectividad en la detección de cuerpos de sulfuros masivos en la Faja Pirítica Ibérica.

e. Métodos radiométricos. - se basan en la detección de radioactividad emitida por el terreno, y se utilizan fundamentalmente para la prospección de yacimientos de uranio, aunque excepcionalmente se pueden utilizar como método indirecto para otros elementos o rocas. Esta radioactividad emitida por el terreno se puede medir o bien sobre el propio terreno, o bien desde el aire, desde aviones o helicópteros. Los instrumentos de medida más usuales son básicamente de dos tipos: Escintilómetros (también llamados contadores de centelleo) o contadores Geiger. No obstante, este instrumento solo mide radioactividad total, sin discriminar la longitud de onda de la radiación emitida. Más útiles son los sensores capaces de discriminar las distintas longitudes de onda, porque éstas son características de cada elemento, lo que permite discriminar el elemento causante de la radioactividad.

f. Sísmica. - La transmisión de las ondas sísmicas por el terreno está sujeta a una serie de postulados en los que intervienen parámetros relacionados con la naturaleza de las rocas que atraviesan. De esta forma, si causamos pequeños movimientos sísmicos, mediante explosiones o caída de objetos pesados y analizamos la distribución de las ondas sísmicas hasta puntos de medida estratégicamente situados, al igual que se hace con las ondas sonoras en las ecografías, podemos establecer conclusiones sobre la naturaleza de las rocas del subsuelo. Se diferencian dos grandes técnicas diferentes: la sísmica de reflexión y la de refracción, que analizan cada uno de estos aspectos de la transmisión de las ondas sísmicas.

Es una de las técnicas más caras, por lo que sólo se utiliza

para investigación de recursos de alto coste, como el petróleo.

En definitiva, la geofísica dispone de toda una gama de herramientas distintas de gran utilidad, pero que hay que saber aplicar a cada caso concreto en función de dos parámetros: su coste, que debe ser proporcional al valor del objeto de la exploración, y la viabilidad técnica, que debe considerarse a la luz del análisis preliminar de las características físicas de este mismo objeto.

23.3. Calicatas.

A menudo, tras la aplicación de las técnicas anteriores seguimos teniendo dudas razonadas sobre si lo que estamos investigando es o no algo con interés minero. Por ejemplo, podemos tener una anomalía geoquímica de plomo y una anomalía de geofísica eléctrica, pero ¿será una mineralización de galena o una tubería antigua enterrada? En estos casos, para verificar a bajo coste nuestras interpretaciones sobre alineaciones de posible interés minero se pueden hacer zanjas en el terreno mediante pala retroexcavadora, que permitan visualizar las rocas situadas justo debajo del suelo analizado o reconocido. Además, estas calicatas permitirán obtener muestras más representativas de lo que exista en el subsuelo, aunque no hay que olvidar que por su pequeña profundidad de trabajo (1- 3 metros, a lo sumo) siguen sin ser comparables a lo que pueda existir por debajo del nivel de alteración meteórica, dado que, como vimos en el apartado correspondiente, precisamente las mineralizaciones suelen favorecer la alteración supergénica.

23.4. Sondeos mecánicos.

Los sondeos son una herramienta vital la investigación minera, que nos permite confirmar o desmentir nuestras interpretaciones, ya que esta técnica permite obtener muestras del subsuelo a profundidades variables. Su principal problema deriva de su representatividad, pues no hay que olvidar que estas muestras constituyen, en el mejor de los casos (sondeos con recuperación de testigo continuo) un cilindro de roca de algunos centímetros de diámetro, que puede no haberse recuperado completamente (ha podido haber pérdidas durante la perforación o la extracción), y que puede haber cortado la mineralización en un punto excepcionalmente pobre o excepcionalmente rico. No obstante, son la información más valiosa de que se dispone sobre la mineralización mientras no se llegue hasta ella mediante labores mineras.

Los sondeos mecánicos son un mundo muy complejo, en el que existe toda una gama de posibilidades, tanto en cuanto al método de perforación (percusión, rotación, rotoperCUSión), como en lo que se refiere al diámetro de trabajo (desde diámetros métricos a milimétricos), en cuanto al rango de profundidades alcanzables (que puede llegar a ser de miles de metros en los sondeos petrolíferos), en cuanto al sistema de extracción del material cortado (recuperación de testigo continuo, arrastre por el agua de perforación, o por aire comprimido). Todo ello hace que la realización de sondeos mecánicos sea una etapa especialmente importante dentro del proceso de investigación minera, y requiera la toma de decisiones más detallada y problemática.

Es en base a la información de estos sondeos que se obtienen las muestras y leyes de contenidos metálicos debajo de la superficie, que servirán de fuente de alimentación de información a los softwares mineros para el proceso de evaluación económica de los depósitos de minerales.

23.5. Concesión minera.

En Perú, la concesión minera, no es una propiedad privada sino un derecho que otorga el estado a un tercero para el aprovechamiento de los recursos. El titular minero para realizar sus actividades productivas, tiene que cumplir la Ley General de Minería y sus Reglamentos, pagar los impuestos, respetar el medio ambiente y necesariamente tiene que entrar en negociaciones con el propietario del terreno superficial (titulares del predio, comunidades y el estado). En caso no se obtenga la autorización de la superficie, una Empresa no puede proseguir con sus operaciones Mineras y para eso ya existe un Reglamento del Procedimiento para la aplicación del Derecho de Consulta a los Pueblos Indígenas para las Actividades Minero Energéticas, D.S. N° 023-2011-EM, que debe ser aplicada.

La concesión minera concedida por resolución, es inscrita en registros públicos con lo cual se obtiene todos los derechos de un concesionario y el estado no puede romper fácilmente este contrato, ya que de lo contrario nos hacemos acreedores a penalidades en el sistema financiero internacional o a pagar una indemnización por daños y perjuicios (Según publicación en “es.scribd.com” página 1).

El incumplimiento reiterativo, por parte del concesionario, del pago de derechos al estado para mantener vigente la concesión minera, ocasiona la pérdida de la concesión.

La mínima cantidad de área que una empresa puede solicitar va desde una hectárea para pequeños mineros, hasta un máximo de 1000 hectáreas por concesión minera para empresas no calificadas como pequeños mineros, estas 1000 hectáreas están conformadas por múltiplos de cuadrículas de 1 km² (100 hectáreas). Una

empresa no tiene limitación para solicitar la cantidad de concesiones mineras, salvo las extranjeras que no pueden solicitar concesiones a menos de 50 km de distancia de la frontera territorial. El Estado a través del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico tiene la función de cautelar el cumplimiento de las obligaciones de los concesionarios.

2.3.6. Depósito de minerales.

Se denomina depósito de minerales cuando cierto volumen de roca presenta las siguientes características: Tiene un volumen grande, alto contenido metálico (leyes altas), accesible para su extracción. Un depósito de minerales no tiene un concepto económico, sólo presenta una realidad de existencia de mineral. Adquirirá valor cuando las condiciones de su entorno sean adecuadas y motive el interés de un inversionista para realizar inversión para cuantificar el valor económico del depósito bajo ciertas condiciones de inversión, costos y precios del metal.

2.3.7. Exploración y perforación de sondajes.

La exploración minera consiste en una serie de estudios que van desde estudios geoquímicos del terreno, estudios geofísicos y perforación de sondajes.

La etapa de mayor inversión para identificar con certeza el tamaño y ubicación de un depósito de minerales corresponde a la perforación de sondajes, la misma que se ejecuta luego que los estudios de geoquímica y geofísica dieron resultados que lo sustentan.

La perforación de sondajes se realiza siguiendo las recomendaciones del profesional geólogo, luego de haber sustentado una adecuada y consistente interpretación del posible comportamiento de las estructuras mineralizadas. En base a esta sustentación se plantea un espaciamiento de la malla de

perforación de sondajes, así como la profundidad que debe tener cada uno de los sondajes. La malla de perforación puede ser cuadrada o rectangular, y puede tener dimensiones que van desde 20m x 20m para depósitos con alta variabilidad en su comportamiento litológico, hasta 100m x 100m o más cuando el depósito presenta un mineral de baja variabilidad.

Los sondajes proporcionan la obtención de muestras (tramos de roca con aproximadamente una pulgada de diámetro), los que se estudian en su comportamiento litológico, mineralógico, y se fraccionan adecuadamente para que una parte sea enviada al laboratorio para su análisis químico y obtener el contenido metálico por tonelada de mineral (ley) en cada tramo. Cada tramo tiene un registro de las coordenadas (x, y, z) de su ubicación, los códigos litológicos y mineralógicos asignados por el geólogo, las leyes de los metales analizados en el laboratorio químico. Toda esta información, debe ser sistematizada para ser ingresada al software minero.

2.3.8. Modelamiento geológico.

El modelamiento geológico, se realiza aplicando el módulo de geología del software minero, el modelamiento se realiza en secciones verticales que siguen la ubicación de la malla de sondajes. En cada sección se toma la información de sondajes que contienen los estudios e interpretación de los tipos de litología y mineralogía de cada tramo de muestra.

El modelamiento consiste en definir mediante polígonos, en cada sección vertical, la forma y tamaño del comportamiento de la roca que presenta cierta característica litológica de interés por su contenido metálico. Una vez que se realiza esta definición de los contornos litológicos (mediante polígonos) en todas las secciones paralelas, se procede a construir una superficie envolvente a todos los polígonos construidos, que darán lugar a la conformación de un

sólido litológico que sería la forma del cuerpo mineralizado de interés económico.

23.9. Recuperación metalúrgica.

El concepto de recuperación metalúrgica significa que el mineral que se envía a la planta de tratamiento contiene cierta cantidad de contenido metálico. En el proceso metalúrgico se requiere realizar un tratamiento al mineral de acuerdo al tipo de mineral. Entre los tratamientos de mineral más frecuentes se tiene el de Lixiviación y el de Concentración.

El proceso metalúrgico de lixiviación consiste en la percolación de solución en la roca para que diluya el metal que se encuentra al interior de los fragmentos de roca, este tratamiento ocasiona que el metal sea disuelto por la solución y lo transporte a puntos de recolección para continuar con el tratamiento de metal disuelto en la solución hasta obtener el metal en sólido. En este proceso de lixiviación no se logra extraer todo el metal requerido de la roca, sólo se extrae un porcentaje, a este porcentaje se le denomina Recuperación Metalúrgica.

Similarmente, en el proceso metalúrgico de concentración, el mineral sufre mayores transformaciones, entre las más frecuentes se tienen: Chancado, molienda y flotación. El chancado permite reducir el tamaño de la roca proveniente de la mina, mejora los costos del siguiente proceso que es el de molienda. En la molienda se busca lograr un mineral casi pulverizado, para que puede ser tratado mediante el proceso de flotación que consiste en un proceso físico químico que busca flotar el metal mediante burbujas de aire ayudado por sustancias químicas que permiten la adhesión del metal a las paredes de las burbujas. La recolección del metal que flota con las burbujas corresponde al producto denominado concentrado que contiene el metal en alto contenido metálico, el cual se entrega para venta. En este proceso de concentración, la

parte que no corresponde al concentrado se denomina relave que también contiene el metal de interés pero que no se puede extraer. El porcentaje de metal que se logra extraer en el concentrado constituye el valor de la Recuperación Metalúrgica.

23.10. Modelo de bloques.

El modelo de bloques es una matriz de bloques de igual tamaño que encierra todo el terreno que se encuentra debajo de la topografía y comprende en su integridad a los modelos geológicos.

Los bloques pueden tener dimensiones diferentes en sus tres ejes, pero todos los bloques que conforman el modelo de bloques deben tener igual forma y tamaño.

Los bloques se identifican por las coordenadas de su punto central, contienen un volumen en m³ y un tonelaje en función de la densidad de la roca a donde pertenece. Cada bloque adquiere una identidad del tipo de roca que contiene dependiendo del modelo geológico a donde pertenece. El tamaño del modelo de bloques es función del tamaño o tonelaje de producción mensual de mineral, del tamaño de los equipos y de la variabilidad como se presentan las intercalaciones de las litologías de un depósito.

A partir de la información de los contenidos metálicos (leyes) de los sondeos, se deberá calcular mediante un proceso de interpolación y estimación, las leyes del punto central de cada bloque, generando con ello un modelo de leyes que servirán para los procesos de valorización del depósito y diseño de mina.

23.11. Geoestadística.

La es la ciencia que establece el procedimiento de cálculo y estimación de las leyes de los bloques mediante una interpolación, se sustenta en la teoría de las variables regionalizadas.

Con la geoestadística se logra calcular el variograma, que permite

determinar el comportamiento de la correlación espacial entre las leyes de determinado metal, luego en base a la construcción de un modelo matemático de este comportamiento de correlación se realiza un procedimiento de cálculo de pesos de cada una de las muestras de los sondajes para el cálculo de la ley del bloque. El procedimiento de cálculo de estos pesos de las muestras se realiza en base al planteamiento de la fórmula de Lagrange para determinar el valor de los pesos de las muestras, de tal forma que estos pesos permitan obtener el mínimo error posible en estimación de la ley del bloque, es decir que la ley estimada se acerque lo mejor posible a la realidad del terreno.

23.12 Valorización del mineral.

La valorización del mineral se realiza para cada bloque, se toma en cuenta calculando un primer valor que resulta del producto del: volumen* densidad * ley * recuperación metalúrgica * precio de venta del metal.

En el caso que este primer valor resultante sea mayor que la suma del costo de minado y costo de planta, el valor del bloque será la resta de estos costos al primer valor.

En el caso que este primer valor resultante no sea mayor a la suma de los costos, entonces el valor del bloque será igual únicamente al costo de minado. En este caso el valor del bloque será el valor negativo del costo de minado.

23.13. Diseño óptimo de minas.

El diseño óptimo de una mina consiste en encontrar los límites finales del depósito al final de la extracción de todo el mineral que se pueda extraer o explotar de manera económica y rentable.

El diseño de la mina permite cuantificar el volumen y tonelaje de mineral que se puede extraer del depósito y de esta manera

cuantificar el total de mineral que constituyen las reservas de mineral cuantificables y valorizables de un proyecto minero.

Existen varios algoritmos que se encuentran plasmados en la programación del software minero para este fin. Para operación del software se requiere ingresar como información el modelo de bloques que incluya: El valor de leyes de cada bloque, el tipo de roca, el valor de la recuperación metalúrgica según el tipo de roca, el costo de minado, costo de procesamiento, costo de ventas.

23.14. Plan o secuencia de producción.

El plan o secuencia de producción es la segmentación o fraccionamiento del cuerpo mineralizado al interior del diseño de la mina, identificado con su volumen, tonelaje y secuencia de extracción.

Esta secuencia de extracción constituye el plan de minado que inicialmente se establece a largo plazo para establecer el marco de referencia para los siguientes planes de minado táctico y operativo.

El software de diseño de mina, presenta la opción de calcular y suministrar la secuencia de producción, en base a la localización, cantidad de producción anual, contenido de metal y precio del metal. El principio de secuencia de extracción que aplica el software, es la de extraer el mineral con mejor contenido metálico a fin de extraer el mineral inicialmente con la parte más rica en metal y conseguir con menor volumen y costo el mayor contenido metálico en el mineral para la venta y pronto pago de posibles costos financieros.

23.15. Valor presente neto.

El software permite proponer un costo de capital anual en %, este valor puede cambiar de valor acorde a la evaluación económica

que se realiza. El Valor Presente Neto se realiza para todos los valores de los bloques que resultan ser seleccionados en el diseño de la mina. Tratando de volúmenes que se pueden extraer en secuencia de tiempo establecida por el software, el software calcula el VPN para cada volumen de estas secuencias de extracción. Así mismo también determina el VPN total del mineral del proyecto.

En esta tesis, este VPN servirá de indicador de medición comparativa de la rentabilidad del proyecto para diferentes escenarios de estudio que se presentarán más adelante.

2.4. Definición de términos básicos:

1. Sondajes. - Perforaciones de pequeño diámetro y gran longitud que se efectúa para alcanzar zonas inaccesibles desde la superficie o desde el interior de labores mineras.
2. Exploración. - Acción y efecto de explorar, estudiar la superficie y debajo de la superficie para determinar la presencia de contenido metálico del mineral que resulte de interés para el inversionista minero.
3. Prospección. - Acción y efecto de explorar, estudiar la superficie para determinar la presencia de contenido metálico del mineral que resulte de interés para el inversionista minero.
4. Concesión minera. - Es el derecho que adquiere una persona sobre el contenido metálico o no metálico para su exploración y explotación. La concesión minera, no asigna derecho sobre la superficie que pueda ser afectada.
5. Depósito de minerales. - Conjunto de minerales o rocas que forman parte o fracción de la corteza terrestre donde por procesos geológicos se acumularon sustancias minerales útiles, que pueden ser explotados con beneficio económico mediante técnicas disponibles.
6. Roca. - Fracción de material que se encuentra en la superficie y que se manipula durante una producción minera.

7. Contenido metálico. - Se le denomina a la cantidad de metal existente al interior de una unidad de volumen o peso, por ejemplo, el oro se mide el contenido metálico en gramos de oro metálico por tonelada de mineral, el cobre se mide en porcentaje de cobre metálico presente en una tonelada de mineral.
8. Recuperación metalúrgica. - Es una unidad de medida en porcentaje, de la eficiencia de la planta metalúrgica en el procesamiento del mineral para extraer el metal de la roca que proviene de mina.
9. Bloque de mineral. - Unidad de medida en que se divide el terreno debajo de la superficie en estudio, un bloque es de dimensiones pequeñas que forman una matriz en tres dimensiones. Los bloques pueden ser de 6x6x6 metros cúbicos o de 15x15x15 metros cúbicos, dependiendo de la magnitud y características del depósito de minerales en estudio.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general y específicas.

3.1.1. Hipótesis general.

Con la Implementación y aplicación de un software minero del tipo Datamine, se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera.

3.1.2. Hipótesis específicas.

a) Con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería.

b) Con la aplicación del software Datamine se logra identificar la

oportunidad de precios altos de los metales que permita establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales.

3.2. Definición conceptual de variables.

Variable Independiente.

Aplicación del Software Datamine.

Variable Dependiente.

Planeamiento Estratégico de Inversión Minera.

3.2.1. Operacionalización de variables (Dimensiones, indicadores, índices, método y técnica).

TABLA 1
OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><i>Variable independiente (VI)</i> Aplicación del Software minero Datamine.</p>	<p><i>Procesamiento de Gran Volumen de Información.</i></p> <p><i>Cálculo del Modelo de Leyes.</i></p> <p><i>Cálculo del Diseño Óptimo de Mina.</i></p> <p><i>Cálculo de Reservas de Mineral y NPV</i></p>	<p><i>Reducción de tiempo de cálculo de meses a días.</i></p> <p><i>Viabilidad de cálculo del modelo de leyes.</i></p> <p><i>Viabilidad de cálculo del Diseño de la mina.</i></p>
<p><i>Variable Dependiente (VD)</i> Plan estratégico de Inversión Minera.</p>	<p><i>Reducción Notable Tiempo de Cálculo.</i></p> <p><i>Reducción de Error de Cálculo.</i></p> <p><i>Planes de Producción a Largo Plazo.</i></p>	<p><i>Tonelaje de Reservas de Mineral.</i></p> <p><i>Valor Presente Neto para diferentes precios de metal.</i></p>

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación.

En el desarrollo de la tesis hemos usado el tipo Investigación Tecnológica, porque responde a problemas técnicos, está orientado a demostrar la validez de la aplicación del software minero a la evaluación económica de proyectos mineros, con el fin de tomar decisiones estratégicas de oportunidad y monto de inversión.

4.2. Método de investigación.

El método de investigación descriptivo y experimental, se realizará mediante la aplicación de software especializado utilizando la información de un depósito de minerales explorado mediante sondajes, para la elaboración de un plan de producción de mineral que resulte económico y cuyos resultados permitan decisiones estratégicas de inversión.

4.3. Población y muestra.

La población corresponde a un depósito de minerales de una empresa minera en la sierra norte del país que operó cinco minas de oro a cielo abierto, siendo uno de ellos casi descartada de su explotación. Este depósito descartado es el que se desarrollará en la presente tesis. Este depósito consta de 315 sondajes perforados, que hacen un total de 50,594 metros de perforación, de las cuales se extrajeron 34,000 muestras aproximadamente.

La aplicación experimental del software minero Datamine, para establecer un planeamiento estratégico de inversión minera, desarrollada en esta tesis, se puede aplicar a todos los depósitos de minerales metálicos, sin distinción, que cuenten con información de sondajes de exploración y sean susceptibles de ser explotadas mediante el método de minado a cielo abierto.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado.

El depósito se encuentra ubicado en la provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Los datos corresponden al depósito de minerales conocido como "Clarita", los mismos que corresponden a las muestras obtenidas de las campañas de perforación de sondajes desarrolladas desde 1992 hasta el año 2008, las mismas que se encontraban debidamente registradas en las bases de datos geológicas de la empresa. La accesibilidad a esta información solo era autorizada al personal de geología y planeamiento, en las cuales tuve oportunidad de participar durante varios años.

Esta información de 34,000 muestras, se sistematizó con la finalidad de facilitar la aplicación de software minero en sus distintos módulos de aplicación, que van desde análisis estadístico hasta la creación de los distintos modelos que representan el comportamiento del mineral debajo de la superficie.

Los costos de operación mina se obtuvieron de la información existente en la empresa en el año 2008 y los precios de las cotizaciones internacionales, con los cuales se realizó un análisis del comportamiento histórico de las crisis económicas internacionales, a fin de determinar en la crisis iniciada en el 2008, las causas, consecuencias y posible duración.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Las variables más importantes en la valorización de un proyecto minero, se identifican las siguientes:

- Volumen y tonelaje de recursos de mineral.
- Calidad del mineral medido en contenidos metálicos por tonelada.
- Geometría y ubicación del depósito de minerales.
- Geometría y ubicación de las litologías presentes.

- Calidad geo mecánica de la roca que contiene el mineral.
- Recuperación Metalúrgica al interior de la geometría litológica.
- Volumen o tonelaje de producción de mineral, mensual o anual.
- Costos de Operación Minera.
- Costos de fundición o ventas.
- Inversión, Costos financieros.
- Precios en el mercado de los metales presentes.
- Carga Impositiva y Rentabilidad.
- Volumen y Tonelaje de Reservas de Mineral.

Cada una de estas variables se define como se describe a continuación:

4.6.1. Volumen y tonelaje de recursos de mineral.

El volumen de recursos de mineral está representado por la geometría que encierra el mineral que contiene el metal de interés para el inversionista, este metal, por lo general de manera más frecuente y abundante en nuestro medio corresponde al cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), oro (Au), plata (Ag).

Es por este motivo que la mayoría de las minas existentes y proyectos mineros en proceso de evaluación se orientan a descubrir y explotar estos metales, que colocan al Perú en puestos o ranking notables de producción mundial.

En los gráficos siguientes se aprecia el puesto o ranking que le corresponde al Perú en cada uno de los metales indicados, correspondiente al año 2018 (extraído de la página web <http://www.exploradores.org.pe/mineria/mineria-y-economia.html>, de la Sociedad Nacional de Geología y Minería). Habiendo en algunos años anteriores ocupado el primer puesto en producción de estaño y plata.

Estos cuadros confirman la frecuencia de presencia de minas en

producción y en exploración en nuestro país.

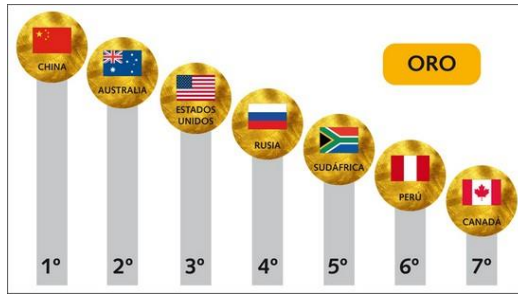


Fig.3.Ranking de Producción Mundial de Au

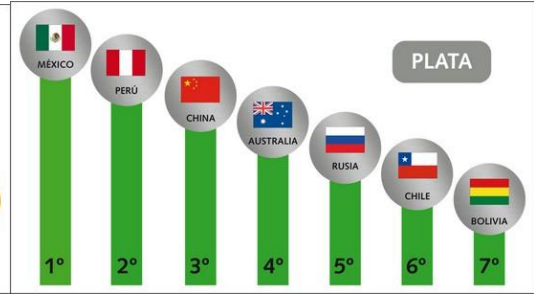


Fig. 4. Ranking de Producción Mundial de Ag

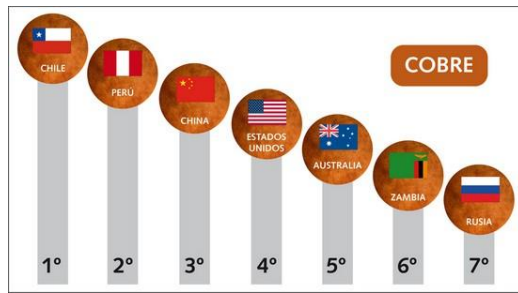


Fig. 5. Ranking de producción mundial de Cu



Fig. 6. Ranking de producción mundial de Pb

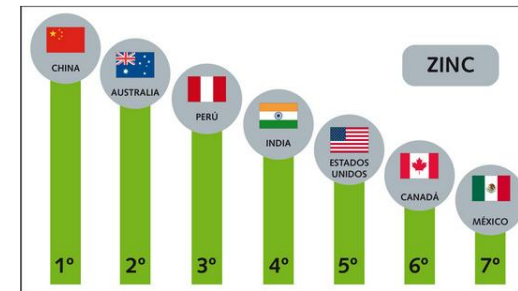


Fig. 7. Ranking de producción mundial de Zn



Fig. 8. Ranking de producción mundial de Mo

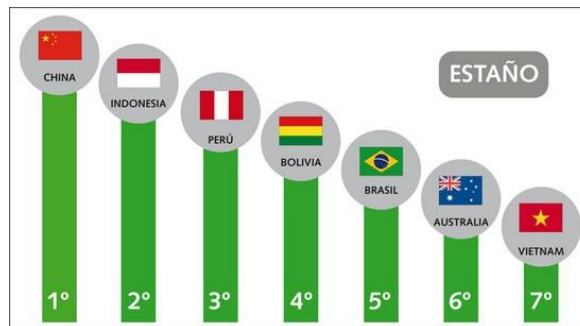


Fig. 9. Ranking de producción mundial de estaño

4.6.2. Calidad del mineral medido en contenidos metálicos por tonelada (Ley).

La calidad del mineral corresponde a la cantidad de metal presente en el mineral medido en gramos por tonelada o porcentaje. En términos mineros se denomina “ley” del mineral, que significa la cantidad de gramos por tonelada de un determinado metal, también puede ser expresado en porcentajes. Por ejemplo, en las operaciones mineras, el término gramos por tonelada se aplica para metales valiosos como el oro, plata, molibdeno, mientras el término porcentaje se aplica para el cobre, plomo, zinc, etc.

El calificativo de buena calidad del mineral indica, que el mineral presenta un buen contenido metálico, por lo tanto, este mineral puede ser explotado y con su venta se puede pagar todos los costos desde la extracción del mineral de la mina, procesarlo en una planta metalúrgica, y venderlo a un intermediario o fundición.

Un mineral con mala calidad de mineral indica que el mineral presenta bajo contenido metálico y no puede pagar los costos totales, menos dejar un beneficio económico (Fuente: Definida en la página web [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_\(miner%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_(miner%C3%ADa))).

4.6.3. Geometría y ubicación del depósito de minerales.

Los depósitos de minerales presentan una geometría aleatoria, por lo general, amorfa, cuya forma en 3 dimensiones se la conoce luego de haber realizado en ella sondajes de investigación.

Por lo general mediante estos sondajes se determina la forma y tamaño del depósito que en su interior presenta leyes o contenidos metálicos suficientes para continuar estudios que demuestren que se puede construir una mina en base a este

depósito de minerales.

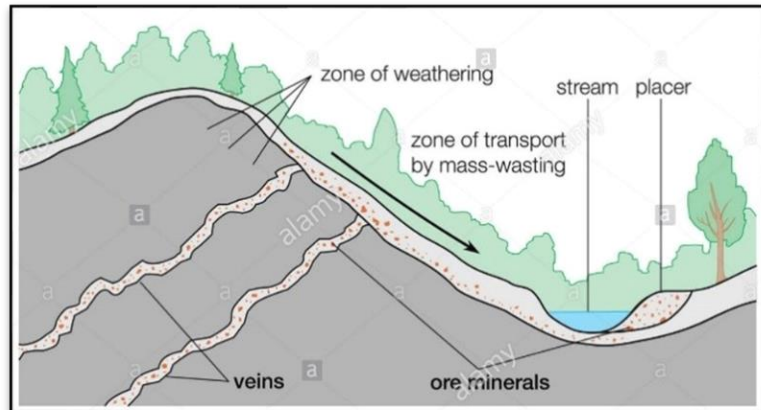


Fig.10. Depósitos de mineral en vetas y coluviales

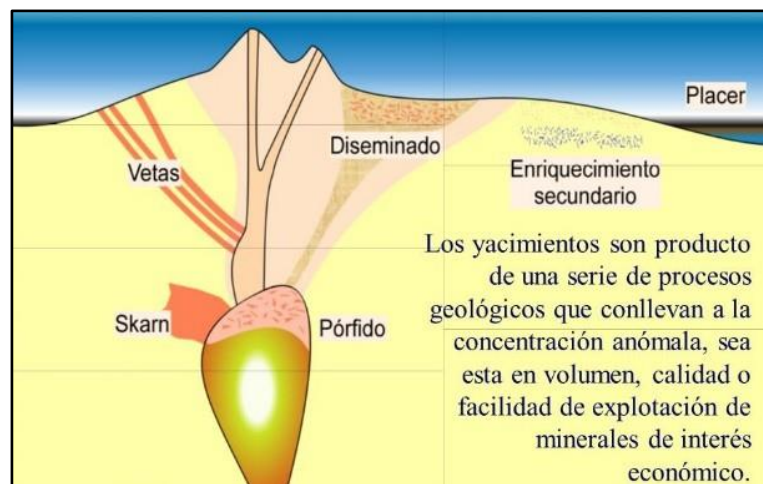


Fig. 11. Tipos de depósitos de mineral

Según la Fig. 10, (Fuente: Encyclopedia Britannica Pág.Web:https://www.illustrationsource.com/stock/image/506782/weathering-frees-heavy-minerals-from-their-matrix-washing-them-down-slope-where-flowing-water-forms-them-into-placerdeposits/?&results_per_page=1&detail=TRUE&page=10), identificamos depósitos tipo vetas (veins), la zona de arrastre de mineral proveniente de las vetas que afloran en la superficie de laderas o pendientes formando un depósito de tipo coluvial.

Según Fig. 11, (Fuente: https://lh3.googleusercontent.com/m2QLL4Q8kS3NQn0mNw0wTWyoh7AW1tQkQGYfAO4pwRazRD_

eeC2sPN7 v49IW7kdCOERgVNc=s135), en la parte cerca de la superficie se presentan afloramiento de vetas, depósitos diseminados, y en la parte central inferior se presentan columnas mineralizadas que varían en forma y tamaño cuyos anchos geométricos pueden variar de unos 20 metros a 400 metros.

En la zona que se describe como pórfido se presentan mineralizaciones originadas a profundidad, pero que con el tiempo y debido a la erosión de la superficie tectónica, hoy se encuentran muy cerca de la superficie.

La ubicación del depósito de minerales requerirá la definición del método de explotación que se deberá aplicar para extracción más económica y rentable.

4.6.4. Geometría y ubicación de las litologías presentes.

Una vez identificado el depósito de minerales, principalmente en base a la calidad del mineral, es decir, en base a la cantidad presente de contenido metálico por tonelada, se observa a más detalle los tipos de litologías o tipos de roca que contienen este mineral.

En un depósito de minerales identificado plenamente en su forma y ubicación, se presenta en su interior diversos tipos de roca propios del grado de interacción entre cada roca y sus colindantes, o también a la influencia meteorológica de superficie recibida a través del tiempo, adoptando características de alteración distintas a otros tipos de roca.

La identificación de la forma y ubicación de cada una de las litologías presentes, es fundamental para estimar la complejidad que pueda presentarse en la recuperación del metal que se realizará en el tratamiento del mineral en la planta metalúrgica.

En la figura siguiente (Fuente:<https://lh3.googleuser>

content.com/QCRyXgJjNTpejz1ufb78wBmmURsOhzd7WUZR96wqkfi32J Tx6fDIB9r7zeGFvdp5QWhYMw=s170), se observan las geometrías y características de las litologías presentes en una sección 27450AA del depósito de Yanacocha.

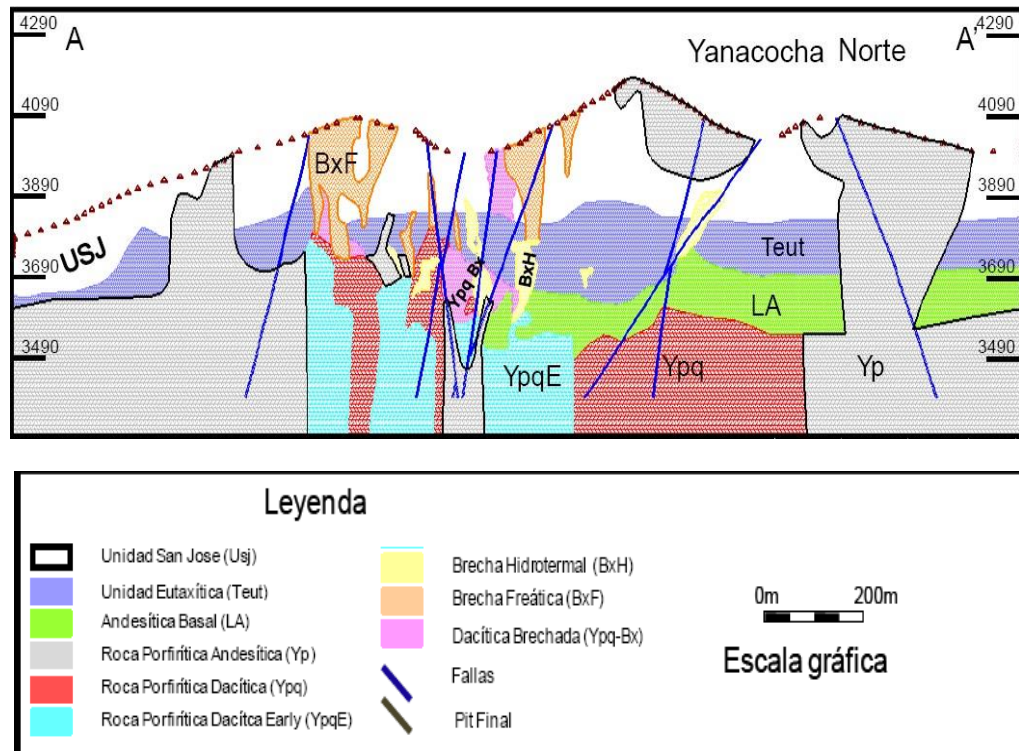


Fig. 12. Litologías en la sección 27450AA del Depósito de Minerales de Yanacocha.

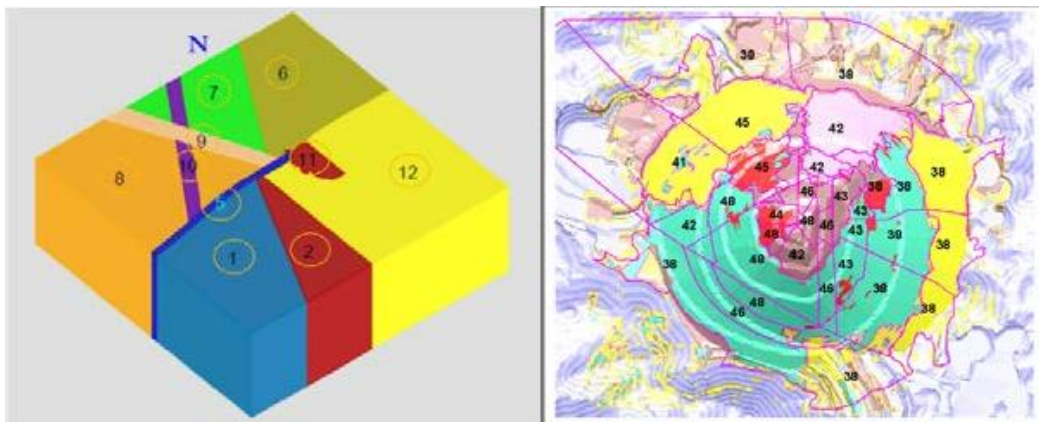
4.6.5. Calidad geo mecánica de la roca con mineral.

La geo mecánica que consiste en el estudio del comportamiento de la resistencia de la roca a la compresión, es una variable muy importante que contribuye al conocimiento del grado de estabilidad de la roca durante la explotación.

Con el conocimiento del comportamiento de esta variable en los distintos puntos del depósito de minerales, será posible determinar el método de explotación y en el caso de explotación con minado superficial, se podrá determinar la inclinación de las paredes de los límites finales de una mina a cielo abierto cuando se culmina su producción.

Entre las restricciones más importantes de un estudio de geomecánica para un proyecto minero resulta de la escala de la muestra para las pruebas de laboratorio, que indica que no es posible tener acceso a los puntos de trabajo que se encuentran a grandes profundidades para realizar un estudio geomecánico cercano a la realidad. Por lo general se realiza en base a estudios comparativos de eventos en otras minas y apoyándose en la información de los sondajes diamantinos.

En el gráfico siguiente se presenta, como muestra descriptiva sobre la forma de un modelo geomecánico, la ubicación de zonas con diferentes comportamientos geomecánicos en el depósito de Toquepala.



Zonas estructurales definidos con código geo mecánicas.

- | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| (3) Este (Sur) | (4) Este (Centro) | (5) Zona Local |
| (6) Nor-Oeste | (7) Nor Oeste Gr | (8) Oeste |
| (9) Zona Horsental | (10) Zona Micalao | (11) Dacita Porfírica |
| (12) Este (Norte) | | |

Fig. 13. Zonas Estructurales con Geomecánica (Tomado de fuente ilustrativa de la Mina Toquepala)

SOBRE LIMITE DEL YESO / ANHIDRITA

N°	DOMINIOS ROCAS	VOLCANICOS 1 A 6	DACITA AGL. 7 A 8	DAC. PORF. 9	DIORITA 10	BRECHA 11 A 15	DEFAULT	CODIGO	ANGULO
1	ESTE - SUR	2			2		2	1	37
2	ESTE - CENTRO	2					2	2	38
5	ZON TOQUEPALA 1				10	12	12	3	39
6	NOR - OESTE	9				11	9	4	40
7	NOR - OESTE GRAVEN	5			4		4	5	41
8	OESTE >=3220			6	2		5	6	42
8	OESTE<3220			6	9		5	7	43
9	ZON COLA CABALLO			9	6	5	6	8	44
10	ZON MICALACO							9	45
11	ESTE - NORTE	2			2	2	2	10	46
12	DACITA		6	6			6	11	47
13	ZON TOQUEPALA 2					7	10	12	48

BAJO LIMITE DEL YESO / ANHIDRITA

N°	DOMINIOS ROCAS	VOLCANICOS 1 A 6	DACITA AGL. 7 A 8	DAC. PORF. 9	DIORITA 10	BRECHA 11 A 15	DEFAULT
1	ESTE - SUR				7		7
2	ESTE - CENTRO				7		7
5	ZON TOQUEPALA 1				10	12	12
6	NOR - OESTE					12	12
7	NOR - OESTE GRAVEN				12		9
8	OESTE			8	12		6
9	ZON COLA CABALLO			9	12	5	9
10	ZON MICALACO				12		12
11	ESTE - NORTE	7		7	7		7
12	DACITA		6				6
13	ZON TOQUEPALA 2				10	9	10

Fig14. Detalle de gradientes de Taludes del Tajo Toquepala (Tomado de fuente ilustrativa de la MinaToquepala).

4.6.6. Recuperación metalúrgica.

La recuperación metalúrgica es una variable expresado en porcentajes, que se debe determinar en todo proyecto minero para conocer la eficiencia de recuperación del metal del mineral al ser procesado en la planta metalúrgica.

El valor de recuperación metalúrgica varía según el tipo de roca o litología, siendo necesario para ello aplicar pruebas en laboratorios metalúrgicos, en donde se realizan pruebas de recuperación sobre toneladas de mineral extraídas del depósito exclusivamente para realizar pruebas sobre volúmenes o toneladas cercanos a la producción industrial continua de un proceso minero metalúrgico.

Por ejemplo 22 toneladas de mineral con una ley de cobre de 0.95% contiene 0.209 toneladas de cobre. Si la recuperación metalúrgica es 92% indica que la planta obtendrá para venta 0.1923 toneladas de metal cobre, si este tonelaje lo produce en 1 tonelada de concentrado, indica el concentrado tendrá una ley

de cobre 19.23%, la parte de metal cobre no recuperable (0.209 t – 0.1923 t) 0.01672 toneladas contenido en 21 toneladas, será desechada y enviada al relave.

4.6.7. Volumen o tonelaje de producción de mineral por mes o año.

El volumen o tonelaje de producción de mineral es una variable que determina la escala de producción. El tonelaje de producción se mide en toneladas de producción por mes o por año. El tonelaje de producción es un factor que influye en el dimensionamiento de los equipos de minado como equipos de perforación para la voladura, equipos de carguío y transporte de mineral, y en el tamaño de la planta de procesamiento metalúrgico.

Definitivamente el tamaño de producción mensual influye en el número y capacidad de carguío de los equipos, en el tamaño y ubicación de la planta metalúrgica, en el número y capacidad de los volquetes, en el tamaño y cantidad de equipos para perforar y los taladros de voladura. Para la elección del tamaño y cantidad de estos equipos se requiere de un análisis de sensibilidad de inversión y costos de operación, que el equipamiento mencionado requiere de la mayor cantidad de inversión en capital. Así mismo la operación de estos equipos constituye por lo general más del 80% de los costos de la operación mina.

a) Costos de operación mina. - Los costos de operación corresponden a todos los costos que intervienen de manera directa en la operación minera, se le identifica como aquel costo que en el caso que no se realice pelagra la producción de mineral.

Es por ello importante definir e identificar cada uno de los costos directos e indirectos que pueden intervenir en la producción del

mineral. Aquellos montos que no pertenecen a los costos directos o indirectos de producción, pero que se realizan en el campamento, pueden ser considerados como gastos.

Se requiere cierta especialización y criterio para la diferenciación entre costos, gastos e inversión, que también están relacionados de manera coherente y coincidente con las obligaciones de impuestos o tributos al estado.

b) Costos de fundición y ventas. - Una vez culminada la labor de la planta metalúrgica que produce metal o concentrados de mineral, este sigue el camino de entrega a la fundición que se soporta en un previo contrato de compra y venta de metal o concentrados.

En el caso de concentrados, desde la puerta de salida de la planta hasta el puerto de embarque, en donde se tiene que almacenar el concentrado hasta su embarque y salida ocurren costos de transporte, almacenamiento, ensayos, trámites aduaneros y embarque. Durante este transporte de concentrados y su almacenamiento ocurren mermas o pérdidas de peso por manipulación y pérdidas de peso por reducción de la humedad.

Durante el transporte de concentrados de puerto a puerto, se incurre en costos de transporte y seguro, costo de desembarque y transporte a la fundición.

En la fundición, el contenido de metal se recupera menos del 100% del metal que se entrega en los concentrados, que puede variar según el tipo de metal y tipo de fundición. Los metales que contribuyen positivamente en la valorización de los concentrados como presencia de oro, plata, molibdeno son calculados a favor del vendedor del concentrado, pero con cierto castigo que indica reconocer la presencia de estos elementos a partir de un límite de contenido metálico de presencia. Por

ejemplo, si el concentrado contiene 20 gr. de plata por tonelada, la fundición puede reconocer que sólo pagará el contenido de plata superior a 10 gr indicando que no puede recuperar más en su proceso.

Por lo tanto, los costos de fundición o venta resultan, de la suma o acumulación de todos los costos identificables desde la salida del concentrado de la planta metalúrgica hasta que el vendedor reciba el monto de liquidación que deduce la fundición.

Para el caso de minas que producen metales valiosos como oro, plata, estaño, estos por lo general se tratan en la misma planta metalúrgica, produciendo metal con al menos 99% de pureza. Por lo tanto, este metal sale de la mina en vehículos de transporte valorado hasta el aeropuerto más cercano que lo lleve a un aeropuerto internacional, desde donde sale con destino definitivo al cliente comprador. El cliente lo entrega a refinerías especialmente equipadas y certificadas para darle mayor pureza al metal valioso que en el caso de oro puede llegar a 99.999%. El cliente comprador pagará al productor sólo la cantidad recibida en metal descontando los costos de refinación.

c) Inversión y costos financieros. - Una vez identificado el volumen de producción minera, el inversionista cuenta con el monto requerido para iniciar la construcción de la mina y el monto requerido para el equipamiento y construcción de instalaciones, así mismo cuenta con el monto de costo de operación minera e imprevista.

A partir del conocimiento del monto de inversión requerido para construir una mina, se inicia la búsqueda del capital vía medio préstamo bancario con sustento certificadoras internacionales que dan fe de la rentabilidad del proyecto con aval de propiedades o con aval del mismo proyecto minero. También el inversionista busca sociedad o alianza con otros inversionistas

o compañías mineras, llegando en estos casos a compartir la propiedad de la empresa.

En todos los casos se establece un compromiso de pagos de recuperación de capital, de tal forma que garantice en el corto tiempo la recuperación de la inversión. No es posible establecer una regla de plazos de recuperación, pero si es importante destacar que mucho interviene la estabilidad de las reglas de juego del país anfitrión y de los candados que se establezcan en los contratos de estabilidad tributaria, así como en mantener el respeto a las reglas existentes de fomento de la inversión.

Sólo así, con estos compromisos de ambas partes inversionista y estado normativo, se puede asegurar que la rentabilidad calculada en el proyecto minero no cambiará a través del tiempo por inestabilidad en las políticas de estado del país anfitrión o receptor de inversiones.

El capital puede provenir de sus ahorros, de un préstamo bancario o de socios accionistas. En cualquiera de estos casos el capital en dinero debe generar una ganancia esperada (rentabilidad) superior a otras opciones buscando en esta inversión la opción de mayor seguridad en la continuidad de la operación de producción a fin de garantizar el retorno de su capital y de sus utilidades.

4.6.8. Precios de los metales en el mercado internacional.

El precio de los metales sigue tradicionalmente a lo indicado por las principales y tradicionales entidades que miden el ritmo de la oferta y demanda día a día. Como todo producto que se oferta en el mercado internacional los precios de los metales se soportan en la continuidad de la producción y demanda advirtiendo de inmediato los problemas que se puedan presentar

en las principales minas que mantienen un porcentaje importante de participación en suministro del metal en el mercado internacional.

Sin embargo, también es importante destacar los stocks acumulados de los consumidores que pueden suavizar alguna variación temporal en el suministro de minerales.

El precio de los metales en el mercado es la variable de menor control para el inversionista, su expectativa de utilidad en la inversión se sustenta que ante la presencia de algún tipo de crisis internacional que afecten los precios de los metales, debido a la fuerte reducción de la demanda, los valores de los metales deberán retornar a sus niveles históricos cuando culmine la crisis.

Por lo general los inversionistas tienen claro el concepto que las crisis que afectan los precios de los metales es circunstancial puede comprender de uno a tres años de presión, pero luego por la necesidad de la población la actividad industrial recupera gradualmente su ritmo hasta llegar a la misma o mayor escala de producción, acorde al ritmo de recuperación de la demanda.

Es por ello que los analistas de precios de los metales mantienen un sistema de información actualizado en línea sobre el estado de las variables que pueden afectar a los productores y consumidores de materias primas.

4.6.9. Carga impositiva y rentabilidad.

a) Sobre carga impositiva: Según publicación de Erns & Young (Fuente: <https://www.ey.com/pe/es/newsroom/newsroom-am-batalla-impuestos-mineros>), La carga fiscal minera se ve fuertemente influenciada por la rentabilidad de la mina, variando de país en país. El rango en la región fluctúa entre 38% y 51% de la utilidad operativa, con una

mediana de 45%.

Colombia aparece como el país más oneroso. Decimos eso porque los productores mineros soportan una carga impositiva de entre 46% y 200% dado que sus regalías se aplican ciegamente sobre los ingresos brutos. Su esquema tributario es, además, de lejos el más regresivo de todos. Esto significa que las mineras menos rentables, pagan un mayor porcentaje de impuestos que las más rentables. Le sigue México donde la presión fiscal a las empresas del sector varía entre 48% y 53%.

En tanto, la carga fiscal en el Perú (que incluye Impuesto a la Renta, retención a los dividendos, regalías e Impuesto Especial a la Minería) va de 42% hasta 52%; aunque las empresas con contratos de estabilidad pueden llegar a pagar más del 55%. Estas cifras están por encima del promedio regional.

Unos peldaños más abajo se ubican Argentina, donde se paga entre 34% y 60% de la utilidad y Brasil, donde dicho indicador es de entre 35% y 53%. En ambos casos la tasa media es menor que la peruana.

