



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORA DE LA PLANIFICACION PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EXPLOTACIÓN DE MINERALES, HACIENDO USO DEL SOFTWARE DATAMINE, EN LA MINA MARIA TERESA”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Efraín Gustavo Victorio Fernández

Asesor:

Ing. Carlos Pedro Saavedra López

Lima – Perú

2018

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico con profundo amor e inmensa satisfacción, a nuestro padre celestial.

A mis queridos padres Alejandro y Benita, a mi querida esposa Cecilia, mis adorados hijos Gustavo, Giancarlo y Andrew, personas que me acompañaron y motivaron en el largo camino que me condujo al logro de mi objetivo de ser un profesional.

A mis hermanos por su gratitud, y por sus palabras de reflexión y motivación.

EFRAIN VICTORIO FERNANDEZ

AGRADECIMIENTO

En estas líneas deseo agradecer grandemente a nuestro padre celestial por permitirme en cumplir uno de mis sueños más anhelados como persona y darme la oportunidad de hacerlo realidad.

A mi alma mater Universidad Privada del Norte por permitirme a nutrirme de conocimientos y enseñanzas dentro sus aulas así mismo todos los docentes de dicha casa de estudios quienes me transmitieron sus enseñanzas y sus experiencias en cada una de las sesiones de clases.

A mi esposa Cecilia y mis hijos Gustavo, Giancarlo y Andrew, por su comprensión e incansable apoyo, en todo momento estuvieron motivándome e impulsándome a lograr el objetivo de ser un profesional.

Al Ingeniero Juan José Herrera, Gerente General de Minera Colquisiri S.A. por concedernos a usar la información de la empresa, también a los ingenieros Edgar Pichardo, Carlos Escudero, Frandfurt Gamboa, Víctor Gutiérrez, José Díaz, a mi asesor de Ing. Carlos Saavedra y compañeros de trabajo quienes compartieron su tiempo y su apoyo en absolver dudas y otorgar mayores alcances en la realización de la presente tesis.

A todas las personas quienes directamente e indirectamente han sido partícipes de la elaboración de la presente tesis.

EFRAIN VICTORIO FERNANDEZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
CAPITULO I : INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes.....	12
1.2. Realidad Problemática.....	15
1.3. Formulación del Problema.....	17
1.3.1. <i>Problema General</i>	17
1.3.2. <i>Problema Específico 01</i>	17
1.3.3. <i>Problema específico 02</i>	17
1.3.4. <i>Problema específico 03</i>	17
1.4. Justificación	17
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	17
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i>	17
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	18
1.4.4. <i>Justificación Académica</i>	18
1.5. Objetivos	18
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	18
1.5.2. <i>Objetivo Específico</i>	18
1.5.2.1. <i>Objetivo específico 1</i>	18
1.5.2.2. <i>Objetivo específico 2</i>	19
1.5.2.3. <i>Objetivo específico 3</i>	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Bases Teóricas	19
2.1.1. <i>Geoestadística</i>	19
2.1.2. <i>Reserva Mineral</i>	20
2.1.2.1. <i>Reservas Probadas</i>	20
2.1.2.2. <i>Reservas Probables</i>	20
2.1.3. <i>Productividad</i>	20

2.1.3.1.	<i>Mano de obra</i>	21
2.1.3.2.	<i>Materia prima</i>	22
2.1.3.3.	<i>Maquinaria</i>	22
2.1.4.	<i>Planificación</i>	22
2.1.5.	<i>Planeamiento empírico</i>	23
2.1.6.	<i>Planeamiento de minado</i>	23
2.1.7.	<i>Planeamiento de producción</i>	23
2.1.7.1.	<i>Planeamiento a corto plazo</i>	23
2.1.7.2.	<i>Planeamiento a mediano plazo</i>	24
2.1.7.3.	<i>Planeamiento a largo plazo</i>	24
2.1.8.	<i>Información para el planeamiento y control de operaciones</i>	24
2.1.8.1.	<i>Sistema de información</i>	24
2.1.8.2.	<i>Sistema de información para el planeamiento</i>	25
2.1.8.3.	<i>Implementación del sistema de información</i>	25
2.1.9.	<i>Tecnologías de la Información</i>	25
2.1.9.1.	<i>Software</i>	27
2.1.9.2.	<i>Autocad</i>	28
2.1.9.3.	<i>Datamine studio</i>	29
2.2.	<i>Control de Calidad</i>	31
2.2.1.	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	31
2.2.2.	<i>Diagrama de Pareto</i>	32
2.3.	<i>Conceptos teóricos</i>	33
2.3.1.	<i>Definición de términos básicos</i>	33
CAPITULO III : DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA		36
3.1.	<i>Organización</i>	36
3.1.1.	<i>Ubicación y Acceso</i>	36
3.1.2.	<i>Aspectos Generales</i>	37
3.1.3.	<i>Datos de la empresa</i>	38
3.1.4.	<i>Organigrama</i>	39
3.1.5.	<i>Personal</i>	40
3.1.6.	<i>Infraestructura. Máquina y Equipos</i>	41
3.1.6.1.	<i>Equipos de Carguío</i>	42

3.1.6.2.	<i>Equipos de Extracción</i>	43
3.1.6.3.	<i>Equipos de Perforación</i>	45
3.1.7.	<i>Aspecto Geológico</i>	46
3.1.8.	<i>Métodos de Explotación</i>	48
3.1.8.1.	<i>Método de sub niveles con taladros largos</i>	48
3.1.8.2.	<i>Parámetros de minado</i>	49
3.1.8.3.	<i>Método de corte y relleno ascendente mecanizado</i>	50
3.1.8.4.	<i>Procesos de producción de la unidad minera María Teresa</i>	51
3.1.8.5.	<i>Mapa de procesos Minera Colquisiri S.A.</i>	52
3.1.8.6.	<i>Diagramas DOP Minera Colquisiri S.A.</i>	53
3.1.9.	<i>Diagnóstico del área de estudio</i>	54
3.1.9.1.	<i>Tabla de recolección de datos de las reuniones de trabajo</i>	54
3.1.9.2.	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	54
3.1.10.	<i>Desarrollo de Objetivo 1</i>	57
3.1.10.1.	<i>Análisis de elementos que intervienen en la Explotación minera en empresa minera Colquisiri S.A.</i>	57
3.1.10.2.	<i>Diagrama de flujo Información geológica</i>	64
3.1.10.3.	<i>Creación de las tablas de la base de datos</i>	65
3.1.10.4.	<i>Creación del Proyecto</i>	68
3.1.10.5.	<i>Importación de datos</i>	68
3.1.10.6.	<i>Integración de datos importados</i>	69
3.1.10.7.	<i>Creación, validación y visualización de taladros ejecutados</i>	70
3.1.10.8.	<i>Creación de contornos de interés con información de taladros</i>	70
3.1.10.9.	<i>Creación del cuerpo mineralizado a partir de los contornos</i>	72
3.1.10.10.	<i>Analizando los datos con variogramas</i>	73
3.1.10.11.	<i>Analizando la data con histogramas</i>	74
3.1.10.12.	<i>Configuración de parámetros para el relleno de wireframe con modelo de bloques</i>	74
3.2.	<i>Desarrollo el Objetivo 2</i>	75
3.2.1.1.	<i>Categorización, codificación y reporte de recursos minerales</i>	75
3.2.2.	<i>Proceso de Planificación minera aplicando el software datamine</i>	77
3.2.2.1.	<i>Creación de grillado de con atributos de acuerdo a la dimensión de los tajos</i>	77

3.2.2.2.	<i>Captura de los datos del modelo general a la medida de cada Tajo</i>	78
3.2.2.3.	<i>Generando reportes de la captura de datos del yacimiento categorizado</i>	79
3.3.	Desarrollo el Objetivo 3	82
3.3.1.	<i>Determinando la ley de corte</i>	84
CAPITULO IV: RESULTADOS		91
CAPITULO V : CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		97
REFERENCIAS DE TESIS		98
REFERENCIAS DE MEDIOS ELECTRONICOS		99
ANEXOS		100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1	38
Tabla n° 2	41
Tabla n° 3	42
Tabla n° 4.....	44
Tabla n° 5	45
Tabla n° 6	50
Tabla n° 7	54
Tabla n° 8	60
Tabla n° 9	62
Tabla n° 10	66
Tabla n° 11	67
Tabla n° 12	67
Tabla n° 13	77
Tabla n° 14	80
Tabla n° 15	80
Tabla n° 16.....	81
Tabla n° 17.....	81
Tabla n° 18	82
Tabla n° 19	82
Tabla n° 20	83
Tabla n° 21	83
Tabla n° 22	87
Tabla n° 23	87
Tabla n° 24	88
Tabla n° 25.....	89
Tabla n° 26.....	89
Tabla n° 27	90
Tabla n° 28	90
Tabla n° 29	91

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1.</i> Flujo de Información.....	25
<i>Figura N° 2.</i> Integración de datos	26
<i>Figura N° 3.</i> Trabajos Autocad en Minería	28
<i>Figura N° 4.</i> Trabajos realizados con el Software Datamine.....	30
<i>Figura N° 5.</i> Mapa de Ubicación.....	36
<i>Figura N° 6 .</i> Foto Panorámica de la Unidad Minera.....	37
<i>Figura N° 7.</i> Política Seguridad y Salud Ocupacional	38
<i>Figura N° 8.</i> Organigrama de la Empresa Minera Colquisiri S.A.....	40
<i>Figura N° 9.</i> <i>Trabajadores del Área Operativa de Mina</i>	41
<i>Figura N° 10.</i> Vista panorámica de la Planta de Beneficio Minera Colquisiri S.A.....	42
<i>Figura N° 11.</i> Equipo de bajo perfil en pleno trabajo en mina.....	43
<i>Figura N° 12.</i> Sección Típica de labores Interior Mina	44
<i>Figura N° 13.</i> Equipo de Perforación de Taladros largos en pleno trabajo	46
<i>Figura N° 14.</i> Mapa Geológico Superficial Mina María Teresa	47
<i>Figura N° 15.</i> Método de minado Sub Level Stopping	49
<i>Figura N° 16 .</i> Procesos Minera Colquisiri S.A.....	52
<i>Figura N° 17.</i> Mapa de procesos minera Colquisiri S.A.....	53
<i>Figura N° 18.</i> DOP de los procesos productiva	53
<i>Figura N° 19.</i> Diagrama de análisis Causa - Efecto.....	55
<i>Figura N° 20.</i> Composición de elementos de la explotación minera	58
<i>Figura N° 21.</i> Costos de operación	58
<i>Figura N° 22.</i> Productividad del área de mina.....	59
<i>Figura N° 23</i> Planos para elaboración de Planeamiento Empírico.....	60
<i>Figura N° 24.</i> Especialistas haciendo planeamiento empírico	61
<i>Figura N° 25.</i> Análisis de Planeamiento Empírico	61
<i>Figura N° 26.</i> Variabilidad en la extracción de minerales año 2,016.....	62
<i>Figura N° 27.</i> Variabilidad en los tonelajes de mineral extraído el año 2,017	63
<i>Figura N° 28.</i> Variabilidad en la ley extraída de Zinc, del año 2016	63
<i>Figura N° 29.</i> Variabilidad en la ley de Zinc, de la Extracción año 2017	64
<i>Figura N° 30</i> Diagrama de flujo información Geológica	65

<i>Figura N° 31</i> Ventana de Inicio del programa Datamine.....	68
<i>Figura N° 33</i> . Ventana de importación de datos	69
<i>Figura N° 34</i> Integración de datos importados.....	69
<i>Figura N° 35</i> . Conformación de taladros	70
<i>Figura N° 36</i> Creación de contorno geológico	71
<i>Figura N° 37</i> Vista en planta del contorno creado con leyes	71
<i>Figura N° 38</i> Creación del cuerpo Mineralizado.....	72
<i>Figura N° 39</i> . Modelado total del cuerpo mineralizado	72
<i>Figura N° 40</i> Análisis de datos con Variogramas	73
<i>Figura N° 41</i> . Análisis de los datos con Variogramas.....	74
<i>Figura N° 42</i> . Configuración y obtención de modelo de Bloques.....	75
<i>Figura N° 43</i> Modelo de bloques categorizados	76
<i>Figura N° 44</i> . Vista en sección de bloques seleccionados y categorizados.....	76
<i>Figura N° 45</i> . Creación de grillas con la medida de los Tajos a explotarse	78
<i>Figura N° 46</i> .Captura de los datos a procesar	78
<i>Figura N° 47</i> Generación de reportes de los datos Capturados	79
<i>Figura N° 48</i> Proyectos con objetivos a zonas de interés.....	84
<i>Figura N° 49</i> Vista longitudinal con programación anual de tajos	86
<i>Figura N° 50</i> Tajos mostrando toda la información	86
<i>Figura N° 51</i> Cuadro comparativo de reducción de tiempo	91
<i>Figura N° 52</i> Cuadro comparativo de reducción de tiempo	92
<i>Figura N° 53</i> Cuadro de productividad antes del cambio.	92
<i>Figura N° 54</i> Cuadro de productividad después del cambio.	93
<i>Figura N° 55</i> Cuadro de Inversión en el proyecto.....	93

CAPITULO I : INTRODUCCIÓN

En la presente investigación presentamos una propuesta de mejora en el área de planificación de empresa Minera Colquisiri S.A., con el objetivo de incrementar la productividad en la explotación y extracción de minerales, los problemas hallados en el área de Planeamiento es el método de hacer el planeamiento en la actualidad es un método anticuado y empírico, haciendo que los datos consignados en los programas de producción se encuentran muy sesgados de lo planificado con lo realizado, estas deficiencias ha hecho que no se cumpla con los objetivos y metas de la empresa, asimismo se emplea demasiadas horas de trabajo revisando la información que se encuentra en archivos físicos como planos, reportes de muestreo, archivos históricos, considerando que el yacimiento María Teresa es un depósito de leyes bajas, según análisis de la data de los tajos explotados en los años 2,016 y 2017 se observa que existe un descenso en las leyes y los tonelajes que también afecto el logro de los objetivos de la organización.