Chile también nos lleva la delantera. Nuestro competidor más cercano ofrece el régimen tributario más progresivo de todos, con una carga escalonada que sube en función del margen operativo, fluctuando entre 31% y 49%. De esta forma, la carga efectiva total del vecino país sigue siendo la más baja de la región.

b) Sobre rentabilidad: El inversionista basa su decisión de inversión en la rentabilidad que le producirá su decisión de invertir, esta evaluación pasa por una comparación con otras inversiones e incluso lo compara con el simple depósito bancario a la mejor tasa de rentabilidad del mercado.

Por ejemplo, si el capital requerido para la construcción de una

mina y sus instalaciones, así como el costo de operación es C_{mi} , el inversionista deberá prever devolver este C_{mi} en cierta cantidad de meses o años, con un costo del capital C_c (prestado de sus ahorros, del banco o de sus socios accionistas) que podría ser 20% o más al año (que incluye depreciación del capital más utilidad). De acuerdo al monto de sus ventas y costos el productor debe cumplir con obligaciones de pago C_i que puede llegar al 50% que incluye pago de impuestos, regalías, otros tributos y contribuciones.

4.6.10. Volumen y tonelaje de reservas de mineral.

Las reservas de mineral se identifican a la cantidad de volumen y toneladas de mineral total que puede ser extraído del depósito de minerales con la principal condición de presentar rentabilidad requerida por el inversionista.

Por lo tanto, el volumen o tonelaje de reservas es inferior en cantidad a la que presenta el tonelaje o volumen de recursos del depósito de minerales. Esto también indica que puede encontrarse en la naturaleza grandes volúmenes de mineral atractivo, pero si no se encuentra la forma de obtener rentabilidad requerida, estos grandes volúmenes o tonelajes no podrán explotarse por lo tanto no podrá definirse un tonelaje o volumen de reservas.

Para la evaluación y clasificación de los tonelajes de recursos y reservas, se requieren aplicar normativas internacionales que establecen estándares y procedimientos de cálculo e identificación de tonelajes de recursos y reservas, así como la utilización adecuada de términos y definiciones en toda publicidad sobre las actividades de exploración y evaluación de proyectos de inversión minera que desarrolle una empresa exploradora o minera.

Esto con la finalidad de proteger a los inversionistas o accionistas e impedir publicidad irreal o inexacta en documentos oficiales de la empresa exploradora o explotadora de mineral que mal informen y puedan generar falsas expectativas que perjudiquen al accionista inversor.

Actualmente se cuenta con la normativa Jorc y la normativa NI43101 desarrolladas en la década de 1990 y exige su aplicación a todas las empresas exploradoras y explotadoras de mineral que coticen en la bolsa.

4.6.11. Estándares y normas internacionales para las reservas de mineral.

a) Normativa Jorc: Según publicación en la página web oficial <http://www.jorc.org/>. En septiembre de 1994 en el 15 Congreso del CMMI (Council of Mining and Metallurgical Institutions) celebrado en Sudáfrica, se organizó una reunión con el objetivo específico de discutir los estándares internacionales, esto resultó ser el primer encuentro de lo que posteriormente fue llamado el Grupo CMMI (International Resource/Reserve definitions group).

El Grupo CMMI, compuesto por representantes de Australia (AusIMM), África del Sur (SAIMM), Estados Unidos (SME), Reino Unido (IMM) y Canadá (CIM), tenía como objetivo desarrollar un conjunto de definiciones internacionales relacionadas con los recursos minerales y las reservas de Mena (mineral económico).

De la misma forma en 1992 las Naciones Unidas creó una comisión para desarrollar un sistema internacional de clasificación de recursos y reservas, el cual salió a la luz en 1996 bajo el nombre de Marco Internacional de las Naciones Unidas para la clasificación de reservas/recursos – Combustibles

sólidos y sustancias minerales («United Nations International Framework Classification for reserve / resource-Solid fuels and mineral Commodity»).

El primer gran avance ocurrió en octubre de 1997 en el encuentro del grupo CMMI en Denver Colorado y la aprobación del llamado acuerdo de Denver donde se logró un consenso sobre un conjunto de definiciones de recursos y reservas. En 1998 en Ginebra, Suiza se llevó a cabo un encuentro entre el grupo CMMI y la comisión de Naciones Unidas, donde las definiciones y patrones del CMMI fueron incorporados, con pequeñas modificaciones, al sistema de clasificación de las Naciones Unidas, dándole un carácter verdaderamente internacional a las definiciones del CMMI.

Después de encuentro Australia, África del Sur y Estados Unidos iniciaron la actualización de sus sistemas nacionales de clasificación.

En noviembre de 1999 hubo un nuevo encuentro entre el Grupo CMMI y la comisión de Naciones Unidas para continuar el proceso de

desarrollo de normas y definiciones internacionales. Con pequeñas e insignificantes diferencias entre los países los siguientes términos han sido aceptados (fig. 15):

El Código JORC con la revisión más reciente se publicó a finales de 2012, se ha incorporado en el Reglamento de Cotización de las Bolsas de Valores de Australia y Nueva Zelanda stock, por lo que el cumplimiento obligatorio para listados de empresas públicas en Australia y Nueva Zelanda.

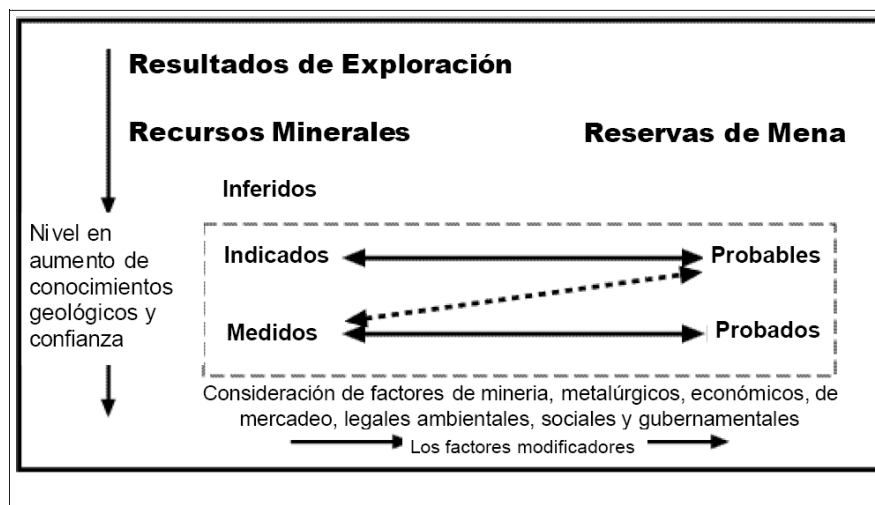


Fig. 15. Clasificación de Recursos y Reservas. Página web oficial <http://www.jorc.org/docs/JORC Code 2012 Spanish translation March 2018.pdf>

b) Normativa NI 43-101: Según publicación en <https://www.osc.gov.on.ca/en/15019.htm>, El NI 43-101 (43-101 - Standards of Disclosure for Mineral Projects) es una regla estándar a nivel internacional, de obligatoria aplicación para todas las empresas inscritas en bolsa de valores que emitan documentos de valor (acciones) para venta al público en general, esta normativa indica que toda presentación de informes y la visualización de información al público debe ser a través de documentos o medios oficiales de la empresa y la información debe reflejar la expresión mas cercana a la realidad, referidas principalmente a la propiedad minera, recursos y reservas de mineral en un determinado yacimiento.

Un Informe de dominio público referente a los Recursos Minerales y/o Reservas de Mena de una compañía es de responsabilidad de la compañía, la cual actúa a través de su Directorio. Cualquier informe sobre éste debe basarse en las estimaciones de Recursos Minerales y/o Reservas de Mena y otra documentación de respaldo preparada por una Persona Calificada o Personas Calificadas.

4.6.12. Procesamiento de datos.

El procesamiento de la información se realiza en varias etapas de desarrollo de evaluación de un proyecto minero (Fig. 16), desde que se inicia la inversión para ubicar el depósito de mineral hasta la producción de mina y cierre de mina pueden transcurrir entre 15 y 50 años. Es el caso en Perú en donde aún existen minas en producción desde hace 90 años como la mina superficial y subterránea de Cerro de Pasco, o la de Toquepala que ya pasa los 50 años.

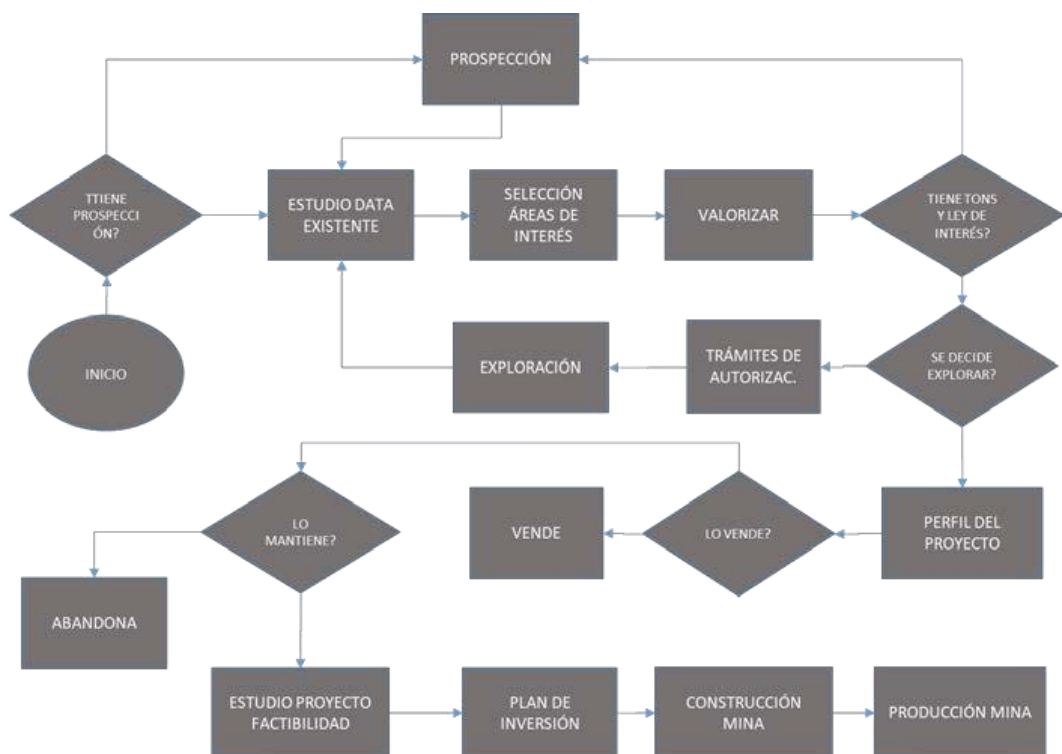


Fig. 16. Secuencia para estudiar un Depósito de Minerales (Fuente propia)

a) Primera etapa - prospección. - La búsqueda de un depósito de minerales se denomina prospección y da origen a su primera evaluación de calidad y cantidad de mineral mediante la elaboración de un informe corto denominado Informe de un Prospecto.

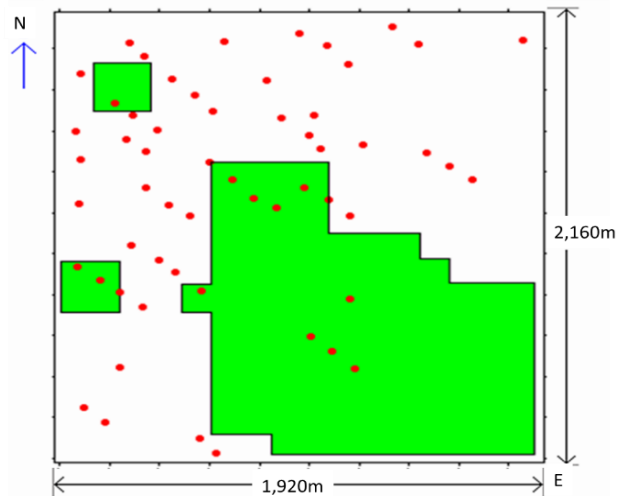


Fig. 17. Puntos de muestreo en superficie (fuente propia)

Los estudios de prospección se basan sobre análisis de muestras tomadas de superficie (Fig. 17) y analizadas en laboratorios químicos. Se realiza una investigación sobre tendencias de la mineralización en superficie utilizando información de geoquímica.

b) Segunda Etapa – Geofísica. -Si el informe de la primera etapa de prospección presenta expectativas de presencia de buena de la calidad y cantidad de mineral, se pasa a la siguiente etapa de inversión a mayor escala que consiste en estudios de geofísica, que proporcionan información referencial pero importante sobre la forma y profundidad y calidad de las estructuras de roca, aquí se define las propiedades receptivas de contenidos de metal. Algunos métodos de estudio geofísico del terreno son los siguientes:

- Métodos Magnéticos.
- Métodos Eléctricos y Electromagnéticos.
- Métodos Gravimétricos.
- Métodos Radiométricos.
- Métodos Sísmicos.
- Acústico.

- Georadar.

En la figura 18 se observan los distintos métodos de estudios geofísicos existentes.

c) Tercera etapa – exploración. -Con los resultados de los estudios anteriores y con un estudio al detalle de la topografía de la superficie del terreno, se procede con la exploración del subsuelo mediante perforación de sondajes a profundidad. Las perforaciones pueden ser realizadas desde cientos a miles de metros distribuidos adecuadamente en el área de estudio y a profundidad de sondajes que permita identificar la mayor cantidad posible de toneladas de mineral con buena calidad de contenido metálico o ley. En la Fig. 19 se observan tres tipos de distanciamiento de sondajes para la ubicación de cuerpos mineralizado debajo de la superficie.

d) Cuarta etapa – perfil del proyecto. -Con los resultados de la exploración se elabora un estudio denominado “Perfil del Proyecto”, con el cual se conoce si el depósito de minerales continúa siendo atractivo para una inversión minera. En este estudio de perfil del proyecto, se debe haber calculado al menos el volumen, toneladas y ley de recursos de mineral, describiendo de manera real y aproximada las características geomorfológicas de la superficie, el origen de las fuentes de suministro o captación de agua, energía, suministros, ubicación de planta de tratamiento del mineral, botaderos para el desmonte, rutas de acceso, impacto al medio ambiente, receptividad de las comunidades vecinas.



Fig. 18. Tipos de Estudio Geofísico (Imagen construida con diferentes fuentes de imágenes)

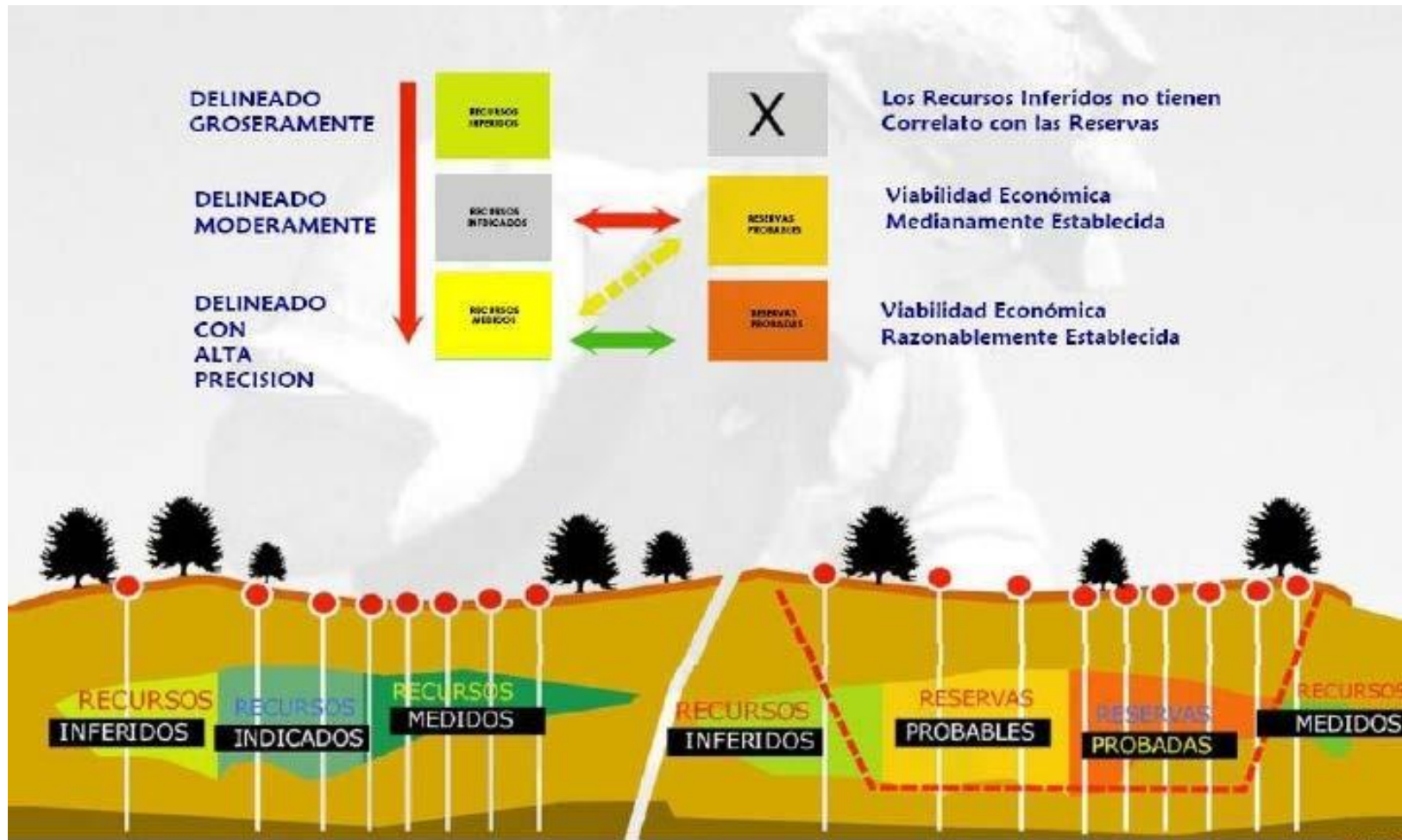


Fig. 19. Calificación de Recursos y Reservas de Mineral - Fuente: <https://iadem.com.ar/publicaciones/webinar-conceptos-sobre-geologia-y-economia-minera-lic-daniel-jerez-lic-tay-such-primera-parte/>

e) Quinta etapa – estudio de prefactibilidad del proyecto.- Si los resultados hasta la cuarta etapa son suficientes para mantener atractivo a la inversión minera, se continúa con la ejecución de más perforación de sondajes con la finalidad de confirmar, ampliar o mejorar los resultados de los estudios realizados, esta vez de manera más amplia y a mayor detalle y profundidad de estudio, con la finalidad de mejorar la precisión de los resultados, reducir la incertidumbre de los resultados logrados hasta la fecha y precisar la cantidad de inversión para convertir el depósito de minerales en una mina económica y rentable.

f) Sexta etapa – estudio de factibilidad del proyecto. -El estudio de factibilidad se realiza una vez que se acepta que la presencia del mineral se encuentra en cantidad y calidad requerida para una inversión atractiva. Constituye la etapa final para justificar ante el estado el inicio de pedido de autorizaciones de licencias para la etapa de construcción.

El estudio de factibilidad es el compendio que describe al máximo detalle posible cada una de las etapas del proyecto desde la etapa de exploración hasta el momento de inicio de las operaciones de producción.

Entre los puntos que deben ser indicados en un estudio de factibilidad se tiene las siguientes:

Geología: Cuantificación de las reservas de mineral, localización al detalle de estas reservas.

Mina: Tamaño de la mina geográficamente, tanto en extensión superficial como en profundidad, volumen de producción mensual, anual y total.

Planta: Ubicación de la planta, tipo de proceso, tamaño de planta, tonelaje de producción de metal o concentrado, ruta de los relaves o desechos, ubicación de los depósitos de relaves o

desechos.

Fuentes de abastecimiento: Identificación y rutas de captación de fuentes de suministro de agua, energía, logística, recursos humanos.

Medio Ambiente: Estudio de línea base de medio ambiente que incluye descripción del estado ambiental natural. Impacto de las operaciones de construcción y minado sobre el entorno geográfico, identificación de rutas y formas de transporte de los productos de la mina, estudio socio económico de las comunidades vecinas y su nivel de aprobación al desarrollo del proyecto y construcción de la mina.

Inversión: Secuencia cronológica de montos de inversión en la construcción y operación de la mina, monto proyectado de pago de impuestos al estado, plan cronológico de obtención de permisos y autorizaciones del estado acorde a las normativas vigentes para cada una de las actividades e inversiones a desarrollar.

En la figura 20 se describe, de manera simplificada, la secuencia de estudios que pueden ser desarrollados entre 5 a 15 años hasta la toma de decisión de invertir. Así tenemos:

En este mismo gráfico se observa como a medida que avanzan los estudios, se reduce la incertidumbre de las principales variables de un proyecto minero. Del mismo modo a medida que avanzan los estudios se incrementa el flujo de caja o monto de inversión.

La ejecución de estos estudios, debidamente sustentados y auditados, genera un mayor valor agregado al depósito de minerales, hasta el inicio de inversión.

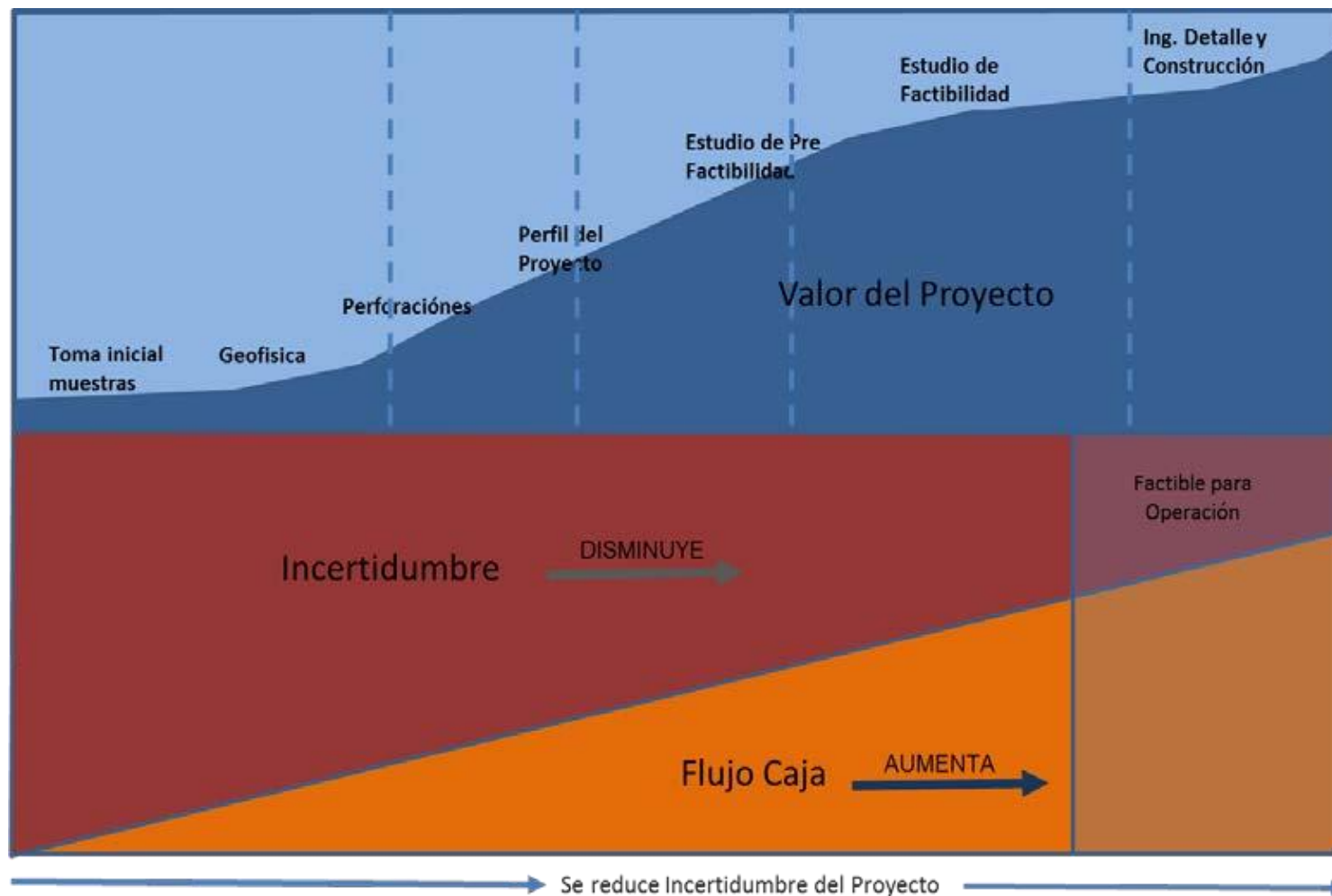


Fig. 20. Proceso de Evaluación de un Proyecto Minero (Fuente Propia)

4.6.13. Identificación del software con aplicación en minería.

El software es una herramienta tecnológica que está ampliamente difundida y utilizada en la sociedad actual y la minería no es la excepción. Hoy se usa software en su definición más genérica en todos los procesos, tanto en presentación y manejo de información (Office) como en la toma de decisiones en toda la cadena de valor, desde la exploración, diseño y planificación de minas, hasta la simulación de procesos minero-metalúrgicos, y control de gestión de una compañía.

Un software minero es un sistema experto que apoya el trabajo o actividad de un profesional minero especializado de manera ágil y simplificada. Con el software minero se simplifican cálculos en forma puntual y particular en cada proceso de trabajo o actividad minera.

Según Ronald Guzmán, profesor del Departamento de Ingeniería de Minería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, "El software permite manejar gran volumen de información y procesos que conlleva operar un proyecto minero. Además, es fundamental para la toma de decisiones que, para el caso de esta industria, es de altos montos, plazos y riesgos".

Los softwares mineros disponibles en el mercado internacional para especialidades en minería (Tabla N° 3), están representados por empresas que siguen vigentes comercialmente, gracias a la potencialidad del desarrollo de sus aplicativos, a la cobertura de clientes ganados en el tiempo y a la credibilidad ganada ante las empresas mineras.

Los softwares aún vigentes a la fecha, también han logrado cautivar la confianza de las empresas consultoras o auditoras reconocidas en el ámbito minero internacional que prestan servicios de certificación de los procedimientos y cálculos aplicados en el desarrollo de un proyecto minero.

APLICACIONES ==>	GESTIÓN DE	GESTION DE	CONSTRUCCIÓN	CALCULO DE	MODELOS	DISEÑO DE	SIMULACIÓN	PLANEAMIENTO DE	DISEÑO DE	DIS. MALLA	VENTILACIÓN	GESTIÓN DE
SOFTWARE	DATA DE SUPERFICIE	DATA DE SONDAJES	SOLIDOS LITOLOGICOS	CORRELACIÓN ESPACIAL	DE BLOQUES	MINA SUPERFICIAL	DE LA PRODUCCIÓN	TO DE MINADO	MINA SUBTERANEA	DE PERFOR YVOLADURA	DE MINAS	FLOTA
GEOVIA SURPAC	X	X	X	X	X	X	X	X				
GEOVIA GEMS	X	X	X	X	X	X	X	X				
GEOVIAMINEX(carbon)	X	X	X		X	X	X	X				
GEOVIA MINESHED							X	X				
GEOVIA WHITTLE						X		X				
GEOVIA PCBC												
DATAMINE RM	X	X	X	X	X							
DATAMINE OP						X	X	X				
DATAMINE 5D PLANNER							X	X	X			
DATAMINE NPV						X		X				
VENTSIM											X	
VNET											X	
JKSIMBLAST										X		
RIOBLAST										X		
I BLAST										X		
DISPATCH												X
GLOBALSKY												X

Tabla N° 2. Relación de Softwares y sus Aplicaciones (Fuente propia)

Por lo general la labor de revisión o auditoría de las consultoras se realizan mediante softwares mineros vigentes y son reconocidas por la banca internacional para aprobar préstamos financieros que los inversionistas o empresarios mineros requieren para la construcción de una mina.

4.6.14. Aplicaciones del software de minería en evaluación de proyectos mineros.

Las actividades con mayor frecuencia que se aplican software en el estudio de un proyecto minero se orientan a:

- Gestión de información Geoquímica de superficie.
- Gestión de la información de sondajes.
- Construcción de límites litológicos (roca) en secciones y a grandes profundidades.
- Construcción y visualización de sólidos litológicos a tres dimensiones.
- Cálculo de correlación espacial entre las leyes de muestras.
- Cálculo del modelo de bloques, del modelo de leyes, del modelo de recuperación metalúrgica, del modelo geotécnico, del modelo de costos.
- Diseño óptimo de una mina.
- Simulación de la producción.
- Planeamiento de minado a corto, mediano y largo plazo.

A continuación, se realizará una descripción de cada una de

estas aplicaciones.

4.6.15. Aplicación con información de datos geoquímicos.

Graficar la ubicación y el valor de las leyes de metal distribuidos en una superficie. Calcular curvas iso valóricas que permitan interpretar la ubicación de zonas de baja y alta ley. Determina la continuidad y tendencia de a mineralización en superficie. Graficar el comportamiento de cocientes metálicos en el área superficial de estudio, Fig. 21 y 22. (Fuente: De Elsa Poquis, 2012, UNI, Estudio Geoquímico y Modeloo Geológico del Proyecto Cañariaco Tipo Pórfido de Cobre). Descartar áreas de estudio más profundo y reducir la inversión a áreas más pequeñas. Estadística y Geo estadística de la información de superficie.

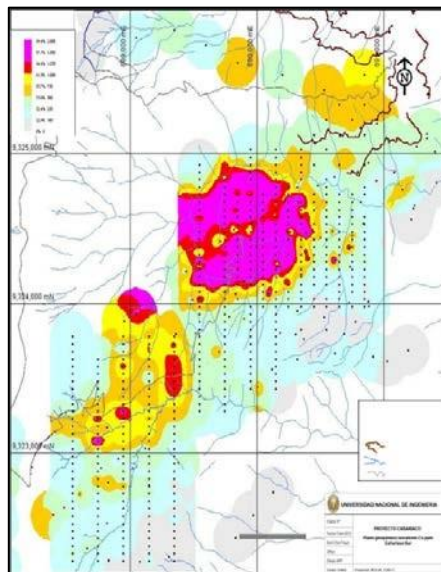


Fig. 21. Curvas iso leyes de Cu

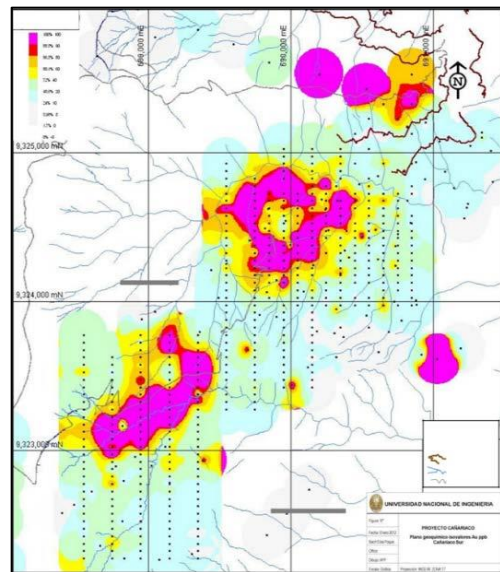


Fig. 22. Curvas iso leyes de Au

4.6.16. Aplicación con información de datos de sondajes.

Registro de información de datos de leyes, datos de tipos de mineral, alteraciones, dureza de cada una de las muestras

obtenidas, uno de los formatos que se elabora para cada mina es el que se presenta en la Fig. 23.

Control de calidad del registro de información mediante filtros de validación de información en cada muestra.

Regularización de las longitudes de las muestras (composición de leyes) para reducir errores de cálculos posteriores con la información de leyes de sondajes.

Gráfico de distribución de sondajes a tres dimensiones, Fig. 24 y 25, () con capacidad para mostrar sus múltiples valores con diferentes colores para mejor valoración de los resultados de la información de exploración.

Construcción de curvas iso-valores de leyes por secciones verticales y horizontales como se presentan en las figuras 21 y 22, que servirán para mejor inferir las tendencias de mineralización debajo de la superficie.

Construcción de áreas de polígonos por secciones para identificar la forma y ubicación de las litologías existentes en un depósito de minerales.

Construcción de sólidos litológicos como se presenta en la figura 26 para dimensionar el volumen y tonelaje de los distintos tipos de roca presentes debajo de la superficie y para valorar la calidad del depósito de minerales.

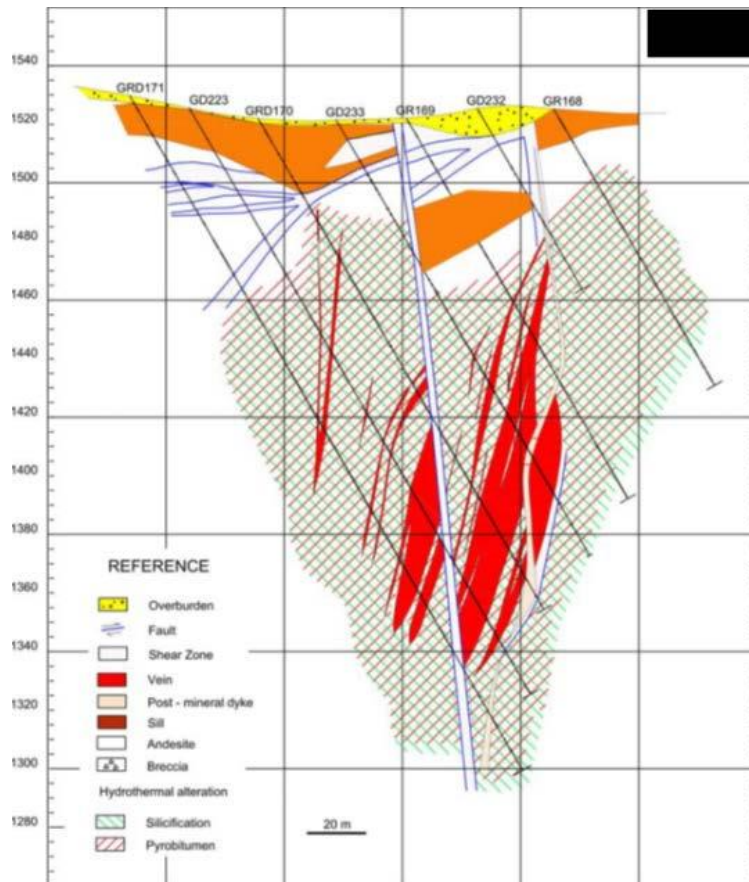


Fig. 24. Sección Vertical con Sondajes
Fuente: Estudios internos de Datamine

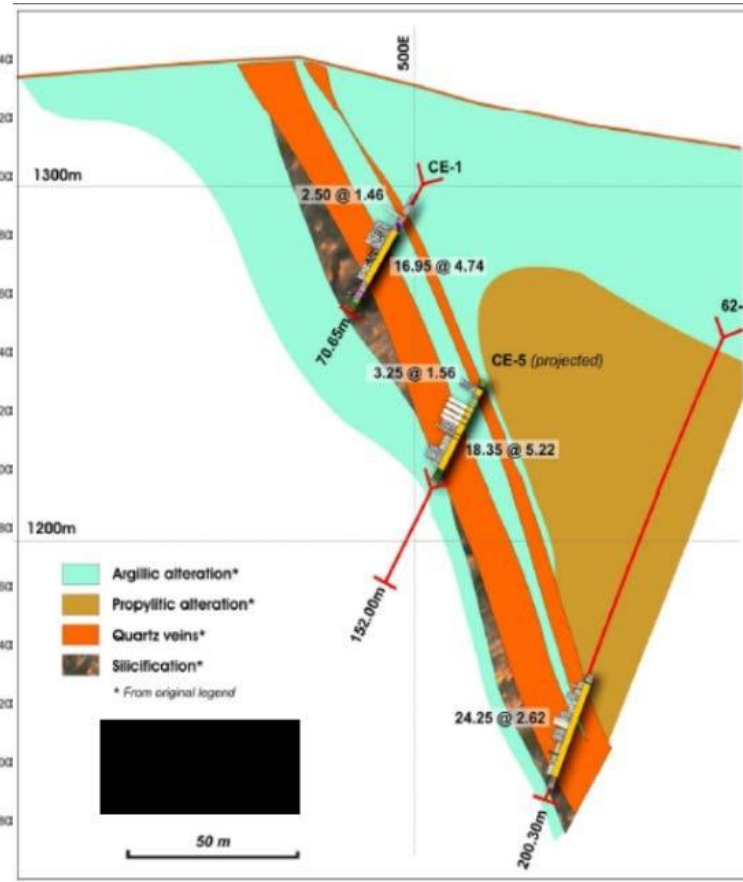


Fig. 25. Sección Vertical con Litología
Fuente: Estudios internos de Datamine

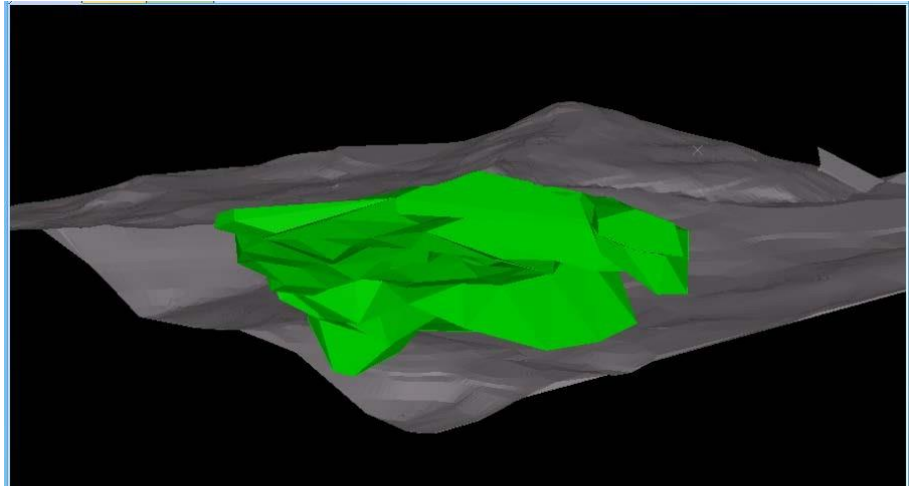


Fig. 26. Información de un Sólido litológico debajo de Superficie (fuente propia)

Con información de sondajes se construyen modelos de correlación espacial entre las leyes analizadas, con la finalidad de determinar las direcciones anisotrópicas para mejor interpretación de la formación del depósito de minerales.

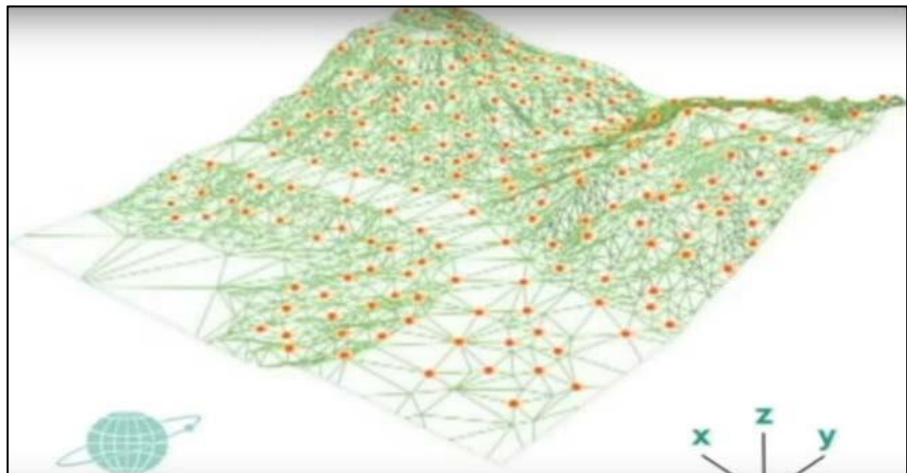


Fig. 27. Puntos Topográficos

4.6.17. Aplicación con información topográfica y litológica.

Con información de mediciones topográficas, se construyen curvas de nivel y el modelo de triángulos para conocer al detalle en tres dimensiones la morfología digital de la superficie del terreno, Fig. 27, 28, 29, (Fuente Propia).

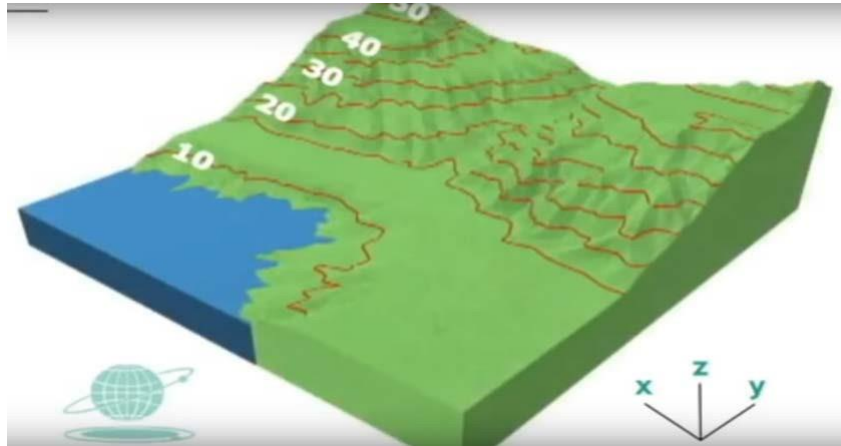


Fig. 28. Curvas de Nivel Topográficas

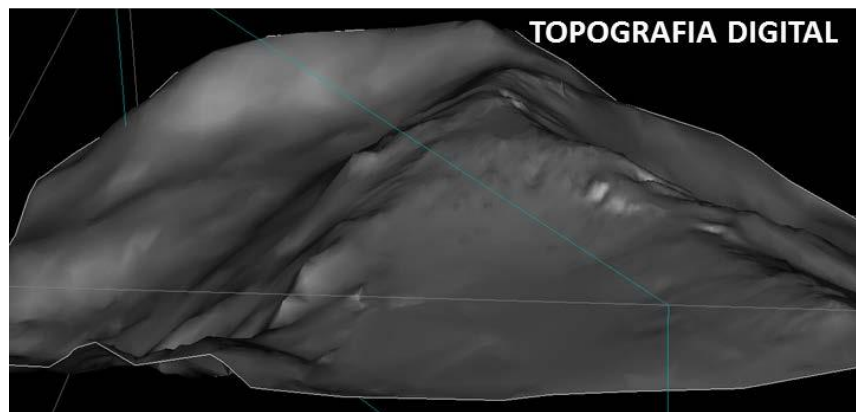


Fig. 29. Topografía digital del terreno de Clarita

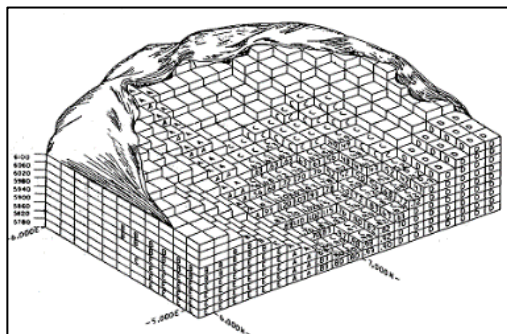


Fig. 30. Modelo Bloques Total

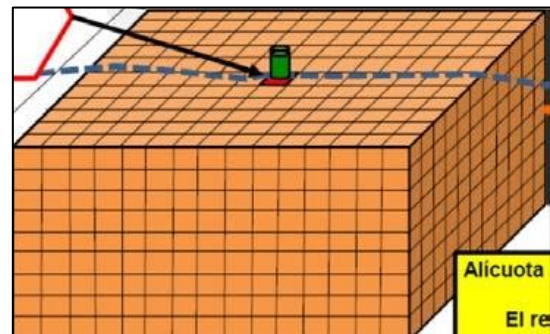


Fig. 31. Bloques debajo de la superficie

Con la topografía digital y la información digital de los sólidos de litologías, visto en el punto anterior, se construye un modelo de bloques (matriz de bloques en 3 dimensiones), Fig. 30 y 31 (Fuente: Sevim y Lei 1998), que cubre la integridad de la geometría del depósito de minerales. La construcción de este modelo de bloques permite asignar a cada bloque el valor y calidad de cada una de las propiedades necesarias que permiten valorizar el mineral del interior de cada bloque.

Con el valor de las leyes de los sondajes y el modelo de bloques, se calcularán al interior de cada bloque, valores de leyes y de otras variables de interés, de tal forma de conocer en la integridad del depósito el valor de todas las variables posibles que intervienen en la valorización económica de cada bloque de mineral.

4.6.18. Aplicación con información del modelo de bloques.

Conociendo las coordenadas (este, norte, cota) de los puntos centrales de cada bloque, se podrán determinar mediante la aplicación de diversos tipos de interpoladores, el valor de cada una de las siguientes variables para cada punto central de cada bloque.

Se calcularán y determinarán en cada punto central de los bloques los valores de la variable: tonelaje de mineral, ubicación del mineral, costo de minado, costo de planta, contenidos metálicos o ley (expresado en ppm, %), valor económico, recuperación metalúrgica, indicadores geomecánicos.

Los modelos de bloques con todos los valores indicados servirán de guía para conocer la cantidad de metal existente debajo de la superficie, su viabilidad técnica para ser extraído, así como su contribución económica en el caso de ser extraído.

4.6.19. Aplicación de la simulación de la producción de mineral.

Con los valores calculados en cada bloque, como se indica en el punto anterior, se realiza una secuencia de extracción de mineral (de manera virtual), se extraen los bloques que contribuyan económicamente y de manera positiva al valor total del mineral extraído.

Al final de la extracción (minado) de los bloques que contribuyen de manera positiva quedará un espacio vacío sin mineral que constituye el “diseño de la mina” al final de su explotación. Todo el mineral que se pudo extraer (virtualmente) constituirá el tonelaje, volumen y cantidad de metal calificado como reservas de mineral.

Con información del “diseño de la mina” y valor de los bloques se realizan múltiples secuencias de extracción de mineral, constituyéndose en un análisis de sensibilidad de forma y secuencia de extracción del mineral, es decir se realizan varias secuencias de simulación de la producción, estableciendo varios planeamientos de minado a mediano y largo plazo.

Con la simulación de la producción y el establecimiento de secuencias de producción de mineral se establecen múltiples opciones de minado que dan lugar a la construcción de un análisis de sensibilidad económica y de rentabilidad de la producción del mineral a lo largo de la vida de la mina.

Es en base a estos resultados de análisis de sensibilidad

económica, que se toma decisiones sobre el volumen de inversión en un proyecto minero.

4.6.20. Aplicación del software minero al depósito de minerales Clarita.

a) Antecedentes del proyecto Clarita. - El depósito de minerales Clarita forma parte del grupo de depósitos de minerales explotados por la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa, ubicado en la provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad.

El depósito de Clarita fue uno de los depósitos de menor calidad de mineral o menor ley comparados con los otros cuatro depósitos explotados por la empresa.

Por esta baja ley, este depósito no tuvo atracción económica para la empresa hasta el inicio de la crisis del 2008 en donde el precio del Au subió imprevistamente a niveles no esperados y por corto tiempo.

En el gráfico 32 (Fuente: Lista de Precios de Kitco.com) de precios de Au por onza se observa que antes del año 2008 los precios del Au eran inferiores a 600 US\$/onz. Sin embargo a partir del año 2008 el precio del Au inició su ascenso hasta alcanzar cotizaciones superiores a los 1800 US\$/onz.

Sin embargo, posteriormente algunos años después, las cotizaciones del Au se redujeron en valor ocasionando que el proyecto nuevamente ya no sea rentable como antes del año 2008.

El estado de evaluación permanente, sujeto a las variaciones de precios y costos, permitieron tomar decisiones estratégicas de oportunidad para invertir en el desarrollo de este nuevo proyecto Clarita, aplicando un plan de minado agresivo como para acabar

con la extracción total del mineral, previniendo la posibilidad (que sí ocurrió) que el precio del Au retorne a niveles cercanos al año 2008.

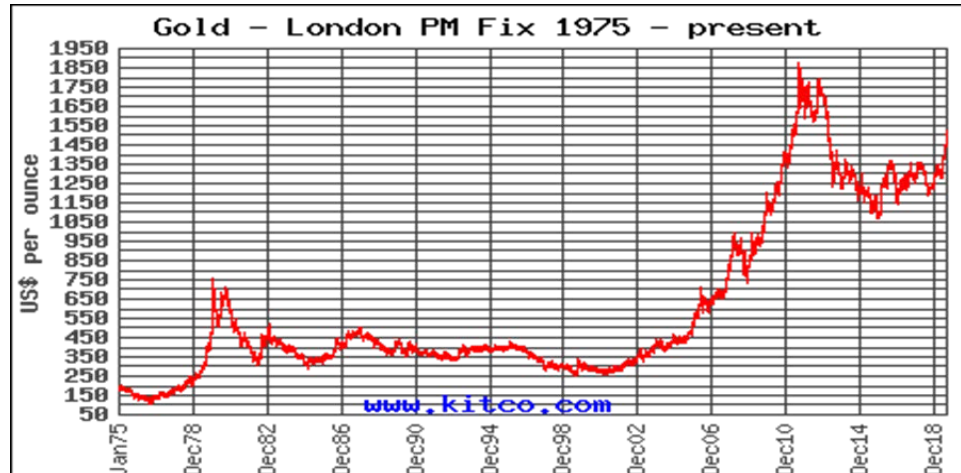


Fig.32. Precios del Oro de los años 1975 al 2018

En esta aplicación se demostrará como el uso intensivo de software minero, permitió determinar, con suficiente seguridad, el momento de inversión en el depósito de minerales Clarita, para el inicio de explotación, el volumen de producción mensual, el número de años de producción con rentabilidad.

b) Información de data de sondajes. -El proyecto Clarita fue explorado mediante sondajes en los años 2002 a 2005 (como se indica en la Fig. 33, de fuente propia), esta información fue incrementándose mediante sondajes de manera muy gradual a través de los años pero sin mucha expectativa por contener baja ley del Au.

HOLE	LOCATIONX	LOCATIONY	LOCATIONZ	LENGTH	F_INICIO	F_TERMINO
RC-001	827646.919	9103572.342	3508.988	104.50	11/07/2002	12/07/2002
RC-002	827788.750	9103614.300	3513.780	85.00	10/09/2002	11/09/2002
RC-003	827770.226	9103488.266	3478.975	33.50	18/08/2004	21/08/2004
RC-004	827845.990	9103420.805	3472.616	51.00	21/08/2004	24/08/2004
RC-005	827748.814	9103523.421	3481.173	88.00	24/08/2004	28/08/2004
RC-006	827797.571	9103447.542	3478.555	114.50	18/10/2004	18/10/2004
RC-007	827738.322	9103685.656	3519.848	137.00	18/10/2004	19/10/2004
RC-008	827808.481	9103390.063	3461.805	64.00	20/01/2005	22/01/2005
RC-009	827825.941	9103382.715	3460.686	69.50	22/01/2005	24/01/2005
RC-010	827789.305	9103397.532	3462.768	86.00	24/01/2005	27/01/2005
RC-011	827825.323	9103334.725	3447.763	84.50	28/01/2005	30/01/2005
RC-012	827847.128	9103372.936	3459.595	111.00	31/01/2005	02/02/2005
RC-013	827877.230	9103420.850	3480.250	132.00	04/02/2005	07/02/2005
RC-014	827852.090	9103434.170	3478.460	131.50	08/02/2005	10/02/2005
RC-015	827836.050	9103443.000	3480.480	89.50	10/02/2005	14/02/2005
RC-016	827855.333	9103986.775	3543.393	78.50	12/02/2005	18/02/2005
RC-018	827974.093	9103577.823	3539.426	97.00	16/05/2005	18/05/2005
RC-019	827921.534	9103676.446	3540.545	138.50	18/05/2005	19/05/2005
RC-020	827908.655	9103477.131	3491.936	170.00	20/05/2005	22/05/2005

Fig. 33. Formato de Data de Sondajes (collares)

La totalidad de sondajes perforados en el depósito de Clarita fue como se indica a continuación:

Tipo de Sondaje	Número	Metros
RCd	315	50,594.65
DDH	14	2,458.95
TOTAL	329	53,053.60

Tabla N° 3. Cuadro de Número de Sondajes

La vista en planta de la totalidad de estos sondajes se presenta a continuación en la Fig. 34 (Fuente propia).

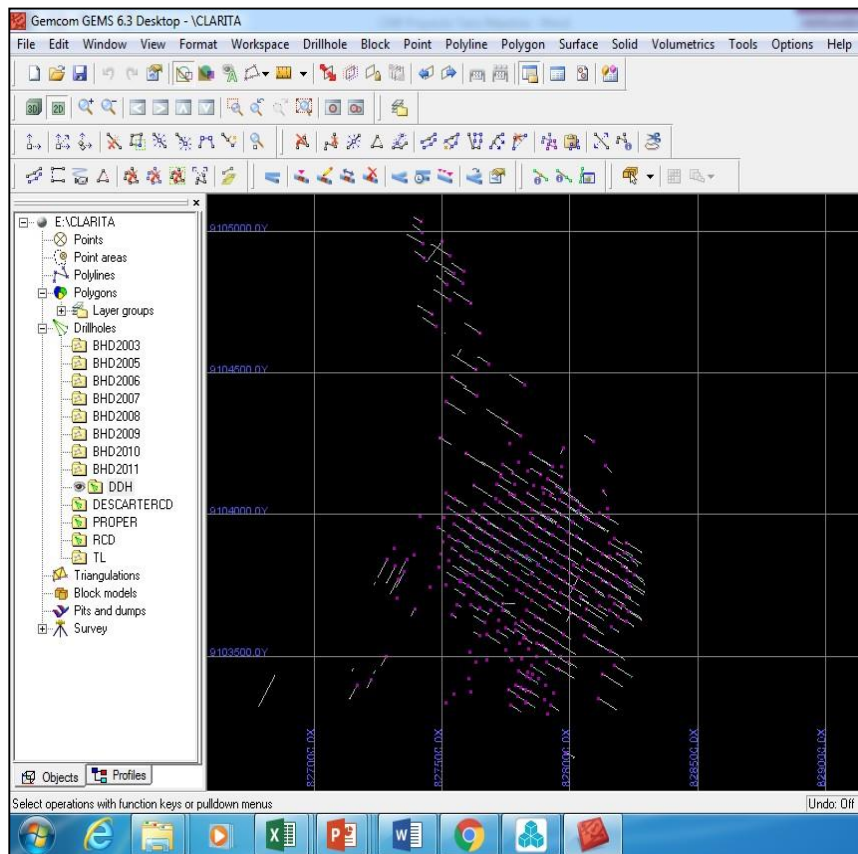


Fig. 34. Vista en Planta de Sondajes de Perforación de Sondajes

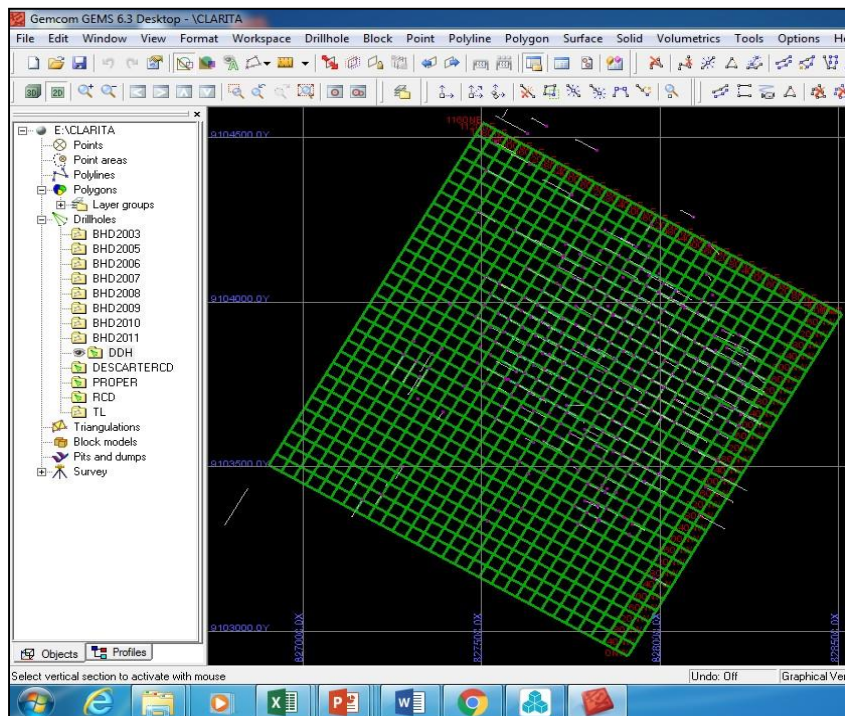


Fig. 35. Vista en Planta de la Malla

Se observa que los sondajes tienen inclinación y siguen una malla de perforación entre 35 y 40 metros, Fig. 35 (de fuente propia), que significa que los sondajes se encuentran separados a esta distancia.

En el siguiente gráfico 36 (fuente propia) se presenta una de las secciones verticales con sondajes que parten de la superficie topográfica que en el gráfico se observa como una línea azul.

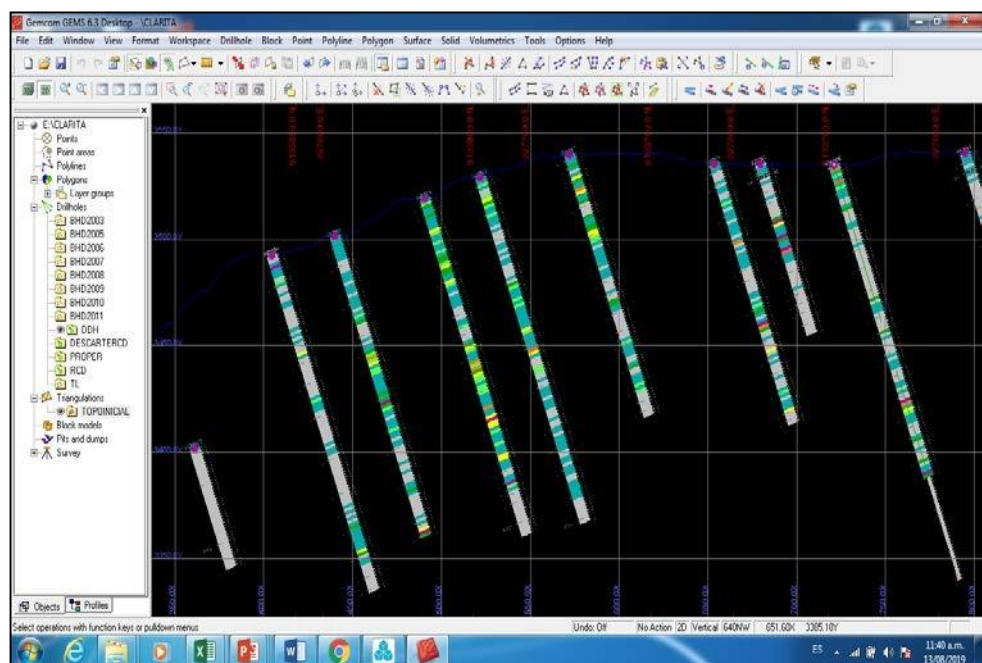


Fig. 36. Vista de Sondajes en una Sección Vertical

En el siguiente gráfico 37 (fuente propia) se presentan la misma sección anterior con colores según un rango de valores de presencia de Au y sus respectivos valores en lado derecho de cada sondaje. En lado izquierdo se observan los códigos de tipo de roca encontrados tramos de los sondajes.

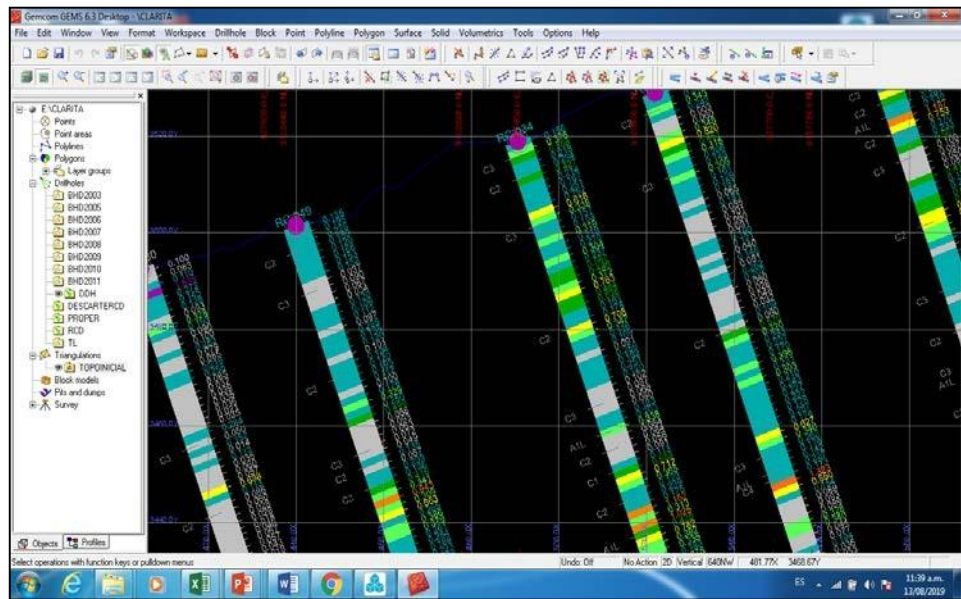


Fig. 37. Vista de Sondajes con Valores de Leyes de Au en una Sección Vertical

c) Modelamiento litológico. -El modelamiento litológico consiste en la creación de sólidos litológicos en tres dimensiones que representen la forma y ubicación de cada tipo de roca. Para su construcción, mediante polígonos cerrado, Fig. 38 (fuente propia), se toma de la información de litología de los sondajes sección por sección. En cada sección se construyen contornos para cada litología siguiendo una interpretación estructural que la realiza el geólogo de la empresa.

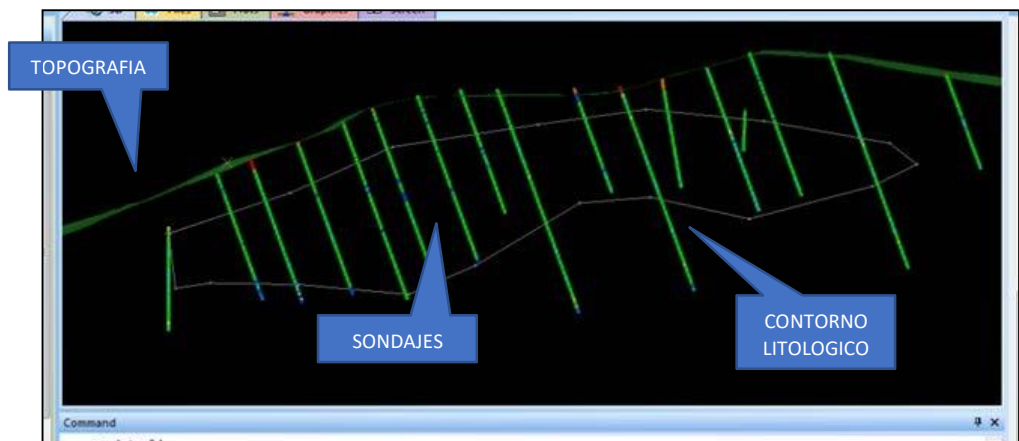


Fig. 38. Polígono que Delimita Litología con Buena Geo metalurgia

Para un conjunto de secciones, desde un punto de vista en 3D

las secciones se presentan como se indica a continuación en la Fig. 39 (fuente propia):

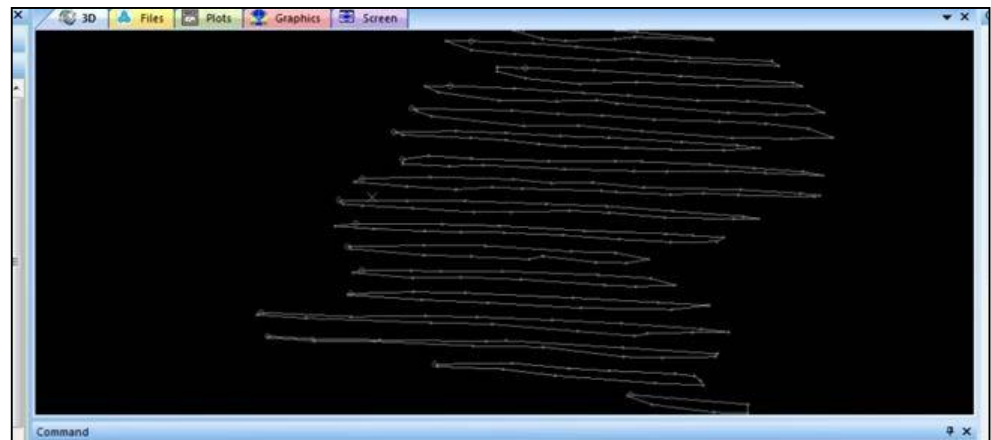


Fig. 39. Polígonos en secciones que delimitan litología con buena geo metalurgia

Una vez que se tienen polígonos que delimitan las litologías en cada sección se procede a unir estos polígonos mediante superficies envolventes que formarán un sólido, como se indica en la Fig. 40 (fuente propia).

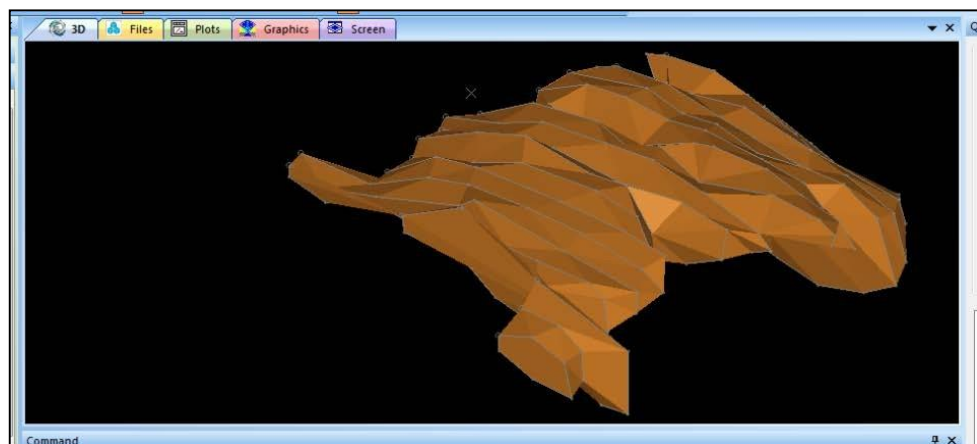


Fig. 40. Sólido que delimita la litología con buena geo metalurgia

Este sólido representa la forma y profundidad del material que contiene el metal en cantidad de gramos por tonelada (ley) que la hace atractiva para el inversionista, así mismo este sólido encierra una litología (tipo de roca) que presenta características adecuadas para lograr una buena recuperación metalúrgica del metal mediante el proceso que se aplica en la planta

metalúrgica, es decir debe tener buenas características geológicas y buena metalurgia (geo metalurgia).

Es por ello que es importante destacar que la evaluación de un proyecto minero requiere en esta etapa cuantificar el volumen y tonelaje, con la máxima precisión posible que se obtenga de la información de sondajes. El sólido con los sondajes y la topografía se presenta en el siguiente gráfico 41 (fuente propia).

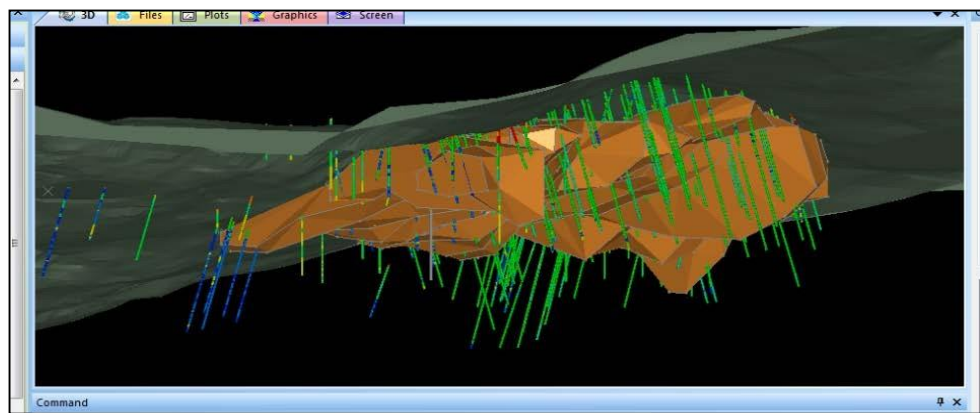


Fig. 41. Sólido litológico con sondajes y topografía

d) Regularización de la información de sondajes – cálculo de compositos.-La información de leyes de Au que se presentan en las muestras de los sondajes, por lo general tienen longitudes diferentes. Considerando que estos valores se utilizarán para el cálculo de proyección de valores de leyes, las longitudes de las muestras deben ser de igual longitud caso contrario los valores de las leyes tendrían pesos distintos y afectar el valor de la estimación de recursos y reservas. Por lo tanto, se debe realizar un proceso de cálculo de leyes para obtener igual longitud de muestra, este cálculo se denomina cálculo de compositos.

En la siguiente figura 42 (fuente propia) se presenta la información original de las muestras con leyes de Au para cada una de sus longitudes (Length) de muestras.

sondajes - Datamine Table Editor

File Edit View Add Insert Tools Window Help

RECORD	BHID (A8)	X (N)	Y (N)	Z (N)	LENGTH (N)	AO (N)	BO (N)	CO (N)	FROM (N)	TO (N)	AU (N)	AG (N)	ROCK (N)
1	RCD-083	827221.41674245	9103416.1908514	3388.48623053	1.5	210	70	0	0	1.5	0.097	0.86	
2	RCD-083	827221.16022734	9103415.7465542	3387.0766916	1.5	210	70	0	1.5	3	0.114	0.57	
3	RCD-083	827220.90371223	9103415.30225701	3385.66715267	1.5	210	70	0	3	4.5	0.214	0.81	
4	RCD-083	827220.64719712	9103414.8579598	3384.25761374	1.5	210	70	0	4.5	6	0.134	0.86	
5	RCD-083	827220.39068202	9103414.41366261	3382.84807481	1.5	210	70	0	6	7.5	0.054	0.65	
6	RCD-083	827220.13416691	9103413.9693654	3381.43853588	1.5	210	70	0	7.5	9	0.073	0.91	
7	RCD-083	827219.8776518	9103413.52506821	3380.02899695	1.5	210	70	0	9	10.5	0.062	0.91	
8	RCD-083	827219.62113669	9103413.08077101	3378.61945802	1.5	210	70	0	10.5	12	0.046	0.64	
9	RCD-083	827219.32186907	9103412.56242428	3376.97499593	2	210	70	0	12	14	0.038	0.43	
10	RCD-083	827218.89434389	9103411.82192894	3374.62576438	3	210	70	0	14	17	0.014	0.14	
11	RCD-083	827218.50957123	9103411.15548315	3372.51145598	1.5	210	70	0	17	18.5	0.021	0.14	
12	RCD-083	827218.25305612	9103410.71118594	3371.10191705	1.5	210	70	0	18.5	20	0.027	0.51	
13	RCD-083	827217.99654101	9103410.26688875	3369.69237812	1.5	210	70	0	20	21.5	0.097	0.51	

Fig. 42. Muestras originales en el Datamine provenientes de sondajes perforados

compositos - Datamine Table Editor

File Edit View Add Insert Tools Window Help

RECORD	BHID (A8)	FROM (N)	TO (N)	ROCK (N)	X (N)	Y (N)	Z (N)	LENGTH (N)	AO (N)	BO (N)	CO (N)	AU (N)	AG (N)	LE
1	RCD-083	1.26743573	4.5	20	7221.0518552	1415.55884816	3386.4811916	3.23256427	210.0000053	70.0000012	0	0.15917974	0.70223052	
2	RCD-083	10.5	14.037569	30	7219.44691428	1412.77900894	3377.66211374	3.537569	210.0000055	70.00000121	0	0.04113728	0.5159644	
3	RCD-083	14.037569	20.42263563	30	7218.59847897	1411.30947587	3373	6.38506663	210.0000052	70.0000012	0	0.02419234	0.25141234	
4	RCD-083	23	26.80770227	20	7217.28619063	13409.0365258	1365.78903486	3.80770227	210.0000051	70.00000119	0	0.07033332	0.31757569	
5	RCD-083	26.80770227	33.1927689	20	7216.41465756	1407.52698624	3361	6.38506663	210.0000052	70.0000012	0	0.04714389	0.21952305	
6	RCD-083	33.1927689	39.57783554	20	7215.32274686	1405.63574142	3355	6.38506663	210.000005	70.00000119	0	0.03804319	0.78925611	
7	RCD-083	39.57783554	45.96290217	20	7214.23083616	1403.74449661	3349	6.38506663	210.0000052	70.0000012	0	0.10003082	0.84857987	
8	RCD-083	45.96290217	52.34796881	20	7213.13892545	13401.8532518	3343	6.38506663	210.000005	70.00000119	0	0.11582156	0.58328417	
9	RCD-083	52.34796881	58.73303544	20	7212.04701475	1399.96200698	3337	6.38506663	210.0000052	70.0000012	0	0.1446318	0.2975719	
10	RCD-083	58.73303544	65.11810208	20	7210.95510405	1398.07076217	3331	6.38506663	210.0000052	70.0000012	0	0.18507057	0.4702206	
11	RCD-083	65.11810208	71.50316871	20	7209.86319335	1396.17951735	3325	6.38506663	210.000005	70.00000119	0	0.22354858	0.70048904	
12	RCD-083	71.50316871	77.88823535	20	7208.77128264	1394.28827254	3319	6.38506663	210.0000052	70.0000012	0	0.00806973	0.69005097	
13	RCD-083	77.88823535	84.27330198	20	7207.67937194	1392.39702772	3313	6.38506663	210.000005	70.00000119	0	0.02964489	2.34090671	
14	RCD-083	84.27330198	90.65836861	20	7206.58746124	1390.50578291	3307	6.38506663	210.000005	70.00000119	0	0.01267399	0.51790302	
15	RCD-083	90.65836861	97.04343525	20	7205.49555053	1388.61453809	3301	6.38506663	210.0000055	70.00000121	0	0.04500168	0.73787504	

Fig. 43. Muestras con valores de leyes regularizados (compositos) de 6 metros

A esta información de muestras de sondajes, se aplicó el cálculo de compositos para obtener tramos iguales a la longitud de la altura de los niveles de bancos de producción, la altura de cada banco de producción es de 6 metros. Por lo general una mina se tiene que dividir en bancos o niveles de trabajo o producción. La altura del banco de producción se determina en base a la evaluación del tamaño de los equipos de carguío y transporte de mineral que se utilizará en la producción, también es importante en la fluctuación de la presencia de los tipos de litologías que puedan interferir en la selección de la roca durante la producción.

En el gráfico 43 (fuente propia) se presenta los resultados de las leyes calculadas de compositos, se observa que no tienen 6 metros (altura del banco), tienen un valor ligeramente mayor debido a que los sondajes fueron perforados inclinados, con un buzamiento o inclinación (B_0) en este caso de 70° .

e) Creación del modelo de bloques. -El modelo de bloques consiste en la definición de una matriz de bloques en tres dimensiones que encierra el depósito de minerales, tiene como límites horizontales y en profundidad las coordenadas mínimas y máximas de los sólidos litológicos creados previamente, en la parte superior está limitado por la topografía.

La matriz de bloques, Fig. 44 (fuente propia), está conformado por un conjunto de bloques de igual tamaño, que por lo general tiene dimensiones iguales en los ejes horizontales, en el eje vertical tiene

la altura del banco de explotación minera. Para este depósito de Clarita utilizaremos bloques de 6 x 6 x 6 m³ y aplicaremos las opciones que permite el software para la definición del modelo de bloques.

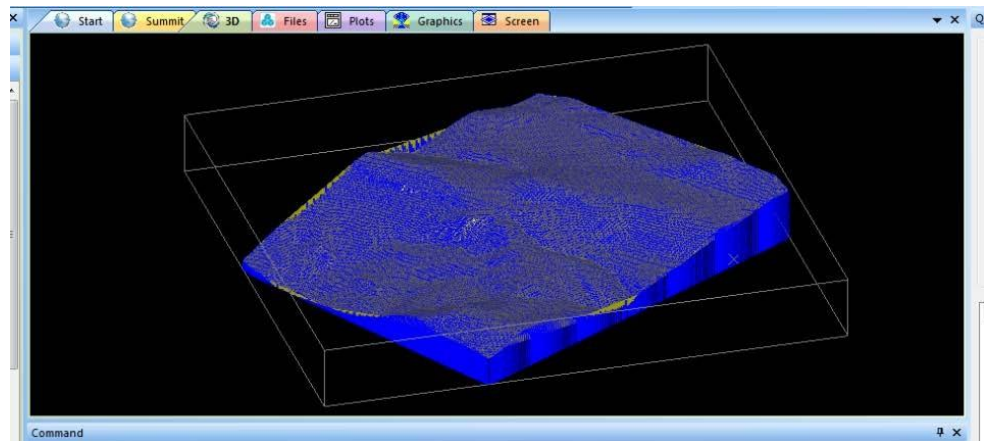


Fig. 44. Modelo de Bloques de Clarita en 3D

En el siguiente gráfico 45 (fuente propia) se presenta una sección vertical que corta la topografía y el sólido litológico,

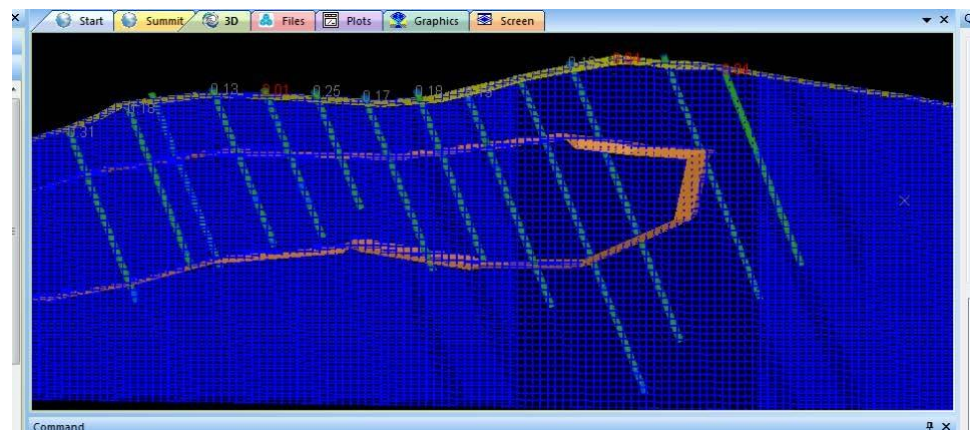


Fig. 45. Modelo de bloques de Clarita en una sección con sondajes

Al interior del sólido se encuentran bloques identificados con el código litológico 30 (o código de roca con buena calidad de

mineral) y a los bloques exteriores al sólido litológico se le asignaron el código 10 (estéril o desmonte). Cada uno de estos bloques (que forman el reticulado como se observa en el gráfico anterior), tiene una coordenada central (x,y,z).

Uno de los siguientes pasos importantes es realizar la estimación de los valores de leyes (contenidos metálicos) en cada uno de los puntos centrales de cada bloque, utilizando como información los valores de las leyes de los sondajes y los pesos que se deben asignar a cada ley del sondaje que intervenga en la fórmula de estimación.

4.6.21. Aplicación de la geoestadística.

El Dr. George Matheron, en base a la información de cálculos numéricos realizados por el Dr. Krige, logró crear la ciencia de la Geoestadística en el Centro de Geoestadística de Fontainebleau de la Escuela Superior de Minas de París, creando la teoría de las variables regionalizadas para lograr medir la correlación espacial entre las muestras de sondajes y establecer nuevas formas de interpolación de valores de leyes de un metal en los espacios sin información, alrededor de los sondajes, en todo el espacio debajo de la superficie.

La especialidad de esta ciencia se encuentra definido por la Geoestadística, que asume que los valores de las leyes obtenidas mediante la toma de muestras con sondajes, representan una ocurrencia de la variable aleatoria ley (por ejemplo, de la ley de Au), esta ocurrencia es la variable aleatoria regionalizada de leyes de Au en el depósito de minerales, asimismo esta variable regionalizada representa una ocurrencia de la función aleatoria.

Un ejemplo que podría aproximarse a esta interpretación, serían

las olas del mar que se presentan cerca a la orilla. Sabemos que estas olas se generan por un comportamiento de la naturaleza, estas olas son una corriente marina que avanza permanentemente hacia la orilla del mar, estas olas se generan continuamente una tras otra. Podríamos afirmar que las olas son una función aleatoria de generación de olas, sin embargo, podríamos tomar una foto desde lo alto y captar el comportamiento de estado de las olas, esta foto estática de las olas representaría una realización de las múltiples olas que se generan.

Ahora podríamos imaginar que habríamos podido tomar muestra de mediciones en varios puntos de la altura de las olas, estas mediciones se definirían como una ocurrencia de un estado de la altura de las olas.

4.6.22. Definición y cálculo del variograma.

El variograma expresa mediante modelos o funciones matemáticas el comportamiento de la correlación entre las leyes de un elemento. Las leyes de las muestras proveniente de los sondajes y luego regularizadas a compositos, se encuentran distribuidas en el espacio interior debajo de la superficie topográfica de manera aleatoria. Así mismo la ocurrencia de los valores de las leyes o contenidos metálicos también se presentan de una forma cuasi aleatoria, sin embargo este comportamiento de las leyes es posible determinar la tendencia o direcciones de mejor correlación espacial entre las leyes.

Haciendo un paralelismo de la descripción de las olas del mar con las leyes de contenidos metálicos tomada mediante sondajes, podríamos decir que estas muestras constituyen una ocurrencia de las leyes de Au, así mismo podemos interpretar

que la ocurrencia o presencia de las leyes de Au son una ocurrencia de las olas magmáticas o gases de magma que ocurren en zonas volcánicas producto de movimientos tectónicos que dan origen a los depósitos de minerales. Estas oleadas de tufos o gases magmáticos constituirían la función aleatoria.

De manera simplificada, la fórmula del variograma siguiente, es un indicador del comportamiento de la correlación espacial entre los valores de los contenidos metálicos de muestras en función de “h” (separación entre las muestras), se calcula con la siguiente expresión:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{i=N} [Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2$$

Donde:

- N es el número de muestras en el espacio,
- h es la separación entre las muestras,
- $Z(x_i)$ es la posición de una muestra,
- $Z(x_i+h)$ es la posición de una muestra h metros separada de x_i

Para ejemplo de aplicación de esta expresión, en una línea con valores de leyes, tendríamos la siguiente representación gráfica, Fig. 46 (Fuente propia):

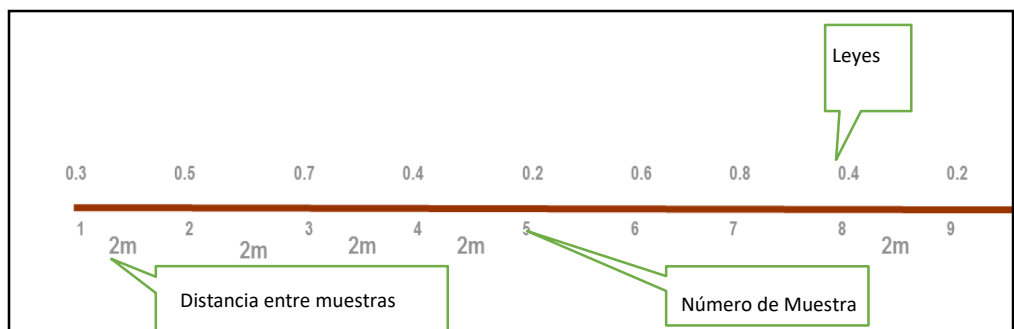


Fig. 46. Lista de valores de leyes espaciadas 2 metros

Aplicando cálculos con esta fórmula del variograma, se obtiene los siguientes resultados:

$$\gamma(h = 2) = (0.3 - 0.5)^2 + (0.5 - 0.7)^2 + (0.7 - 0.4)^2 + (0.4 - 0.2)^2 + (0.2 - 0.6)^2 + \dots = \frac{0.61}{2 * 8} = 0.038$$

$$\gamma(h = 4) = (0.3 - 0.7)^2 + (0.5 - 0.4)^2 + (0.7 - 0.2)^2 + (0.4 - 0.6)^2 + (0.2 - 0.8)^2 + \dots = \frac{1.22}{2 * 7} = 0.087$$

$$\gamma(h = 6) = (0.3 - 0.4)^2 + (0.5 - 0.2)^2 + (0.7 - 0.6)^2 + (0.4 - 0.8)^2 + (0.2 - 0.4)^2 + \dots = \frac{0.47}{2 * 6} = 0.039$$

$$\gamma(h = 8) = (0.3 - 0.2)^2 + (0.5 - 0.6)^2 + (0.7 - 0.8)^2 + (0.4 - 0.4)^2 + (0.2 - 0.2)^2 + \dots = \frac{0.03}{2 * 5} = 0.003$$

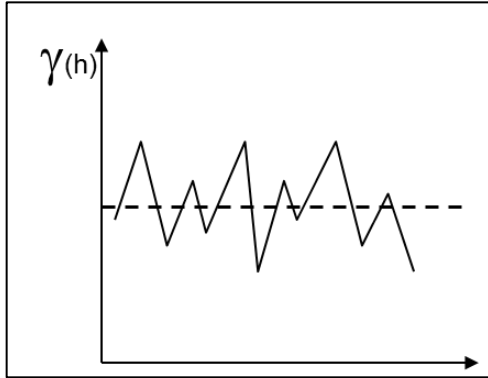
$$\gamma(h = 10) = (0.3 - 0.6)^2 + (0.5 - 0.8)^2 + (0.7 - 0.4)^2 + (0.4 - 0.2)^2 = \frac{0.31}{2 * 4} = 0.039$$

$$\gamma(h = 12) = (0.3 - 0.8)^2 + (0.5 - 0.4)^2 + (0.7 - 0.2)^2 = \frac{0.51}{2 * 3} = 0.085$$

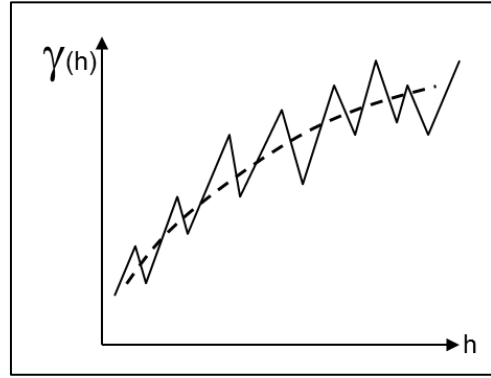
Estos resultados pueden ser representados en un gráfico, en el eje vertical la función (h) y en el eje horizontal la distancia h . Sin embargo, es necesario imaginar la forma de cálculo cuando las leyes se encuentran en la realidad del terreno distribuidas en el espacio interior debajo de la topografía, en donde se requiere utilizar las leyes con sus respectivas coordenadas (x , y , z).

El cálculo del variograma es necesario que sean realizados en todos los depósitos que se requieren determinar el volumen, tonelaje y ley, este cálculo debe ser realizado en todas las direcciones vectoriales que puede atravesar el depósito de minerales que contengan leyes de sondajes (o compositos).

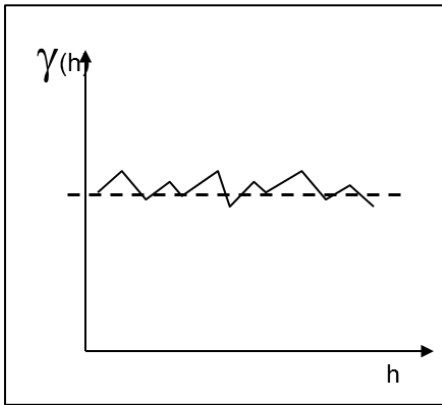
Este cálculo del variograma en varias direcciones es con la finalidad de conocer la dirección de mejor correlación espacial entre las leyes. Entre los variogramas obtenidos de diferentes direcciones se elige aquel que tiene un comportamiento de crecimiento del variograma muy gradual en función del crecimiento del valor de " h ". Por ejemplo, en el gráfico N° 47 adjunto (fuente propia), el variograma N° 6 es el que expresa una correlación espacial mejor que los otros variogramas.



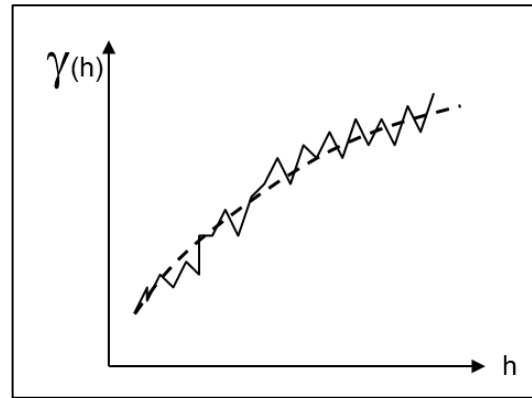
1.- Alta Aleatoriedad sin estructura mineralizada



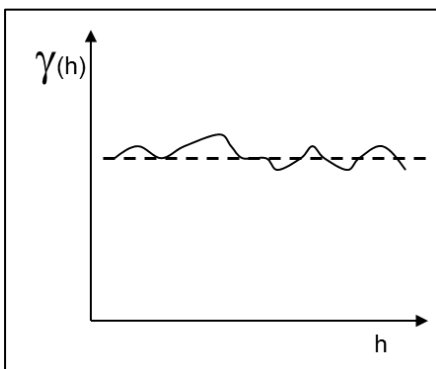
2.- Alta Aleatoriedad con estructura



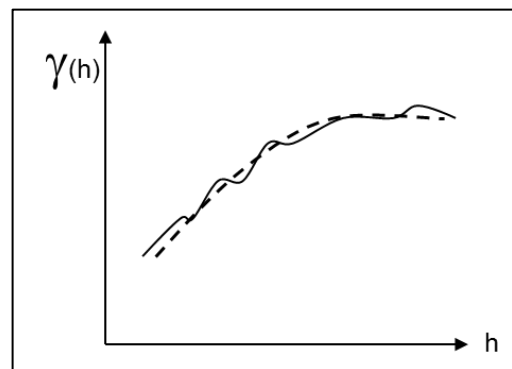
3.- Regular Aleatoriedad sin estructura mineralizada



4.- Regular Aleatoriedad con estructura mineralizada



5.- Baja Aleatoriedad sin estructura mineralizada



6.- Baja Aleatoriedad con estructura mineralizada

Fig. 47. Formas de presentación del gráfico del variograma

En este depósito de minerales de Clarita, para el cálculo de los variogramas se utilizaron las leyes de los compositos, los cálculos se realizaron para 16 direcciones, cada dirección esta separada en 45 grados, tanto en las direcciones de azimuth como de buzamiento o inclinación.

En la siguiente figura N° 48 se presenta el variograma experimental mediante líneas y puntos, que se obtiene en la dirección 225° de azimuth y 45° de inclinación. Comparando con los demás variogramas, se encuentra que en esta dirección se presenta la mejor correlación espacial entre las muestras.

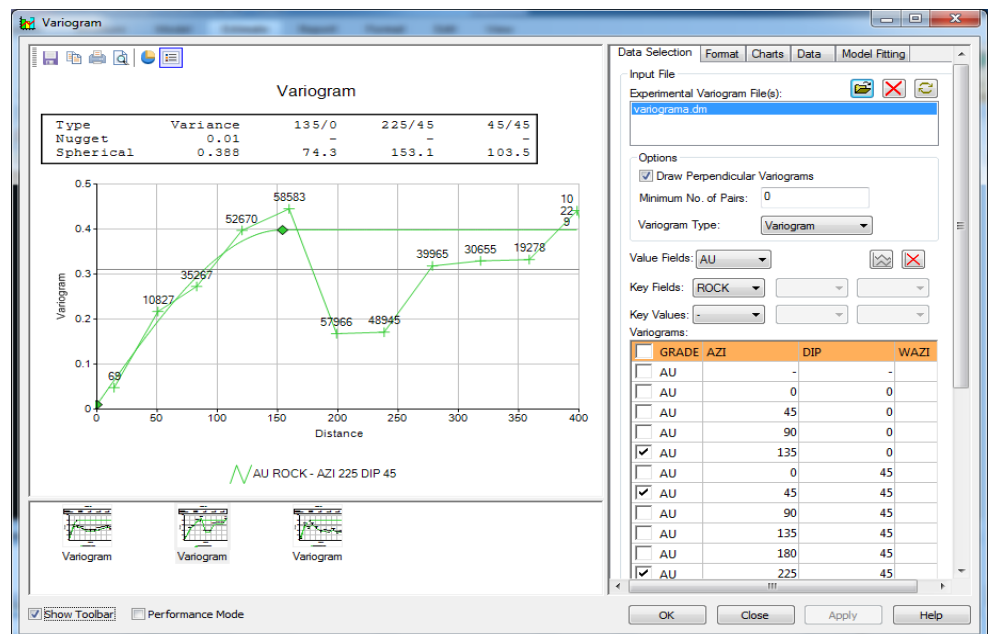


Fig. 48. Variograma Experimental en la dirección principal Azimut=225°, Inclinación=45°

También en el mismo gráfico N° 48 (fuente propia) se presenta el modelo matemático del variograma ajustado (en una línea curva ascendente). Según los parámetros que se observan en el gráfico, Nugget = C0 = 0.0, Meseta=C1=0.4, Alcance = a = 153.1, se trata de un modelo matemático denominado “Esférico”, expresado por la siguiente fórmula:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] = 0 + 0.4 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{153.1} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{153.1} \right)^3 \right]$$

Luego de obtener el variograma con mejor correlación y su dirección vectorial, se procede a determinar los variogramas perpendiculares a esta dirección principal. En el siguiente gráfico N° 49 (fuente propia) se presenta el variograma experimental (líneas y puntos) en una dirección perpendicular a la dirección principal, se presenta en la dirección 135° de azimut y 0° de inclinación.

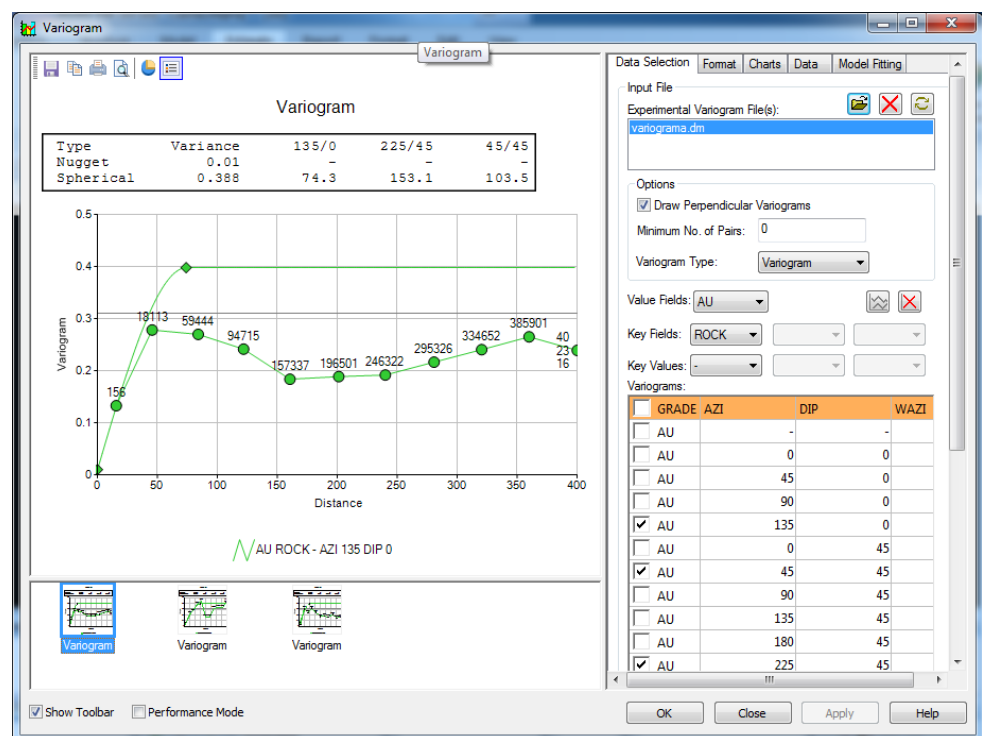


Fig. 49. Variograma Experimental en una dirección perpendicular Azimut=135°, Inclinación=0°

Los parámetros que se obtienen del gráfico 49 y definen el modelo matemático de este variograma son Nugget = C0 = 0.0, Meseta=C1=0.28, Alcance = a = 74.3, se trata de un modelo matemático denominado "Esférico", expresado por la siguiente

fórmula:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] = 0 + 0.28 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{74.3} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{74.3} \right)^3 \right]$$

En el siguiente gráfico 50 (fuente propia) se presenta el variograma experimental (líneas y puntos) en la otra dirección perpendicular a la dirección principal, se presenta en la dirección 45° de azimut y 45° de inclinación.