El objetivo de la presente investigación es mejorar la obtención de datos como leyes y tonelajes de los tajos a explotar para el presente año 2018, en base a las estimaciones realizadas al 31 de diciembre del 2017.

Como base de la presente investigación se revisará datos, reportes, procedimientos para un diagnóstico adecuado y en base a este resultado se hará la propuesta de mejora la obtención de datos como ley y tonelajes, por otros métodos que sean más ágiles, eficientes y confiables haciendo el uso del software Datamine para este fin.

La propuesta estará basada en la base de datos del área de geología, ya que estos datos se encuentran formato digital y se encuentran almacenados en el servidor de la empresa y esta información contiene datos muy relevantes como ley, tonelaje, tipo de roca y dureza la cual servirá para categorizar todos los bloques y así identificar las zonas de interés económico y sobre esta información realizar la planificación con datos reales e interactivos llegando a obtener información de todos los espacios evaluados dentro de un yacimiento y que hará que nos ayude a identificar las zonas de alta ley e incrementar nuestra productividad con la identificación de zonas de mejor ley y tonelaje que ayudara a conseguir los objetivos propuestos en el programa de producción del presente año.

Como parte de la optimización y el ahorro de costos de los recursos se hará uso del software Datamine, ya que en la actualidad esta herramienta se usa para las tareas de recolección y procesamiento de datos de Geología, esto ayudara en la categorización y obtención de datos muchos más confiable, ágil con el aprovechamiento de la tecnología a través del uso del software Datamine, y asegurar el correcto aprovechamiento del recurso mineral, la regularidad en su producción y toma de decisiones para obtener una producción de mineral más homogénea.

establecer nuevos métodos de gestión de los recursos mineros especialmente en las pequeñas a medianas empresas mineras ya que encontramos minas donde es necesario aplicar todos los

conocimientos de planificación y así poder realizar el planeamiento a largo, mediano y corto plazo con la intención de ordenar y mejorar la explotación minera, teniendo un impacto en incrementar la productividad, minimizar los costos de producción y maximizar los ingresos, que es el anhelo de muchas organizaciones del sector minero.

1.1. Antecedentes

a.) Internacionales

Según Pelissier (2015) En su tesis *“Aplicación de metodología para la innovación en la industria minera”* hace mención a uno de los problemas que enfrenta la industria minera, y como estos problemas afectan a las empresas que proveen de materia prima al mercado internacional motivado por el crecimiento del país que cada día va ganando más terreno en el campo de la industrialización y por ende en el consumo de materias primas, esto afectaría a la apertura de nuevos proyectos mineros y la paralización de algunos proyectos mineros, situación que afecta a todos los involucrados dentro de este negocio como son trabajadores, proveedores, contratistas, empresas de servicios etc. Hace notar que es un negocio de mucha variabilidad e incertidumbre.

Ante estos eventos que son ajenos a la empresa, se presenta una propuesta de mejora de cómo enfrentar la crisis de la economía mundial que afectan al precio de las materias primas como son los concentrados y las empresas se ven obligados a replantear sus estrategias de tal manera no se vean afectado las operaciones, y como alternativa se toma una de las herramientas a que ayudan a contrarrestar estos problemas como es la innovación que ayudaría a optar por nuevos métodos de trabajo y hacer que forme parte de la cultura de la organización promoviendo la innovación como mejora a que ayuden a que las compañías mineras se hagan más sustentables.

Según Andrade (2012) en su tesis *“Implementación de control estadístico de procesos para el control de la calidad y la mejora continua en una industria minera”*, Menciona las actividades principales de una empresa minera como son exploración, explotación y beneficio de minerales e identifica las características de los concentrados a producir de acuerdo al pedido de cada uno de sus clientes.

El control de estos concentrados se llevaba a cabo en el laboratorio de la empresa según las especificaciones de los clientes, y que, por este método de análisis de absorción atómica, también se podía hacer en el control de la extracción de minerales por porcentajes lo cual serviría para monitorear el proceso de extracción minera.

A inicios del año 2012 se presentaría un problema de diferencias en la producción de concentrados de lo programado y lo realizado, lo que llamo la atención sobre el método de análisis por absorción atómica, para corroborar los resultados de las muestras analizadas en el laboratorio de la empresa

se envió las mismas muestras a otro laboratorio externo, obteniendo resultados diferentes a los obtenidos inicialmente, donde analizaron los datos y las diferencias y llegan a concluir que el problema fue la falta de estandarización del método de análisis por absorción atómica y la variabilidad del proceso productivo, y frente a este problema suscitado se toma la decisión de usar otro método de análisis como el método por vía húmeda y un control estadístico en los procesos de beneficio de minerales, donde fue aprobado y aceptado su implementación e implementado como plan de la mejora continua, ya que en estos procesos se tiene que tener como cultura organizacional el tema de innovación y mejora continua ya que la industria minera es una industria de muchos desafíos y problemas que solucionar en el tiempo más prudente y oportuno.

Según Cabezón (2014) en su informe “*Control de calidad en la producción industrial*” Hace mención que el tema de la calidad como factor de mucha relevancia para las organizaciones para un mercado muy competitivo, y menciona el tema de calidad aplicado a los productos para la satisfacción del cliente y por consiguiente a la organización. Donde los colaboradores son partícipes activos de esta tarea como parte de la mejora, diseño y fabricación del producto como parte de un proceso moderno. La implantación de nuevos procesos, métodos, programas, mecanismos, herramientas y técnicas hará que los productos obtenidos sean de mejor calidad. La estadística como base de investigación, se tomará en cuenta para estos cambios y se aplicará a la planificación donde ayudará a la toma y análisis de datos.

En resumen, el estudio se enfoca en el tema de la calidad y la estadística como herramienta de control de calidad de los procesos con atributos y el muestreo de los procesos y cumplimiento de los objetivos planificados.

b.) Nacionales

Según Charaja (2014) en su tesis “*Planeamiento estratégico y operacional con uso del software Datamine en mina subterránea condestable*” Ante los cambios y desafíos que presenta la industria minera se hace de necesidad de implementar tecnologías de vanguardia con el fin de hacerle frente a estos problemas de los cambios cíclicos con el fin de optimizar procesos e incrementar la productividad ya que basados en la ayuda de la tecnología y la innovación se puede automatizar y optimizar procesos como las del planeamiento operacional.

Se opta por usar un software para minería denominada Datamine y se inicia con la recolección de datos tomados de la perforación de los taladros diamantinos donde estos taladros contienen información muy valiosa como ley, tipo de roca, dureza, que es la información inicial para el modelado de los cuerpos mineralizados. Asimismo, también se toma la información topográfica para la conformación de las labores ejecutadas en 3D, lo cual nos otorga una mejor visualización de toda la infraestructura minera y en base a esta información existente como los modelos de bloques se proyectan las nuevas labores para el desarrollo de las nuevas zonas de interés económico, haciendo

que el planeamiento anual, mensual y semanal sean elaborados con una data respaldada con información real y muy consistente.

Según Bautista (2017) en su tesis “*Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa*

Pallancata” Hace mención que, ante la necesidad de incrementar su producción diaria y la mejora en la toma de decisiones, se demostró que en base al planeamiento y el diseño de la mina se llegó a concluir que es económico y factible continuar con el minado del cuerpo Pablo.

Con la información de las áreas de ingeniería, mina y geología y el ordenamiento de estas y bien procesadas permitieron elaborar una información adecuada y oportuna para la toma de decisiones a mejorar los índices de trabajo, sistemas de extracción, control y evaluaciones para la mejora del nivel de producción del día a día.

En base a las evaluaciones hechas inicialmente se determinó el incremento de la producción en 320 toneladas en promedio por día con el aporte del proyecto Pablo, haciendo un total por día de 948 TM/día en promedio, como todo cambio necesita una evaluación económica se hizo una evaluación global del proyecto Pablo.

En esta tesis nos muestra como el planeamiento, diseño y el ordenamiento de datos nos ayuda a tomar mejores decisiones ante la decisión de incrementar la producción de mineral, haciendo un control y evaluando resultados para la mejora de los procesos de trabajo e indicadores.

Según Chambergo (2013) en su tesis “*Propuesta de un sistema de ventilación, aplicando tecnologías de información y manejo de escenarios técnico económico en la unidad productiva san Cristóbal, de minera Bateas S.A.C.*” En esta tesis se hace una propuesta de mejora en los sistemas de ventilación, que es uno de los temas de mucha relevancia dentro de las operaciones mineras lo cual si no hay buenas condiciones de ventilación dentro de una mina se pone en riesgo, la explotación de la mina ya que en este proceso intervienen personas y equipos que dependen mucho de la ventilación y de que la mina se encuentre con una ventilación adecuada y el caudal de aire adecuado que ayuda a la respiración de las persona y la combustión en los equipos con motores diésel, involucrados dentro del proceso productivo, se desea implementar esta mejora para el incremento de la producción de 1200 a 1600 tm/día a estos sistemas se les adicionaran unos variadores de velocidad un sistema de control a través de fibra óptica y una consola de control, cuyo tiempo asciende a 2 años con una inversión de USD 692,297.

Donde su producción se provee de varias minas o depósitos siendo la más importante la zona de Animas con un aporte del 90% de la producción diaria, que por su importancia posee la mayor

cantidad de equipos con motores diésel, haciendo que su demanda de aire para la ventilación sea de 341,212 cfm.

Esta propuesta de mejora tiene como objetivo la optimización del consumo de energía por el cambio de guardia, alimentación, paradas programadas, alimentación, revisión de labores, *check-list*.

Para el caso de la mina Caylloma también se ve la necesidad de implementar los variadores de velocidad para controlar la velocidad de los ventiladores en horas de baja productividad, donde se considera una reducción al 70% de ventilación, generando esto un ahorro de energía por año de 749,666 kw-h. Asimismo también se propone la compra de 02 ventiladores de 100,000cfm adicionales y la ejecución de 2 chimeneas hechas con maquina raise bore y la adquisición de 04 variadores de velocidad ,puntos de monitoreo, instalación de red de fibra óptica y consolas de control. El tiempo que llevara a la implementación de este sistema asciende a dos años con una inversión de USD 692,297. La propuesta en mención permite una generación de valor de USD 438,487.

Dentro de esta tesis podemos comentar, que el uso de la tecnología de la información como es la implementación del sistemas de control de ventiladores a través del uso de variadores de velocidad, fibra óptica y consolas de puntos de control, haciendo que los equipos de tecnologías de la información construyen en el uso óptimo y ahorro de energía que son recursos de alto costo dentro de la organización y muy fundamental para el incremento de la productividad que está basado en producir más con menos recursos posibles.

1.2. Realidad Problemática

En la industria minera a nivel mundial se pierde US\$20 mil millones, lo que representa 5% de su producción anual debido a paradas de producción no programadas. “El 80% de estas pérdidas se pueden evitar y el 42% de estos se produce por error del operador. El objetivo del uso de las nuevas alternativas tecnológicas es la capacidad de mejorar la eficiencia.

El uso de la tecnología de información por medio del uso de software y equipos de última generación con tecnología de punta, sea una de las alternativas para mejorar la productividad de las mineras. Hoy en día se puede mejorar la recuperación en las minas que pueden estar entre los 5 y 7 puntos porcentuales, lo que significa retornos millonarios para las empresas con un nivel de inversión bastante bajo.

En la actualidad el Perú es el país que está invirtiendo más en la región en el sector minero. “La inversión a ejecutarse antes del año 2,020 ronda los \$40 mil millones. Si bien esa inversión de capital está relacionada con nuevas instalaciones, a varias de las organizaciones les interesa poder mejorar la productividad de sus operaciones, para alcanzar mejoras en productividad en el orden de 2% a 3%, lo que significa mayores ingresos económicos.

Sin embargo, hay quienes coinciden en que la minería es de comportamiento cíclico, Cuando estamos en una época de crecimiento no hay que olvidar que luego se tendrá una etapa de caída

por eso la industria minera tiene grandes desafíos al enfrentar el crecimiento de los costos operativos, siendo una de sus alternativas de compensación, el aumento de la productividad.

El agotamiento progresivo de las reservas minerales llama a la reflexión acerca del uso racional de los recursos minerales.

La empresa minera Colquisiri S.A. desarrolla sus actividades mineras en la mina María Teresa, cuyo yacimiento es de tipo polimetálico con leyes bajas de Zn, Pb, Cu y Ag, por su naturaleza los yacimientos presentan mucha variabilidad en el proceso de la explotación, y beneficio de los minerales, revisando los reportes de los años anteriores se puede apreciar el decaimiento de la ley y los tonelajes de mineral, hecho que ha generado una disminución en las ganancias de la empresa en un 5 % para la empresa, en ese entonces la planificación no era muy relevante y se hacía de forma empírica con información contenida en reportes, registros y planos y se hacía cada tres meses, y tomaba de 5 a 7 días en hacerlo con un grupo de personas de diversas especialidades como geólogos, geomecánico y mineros, estos programas contenían datos muy desfasados a lo realizado presentando un gran sesgo en la ley y tonelaje extraído por lo que su control se hacía complicado.

Las tareas de planeamiento minero son de gran relevancia para la empresa porque ahí se fijan todos los recursos como equipos, materiales, mano de obra, tiempo de ejecución por prioridades y objetivos, y de forma rápida y dinámica ya que las operaciones de la mina necesitan de un control, atención debida y en el momento oportuno con datos de confiabilidad aceptable, sumado a este problema la variabilidad y el sesgo de los datos de la planificación ha puesto en riesgo el proceso productivo de la mina, ejecutando actividades en zonas que no generaban mucho valor económico por la falta de información validada y conciliada, esto nos llevó a revisar el tonelaje y ley de 103 tajos del año 2,016 y 180 tajos el año 2017, corroborando lo que se mencionó anteriormente.

Teniendo como base esta problemática se optó por mejorar el planeamiento con datos generados por el área de exploraciones de geología, almacenados en una base de datos lo cual contiene información de Ley, tipo de roca, densidad, y dureza validados y de muy buena confiabilidad y que también se hará la categorización de estos para identificar las zonas de interés económico, con lo cual estaríamos identificando y priorizando las actividades hacia las zonas de interés para su explotación de manera ordenada, homogénea y oportuna .

Haciendo que la planificación, se haga con datos validados y revisados y con herramientas de las tecnologías de la información como es el uso del software datamine, la cual ya se está usando para las tareas de geología en especial para la estimación de recursos, por nuestro lado haremos el aprovechamiento de dicho software para la categorización y el planeamiento de los yacimientos de la mina María Teresa.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿En qué medida el uso del software Datamine, ayudaría a mejorar el proceso de planeamiento y control de la producción de la mina María Teresa para incremento de la Productividad?

1.3.2. Problema Específico 01

¿De qué manera influye el uso del software Datamine , en el tiempo del proceso de planificación en la empresa minera Colquisiri S.A.?

1.3.3. Problema específico 02

¿Cómo influye el uso del software Datamine en la categorización de los recursos del yacimiento en la empresa minera Colquisiri S.A.?

1.3.4. Problema específico 03

¿De qué manera influiría el uso del software Datamine en el cálculo de la ley mínima de explotación del yacimiento de la empresa minera Colquisiri S.A.?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

En el presente trabajo utilizaremos las bases teóricas de ingeniería aprendidos en las aulas como: mejora continua, ingeniería de métodos, productividad, análisis y gestión de la producción, control estadístico de la producción entre otros, con el objetivo de hacer una propuesta de mejora continua haciendo uso de las diversas herramientas que ayudara a ampliar información y a mejorar la planificación y control en el proceso de explotación y extracción de minerales en la mina María Teresa.

1.4.2. Justificación Práctica

El resultado de la presente investigación nos ha permitido desarrollar soluciones a los problemas hallados dentro del proceso de planificación que estuvieron afectando los

índices de productividad en la explotación de minerales, Documentándose en cada paso, para ser implementado como parte de la mejora continua en la empresa minera Colquisiri S.A.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

En la propuesta es necesario conocer los datos del comportamiento de la producción, lo cual está representado por las toneladas extraídas de mineral, también las leyes, de mineral la cual está representada en porcentajes y el beneficio económico que se desprende de la presente investigación es necesario evidenciarlo a través de los resultados obtenidos de los cuadros de análisis para cuantificar el comportamiento de la producción y la mejora de la productividad en base a las modificaciones implementadas.

1.4.4. Justificación Académica

En este estudio de investigación el objetivo es la mejora en el proceso de planificación, explotación y extracción de minerales, donde nos ha permitido hacer uso de la tecnología de información como herramientas de mejora continua, la cual servirá como guía o manual para empresas de este rubro, y trabajos posteriores para estudiantes o profesionales que desean saber acerca de este tema.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Mejorar el planeamiento y control de la producción de minerales haciendo uso del software Datamine, en la mina María Teresa, para el incremento de la productividad y control en la explotación de minerales.

1.5.2. Objetivo Específico

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Optimizar el tiempo y el proceso de planificación en la empresa minera Colquisiri S.A.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Mejorar la categorización de los recursos del yacimiento en la empresa minera Colquisiri S.A.

1.5.2.3. Objetivo específico 3

Calcular la ley mínima de explotación de mineral de acuerdo al costo de explotación del yacimiento en la empresa minera Colquisiri S.A.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Geoestadística

La geoestadística se puede definir como la ciencia que utiliza la información tomada de la superficie terrestre, expresada en cifras, para conocer la mayor o menor la probabilidad de existencia y distribución de un yacimiento minero. Ello permite, a la vez, estimar el mejor modo de llevar a cabo los sucesivos procedimientos extractivos.

Sus inicios se dieron la segunda mitad del siglo pasado (60 – 70s), la geoestadística alcanzó una atención en especial durante la década de los 90s. Consta de cinco grupos de técnicas principales: la geoestadística lineal, no lineal, no estacionaria, multivariada y las simulaciones.

Como herramienta básica posee al “variograma”. Se emplea para medir la relación entre muestras espacialmente diferentes y para proyectar estimadores de los puntos que no participaron en el muestreo.

Recogida toda la información que va a utilizarse, se toma la decisión de que modelo de estimación se usarán. Donde existe dos grandes modelos actualmente utilizados: el kriging (o krigeaje), que se subdivide en ordinario, simple y de indicadores, y el kriging puntual y de bloques. En honor al ingeniero sudafricano Danie Krige, que dio inicio a su desarrollo la geoestadística durante su trabajo en las minas de oro de Witwatersrand.

En la minería, lo que busca el kriging es interpolar un valor (como la elevación, porosidades o presencia de contaminantes) de un lugar que aún no ha sido observado en base a observaciones realizadas en ubicaciones cercanas.

Los modelos de estimación mucho dependen del número de muestras y cómo se da su distribución, cosa que no sucede en los modelos de simulación.

2.1.2. Reserva Mineral

El tonelaje y ley calculados de mineralización que se pueden extraer con rentabilidad, clasificados como, probables y probados de acuerdo con el nivel de confianza que se pueda atribuir a los datos.

2.1.2.1. Reservas Probadas

Reservas para las cuales

(a) se calcula cantidades a partir de dimensiones que se revelan en los afloramientos, zanjas, obras o huecos de voladura.

(b) la ley y/o la calidad se calculan a partir de los resultados de muestreo detallado;
y

(c) los sitios para la inspección, el muestreo y las mediciones se espacian tan estrechamente que el carácter geológico está suficientemente definido como para que el tamaño, la forma, la profundidad y el contenido mineral de las reservas se encuentren bien determinados.

2.1.2.2. Reservas Probables

Reservas para las cuales la cantidad y la ley se calculan a partir de información similar a la que se utiliza para las reservas probadas, pero los sitios de inspección, muestreo y revisión están más alejados o están menos adecuadamente espaciados. El grado de seguridad, aunque menor que el de las reservas probadas, es suficientemente alto como para asumir una continuidad entre los puntos de observación.

2.1.3. Productividad

Según (Schwarz, 2012) nos menciona:

La productividad es la relación existente entre el producto y los recursos, la misma que debe incrementarse conforme avanza la curva de aprendizaje, la experiencia, la creatividad en la operación y la innovación necesaria para lograr su mayor incremento generando como consecuencia un aumento inmediato de la competitividad personal, profesional y empresarial con beneficios para toda la industria minera.

La productividad minera se expresa en forma de producto generado sea por toneladas extraídas de mina (TM/hombre-guardia), por metros de avance en las exploraciones y desarrollos (m. de avance/hombre-guardia), por producción de finos (onzas/kW-h-turno) o

en general productos (toneladas de concentrado, onzas finas, etc.) vs recursos (agua, energía, materiales, reactivos, recursos humanos, capital, tiempo, etc.)

Existen múltiples factores que afectan la productividad y la gran mayoría son factores gestionables por la gerencia de operaciones desde el campo incluyendo la aplicación de los métodos de minado, la plataforma de suministro logístico, la manera de organizar y liderar los equipos, la adecuación de los perfiles de los equipos, la articulación con los proveedores y fabricantes a los cuales los proveedores representan, el grado de automatización y mecanización de la operación y la gestión de la información que se requiere para desarrollar el ciclo en forma continuada, productiva y segura. Estos factores son parte de la ecuación de gestión diaria del ingeniero a cargo de la operación y constituyen una responsabilidad de la gerencia de operaciones de toda compañía minera.

En este contexto multifactorial la productividad minera puede alcanzarse rápidamente en la medida que logremos reducir el tiempo del ciclo de las operaciones del proceso minero, logrando extraer mayores cantidades de mineral con los mismos recursos humanos, tecnológicos, operacionales y financieros. De igual forma la mecanización se ha convertido en uno de los motores del incremento de la productividad en las operaciones mineras logrando mayores producciones en menores tiempos de ciclo con mayor seguridad para los colaboradores. La única restricción hasta hoy no superada para determinadas actividades de mecanización son las condiciones geotécnicas del macizo rocoso que no permite mecanizaciones a gran escala en algunos casos muy particulares.

$$\begin{aligned} \text{Productividad total} &= \frac{\text{producción total}}{\text{Insumo total}} \\ &= \frac{\text{producción total}}{\text{Insumos (humanos + materiales + capital + energía + otros gastos)}} \end{aligned}$$

2.1.3.1. Mano de obra

(Colín, 2008) Manifiesta que la mano de obra es el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformar las materias primas en productos terminados.

$$\text{Mano de Obra} = \frac{\text{Unidades producidas mensual}}{\text{Nº de Horas - Hombre trabajadas en el mes}}$$

2.1.3.2. Materia prima

(Colín, 2008) Menciona que la materia prima son aquellos materiales que serán sometidos a las operaciones de transformación o manufactura para su cambio físico y/o químico, antes de ser vendidos como productos terminados.

$$\text{Materia Prima} = \frac{\text{Producción real mensual}}{Cv * \text{Producción real mensual}}$$

2.1.3.3. Maquinaria

La máquina es considerada como el conjunto de elementos fijos y/o móviles, utilizados por el hombre, lo cual permite reducir el esfuerzo para realizar un trabajo (o hacerlo más cómodo o reducir el tiempo necesario). (Landín, s.f.)

$$\text{Maquinaria} = \frac{\text{Producción real mensual}}{H - \text{Máquina}} * 100$$

2.1.4. Planificación

Según (Bernal, 2012) nos menciona:

La planificación es la primera función administrativa que sirve de base para las demás funciones. Esta función determina por anticipado los objetivos que deben cumplirse y que debe hacerse para alcanzarlos; por tanto, es un modelo teórico para actuar en el futuro. La planificación comienza por establecer los objetivos y detallar los planes necesarios para alcanzarlos de la mejor manera posible. La planificación determina donde se pretende llegar, que debe hacerse, como, cuando y en qué orden debe hacerse. La planificación desde el punto de vista de diferentes pioneros de la administración se puede conceptualizar de las siguientes maneras:

- "La planificación es seleccionar información y hacer suposiciones respecto al futuro para formular las actividades necesarias para realizar los objetivos organizacionales." George Terry
- "La planificación es una técnica para minimizar la incertidumbre y dar más consistencia al desempeño de la empresa." Idalberto, Chiavenato
- "La planificación es en gran medida la tarea de hacer que sucedan cosas que de otro modo no sucederían" David, Ewing

2.1.5. Planeamiento empírico

Se hace la planificación a través del conocimiento adquirido por la experiencia, por medio de diferentes elementos de interacción con lo que nos rodea, por medios de procesos sensoriales y cognitivos propios del ser humano. Algunos tan sencillos como hablar, tocar, observar y otros un poco más complejos como operaciones matemáticas y deducciones lógicas.