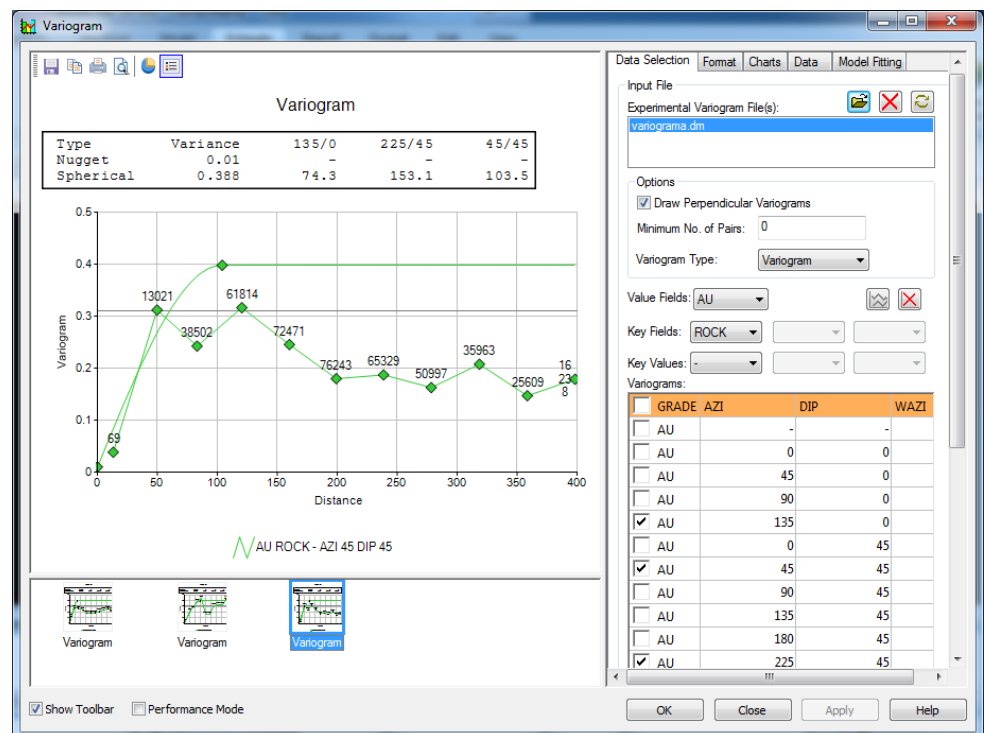


Fig. 50. Variograma Experimental en una dirección perpendicular Azimut=45°, Inclinación=45°

Los parámetros que se obtienen del gráfico 50 y definen el modelo matemático de este variograma son Nugget = C0 = 0.0, Meseta=C1=0.30, Alcance = a = 103.5, se trata de un modelo matemático denominado "Esférico", expresado por la siguiente fórmula:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] = 0 + 0.30 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{103.5} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{103.5} \right)^3 \right]$$

Los tres variogramas experimentales tienen cada uno sus propios modelos matemáticos con sus propios parámetros del variograma. La parte importante de estos parámetros constituyen los valores de “a” en el eje horizontal h, cuando la curva del variograma alcanza a ser horizontal (meseta), a este punto se le denomina alcance “a” en donde se interpreta que a partir de esta distancia “a” de separación entre las muestras, se pierde o deja de existir correlación espacial entre las muestras. Es con estos “a” de cada variograma que se forman los ejes del elipsoide. Gráfico 51 y 52 (fuente propia).

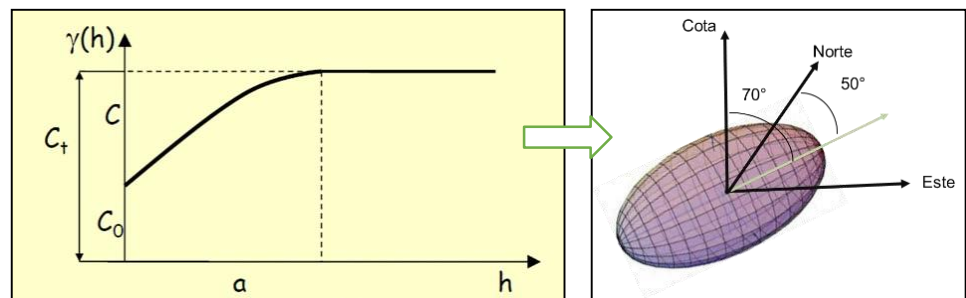


Fig. 51. Componentes del Variograma, Ubicación del “a” y Ejes del Elipsoide según valores de “a”

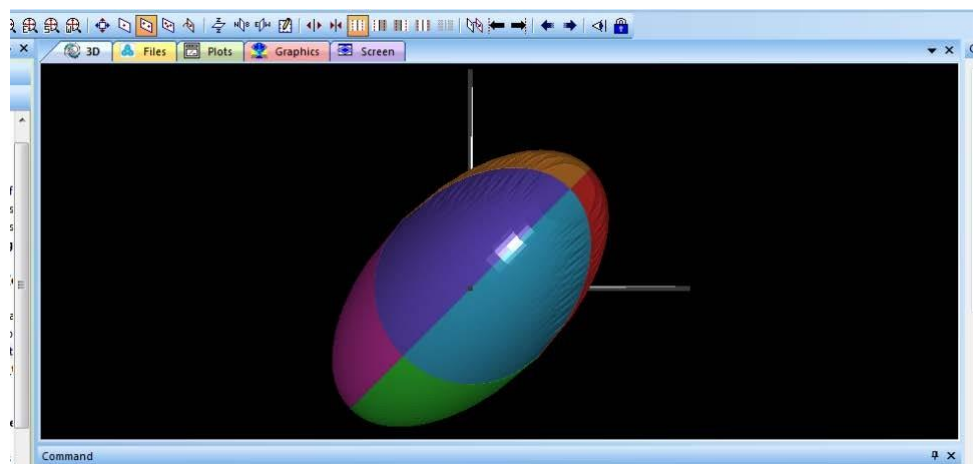


Fig. 52. Elipsoide formado por los alcances de los variogramas experimentales

A Cada uno de estos valores se denomina “alcance”, para la

dirección principal a=155.1 metros, para una dirección perpendicular a la principal a=74.3 metros, para la otra dirección perpendicular a las dos direcciones anteriores a=103.5 metros. Estos alcances corresponden a los ejes o radios de un elipsoide. Este elipsoide es el volumen de selección de muestras que se utilizará más adelante para la estimación de valores de leyes en los espacios que no contamos con información de sondajes.

4.6.23. Definición de interpolación de leyes y aplicación del kriging.

Considerando que el depósito de minerales solo cuenta con información de leyes de metal de muestras de sondajes, es necesario conocer los valores de leyes de metal en los espacios sin información que se presentan entre los sondajes y en los bordes del depósito de minerales.

a) Interpolación de leyes. -La interpolación de valores de leyes para los puntos centrales de cada bloque (x,y,z), se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$Z_{x,y,z} = \sum_{i=1}^{i=N} z_i * \lambda_i$$

En donde z_i es el valor de la ley de un sondaje y λ_i es el peso que se asigna a cada z_i , la parte importante de la aplicación de esta fórmula se refiere en la forma de cálculo de los pesos y en la identificación de las muestras de sondajes que intervienen en la fórmula de cálculo.

Para calcular la ley de un punto central de un bloque, debemos identificar cuáles son las muestras de los sondajes que se requieren utilizar. Si recordamos que los tamaños de los ejes del elipsoide fueron creados en base a los alcances “a” de los gráficos de variogramas obtenidos, podemos deducir que el tamaño y orientación del elipsoide constituye un volumen que se

extiende hasta una distancia en donde existe correlación espacial entre las muestras.

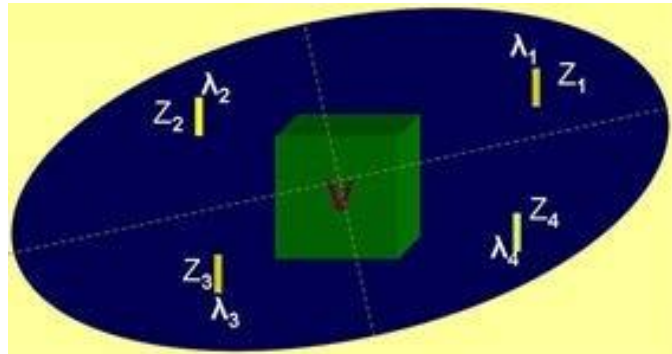


Fig. 53. Bloque, elipsoide y muestras

Por lo tanto, observando el gráfico N° 53 (fuente propia), al ubicar el centro del elipsoide en el punto central de un bloque que se desea interpolar, el elipsoide servirá para ubicar y seleccionar aquellas muestras que caen en su interior, estas muestras servirán para calcular la interpolación y determinar el valor de la ley en el centro del bloque.

b) Aplicación del kriging.- Para la interpolación de la ley del bloque, se requiere aplicar un método de interpolación que presente el menor error de estimación de la ley. Tradicionalmente en la minería se han presentado varios métodos de interpolación, sin embargo durante los últimos 30 años se ha desarrollado una ciencia especializada en el tratamiento de la información de muestras, denominada Geoestadística, creada por George Matheron en el Centro de Geoestadística y Morfología Matemática de Fontainebleau de la Escuela de Minas de Paris, ciencia sustentada científicamente, aceptado universalmente e implementado en todos los software de minería que requieren realizar interpolación de leyes para la estimación de recursos y reservas de mineral.

La geoestadística formula el método del Kriging sustentando su desarrollo en minimizar el error de interpolación y estimación de las leyes del depósito, utilizando la correlación espacial entre las leyes conocidas del depósito de minerales, que se encuentra claramente expresado en los variogramas experimentales calculados y en los modelos matemáticos de variogramas.

No se realizará el procedimiento de deducción del sistema de ecuaciones lineales que se utiliza para el cálculo de los pesos λ_i que se requiere durante la aplicación del kriging, pero esta deducción se encuentra difundida en la literatura científica para este fin, y también en la página web: www.geoestadística.com, que pertenece a uno de los autores de esta tesis.

Para el caso de realizar la estimación de la ley $Z_{x,y,z}$ de un bloque con 4 muestras, la ley de un bloque se determinará con:

$$Z_{x,y,z} = \sum_{i=1}^{i=4} z_i * \lambda_i = z_1 * \lambda_1 + z_2 * \lambda_2 + z_3 * \lambda_3 + z_4 * \lambda_4$$

En donde λ_i son los pesos que se aplican a cada muestra, y Z_i son los valores de las leyes de muestras de los sondajes.

Para el cálculo de los pesos se deben desarrollar las siguientes expresiones lineales:

$$\sum_{i=1}^{i=4} \sum_{j=1}^{j=4} \lambda_j * \gamma_{i,j} - \mu = \gamma_{i,v}$$

$$\sum_{j=1}^{j=4} \lambda_j = 1$$

Desarrollando para 4 muestras de información, se tiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 \gamma_{1,1} + \lambda_2 \gamma_{1,2} + \lambda_3 \gamma_{1,3} + \lambda_4 \gamma_{1,4} - \mu &= \gamma_{1,v} \\ \lambda_1 \gamma_{2,1} + \lambda_2 \gamma_{2,2} + \lambda_3 \gamma_{2,3} + \lambda_4 \gamma_{2,4} - \mu &= \gamma_{2,v} \\ \lambda_1 \gamma_{3,1} + \lambda_2 \gamma_{3,2} + \lambda_3 \gamma_{3,3} + \lambda_4 \gamma_{3,4} - \mu &= \gamma_{3,v} \\ \lambda_1 \gamma_{4,1} + \lambda_2 \gamma_{4,2} + \lambda_3 \gamma_{4,3} + \lambda_4 \gamma_{4,4} - \mu &= \gamma_{4,v} \\ \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 &= 1\end{aligned}$$

En donde los $\gamma_{i,j}$, corresponden a los valores promedio que se obtienen de la aplicación de las distancias “h”, que separan las muestras z_i y las muestras z_j , a la función $\gamma(h)$ del variograma.

Los $\gamma_{i,v}$, corresponden a los valores promedio que se obtienen de la aplicación de las distancias “h”, que separan las muestras z_i y los puntos interiores del bloque “v”, a la función $\gamma(h)$ del variograma.

Resuelto el sistema de ecuaciones lineales, se obtendrán los valores de los pesos λ_i y como las leyes z_i de los sondajes son conocidos, entonces se podrá determinar el valor de la ley $Z_{x,y,z}$ del bloque.

De esta forma, se calcularán las leyes de todos los bloques cuyo elipsoide, ubicado en su centro, encuentre muestras al interior del elipsoide.

4.6.24. Cálculo y clasificación de recursos de mineral.

Con los tres variogramas obtenidos en direcciones perpendiculares entre sí, se tienen tres valores de alcances

(valor en el eje h) en donde el modelo de cada variograma alcanza su máximo valor y estabilidad. Los valores obtenidos son: En la dirección principal $a=155.1$ metros, para una dirección perpendicular a la principal $a=74.3$ metros, para la otra dirección perpendicular a las dos direcciones anteriores $a=103.5$ metros. Estos alcances corresponden a la dimensión de los ejes o radios de un elipsoide.

Cada vez que se requiere calcular la ley de un bloque, se posiciona el centro del elipsoide en el centro del bloque, desde allí se busca muestras que caen al interior del elipsoide. Las muestras seleccionadas de esta forma por el elipsoide se utilizarán para la interpolación o cálculo de la ley del bloque.

En este punto, luego de explicar la procedencia de las longitudes de los ejes del elipsoide y el uso que se da al elipsoide en la selección de las muestras de sondajes, es muy importante destacar que se requieren definir tres tamaños de elipsoide. (Fig. 54 de fuente propia):

Elipsoide para el cálculo de recursos medidos, con ejes iguales a la mitad de cada uno de los valores obtenidos con los variogramas, es decir: En la dirección principal $a=76$ metros, para una dirección perpendicular a la principal $a=37$ metros, para la otra dirección perpendicular a las dos direcciones anteriores $a=52$ metros. Las leyes y tonelajes que se obtienen con este elipsoide corresponden a los recursos de mineral calificados con la máxima precisión y por lo tanto se les considera de mayor confianza en los valores obtenidos.

Elipsoide para el cálculo de recursos medidos, con ejes iguales a los valores obtenidos con los variogramas, es decir: En la dirección principal $a=155.1$ metros, para una dirección perpendicular a la principal $a=74.3$ metros, para la otra dirección perpendicular a las dos direcciones anteriores $a=103.5$ metros.

Las leyes y tonelajes que se obtienen con este elipsoide corresponden a los recursos de mineral calificados con aceptable precisión y por lo tanto se les considera de aceptable confianza en los valores obtenidos.

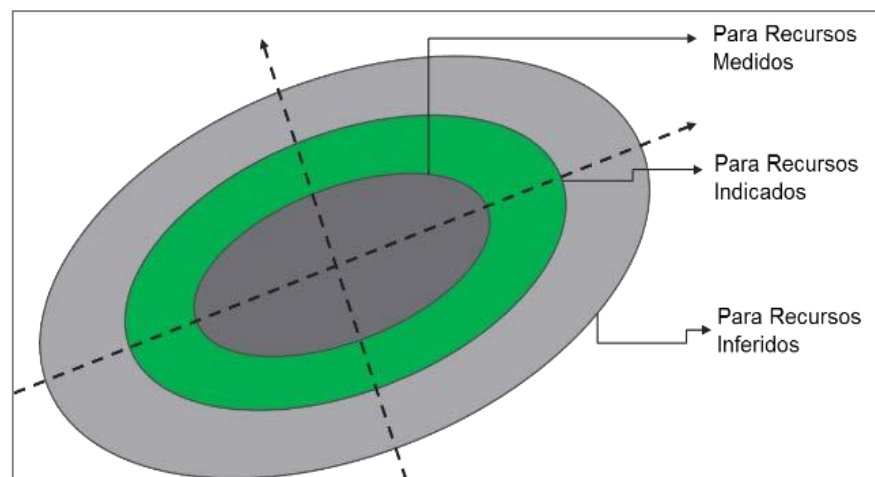


Fig.54. Tipo de elipsoide según precisión de estimación

Elipsoide para el cálculo de recursos inferidos, con ejes iguales a la mitad de cada eje obtenido con los variogramas, es decir: En la dirección principal $a=232$ metros, para una dirección perpendicular a la principal $a=111$ metros, para la otra dirección perpendicular a las dos direcciones anteriores $a=155$ metros. Las leyes y tonelajes que se obtienen con este elipsoide corresponden a los recursos de mineral calificados referenciales y no deben ser considerados para evaluación económica alguna en el proyecto minero.

Todos los bloques cuyas leyes son estimadas con muestras seleccionadas con el elipsoide pequeño formarán parte del tonelaje de mineral calculado con la mejor precisión, a los resultados de esta suma de tonelajes de estos bloques se le denominará "tonelaje de recursos medidos". Tonelaje reconocido con esta calificación en base a las normativas internacionales NI43101 y Jorc.

Todos los bloques cuyas leyes son estimadas con muestras seleccionadas con el elipsoide de tamaño intermedio formarán parte del tonelaje de mineral calculado con aceptable precisión, a los resultados de esta suma de tonelajes de estos bloques se le denominará “tonelaje de recursos indicados”. Tonelaje reconocido con esta calificación en base a las normativas internacionales NI43101 y Jorc. Todos los bloques cuyas leyes son estimadas con muestras seleccionadas con el elipsoide de tamaño más grande que los anteriores, formarán parte del tonelaje de mineral calculado con baja precisión, a los resultados de esta suma de tonelajes de estos bloques se le denominará “tonelaje de recursos inferidos”. Tonelaje reconocido con esta calificación en base a las normativas internacionales NI43101 y Jorc, en el cual se indica que los tonelajes son referenciales y no se podrá utilizar para evaluaciones económicas para un proyecto minero.

El software de Datamine nos permite calcular las leyes de los bloques que se encuentran en el interior del sólido litológico, el cálculo realizado nos indica 192,514 bloques estimados con el método del kriging, en la Fig. 55 (de fuente propia), se encuentra la columna de Au con los valores de las leyes interpoladas, NSAM indica el número de muestras utilizadas para interpolación, en lado derecho las coordenadas de cada bloque.

En el gráfico 56 (de fuente propia) siguiente se encuentra una sección vertical con valores de leyes calculadas para cada bloque. También se observan los sondajes en esta sección.

A mayor detalle se presenta el siguiente gráfico 57 (de fuente propia) de leyes de bloques y sondajes.

leyes30 - Datamine Table Editor

File Edit View Add Insert Tools Window Help

RECORD	YINC (N)	ZINC (N)	LK (N)	ZONE (N)	DENSITY (N)	AU (N)	NSAM (N)	AVOL (N)	NTDIS (N)	MYAR (N)	NOX (N)	NY (N)	NZ (N)	XO (N)	YO (N)	ZO (N)	AP
192485	6	4	900608	30	2.2	0.0512957	13	1	0.96006607	0.23106214	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192486	6	6	900609	30	2.2	0.0770799	13	1	0.58574399	0.24001908	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192487	6	6	900610	30	2.2	0.06531367	12	1	0.61406516	0.24977907	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192488	6	4	900611	30	2.2	0.07101255	11	1	0.63999335	0.26198437	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192489	6	6	900655	30	2.2	0.07942314	8	1	0.591874	0.25981861	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192490	6	6	900656	30	2.2	0.07190069	9	1	0.62074452	0.26340569	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192491	6	2	900701	30	2.2	0.08644628	8	1	0.64158126	0.27919217	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192492	6	2	900702	30	2.2	0.07088404	9	1	0.64750324	0.28038757	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192493	6	6	905988	30	2.2	0.06747998	20	1	0.59415343	0.21835995	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192494	6	6	905989	30	2.2	0.0668983	20	1	0.62513262	0.2296592	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192495	6	6	905990	30	2.2	0.07780657	20	1	0.6567723	0.23517599	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192496	6	6	905991	30	2.2	0.05704714	20	1	0.68714297	0.24440001	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192497	6	6	905992	30	2.2	0.07400746	18	1	0.71816664	0.25679504	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192498	6	2	905993	30	2.2	0.06793493	19	1	0.74054896	0.26847784	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192499	6	2	906034	30	2.2	0.06324734	20	1	0.66574431	0.2347025	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192500	6	6	906035	30	2.2	0.06634424	20	1	0.68495728	0.23377383	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192501	6	6	906036	30	2.2	0.07754698	20	1	0.71420539	0.24012688	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192502	6	6	906037	30	2.2	0.05794218	20	1	0.74539782	0.24823682	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192503	6	6	906038	30	2.2	0.06812205	19	1	0.77573092	0.2589114	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192504	6	4	906081	30	2.2	0.08175244	19	1	0.68153114	0.24480832	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192505	6	6	906082	30	2.2	0.0585428	19	1	0.69057291	0.24990398	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192506	6	6	906083	30	2.2	0.07137563	17	1	0.71659905	0.25480597	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192507	6	2	906084	30	2.2	0.05372318	14	1	0.73522139	0.27718774	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192508	6	4	906128	30	2.2	0.07716483	13	1	0.65598838	0.26577917	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192509	6	4	906129	30	2.2	0.0546688	13	1	0.67336727	0.27094315	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192510	6	2	911554	30	2.2	0.06532619	18	1	0.69140645	0.2591258	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192511	6	6	911555	30	2.2	0.08406052	18	1	0.71033381	0.28946594	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192512	6	6	911556	30	2.2	0.07623868	16	1	0.74230766	0.27014625	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192513	6	4	911601	30	2.2	0.06519385	17	1	0.77443567	0.27071689	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	
192514	6	2	911602	30	2.2	0.08289114	16	1	0.7894949	0.27770105	365	121	46	827188.69551	9103704.9252	3270.627441	

Fig. 55. Listado de Resultados de cálculo de leyes de bloques

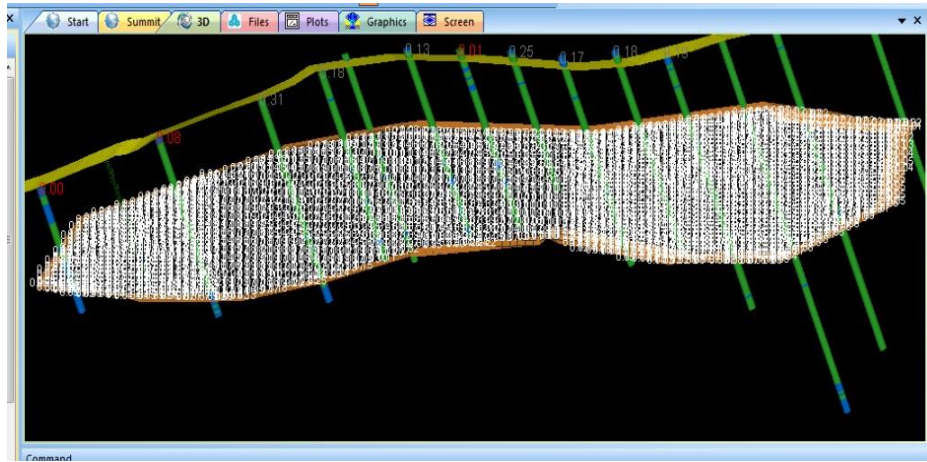


Fig. 56. Sección con Resultados de cálculo de leyes de bloques

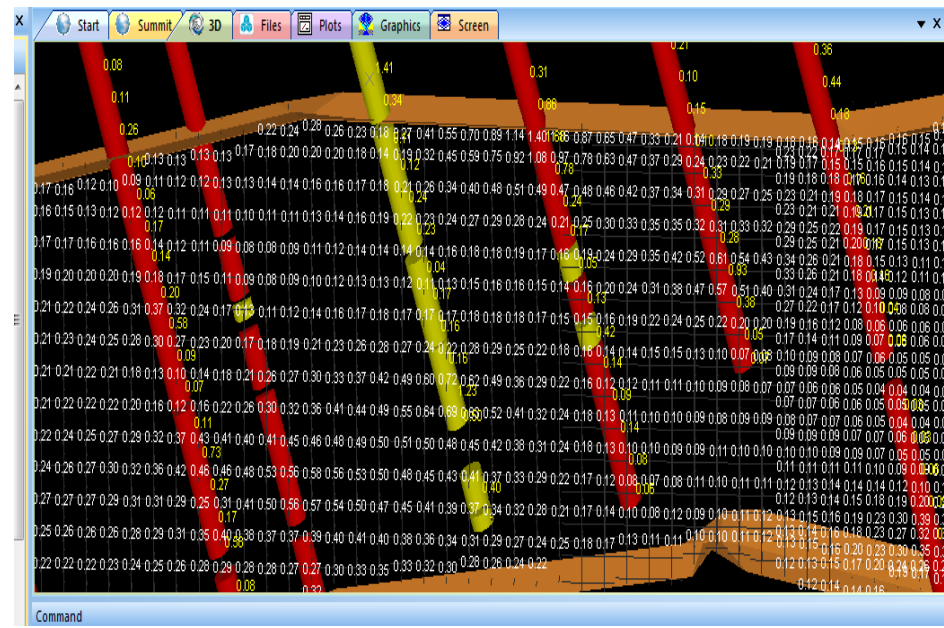


Fig. 57. Leyes de Bloques Calculados, Vista a Mayor Detalle.

Un resumen importante de estos cálculos se detalla en el cuadro y gráfico N° 58 (fuente propia):

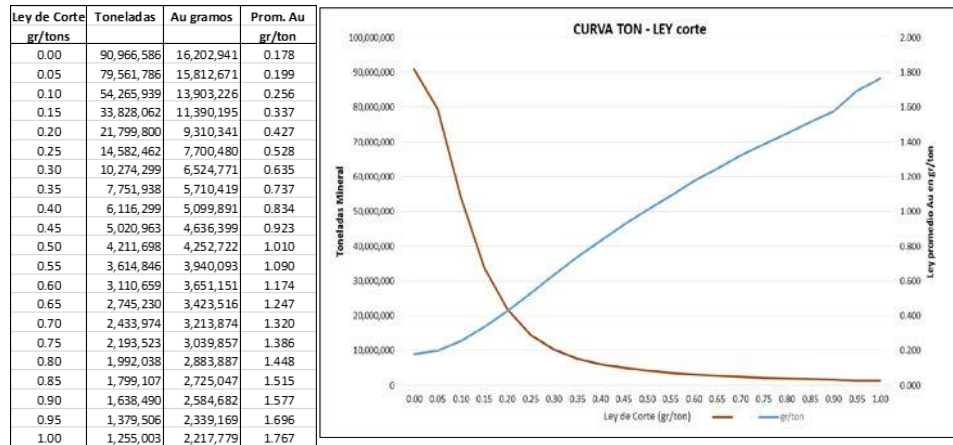


Fig. 58. Cuadro y Gráfico de Curva Tonelaje de Recursos– Ley de Corte

En el cuadro del gráfico N° 58, en la primera columna se indica la “ley de corte” que significa que los tonelajes de mineral que presenta corresponden a la suma de los tonelajes de los bloques cuyas leyes son igual o superior a este valor de ley de corte. Similarmente los gramos de Au que se indican corresponden al valor promedio de todas las leyes de los bloques que superan la ley de corte. Con respecto a la columna de valor Promedio de Au indica el valor promedio de todas las leyes de bloques que se encuentran con valor superior a la ley de corte.

El gráfico que acompaña al cuadro es la representación de los datos del cuadro para mejor apreciación del comportamiento de las toneladas de mineral con respecto a la ley de corte y también cómo evoluciona (en ascenso) el valor de la ley promedio de Au en gr/ton.

4.6.25. Cálculo del valor de los bloques de mineral.

El software NPV Scheduler al igual que otros, requiere conocer

previamente los parámetros económicos para la valorización de cada uno de los bloques de mineral perteneciente al modelo de bloques. La expresión numérica para el cálculo del valor económico de mineral de cada uno de los bloques es:

$$B = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$B = \text{Ley} * T * R * P - \text{Cm} * T - \text{Cp} * T$$

Donde:

- B = Beneficio económico por la extracción del bloque de mineral.
- Ley = Ley o contenido metálico (gr/ton) del mineral.
- Pe = Peso específico (del mineral 2.2 ton/m³, del desmonte 2.0 ton/m³)
- T = Toneladas de mineral al interior de un bloque (6*6*6 m³ *Pe)
- R = Recuperación Metalúrgica, que la planta puede recuperar.

- P = Precio cotización del metal, menos gastos de venta y fundición.
- Cm = Costo de Minado.
- Cp = Costo de procesamiento metalúrgico del mineral (costo de planta)
- V = Volumen del bloque (6x6x6 metros cúbicos)

En esta expresión se debe tener en cuenta que su aplicación es válida solo si se cumple que los ingresos por venta (lado izquierdo de la siguiente desigualdad) son mayores a la suma de los costos de mina y costos de planta, como se indica a continuación.

$$\text{Ley} * T * R * P > (\text{Cm} * T + \text{Cp} * T)$$

En el caso que no se cumpla esta desigualdad, quiere decir que el mineral que se extrae no deberá pasar al proceso de planta, no generando entonces el costo de planta (Cp * T), pero si generará el costo de minado (Cm * T).

Por lo tanto, la ley mínima del metal para que pueda ser explotado debe cumplir con la siguiente expresión:

$$Ley > \frac{C_m * T + C_p * T}{P * R * T}$$

Que significa el procedimiento de cálculo de la ley mínima de explotación (ley de corte, contenido metálico mínimo, en gramos de metal por tonelada).

4.6.26. Algoritmos de diseño de minas a cielo abierto.

El algoritmo de diseño de minas es un procedimiento lógico numérico con la finalidad de lograr extraer el mineral de un modelo de bloques que encierra a los sólidos litológicos de mineral. Este diseño debe tomar en cuenta el valor económico de cada bloque y las condiciones técnicas de recuperación metalúrgica y estabilidad de los taludes del tajo.

Para obtener un diseño de mina, es necesario realizar una simulación de la producción de mineral y encontrar el “diseño final de la mina” que indique cuales son los límites geométricos hasta donde se puede extraer el mineral de manera económica. Para el caso de minería a cielo abierto, que corresponden a las minas de mayor tamaño, generan mayor beneficio y tienen un gran impacto en la economía, se han desarrollado en las últimas décadas distintos algoritmos de diseño de mina que se encuentran implementados en las diversas marcas de software minero, tales como los siguientes algoritmos (Fuente: Tesis de Grado de Ingeniero de Carlos Neira Rivera-1982):

- El Cono Flotante
- Korobov
- Leach y Grossmann (a 2D y 3D).
- Teoría de Grafos (Le foret sub compacté)

- Parametrización de Reservas

Para esta tesis se aplicará el software NPV Scheduler de Datamine, que soporta su desarrollo en el algoritmo de Learch y Grossmann.

4.6.27. Diseño de mina – Cálculo de reservas y evaluación económica.

a) Diseño de mina: Para el diseño de mina al depósito de minerales de Clarita, en esta tesis se aplicará el software “NPV de Datamine” que aplica el algoritmo de Learch y Grossmann. Para esta aplicación hemos descrito la secuencia de trabajo desde la exploración del terreno con sondajes, construyendo los sólidos litológicos, definiendo la topografía del terreno, definiendo el modelo de bloques, calculando las leyes de cada bloque, y otras variables para el modelo de bloques.

Estos valores del modelo de bloques se ingresan al software para realizar el diseño de la mina que proporcione la máxima rentabilidad, este cálculo estará sujeto a ciertas condiciones técnicas y económicas, tales como precio del Au, Recuperación Metalúrgica, Dilución del mineral, Inclinación de las paredes del tajo, Tonelaje de producción requerido, Costo de minado, Costo de Procesamiento Metalúrgico.

b) Información de costos: En el cuadro 61 siguiente (de fuente propia) se presentan las variables de costos que se utilizarán durante el proceso de diseño económico del tajo.

CLARITA			
Costo mina		1.208	US\$/ton roca
Costo planta		1.549	US\$/ton mineral
G&A		1.115	US\$/ton mineral
Selling		0.660	US\$/oz
A Whittle 4X			
Costo Mina	1.208	US\$/ton.rock	
Costo de Proceso	2.664	US\$/ton.min	
Selling	0.660	US\$/gr	
Recuperación %	60.00	%	
Costo Planta			
C.P.sinTransp.Min.		1.100	US\$/ton mineral
Trans.Mineral		0.449	
Tot.Cos.Planta		1.549	

Tabla N° 4. Resumen de Información de Costos

Para fines comparativos de toma de decisiones de inversión en el tajo Clarita, se realizará la evaluación del Valor Presente Neto que proporciona el proyecto Clarita para distintos precios del metal Au y con un costo de capital de 10%.

Se mantendrá sin variación en cada uno de los distintos escenarios de cálculo: Los costos de minado, costo de procesamiento metalúrgico, costo de ventas. Así mismo se mantendrá los mismos valores para las variables técnicas: Número de Sondajes, valores de leyes de las muestras, porcentaje de Recuperación Metalúrgica, porcentaje de Dilución en la explotación del mineral, se mantendrá la misma inclinación de las paredes del tajo para el diseño de la mina, finalmente igual requerimiento de producción de roca.

c) Valorización de bloques de mineral: En el Anexo 2 se presentan capturas de pantalla del ingreso de datos para calcular el valor de cada bloque (VB) del modelo de bloques.

$$VB = (P-f) * R * T * (1-\%d) - Cmr * T - Cmd * T - Cp * T$$

Esta formula utiliza el software para valorizar cada bloque, las variables indicadas son como sigue:

- P: Precio del Au (P) y Costo de Venta (f)
- f: Costo fundición y refinación
- Cmr Costo de minado de roca.
- %d Dilución del mineral en %.
- Cmm Costo de minado de mineral.
- Cp Costo procesamiento metalúrgico.
- R Recuperación metalúrgica.
- Cmd Costo de minado del desmonte.

Estas variables se ingresaron para 7 valores distintos de precios del Au, que van desde 622 US\$/onz (20 US\$/gr) hasta 1399.5 US\$/onz (45 US\$/gr).

Los resultados de la valorización de bloques se presentan en el Anexo 3, la valorización se expresa por niveles (bancos de producción) que tienen 6 metros de altura, igual a la altura de cada bloque.

En la tabla 5 (de fuente propia), se presenta un resumen del anexo 3, en donde la columna Rock Tons indica el total de material que incluye la suma de las columnas Ore (mineral con ley que paga los costos), Rock 30w mineral con ley que no paga los costos, Rock 10 es el material que no tiene ley.

Precio Au US\$/onz	Precio Au US\$/gr	Rock Tons x 1M	Revenue \$ x 1M	Processing Cost \$x1M	Mining Cost \$ x 1M	ORE tons x 1M	Rock 30 (w) tons x 1M	Rock 10 tons x 1M	AU onz x 1,000	AU R onz x 1,000
622	20	1,417.2	174.7	79.5	2,074.9	28.5	63.3	1,325.4	341.7	290.5
777.5	25	1,417.2	264.0	113.1	2,074.9	40.5	51.3	1,325.4	399.5	339.6
901.9	29	1,417.2	328.3	133.5	2,074.9	47.8	44.0	1,325.4	428.2	364.0
1088.5	35	1,417.2	425.6	160.2	2,074.9	57.3	34.4	1,325.4	460.0	391.0
1212.9	39	1,417.2	479.4	172.8	2,074.9	61.9	29.9	1,325.4	473.0	402.0
1306.2	42	1,417.2	537.6	184.6	2,074.9	66.1	25.7	1,325.4	484.2	411.5
1399.5	45	1,417.2	584.5	192.9	2,074.9	69.1	22.7	1,325.4	491.3	417.6

Tabla N° 5. Valorización total de Bloques para Precios del Au

En sentido inverso, el tonelaje de mineral Rock 30w se reduce a medida que se incrementa el precio del Au, debido a mayor precio del Au el mineral de baja ley se convierte en económico y pasa a integrarse al mineral Ore.

Se destaca que para cualquiera de los precios utilizados del Au el total de material se mantiene igual, pero las variaciones de tonelaje se aprecian en la columna de Ore que se incrementa a medida que sube el precio del Au.

La última columna Au R onz corresponde a la presencia del metal Au en el mineral económico Ore, destaca la letra R por tratarse de cantidad de metal Au recuperado por planta, es decir vendible.

d) Diseño óptimo económico de la mina: La siguiente etapa consiste en realizar el diseño óptimo económico de la mina, que consiste en utilizar el modelo de bloques valorizado que dieron origen a este cuadro y aplicar el algoritmo de optimización económica.

En el Anexo 4, se indican para cada precio del Au la descripción de las variables técnicas y económicas que se utilizaron para los cálculos del diseño de la mina a cielo abierto, se presenta para precios del Au que van desde 20 US\$/GR (622 US\$/onz) hasta 45 US\$/gr (1399.5 US\$/onz). El detalle de estas variables de indican a continuación:

- Tasa Interna de Retorno.
- Tonelaje Anual de Minado.
- N° Dias/año de producción.
- Tipo de Algoritmo de Optimización.

- Optimización Económica Maximizando NPV.
- Gradientes de Taludes.

En el Anexo 5, se presentan los cuadros obtenidos del diseño óptimo de la mina para cada uno de los precios del Au que van desde 622 US\$/onz hasta 1399.5 US\$/onz. En ella se indica como varía el valor del NPV producto de la extracción del mineral en una secuencia de tajadas de mineral, cada una de estas tajadas corresponde a la numeración de cada Pit describiendo en cada línea el tonelaje de mineral que le corresponde, así como los ingresos y costos por la producción de cada tajada de mineral, y por lo venta del metal Au que se obtiene de este mineral.

Un resumen del anexo 5, se presenta en la tabla 6 (de fuente propia), donde se observa que, para una producción anual de 6 millones de toneladas de material, que incluye mineral con ley (ore), roca con baja ley (rock 30), roca desmonte (rock 10), el diseño de la mina genera un total de mineral que va desde 6.4 millones de toneladas para un precio del Au 622 US\$/onz, hasta 109.5 millones de toneladas para un precio del Au de 1399.5 US\$/onz.

Precio Au	Precio Au	Rock Tons	N° Años	Revenue	Processing	Mining	Capital	NPV	ORE	Rock 30	Rock 10	AU	AUR
US\$/onz	US\$/gr	x 1M	6M/año	\$ x 1M	Cost \$ x 1M	Cost \$ x 1M	Costo \$	\$ x 1M	tons x 1M	tons x 1M	tons x 1M	x 1,000	x 1,000
622	20	6.4	1.1	24.6	4.4	9.3		10.7	1.6	0.6	4.1	48.0	40.8
777.5	25	45.6	7.6	143.8	50.6	66.7		16.2	18.1	6.2	21.3	217.6	185.0
901.9	29	57.3	9.5	203.4	67.3	83.8		44.2	24.1	7.6	25.5	265.3	225.5
1088.5	35	82.0	13.7	314.9	96.0	120.0		80.8	34.4	10.9	36.8	340.4	289.3
1212.9	39	88.2	14.7	368.4	109.1	129.2		103.9	39.1	10.5	38.7	363.5	309.0
1306.2	42	100.3	16.7	446.5	132.7	146.8		129.8	47.5	10.3	42.5	402.1	341.8
1399.5	45	109.5	18.2	509.5	149.2	160.3		152.3	53.4	10.9	45.2	428.3	364.0

Tabla N° 6. Valorización del NPV para Precios del Au

También destaca que la columna Revenue (ingresos totales) para los precios de Au que se indican en la primera columna, van desde 24.6 hasta 509.5 millones de US\$, que corresponden

a una producción de mineral (Ore) que va desde 1.6 a 53.4 millones de toneladas respectivamente.

Se observa también que la producción de Au R (oro recuperable) va desde 40.8 mil onzas para un precio de 622 US\$/onz hasta 364 mil onzas de Au para un precio 1399.5 US\$/onz. Se debe indicar que no se consideró costo de capital, toda vez que corresponde a montos manejados por la alta dirección de la empresa, sin embargo, se destacan en esta empresa el aprovechamiento los costos hundidos de las instalaciones existentes de alguno de los otros tajos próximos que estuvieron en extinción.

En el Anexo 6 se observa la evolución en amplitud y profundidad de la topográfica del tajo a medida que se incrementa el valor del precio del Au.

En este punto se debe mencionar que la variación del precio hasta niveles altos permitieron la continuidad de la producción del tajo Clarita, sin embargo debido a que parte del área de este tajo Clarita era arrendado a otra persona externa a la empresa, y considerando que el contrato de alquiler del área era renovable cada año, el arrendador incrementó de manera muy significativa el monto del alquiler, obligando a generar nuevos cálculos de diseño del tajo con fuerte incremento del tonelaje de producción mensual, a fin de culminar a la brevedad posible la extracción de la totalidad de la producción del mineral, logrando con ello que la empresa subiera al tercer puesto de producción de oro en el país.

Con decisiones, tomadas al más alto nivel jerárquico de la empresa, de incrementar el tonelaje de producción mensual, se enfrentó también la proyectada disminución del precio del Au el incremento sostenido de los costos de los suministros de mina, y reducir el número de años de pago por alquiler de la concesión minera que contenía en parte a la mina Clarita.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

En el resumen del anexo 5, que se presenta en la tabla 6, se observa para una condición de producción anual de 6 millones de toneladas de material (mineral más desmonte), el diseño de la mina indica para precios (primera columna) de Au 622 US\$/onz hasta 1399.5 US\$/onz, los tonelajes totales a producir van desde 6.4 Mt hasta 109.5 Mt.

Para esta misma variación de precios también indica en la columna de Revenue (ingresos totales) los valores van desde 24.6 M\$ (millones de US\$) hasta 509.5 M\$. En la Fig.59 (fuente propia) se observa la magnitud de diferencia que existe entre los ingresos (Revenue) vs los costos (minas + planta), diferencia que se hace más importante a medida que se incrementa el precio del Au.

Se observa también para esta misma variación de precios que la producción de Au R (oro metálico recuperable para venta) va desde 40.8 mil onzas hasta 364 mil onzas de Au

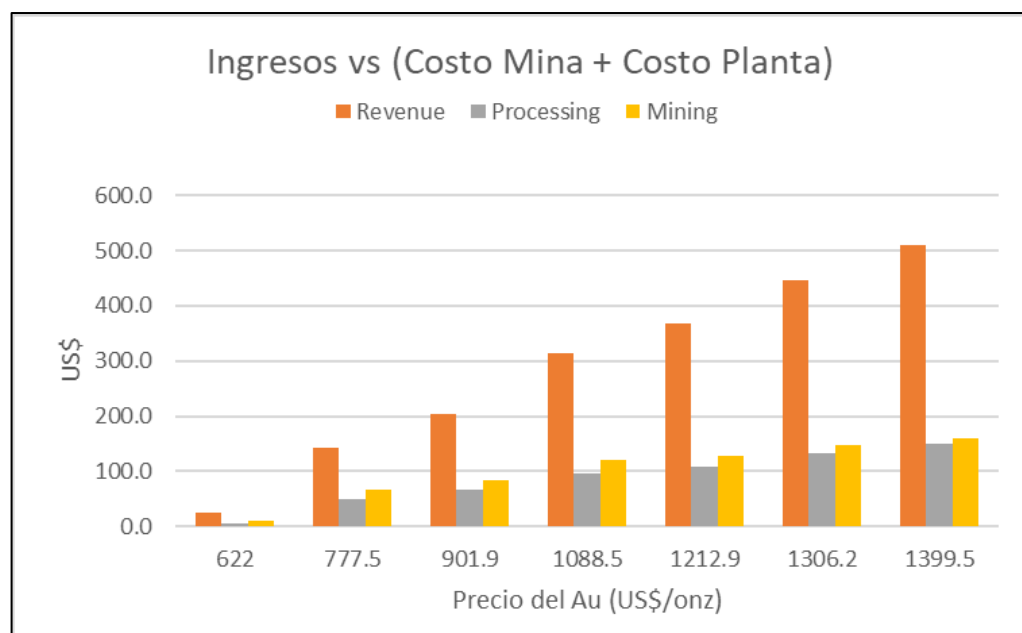


Fig. 59. Gráfico de Ingresos (Revenue), Costos Mina, Costos Planta vs Precio del Au

Se observa también que la producción de Au R (oro recuperable) va desde 40.8 mil onzas para un precio de 622 US\$/onz hasta 364 mil onzas de Au para un precio 1399.5 US\$/onz. En el gráfico 60 (fuente propia), se observa el crecimiento del NPV de manera importante ante el incremento del precio del metal Au.

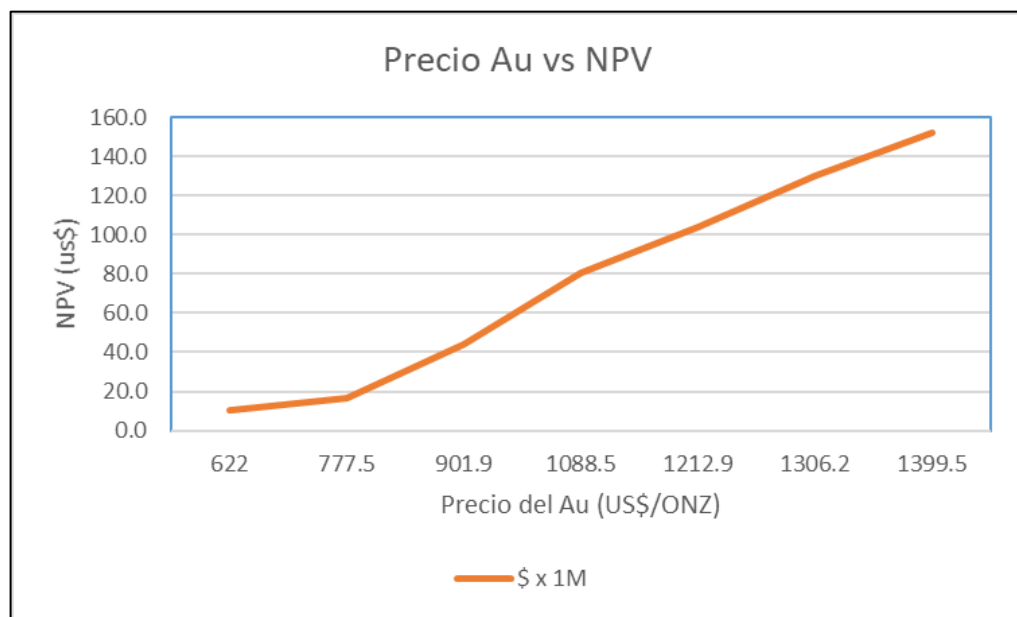


Fig. 60. Gráfico del Valor Presente Neto (NPV)

Se debe indicar, en estos cálculos no se consideró costo de capital, toda vez que corresponde a montos manejados por la alta dirección de la empresa, sin embargo, se destacan en esta empresa el aprovechamiento los costos hundidos de las instalaciones existentes que hubieron de alguno de los otros tajos próximos a estar en extinción.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Hipótesis general.

Con la Implementación y aplicación de un software minero, del tipo

Datamine, se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera.

De la descripción de la aplicación desarrollada con datos reales y con el software Datamine, se demuestra que la:

- Versatilidad para la gestión de abundante información de muestras de mineral.
- Aplicación secuencial de búsqueda de interpretación del comportamiento de la naturaleza, siguiendo un orden claramente definido y similar a la aplicación práctica que debe desarrollar un profesional minero en un depósito de minerales.
- Aplicación de software que contienen procedimientos de modelamiento virtual de las rocas mineralizadas, algoritmos de simulación de la producción de mineral, se consiguen distintos escenarios económicos para mejor elección y decisión oportuna de inversión para el uso y aprovechamiento de los depósitos de minerales.

Por lo tanto, se cumple la hipótesis general que indica: *Con la Implementación y aplicación de un software minero, del tipo Datamine, se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera.*

Hipótesis específicas

a) Con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería.

Considerando que la información base de partida, contiene información de cientos de miles de muestras de sondajes de perforación, contiene miles de puntos de topografía de la superficie del terreno, y además se requiere con ello desarrollar sistemas de

ecuaciones lineales de gran tamaño para evaluar el contenido metálico de cada uno de los millones de puntos ubicado debajo de la superficie, se requiere además aplicar el algoritmo de Learchs y Grossman para determinar la combinatoria de bloques de mineral a ser explotados y que dan resultado al diseño óptimo económico de la mina, nos confirma la versatilidad que debe tener el software para procesar grandes volúmenes de información que serían imposibles de ser realizados a mano para las necesidades del inversionista.

Estos resultados sirven de base para determinar los valores económicos de los bloques de explotación del depósito de minerales, que se muestran en el gráfico 62. Con esta información de valorización del mineral se logra determinar el comportamiento del Valor Presente Neto (NPV) para distintos precios del metal Au como se indica en el gráfico 66. Como se indica en este gráfico, en el inicio el precio del Au parte con una cotización de alrededor de 620 US\$/onz el NPV presenta un valor cerca de diez millones de dólares, monto que no es atractivo para su explotación debido a los requerimientos de inversión en equipos de minado, capital de trabajo, construcción de infraestructura.

Sin embargo, a partir del año 2008, el precio del Au inició su crecimiento de manera sostenida por algunos años, periodo aprovechado por la empresa para explotar totalmente este depósito de Clarita, antes que el precio internacional del Au retome su nivel normal de precio acorde a la tendencia histórica de crecimiento de su precio.

En la figura 61 (de fuente propia), se observa como la línea del NPV mantiene un crecimiento notable, incluso cuando los tonelajes de mineral (Ore tons) mantienen un crecimiento muy débil, esto debido a la mayor cotización del Au.

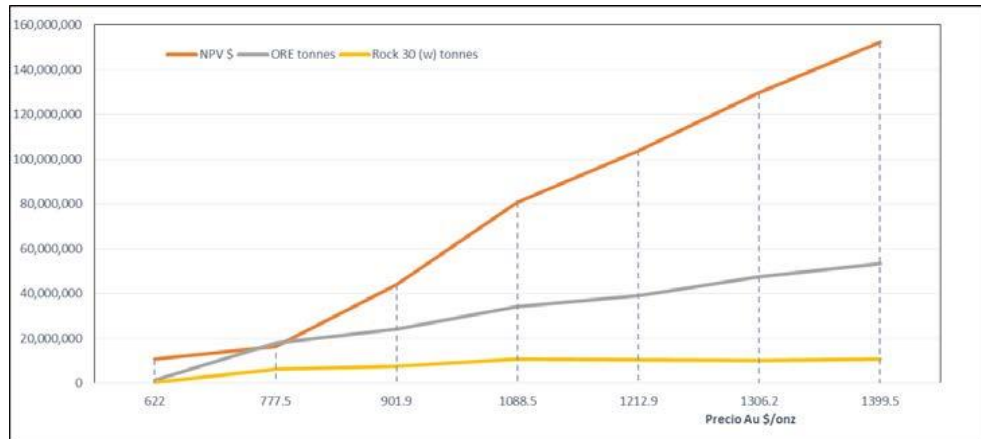


Fig. 61. Comportamiento del Valor del NPV y los tonelajes de Mineral.