Este concepto llevado a las operaciones mineras sobre el planeamiento empírico se hace con la revisión de planos topográficos, de muestreo, geológicos, reportes de muestreo en tarjetas, informes o datos históricos de la mina, por lo cual se necesita la intervención de diversos profesionales como, geólogos, geotécnicos, dibujantes, calculistas e ingenieros de minas, su elaboración conlleva al uso de muchas horas de trabajo en el análisis y revisión de información física que están en papeles, archivos digitales, su capacidad de respuesta ante la necesidad hacer cambios de objetivos u operacionales es muy lenta y de baja confiabilidad.

2.1.6. Planeamiento de minado

Es la aplicación de los distintos métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto y subterránea, siendo su objetivo principal el de planificar, proyectar y determinar mejor el plan de minado, sujeto al mejor conocimiento del yacimiento, ley de mineral, diseño del método de explotación, aplicación de las condiciones geomecánica del yacimiento, mayor extracción de reservas minerales y aplicar criterios económicos dinámicos para optimizar la utilidad por venta de productos minerales. (Patiño, 2002)

2.1.7. Planeamiento de producción

El Planeamiento de producción en la industria minera, es la aplicación de los métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto o subterránea; a causa de la naturaleza teórica en algunas empresas, tiene valor de desarrollo por que en cierta manera están apoyados en la intuición de una persona, basado en el complemento de conocimientos prácticos de complejidad adquirida en muchas empresas afines a la minería. (Medina, 2001)

2.1.7.1. Planeamiento a corto plazo

El planeamiento a corto plazo contempla aspecto de detalle de ingeniería, donde se desarrolla diarios, semanales y mensuales, para las diferentes áreas, tales como: desarrollo primario, exploraciones, preparaciones, minado y diseño generales. Dentro de la unidad minera, el planeamiento a corto plazo se elabora en forma mensual y todos los programas de trabajo están enmarcados dentro del planeamiento a mediano plazo establecido con anterioridad. Para cumplir con los objetivos y metas trazados

en el planeamiento a corto plazo, es necesario darle seguimiento a todos los trabajos programados, tal que los problemas se asistan con una solución óptima y oportuna para dar continuidad al proyecto. (Cuenta Chua, 2002)

2.1.7.2. Planeamiento a mediano plazo

El planeamiento de mediano plazo es de mayor envergadura, que el de corto plazo, se habla de términos de tiempo mayores, un planeamiento de mediano plazo comprende de 2 a 3 años, donde se prevén los objetivos y metas a alcanzar, siendo los esquemas de trabajo más generalizados que el anterior, pero naturalmente se contempla los aspectos paramétricos del minado, tales como; avances de desarrollo en metros, toneladas, leyes, costo y presupuesto.

2.1.7.3. Planeamiento a largo plazo

El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias generales para optimizar los costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo, en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato.

El desarrollo de un plan de explotación de minas a largo plazo, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, a través de una secuencia de excavaciones óptima orientada a señalar la dirección lógica para el agotamiento de las reservas y procurando lograr un desarrollo armónico en las operaciones mineras, en el marco de un mejor aprovechamiento, que maximice la recuperación de la mena y minimice la extracción de estéril de acuerdo a las mezclas de mineral necesarias entre los sectores involucrados en el plan de minado. (Turpo Villalba, 2014)

2.1.8. Información para el planeamiento y control de operaciones

El Conjunto de información necesaria para la toma de decisión, que contiene subsistemas para recolectar, almacenar, procesar y analizar los conjuntos de información necesaria para realizar los planes de explotación de la mina.

2.1.8.1. Sistema de información

Conjunto de información necesaria para la toma de decisión, que contiene subsistemas para recolectar, almacenar, procesar y analizar los conjuntos de información necesaria para realizar el plan de minado.

El sistema de información debe proveer información necesaria, útil, oportuna, correcta y debe llegar selectivamente a los diferentes niveles como son: directivos de alto,

medio y bajo nivel. Los subsistemas que intervienen en la mina son: (Herrera Herbert & Plá de la Rosa, 2001)

- Oficina mina.
- Oficina geología.
- Oficina ingeniería y planeamiento.
- Planta concentradora.
- Oficina de mantenimiento.
- Laboratorio.
- Oficina de sistemas.

2.1.8.2. Sistema de información para el planeamiento

El sistema de información proporcionara todos los datos requeridos para el planeamiento y control de las operaciones de producción y de servicios. Los datos a ser usada en el planeamiento deben estar disponible en la fecha oportuna, actualizados y con una confiabilidad aceptable.

2.1.8.3. Implementación del sistema de información

Cada subsistema que interviene en la operación de minado, debe cumplir con preparar los datos requeridos en formatos especiales. El flujo de esta información se muestra ver en la Figura 1 (López Jimeno, 1991)



Figura N° 1. Flujo de Información

2.1.9. Tecnologías de la Información

La tecnología de la información es un término que comprende todo lo que está vinculado con el almacenamiento, protección, procesamiento y transmisión de datos e información. Este concepto engloba todo lo relacionado con la informática, la electrónica y las telecomunicaciones.

Los avances tecnológicos como el Internet, las comunicaciones móviles, los satélites, etc. Han hecho significativos cambios en el sistema económico y social, influyendo en las relaciones sociales.

En la actualidad y gracias a las tecnologías de la información los individuos pueden comunicarse y recibir información en tiempo real, cosa que era imposible hacer hace unos años atrás. Estamos viviendo en la era de la información, y a nivel empresarial, una organización debe estar al día con relación a las nuevas tecnologías ya que esto va a repercutir en su desempeño, el poder manejar herramientas que logren disminuir los costos operativos de la empresa es de vital importancia al igual que el poder entregar los productos en menor tiempo, y el brindarle a los clientes un servicio de calidad y con resultados óptimos. La innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad. Se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etcétera, mediante una mayor automatización y tecnología de la información. La automatización puede asimismo mejorar la manipulación de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de la calidad. En los últimos veinticinco años se han logrado considerables aumentos de la productividad gracias al uso de la automatización, y los cambios que se producen actualmente en la tecnología de la información permiten prever grandes mejoras. Ejemplos interesantes de la aplicación de esta tecnología son la creación de sistemas automáticos de registro del tiempo muerto y de sistemas de lubricación automáticos que han reducido el tiempo ocioso de los hombres y las máquinas, así como los gastos en horas extraordinarias. Normalmente se introducen nuevas técnicas que resultan de programas de mejoramiento de la productividad, tales como la lucha contra la obsolescencia, diseño de procesos, actividades de investigación y desarrollo y la capacitación de científicos e ingenieros.

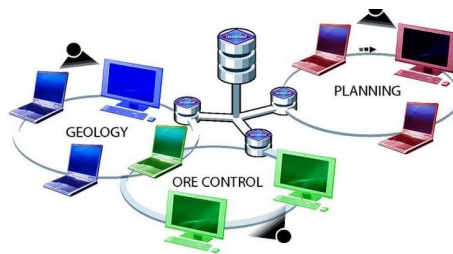


Figura N° 2. Integración de datos

Base de datos es una colección de información organizada para proporcionar reportes e informes eficientes. La información recopilada puede estar en diferentes formatos, como: electrónicos, impresos, gráficos, audio, estadísticas o una combinación entre digital e impreso. Existen bases de datos físico (papel/impresión) y bases de datos electrónicas.

Las bases de datos electrónicas contienen información relacionada que se encuentra agrupada o estructurada en una computadora. La idea central de una base de datos es la organización. Siendo de gran utilidad para resguardar información valiosa y el acceso a la misma de manera rápida, precisa y oportuna.

En la base datos de la empresa se tiene datos como: datos de los taladros de perforación diamantina donde contiene información valiosa como son coordenadas de ubicación del taladro, longitud, inclinación, muestras, leyes, densidades, fechas de ejecución, zona de ejecución, tipo de roca, dureza etc, datos de fundamental relevancia para el análisis de la existencia de los recursos minerales de la organización, que se le puede dar diversos usos desde estadísticos, económicos, geológicos, geotécnicos etc.

2.1.9.1. Software

El software se denomina al conjunto de instrucciones que las computadoras emplean para la manipulación de datos. Sin este, la computadora sería un conjunto de medios sin utilizar. Al instalar los programas en una computadora, la máquina actuará como si recibiera una educación instantánea; de pronto "sabe" como pensar y como operar. El Software es un conjunto de programas, documentos, procedimientos, y rutinas asociadas con la operación de un sistema de cómputo. Comúnmente a los programas de computación se les llama software; el software asegura que el programa o sistema cumpla por completo con sus objetivos, opera con eficiencia, esta adecuadamente documentado, y suficientemente sencillo de operar. Es simplemente el conjunto de instrucciones individuales que se le proporciona al microprocesador para que pueda procesar los datos y generar los resultados esperados. El hardware por sí solo no puede hacer nada, pues es necesario que exista el software, que es el conjunto de instrucciones que hacen funcionar al hardware.

Los softwares se clasifican en 4 diferentes Categorías:

- Lenguajes de Programación
- Software de uso general
- Software de Aplicación
- Sistemas Operativos

Ahora es común utilizar este tipo de software en cualquier área de la industria minera con herramientas específicas y la minería no es la excepción, ya que se encuentran diversos desarrollos para este sector basados en la tecnología CAD y otros softwares como Datamine, Gemcom, Vulcan, Minesight etc. Por este motivo, surge la necesidad de utilizarlos como parte del proceso de enseñanza aprendizaje, favoreciendo con ello el desarrollo integral de los estudiantes y los profesionales ligados al sector minero.

2.1.9.2. Autocad

AutoCAD es un programa de dibujo por computadora CAD 2 y 3 dimensiones, puedes crear dibujos o planos genéricos, proyectos de ingeniería, arquitectura, mapas o sistemas de información geográfica por mencionar algunas industrias y aplicaciones. Los archivos generados por AutoCAD tienen el formato DWG propietario de Autodesk, este es el programa pionero representante de la tecnología CAD (Computer Aided Design).

El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y estilo. En el caso de la realización de objetos en serie, su diseño se lleva a cabo por medio de bloques con las mismas características, por lo que cualquier modificación a una sola pieza cambia en todas las demás.

En los últimos años la compañía ha lanzado diversos módulos de herramientas orientadas hacia industrias específicas y las Ciencias de la Tierra no han sido la excepción.

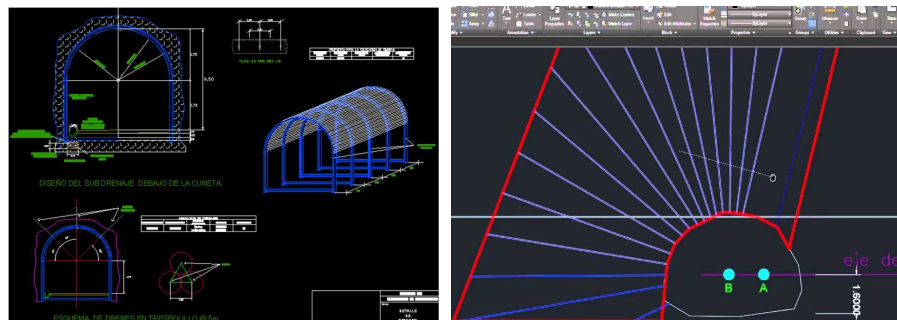


Figura N° 3. Trabajos Autocad en Minería

2.1.9.3. Datamine studio

El software Datamine es uno de los líderes en la solución de la industria minera, solución integral para el Diseño de la mina, programación y optimización. Generación automática y rápida de reportes para la minería. actividades desde elementos de diseño, luego secuenciar y optimizar para extraer el máximo Valor de su recurso. Utilice el planificador de gráficos de Gantt integrado para Refinar el horario de forma interactiva y visual. Impresionante visualización en 3D ayuda a la comunicación, y los equipos multiusuario se acomodan con un completo sistema de gestión de datos.

Software Integrado para la industria de los recursos naturales, con más de 1000 sistemas en diario uso en más de 45 países a través del mundo. Los usos más comunes del sistema son; la captura y análisis de la información, exploración, geología, geoquímica, mecánica de rocas, topografía, modelamiento geológico, diseño de mina a Cielo Abierto y Subterráneas planeamiento minero, y áreas relacionadas a los estudios ambientales.

Es un software que proporciona una gama de soluciones integradas en todas las etapas del trabajo minero y exploratorio, además permite el almacenamiento de base de datos, modelado de recursos. Es una herramienta líder en la industria para el recurso y la evaluación de reserva para más de 30 años. Con su flexibilidad multi paramétrica capacidades de modelado y flujo de trabajo herramientas de gestión, se pueden integrar en una organización para entregar la información de recursos y reservas en el formato requerido por geólogos, ingenieros y gerentes.

El software Datamine tiene la capacidad de auditoría requerida, repetitividad y la funcionalidad para producir estados de recursos y reservas de acuerdo a los altos estándares.

Algunas de sus funciones importantes del sistema son:

- Capacidad para manejar conjuntos de datos complejos, incluyendo muestras de pozos de perforación, muestras de canal, mapas de la cara, láser y modelos 3D imagen procesada.
- Las capacidades disponibles incluyen geo estadísticas anisotropía dinámica y desarrollo del yacimiento para hacer frente a la mineralización del yacimiento de post distorsión.
- Herramientas de simulación condicional para cuantificar el riesgo.

- Las herramientas de modelado y Wireframe que ayudan definir la geología estructural de forma rápida y precisa.
- Modelado geotécnico que proporciona un conocimiento detallado de la estabilidad del terreno y características de las rocas.
- Modelado de bloques sofisticado con integral sub-perimetral de precisión representar el grado y la estructura.
- Instalaciones para convertir modelos de alambre en la celda y los modelos de sub-celulares en un solo paso que permite grados dentro de depósitos minerales y las uniones sean modelada en tanto detalle como los permisos de datos.
- Capacidades de modelado *multi-paramétricas* para modelos geometalúrgicos y geotécnicos.
- Un optimizador de reservas explotables que permite los bloques stoping a ser identificados para activar recurso geológico en una reserva explotable.
- Controladores de fuente de datos que permiten Estudio 3 de integrarse con otras soluciones.
- El archivo de datos para gestionar múltiples escenarios planificación de la mina en un ambiente de buen direccionamiento o gerenciamiento.

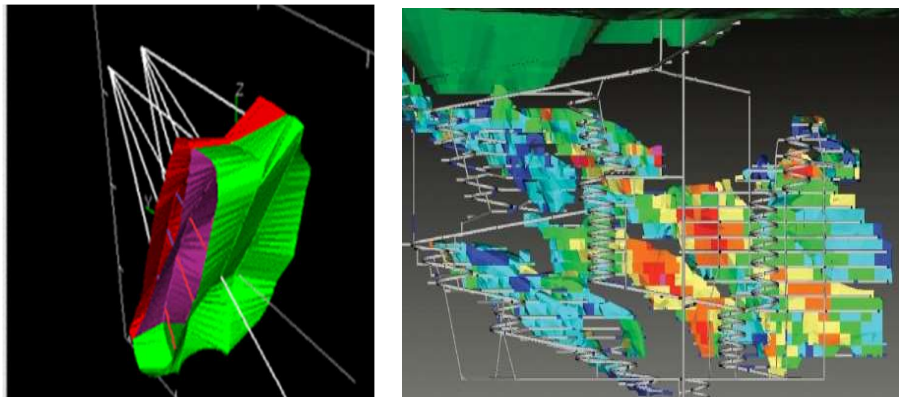


Figura N° 4. Trabajos realizados con el Software Datamine

2.2. Control de Calidad

2.2.1. Diagrama de Ishikawa

Según (Arbós, 2012) hace referencia que el diagrama de Ishikawa conocido también como diagrama de causa – efecto o diagrama de espina de pez, analiza de forma organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que inciden en la generación de un problema detectado a partir de sus efectos.

En este diagrama se dibujan flechas inclinadas (espinas principales) que inciden sobre una línea central que dirige el conjunto hacia el efecto a alcanzar. Las flechas inclinadas que están dirigidas a la línea central pueden representar los elementos que intervienen en el proceso analizado; uno de los diagramas más conocidos, en este sentido, es el de las denominadas 6M, en el que los elementos del sistema productivo comienzan por una M y son: mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria.

Esta herramienta es aconsejable que sea elaborada por un grupo de trabajo que facilite la aportación de ideas y datos de forma abundante y contrastada; de hecho, comenzó a utilizarse en los grupos denominados "círculos de calidad", desarrollados por el mismo Kaoru Ishikawa. Se pueden establecer una serie de fases para su realización: definir y determinar de forma clara el problema a resolver, identificar los factores más relevantes que incluyen en dicho problema, determinar y analizar de una forma ordenada y estructurada las causas y las sub-causas, evaluar si se han identificado todas las causas y, por último, realizar una toma de datos acerca de las diversas causas del problema.

Por tanto, el diagrama de Ishikawa ayuda a la identificación de las causas de un problema, lo que permite determinar su origen y llevar a cabo las acciones adecuadas para resolverlo de raíz. El hecho de ser una herramienta normalmente realizada por un grupo de trabajo fomenta el pensamiento creativo, prolífico y divergente, con un nivel común de comprensión de problema y una visión más contrastada de las causas.

Las flechas principales del diagrama (espinas principales), pueden representar en otras ocasiones, los elementos de que se compone el producto y también los puestos de trabajo del proceso. (pág. 592)

Según Montgomery (2006), para elaborar un diagrama de Ishikawa, se debe de considerar los siguientes pasos:

- Definir el problema o efecto que va a analizarse.
- Formar el equipo para realizar el análisis
- Con frecuencia el equipo descubrirá las causas potenciales mediante el procedimiento de lluvia de ideas (brainstorming).
- Trazar el rectángulo de efecto y línea central.

- Especificar las categorías principales de las causas potenciales y anexarlas como rectángulos conectados a la línea central.
- Identificar las causas posibles y clasificarlas dentro de las categorías del paso anterior. De ser necesario, crear nuevas categorías.
- Clasificar las causas para identificar las que parezcan tener mayores posibilidades de incidir en el problema.
- Empezar una acción correctiva.

2.2.2. Diagrama de Pareto

Según Guajardo (1996), el principio de Pareto favorece la determinación de las pocas causas vitales en la solución de un problema, discriminando los muchos efectos triviales, y ayuda a concentrar los esfuerzos en lo más beneficioso y fácil para dichas soluciones. Un ejemplo de este principio, es que el 80% de los productos son comprados por el 20% de los clientes; el 80 por ciento de los defectos son producidos por el 20 por ciento de las máquinas; y que también se encuentran en relación de 80 a 20 las fallas, las cuales se solucionan, resolviendo solo el 20 por ciento de los problemas. (Guajardo, 1996). De acuerdo con Guajardo (1996), para construir un gráfico de Pareto es necesario seguir los siguientes pasos:

- Conocer y definir el problema o situación a analizar.
- Hacer una lista de las posibles causas, ordenándolas de acuerdo a su importancia.
- Seleccionar la forma de medición de las causas. Las unidades de medición pueden ser dinero, tiempo, frecuencia, o número según corresponda.
- Organizar los factores de mayor a menor.
- Calcular el porcentaje relativo de cada factor.
- Calcular el porcentaje acumulado de cada factor y ordenarlos de mayor a menor.
- Trazar en el eje vertical las unidades seleccionadas previamente.
- Dibujar en el eje horizontal un gráfico de barras con los valores decrecientes. En el eje vertical derecho colocar una escala del 0 al 100 por ciento.
- Dibujar una gráfica lineal que represente el porcentaje acumulado para cada factor. Por último, se puede trazar una línea vertical interceptando la curva acumulada cerca del 80 por ciento, para poder identificar los factores vitales.

2.3. Conceptos teóricos

2.3.1. Definición de términos básicos

En esta sección, el autor especifica las definiciones (en forma concreta) de los términos que son propios de la especialidad y/o de difícil comprensión.

Ley de mineral Es el porcentaje de concentración de zinc, plomo, plata, cobre, etc. que encierra una determinada muestra. Cuando se refiere de una ley del 1% significa que en cada 100 Kg. de roca mineralizada hay 1 Kg. de zinc puro.

Ley de Corte Corresponde a la ley más baja que puede tener un cuerpo para ser extraído con beneficio económico.

Relave Corresponde al residuo, mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales en el proceso de flotación, dispuesto finalmente como un depósito estratificado de materiales finos (Arenas y limos).

Voladura.- Procesos de fragmentación y desplazamiento de la roca con el uso de explosivos.

Yacimiento. - Masa de roca localizada en la corteza terrestre que contiene uno a varios minerales en cantidad suficiente como para ser extraídos con beneficios económicos.

Mina.- Conjunto de excavaciones, instalaciones y labores que se efectúan en un lugar para explotar un yacimiento.

Explotación. - Conjunto de elementos o instalaciones destinados a sacar provecho de un producto natural.

Plan de minado. - Es el documento que contiene todas las actividades o acciones a realizar durante el período que comprende, entre otras: la identificación de los límites de las áreas de exploración, explotación, preparación beneficio y otras actividades inherentes, metodología y parámetros de trabajo, equipos a ser utilizados, presupuestos y costos, personal, medidas de Seguridad y Salud.

Tajo . - Es el proceso de extracción del mineral deseado u otro mineral de una mina subterránea, dejando atrás un espacio abierto conocido como una escalera.

Brainstorming. _ Es una técnica creativa que se basa en la asociación libre de ideas de un grupo de trabajo cuyo objetivo es obtener las mejores ideas en poco tiempo y desarrollar las mejores para resolver cuestiones de marketing, campañas publicitarias, gestión de productos, etc.

Scoop. _ Es el Cargador Subterráneo, diseñado para trabajar en espacios confinados y de bajo perfil para las aplicaciones más exigentes de la minería subterránea. Su diseño compacto con rendimiento ágil, construcción sólida y mantenimiento simplificado aseguran una excelente productividad, larga duración y bajos costos de operación.

By pass. _ Este término permite nombrar, en su sentido más amplio, a una vía alternativa que se instala en sistema para evitar un bloqueo o barrera.

Modelo Geológico. - Es una representación en 3D, de características geológicas, como: Litología, oxidación, mineralización, alteración, etc. "Que contiene algún elemento "químico de interés económico (Ag, Pb, Zn, Cu) y que su correcta definición) delimitación es fundamental para que la estimación de recursos Minerales sea confiable.

Ratio. - Relación cuantificada entre dos magnitudes que refleja su proporción.

Commodity. - son aquellas materias primas y materiales que se transan internacionalmente. Como, por ejemplo, en el caso peruano: oro, cobre y zinc, principalmente.

Planificación. - Es un proceso bien meditado y con una ejecución metódica y estructurada, con el fin el obtener un objetivo determinado, la planificación en un sentido un poco más amplio, podría tener más de un objetivo, de forma que una misma planificación organizada podría dar, mediante la ejecución de varias tareas iguales, o complementarias, una serie de objetivos. Cuanto mayor sea el grado de planificación, más fácil será obtener los máximos objetivos con el menor esfuerzo.

Dilución. - Se define como dilución a la mezcla de mineral con estéril, mediante la cual se lleva bien a procesar un material que no tiene el valor económico previsto, o bien se arroja a la escombrera mineral, con la consiguiente pérdida de aprovechamiento de las reservas.

Perforación. - La perforación es la operación que se realiza con la finalidad de abrir huecos en el macizo rocoso, con una distribución y geometría adecuada, en donde se alojarán cargas explosivas.

Wireframe. - significa que los datos se guardaran como sólidos en dimensiones 3d.