Por lo tanto: *Con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería*

b) Con la aplicación del software Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permita establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales.

Según el gráfico 62 adjunto (fuente: lista de precios de metales de kitco.com), en enero del 2007 el precio del Au se encontraba alrededor de 622 US\$/onza, aproximadamente en 20 US\$/gr. En esta fecha y antes, el depósito Clarita no era atractivo para convertirse en mina por el bajo contenido metálico de Au por tonelada de mineral, este depósito fue explorado con abundantes sondajes en fechas muy anteriores, en forma similar a los otros depósitos del mismo metal, que si fueron explotados con anterioridad.

La crisis económica que se inició a fines del año 2008, llamada en Estados Unidos de Norteamérica “Crisis Inmobiliaria” generó un crecimiento del valor del Au como se indica en el gráfico adjunto

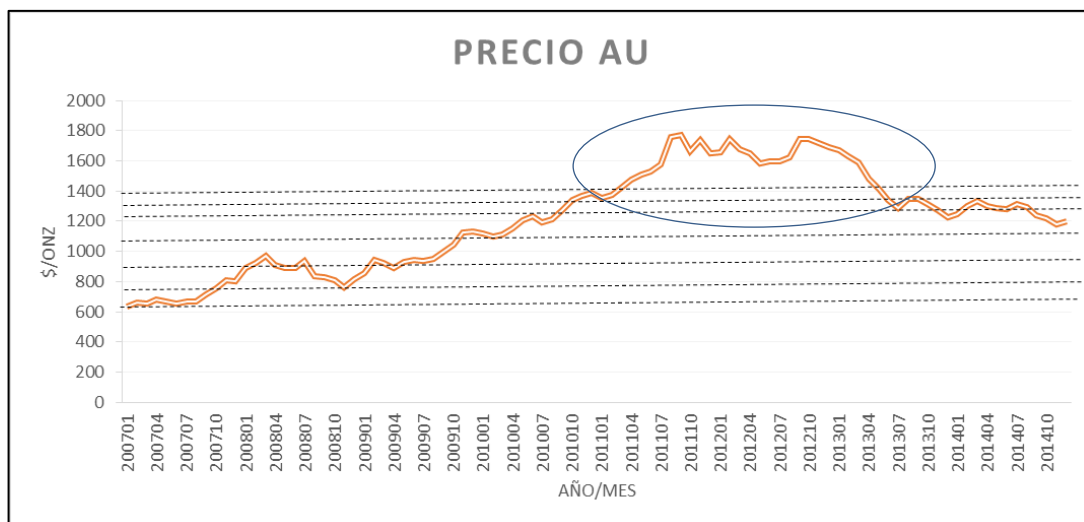


Fig. 62. Precios del Au y Ubicación de los precios tomados para esta tesis.

La cotización internacional del Au estuvo en el orden de 500 a 600 US\$/onz durante 10 años antes del año 2007. Sin embargo como se indica en la figura 67 (zona marcada con una elipse) estos años fueron de oportunidad para tomar la decisión estratégica de explotar el depósito de Clarita y apurar su explotación total antes que el precio del Au recupere su tendencia hacia valores históricos.

Considerando que entre las variables técnicas condicionantes planteada se indica que la extracción de material en cada año (mineral más desmonte) debe ser de seis millones de toneladas, se observa en el cuadro que, para diferentes precios del Au, la producción se extendería a mas años si el precio se mantiene en alza. Generando una situación de permanente necesidad de evaluación de la rentabilidad para decidir sobre la continuidad o paralización de la producción de la mina.

Por lo tanto, se observa que la versatilidad, agilidad, mejor certeza en los resultados de valoración económica de un proyecto minero, mediante la aplicación intensiva de software minero, permite tomar decisiones estratégicas de inversión, en los momentos con cierta incertidumbre, más aún cuando los depósitos presentan bajos contenidos de metal.

Por lo tanto: Con la aplicación del software Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permita establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

En el estudio similar de Colquehuanca 2016, tesis Planeamiento de minado a largo plazo haciendo uso del software Whittle 4.4, Cia. Minera Aurífera Santa Rosa – Comarsa S.A.-Unsa, plantea la hipótesis:

“Con el aprovechamiento de la tecnología moderna como es la utilización de un software minero se logrará mejorar la toma de decisiones para realizar un mejor planeamiento a largo plazo y la mejor opción para un plan minero”

En su estudio tiene como objetivo el diseño de una mina a cielo abierto utilizando como software optimizador de diseño de mina al software Whittle y utilizando como variable económica de variación los costos de oportunidad de minado (pág. 20).

Este estudio también se orienta a obtener el diseño de mina con mejor valor presente neto mediante “una envolvente final que satisfaga de la mejor forma posible todos los requerimientos técnico-económicos involucrados en el estudio y que además sea capaz de ser sustentable en el tiempo ante cualquier evento futuro provocado por las variables que controlarán el sistema, dentro de un rango de variaciones racionalmente aceptables” (pág 65). Orientación similar al presente estudio con el software Datamine que también busca encontrar la mejor envolvente final (mejor diseño de mina).

Por lo tanto, los objetivos de selección del diseño de mina (pit) de acuerdo al procesamiento de datos con el software Whittel. Colquehuanca indica:

El objetivo de encontrar el pit final será establecer la envolvente que limitará todo material que es técnica y económicamente conveniente extraer, de acuerdo a las variables que envuelve el negocio minero, considerando todas las posibles contingencias y observando el comportamiento de las variables”, son similares al presente estudio de encontrar un diseño de mina que proporcione el mejor valor económico expresado en el valor presente neto aplicando el software Datamine.

Es importante adicionar, que el presente estudio, a diferencia del estudio de Colquehuanca, se indica una descripción detallada desde la creación de la cuantificación de la calidad de los contenidos metálicos en todo el depósito de minerales, para lo cual se requirió aplicar y describir la metodología geoestadística para la obtención del modelo geológico, modelo de bloques, modelo de leyes y aplicación del modelo geotécnico, que constituyen variables condicionante básicas para la obtención del mejor diseño de mina, y con ello establecer un procedimiento completo posible para su aplicación a otros proyectos mineros similares.

CONCLUSIONES

1. La evaluación de proyectos de inversión minera, requiere gestionar abundante información, celeridad en los cálculos, precisión y certeza en los resultados, los que se deben obtener en cada oportunidad que se requiera para la toma de decisiones de inversión.
2. Por ello una empresa minera debe contar con TI que cuente con habilidades de sistemas expertos que reproduzcan aplicaciones de procedimientos lógicos aplicados en el que hacer de la geología y minería para procesar y generar modelos digitales que representen la realidad del terreno y algoritmos que permitan simular la producción de mineral.
3. La construcción de modelos que representen los más real de la realidad del terreno o de la naturaleza, permitirá aplicar procedimientos de simulación de la producción de mineral, de la forma más cercana a la realidad, estableciendo secuencias de minado, tonelajes de reservas de mineral a producir y tiempos de ejecución a corto, mediano y largo plazo.
4. Consideramos que este mismo orden y secuencia de trabajo aplicado debe ser aplicado para todo tipo de depósito que contenga mineral con uno o más metales de interés para su explotación. De esta manera la estimación de la rentabilidad para una inversión u operación minera tendrá mejor sustento y precisión para las decisiones estratégicas de inversión.
5. Los softwares mencionados y utilizados en esta tesis cuentan con una trayectoria de varios años de vigencia y uso en la industria minera internacional, que constituye reconocimiento a los resultados verificados y aceptados por empresas auditoras y evaluadoras de proyectos mineros.

RECOMENDACIONES

1. Toda empresa minera que cuenta con depósitos explorados, se recomienda el uso del tipo de software aplicado en esta tesis, adecuando su información desde el inicio de los trabajos de prospección y exploración.
2. Las empresas mineras deben invertir en la adquisición de software del tipo datamine y capacitar a su personal en el buen uso, con buena calidad de data para obtener buenos resultados.
3. La aplicación de software especializado del tipo Datamine, permitirá a las empresas agilidad y mayor certeza en sus cálculos y resultados, que les permitirá tomar decisiones de oportunidad en sus inversiones, respaldo técnico en sus estudios ante fiscalizaciones.
4. Se recomienda aplicar la secuencia descrita en esta tesis con el tipo de software aplicado, a toda evaluación económica de depósitos de minerales, antes de tomar una decisión de inversión.
5. Al ser un software reconocido por empresas auditoras y consultoras internacionales, las universidades con carrera de Ingeniería de Sistemas pueden impulsar en el uso e interpretación de los modelos numéricos existentes al interior de estos softwares, considerando a Perú como país tradicionalmente minero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. King, B.; Goycoolea, M. y Newman, A. (2017). Optimizing the open pit-to-underground mining transition. *European Journal of Operational Research*, Volume (257), 297-309
2. Sandanayake, D.; Topal, E. y Asad M. W. A. (2015). Designing an optimal stope layout for underground mining based on a heuristic algorithm. *International of Mining Science and Technology*, Volume (25), 767- 772
3. Kavaklyo, N. (2014). Evaluation de inve mineríastment prse expulsa con un new softwarmi. *Arabiam Journal of Geosciences*, Volume (8), 1-11. DOI: 10.1007/s12517-014-1530-8
4. Siña, M. y Guzmán, J. I. (2019). Real option valuation of open pit mines with two processing methods. *Journal of Commodity Markets*, Volume (13), 30-39
5. Licitación Pública N°4293-11024-LE08 Innova Chile, Comite Innova Chile, Chile.
6. Gómez,O.Exploración Minera.Recuperado <https://es.scribd.com/document/260582305/Exploracion-Minera>
7. Mamani, A.; ¿Qué es una concesión Minera?. Perú. Recuperado <https://es.scribd.com/document/60306373/QUE -ES-UNA-CONCESION- MINERA>
8. Y 10. Minería y Economía. Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.exploradores.org.pe/mineria/mineria- y-economia.html>
9. Ley (Minería). En Wikipedia. Recuperado el 22 de octubre de 2019 de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_\(miner%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_(miner%C3%ADa))
10. Ernst & Young. (2017). La batalla de los Impuestos Mineros. Recuperado de: <https://www.ey.com/pe/es/newsroom/newsroom-am-batalla-impuestos-mineros>
11. JORC, 2012. Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC Code)

12. Normativa 43-101F1. STANDARDS OF DISCLOSURE FOR MINERAL PROJECTS. Technical Report and Related Consequential Amendments.
13. CODELCO - Corporación Nacional del Cobre (2016) Recursos y Reservas Minerales. Recuperado de: <https://www.codelco.com/memoria2016/pdf/mem2016codelco-recursos-reservas.pdf>
14. Guzmán R. (2014) Estudio sobre definición de software de minería. Departamento de Ingeniería de Minería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
15. Geoestadística. Definición teoría y práctica de la aplicación de la geoestadística. Lima, Perú. Recuperado de: www.geoestadistica.com
16. Neira, C. (2016). Algoritmo de Diseño de Minas a Cielo Abierto. Geoestadística, Lima

ANEXOS

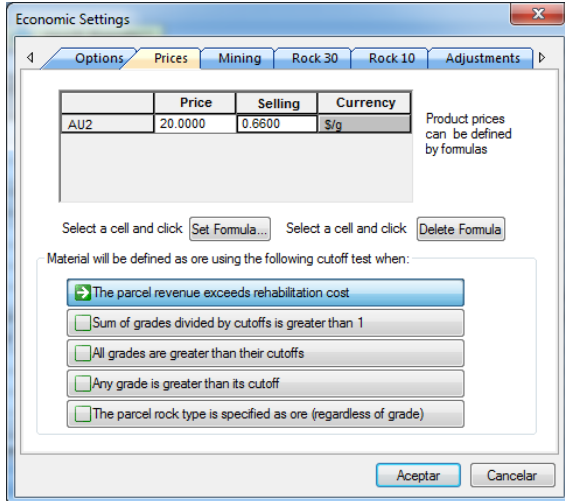
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Título: “APLICACIÓN DEL DATAMINE PARA EL PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO DE INVERSIÓN EN MINERÍA”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general. ¿De qué manera con la aplicación del software minero Datamine se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera?</p> <p>Problema específico. a) ¿De qué manera con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería? b) ¿De qué manera con la aplicación del software Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permita establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales?</p>	<p>Objetivo general. Determinar de qué manera con la aplicación del software minero Datamine se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera.</p> <p>Objetivo específico. a) Determinar de qué manera con la aplicación del software Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería. b) Determinar de qué manera con la aplicación del Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permitan establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales</p>	<p>Hipótesis General Con la Implementación y aplicación de un software minero, del tipo Datamine, se puede evaluar económicamente un depósito de minerales y establecer un plan estratégico de inversión minera.</p> <p>Hipótesis Específica a) Con la aplicación del software minero Datamine se logra procesar gran volumen de información para establecer un planeamiento estratégico de inversión en minería. b) Con la aplicación del software Datamine se logra identificar la oportunidad de precios altos de los metales que permitan establecer un plan estratégico para la explotación económica de un depósito de minerales.</p>	<p>Variable Independiente (VI) Aplicación del Software minero Datamine.</p> <p>Variable Dependiente (VD) Planeamiento Estratégico de Inversión Minera.</p>	<p>Reducción de tiempo de cálculo de meses a días</p> <p>Viabilidad de cálculo del modelo de leyes.</p> <p>Viabilidad de cálculo del Diseño de mina.</p> <p><i>Tonelaje de Reservas de Mineral.</i></p> <p><i>Valor presente neto para diferentes precios de metal.</i></p>	<p>Método de la Investigación. Es de carácter no experimental y Transversal. Es no experimental porque no se tiene control sobre las variables independientes bajo estudio, ya que son analizadas en su contexto real. Es transversal porque este estudio se circunscribe al aprovechamiento de la existencia de una fecha histórica de ocurrencia de crisis financiera internacional, momento en donde se hace más notable contar con la oportunidad de los resultados de evaluación mediante software minero para la toma de decisiones de inversión.</p> <p>Población y Muestras. La población corresponde a un depósito de minerales de una empresa minera en la sierra norte del país que operó cinco minas a cielo abierto de oro, siendo uno de ellos casi descartada de su explotación. La aplicación del Datamine en esta tesis se realizará a este depósito que fue inicialmente descartado desde el punto de vista económico. Sin embargo, el proceso de aplicación de éxito del software minero Datamine es aplicable a todos los depósitos de minerales existentes, sujetos a ser explotados mediante minado a cielo abierto.</p>

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02: PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE BLOQUES DE MINERAL. OPCIÓN PRECIO AU 20 \$/GR



Economic Settings - Prices

	Price	Selling	Currency
AU2	20.0000	0.6600	\$/g

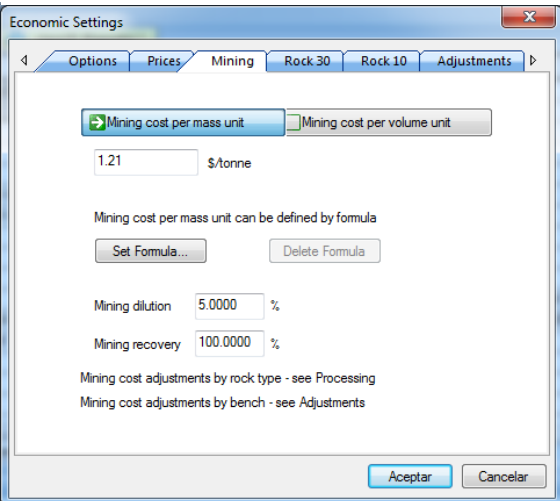
Product prices can be defined by formulas

Select a cell and click **Set Formula...** Select a cell and click **Delete Formula**

Material will be defined as ore using the following cutoff test when:

- The parcel revenue exceeds rehabilitation cost
- Sum of grades divided by cutoffs is greater than 1
- All grades are greater than their cutoffs
- Any grade is greater than its cutoff
- The parcel rock type is specified as ore (regardless of grade)

Aceptar **Cancelar**



Economic Settings - Mining

Mining cost per mass unit Mining cost per volume unit

1.21 \$/tonne

Mining cost per mass unit can be defined by formula

Set Formula... Delete Formula

Mining dilution 5.0000 %

Mining recovery 100.0000 %

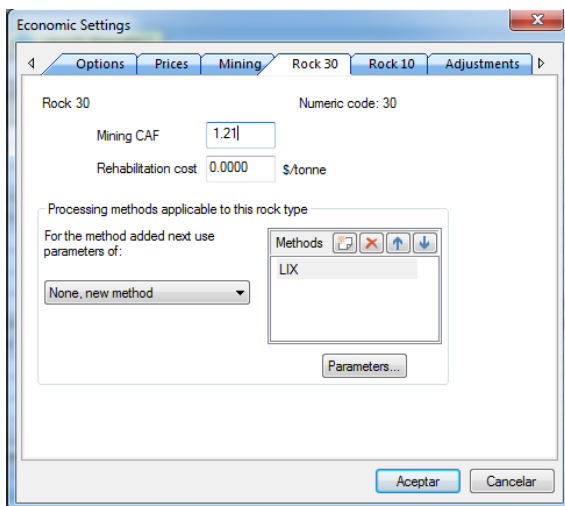
Mining cost adjustments by rock type - see Processing

Mining cost adjustments by bench - see Adjustments

Aceptar **Cancelar**

Precio del Au y Costo de Venta

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral



Economic Settings - Mining

Rock 30 Numeric code: 30

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods applicable to this rock type

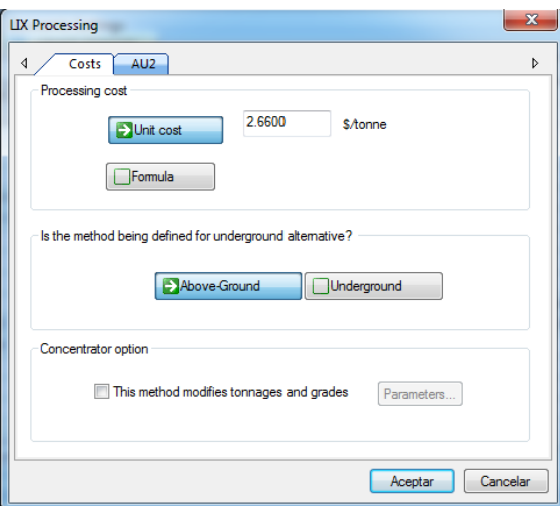
For the method added next use parameters of:

None, new method

Methods: LIX

Parameters...

Aceptar **Cancelar**



LIX Processing - Costs

Processing cost

Unit cost 2.6600 \$/tonne

Formula

Is the method being defined for underground alternative?

Above-Ground Underground

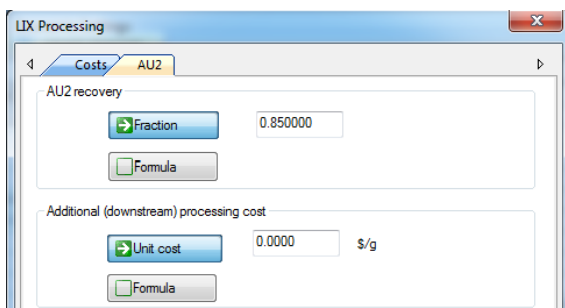
Concentrator option

This method modifies tonnages and grades **Parameters...**

Aceptar **Cancelar**

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

Costo de Proceso Metalúrgico



LIX Processing - Costs

AU2 recovery

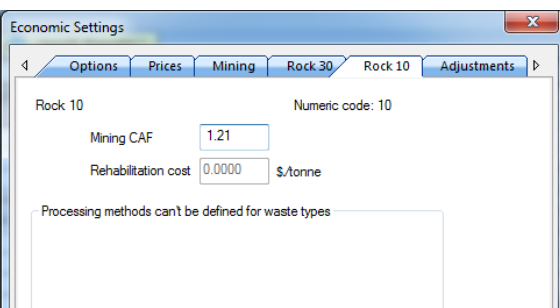
Fraction 0.850000

Formula

Additional (downstream) processing cost

Unit cost 0.0000 \$/g

Formula



Economic Settings - Mining

Rock 10 Numeric code: 10

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods can't be defined for waste types

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmonte

Opción Precio Au 25 \$/gr

Economic Settings - Prices Tab

	Price	Selling	Currency
AU2	25.0000	0.66	\$/g

Product prices can be defined by formulas

Select a cell and click **Set Formula...** Select a cell and click **Delete Formula**

Material will be defined as ore using the following cutoff test when:

- The parcel revenue exceeds rehabilitation cost
- Sum of grades divided by cutoffs is greater than 1
- All grades are greater than their cutoffs
- Any grade is greater than its cutoff
- The parcel rock type is specified as ore (regardless of grade)

Economic Settings - Mining Tab

Mining cost per mass unit Mining cost per volume unit

1.21 \$/tonne

Mining cost per mass unit can be defined by formula

Mining dilution 5.0000 %

Mining recovery 100.0000 %

Mining cost adjustments by rock type - see Processing

Mining cost adjustments by bench - see Adjustments

Precio del Au y Costo de Venta

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral

Economic Settings - Mining Tab (Rock 30)

Rock 30 Numeric code: 30

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods applicable to this rock type

For the method added next use parameters of:

None, new method

Methods: LIX

LIX Processing - Costs Tab (AU2)

Processing cost

Unit cost 2.6600 \$/tonne

Formula

Is the method being defined for underground alternative?

Above-Ground Underground

Concentrator option

This method modifies tonnages and grades

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

Costo de Proceso Metalúrgico

LIX Processing - Costs Tab (AU2)

AU2 recovery

Fraction 0.850000

Formula

Additional (downstream) processing cost

Unit cost 0.0000 \$/g

Formula

Economic Settings - Mining Tab (Rock 10)

Rock 10 Numeric code: 10

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods can't be defined for waste types

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmonte

Opción Precio Au 29 \$/gr

Economic Settings - Options Tab:

	Price	Selling	Currency
AU2	29.0000	0.66	\$/g

Material will be defined as ore using the following cutoff test when:

- The parcel revenue exceeds rehabilitation cost
- Sum of grades divided by cutoffs is greater than 1
- All grades are greater than their cutoffs
- Any grade is greater than its cutoff
- The parcel rock type is specified as ore (regardless of grade)

Economic Settings - Mining Tab:

Mining cost per mass unit: 1.21 \$/tonne

Mining dilution: 5.0000 %

Mining recovery: 100.0000 %

Precio del Au y Costo de Venta

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral

Economic Settings - Rock 30 Tab:

Mining CAF: 1.21

Rehabilitation cost: 0.0000 \$/tonne

Processing methods applicable to this rock type: LIX

LIX Processing - Costs AU2 Tab:

Processing cost: Unit cost 2.6600 \$/tonne

Is the method being defined for underground alternative? Above-Ground Underground

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

Costo de Proceso Metalúrgico

LIX Processing - Costs AU2 Tab:

AU2 recovery: Fraction 0.850000

Additional (downstream) processing cost: Unit cost 0.0000 \$/g

Economic Settings - Rock 10 Tab:

Mining CAF: 1.21

Rehabilitation cost: 0.0000 \$/tonne

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmote

Opción Precio Au 35 \$/gr

Economic Settings - Prices

	Price	Selling	Currency
AU2	35.0000	0.66	\$/g

Product prices can be defined by formulas

Select a cell and click **Set Formula...** Select a cell and click **Delete Formula**

Material will be defined as ore using the following cutoff test when:

- The parcel revenue exceeds rehabilitation cost
- Sum of grades divided by cutoffs is greater than 1
- All grades are greater than their cutoffs
- Any grade is greater than its cutoff
- The parcel rock type is specified as ore (regardless of grade)

Aceptar Cancelar

Economic Settings - Mining

Rock 30

Mining cost per mass unit Mining cost per volume unit

1.21 \$/tonne

Mining cost per mass unit can be defined by formula

Set Formula... Delete Formula

Mining dilution 5.0000 %

Mining recovery 100.0000 %

Mining cost adjustments by rock type - see Processing

Mining cost adjustments by bench - see Adjustments

Aceptar Cancelar

Precio del Au y Costo de Venta

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral

Economic Settings - Mining

Rock 30 Numeric code: 30

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods applicable to this rock type

For the method added next use parameters of:

None, new method

Methods: LIX

Parameters...

Aceptar Cancelar

LIX Processing - Costs

AU2

Processing cost

Unit cost 2.6600 \$/tonne

Formula

Is the method being defined for underground alternative?

Above-Ground Underground

Concentrator option

This method modifies tonnages and grades **Parameters...**

Aceptar Cancelar

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

Costo de Proceso Metalúrgico

LIX Processing - Costs

AU2

AU2 recovery

Fraction 0.850000

Formula

Additional (downstream) processing cost

Unit cost 0.0000 \$/g

Formula

AU2 optional parameters

Include AU2 in the cut-off tests

Minimum cutoff grade or "u" for undefined u g/tonne

Maximum cutoff grade or "u" for undefined u

Aceptar Cancelar

Economic Settings - Mining

Rock 10 Numeric code: 10

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods can't be defined for waste types

Aceptar Cancelar

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmote

Opción Precio Au 39 \$/gr

Precio del Au y Costo de Venta

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

Costo de Proceso Metalúrgico

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmonte

Opción Precio Au 42 \$/gr

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

	Price	Selling	Currency
AU2	42.0000	0.66	\$/g

Product prices can be defined by formulas

Select a cell and click **Set Formula...** Select a cell and click **Delete Formula**

Material will be defined as ore using the following cutoff test when:

- The parcel revenue exceeds rehabilitation cost
- Sum of grades divided by cutoffs is greater than 1
- All grades are greater than their cutoffs
- Any grade is greater than its cutoff
- The parcel rock type is specified as ore (regardless of grade)

Aceptar **Cancelar**

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

Mining cost per mass unit Mining cost per volume unit

1.21 \$/tonne

Mining cost per mass unit can be defined by formula

Set Formula... **Delete Formula**

Mining dilution 5.0000 %

Mining recovery 100.0000 %

Mining cost adjustments by rock type - see Processing

Mining cost adjustments by bench - see Adjustments

Aceptar **Cancelar**

Precio del Au y Costo de Venta

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

Rock 30 Numeric code: 30

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods applicable to this rock type

For the method added next use parameters of:

None, new method

Methods: LIX

Parameters...

Aceptar **Cancelar**

LIX Processing

Costs AU2

Processing cost

Unit cost 2.6600 \$/tonne

Formula

Is the method being defined for underground alternative?

Above-Ground Underground

Concentrator option

This method modifies tonnages and grades **Parameters...**

Aceptar **Cancelar**

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

Costo de Proceso Metalúrgico

LIX Processing

Costs AU2

AU2 recovery

Fraction 0.850000

Formula

Additional (downstream) processing cost

Unit cost 0.0000 \$/g

Formula

AU2 optional parameters

Include AU2 in the cut-off tests

Minimum cutoff grade or "u" for undefined u g/tonne

Maximum cutoff grade or "u" for undefined u

Aceptar **Cancelar**

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

Rock 10 Numeric code: 10

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods can't be defined for waste types

Aceptar **Cancelar**

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmante

Opción Precio Au 45 \$/gr

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

	Price	Selling	Currency
AU2	45.0000	0.66	\$/g

Product prices can be defined by formulas

Select a cell and click **Set Formula...** Select a cell and click **Delete Formula**

Material will be defined as ore using the following cutoff test when:

- The parcel revenue exceeds rehabilitation cost
- Sum of grades divided by cutoffs is greater than 1
- All grades are greater than their cutoffs
- Any grade is greater than its cutoff
- The parcel rock type is specified as ore (regardless of grade)

Aceptar **Cancelar**

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

Mining cost per mass unit Mining cost per volume unit

1.21 \$/tonne

Mining cost per mass unit can be defined by formula

Set Formula... **Delete Formula**

Mining dilution 5.0000 %

Mining recovery 100.0000 %

Mining cost adjustments by rock type - see Processing

Mining cost adjustments by bench - see Adjustments

Aceptar **Cancelar**

Precio del Au y Costo de Venta

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

Rock 30 Numeric code: 30

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods applicable to this rock type

For the method added next use parameters of:

None, new method

Methods LIX

Parameters...

Aceptar **Cancelar**

Costo de Minado de Roca y %Dilución Mineral

LIX Processing

Costs AU2

Processing cost

Unit cost 2.6600 \$/tonne

Formula

Is the method being defined for underground alternative?

Above-Ground Underground

Concentrator option

This method modifies tonnages and grades **Parameters...**

Aceptar **Cancelar**

Costo Minado Mineral – Proceso de Lixiviación

LIX Processing

Costs AU2

AU2 recovery

Fraction 0.850000

Formula

Additional (downstream) processing cost

Unit cost 0.0000 \$/g

Formula

AU2 optional parameters

Include AU2 in the cut-off tests

Minimum cutoff grade or "u" for undefined u g/tonne

Maximum cutoff grade or "u" for undefined u

Aceptar **Cancelar**

Costo de Proceso Metalúrgico

Economic Settings

Options Prices Mining Rock 30 Rock 10 Adjustments

Rock 10 Numeric code: 10

Mining CAF 1.21

Rehabilitation cost 0.0000 \$/tonne

Processing methods can't be defined for waste types

Aceptar **Cancelar**

Recuperación Metalúrgica

Costo de Minado del Desmonte

ANEXO 03: VALOR ECONÓMICO DE RESERVAS POR NIVELES
OPCIÓN PRECIO AU 20\$/ONZ

	Rock	Revenue	Processing Co	Mining Cost	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	\$	\$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 357	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 357	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 356	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 356	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 355	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 354	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 354	3,676,457	0	0	5,382,700	0	2,153	3,674,304	0	0
Elevation 353	4,804,855	0	0	7,034,788	0	34,279	4,770,576	0	0
Elevation 353	6,412,910	21,894	19,888	9,389,142	7,121	121,054	6,284,736	1,332	1,132
Elevation 352	7,922,362	198,943	141,531	11,599,130	50,674	193,752	7,677,936	12,102	10,287
Elevation 351	9,767,736	660,225	408,868	14,300,942	146,390	259,330	9,362,016	40,162	34,138
Elevation 351	12,154,140	1,139,150	643,366	17,794,877	230,350	416,318	11,507,472	69,296	58,901
Elevation 350	14,265,561	1,673,982	918,566	20,886,208	328,882	703,800	13,232,880	101,830	86,555
Elevation 350	16,341,609	2,494,792	1,388,487	23,925,751	497,131	1,019,102	14,825,376	151,761	128,996
Elevation 349	19,306,248	3,639,755	1,824,645	28,266,277	653,292	1,370,506	17,282,450	221,410	188,198
Elevation 348	21,317,839	4,969,186	2,286,703	31,211,449	818,726	1,701,209	18,797,904	302,280	256,938
Elevation 348	22,374,626	6,375,551	2,688,633	32,758,691	962,633	1,983,226	19,428,768	387,831	329,656
Elevation 347	23,342,306	7,919,603	2,969,384	34,175,471	1,063,152	2,200,658	20,078,496	481,757	409,493
Elevation 347	24,299,201	8,854,697	3,196,019	35,576,460	1,144,296	2,386,793	20,768,112	538,640	457,844
Elevation 346	25,235,208	9,476,490	3,561,873	36,946,868	1,275,286	2,515,298	21,444,624	576,464	489,994
Elevation 345	26,290,310	9,857,295	3,961,491	38,491,644	1,418,364	2,593,130	22,278,816	599,629	509,684
Elevation 345	27,280,706	9,869,102	4,365,734	39,941,683	1,563,098	2,604,888	23,112,720	600,347	510,295
Elevation 344	28,240,380	9,699,690	4,473,039	41,346,741	1,601,518	2,661,854	23,977,008	590,041	501,535
Elevation 344	29,207,419	9,104,596	4,508,190	42,762,583	1,614,103	2,728,260	24,865,056	553,841	470,765
Elevation 343	30,131,921	8,544,565	4,589,594	44,116,146	1,643,249	2,765,520	25,723,152	519,774	441,808
Elevation 342	31,020,624	8,322,115	4,584,506	45,417,296	1,641,427	2,806,589	26,572,608	506,242	430,306
Elevation 342	31,823,993	7,873,487	4,215,877	46,593,508	1,509,444	2,960,597	27,353,952	478,952	407,109
Elevation 341	32,642,611	7,091,588	3,777,407	47,792,048	1,352,455	3,107,484	28,182,672	431,388	366,680
Elevation 341	33,540,753	6,019,127	3,500,820	49,107,018	1,253,426	3,122,719	29,164,608	366,149	311,227
Elevation 340	34,416,785	5,505,329	3,338,938	50,389,615	1,195,466	3,051,014	30,170,304	334,894	284,660
Elevation 339	35,214,257	5,716,808	2,960,133	51,557,194	1,059,840	2,991,233	31,163,184	347,759	295,595
Elevation 339	35,921,894	6,802,062	2,640,531	52,593,246	945,410	2,840,868	32,135,616	413,776	351,710
Elevation 338	36,835,085	7,212,714	2,318,617	53,930,249	830,153	2,625,588	33,379,344	438,756	372,943
Elevation 338	37,765,807	7,291,838	1,980,052	55,292,919	708,934	2,327,674	34,729,200	443,569	377,034
Elevation 337	38,364,430	5,984,828	1,745,091	56,169,362	624,809	2,023,301	35,716,320	364,063	309,453
Elevation 336	38,867,198	4,464,317	1,662,300	56,905,466	595,166	1,761,984	36,510,048	271,569	230,833
Elevation 336	39,346,351	2,791,268	1,376,924	57,606,994	492,991	1,540,080	37,313,280	169,796	144,326
Elevation 335	39,822,574	1,570,998	981,932	58,304,231	351,569	1,266,509	38,204,496	95,565	81,231
Elevation 335	40,359,485	1,042,178	722,920	59,090,323	258,833	948,060	39,152,592	63,397	53,887
Elevation 334	40,826,693	764,916	559,188	59,774,362	200,210	647,330	39,979,152	46,531	39,551
Elevation 333	41,231,275	539,054	412,569	60,366,711	147,715	399,096	40,684,464	32,791	27,872
Elevation 333	41,557,068	342,301	251,149	60,843,704	89,921	245,419	41,221,728	20,823	17,699
Elevation 332	41,824,138	181,809	136,444	61,234,721	48,852	155,830	41,619,456	11,060	9,401
Elevation 332	42,059,484	142,002	105,455	61,579,292	37,757	92,239	41,929,488	8,638	7,342
Elevation 331	42,310,555	138,936	92,967	61,946,885	33,286	49,846	42,227,424	8,452	7,184
Elevation 330	42,565,968	141,607	72,616	62,320,835	25,999	33,617	42,506,352	8,614	7,322
Elevation 330	42,780,938	176,408	53,190	62,635,573	19,044	20,534	42,741,360	10,731	9,121
Elevation 329	42,980,299	84,699	24,051	62,927,457	8,611	14,904	42,956,784	5,152	4,379
Elevation 329	43,181,654	9,356	4,163	63,222,261	1,490	9,108	43,171,056	569,1481	483,7759
Elevation 328	43,340,573	0	0	63,454,934	0	4,637	43,335,936	0	0
Elevation 327	43,485,682	0	0	63,667,388	0	993.6	43,484,688	0	0
Elevation 327	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	174,709,260	79,463,847	2,074,901,846	28,451,073	63,308,382	1,325,426,401	10,627,730	9,033,571

Opción Precio Au 25\$/onz

	Rock	Revenue	Processing	Mining	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU	AU R
	tonnes	\$	Cost \$	Cost \$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 3579	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 3573	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 3567	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 3561	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 3555	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 3549	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 3543	3,676,457	0	0	5,382,700	0	2,153	3,674,304	0	0
Elevation 3537	4,804,855	4,033	3,700	7,034,788	1,325	32,954	4,770,576	189,786	161.3181
Elevation 3531	6,412,910	102,067	85,104	9,389,142	30,470	97,704	6,284,736	4,803	4,083
Elevation 3525	7,922,362	441,547	305,264	11,599,130	109,296	135,130	7,677,936	20,779	17,662
Elevation 3519	9,767,736	1,104,580	629,491	14,300,942	225,382	180,338	9,362,016	51,980	44,183
Elevation 3513	12,154,140	1,811,383	941,692	17,794,877	337,162	309,506	11,507,472	85,242	72,455
Elevation 3507	14,265,561	2,609,934	1,313,097	20,886,208	470,138	562,543	13,232,880	122,820	104,397
Elevation 3501	16,341,609	3,791,058	1,884,310	23,925,751	674,654	841,579	14,825,376	178,403	151,642
Elevation 3495	19,306,248	5,379,102	2,414,359	28,266,277	864,432	1,159,366	17,282,450	253,134	215,164
Elevation 3489	21,317,839	7,287,722	3,044,774	31,211,449	1,090,145	1,429,790	18,797,904	342,952	291,509
Elevation 3483	22,374,626	9,332,356	3,644,664	32,758,691	1,304,928	1,640,930	19,428,768	439,170	373,294
Elevation 3477	23,342,306	11,626,139	4,187,663	34,175,471	1,499,342	1,764,468	20,078,496	547,112	465,046
Elevation 3471	24,299,201	12,956,891	4,527,616	35,576,460	1,621,058	1,910,030	20,768,112	609,736	518,276
Elevation 3465	25,235,208	13,701,228	4,845,830	36,946,868	1,734,991	2,055,593	21,444,624	644,764	548,049
Elevation 3459	26,290,310	14,362,701	5,385,130	38,491,644	1,928,081	2,083,414	22,278,816	675,892	574,508
Elevation 3453	27,280,706	14,285,950	5,709,357	39,941,683	2,044,166	2,123,820	23,112,720	672,280	571,438
Elevation 3447	28,240,380	14,145,689	5,899,453	41,346,741	2,112,228	2,151,144	23,977,008	665,679	565,828
Elevation 3441	29,207,419	13,565,920	6,083,073	42,762,583	2,177,971	2,164,392	24,865,056	638,396	542,637
Elevation 3435	30,131,921	12,958,781	6,264,844	44,116,146	2,243,052	2,165,717	25,723,152	609,825	518,351
Elevation 3429	31,020,624	12,762,686	6,347,635	45,417,296	2,272,694	2,175,322	26,572,608	600,597	510,507
Elevation 3423	31,823,993	12,164,053	5,954,955	46,593,508	2,132,100	2,337,941	27,353,952	572,426	486,562
Elevation 3417	32,642,611	10,975,458	5,362,004	47,792,048	1,919,801	2,540,138	28,182,672	516,492	439,018
Elevation 3411	33,540,753	9,616,496	5,105,305	49,107,018	1,827,893	2,548,253	29,164,608	452,541	384,660
Elevation 3405	34,416,785	9,010,549	5,003,550	50,389,615	1,791,461	2,455,020	30,170,304	424,026	360,422
Elevation 3399	35,214,257	9,135,490	4,504,490	51,557,194	1,612,778	2,438,294	31,163,184	429,905	365,420
Elevation 3393	35,921,894	10,197,378	3,884,712	52,593,246	1,390,874	2,395,404	32,135,616	479,877	407,895
Elevation 3387	36,835,085	10,544,639	3,391,665	53,930,249	1,214,345	2,241,396	33,379,344	496,218	421,786
Elevation 3381	37,765,807	10,543,252	2,968,921	55,292,919	1,062,986	1,973,621	34,729,200	496,153	421,730
Elevation 3375	38,364,430	8,939,889	2,803,339	56,169,362	1,003,702	1,644,408	35,716,320	420,701	357,596
Elevation 3369	38,867,198	6,844,008	2,608,155	56,905,466	933,818	1,423,332	36,510,048	322,071	273,760
Elevation 3363	39,346,351	4,574,594	2,228,425	57,606,994	797,861	1,235,210	37,313,280	215,275	182,984
Elevation 3357	39,822,574	2,809,311	1,675,250	58,304,231	599,803	1,018,274	38,204,496	132,203	112,372
Elevation 3351	40,359,485	1,921,985	1,231,693	59,090,323	440,993	765,900	39,152,592	90,446	76,879
Elevation 3345	40,826,693	1,434,508	955,568	59,774,362	342,130	505,411	39,979,152	67,506	57,380
Elevation 3339	41,231,275	1,002,584	680,368	60,366,711	243,598	303,214	40,684,464	47,180	40,103
Elevation 3333	41,557,068	643,533	429,219	60,843,704	153,677	181,663	41,221,728	30,284	25,741
Elevation 3327	41,824,138	349,059	238,661	61,234,721	85,450	119,232	41,619,456	16,426	13,962
Elevation 3321	42,059,484	250,614	164,195	61,579,292	58,788	71,208	41,929,488	11,794	10,025
Elevation 3315	42,310,555	218,124	126,268	61,946,885	45,209	37,922	42,227,424	10,265	8,725
Elevation 3309	42,565,968	211,855	97,592	62,320,835	34,942	24,674	42,506,352	9,970	8,474
Elevation 3303	42,780,938	267,519	86,491	62,635,573	30,967	8,611	42,741,360	12,589	10,701
Elevation 3297	42,980,299	128,912	41,627	62,927,457	14,904	8,611	42,956,784	6,066	5,156
Elevation 3291	43,181,654	13,095	5,088	63,222,261	1,822	8,777	43,171,056	616.2579	523.8192
Elevation 3285	43,340,573	0	0	63,454,934	0	4,637	43,335,936	0	0
Elevation 3279	43,485,682	0	0	63,667,388	0	993.6	43,484,688	0	0
Elevation 3273	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	264,026,673	113,064,595	2,074,901,846	40,481,416	51,278,039	1,325,426,401	12,424,785	10,561,067

Opción Precio Au 29\$/onz

	Rock	Revenue	Processing	Mining	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	Cost \$	Cost \$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 3579.	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 3573.	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 3567.	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 3561.	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 3555.	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 3549.	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 3543.	3,676,457	0	0	5,382,700	0	2,153	3,674,304	0	0
Elevation 3537.	4,804,855	12,380	10,638	7,034,788	3,809	30,470	4,770,576	502.2275	426.8934
Elevation 3531.	6,412,910	179,070	141,531	9,389,142	50,674	77,501	6,284,736	7,264	6,175
Elevation 3525.	7,922,362	587,208	374,642	11,599,130	134,136	110,290	7,677,936	23,822	20,249
Elevation 3519.	9,767,736	1,372,637	715,057	14,300,942	256,018	149,702	9,362,016	55,685	47,332
Elevation 3513.	12,154,140	2,269,932	1,098,487	17,794,877	393,300	253,368	11,507,472	92,086	78,274
Elevation 3507.	14,265,561	3,287,127	1,554,532	20,886,208	556,582	476,100	13,232,880	133,352	113,349
Elevation 3501.	16,341,609	4,666,239	2,134,071	23,925,751	764,078	752,155	14,825,376	189,300	160,905
Elevation 3495.	19,306,248	6,557,168	2,707,597	28,266,277	969,422	1,054,375	17,282,450	266,011	226,109
Elevation 3489.	21,317,839	8,914,283	3,474,456	31,211,449	1,243,987	1,275,948	18,797,904	361,634	307,389
Elevation 3483.	22,374,626	11,482,759	4,254,266	32,758,691	1,523,189	1,422,670	19,428,768	465,832	395,957
Elevation 3477.	23,342,306	14,274,744	4,920,296	34,175,471	1,761,653	1,502,158	20,078,496	579,097	492,233
Elevation 3471.	24,299,201	15,898,285	5,331,015	35,576,460	1,908,706	1,622,383	20,768,112	644,961	548,217
Elevation 3465.	25,235,208	16,777,483	5,666,342	36,946,868	2,028,766	1,761,818	21,444,624	680,628	578,534
Elevation 3459.	26,290,310	17,551,807	6,215,354	38,491,644	2,225,333	1,786,162	22,278,816	712,041	605,235
Elevation 3453.	27,280,706	17,417,776	6,497,030	39,941,683	2,326,183	1,841,803	23,112,720	706,603	600,613
Elevation 3447.	28,240,380	17,421,101	6,837,445	41,346,741	2,448,065	1,815,307	23,977,008	706,738	600,728
Elevation 3441.	29,207,419	16,848,518	7,116,345	42,762,583	2,547,922	1,794,442	24,865,056	683,510	580,983
Elevation 3435.	30,131,921	16,048,049	7,209,312	44,116,146	2,581,207	1,827,562	25,723,152	651,036	553,381
Elevation 3429.	31,020,624	15,794,777	7,265,739	45,417,296	2,601,410	1,846,606	26,572,608	640,762	544,647
Elevation 3423.	31,823,993	15,128,039	6,900,348	46,593,508	2,470,586	1,999,454	27,353,952	613,714	521,657
Elevation 3417.	32,642,611	13,815,405	6,369,374	47,792,048	2,280,478	2,179,462	28,182,672	560,463	476,393
Elevation 3411.	33,540,753	12,151,808	6,034,046	49,107,018	2,160,418	2,215,728	29,164,608	492,974	419,028
Elevation 3405.	34,416,785	11,482,053	5,958,193	50,389,615	2,133,259	2,113,222	30,170,304	465,803	395,933
Elevation 3399.	35,214,257	11,638,162	5,469,308	51,557,194	1,958,220	2,092,853	31,163,184	472,136	401,316
Elevation 3393.	35,921,894	12,722,941	4,714,937	52,593,246	1,688,126	2,098,152	32,135,616	516,144	438,722
Elevation 3387.	36,835,085	12,992,859	4,097,472	53,930,249	1,467,050	1,988,690	33,379,344	527,094	448,030
Elevation 3381.	37,765,807	12,956,526	3,644,664	55,292,919	1,304,928	1,731,679	34,729,200	525,620	446,777
Elevation 3375.	38,364,430	11,039,861	3,423,116	56,169,362	1,225,606	1,422,504	35,716,320	447,865	380,685
Elevation 3369.	38,867,198	8,515,279	3,142,829	56,905,466	1,125,252	1,231,898	36,510,048	345,447	293,630
Elevation 3363.	39,346,351	5,963,728	2,837,103	57,606,994	1,015,790	1,017,281	37,313,280	241,936	205,646
Elevation 3357.	39,822,574	3,853,598	2,223,800	58,304,231	796,205	821,873	38,204,496	156,333	132,883
Elevation 3351.	40,359,485	2,659,757	1,631,311	59,090,323	584,071	622,822	39,152,592	107,901	91,716
Elevation 3345.	40,826,693	1,973,165	1,241,406	59,774,362	444,470	403,070	39,979,152	80,047	68,040
Elevation 3339.	41,231,275	1,329,590	834,388	60,366,711	298,742	248,069	40,684,464	53,939	45,848
Elevation 3333.	41,557,068	855,671	529,586	60,843,704	189,612	145,728	41,221,728	34,713	29,506
Elevation 3327.	41,824,138	472,078	301,564	61,234,721	107,971	96,710	41,619,456	19,151	16,279
Elevation 3321.	42,059,484	321,803	193,334	61,579,292	69,221	60,775	41,929,488	13,055	11,097
Elevation 3315.	42,310,555	264,037	136,444	61,946,885	48,852	34,279	42,227,424	10,711	9,105
Elevation 3309.	42,565,968	260,734	111,468	62,320,835	39,910	19,706	42,506,352	10,577	8,991
Elevation 3303.	42,780,938	326,799	101,755	62,635,573	36,432	3,146	42,741,360	13,258	11,269
Elevation 3297.	42,980,299	162,582	53,652	62,927,457	19,210	4,306	42,956,784	6,596	5,606
Elevation 3291.	43,181,654	17,681	7,400	63,222,261	2,650	7,949	43,171,056	717.2976	609.703
Elevation 3285.	43,340,573	1,481	1,388	63,454,934	496.8	4,140	43,335,936	60.0896	51.0761
Elevation 3279.	43,485,682	0	0	63,667,388	0	993.6	43,484,688	0	0
Elevation 3273.	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	328,266,979	133,483,038	2,074,901,846	47,791,993	43,967,461	1,325,426,401	13,317,119	11,319,551