Mineral. - Es una sustancia natural, de composición química definida, normalmente sólido e inorgánico, y que tiene una cierta estructura cristalina. Es diferente de una roca, que puede ser un agregado de minerales o no minerales y que no tiene una composición química específica.

Reservas de mineral. - El tonelaje y ley calculados de mineralización que se pueden extraer con rentabilidad, clasificados como posibles, probables y probados de acuerdo con el nivel de confianza que se pueda atribuir a los datos.

Roca.- Una masa que contiene una combinación de minerales.

Desmonte._ El desmonte de mina es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como

Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral

Perforación diamantina. - Perforación rotatoria de roca que corta una muestra de roca que se recupera en secciones cilíndricas largas de dos centímetros o más de diámetro.

Exploración.- Prospección, muestreo, manejo, perforación diamantina y otros trabajos comprendidos en la búsqueda de mineral.

Explotación.- Actividades relacionadas con un depósito mineral que empiezan en el punto en que se puede estimar de manera razonable que existen reservas económicamente recuperables y que, en general, continúan hasta que la producción comercial empiece.

Extracción. - Es la obtención selectiva de minerales y otros materiales de la corteza terrestre, como: zinc, plomo, cobre, plata, etc.

Cuerpo de mineral. - Una concentración natural de material valioso que se puede extraer y vender con una ganancia.

Botadero. - Una pila de roca o mineral rotos en la superficie de la tierra.

Minas. - Las minas son las fuentes de material que contiene mineral y que se encuentra cerca de la superficie o en el subsuelo.

Muestra. - Una pequeña porción de roca o de un depósito mineral que se toma para poder determinar por ensayo el contenido de metales.

Muestreo. - La selección de una parte fraccional pero representativa de un depósito mineral para el análisis.

Concentrado. - Un producto intermedio fino y polvoriento del proceso de molienda formado por la separación de un metal valioso del desperdicio.

Concentradora. - Las instalaciones en las que se procesa el mineral para separar los minerales de la roca madre.

Modelo de bloques. - Consiste en discretizar el yacimiento minero en paralelepípedos regulares o bloques, la cual contiene información ley, tonelaje, dureza de la roca, teniendo por objetivo maximizar el beneficio total de la explotación.

Litología . - Es parte de la geología que estudia las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

CAPITULO III : DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA

3.1. Organización

3.1.1. Ubicación y Acceso

La unidad minera María Teresa, se ubica en el paraje de Jecuán entre los distritos de Chancay y Huaral en La provincia de Huaral, en la Región Lima Provincias.

El acceso se realiza desde la ciudad de Lima, por la carretera Panamericana Norte, hasta el kilómetro 82 en Huaral. De allí se continua por una carretera asfaltada con dirección Oeste, recorriendo 11 Km hasta el asiento minero Colquisiri. Los últimos 200 m hasta la entrada a la mina es por un camino afirmado.

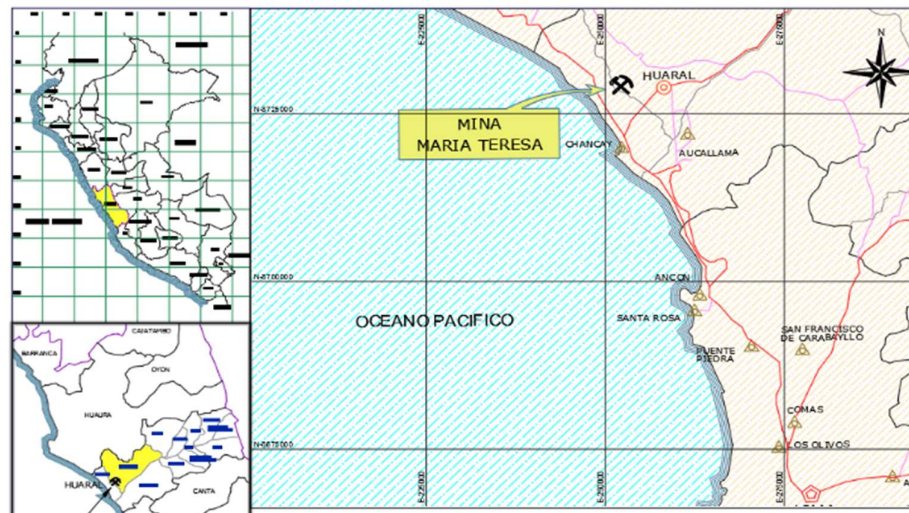


Figura N° 5. Mapa de Ubicación



Figura N° 6 . Foto Panorámica de la Unidad Minera

3.1.2. Aspectos Generales

Minera Colquisiri S.A. es una empresa del rubro minero de capitales peruanos, que cuenta con 32 años de operatividad, dedicados a la exploración, explotación, beneficio y venta de concentrados, la actividad minera por ser una actividad muy compleja, la empresa ha sido muy firme en su compromiso con el cuidado del medio ambiente, apoyo social a las poblaciones cercanas y velar por la seguridad de sus colaboradores, por la que plasma su compromiso en la siguiente. Política organizacional.



Figura N° 7. Política Seguridad y Salud Ocupacional

Tabla n° 1

Datos generales de la Empresa Minera Colquisiri S.A.

3.1.3. Datos de la empresa

Numero de RUC	20107290177
Tipo de Contribuyente	Sociedad Anónima
Nombre Comercial	-
Fecha de Inscripción	21/04/1993
Estado del Contribuyente	Activo
Dirección del Domicilio Fiscal	Av. Del parque norte Nro. 724 Urb. Corpac Lima - Lima - San Isidro
Actividad Económica	0729 - Extracción de Otros Minerales Metalíferos no ferrosos.

Fuente: Elaboración propia

- **Visión**

Nuestra visión empresarial es que Minera Colquisiri S.A. cumpla con su objetivo fundamental de desarrollar una minería responsable, aplicando la mejor tecnología para lograr beneficios entre sus inversionistas, colaboradores y todo el entorno de sus actividades mineras; cumpliendo a cabalidad en cuidado ambiental y la salud de nuestros colaboradores; para contribuir en el crecimiento de las empresas locales, poblaciones vecinas y mejorar los niveles de vida en nuestra área de influencia.

- **Misión**

Minera Colquisiri S.A. es una empresa dedicada a la extracción y beneficio de minerales polimetálicos, cuya misión es atender con excelencia y calidad los requerimientos de nuestros clientes.

En Minera Colquisiri S.A. creemos que el talento, la seguridad y la competitividad de nuestros colaboradores son la fortaleza más importante de nuestra organización.

3.1.4. Organigrama

Se muestra el organigrama general de la empresa, donde se muestra en el nivel superior al Directorio seguido por la Gerencia General y las demás Áreas y sub áreas la cual se encargan de gestionar toda la organización, haciendo un total de 275 trabajadores distribuidos en diferentes áreas, donde la mayor parte del recurso humano se encuentra asignado a las Áreas de mina y planta concentradora.

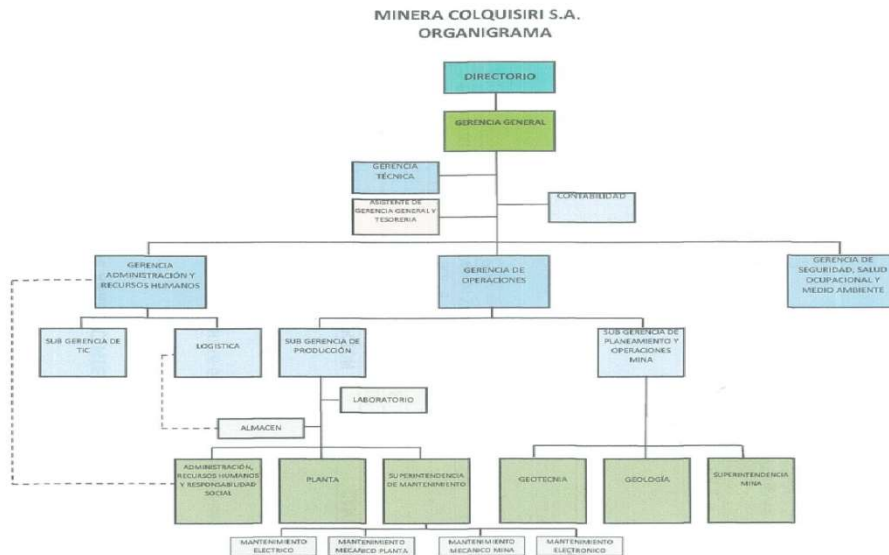


Figura N° 8. Organigrama de la Empresa Minera Colquisiri S.A.

3.1.5. Personal

El personal que labora en las diversas áreas de las operaciones de la unidad minera hacen un total de 275 personas, las actividades en la mina son de forma continua en todo el año, considerando que el área de mina hace guardia en 2 turnos de día (de 07:00 a.m. a 06:00 p.m.) y la guardia de noche (de 07:00 p.m. a 06:00 a.m.) en el área de planta se hacen 3 turnos de 8 horas cada uno, la guardia de Mañana (de 07:00 a.m. a 03:00 p.m.) la guardia de tarde (de 03:00 a.m. a 11:00 p.m.) y la guardia de noche (de 11:00 p.m. a 07:00 a.m.) adecuándose a estos turnos las áreas de apoyo como son las áreas de mantenimiento mecánico y eléctrico las áreas administrativas en un horario normal solo de día (de 07:00 a.m. a 06:00 p.m.) todo el personal que labora en la mina, en su mayoría viven en la ciudad des de Huaral, Chancay, y las poblaciones cercanas de Nueva Estrella y Cerro “La Culebra”

Tabla n° 2

Cantidad de trabajadores distribuidas por áreas



Fuente: Elaboración propia, donde se aprecia la cantidad de colaboradores por áreas.



Figura N° 9. Trabajadores del Área Operativa de Mina

3.1.6. Infraestructura. Máquina y Equipos

La empresa tiene como infraestructura principal una planta de beneficio donde se procesan los minerales, por el método de flotación diferencial con capacidad de tratamiento de 1600 tm/día, en las áreas de la mina cuenta con equipos pesados como equipos de perforación, equipos de carguío y equipos de extracciones de alta y baja ley; utilizando un cargador frontal y volquetes, se traslada y se acumula en el stock pile de la Planta Concentradora, para su posterior chancado. La alimentación se hace mediante un cargador frontal hacia la tolva del Apron Feeder.



Figura N° 10. Vista panorámica de la Planta de Beneficio Minera Colquisiri S.A.

3.1.6.1. Equipos de Carguío

El mineral roto es acarreado por el equipo scoop de 6 yd³ desde el sub nivel base de los tajos, ya que los tajos se rompen entre dos niveles y la limpieza se hace por el sub nivel inferior.

El scoop sale hasta la intersección de la ventana con el by pass de extracción que es paralelo al sub nivel base, donde carga al volquete.

Tabla n° 3

Relación de Equipos Cargador de bajo perfil.

Equipo	Modelo	Capacidad	HP	DM	UTIL
R1	R1600G	6 yd ³	275	86.15%	72.81%
R2	R1600G	6 yd ³	275	91.30%	81.22%
R3	R1600G	6 yd ³	275	95.30%	90.23%
R4	R1600H	6 yd ³	275	95.40%	91.23%
R5	R1600G	6 yd ³	275	96.30%	89.23%
CAT10	966H	5.25 yd ³	262	89.22%	82.34%

Fuente: Minera Colquisiri S.A.



Figura N° 11. Equipo de bajo perfil en pleno trabajo en mina

Fuente: Minera Colquisiri S.A.

3.1.6.2. Equipos de Extracción

El mineral roto es extraído desde el by pass de extracción de cada uno de los yacimientos ubicados dentro de la unidad operativa con la que cuenta la empresa con el uso de volquetes marca Volvo modelo FMX de 19 tm de capacidad en promedio.

Estos volquetes transportan el mineral a través de las rampas o accesos principales de 10 km aproximadamente cuya sección es de 4.8 x 4.5 m. y una gradiente de 12 % hasta las plataformas de homogenización cerca de la zona de chancado primario ubicado en superficie.

Para cumplir con la producción de 1600 tm la flota encargada para la tarea cuenta con los siguientes equipos:

Tabla n° 4

Relación de Equipos de Extracción Mina

Equipo	Modelo	Capacidad	HP	DM	UTIL
Volquete N°07	FM 6x4	9.0 m ³	440	80.50%	76.37%
Volquete N°08	FM 6x4	9.0 m ³	440	74.30%	79.15%
Volquete N°09	FM 6x4	9.0 m ³	440	89.40%	72.46%
Volquete N°10	FM 6x4	9.0 m ³	440	59.20%	75.44%
Volquete N°11	FMX 6X4	9.0 m ³	440	76.10%	88.04%
Volquete N°12	FMX 6X4	9.0 m ³	440	94.90%	76.23%
Volquete N°13	FMX 6X4	9.0 m ³	440	96.00%	88.04%
Volquete N°14	FMX 6X4 R	13.0 m ³	440	98.90%	88.04%
Volquete N°15	FMX 6X4 R	13.0 m ³	440	97.90%	88.04%

Fuente: Minera Colquisiri S.A.

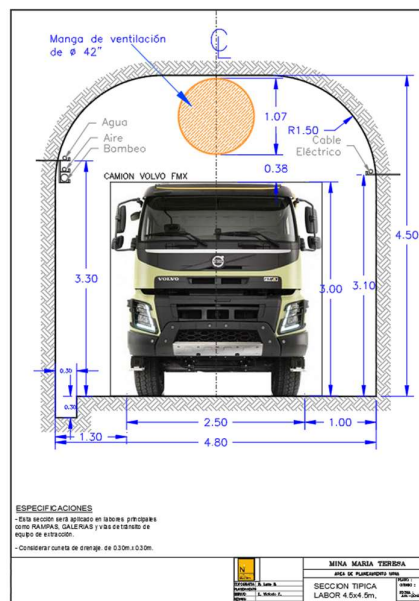


Figura N° 12. Sección Típica de labores Interior Mina

3.1.6.3. Equipos de Perforación

Para las actividades de perforación de taladros la empresa cuenta con 7 equipos de perforación, estos equipos son usados en las labores de avances para la preparación y desarrollo de la mina, asimismo también parte de estos equipos son usados en la explotación para realizar taladros largos de explotación y para iniciar el proceso de perforación de los frentes de Desarrollo, Preparación y Exploración se debe tener en consideración:

- Correcta limpieza de las áreas a perforar.
- Sacar dirección y gradiente de la labor.
- Pintar la malla de perforación estándar de acuerdo con la sección de la labor.
- Control de paralelismo de taladros con guidores.

Tabla n° 5

Listado de equipos de perforación

Equipo	Modelo	Capacidad	Diámetro de taladro	Vel. De Rotación	Max. Presión hidráulica
SANDVIK	DD-310	HL - 500	48 mm	0-340 rpm	175-210 bares
SANDVIK	DD-311-1	HL - 500	48 mm	0-340 rpm	175-210 bares
SANDVIK	DD1-311-2	HL - 500	48 mm	0-340 rpm	175-210 bares
SANDVIK	DD1-311-3	HL - 500	48 mm	0-340 rpm	175-210 bares
Atlas Copco	281-2	-	64 mm	0-340 rpm	200-230 bares
Atlas Copco	S1D	-	64 mm	0-340 rpm	200-230 bares
Atlas Copco	SIMBA 1254	-	64 mm	0-340 rpm	200-230 bares

Fuente: Minera Colquisiri S.A.



Figura N° 13. Equipo de Perforación de Taladros largos en pleno trabajo

Fuente: Minera Colquisiri S.A.

3.1.7. Aspecto Geológico

Regionalmente afloran 2 agrupaciones litológicas principales:

Secuencia volcano sedimentaria consta de dos secuencias distintas. La secuencia inferior consta de la Formación Pamplona y Atocongo que es una sucesión sedimentaria de calizas, limolitas y areniscas finas de tonalidades grises a rojizas. Ambos son de origen marino. La secuencia superior es el Grupo Casma del Cretáceo Superior (Maastrichtiano) que regionalmente es una secuencia volcanosedimentaria marina, pero en el área de la Mina María Teresa solo son volcánicos submarinos, evidenciado por brechas hialoclásticas de composición andesítica, así como la presencia de lavas almohadilladas.

El Batolito de la Costa formado por varias superunidades intrusivas siendo la más antigua la Superunidad Patap que consta de gabros y gabrodioritas equigranulares, la segunda es la Superunidad Jecúan que consta de granodioritas o monzogranitos, ambas superunidades tienen dataciones referenciales, se ha estimado que están en 110 y 120 Ma, respectivamente.

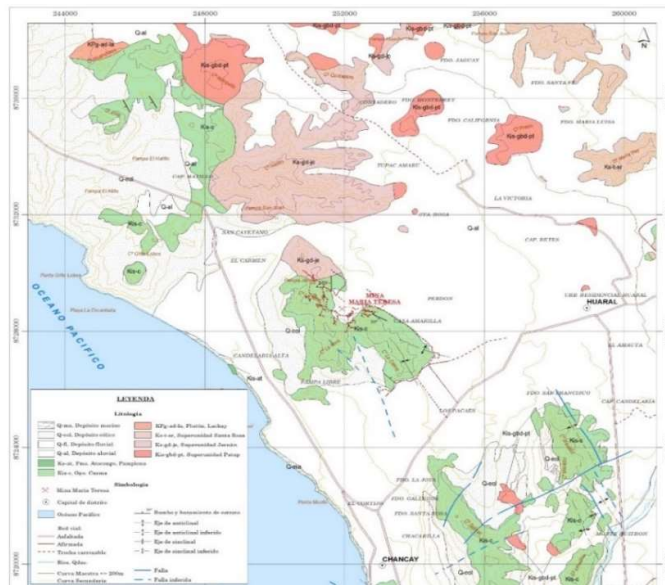


Figura N° 14. Mapa Geológico Superficial Mina María Teresa

Fuente: Minera Colquisiri S.A.

María Teresa es un yacimiento de Sulfuros Masivos Volcanogénicos (SMV) con mineralización de Zn, Pb, Cu y Ag, emplazado en rocas volcánicas submarinas de facies de lavas coherentes (texturas afaníticas y porfídicas) y autoclásticas (autobrechas y hialoclastitas) formadas a lo largo del margen costero peruano, que corresponden a un magmatismo y formación de cuencas volcanosedimentarias.

La alteración en los cuerpos mineralizados presenta; al piso zonas solidificadas con stockworks de cuarzo-pirita-esfalerita, que gradan al techo a bandas y lentes masivos de pirita-esfalerita-galena-calcopirita, lateralmente y de amplia extensión, entre 10 m hasta 50 m. predomina alteración de sericitita a cuarzo-sericitita y pirita, esta última varía de 10% (cercano a zonas masivas) hasta 2% (en los bordes externos de la alteración sericitítica).

El yacimiento alberga cuerpos mineralizados a lo largo de 2 km con una orientación general hacia el norte, distribuidos en tres zonas conocidas como Calera, La Mina2 y Bubulina, contienen cuerpos mineralizados de Zn-Pb-Cu-Ag en formas de lentes irregulares cuyas disposiciones actuales indican bloques por efectos de fallas.

Mantienen un nivel preferencial que varía entre las cotas de 0 m.s.n.m. hasta 200 m.s.n.m., en promedio 100 m.s.n.m., para Calera y La Mina mientras que en Bubulina los cuerpos están entre 30 m por debajo del nivel del mar hasta 100 m.s.n.m.

La mineralización principal consiste de esfalerita, galena y barita de grano fino a grano medio, con cantidades subordinadas y distribuciones irregulares de calcopirita, tetraedrita-tenantita (con contenido de Ag), pirita y trazas de arsenopirita. La mineralización está en forma masiva y bandeada, en brechas, diseminados y en stockwork compuestos por calcopirita, esfalerita, galena, tetraedrita-tenantita y baritina.

Los mayores contenidos de zinc y plata se encuentran en la Zona Sur con mineralización masiva (23.68% Zn y 6.07 oz/t Ag, en promedio), debido a que tiene dos eventos de mineralización sobreimpuestos, tal como se muestra en el estudio paragenético. Sin embargo, los contenidos mayores a 5% de zinc de ambos sectores están estrechamente relacionados con las altas leyes de Pb (3.15% y 3.11%) y Ag (6.07 oz/t y 2.55 oz/t) y en menor grado con las leyes de cobre. Estos resultados nuevamente son corroborados con el estudio de paragénesis, en que dichos valores se relacionan con la presencia de esfalerita, galena y minerales de cobre de los eventos I y II. Igualmente, los estudios mineragráficos demuestran que sólo los cobres grises del Evento I y bournonita del Evento II, contienen inclusiones de sulfosales de plata, por lo que parte del contenido de cobre procedería de las calcopiritas I y II, explicando la falta de relación de cobre y plata, en algunos casos.

En base a la estructura, a las características mineralógicas, alteración y a la ratio de $Zn/(Zn+Pb)$ menor a 0.9; este yacimiento es considerado del tipo de Sulfuros Masivos Volcanogénicos de Pb-Zn-Ag tipo Kuroko, pero con la particularidad que es rico en plata.

3.1.8. Métodos de Explotación

3.1.8.1. Método de sub niveles con taladros largos

El método por subniveles (Sublevel Stopping, Blasthole o Longhole Stopping) con taladros largos es un método de minado de alta producción aplicable: a cuerpos o vetas extensas, de buzamiento casi vertical y geometría regular que poseen un mineral y cajas competentes que requieren esporádicos o ningún soporte y el mineral roto fluye bajo la influencia de la gravedad”

Este método posee una fuerte inversión en la etapa de preparación, aunque dicho costo es compensado por el hecho que gran parte de la preparación es ejecutado en mineral. Actualmente está limitado a cuerpos empinados de mineral donde tanto el mineral como la roca encajonante son competentes y el mineral roto fluye por gravedad. Los cuerpos de mineral deben ser regulares, porque el método no es selectivo.

El uso eficiente de voladura en gran escala hace de tajeo por subniveles uno de los métodos de más bajos costos de la minería subterránea.

La perforación de los taladros es ejecutada con máquinas perforadoras de taladros largos.

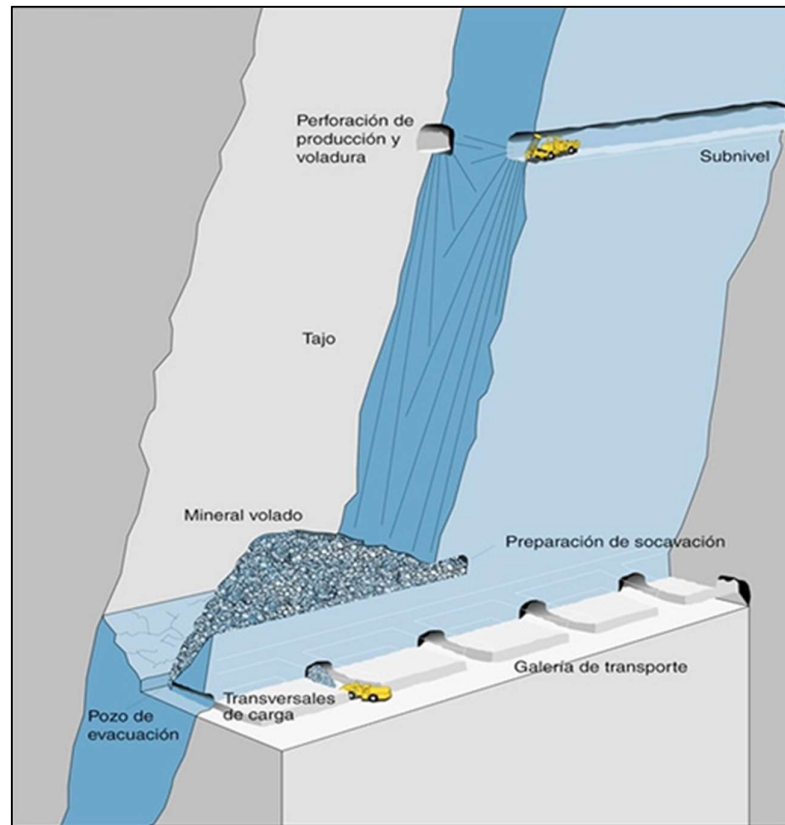


Figura N° 15. Método de minado Sub Level Stopping

Fuente: Hustrullid W., Bullock R. (2001)

3.1.8.2. Parámetros de minado

Los datos de la tabla señalan las características que se utilizan en el diseño de las secciones típicas de minado, así como también se muestran los componentes de la flota.