Opción Precio Au 35\$/onz

	Rock	Revenue	Processing	Mining	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	Cost \$	Cost \$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 35	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 35	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 35	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 35	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 35	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 35	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 35	3,676,457	0	0	5,382,700	0	2,153	3,674,304	0	0
Elevation 35	4,804,855	34,234	28,214	7,034,788	10,102	24,178	4,770,576	1,151	978.1108
Elevation 35	6,412,910	281,332	201,197	9,389,142	72,036	56,138	6,284,736	9,457	8,038
Elevation 35	7,922,362	793,428	451,420	11,599,130	161,626	82,800	7,677,936	26,670	22,669
Elevation 35	9,767,736	1,808,311	852,888	14,300,942	305,366	100,354	9,362,016	60,784	51,666
Elevation 35	12,154,140	2,999,453	1,333,447	17,794,877	477,425	169,243	11,507,472	100,822	85,699
Elevation 35	14,265,561	4,327,496	1,879,684	20,886,208	672,998	359,683	13,232,880	145,462	123,643
Elevation 35	16,341,609	6,010,993	2,479,111	23,925,751	887,616	628,618	14,825,376	202,050	171,743
Elevation 34	19,306,248	8,461,961	3,210,357	28,266,277	1,149,430	874,368	17,282,450	284,436	241,770
Elevation 34	21,317,839	11,405,856	4,062,783	31,211,449	1,454,630	1,065,305	18,797,904	383,390	325,882
Elevation 34	22,374,626	14,657,528	4,979,499	32,758,691	1,782,850	1,163,009	19,428,768	492,690	418,787
Elevation 34	23,342,306	18,138,892	5,748,208	34,175,471	2,058,077	1,205,734	20,078,496	609,711	518,254
Elevation 34	24,299,201	20,354,084	6,389,262	35,576,460	2,287,598	1,243,490	20,768,112	684,171	581,545
Elevation 34	25,235,208	21,521,876	6,822,644	36,946,868	2,442,766	1,347,818	21,444,624	723,424	614,911
Elevation 34	26,290,310	22,390,900	7,310,141	38,491,644	2,617,308	1,394,186	22,278,816	752,635	639,740
Elevation 34	27,280,706	22,448,589	7,801,801	39,941,683	2,793,341	1,374,646	23,112,720	754,574	641,388
Elevation 34	28,240,380	22,490,326	8,174,592	41,346,741	2,926,814	1,336,558	23,977,008	755,977	642,581
Elevation 34	29,207,419	21,740,000	8,387,815	42,762,583	3,003,156	1,339,207	24,865,056	730,756	621,143
Elevation 34	30,131,921	20,685,886	8,408,628	44,116,146	3,010,608	1,398,161	25,723,152	695,324	591,025
Elevation 34	31,020,624	20,239,259	8,331,850	45,417,296	2,983,118	1,464,898	26,572,608	680,311	578,265
Elevation 34	31,823,993	19,605,900	8,124,640	46,593,508	2,908,930	1,561,111	27,353,952	659,022	560,169
Elevation 34	32,642,611	18,186,440	7,740,748	47,792,048	2,771,482	1,688,458	28,182,672	611,309	519,613
Elevation 34	33,540,753	16,215,885	7,447,047	49,107,018	2,666,326	1,709,820	29,164,608	545,072	463,311
Elevation 34	34,416,785	15,162,476	7,141,321	50,389,615	2,556,864	1,689,617	30,170,304	509,663	433,214
Elevation 33	35,214,257	15,293,027	6,600,172	51,557,194	2,363,112	1,687,961	31,163,184	514,051	436,944
Elevation 33	35,921,894	16,609,646	5,852,738	52,593,246	2,095,502	1,690,776	32,135,616	558,307	474,561
Elevation 33	36,835,085	16,873,346	5,185,783	53,930,249	1,856,707	1,599,034	33,379,344	567,171	482,096
Elevation 33	37,765,807	16,688,259	4,601,619	55,292,919	1,647,554	1,389,053	34,729,200	560,950	476,807
Elevation 33	38,364,430	14,087,010	4,117,360	56,169,362	1,474,171	1,173,938	35,716,320	473,513	402,486
Elevation 33	38,867,198	11,000,209	3,800,996	56,905,466	1,360,901	996,250	36,510,048	369,755	314,292
Elevation 33	39,346,351	7,920,741	3,491,107	57,606,994	1,249,949	783,122	37,313,280	266,243	226,307
Elevation 33	39,822,574	5,326,522	2,835,253	58,304,231	1,015,128	602,950	38,204,496	179,043	152,186
Elevation 33	40,359,485	3,762,759	2,132,221	59,090,323	763,416	443,477	39,152,592	126,479	107,507
Elevation 33	40,826,693	2,655,418	1,490,242	59,774,362	533,563	313,978	39,979,152	89,258	75,869
Elevation 33	41,231,275	1,807,625	1,017,083	60,366,711	364,154	182,657	40,684,464	60,761	51,646
Elevation 33	41,557,068	1,169,820	653,079	60,843,704	233,827	101,513	41,221,728	39,322	33,423
Elevation 33	41,824,138	664,885	388,980	61,234,721	139,270	65,412	41,619,456	22,349	18,997
Elevation 33	42,059,484	416,192	218,772	61,579,292	78,329	51,667	41,929,488	13,990	11,891
Elevation 33	42,310,555	337,206	154,019	61,946,885	55,145	27,986	42,227,424	11,335	9,634
Elevation 33	42,565,968	331,600	126,731	62,320,835	45,374	14,242	42,506,352	11,146	9,474
Elevation 33	42,780,938	404,510	110,542	62,635,573	39,578	0	42,741,360	13,597	11,557
Elevation 32	42,980,299	206,073	62,440	62,927,457	22,356	1,159	42,956,784	6,927	5,888
Elevation 32	43,181,654	38,244	23,126	63,222,261	8,280	2,318	43,171,056	1,286	1,093
Elevation 32	43,340,573	7,711	6,938	63,454,934	2,484	2,153	43,335,936	259.182	220.3047
Elevation 32	43,485,682	0	0	63,667,388	0	993.6	43,484,688	0	0
Elevation 32	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	425,561,907	160,176,501	2,074,901,846	57,349,266	34,410,189	1,325,426,401	14,304,602	12,158,912

Opción Precio Au 39\$/onz

	Rock	Revenue	Processing	Mining	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	Costos \$	Costos \$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 35	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 35	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 35	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 35	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 35	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 35	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 35	3,676,457	0	0	5,382,700	0	2,153	3,674,304	0	0
Elevation 35	4,804,855	58,776	48,565	7,034,788	17,388	16,891	4,770,576	1,804	1,533
Elevation 35	6,412,910	335,622	227,560	9,389,142	81,475	46,699	6,284,736	10,299	8,754
Elevation 35	7,922,362	907,915	488,422	11,599,130	174,874	69,552	7,677,936	27,860	23,681
Elevation 35	9,767,736	2,044,121	913,479	14,300,942	327,060	78,660	9,362,016	62,724	53,316
Elevation 35	12,154,140	3,376,053	1,419,939	17,794,877	508,392	138,276	11,507,472	103,595	88,056
Elevation 35	14,265,561	4,883,380	2,016,128	20,886,208	721,850	310,831	13,232,880	149,848	127,370
Elevation 35	16,341,609	6,794,533	2,679,383	23,925,751	959,321	556,913	14,825,376	208,492	177,218
Elevation 34	19,306,248	9,528,091	3,457,343	28,266,277	1,237,860	785,938	17,282,450	292,371	248,516
Elevation 34	21,317,839	12,781,033	4,336,595	31,211,449	1,552,666	967,270	18,797,904	392,189	333,360
Elevation 34	22,374,626	16,410,524	5,318,064	32,758,691	1,904,069	1,041,790	19,428,768	503,560	428,026
Elevation 34	23,342,306	20,306,866	6,164,940	34,175,471	2,207,282	1,056,528	20,078,496	623,120	529,652
Elevation 34	24,299,201	22,792,474	6,863,346	35,576,460	2,457,338	1,073,750	20,768,112	699,392	594,483
Elevation 34	25,235,208	24,138,085	7,359,631	36,946,868	2,635,027	1,155,557	21,444,624	740,682	629,580
Elevation 34	26,290,310	25,100,345	7,856,841	38,491,644	2,813,047	1,198,447	22,278,816	770,209	654,678
Elevation 34	27,280,706	25,171,789	8,356,363	39,941,683	2,991,895	1,176,091	23,112,720	772,401	656,541
Elevation 34	28,240,380	25,223,138	8,733,780	41,346,741	3,127,025	1,136,347	23,977,008	773,977	657,880
Elevation 34	29,207,419	24,394,157	8,941,914	42,762,583	3,201,545	1,140,818	24,865,056	748,540	636,259
Elevation 34	30,131,921	23,309,974	9,029,331	44,116,146	3,232,843	1,175,926	25,723,152	715,271	607,981
Elevation 34	31,020,624	22,723,892	8,860,511	45,417,296	3,172,399	1,275,617	26,572,608	697,287	592,694
Elevation 34	31,823,993	22,096,418	8,716,667	46,593,508	3,120,898	1,349,143	27,353,952	678,033	576,328
Elevation 34	32,642,611	20,621,836	8,409,091	47,792,048	3,010,774	1,449,166	28,182,672	632,785	537,867
Elevation 34	33,540,753	18,461,797	8,114,002	49,107,018	2,905,121	1,471,025	29,164,608	566,504	481,528
Elevation 34	34,416,785	17,276,963	7,778,675	50,389,615	2,785,061	1,461,420	30,170,304	530,147	450,625
Elevation 33	35,214,257	17,352,610	7,172,772	51,557,194	2,568,125	1,482,948	31,163,184	532,468	452,598
Elevation 33	35,921,894	18,791,081	6,420,714	52,593,246	2,298,859	1,487,419	32,135,616	576,608	490,117
Elevation 33	36,835,085	19,010,708	5,688,081	53,930,249	2,036,549	1,419,192	33,379,344	583,347	495,845
Elevation 33	37,765,807	18,725,586	5,025,751	55,292,919	1,799,410	1,237,198	34,729,200	574,598	488,409
Elevation 33	38,364,430	15,781,525	4,450,838	56,169,362	1,593,569	1,054,541	35,716,320	484,259	411,620
Elevation 33	38,867,198	12,406,939	4,141,411	56,905,466	1,482,782	874,368	36,510,048	380,709	323,603
Elevation 33	39,346,351	8,980,540	3,780,645	57,606,994	1,353,614	679,457	37,313,280	275,570	234,234
Elevation 33	39,822,574	6,105,458	3,093,802	58,304,231	1,107,698	510,379	38,204,496	187,347	159,245
Elevation 33	40,359,485	4,322,091	2,323,242	59,090,323	831,809	375,084	39,152,592	132,624	112,731
Elevation 33	40,826,693	3,051,534	1,626,686	59,774,362	582,415	265,126	39,979,152	93,637	79,591
Elevation 33	41,231,275	2,068,603	1,101,725	60,366,711	394,459	152,352	40,684,464	63,476	53,954
Elevation 33	41,557,068	1,326,551	696,094	60,843,704	249,228	86,112	41,221,728	40,705	34,600
Elevation 33	41,824,138	767,933	426,907	61,234,721	152,849	51,833	41,619,456	23,564	20,030
Elevation 33	42,059,484	481,552	243,286	61,579,292	87,106	42,890	41,929,488	14,777	12,560
Elevation 33	42,310,555	375,755	160,032	61,946,885	57,298	25,834	42,227,424	11,530	9,801
Elevation 33	42,565,968	366,694	129,968	62,320,835	46,534	13,082	42,506,352	11,252	9,564
Elevation 33	42,780,938	443,112	110,542	62,635,573	39,578	0	42,741,360	13,597	11,557
Elevation 32	42,980,299	229,253	65,678	62,927,457	23,515	0	42,956,784	7,035	5,979
Elevation 32	43,181,654	45,772	26,826	63,222,261	9,605	993.6	43,171,056	1,405	1,194
Elevation 32	43,340,573	9,415	7,863	63,454,934	2,815	1,822	43,335,936	288.8882	245.555
Elevation 32	43,485,682	0	0	63,667,388	0	993.6	43,484,688	0	0
Elevation 32	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	479,380,497	172,783,430	2,074,901,846	61,863,025	29,896,430	1,325,426,401	14,709,887	12,503,404

Opción Precio Au 42\$/onz

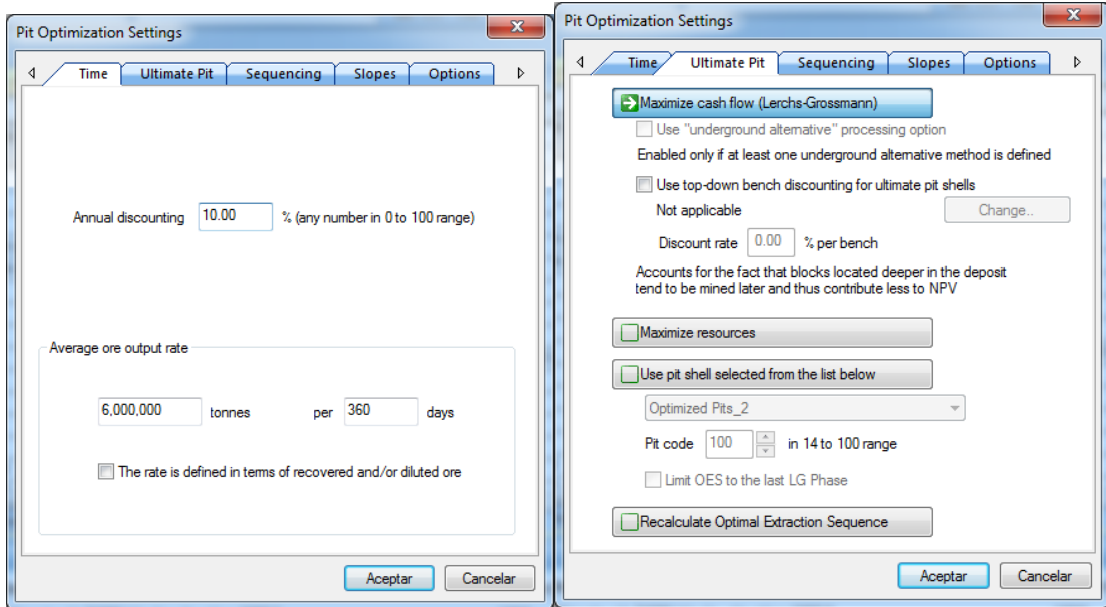
	Rock	Revenue	Processing	Mining	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	Cost \$	Cost \$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 3579	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 3573	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 3567	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 3561	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 3555	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 3549	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 3543	3,676,457	471.3187	462.519	5,382,700	165.5994	1,987	3,674,304	13.2022	11.2219
Elevation 3537	4,804,855	83,291	66,603	7,034,788	23,846	10,433	4,770,576	2,333	1,983
Elevation 3531	6,412,910	405,788	263,637	9,389,142	94,392	33,782	6,284,736	11,367	9,662
Elevation 3525	7,922,362	1,025,342	517,561	11,599,130	185,306	59,119	7,677,936	28,721	24,413
Elevation 3519	9,767,736	2,279,047	951,405	14,300,942	340,639	65,081	9,362,016	63,839	54,263
Elevation 3513	12,154,140	3,765,604	1,483,767	17,794,877	531,245	115,423	11,507,472	105,479	89,657
Elevation 3507	14,265,561	5,469,485	2,130,833	20,886,208	762,919	269,762	13,232,880	153,207	130,226
Elevation 3501	16,341,609	7,601,276	2,830,165	23,925,751	1,013,306	502,927	14,825,376	212,921	180,983
Elevation 3495	19,306,248	10,678,779	3,687,216	28,266,277	1,320,163	703,634	17,282,450	299,125	254,257
Elevation 3489	21,317,839	14,305,226	4,627,521	31,211,449	1,656,828	863,107	18,797,904	400,707	340,601
Elevation 3483	22,374,626	18,307,806	5,633,503	32,758,691	2,017,008	928,850	19,428,768	512,824	435,900
Elevation 3477	23,342,306	22,649,662	6,550,219	34,175,471	2,345,227	918,583	20,078,496	634,444	539,278
Elevation 3471	24,299,201	25,426,522	7,300,428	35,576,460	2,613,830	917,258	20,768,112	712,228	605,393
Elevation 3465	25,235,208	26,972,362	7,866,091	36,946,868	2,816,359	974,225	21,444,624	755,528	642,199
Elevation 3459	26,290,310	28,040,192	8,377,177	38,491,644	2,999,347	1,012,147	22,278,816	785,440	667,624
Elevation 3453	27,280,706	28,105,264	8,862,823	39,941,683	3,173,227	994,759	23,112,720	787,262	669,173
Elevation 3447	28,240,380	28,126,135	9,205,551	41,346,741	3,295,937	967,435	23,977,008	787,847	669,670
Elevation 3441	29,207,419	27,309,508	9,501,565	42,762,583	3,401,921	940,442	24,865,056	764,972	650,226
Elevation 3435	30,131,921	26,110,798	9,578,806	44,116,146	3,429,576	979,193	25,723,152	731,395	621,686
Elevation 3429	31,020,624	25,434,996	9,377,609	45,417,296	3,357,540	1,090,476	26,572,608	712,465	605,595
Elevation 3423	31,823,993	24,732,194	9,218,964	46,593,508	3,300,739	1,169,302	27,353,952	692,779	588,862
Elevation 3417	32,642,611	23,206,495	8,996,492	47,792,048	3,221,086	1,238,854	28,182,672	650,042	552,536
Elevation 3411	33,540,753	20,875,900	8,737,018	49,107,018	3,128,184	1,247,962	29,164,608	584,759	497,045
Elevation 3405	34,416,785	19,540,509	8,363,764	50,389,615	2,994,545	1,251,936	30,170,304	547,353	465,250
Elevation 3399	35,214,257	19,557,676	7,694,958	51,557,194	2,755,087	1,295,986	31,163,184	547,834	465,659
Elevation 3393	35,921,894	21,120,498	6,932,262	52,593,246	2,482,013	1,304,266	32,135,616	591,611	502,869
Elevation 3387	36,835,085	21,322,977	6,162,627	53,930,249	2,206,454	1,249,286	33,379,344	597,282	507,690
Elevation 3381	37,765,807	20,974,056	5,465,608	55,292,919	1,956,895	1,079,712	34,729,200	587,509	499,382
Elevation 3375	38,364,430	17,667,845	4,813,454	56,169,362	1,723,399	924,710	35,716,320	494,898	420,663
Elevation 3369	38,867,198	13,947,927	4,482,751	56,905,466	1,604,995	752,155	36,510,048	390,698	332,093
Elevation 3363	39,346,351	10,169,039	4,097,009	57,606,994	1,466,885	566,186	37,313,280	284,847	242,120
Elevation 3357	39,822,574	6,942,592	3,337,088	58,304,231	1,194,804	423,274	38,204,496	194,470	165,300
Elevation 3351	40,359,485	4,949,513	2,528,601	59,090,323	905,335	301,558	39,152,592	138,642	117,846
Elevation 3345	40,826,693	3,529,217	1,803,831	59,774,362	645,840	201,701	39,979,152	98,858	84,029
Elevation 3339	41,231,275	2,342,639	1,175,265	60,366,711	420,790	126,022	40,684,464	65,620	55,777
Elevation 3333	41,557,068	1,495,460	736,333	60,843,704	263,635	71,705	41,221,728	41,890	35,606
Elevation 3327	41,824,138	877,832	461,596	61,234,721	165,269	39,413	41,619,456	24,589	20,901
Elevation 3321	42,059,484	569,400	283,525	61,579,292	101,513	28,483	41,929,488	15,950	13,557
Elevation 3315	42,310,555	432,889	180,383	61,946,885	64,584	18,547	42,227,424	12,126	10,307
Elevation 3309	42,565,968	406,462	134,594	62,320,835	48,190	11,426	42,506,352	11,385	9,678
Elevation 3303	42,780,938	485,412	110,542	62,635,573	39,578	0	42,741,360	13,597	11,557
Elevation 3297	42,980,299	251,138	65,678	62,927,457	23,515	0	42,956,784	7,035	5,979
Elevation 3291	43,181,654	53,050	29,601	63,222,261	10,598	0	43,171,056	1,486	1,263
Elevation 3285	43,340,573	12,194	9,713	63,454,934	3,478	1,159	43,335,936	341.562	290.3277
Elevation 3279	43,485,682	983.4378	925.0417	63,667,388	331.2	662.4	43,484,688	27.5473	23.4152
Elevation 3273	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	537,561,453	184,635,525	2,074,901,846	66,106,525	25,652,930	1,325,426,401	15,057,744	12,799,082

Opción Precio Au 45\$/onz

	Rock	Revenue	Processing	Mining	ORE	Rock 30 (w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	Cost \$	Cost \$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Elevation 35	56,016	0	0	82,013	0	0	56,016	0	0
Elevation 35	225,648	0	0	330,371	0	0	225,648	0	0
Elevation 35	694,944	0	0	1,017,468	0	0	694,944	0	0
Elevation 35	1,365,120	0	0	1,998,672	0	0	1,365,120	0	0
Elevation 35	2,035,728	0	0	2,980,509	0	0	2,035,728	0	0
Elevation 35	2,764,224	0	0	4,047,100	0	0	2,764,224	0	0
Elevation 35	3,676,457	1,461	1,388	5,382,700	496.7981	1,656	3,674,304	38.1981	32.4684
Elevation 35	4,804,855	97,302	74,466	7,034,788	26,662	7,618	4,770,576	2,544	2,162
Elevation 35	6,412,910	451,948	280,288	9,389,142	100,354	27,821	6,284,736	11,816	10,043
Elevation 35	7,922,362	1,120,261	538,374	11,599,130	192,758	51,667	7,677,936	29,288	24,895
Elevation 35	9,767,736	2,460,646	969,444	14,300,942	347,098	58,622	9,362,016	64,331	54,681
Elevation 35	12,154,140	4,077,304	1,524,931	17,794,877	545,983	100,685	11,507,472	106,596	90,607
Elevation 35	14,265,561	5,947,634	2,215,475	20,886,208	793,224	239,458	13,232,880	155,494	132,170
Elevation 35	16,341,609	8,288,132	2,969,384	23,925,751	1,063,152	453,082	14,825,376	216,683	184,181
Elevation 34	19,306,248	11,645,280	3,883,787	28,266,277	1,390,543	633,254	17,282,450	304,452	258,784
Elevation 34	21,317,839	15,574,193	4,866,181	31,211,449	1,742,278	777,658	18,797,904	407,168	346,093
Elevation 34	22,374,626	19,868,553	5,877,714	32,758,691	2,104,445	841,414	19,428,768	519,439	441,523
Elevation 34	23,342,306	24,540,814	6,814,781	34,175,471	2,439,950	823,860	20,078,496	641,590	545,351
Elevation 34	24,299,201	27,573,335	7,620,030	35,576,460	2,728,260	802,829	20,768,112	720,872	612,741
Elevation 34	25,235,208	29,257,078	8,211,594	36,946,868	2,940,062	850,522	21,444,624	764,891	650,157
Elevation 34	26,290,310	30,404,278	8,726,380	38,491,644	3,124,375	887,119	22,278,816	794,883	675,651
Elevation 34	27,280,706	30,455,472	9,193,063	39,941,683	3,291,466	876,521	23,112,720	796,221	676,788
Elevation 34	28,240,380	30,487,299	9,545,504	41,346,741	3,417,653	845,719	23,977,008	797,054	677,496
Elevation 34	29,207,419	29,656,978	9,884,532	42,762,583	3,539,038	803,326	24,865,056	775,346	659,044
Elevation 34	30,131,921	28,356,705	9,946,510	44,116,146	3,561,228	847,541	25,723,152	741,352	630,149
Elevation 34	31,020,624	27,637,524	9,751,326	45,417,296	3,491,345	956,671	26,572,608	722,550	614,167
Elevation 34	31,823,993	26,887,935	9,594,531	46,593,508	3,435,206	1,034,834	27,353,952	702,953	597,510
Elevation 34	32,642,611	25,287,801	9,405,823	47,792,048	3,367,642	1,092,298	28,182,672	661,119	561,951
Elevation 34	33,540,753	22,834,535	9,188,438	49,107,018	3,289,810	1,086,336	29,164,608	596,981	507,434
Elevation 34	34,416,785	21,290,728	8,706,491	50,389,615	3,117,254	1,129,226	30,170,304	556,620	473,127
Elevation 33	35,214,257	21,347,752	8,074,688	51,557,194	2,891,045	1,160,028	31,163,184	558,111	474,394
Elevation 33	35,921,894	23,031,624	7,321,242	52,593,246	2,621,282	1,164,996	32,135,616	602,134	511,814
Elevation 33	36,835,085	23,159,930	6,466,041	53,930,249	2,315,088	1,140,653	33,379,344	605,488	514,665
Elevation 33	37,765,807	22,741,696	5,726,007	55,292,919	2,050,128	986,479	34,729,200	594,554	505,371
Elevation 33	38,364,430	19,206,497	5,080,328	56,169,362	1,818,950	829,159	35,716,320	502,131	426,811
Elevation 33	38,867,198	15,158,732	4,689,498	56,905,466	1,679,018	678,132	36,510,048	396,307	336,861
Elevation 33	39,346,351	11,097,218	4,291,730	57,606,994	1,536,602	496,469	37,313,280	290,123	246,605
Elevation 33	39,822,574	7,607,285	3,500,357	58,304,231	1,253,261	364,817	38,204,496	198,883	169,051
Elevation 33	40,359,485	5,434,058	2,655,332	59,090,323	950,710	256,183	39,152,592	142,067	120,757
Elevation 33	40,826,693	3,883,085	1,901,886	59,774,362	680,947	166,594	39,979,152	101,519	86,291
Elevation 33	41,231,275	2,585,608	1,248,344	60,366,711	446,954	99,857	40,684,464	67,598	57,458
Elevation 33	41,557,068	1,633,026	765,934	60,843,704	274,234	61,106	41,221,728	42,693	36,289
Elevation 33	41,824,138	960,988	481,484	61,234,721	172,390	32,292	41,619,456	25,124	21,355
Elevation 33	42,059,484	632,627	305,264	61,579,292	109,296	20,700	41,929,488	16,539	14,058
Elevation 33	42,310,555	478,759	194,721	61,946,885	69,718	13,414	42,227,424	12,517	10,639
Elevation 33	42,565,968	446,392	145,232	62,320,835	51,998	7,618	42,506,352	11,670	9,920
Elevation 33	42,780,938	520,084	110,542	62,635,573	39,578	0	42,741,360	13,597	11,557
Elevation 32	42,980,299	269,076	65,678	62,927,457	23,515	0	42,956,784	7,035	5,979
Elevation 32	43,181,654	56,839	29,601	63,222,261	10,598	0	43,171,056	1,486	1,263
Elevation 32	43,340,573	16,406	12,951	63,454,934	4,637	0	43,335,936	428.9249	364.5862
Elevation 32	43,485,682	1,054	925.0417	63,667,388	331.2	662.4	43,484,688	27.5473	23.4152
Elevation 32	43,586,208	0	0	63,814,568	0	0	43,586,208	0	0
Total	1,417,185,856	584,471,933	192,858,220	2,074,901,846	69,050,562	22,708,893	1,325,426,401	15,280,312	12,988,265

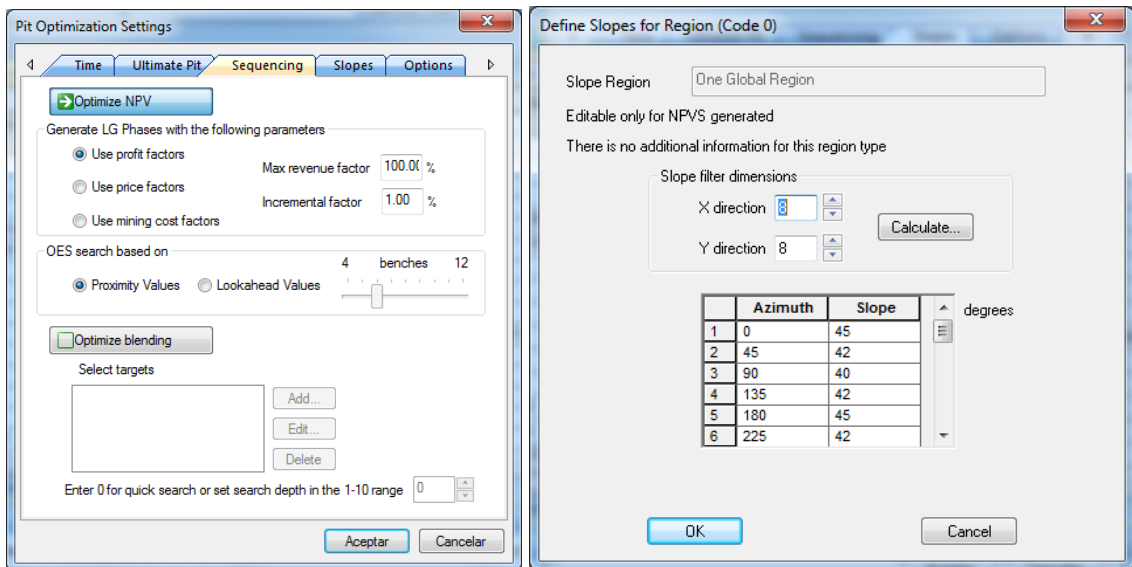
ANEXO 04: PARÁMETROS PARA EL DISEÑO FINAL ÓPTIMO ECONÓMICO.

Opción Precio Au 20 \$/gr



TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° Días/año

Tipo de Algoritmo de Optimización



Optimización Económica Maximizando NPV

Gradientes de Taludes

Opción Precio Au 25 \$/gr

Pit Optimization Settings

Time | **Ultimate Pit** | Sequencing | Slopes | Options

Annual discounting % (any number in 0 to 100 range)

Average ore output rate

tonnes per days

The rate is defined in terms of recovered and/or diluted ore

Aceptar Cancelar

Pit Optimization Settings

Time | Ultimate Pit | **Sequencing** | Slopes | Options

Maximize cash flow (Lerchs-Grossmann)

Use "underground alternative" processing option
Enabled only if at least one underground alternative method is defined

Use top-down bench discounting for ultimate pit shells
Not applicable

Discount rate % per bench

Accounts for the fact that blocks located deeper in the deposit tend to be mined later and thus contribute less to NPV

Maximize resources

Use pit shell selected from the list below

Optimized Pits_2

Pit code in 14 to 100 range

Limit OES to the last LG Phase

Recalculate Optimal Extraction Sequence

Aceptar Cancelar

TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° **Días**/año

Tipo de Algoritmo de Optimización

Define Slopes for Region (Code 0)

Slope Region

Editable only for NPVS generated

There is no additional information for this region type

Slope filter dimensions

X direction

Y direction

	Azimuth	Slope	degrees
1	0	45	
2	45	42	
3	90	40	
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	

OK Cancelar

Define Slopes for Region (Code 0)

Slope Region

Editable only for NPVS generated

There is no additional information for this region type

Slope filter dimensions

X direction

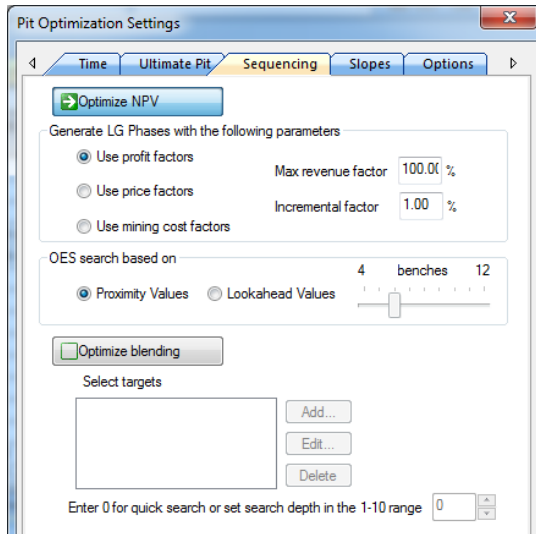
Y direction

	Azimuth	Slope	degrees
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	
7	270	40	
8	315	42	
9			

OK Cancelar

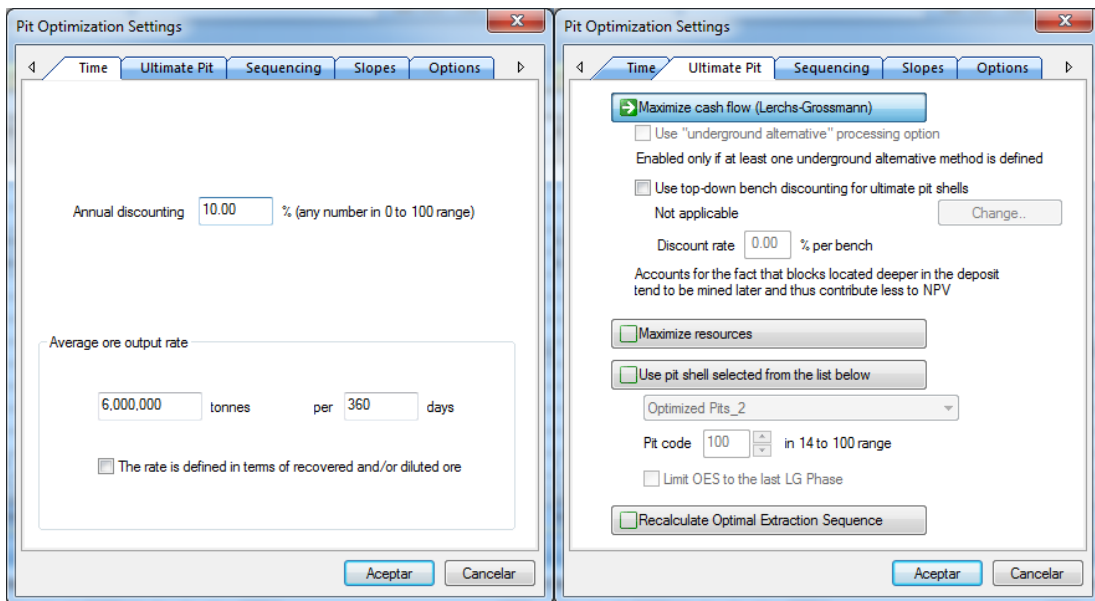
Gradientes de Taludes

Gradientes de Taludes



Optimización Económica Maximizando NPV

Opción Precio Au 29 \$/gr



TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° Días/año

Tipo de Algoritmo de Optimización

Define Slopes for Region (Code 0)

Slope Region: One Global Region

Editable only for NPVS generated

There is no additional information for this region type

Slope filter dimensions

X direction: 8

Y direction: 8

Calculate...

	Azimuth	Slope	degrees
1	0	45	
2	45	42	
3	90	40	
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	

OK Cancel

Gradientes de Taludes

Define Slopes for Region (Code 0)

Slope Region: One Global Region

Editable only for NPVS generated

There is no additional information for this region type

Slope filter dimensions

X direction: 8

Y direction: 8

Calculate...

	Azimuth	Slope	degrees
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	
7	270	40	
8	315	42	
9			

OK Cancel

Gradientes de Taludes

Pit Optimization Settings

Time Ultimate Pit Sequencing Slopes Options

Optimize NPV

Generate LG Phases with the following parameters

Use profit factors
 Use price factors
 Use mining cost factors

Max revenue factor: 100.00 %

Incremental factor: 1.00 %

OES search based on: 4 benches 12

Proximity Values
 Lookahead Values

Optimize blending

Select targets

Add... Edit... Delete

Enter 0 for quick search or set search depth in the 1-10 range: 0

Aceptar Cancelar

Optimización Económica Maximizando NPV

Opción Precio Au 35 \$/gr

TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° **Días**/año

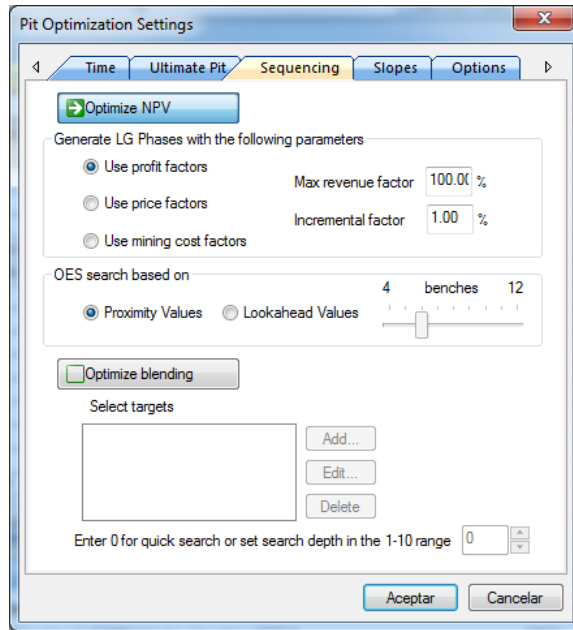
Tipo de Algoritmo de Optimización

	Azimuth	Slope	degrees
1	0	45	
2	45	42	
3	90	40	
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	

	Azimuth	Slope	degrees
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	
7	270	40	
8	315	42	
9			

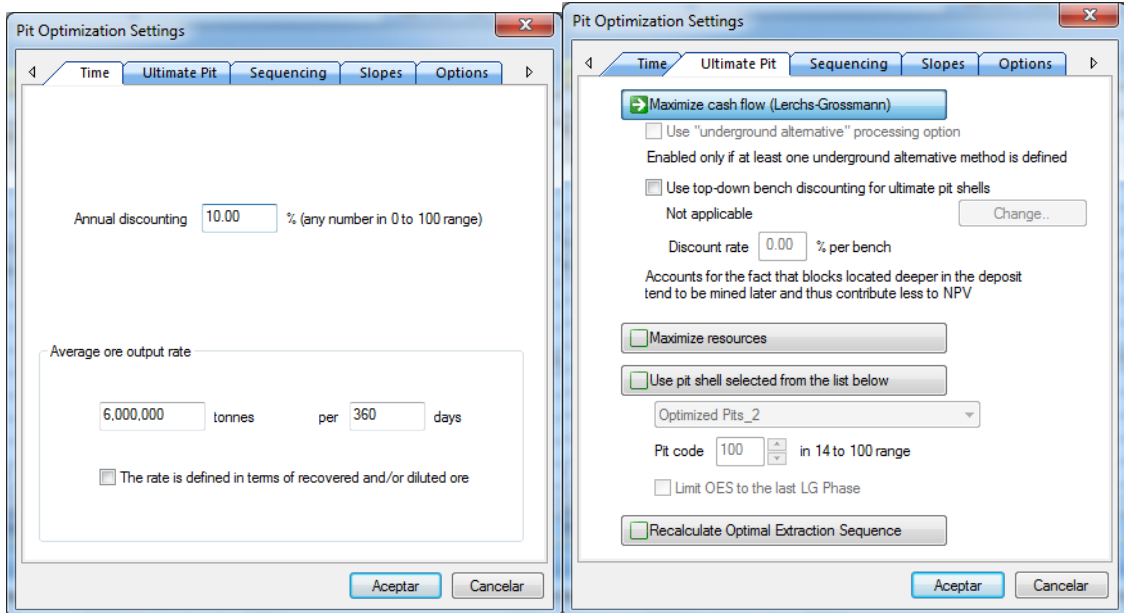
Gradientes de Taludes

Gradientes de Taludes



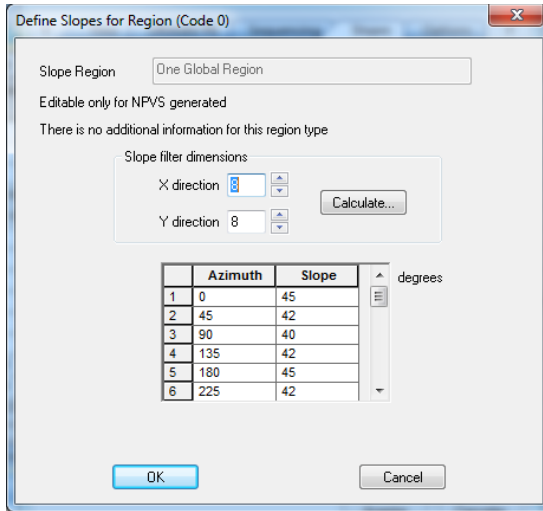
Optimización Económica Maximizando NPV

Opción Precio Au 39 \$/gr

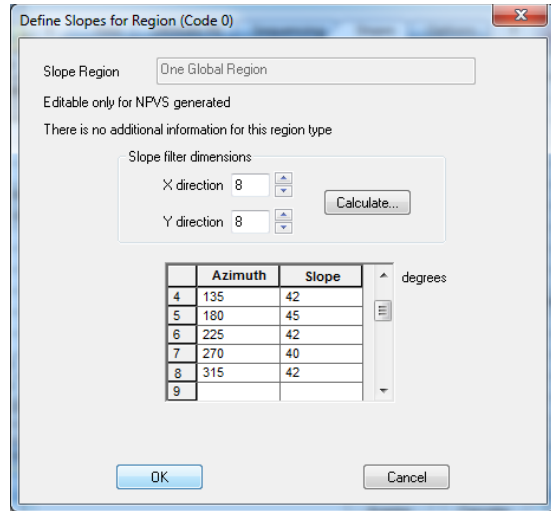


TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° Días/año

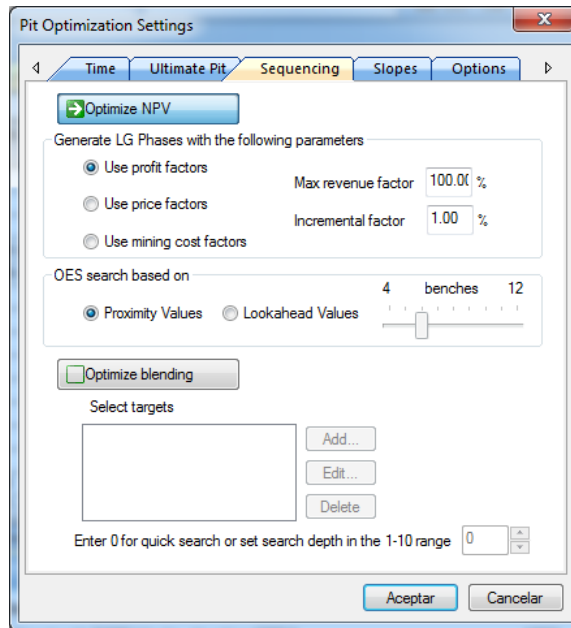
Tipo de Algoritmo de Optimización



Gradientes de Taludes



Gradientes de Taludes



Optimización Económica Maximizando NPV

Opción Precio Au 42 \$/gr

TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° **Días/año**

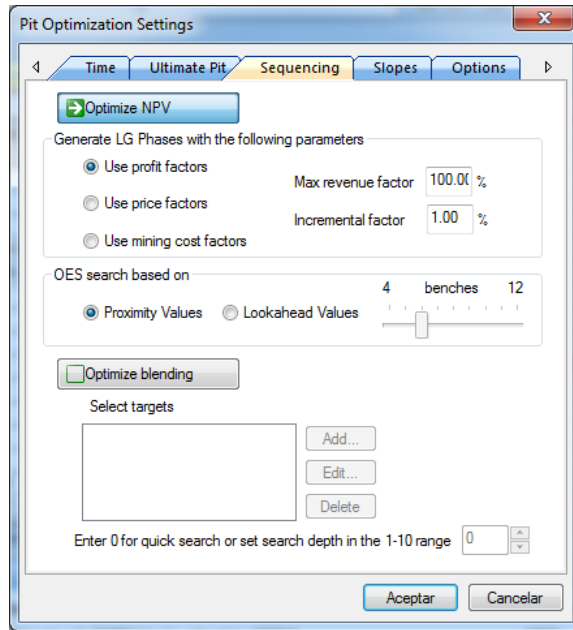
Tipo de Algoritmo de Optimización

	Azimuth	Slope	degrees
1	0	45	
2	45	42	
3	90	40	
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	

	Azimuth	Slope	degrees
4	135	42	
5	180	45	
6	225	42	
7	270	40	
8	315	42	
9			

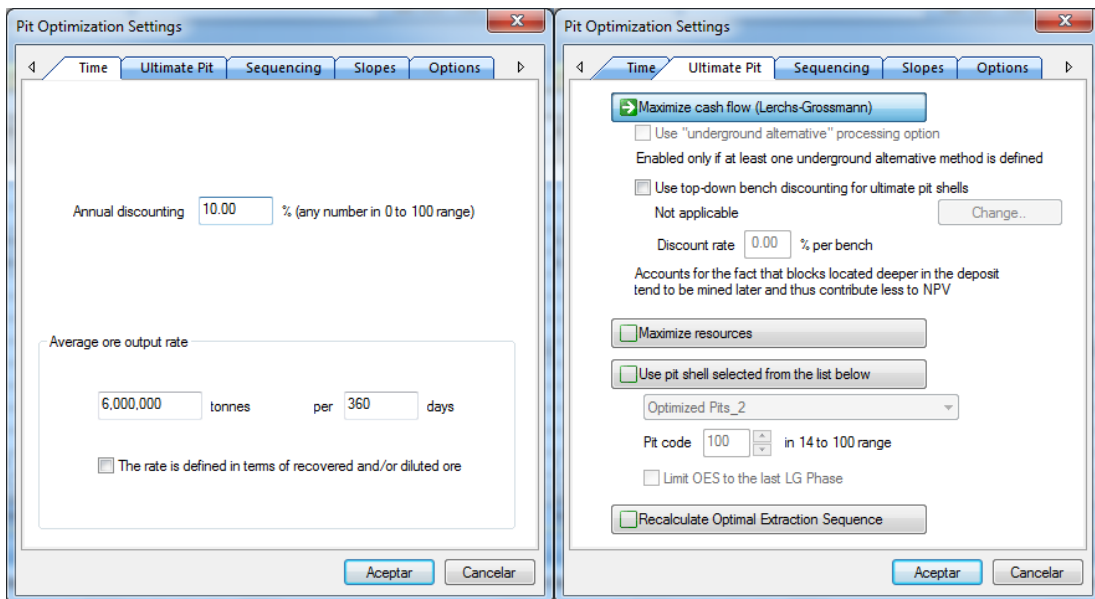
Gradientes de Taludes

Gradientes de Taludes



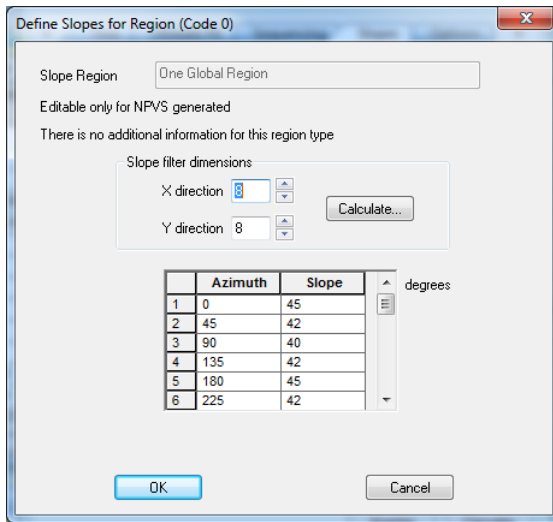
Optimización Económica Maximizando NPV

Opción Precio Au 45 \$/gr

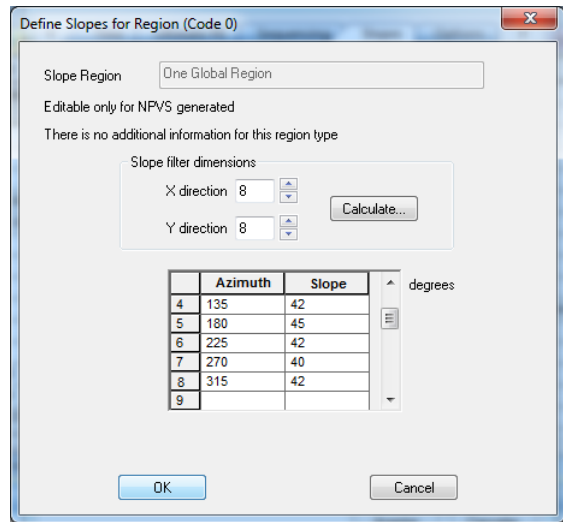


TIR – Tonelaje Anual de Minado – N° Días/año

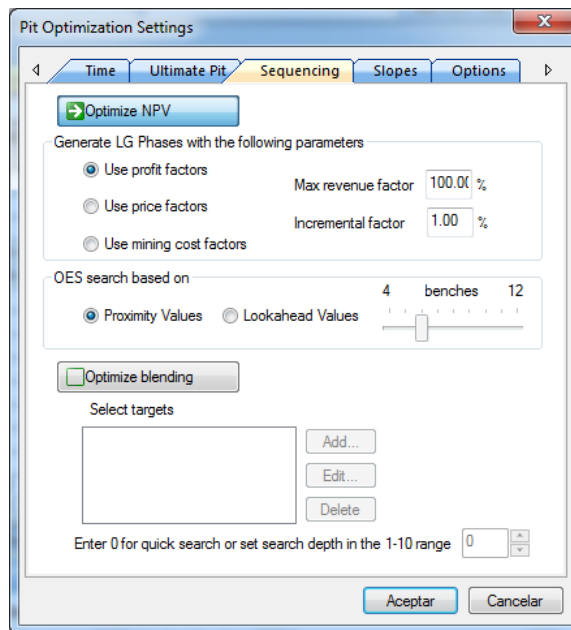
Tipo de Algoritmo de Optimización



Gradientes de Taludes



Gradientes de Taludes



Optimización Económica Maximizando NPV

ANEXO 05: FASES Y PLAN DE MINADO ÓPTIMO CON NPV

OPCIÓN AU 20 \$/ONZ

Phase/Code	Rock	Revenue	Processing	Mining	Capital	NPV	ORE	Rock 30(w)	Rock 10	AU2	AU2 R
	tonnes	\$	Cost \$	Cost \$	Cost \$	\$	tonnes	tonnes	tonnes	g	g
Pit 1 (21)	1,235,088	7,940,729	756,222	1,808,292	0	5,355,449	270,756	139,932	824,400	483,042	410,586
Pit 2 (22)	19,944	115,925	20,351	29,200	0	66,071	7,286	993.6	11,664	7,052	5,994
Pit 3 (23)	19,685	114,716	17,576	28,821	0	68,002	6,293	0	13,392	6,978	5,932
Pit 4 (25)	551,743	2,976,259	449,108	807,807	0	1,707,159	160,798	63,922	327,024	181,049	153,891
Pit 5 (27)	105,602	550,801	65,678	154,612	0	327,990	23,515	4,471	77,616	33,506	28,480
Pit 6 (28)	46,966	231,693	43,014	68,762	0	118,968	15,401	7,949	23,616	14,094	11,980
Pit 7 (29)	35,993	175,549	31,914	52,697	0	90,208	11,426	662.3994	23,904	10,679	9,077
Pit 8 (30)	13,716	65,461	6,938	20,082	0	38,128	2,484	0	11,232	3,982	3,385
Pit 9 (31)	83,282	382,556	69,841	121,934	0	189,161	25,006	12,917	45,360	23,271	19,781
Pit 10 (32)	30,852	138,567	23,126	45,170	0	69,660	8,280	7,452	15,120	8,429	7,165
Pit 11 (33)	30,924	136,100	25,901	45,276	0	64,351	9,274	1,490	20,160	8,279	7,037
Pit 12 (35)	4,226	17,837	4,163	6,188	0	7,420	1,490	0	2,736	1,085	922.2749
Pit 13 (36)	155,758	648,964	90,654	228,045	0	327,185	32,458	12,420	110,880	39,477	33,556
Pit 14 (38)	18,065	71,177	8,325	26,449	0	36,059	2,981	4,140	10,944	4,330	3,680
Pit 15 (39)	13,190	51,741	9,713	19,312	0	22,500	3,478	3,809	5,904	3,147	2,675
Pit 16 (40)	7,229	27,933	5,550	10,584	0	11,686	1,987	2,650	2,592	1,699	1,444
Pit 17 (42)	25,970	94,218	12,026	38,023	0	43,745	4,306	7,121	14,544	5,731	4,872
Pit 18 (43)	34,682	127,696	30,526	50,779	0	45,936	10,930	8,777	14,976	7,768	6,603
Pit 19 (44)	19,037	66,632	9,713	27,872	0	28,761	3,478	4,471	11,088	4,053	3,445
Pit 20 (45)	120,269	414,852	61,053	176,086	0	175,908	21,859	2,650	95,760	25,236	21,450
Pit 21 (53)	18,101	54,049	6,938	26,501	0	20,399	2,484	496.8	15,120	3,288	2,795
Pit 22 (56)	418,183	1,218,390	206,747	612,262	0	394,782	74,023	0	344,160	74,116	62,998
Pit 23 (57)	29,866	87,012	16,651	43,726	0	26,326	5,962	3,312	20,592	5,293	4,499
Pit 24 (58)	8,561	25,592	6,475	12,534	0	6,507	2,318	1,490	4,752	1,557	1,323
Pit 25 (60)	3,442	10,213	2,775	5,039	0	2,371	993.6	0	2,448	621.2509	528.0633
Pit 26 (61)	55,123	151,635	28,214	80,706	0	42,210	10,102	18,382	26,640	9,224	7,841
Pit 27 (63)	9,338	27,570	8,788	13,672	0	5,049	3,146	0	6,192	1,677	1,426
Pit 28 (66)	2,319,142	6,401,716	1,703,464	3,395,455	0	1,260,016	609,905	145,397	1,563,840	389,422	331,009
Pit 29 (67)	2,513	6,547	1,388	3,679	0	1,449	496.8	0	2,016	398.2757	338.5343
Pit 30 (68)	26,590	77,437	26,826	38,930	0	11,424	9,605	5,465	11,520	4,711	4,004
Pit 31 (69)	22,846	60,566	15,726	33,448	0	11,141	5,630	6,127	11,088	3,684	3,132
Pit 32 (70)	10,757	26,437	5,550	15,749	0	5,025	1,987	993.6	7,776	1,608	1,367
Pit 33 (74)	20,246	59,150	23,589	29,643	0	5,787	8,446	2,153	9,648	3,598	3,058
Pit 34 (75)	78,185	196,327	52,265	114,470	0	28,917	18,713	26,496	32,976	11,943	10,151
Pit 35 (76)	5,882	12,513	1,388	8,612	0	2,457	496.8	2,650	2,736	761.1826	647.0052
Pit 36 (80)	928.8	2,910	1,388	1,360	0	158.8243	496.8	0	432	177.0112	150.4595
Pit 37 (81)	59,335	142,384	40,239	86,873	0	14,920	14,407	0	44,928	8,661	7,362
Pit 38 (82)	9,950	23,431	6,475	14,568	0	2,333	2,318	0	7,632	1,425	1,212
Pit 39 (83)	273,298	723,918	271,037	400,135	0	51,241	97,042	46,368	129,888	44,037	37,431
Pit 40 (85)	45,864	104,216	27,289	67,149	0	9,534	9,770	11,758	24,336	6,340	5,389
Pit 41 (86)	41,602	100,636	32,376	60,909	0	7,167	11,592	5,962	24,048	6,122	5,203
Pit 42 (87)	26,345	58,600	15,263	38,571	0	4,647	5,465	0	20,880	3,565	3,030
Pit 43 (89)	28,246	66,228	20,813	41,354	0	3,957	7,452	9,274	11,520	4,029	3,424
Pit 44 (91)	950.3999	2,849	1,388	1,391	0	67.9036	496.8	165.5994	288.0005	173.2878	147.2946
Pit 45 (95)	12,571	27,494	8,325	18,405	0	743.4847	2,981	3,974	5,616	1,672	1,422
Pit 46 (96)	16,826	36,563	11,100	24,636	0	805.826	3,974	2,484	10,368	2,224	1,891
Pit 47 (97)	24,329	65,545	29,139	35,620	0	765.1042	10,433	4,968	8,928	3,987	3,389
Pit 48 (98)	41,479	99,758	37,927	60,730	0	1,068	13,579	828.0006	27,072	6,068	5,158
Pit 49 (99)	32,897	68,560	19,888	48,164	0	492.2002	7,121	0	25,776	4,171	3,545
Pit 50 (100)	138,413	277,466	74,466	202,650	0	306.6996	26,662	30,967	80,784	16,878	14,347
Total	6,354,029	24,565,115	4,445,287	9,302,934	0	10,716,414	1,591,582	615,535	4,146,912	1,494,319	1,270,171

Opción Au 25 \$/onz

Phase/ Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Cost \$	Mining Cost \$	Capital Cost \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock 30 (w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU g	AU R g
Pit 1 (16)	1,329,674	10,730,680	991,645	1,946,776		7,551,119	355,046	78,660	895,968	504,973	429,227
Pit 2 (17)	119,390	845,685	126,731	174,799	0	523,097	45,374	6,624	67,392	39,797	33,827
Pit 3 (18)	506,239	3,509,007	500,910	741,185	0	2,143,020	179,345	22,190	304,704	165,130	140,360
Pit 4 (20)	191,110	1,229,904	172,058	279,804	0	730,605	61,603	8,114	121,392	57,878	49,196
Pit 5 (21)	26,388	159,435	28,214	38,635	0	86,743	10,102	2,318	13,968	7,503	6,377
Pit 6 (22)	4,126	25,458	2,775	6,040	0	15,591	993.6	828.0006	2,304	1,198	1,018
Pit 7 (23)	79,877	466,618	60,590	116,948	0	270,434	21,694	1,159	57,024	21,958	18,665
Pit 8 (24)	19,390	106,291	19,426	28,388	0	54,633	6,955	1,490	10,944	5,002	4,252
Pit 9 (25)	119,110	646,182	91,579	174,388	0	354,030	32,789	7,121	79,200	30,409	25,847
Pit 10 (26)	51,170	273,248	31,914	74,919	0	154,839	11,426	0	39,744	12,859	10,930
Pit 11 (28)	7,747	37,024	11,100	11,343	0	13,557	3,974	1,325	2,448	1,742	1,481
Pit 12 (29)	36,194	174,514	36,539	52,992	0	78,881	13,082	4,968	18,144	8,212	6,981
Pit 13 (30)	25,070	117,505	21,738	36,706	0	54,797	7,783	1,159	16,128	5,530	4,700
Pit 14 (33)	189,576	835,550	129,043	277,558	0	396,156	46,202	11,758	131,616	39,320	33,422
Pit 15 (36)	44,482	183,413	52,265	65,126	0	60,838	18,713	5,465	20,304	8,631	7,337
Pit 16 (38)	25,279	100,919	18,038	37,011	0	42,245	6,458	2,981	15,840	4,749	4,037
Pit 17 (39)	11,282	43,519	4,163	16,519	0	21,033	1,490	0	9,792	2,048	1,741
Pit 18 (40)	15,026	59,652	19,426	22,000	0	16,775	6,955	1,159	6,912	2,807	2,386
Pit 19 (41)	434,923	1,595,707	213,685	636,771	0	681,729	76,507	0	358,416	75,092	63,828
Pit 20 (42)	9,626	35,781	8,788	14,094	0	11,777	3,146	0	6,480	1,684	1,431
Pit 21 (43)	2,565,439	9,422,703	2,412,046	3,756,060	0	2,638,423	863,604	26,827	1,675,008	443,421	376,908
Pit 22 (45)	2,945	10,233	1,388	4,311	0	3,797	496.8	0	2,448	481.5479	409.3157
Pit 23 (46)	36,691	130,585	33,764	53,720	0	36,032	12,089	6,458	18,144	6,145	5,223
Pit 24 (47)	9,943	35,515	12,488	14,558	0	7,081	4,471	0	5,472	1,671	1,421
Pit 25 (48)	110,894	392,464	126,731	162,360	0	85,931	45,374	9,936	55,584	18,469	15,699
Pit 26 (49)	247,925	835,448	203,047	362,987	0	222,339	72,698	19,706	155,520	39,315	33,418
Pit 27 (50)	16,510	57,669	19,426	24,172	0	11,613	6,955	1,490	8,064	2,714	2,307
Pit 28 (51)	15,746	51,856	13,413	23,054	0	12,697	4,802	0	10,944	2,440	2,074
Pit 29 (52)	4,997	17,868	8,325	7,316	0	1,837	2,981	0	2,016	840.8656	714.7358
Pit 30 (53)	24,012	75,127	18,501	35,156	0	17,704	6,624	828.0006	16,560	3,535	3,005
Pit 31 (55)	87,026	269,097	67,066	127,415	0	61,345	24,012	662.4012	62,352	12,663	10,764
Pit 32 (56)	17,683	51,657	9,713	25,890	0	13,197	3,478	5,134	9,072	2,431	2,066
Pit 33 (57)	5,321	17,070	6,013	7,790	0	2,686	2,153	0	3,168	803.2961	682.8017
Pit 34 (58)	7,474	23,733	7,863	10,942	0	4,049	2,815	1,490	3,168	1,117	949.3305
Pit 35 (59)	11,297	34,404	10,638	16,540	0	5,936	3,809	0	7,488	1,619	1,376
Pit 36 (60)	31,579	89,726	18,501	46,235	0	20,511	6,624	331.2006	24,624	4,222	3,589
Pit 37 (61)	22,910	64,421	15,726	33,543	0	12,430	5,630	0	17,280	3,032	2,577
Pit 38 (62)	47,124	151,641	60,128	68,994	0	18,427	21,528	7,452	18,144	7,136	6,066
Pit 39 (65)	24,660	66,934	16,188	36,105	0	11,973	5,796	6,624	12,240	3,150	2,677
Pit 40 (66)	40,644	124,557	47,177	59,507	0	14,572	16,891	5,465	18,288	5,862	4,982
Pit 41 (67)	3,089	7,800	1,388	4,522	0	1,544	496.8	0	2,592	367.0748	312.0136
Pit 42 (68)	3,154	8,922	2,775	4,617	0	1,250	993.6	0	2,160	419.8752	356.8939
Pit 43 (70)	173,232	461,205	128,118	253,629	0	64,317	45,871	26,993	100,368	21,704	18,448
Pit 44 (71)	27,425	75,481	24,051	40,153	0	9,150	8,611	5,134	13,680	3,552	3,019
Pit 45 (72)	155,527	450,123	168,820	227,707	0	42,982	60,444	13,579	81,504	21,182	18,005
Pit 46 (73)	8,287	22,502	7,400	12,133	0	2,395	2,650	165.5994	5,472	1,059	900.0804
Pit 47 (74)	18,511,999	51,988,409	18,948,552	27,103,418	0	-271,219	6,784,301	2,757,074	8,970,624	2,446,513	2,079,536
Pit 48 (75)	22,651	57,853	16,651	33,164	0	3,288	5,962	993.6	15,696	2,722	2,314
Pit 49 (76)	421,265	1,154,041	408,868	616,774	0	50,884	146,390	135,626	139,248	54,308	46,162
Pit 50 (77)	105,394	278,787	91,579	154,307	0	13,186	32,789	14,573	58,032	13,119	11,151
Pit 51 (78)	10,930	35,965	18,038	16,002	0	772.4891	6,458	4,471	0	1,692	1,439
Pit 52 (79)	228,406	688,018	308,501	334,409	0	17,557	110,455	25,502	92,448	32,377	27,521
Pit 53 (80)	3,218	9,524	4,163	4,712	0	257.7699	1,490	0	1,728	448.1689	380.9436
Pit 54 (81)	246,182	683,183	271,962	360,436	0	19,647	97,373	52,330	96,480	32,150	27,327
Pit 55 (82)	48,067	121,558	39,777	70,375	0	4,472	14,242	10,930	22,896	5,720	4,862
Pit 56 (83)	70,790	223,105	110,080	103,644	0	3,639	39,413	10,930	20,448	10,499	8,924
Pit 57 (84)	114,458	281,066	89,729	167,579	0	9,213	32,126	27,324	55,008	13,227	11,243
Pit 58 (85)	55,627	167,264	78,629	81,444	0	2,778	28,152	1,987	25,488	7,871	6,691
Pit 59 (86)	6,057,468	13,891,309	3,888,412	8,868,739	0	158,230	1,392,199	1,288,037	3,377,232	653,709	555,652
Pit 60 (87)	10,759,471	34,953,714	18,216,844	15,752,942	0	-386,763	6,522,321	1,098,094	3,139,056	1,644,881	1,398,149
Pit 61 (88)	68,443	193,925	86,029	100,208	0	1,338	30,802	9,274	28,368	9,126	7,757
Pit 62 (89)	40,831	141,246	79,091	59,781	0	410.6557	28,318	993.6	11,520	6,647	5,650
Pit 63 (90)	508,414	1,275,409	475,471	744,368	0	9,113	170,237	119,729	218,448	60,019	51,016
Pit 64 (91)	224,035	556,242	204,897	328,010	0	3,839	73,361	41,234	109,440	26,176	22,250
Pit 65 (92)	46,080	146,249	76,316	67,466	0	414.2143	27,324	12,420	6,336	6,882	5,850
Pit 66 (93)	238,939	630,088	263,174	349,831	0	2,787	94,226	61,769	82,944	29,651	25,204
Pit 67 (94)	13,356	35,612	15,263	19,555	0	133.2063	5,465	1,987	5,904	1,676	1,424
Pit 68 (95)	51,250	151,617	74,466	75,035	0	349.4575	26,662	14,076	10,512	7,135	6,065
Pit 69 (96)	81,158	238,281	116,555	118,824	0	463.7244	41,731	5,299	34,128	11,213	9,531
Pit 70 (97)	23,587	64,311	29,139	34,534	0	105.9469	10,433	11,426	1,728	3,026	2,572
Pit 71 (98)	197,798	521,986	228,485	289,597	0	540.231	81,806	41,400	74,592	24,564	20,879
Pit 72 (100)	461,225	1,187,955	511,085	675,279	0	-312.1542	182,988	123,869	154,368	55,904	47,518
Total	45,558,259	143,801,551	50,633,076	66,701,847	0	16,231,241	18,128,563	6,166,944	21,262,752	6,767,132	5,752,062

Opción Au 29 \$/onz

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costos \$	Mining Costos \$	Capital Costos \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock 30(w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AUZ R g	
Pit 1 (1)	453.6		1,243	462,5217	664.1158	0	115.8771	165.6003	0	287.9997	50.4063	42.8453
Pit 2 (13)	1,406,160	13,151,523	1,152,139	2,058,759	0	9,881,949	412,510	54,482	939,168	533,530	453,501	
Pit 3 (14)	550,584	4,472,625	583,239	806,110	0	3,053,461	208,822	11,426	330,336	181,445	154,228	
Pit 4 (15)	1,426	8,638	2,775	2,087	0	3,737	993.6	0	432	350.4302	297.8656	
Pit 5 (16)	210,593	1,575,519	204,434	308,329	0	1,050,899	73,195	6,790	130,608	63,916	54,328	
Pit 6 (17)	3,938	28,439	4,163	5,766	0	18,299	1,490	0	2,448	1,154	980.6475	
Pit 7 (18)	19,822	136,743	19,426	29,021	0	87,281	6,955	1,490	11,376	5,547	4,715	
Pit 8 (19)	59,162	386,559	57,815	86,620	0	239,262	20,700	2,318	36,144	15,682	13,330	
Pit 9 (20)	62,302	410,891	49,490	91,216	0	266,944	17,719	662.3994	43,920	16,669	14,169	
Pit 10 (21)	131,774	812,423	122,105	192,931	0	491,024	43,718	4,968	83,088	32,958	28,015	
Pit 11 (22)	54,310	334,201	37,464	79,515	0	214,405	13,414	0	40,896	13,558	11,524	
Pit 12 (23)	43,092	231,463	55,502	63,091	0	111,353	19,872	2,484	20,736	9,390	7,981	
Pit 13 (25)	17,143	95,365	10,638	25,099	0	58,827	3,809	662.3994	12,672	3,869	3,288	
Pit 14 (26)	45,007	224,580	54,115	65,895	0	103,131	19,375	3,312	22,320	9,111	7,744	
Pit 15 (27)	145,958	752,370	96,204	213,698	0	436,178	34,445	2,650	108,864	30,522	25,944	
Pit 16 (28)	1,426	6,519	2,775	2,087	0	1,633	993.6	0	432	264.4527	224.7848	
Pit 17 (29)	28,087	134,783	26,364	41,122	0	66,322	9,439	1,656	16,992	5,468	4,648	
Pit 18 (30)	7,351	34,277	9,713	10,763	0	13,601	3,478	993.6	2,880	1,391	1,182	
Pit 19 (31)	950.3999	4,272	1,388	1,391	0	1,471	496.8	165.5994	288.0005	173.2878	147.2946	
Pit 20 (32)	5,076	22,573	6,938	7,432	0	8,084	2,484	0	2,592	915.7357	778.3753	
Pit 21 (33)	64,548	285,147	64,753	94,505	0	123,997	23,184	5,796	35,568	11,568	9,833	
Pit 22 (34)	3,139,538	13,424,978	2,887,055	4,596,598	0	5,757,322	1,033,675	14,407	2,091,456	544,624	462,930	
Pit 23 (35)	51,235	215,055	67,528	75,013	0	70,195	24,178	993.6	26,064	8,724	7,416	
Pit 24 (36)	6,998	29,528	11,100	10,246	0	7,919	3,974	0	3,024	1,198	1,018	
Pit 25 (37)	58,630	235,992	57,815	85,840	0	89,345	20,700	5,962	31,968	9,574	8,138	
Pit 26 (38)	23,458	93,216	21,276	34,344	0	36,377	7,618	0	15,840	3,782	3,214	
Pit 27 (39)	132,775	509,190	71,691	194,396	0	235,129	25,668	1,987	105,120	20,657	17,558	
Pit 28 (40)	3,650	14,282	4,163	5,345	0	4,618	1,490	0	2,160	579.4039	492.4933	
Pit 29 (41)	54,158	210,137	69,378	79,293	0	59,419	24,840	3,974	25,344	8,525	7,246	
Pit 30 (42)	24,905	92,194	23,589	36,463	0	31,067	8,446	3,643	12,816	3,740	3,179	
Pit 31 (43)	27,684	100,804	25,439	40,532	0	33,666	9,108	0	18,576	4,089	3,476	
Pit 32 (44)	148,968	549,645	162,345	218,104	0	163,399	58,126	3,146	87,696	22,298	18,953	
Pit 33 (45)	3,650	13,518	4,163	5,345	0	3,872	1,490	0	2,160	548.3844	466.1267	
Pit 34 (46)	107,914	398,703	150,319	157,996	0	87,176	53,820	1,822	52,272	16,175	13,748	
Pit 35 (47)	2,678	8,686	1,850	3,921	0	2,811	662.3994	0	2,016	352.3634	299.5089	
Pit 36 (48)	92,405	319,697	99,442	135,290	0	81,913	35,604	10,433	46,368	12,969	11,024	
Pit 37 (49)	30,233	97,095	15,263	44,264	0	36,214	5,465	0	24,768	3,939	3,348	
Pit 38 (50)	85,392	309,231	127,656	125,022	0	54,452	45,706	3,974	35,712	12,545	10,663	
Pit 39 (51)	30,815,668	109,795,783	42,992,233	45,117,220	0	16,199,434	15,392,851	3,097,714	12,325,104	4,454,190	3,786,061	
Pit 40 (52)	180,216	583,965	160,032	263,854	0	119,564	57,298	30,470	92,448	23,690	20,137	
Pit 41 (53)	184,622	672,549	305,726	270,306	0	71,950	109,462	38,585	36,576	27,284	23,191	
Pit 42 (54)	80,546	265,692	87,879	117,928	0	44,635	31,464	29,642	19,440	10,779	9,162	
Pit 43 (55)	125,028	445,336	201,197	183,053	0	45,467	72,036	16,560	36,432	18,066	15,356	
Pit 44 (56)	293,278	1,017,872	425,519	429,388	0	121,009	152,352	21,694	119,232	41,293	35,099	
Pit 45 (57)	519,977	1,691,877	581,389	761,298	0	258,442	208,159	88,762	223,056	68,636	58,341	
Pit 46 (58)	21,629	79,660	40,702	31,667	0	5,394	14,573	0	7,056	3,232	2,747	
Pit 47 (59)	233,849	756,360	276,125	342,378	0	101,799	98,863	62,266	72,720	30,684	26,081	
Pit 48 (60)	28,922	96,919	40,239	42,345	0	10,586	14,407	5,299	9,216	3,932	3,342	
Pit 49 (61)	80,568	264,300	106,380	117,960	0	29,494	38,088	23,184	19,296	10,722	9,114	
Pit 50 (62)	32,746	99,331	31,914	47,943	0	14,370	11,426	4,471	16,848	4,030	3,425	
Pit 51 (63)	489,557	1,575,613	629,028	716,760	0	168,746	225,216	102,341	162,000	63,919	54,331	
Pit 52 (64)	32,040	82,823	12,488	46,910	0	17,223	4,471	496.8	27,072	3,360	2,856	
Pit 53 (65)	280,584	904,704	375,567	410,803	0	86,813	134,467	36,101	110,016	36,702	31,197	
Pit 54 (66)	5,242,320	14,415,315	3,739,481	7,675,281	0	2,099,531	1,338,876	956,340	2,947,104	584,800	497,080	
Pit 55 (67)	515,930	1,537,275	550,400	755,374	0	165,499	197,064	120,722	198,144	62,364	53,009	
Pit 56 (68)	962,885	2,693,827	799,698	1,409,760	0	343,159	286,322	173,714	502,848	109,283	92,891	
Pit 57 (69)	149,357	452,008	176,683	218,673	0	40,263	63,259	40,738	45,360	18,337	15,586	
Pit 58 (70)	329,033	1,044,036	459,283	481,737	0	72,976	164,441	49,680	114,912	42,354	36,001	
Pit 59 (71)	35,316	104,759	40,702	51,706	0	8,757	14,573	14,407	6,336	4,250	3,612	
Pit 60 (72)	302,551	906,925	366,779	442,965	0	68,614	131,321	5,630	165,600	36,792	31,273	

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costos \$	Mining Costos \$	Capital Costos \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock30(w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 59 (71)	35,316	104,759	40,702	51,706	0	8,757	14,573	14,407	6,336	4,250	3,612
Pit 60 (72)	302,551	906,925	366,779	442,965	0	68,614	131,321	5,630	165,600	36,792	31,273
Pit 61 (73)	91,433	269,328	106,842	133,867	0	20,221	38,254	16,891	36,288	10,926	9,287
Pit 62 (74)	141,998	405,538	153,094	207,900	0	31,442	54,814	40,241	46,944	16,452	13,984
Pit 63 (75)	220,205	624,335	234,498	322,402	0	47,549	83,959	20,038	116,208	25,328	21,529
Pit 64 (76)	66,715	207,177	94,354	97,678	0	10,673	33,782	12,917	20,016	8,405	7,144
Pit 65 (77)	17,539	50,981	20,813	25,679	0	3,164	7,452	4,471	5,616	2,068	1,758
Pit 66 (78)	111,614	332,951	144,769	163,415	0	17,423	51,833	10,102	49,680	13,507	11,481
Pit 67 (79)	78,883	234,517	102,680	115,493	0	11,501	36,763	14,904	27,216	9,514	8,087
Pit 68 (80)	83,880	257,663	119,330	122,809	0	10,907	42,725	15,235	25,920	10,453	8,885
Pit 69 (81)	33,631	87,218	30,064	49,239	0	5,566	10,764	5,299	17,568	3,538	3,008
Pit 70 (82)	62,611	187,032	84,641	91,669	0	7,532	30,305	8,114	24,192	7,588	6,449
Pit 71 (83)	18,238	48,389	18,038	26,702	0	2,565	6,458	1,987	9,792	1,963	1,669
Pit 72 (84)	19,210	53,948	22,664	28,125	0	2,220	8,114	1,159	9,936	2,189	1,860
Pit 73 (85)	6,097,464	15,173,879	5,068,303	8,927,297	0	743,497	1,814,645	1,836,835	2,445,984	615,573	523,237
Pit 74 (86)	87,602	275,621	137,831	128,259	0	6,483	49,349	18,382	19,872	11,181	9,504
Pit 75 (87)	635,443	1,610,830	581,851	930,352	0	66,297	208,325	104,990	322,128	65,348	55,546
Pit 76 (88)	106,279	297,802	129,968	155,603	0	8,291	46,534	17,554	42,192	12,081	10,269
Pit 77 (89)	86,299	159,268	18,038	126,351	0	10,095	6,458	13,745	66,096	6,461	5,492
Pit 78 (90)	661,968	1,636,161	589,714	969,187	0	51,478	211,140	279,036	171,792	66,376	56,419
Pit 79 (91)	152,856	459,273	224,323	223,796	0	7,492	80,316	10,764	61,776	18,632	15,837
Pit 80 (92)	160,034	485,159	240,511	234,306	0	6,920	86,112	47,858	26,064	19,682	16,730
Pit 81 (93)	63,770	175,464	77,703	93,366	0	2,954	27,821	11,758	24,192	7,118	6,050
Pit 82 (94)	361,980	763,442	204,434	529,975	0	19,336	73,195	50,177	238,608	30,971	26,326
Pit 83 (95)	9,418	30,709	16,651	13,788	0	181.3811	5,962	0	3,456	1,246	1,059
Pit 84 (97)	32,861	114,281	65,678	48,111	0	327.429	23,515	993.6	8,352	4,636	3,941
Pit 85 (98)	14,126	34,864	13,876	20,682	0	205.5871	4,968	662.4003	8,496	1,414	1,202
Pit 86 (99)	33,286	100,445	51,340	48,733	0	248.2848	18,382	14,904	0	4,075	3,464
Pit 87 (100)	30,722	67,499	22,201	44,981	0	211.9988	7,949	3,478	19,296	2,738	2,328
Total	57,270,124	203,362,806	67,335,627	83,849,189	0	44,175,375	24,108,710	7,631,510	25,529,904	8,250,012	7,012,511

Opción Au 35 \$/onz

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Cost \$	Mining Cost \$	Capital Cost \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock 30 (w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 1 (1)	453.6	1,500	462,5217	664.1158	0	372,9486	165.6003	0	287,9997	50,4063	42,8453
Pit 2 (10)	1,424,758	16,149,333	1,271,007	2,085,988	0	12,710,341	455,069	22,025	947,664	542,835	461,410
Pit 3 (11)	552,132	5,407,490	603,127	808,376	0	3,954,706	215,942	5,134	331,056	181,764	154,500
Pit 4 (13)	204,458	1,860,815	201,197	299,348	0	1,344,115	72,036	3,974	128,448	62,548	53,166
Pit 5 (14)	47,592	377,924	56,890	69,679	0	248,222	20,369	1,159	26,064	12,703	10,798
Pit 6 (15)	16,171	135,635	10,175	23,676	0	100,509	3,643	0	12,528	4,559	3,875
Pit 7 (16)	243,742	1,823,271	243,748	356,862	0	1,205,875	87,271	3,974	152,496	61,286	52,093
Pit 8 (17)	54,310	403,346	37,464	79,515	0	282,339	13,414	0	40,896	13,558	11,524
Pit 9 (18)	61,625	388,218	76,778	90,225	0	217,998	27,490	1,159	32,976	13,049	11,092
Pit 10 (19)	11,815	76,873	12,488	17,299	0	46,395	4,471	0	7,344	2,584	2,196
Pit 11 (21)	2,808	15,794	4,163	4,111	0	7,409	1,490	165.5994	1,152	530.8771	451.2456
Pit 12 (22)	219,499	1,323,736	191,484	321,369	0	798,184	68,558	4,637	146,304	44,495	37,821
Pit 13 (23)	5,076	27,243	6,938	7,432	0	12,670	2,484	0	2,592	915.7357	778.3753
Pit 14 (24)	6,998	35,637	11,100	10,246	0	14,063	3,974	0	3,024	1,198	1,018
Pit 15 (25)	2,783,369	14,399,976	2,830,627	4,075,130	0	7,257,260	1,013,472	5,465	1,764,432	484,033	411,428
Pit 16 (26)	67,536	339,306	85,566	98,879	0	149,804	30,636	2,484	34,416	11,405	9,694
Pit 17 (27)	581,198	2,929,997	429,219	850,933	0	1,594,129	153,677	993.6	426,528	98,487	83,714
Pit 18 (28)	8,453	41,691	8,325	12,376	0	20,252	2,981	0	5,472	1,401	1,191
Pit 19 (29)	84,751	389,127	128,118	124,084	0	132,028	45,871	0	38,880	13,080	11,118
Pit 20 (30)	263,484	1,204,878	273,812	385,767	0	524,938	98,035	5,465	159,984	40,500	34,425
Pit 21 (31)	33,516	156,680	16,651	49,071	0	87,548	5,962	1,490	26,064	5,267	4,477
Pit 22 (32)	31,543,127	138,902,125	47,816,325	46,182,293	0	35,253,803	17,120,059	2,117,693	12,305,376	4,668,979	3,968,632
Pit 23 (33)	213,422	935,751	299,251	312,472	0	235,015	107,143	30,967	75,312	31,454	26,736
Pit 24 (34)	414,425	1,795,557	488,422	606,759	0	506,484	174,874	75,679	163,872	60,355	51,302
Pit 25 (35)	382,349	1,603,597	494,435	559,797	0	396,282	177,026	29,642	175,680	53,902	45,817
Pit 26 (36)	354,269	1,483,023	578,151	518,685	0	277,620	207,000	29,477	117,792	49,850	42,372
Pit 27 (37)	446,342	1,830,415	604,052	653,490	0	410,346	216,274	95,717	134,352	61,527	52,298
Pit 28 (38)	414,266	1,684,520	582,776	606,527	0	353,598	208,656	56,138	149,472	56,623	48,129
Pit 29 (39)	310,406	1,235,032	377,417	454,466	0	287,173	135,130	54,317	120,960	41,514	35,287
Pit 30 (40)	328,853	1,294,190	413,956	481,473	0	283,303	148,212	50,177	130,464	43,502	36,977
Pit 31 (41)	166,457	662,163	280,288	243,709	0	97,978	100,354	7,783	58,320	22,258	18,919
Pit 32 (42)	189,108	733,362	273,350	276,873	0	129,598	97,870	20,534	70,704	24,651	20,953
Pit 33 (43)	378,864	1,486,668	641,054	554,695	0	205,245	229,522	35,438	113,904	49,972	42,476
Pit 34 (44)	88,366	327,214	98,054	129,376	0	70,330	35,107	9,770	43,488	10,999	9,349
Pit 35 (45)	602,582	2,215,649	739,108	882,241	0	417,176	264,629	44,050	293,904	74,476	63,304
Pit 36 (46)	85,032	320,068	128,581	124,495	0	46,975	46,037	15,235	23,760	10,759	9,145
Pit 37 (47)	6,112,015	21,286,013	5,460,983	8,948,601	0	4,628,071	1,955,239	905,832	3,250,944	715,496	608,172
Pit 38 (48)	174,982	637,805	239,586	256,191	0	96,338	85,781	20,369	68,832	21,439	18,223
Pit 39 (49)	590,054	2,065,703	640,591	863,899	0	378,882	229,356	125,690	235,008	69,435	59,020
Pit 40 (50)	364,406	1,200,547	261,787	533,527	0	273,126	93,730	29,477	241,200	40,355	34,301
Pit 41 (51)	541,577	1,919,571	709,969	792,923	0	279,844	254,196	75,845	211,536	64,523	54,845
Pit 42 (52)	246,895	908,062	413,956	361,479	0	88,830	148,212	10,267	88,416	30,523	25,945
Pit 43 (53)	152,467	501,455	150,319	223,227	0	85,611	53,820	27,655	70,992	16,856	14,327
Pit 44 (54)	397,073	1,370,384	534,674	581,354	0	169,700	191,434	117,079	88,560	46,063	39,154
Pit 45 (55)	22,140	77,306	32,376	32,415	0	8,348	11,592	2,484	8,064	2,599	2,209
Pit 46 (56)	5,745,780	18,554,292	5,948,480	8,412,396	0	2,660,515	2,129,782	1,300,622	2,315,376	623,674	530,123
Pit 47 (57)	9,439	31,116	11,100	13,820	0	3,991	3,974	5,465	0	1,046	889.0226
Pit 48 (58)	317,772	1,046,537	390,830	465,250	0	122,274	139,932	33,120	144,720	35,178	29,901
Pit 49 (59)	87,343	265,612	74,928	127,879	0	40,340	26,827	22,356	38,160	8,928	7,589
Pit 50 (60)	220,464	773,047	360,766	322,781	0	57,330	129,168	16,560	74,736	25,985	22,087
Pit 51 (61)	77,717	265,675	119,330	113,785	0	20,854	42,725	19,872	15,120	8,930	7,591
Pit 52 (62)	790,114	2,364,693	716,445	1,156,805	0	312,712	256,514	201,535	332,064	79,485	67,563
Pit 53 (63)	54,194	142,638	23,589	79,346	0	25,321	8,446	9,605	36,144	4,795	4,075
Pit 54 (64)	110,570	356,289	145,694	161,886	0	31,028	52,164	10,598	47,808	11,976	10,180
Pit 55 (65)	87,739	266,288	94,354	128,459	0	27,679	33,782	16,229	37,728	8,951	7,608
Pit 56 (66)	237,852	772,740	335,790	348,239	0	56,312	120,226	29,642	87,984	25,974	22,078
Pit 57 (67)	9,144	23,272	4,625	13,388	0	3,343	1,656	0	7,488	782.2614	664.9222
Pit 58 (68)	126,058	400,842	172,520	184,561	0	27,768	61,769	13,745	50,544	13,474	11,453
Pit 59 (69)	258,070	693,986	186,396	377,840	0	82,231	66,737	42,725	148,608	23,327	19,828
Pit 60 (70)	109,829	360,766	167,895	160,800	0	20,308	60,113	5,796	43,920	12,127	10,308

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costos \$	Mining Costos \$	Capital Costos \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock30(w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 60 (70)	109,829	360,766	167,895	160,800	0	20,308	60,113	5,796	43,920	12,127	10,308
Pit 61 (71)	581,731	1,615,472	518,948	851,713	0	154,289	185,803	74,520	321,408	54,302	46,156
Pit 62 (72)	954,655	2,823,253	1,102,187	1,397,711	0	201,299	394,625	247,406	312,624	94,899	80,664
Pit 63 (73)	29,549	87,708	35,152	43,262	0	5,832	12,586	5,299	11,664	2,948	2,506
Pit 64 (74)	85,867	293,846	152,632	125,718	0	9,705	54,648	1,987	29,232	9,877	8,396
Pit 65 (75)	92,498	304,234	149,857	135,427	0	11,853	53,654	7,452	31,392	10,226	8,692
Pit 66 (76)	576,727	1,584,317	565,663	844,386	0	108,398	202,529	30,470	343,728	53,254	45,266
Pit 67 (77)	71,942	177,915	48,565	105,331	0	14,986	17,388	9,770	44,784	5,980	5,083
Pit 68 (78)	681,458	1,796,916	599,427	997,723	0	123,551	214,618	118,073	348,768	60,401	51,340
Pit 69 (79)	4,932	12,750	4,163	7,221	0	849,4996	1,490	993.6	2,448	428.5565	364.273
Pit 70 (80)	308,621	772,691	235,886	451,852	0	52,608	84,456	16,229	207,936	25,973	22,077
Pit 71 (81)	94,356	292,084	138,294	138,147	0	9,699	49,514	35,770	9,072	9,818	8,345
Pit 72 (82)	1,814	4,653	1,850	2,656	0	90,8449	662,4003	0	1,152	156,4014	132,9412
Pit 73 (83)	2,484	6,878	2,775	3,637	0	288,9483	993.6	1,490	0	231,1793	196,5024
Pit 74 (84)	275,314	819,474	376,954	403,087	0	24,305	134,964	8,446	131,904	27,545	23,414
Pit 75 (85)	82,332	212,903	78,166	120,542	0	8,776	27,986	5,962	48,384	7,156	6,083
Pit 76 (86)	55,037	154,819	66,603	80,579	0	4,718	23,846	23,846	7,344	5,204	4,423
Pit 77 (87)	10,606	33,249	16,651	15,528	0	662,192	5,962	2,484	2,160	1,118	949,9703
Pit 78 (88)	65,390	134,697	27,289	95,738	0	7,212	9,770	9,108	46,512	4,528	3,848
Pit 79 (89)	72,569	166,893	50,415	106,248	0	6,317	18,050	17,222	37,296	5,610	4,768
Pit 80 (90)	308,016	687,892	195,184	450,966	0	25,646	69,883	19,541	218,592	23,122	19,654
Pit 81 (91)	13,021,128	28,097,633	7,423,921	19,064,233	0	670,781	2,658,046	3,835,130	6,527,952	944,458	802,790
Pit 82 (92)	3,477,694	10,179,948	4,840,743	5,091,691	0	115,392	1,733,170	282,348	1,462,176	342,183	290,856
Pit 83 (93)	147,204	470,032	247,911	215,521	0	3,741	88,762	6,458	51,984	15,799	13,429
Pit 84 (94)	9,655	25,803	11,101	14,136	0	325,1354	3,974	496.8	5,184	867,3438	737,2423
Pit 85 (95)	436,421	1,315,754	660,480	638,964	0	8,920	236,477	18,216	181,728	44,227	37,593
Pit 86 (96)	581,825	1,408,743	529,124	851,850	0	15,267	189,446	178,682	213,696	47,353	40,250
Pit 87 (97)	444,146	935,134	265,024	650,275	0	11,043	94,889	121,882	227,376	31,433	26,718
Pit 88 (98)	25,006	82,718	45,790	36,611	0	179,1339	16,394	1,987	6,624	2,780	2,363
Pit 89 (99)	28,555	68,606	26,364	41,808	0	246,1456	9,439	17,388	1,728	2,306	1,960
Pit 90 (100)	27,418	77,746	37,464	40,142	0	77,3024	13,414	2,484	11,520	2,613	2,221
Total	81,990,258	314,927,206	95,966,127	120,041,938	0	80,777,897	34,359,515	10,874,455	36,756,288	10,585,788	8,997,920

Opción Au 39 \$/onz

Phase/ Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Cost \$	Mining Cost \$	Capital Cost \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock 30 (w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 1 (1)	453.6	1,643	462,5217	664,1158	0	516,0515	165,6003	0	287,9997	50,4063	42,8453
Pit 2 (9)	1,439,244	17,849,969	1,308,934	2,107,197	0	14,339,578	468,648	15,732	954,864	547,730	465,570
Pit 3 (10)	537,646	5,785,520	585,551	787,167	0	4,366,871	209,650	4,140	323,856	177,530	150,900
Pit 4 (11)	161,719	1,614,592	161,420	236,773	0	1,202,013	57,794	2,981	100,944	49,544	42,112
Pit 5 (12)	84,665	782,360	92,504	123,958	0	558,840	33,120	2,153	49,392	24,007	20,406
Pit 6 (13)	5,666	55,427	4,163	8,296	0	42,427	1,490	0	4,176	1,701	1,446
Pit 7 (14)	259,913	2,147,757	255,774	380,538	0	1,490,585	91,577	3,312	165,024	65,904	56,019
Pit 8 (16)	115,934	869,004	116,093	169,740	0	574,683	41,566	496.8	73,872	26,666	22,666
Pit 9 (17)	11,815	84,209	12,488	17,299	0	53,616	4,471	0	7,344	2,584	2,196
Pit 10 (18)	36,050	225,230	47,177	52,781	0	123,379	16,891	1,159	18,000	6,911	5,875
Pit 11 (19)	183,449	1,227,954	149,394	268,587	0	797,191	53,489	1,656	128,304	37,680	32,028
Pit 12 (20)	8,381	50,153	11,100	12,270	0	26,353	3,974	662.3994	3,744	1,539	1,308
Pit 13 (21)	6,998	39,038	11,100	10,246	0	17,406	3,974	0	3,024	1,198	1,018
Pit 14 (22)	2,889,281	16,348,834	2,993,897	4,230,196	0	8,833,670	1,071,929	4,968	1,812,384	501,667	426,417
Pit 15 (23)	85,565	444,598	133,206	125,275	0	179,786	47,693	0	37,872	13,643	11,596
Pit 16 (24)	74,210	378,417	115,168	108,651	0	149,247	41,234	0	32,976	11,612	9,870
Pit 17 (25)	568,764	3,120,194	397,305	832,727	0	1,822,358	142,250	993.6	425,520	95,744	81,382
Pit 18 (26)	31,447,792	152,606,748	49,109,995	46,042,713	0	45,627,458	17,583,242	1,653,350	12,211,200	4,682,769	3,980,353
Pit 19 (27)	1,010,981	4,959,648	1,301,996	1,480,177	0	1,561,774	466,164	179,345	365,472	152,188	129,360
Pit 20 (28)	362,491	1,683,898	591,564	530,723	0	401,063	211,802	17,057	133,632	51,671	43,920
Pit 21 (29)	673,740	3,153,078	882,027	986,423	0	912,382	315,799	79,157	278,784	96,753	82,240
Pit 22 (30)	272,909	1,241,092	418,581	399,566	0	299,619	149,868	30,305	92,736	38,083	32,371
Pit 23 (31)	524,484	2,337,395	821,899	767,897	0	527,345	294,271	79,157	151,056	71,723	60,965
Pit 24 (32)	541,706	2,390,793	795,998	793,112	0	562,367	284,998	69,221	187,488	73,362	62,358
Pit 25 (33)	744,034	3,249,033	1,030,034	1,089,340	0	788,709	368,791	92,570	282,672	99,697	84,743
Pit 26 (34)	75,038	321,141	101,755	109,864	0	76,293	36,432	2,318	36,288	9,854	8,376
Pit 27 (35)	178,718	749,676	271,962	261,662	0	150,322	97,373	7,618	73,728	23,004	19,553
Pit 28 (36)	139,046	579,350	218,772	203,578	0	109,061	78,329	15,070	45,648	17,777	15,111
Pit 29 (37)	746,381	3,051,930	1,017,083	1,092,776	0	651,235	364,154	71,042	311,184	93,649	79,602
Pit 30 (38)	800,813	3,236,425	1,074,898	1,172,470	0	679,706	384,854	109,958	306,000	99,310	84,414
Pit 31 (39)	310,140	1,253,177	500,910	454,076	0	204,081	179,345	26,827	103,968	38,454	32,686
Pit 32 (40)	397,382	1,582,048	630,416	581,808	0	252,133	225,713	53,158	118,512	48,545	41,264
Pit 33 (41)	6,105,866	23,488,417	5,715,369	8,939,599	0	5,790,093	2,046,319	821,707	3,237,840	720,747	612,635
Pit 34 (42)	429,098	1,646,496	546,237	628,243	0	310,025	195,574	95,717	137,808	50,523	42,945
Pit 35 (43)	161,820	621,059	225,248	236,921	0	104,250	80,647	9,605	71,568	19,057	16,199
Pit 36 (44)	448,380	1,643,942	406,093	656,473	0	380,250	145,397	14,407	288,576	50,445	42,878
Pit 37 (45)	200,131	753,677	290,463	293,012	0	111,147	103,997	23,846	72,288	23,127	19,658
Pit 38 (46)	5,871,096	21,405,528	6,693,601	8,595,872	0	3,810,330	2,396,563	1,109,189	2,365,344	656,833	558,308
Pit 39 (47)	164,966	614,966	247,449	241,527	0	78,992	88,596	8,114	68,256	18,870	16,040
Pit 40 (48)	124,740	447,612	149,857	182,632	0	72,129	53,654	8,446	62,640	13,735	11,675
Pit 41 (49)	252,230	930,019	389,443	369,291	0	107,072	139,435	26,827	85,968	28,538	24,257
Pit 42 (50)	325,260	1,167,551	445,870	476,213	0	152,937	159,638	92,902	72,720	35,827	30,453
Pit 43 (51)	779,868	2,640,671	808,024	1,141,805	0	428,071	289,303	108,965	381,600	81,030	68,875
Pit 44 (52)	118,454	417,076	162,345	173,429	0	50,403	58,126	15,401	44,928	12,798	10,878
Pit 45 (53)	62,942	204,842	56,428	92,154	0	34,860	20,203	8,611	34,128	6,286	5,343
Pit 46 (54)	204,271	722,983	304,339	299,073	0	73,971	108,965	23,018	72,288	22,185	18,857
Pit 47 (55)	333,281	1,156,176	460,671	487,956	0	128,041	164,938	50,839	117,504	35,477	30,156
Pit 48 (56)	223,042	731,688	249,761	326,555	0	95,654	89,424	17,554	116,064	22,452	19,084
Pit 49 (57)	319,435	1,095,032	451,420	467,685	0	108,029	161,626	53,986	103,824	33,601	28,561
Pit 50 (58)	351,346	1,157,562	426,907	514,405	0	132,357	152,849	93,233	105,264	35,520	30,192
Pit 51 (59)	114,451	404,872	190,096	167,568	0	28,892	68,062	33,286	13,104	12,424	10,560
Pit 52 (60)	350,086	1,066,476	317,289	512,560	0	144,412	113,602	95,220	141,264	32,725	27,816
Pit 53 (61)	546,926	1,690,172	559,188	800,755	0	200,766	200,210	27,324	319,392	51,863	44,084
Pit 54 (62)	61,574	215,990	104,992	90,151	0	12,681	37,591	9,439	14,544	6,628	5,634
Pit 55 (63)	32,789	111,940	51,802	48,006	0	7,381	18,547	993.6	13,248	3,435	2,920
Pit 56 (64)	1,059,768	3,130,274	985,632	1,551,606	0	357,574	352,894	138,938	567,936	96,053	81,645
Pit 57 (65)	293,954	865,592	282,600	430,379	0	92,087	101,182	29,477	163,296	26,561	22,577
Pit 58 (66)	3,870,511	12,928,873	5,912,403	5,666,815	0	763,791	2,116,865	194,414	1,559,232	396,725	337,216
Pit 59 (67)	191,282	666,715	336,715	280,057	0	29,047	120,557	20,038	50,688	20,458	17,390
Pit 60 (68)	54,360	144,550	35,152	79,588	0	17,347	12,586	8,942	32,832	4,436	3,770
Pit 61 (69)	212,465	546,301	123,956	311,070	0	64,661	44,381	12,420	155,664	16,763	14,249
Pit 62 (70)	87,653	279,733	124,418	128,332	0	15,670	44,546	1,490	41,616	8,584	7,296

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costos \$	Mining Costos \$	Capital Costos \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock30(w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 62 (70)	87,653	279,733	124,418	128,332	0	15,670	44,546	1,490	41,616	8,584	7,296
Pit 63 (71)	57,485	196,124	98,979	84,163	0	7,537	35,438	8,942	13,104	6,018	5,115
Pit 64 (72)	651,974	1,978,227	813,574	954,556	0	120,917	291,290	40,572	320,112	60,702	51,597
Pit 65 (73)	310,428	965,120	423,207	454,498	0	50,234	151,524	107,640	51,264	29,615	25,173
Pit 66 (74)	133,776	431,523	204,434	195,861	0	17,957	73,195	12,917	47,664	13,241	11,255
Pit 67 (75)	106,956	281,966	87,416	156,594	0	21,830	31,298	19,210	56,448	8,652	7,354
Pit 68 (76)	102,636	282,330	100,830	150,269	0	17,956	36,101	1,159	65,376	8,663	7,364
Pit 69 (77)	198,734	528,050	175,295	290,967	0	35,453	62,762	19,044	116,928	16,203	13,773
Pit 70 (78)	13,535,741	33,146,957	8,882,249	19,817,678	0	2,135,646	3,180,182	3,610,742	6,744,816	1,017,121	864,553
Pit 71 (79)	241,711	722,957	317,289	353,889	0	28,092	113,602	18,382	109,728	22,184	18,856
Pit 72 (80)	216,475	577,455	208,134	316,941	0	28,417	74,520	101,347	40,608	17,719	15,061
Pit 73 (81)	864,022	2,538,424	1,110,050	1,265,014	0	87,302	397,440	79,654	386,928	77,892	66,208
Pit 74 (82)	5,724	12,275	2,313	8,381	0	854.3185	828.0006	0	4,896	376.6535	320.1555
Pit 75 (83)	1,310,213	3,892,438	1,767,754	1,918,283	0	107,126	632,923	333,850	343,440	119,440	101,524
Pit 76 (84)	171,850	402,179	113,318	251,605	0	19,866	40,572	5,134	126,144	12,341	10,490
Pit 77 (85)	304,726	894,636	406,556	446,149	0	22,264	145,562	36,763	122,400	27,452	23,334
Pit 78 (86)	213,926	669,963	333,015	313,210	0	12,543	119,232	56,966	37,728	20,558	17,474
Pit 79 (87)	206,878	585,819	256,699	302,889	0	13,867	91,908	78,826	36,144	17,976	15,280
Pit 80 (88)	21,298	81,751	49,952	31,182	0	326.6973	17,885	2,981	431.9996	2,509	2,132
Pit 81 (89)	173,081	432,185	157,257	253,408	0	11,375	56,304	25,337	91,440	13,262	11,272
Pit 82 (90)	85,658	197,322	61,053	125,412	0	5,747	21,859	17,719	46,080	6,055	5,147
Pit 83 (91)	19,980	51,972	20,813	29,253	0	1,010	7,452	9,936	2,592	1,595	1,356
Pit 84 (92)	139,205	351,932	135,981	203,810	0	6,403	48,686	13,910	76,608	10,799	9,179
Pit 85 (93)	275,004	724,914	302,951	402,633	0	10,143	108,468	74,520	92,016	22,244	18,908
Pit 86 (94)	275,249	634,690	210,909	402,992	0	10,876	75,514	14,407	185,328	19,476	16,554
Pit 87 (95)	82,915	270,996	147,082	121,396	0	1,319	52,661	8,942	21,312	8,316	7,068
Pit 88 (96)	95,839	285,954	142,456	140,318	0	1,666	51,005	31,298	13,536	8,775	7,458
Pit 89 (97)	67,162	168,247	67,528	98,331	0	1,254	24,178	4,968	38,016	5,163	4,388
Pit 90 (98)	190,404	507,838	224,785	278,770	0	2,185	80,482	67,730	42,192	15,583	13,246
Pit 91 (99)	69,955	126,388	22,201	102,421	0	925.4186	7,949	10,598	51,408	3,878	3,297
Pit 92 (100)	68,674	144,696	43,939	100,545	0	106.8346	15,732	5,134	47,808	4,440	3,774
Total	88,245,135	368,402,444	109,105,417	129,199,704	0	103,866,185	39,063,880	10,497,384	38,683,872	11,304,503	9,608,827

Opción Au 42 \$/onz

Phase/ Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Cost \$	Mining Cost \$	Capital Cost \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock 30 (w tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 1 (1)	453,6	1,800	462,5217	664,1158	0	672,865	165,6003	0	287,9997	50,4063	42,8453
Pit 2 (8)	1,439,244	19,571,629	1,325,585	2,107,197	0	16,033,106	474,610	9,770	954,864	548,225	465,991
Pit 3 (9)	537,646	6,342,146	589,714	787,167	0	4,913,179	211,140	2,650	323,856	177,651	151,003
Pit 4 (10)	200,578	2,136,917	217,385	293,666	0	1,605,966	77,832	2,650	120,096	59,858	50,879
Pit 5 (11)	50,947	539,680	50,415	74,592	0	409,423	18,050	496,8	32,400	15,117	12,850
Pit 6 (12)	17,014	161,817	17,576	24,910	0	117,801	6,293	496,8	10,224	4,533	3,853
Pit 7 (13)	243,425	2,209,080	236,348	356,398	0	1,593,722	84,622	1,987	156,816	61,879	52,597
Pit 8 (14)	115,934	951,961	116,093	169,740	0	656,328	41,566	496,8	73,872	26,666	22,666
Pit 9 (15)	11,815	92,248	12,488	17,299	0	61,525	4,471	0	7,344	2,584	2,196
Pit 10 (16)	50,710	346,509	71,228	74,244	0	197,951	25,502	1,159	24,048	9,706	8,250
Pit 11 (17)	172,094	1,272,448	134,131	251,963	0	872,151	48,024	662,3994	123,408	35,643	30,296
Pit 12 (18)	63,742	394,330	86,029	93,324	0	211,397	30,802	827,9987	32,112	11,046	9,385
Pit 13 (20)	2,986,106	18,426,528	3,177,518	4,371,958	0	10,523,884	1,137,672	1,490	1,846,944	516,149	438,727
Pit 14 (21)	159,869	865,410	241,436	234,064	0	375,884	86,443	993,6	72,432	24,241	20,605
Pit 15 (22)	32,715,547	174,896,985	51,804,179	47,898,832	0	59,956,512	18,547,862	1,456,949	12,710,736	4,899,075	4,164,214
Pit 16 (23)	988,834	5,244,829	1,351,023	1,447,751	0	1,727,809	483,718	106,812	398,304	146,914	124,877
Pit 17 (24)	253,375	1,297,011	371,867	370,967	0	390,102	133,142	15,401	104,832	36,331	30,881
Pit 18 (25)	929,959	4,757,915	1,235,393	1,361,553	0	1,511,938	442,318	88,762	398,880	133,275	113,284
Pit 19 (26)	756,158	3,623,557	1,272,395	1,107,092	0	863,961	455,566	99,857	200,736	101,500	86,275
Pit 20 (27)	569,851	2,757,206	813,574	834,319	0	766,093	291,290	86,609	191,952	77,233	65,648
Pit 21 (28)	206,748	965,615	318,214	302,700	0	237,459	113,933	12,751	80,064	27,048	22,991
Pit 22 (29)	442,447	2,052,626	662,792	647,787	0	509,447	237,305	43,718	161,424	57,497	48,872
Pit 23 (30)	290,858	1,329,969	426,907	425,846	0	326,635	152,849	15,898	122,112	37,254	31,666
Pit 24 (31)	1,712,153	7,603,064	2,555,427	2,506,763	0	1,718,340	914,940	186,797	610,416	212,971	181,025
Pit 25 (32)	226,490	994,893	361,229	331,605	0	203,238	129,334	26,165	70,992	27,868	23,688
Pit 26 (33)	537,264	2,314,182	935,680	786,608	0	396,174	335,009	29,311	172,944	64,823	55,100
Pit 27 (34)	82,174	351,825	133,206	120,310	0	65,699	47,693	7,121	27,360	9,855	8,377
Pit 28 (35)	6,646,478	28,360,330	6,928,099	9,731,109	0	7,496,901	2,480,522	807,300	3,358,656	794,407	675,246
Pit 29 (36)	269,165	1,122,943	345,966	394,084	0	245,208	123,869	19,872	125,424	31,455	26,737
Pit 30 (37)	5,814,274	23,631,547	6,694,063	8,512,678	0	5,168,728	2,396,729	883,145	2,534,400	661,948	562,656
Pit 31 (38)	429,962	1,750,036	633,191	629,508	0	298,773	226,706	31,464	171,792	49,021	41,668
Pit 32 (39)	117,929	475,580	178,071	172,660	0	76,474	63,756	11,261	42,912	13,322	11,323
Pit 33 (40)	364,198	1,443,285	503,685	533,222	0	248,136	180,338	74,851	109,008	40,428	34,364
Pit 34 (41)	347,645	1,373,235	533,749	508,987	0	201,240	191,102	12,254	144,288	38,466	32,696
Pit 35 (42)	650,801	2,475,996	780,273	952,837	0	449,850	279,367	92,074	279,360	69,356	58,952
Pit 36 (43)	582,545	2,232,769	814,037	852,904	0	341,315	291,456	63,425	227,664	62,543	53,161
Pit 37 (44)	146,318	557,316	209,522	214,225	0	80,475	75,017	23,350	47,952	15,611	13,269
Pit 38 (45)	367,776	1,412,875	598,502	538,461	0	165,631	214,286	70,546	82,944	39,576	33,640
Pit 39 (46)	541,411	1,977,355	649,379	792,680	0	319,928	232,502	80,813	228,096	55,388	47,080
Pit 40 (47)	30,074	116,495	56,890	44,032	0	9,307	20,369	2,650	7,056	3,263	2,774
Pit 41 (48)	68,249	243,482	81,866	99,923	0	36,859	29,311	5,962	32,976	6,820	5,797
Pit 42 (49)	4,457,858	16,497,497	7,034,941	6,526,750	0	1,665,537	2,518,776	244,922	1,694,160	462,115	392,798
Pit 43 (50)	273,427	977,251	366,779	400,325	0	120,219	131,321	23,018	119,088	27,374	23,268
Pit 44 (51)	257,796	923,746	371,404	377,439	0	99,746	132,977	21,859	102,960	25,875	21,994
Pit 45 (52)	824,436	2,893,564	1,098,949	1,207,057	0	332,402	393,466	125,690	305,280	81,052	68,894
Pit 46 (53)	821,282	2,690,549	741,883	1,202,440	0	421,139	265,622	20,700	534,960	75,366	64,061
Pit 47 (54)	286,006	977,954	367,704	418,741	0	107,864	131,652	7,618	146,736	27,394	23,285
Pit 48 (55)	167,940	619,212	301,564	245,881	0	40,366	107,971	23,681	36,288	17,345	14,743
Pit 49 (56)	59,134	223,188	118,405	86,578	0	10,229	42,394	2,484	14,256	6,252	5,314
Pit 50 (57)	925,877	3,112,683	1,197,466	1,355,576	0	311,585	428,738	130,658	366,480	87,190	74,112
Pit 51 (58)	33,883	114,025	45,790	49,608	0	10,390	16,394	496,8	16,992	3,194	2,715
Pit 52 (59)	200,959	674,596	274,737	294,224	0	58,804	98,366	33,617	68,976	18,896	16,062
Pit 53 (60)	455,004	1,420,910	469,921	666,171	0	157,968	168,250	14,738	272,016	39,801	33,831
Pit 54 (61)	112,831	335,031	95,279	165,196	0	41,369	34,114	21,694	57,024	9,385	7,977
Pit 55 (62)	931,774	3,151,010	1,388,950	1,364,210	0	218,746	497,297	64,253	370,224	88,264	75,024
Pit 56 (63)	472,550	1,468,466	524,036	691,861	0	138,323	187,625	124,366	160,560	41,133	34,963
Pit 57 (64)	3,204	11,280	5,550	4,691	0	570,2798	1,987	496,8	720,0005	315,9737	268,5776
Pit 58 (65)	52,762	188,881	98,517	77,248	0	7,192	35,273	10,433	7,056	5,291	4,497
Pit 59 (66)	15,735,470	45,278,274	13,914,476	23,038,302	0	3,822,648	4,981,910	3,730,968	7,022,592	1,268,299	1,078,054
Pit 60 (67)	331,481	961,888	317,752	485,321	0	80,002	113,767	20,866	196,848	26,944	22,902
Pit 61 (68)	201,146	650,103	285,838	294,498	0	35,091	102,341	59,782	39,024	18,210	15,475
Pit 62 (69)	192,125	694,072	374,179	281,290	0	19,359	133,970	26,330	31,824	19,442	16,526
Pit 63 (70)	127,886	365,233	125,806	187,238	0	26,191	45,043	16,891	65,952	10,231	8,696

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costos \$	Mining Costos \$	Capital Costos \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock30(w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 63 (70)	127,886	365,233	125,806	187,238	0	26,191	45,043	16,891	65,952	10,231	8,696
Pit 64 (71)	206,942	646,365	278,438	302,984	0	32,491	99,691	71,539	35,712	18,105	15,390
Pit 65 (72)	103,284	289,881	99,904	151,218	0	19,409	35,770	6,458	61,056	8,120	6,902
Pit 66 (73)	655,870	2,198,252	1,092,474	960,259	0	71,807	391,147	140,594	124,128	61,576	52,339
Pit 67 (74)	323,258	990,399	428,294	473,283	0	43,967	153,346	81,641	88,272	27,742	23,581
Pit 68 (75)	191,441	560,004	225,248	280,288	0	26,968	80,647	12,586	98,208	15,686	13,333
Pit 69 (76)	362,556	1,126,905	512,473	530,818	0	41,222	183,485	32,623	146,448	31,566	26,831
Pit 70 (77)	182,390	541,413	229,873	267,038	0	21,912	82,303	11,095	88,992	15,166	12,891
Pit 71 (78)	152,266	380,333	109,155	222,932	0	23,777	39,082	3,312	109,872	10,654	9,056
Pit 72 (79)	180,043	532,470	230,798	263,601	0	18,757	82,634	496.8	96,912	14,915	12,678
Pit 73 (80)	48,377	146,541	66,603	70,828	0	4,484	23,846	8,114	16,416	4,105	3,489
Pit 74 (81)	2,622,924	8,232,508	3,983,229	3,840,223	0	187,699	1,426,147	154,505	1,042,272	230,602	196,012
Pit 75 (82)	345,377	1,068,104	508,310	505,666	0	25,831	181,994	23,846	139,536	29,919	25,431
Pit 76 (83)	21,946	52,614	15,263	32,131	0	2,503	5,465	496.8	15,984	1,474	1,253
Pit 77 (84)	127,836	328,368	116,093	187,165	0	12,025	41,566	15,566	70,704	9,198	7,818
Pit 78 (85)	378,662	1,000,667	381,580	554,400	0	30,758	136,620	89,258	152,784	28,030	23,825
Pit 79 (86)	113,191	337,104	157,257	165,723	0	6,731	56,304	14,407	42,480	9,443	8,026
Pit 80 (87)	163,966	540,649	286,763	240,062	0	6,564	102,672	48,190	13,104	15,144	12,873
Pit 81 (88)	208,901	658,218	334,403	305,852	0	8,486	119,729	28,980	60,192	18,437	15,672
Pit 82 (89)	549,360	1,529,064	666,030	804,318	0	27,512	238,464	29,808	281,088	42,831	36,406
Pit 83 (90)	825,336	1,970,297	660,480	1,208,374	0	47,140	236,477	43,387	545,472	55,190	46,912
Pit 84 (91)	3,233	6,553	1,388	4,733	0	204.0395	496.8	0	2,736	183.5487	156.0164
Pit 85 (92)	85,946	272,851	141,994	125,834	0	2,361	50,839	5,299	29,808	7,643	6,496
Pit 86 (93)	220,608	492,624	149,857	322,992	0	9,265	53,654	42,394	124,560	13,799	11,729
Pit 87 (94)	93,154	251,903	110,080	136,386	0	2,544	39,413	4,637	49,104	7,056	5,998
Pit 88 (95)	448,286	1,216,584	539,299	656,336	0	9,569	193,090	97,373	157,824	34,078	28,966
Pit 89 (96)	219,190	570,161	240,511	320,915	0	4,033	86,112	43,222	89,856	15,971	13,575
Pit 90 (97)	34,380	71,217	19,426	50,336	0	681.1548	6,955	496.8	26,928	1,995	1,696
Pit 91 (98)	109,404	337,905	176,220	160,178	0	687.7129	63,094	43,718	2,592	9,465	8,045
Pit 92 (99)	1,706,530	5,707,242	3,193,244	2,498,530	0	3,123	1,143,302	93,067	470,160	159,867	135,887
Pit 93 (100)	548,604	1,496,176	692,394	803,211	0	-189.4534	247,903	41,069	259,632	41,910	35,623
Total	100,296,351	446,458,206	132,692,590	146,843,889	0	129,803,279	47,508,983	10,292,537	42,494,832	12,505,832	10,629,957

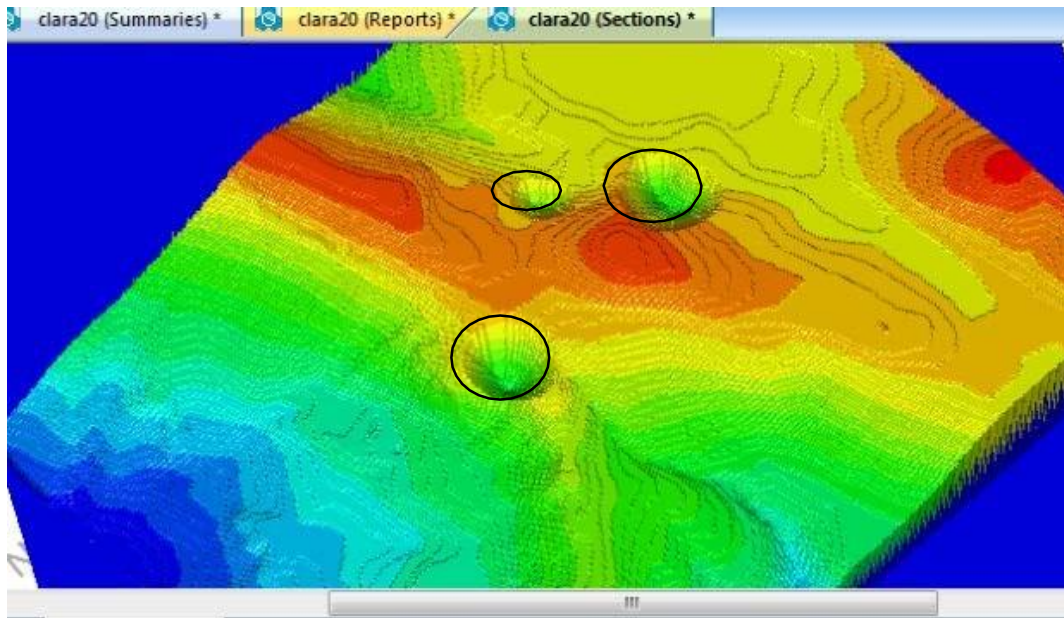
Opción Au 45 \$/gr

Phase/ Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costo \$	Mining Costo \$	Capital Costo \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock 30 (w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 1 (1)	453.6	1,928	462,5217	664,1158	0	801,4008	165,6003	0	287,9997	50,4063	42,8453
Pit 2 (8)	1,976,890	27,774,743	1,925,012	2,894,364	0	22,746,923	689,227	8,942	1,278,720	726,137	617,217
Pit 3 (9)	48,182	521,758	63,365	70,544	0	383,377	22,687	1,159	24,336	13,641	11,595
Pit 4 (10)	203,342	2,347,466	205,822	297,714	0	1,820,702	73,692	1,490	128,160	61,372	52,166
Pit 5 (11)	18,007	182,122	18,963	26,364	0	135,030	6,790	993.6	10,224	4,761	4,047
Pit 6 (12)	242,431	2,359,540	236,348	354,944	0	1,743,398	84,622	993.6	156,816	61,687	52,434
Pit 7 (13)	115,934	1,019,958	116,093	169,740	0	723,277	41,566	496.8	73,872	26,666	22,666
Pit 8 (14)	57,528	434,117	76,778	84,227	0	268,913	27,490	662.3994	29,376	11,349	9,647
Pit 9 (15)	4,997	35,980	6,938	7,316	0	21,390	2,484	496.8	2,016	940.6473	799.5501
Pit 10 (16)	235,836	1,789,639	223,860	345,287	0	1,200,300	80,150	165.5994	155,520	46,788	39,770
Pit 11 (18)	2,988,785	19,753,899	3,185,843	4,375,880	0	11,799,936	1,140,653	2,484	1,845,648	516,442	438,976
Pit 12 (19)	32,780,534	187,967,327	52,793,048	47,993,980	0	69,773,782	18,901,915	1,179,403	12,699,216	4,914,178	4,177,052
Pit 13 (20)	886,198	5,156,860	1,218,742	1,297,482	0	1,858,670	436,356	100,354	349,488	134,820	114,597
Pit 14 (21)	1,150,171	6,297,204	1,783,018	1,683,966	0	1,972,806	638,388	133,639	378,144	164,633	139,938
Pit 15 (22)	991,202	5,388,597	1,414,389	1,451,219	0	1,742,930	506,405	117,742	367,056	140,878	119,747
Pit 16 (23)	710,431	3,708,373	1,044,372	1,040,142	0	1,115,006	373,925	62,762	273,744	96,951	82,408
Pit 17 (24)	520,970	2,623,996	831,612	762,753	0	702,446	297,749	66,406	156,816	68,601	58,311
Pit 18 (25)	451,454	2,199,436	748,359	660,974	0	536,838	267,941	15,898	167,616	57,502	48,876
Pit 19 (26)	1,828,224	8,766,132	2,860,229	2,676,703	0	2,164,153	1,024,070	178,186	625,968	229,180	194,803
Pit 20 (27)	569,916	2,699,662	913,016	834,414	0	633,170	326,894	31,630	211,392	70,579	59,992
Pit 21 (28)	332,546	1,544,610	569,363	486,881	0	323,197	203,854	36,101	92,592	40,382	34,325
Pit 22 (29)	375,682	1,711,567	647,067	550,035	0	339,408	231,674	57,463	86,544	44,747	38,035
Pit 23 (30)	962,057	4,384,752	1,410,688	1,408,547	0	1,024,823	505,080	89,921	367,056	114,634	97,439
Pit 24 (31)	6,211,865	28,551,413	6,707,939	9,094,791	0	8,010,081	2,401,697	627,624	3,182,544	746,442	634,476
Pit 25 (32)	360,338	1,573,495	591,102	527,571	0	285,013	211,637	31,630	117,072	41,137	34,967
Pit 26 (33)	5,089,903	22,457,646	5,994,270	7,452,127	0	5,441,394	2,146,176	711,583	2,232,144	587,128	499,059
Pit 27 (34)	1,009,973	4,348,227	1,197,929	1,478,701	0	1,002,516	428,904	120,557	460,512	113,679	96,627
Pit 28 (35)	344,520	1,456,871	536,524	504,412	0	248,892	192,096	24,840	127,584	38,088	32,375
Pit 29 (36)	391,925	1,636,515	576,763	573,817	0	289,909	206,503	38,254	147,168	42,785	36,367
Pit 30 (37)	865,282	3,564,225	1,172,028	1,266,859	0	666,158	419,630	81,475	364,176	93,182	79,205
Pit 31 (38)	535,572	2,195,985	901,916	784,131	0	300,386	322,920	129,996	82,656	57,411	48,800
Pit 32 (39)	520,445	2,080,071	737,258	761,983	0	340,555	263,966	32,126	224,352	54,381	46,224
Pit 33 (40)	4,240,541	16,976,856	6,956,313	6,208,576	0	2,143,700	2,490,624	180,173	1,569,744	443,839	377,263
Pit 34 (41)	159,862	605,242	133,206	234,053	0	133,822	47,693	22,025	90,144	15,823	13,450
Pit 35 (42)	512,316	2,004,955	820,512	750,082	0	243,178	293,774	8,446	210,096	52,417	44,555
Pit 36 (43)	104,112	404,459	172,983	152,430	0	44,194	61,934	993.6	41,184	10,574	8,988
Pit 37 (44)	1,165,118	4,460,892	1,715,027	1,705,850	0	575,401	614,045	130,162	420,912	116,625	99,131
Pit 38 (45)	164,290	618,557	227,098	240,536	0	83,431	81,310	9,108	73,872	16,171	13,746
Pit 39 (46)	374,436	1,360,946	419,044	548,212	0	217,031	150,034	27,986	196,416	35,580	30,243
Pit 40 (47)	600,480	2,130,761	616,078	879,163	0	348,964	220,579	77,501	302,400	55,706	47,350
Pit 41 (48)	1,057,550	3,842,955	1,400,513	1,548,360	0	486,986	501,437	37,426	518,688	100,469	85,399
Pit 42 (49)	133,092	456,257	123,956	194,860	0	74,822	44,381	1,159	87,552	11,928	10,139
Pit 43 (50)	195,876	694,163	251,149	286,782	0	84,942	89,921	18,547	87,408	18,148	15,426
Pit 44 (51)	1,042,258	3,777,439	1,574,883	1,525,969	0	364,623	563,868	152,518	325,872	98,757	83,943
Pit 45 (52)	135,914	426,506	76,778	198,992	0	81,143	27,490	18,713	89,712	11,150	9,478
Pit 46 (53)	77,717	281,710	125,806	113,785	0	22,664	45,043	10,930	21,744	7,365	6,260
Pit 47 (54)	617,033	2,035,160	643,366	903,398	0	261,316	230,350	112,939	273,744	53,207	45,226
Pit 48 (55)	204,264	719,020	304,801	299,063	0	61,575	109,130	25,006	70,128	18,798	15,978
Pit 49 (56)	871,394	3,153,801	1,481,454	1,275,809	0	210,187	530,417	47,362	293,616	82,452	70,084
Pit 50 (57)	16,393,565	52,193,815	16,387,574	24,001,818	0	5,285,927	5,867,373	3,467,167	7,059,024	1,364,544	1,159,863
Pit 51 (58)	931,608	3,301,833	1,536,494	1,363,967	0	191,180	550,123	34,445	347,040	86,322	73,374
Pit 52 (59)	316,980	1,123,245	527,274	464,090	0	62,663	188,784	22,356	105,840	29,366	24,961
Pit 53 (60)	384,336	1,254,166	480,097	562,706	0	100,139	171,893	103,003	109,440	32,789	27,870
Pit 54 (61)	29,398	104,484	50,877	43,041	0	5,012	18,216	8,446	2,736	2,732	2,322
Pit 55 (62)	112,838	380,462	168,358	165,207	0	22,206	60,278	19,872	32,688	9,947	8,455
Pit 56 (63)	2,219,566	7,915,238	4,010,980	3,249,666	0	299,306	1,436,083	76,010	707,472	206,934	175,894
Pit 57 (64)	42,754	106,632	12,488	62,596	0	14,598	4,471	6,458	31,824	2,788	2,370
Pit 58 (65)	214,020	735,325	352,903	313,347	0	31,852	126,353	51,667	36,000	19,224	16,341
Pit 59 (66)	1,763,777	5,665,568	2,383,832	2,582,346	0	316,703	853,502	24,674	885,600	148,119	125,902
Pit 60 (67)	413,388	1,344,911	595,727	605,241	0	65,166	213,293	19,375	180,720	35,161	29,887
Pit 61 (68)	246,586	747,292	286,300	361,026	0	45,210	102,506	39,247	104,832	19,537	16,606
Pit 62 (69)	77,227	206,591	56,428	113,068	0	16,795	20,203	6,624	50,400	5,401	4,591
Pit 63 (70)	481,399	1,452,817	575,838	704,817	0	77,481	206,172	73,195	202,032	37,982	32,285

Phase/Code	Rock tonnes	Revenue \$	Processing Costos \$	Mining Costos \$	Capital Costos \$	NPV \$	ORE tonnes	Rock30(w) tonnes	Rock 10 tonnes	AU2 g	AU2 R g
Pit 70 (77)	449,568	1,414,343	660,942	658,212	0	42,118	236,642	147,550	65,376	36,976	31,430
Pit 71 (78)	304,589	957,062	453,733	445,948	0	25,377	162,454	27,655	114,480	25,021	21,268
Pit 72 (79)	315,648	794,723	239,586	462,140	0	41,109	85,781	23,515	206,352	20,777	17,661
Pit 73 (80)	411,098	958,949	233,110	601,889	0	54,742	83,462	2,484	325,152	25,071	21,310
Pit 74 (81)	5,400	14,522	5,550	7,906	0	471.2707	1,987	2,981	432	379.6486	322.7013
Pit 75 (82)	412,891	1,296,502	629,953	604,514	0	27,138	225,547	122,544	64,800	33,895	28,811
Pit 76 (83)	240,768	634,329	233,110	352,508	0	21,353	83,462	39,082	118,224	16,584	14,096
Pit 77 (84)	30,600	98,258	49,952	44,801	0	1,541	17,885	3,643	9,072	2,569	2,184
Pit 78 (85)	112,615	330,197	149,394	164,880	0	6,982	53,489	10,598	48,528	8,633	7,338
Pit 79 (86)	639,216	1,770,635	743,271	935,876	0	39,553	266,119	25,337	347,760	46,291	39,347
Pit 80 (87)	4,003,171	10,809,297	4,385,622	5,861,043	0	218,384	1,570,219	1,352,952	1,080,000	282,596	240,207
Pit 81 (88)	166,759	403,115	135,519	244,152	0	9,977	48,521	8,942	109,296	10,539	8,958
Pit 82 (89)	55,526	180,724	95,742	81,296	0	1,567	34,279	6,127	15,120	4,725	4,016
Pit 83 (90)	390,578	1,031,453	418,581	571,846	0	17,305	149,868	90,086	150,624	26,966	22,921
Pit 84 (91)	51,566	118,971	37,927	75,498	0	2,354	13,579	1,987	36,000	3,110	2,644
Pit 85 (92)	21,269	48,936	15,726	31,140	0	879.7241	5,630	662.4003	14,976	1,279	1,087
Pit 86 (93)	216,410	799,284	477,321	316,846	0	2,114	170,899	34,279	11,232	20,896	17,762
Pit 87 (94)	90,403	255,015	117,943	132,359	0	1,985	42,228	9,439	38,736	6,667	5,667
Pit 88 (95)	58,039	156,665	68,916	84,975	0	1,172	24,674	2,981	30,384	4,096	3,481
Pit 89 (96)	237,096	528,738	169,745	347,132	0	4,968	60,775	3,809	172,512	13,823	11,750
Pit 90 (97)	31,039	80,715	34,227	45,444	0	439.6665	12,254	3,809	14,976	2,110	1,794
Pit 91 (98)	1,184,306	3,850,432	2,103,082	1,733,943	0	3,289	752,983	136,123	295,200	100,665	85,565
Pit 92 (99)	587,268	1,621,215	754,371	859,819	0	2,462	270,094	30,470	286,704	42,385	36,027
Pit 93 (100)	31,298	93,616	47,640	45,824	0	61.4858	17,057	993.6	13,248	2,447	2,080
Total	109,492,357	509,458,271	149,214,295	160,307,761	0	152,293,602	53,424,380	10,911,880	45,156,096	13,319,170	11,321,295

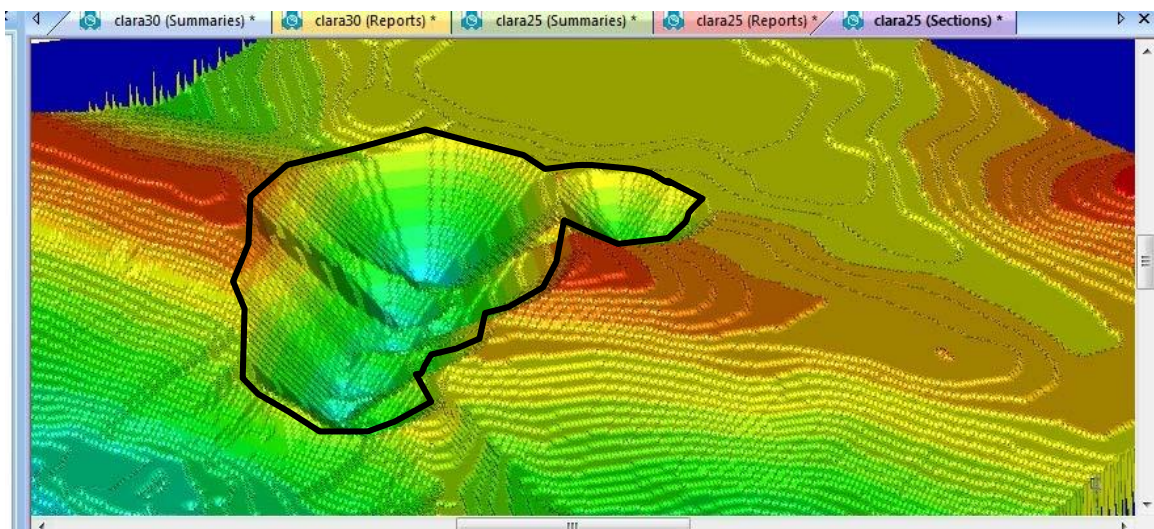
ANEXO 06: UBICACIÓN Y TAMAÑO DEL DISEÑO FINAL ÓPTIMO DE LA MINA.

Opción Precio Au 20\$/gr



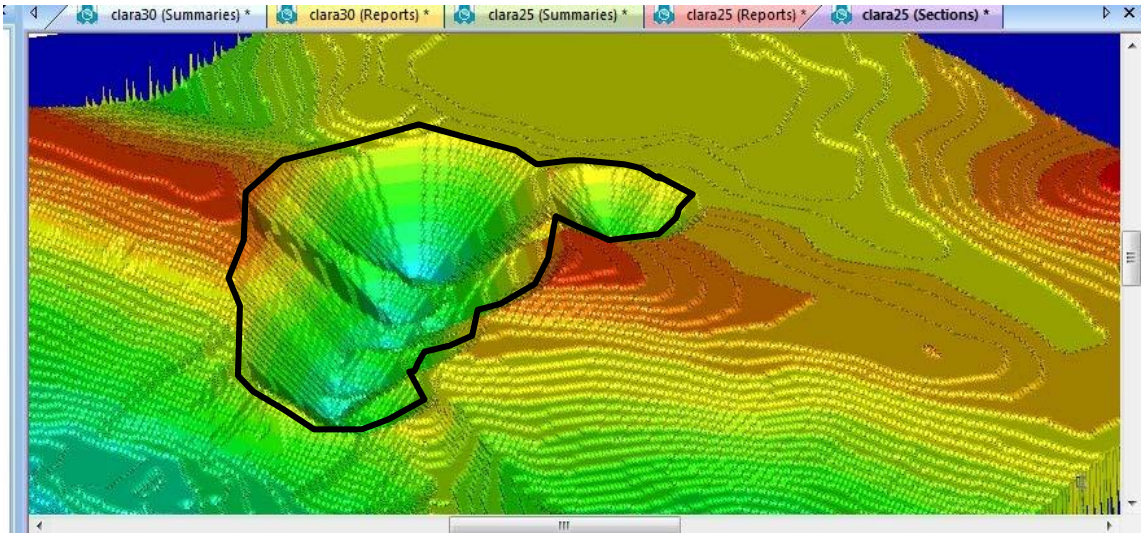
Vista de Perfil

Opción Precio Au 25\$/gr

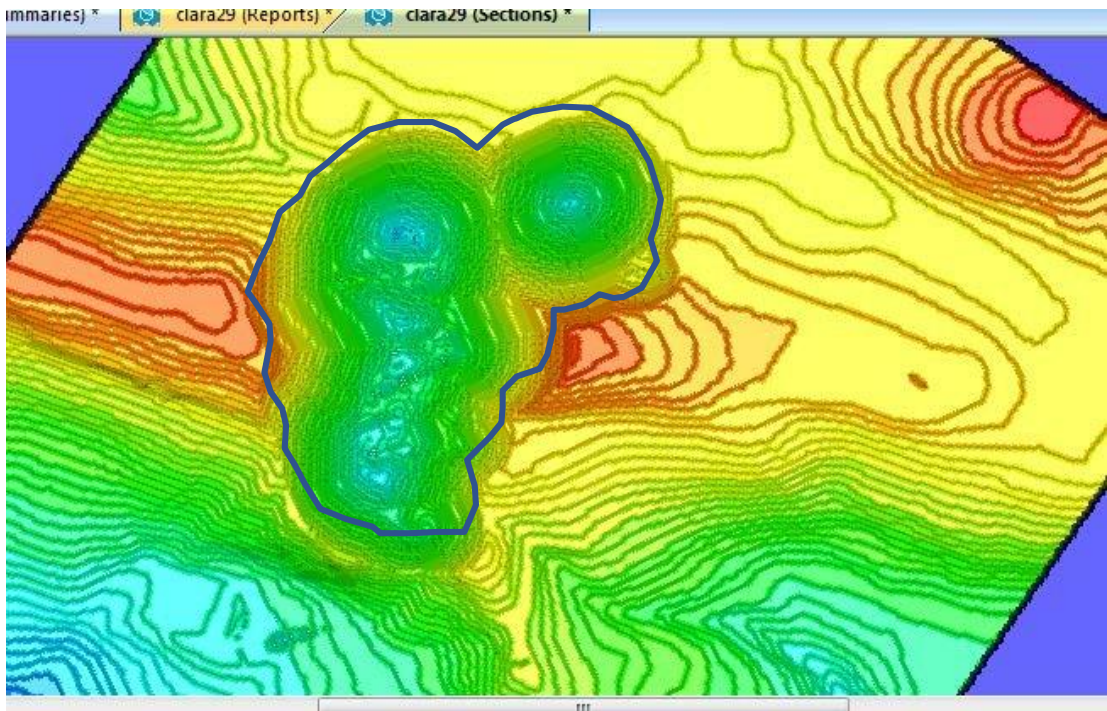


Vista de Perfil

Opción Precio Au 29 \$/gr

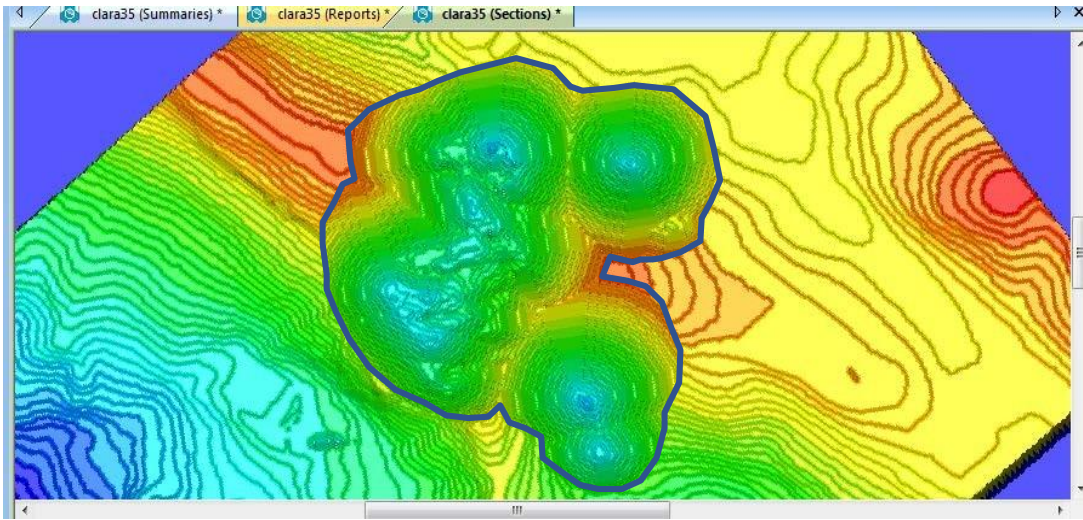


Vista de Perfil

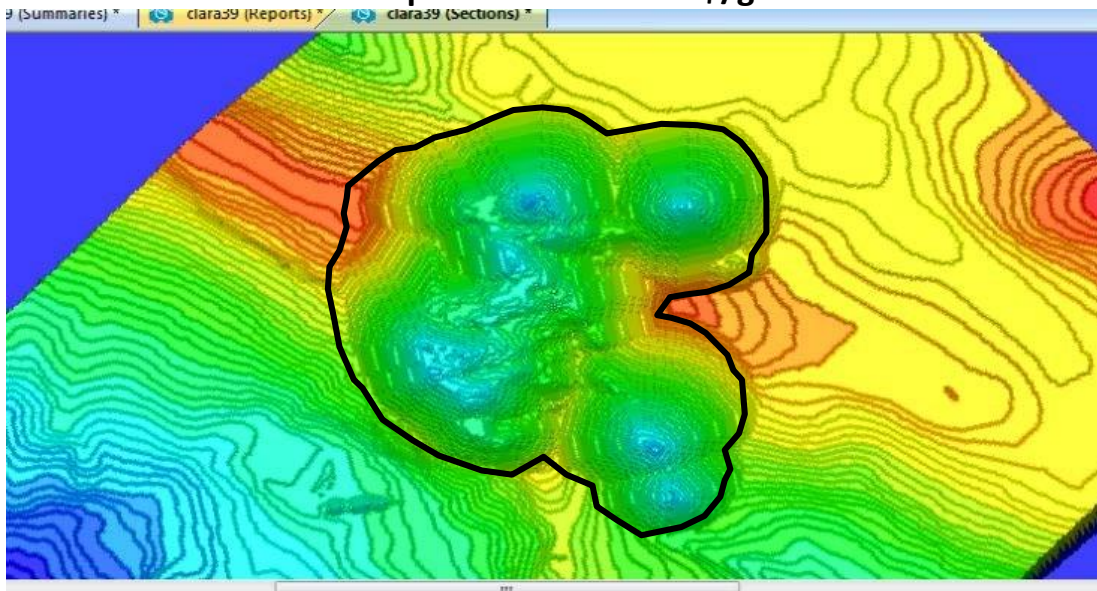


Vista en Planta

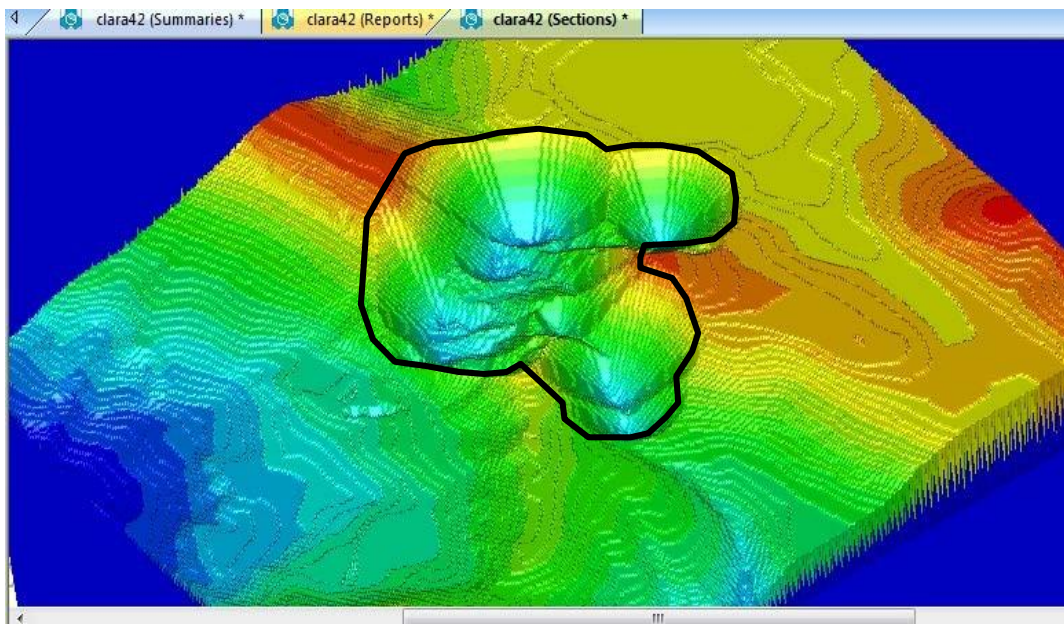
Opción Precio Au 35 \$/gr



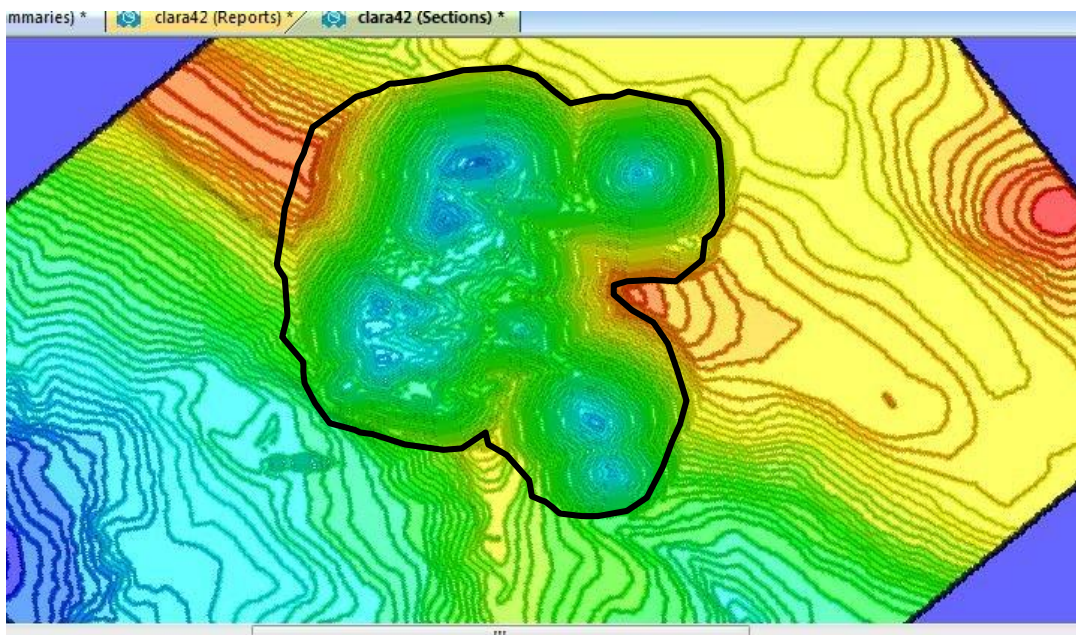
Opción Precio Au 39 \$/gr



Opción Precio Au 42 \$/gr

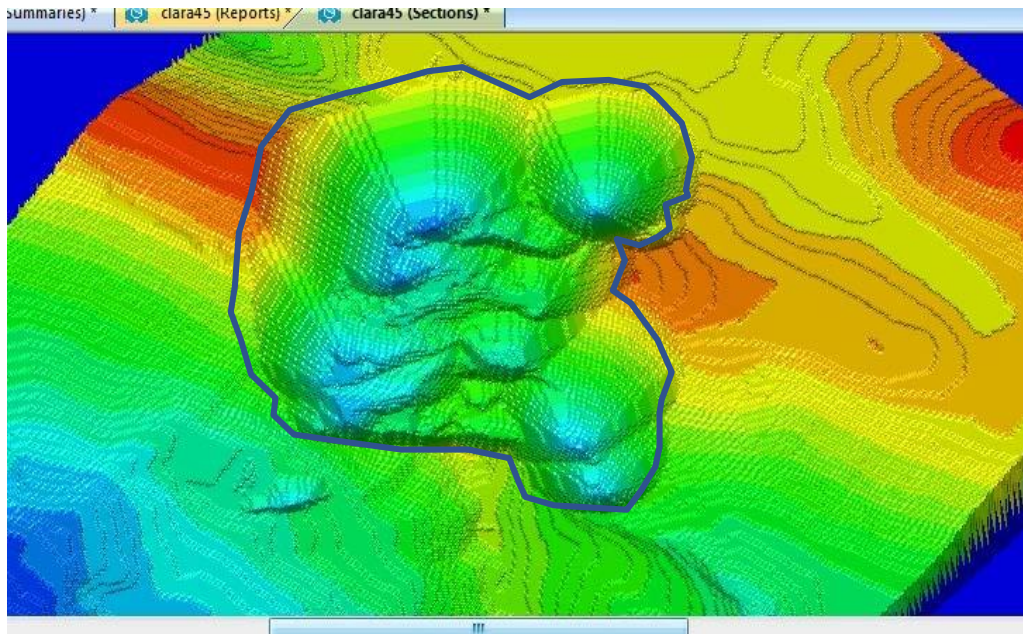


Vista de Perfil

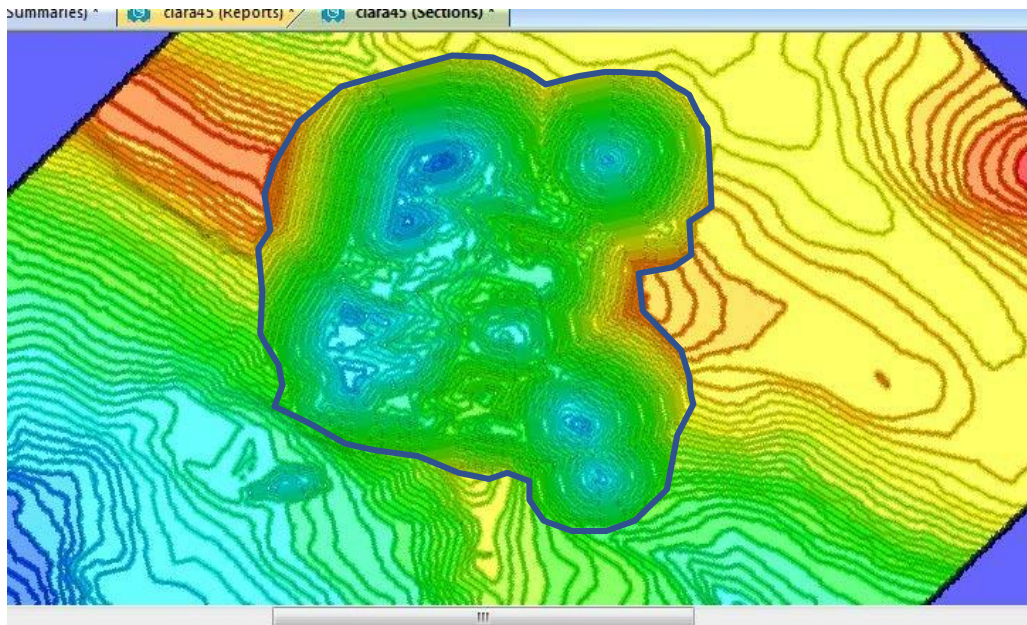


Vista en Planta

Opción Precio Au 45 \$/gr



Vista de Perfil



Vista en Planta