Tabla n° 6

Parámetros de minado sub niveles con taladros largos

PARÁMETROS DE MINADO		
Descripción	Tjo 120-12 N	Tjo 50-47 S
Longitud de tajo	50 m.	85 m.
Altura de tajo	50 m.	50 m.
Altura de bancos de minado	10 a 15 m.	10 a 15 m.
Potencia	30 m.	35 m.
Buzamiento	50°	80°
RMR de las cajas	55 a 60	48 a 55
Equipo de perforación	Boomer 281-2	S1D
Malla de Perforación	1.25 x 1.25	1.25 x 1.25
Equipo de limpieza	R1600G	R1600G
Secciones de minado	4.0 x 4.0 m.	4.0 x 4.0 m.

Fuente: Minera Colquisiri S.A.

3.1.8.3. Método de corte y relleno ascendente mecanizado

Es un método ascendente (realce) el mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente, cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno) que sirve de un piso nuevo de trabajo y al mismo tiempo permite sostener las cajas y en algunos casos el techo. La explotación de corte y relleno puede usarse en yacimientos que presentan las siguientes características:

- Fuerte buzamiento superior a los 50° de inclinación.
- Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente)
- Potencia moderada.
- Límites regulares del yacimiento.

VENTAJAS

- La recuperación es cercana al 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas que son de baja ley sin explotar.
- Se puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físicas mecánicas incompetentes.

3.1.8.4. Procesos de producción de la unidad minera María Teresa

Las instalaciones de procesamiento con que cuenta la mina “María Teresa”, corresponde a una Planta de Beneficio de minerales que procesa el material extraído de la mina por el método de flotación diferencial a una capacidad de 1600 tm/día. No se cuenta con otros tipos de instalaciones de procesamiento, dentro de estas instalaciones de la unidad minera se realizó tareas de revisión, recopilación de la información bibliográfica relacionada con el tema que estamos desarrollando, para tener una visión del estado de conocimiento en relación al diseño, planeamiento y control de minado subterráneo con lo cual se hace necesario identificar todas las tareas que tienen relación con el proceso productivo, lo cual está haciendo que el costo de minado se incremente afectando la productividad en el proceso de planificación, explotación y extracción de minerales y la mayoría de estas tareas se encuentran en el frente de trabajo como son las labores de desarrollo, preparación y explotación de la mina y entendiendo que estos procesos tienen una mayor incidencia en el costo general de explotación está en el área de mina y representa el 42% del costo de minado. En la actualidad las tareas de planificación la desarrolla el área de Geología, por lo que no se le está dando mucha importancia a esta tarea, donde se debe mayor impulso en realizar las tareas de planificación ya que aquí en estos programas se contempla el uso de todos los recursos, tiempos, insumos a ser empleados en las diversas tareas de la explotación en donde se necesita hacer una mejora en la planificación y el control de estas tareas a desarrollarse con mayor énfasis y con todas las herramientas tecnológicas y recursos para que los planes de producción sean elaborados con mayor tiempo y la confiabilidad de los datos respaldados por la base de datos y esto hace que la productividad este por debajo de lo estimado y los costos en las tareas de mina.

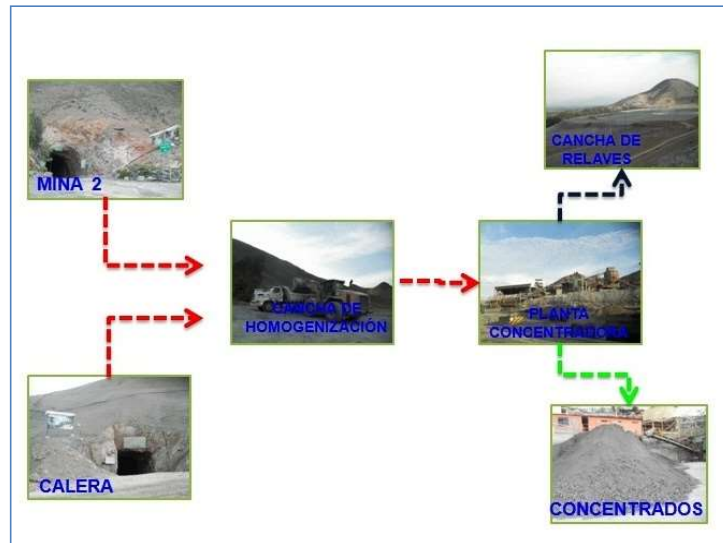


Figura N° 16 . Procesos Minera Colquisiri S.A.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.8.5. Mapa de procesos Minera Colquisiri S.A.

La definición macro de los procesos que constituyen la Organización y particularmente para la Mina María Teresa, se consideran los procesos definidos con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes, en este marco de la gestión estratégica, se plantean como procesos principales, el planeamiento minero, la operación minera y la comercialización de concentrados. Estos procesos definen la cadena de valor en la operación y se soportan en otros procesos que permiten el desarrollo integral de la estructura de procesos planteada, tal como se observa en la Figura N° 17

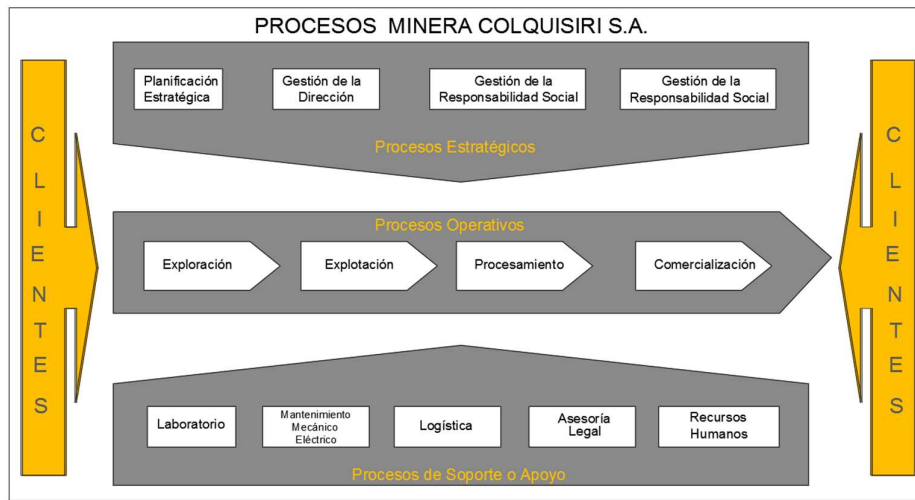


Figura N° 17. Mapa de procesos minera Colquisiri S.A.

Fuente: Elaboración propia

3.1.8.6. Diagramas DOP Minera Colquisiri S.A.

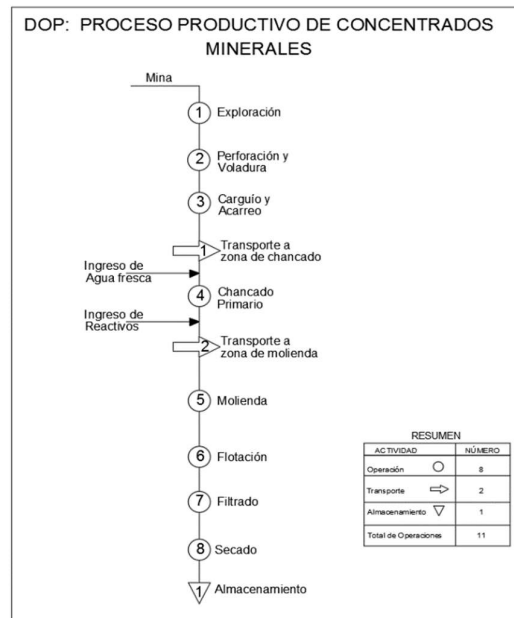


Figura N° 18. DOP de los procesos productiva

Fuente: Elaboración propia

3.1.9. Diagnóstico del área de estudio

3.1.9.1. Tabla de recolección de datos de las reuniones de trabajo.

En la siguiente tabla hemos recopilado datos en reuniones de trabajo con los profesionales que están ligados al área de producción como son el área de geología, planta, mina y productividad, lo cual ha sido colocado en una tabla para valorarlos de sus apreciaciones de cada profesional, lo cual nos serviría como base para ir corrigiendo y mejorándolos estos temas.

Tabla n° 7

Cuadro de Valoración de Problemas hallados en el proceso de explotación minera.

ITEM	PROBLEMA REGISTRADO	IMPACTO			
		UTILIDAD	COSTO	PRODUCCION	RESULTADOS
1	Alto costo en el uso de recursos para la explotación de minerales	4	4	4	12
2	Alto costo en insumos de perforación y voladura	4	4	4	12
3	Falta de planificación, haciendo uso de tecnologías de la información	4	4	5	13
4	Incoherencia entre datos de lo planificación y lo ejecutado	4	4	4	12
5	Indicadores de productividad por debajo de lo planificado	4	4	5	13
6	Alta variabilidad datos de Tonelaje y Ley de mineral extraído	3	3	5	11
7	Ausentismo al centro laboral	4	4	4	12

RANGO DE CALIFICACION	
BAJO	1-2
MEDIO	3
ALTO	4-5

Fuente: Elaboración propia

3.1.9.2. Diagrama de Ishikawa

En la figura inferior se observan las posibles causas de las deficiencias en la planificación y control en la explotación de minerales y afecta el nivel de la productividad en la Empresa Minera Colquisiri S.A., representadas por los factores causales como mano de obra, materiales, métodos, maquinaria, medición e información. Se observa también que por cada factor se encontraron las ideas identificadas por las causas del problema.

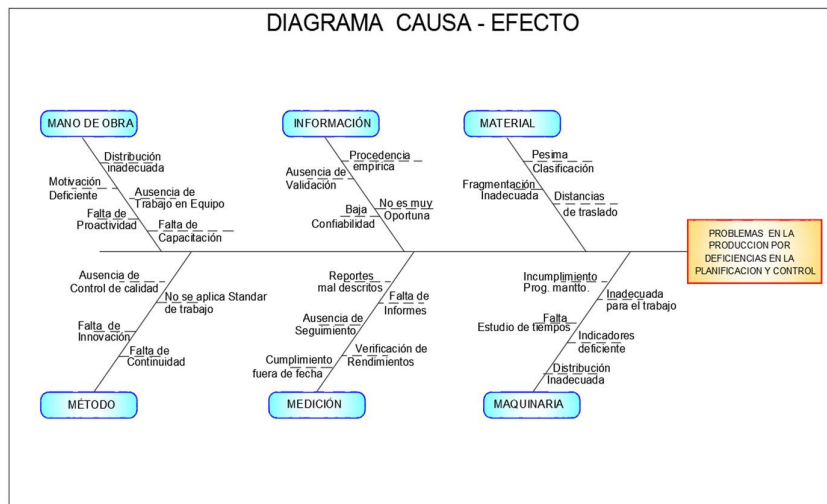


Figura N° 19. Diagrama de análisis Causa - Efecto

Fuente: Elaboración propia

- **Información:**

La información debe ser con alto porcentaje de confiabilidad para poder elaborar la planificación y así obtener una planificación más consistente en su contenido que se ajuste a los datos reales y datos tomados en campo.

- **Método:**

Se evidencia falta de información en los métodos del proceso productivo genera que la producción sea impredecible, sólo empírica, sin saber con certeza los posibles pronósticos de producción, generando también tiempos muertos, además de contar con una mala distribución de personal y equipo en las áreas de trabajo.

- **Material:**

Se observa la fragmentación del material roto que se traslada a la zona de almacenamiento de chancado primario no está muy bien clasificada ya que existe bloques de proporciones mayores dificultando su ingreso a la parrilla o zaranda de la tolva de Chancadora primaria, lo cual genera atascos en la chancadora, el material debe ser validado para evitar su rechazo generando pérdidas por movimiento de material por mala clasificación.

- **Maquinaria:**

Se debe de considerar todas las características de los equipos como, el dimensionamiento capacidad, programación de paradas por mantenimiento, no hay un estudio de tiempos de los equipos, con lo cual es necesario manejar estos datos para la programación de actividades y que sea con datos tomados en campo.

- **Mano de obra:**

El que los trabajadores no tengan una motivación para hacer las tareas, también la asignación de la cantidad adecuada de personas para hacer trabajos de prioridad, la proactividad es un factor de relevancia dentro del proceso productivo genera mucho tiempo ocioso y también confusión en la labor, haciéndola ineficiente; además, la empresa no propicia a que sus colaboradores desarrollen una línea de carrera.

- **Medición:**

En todo proceso productivo se debería implementar los controles necesarios para el monitoreo de todo el proceso y que ayuda en la toma de decisiones, en cuanto se observa un comportamiento anómalo dentro del proceso e implementar los cambios que sean necesarios de acuerdo a como se va desarrollando las actividades dentro del proceso.

Esta metodología nos resulta muy útil en el análisis de las causas que están originando las deficiencias en la planificación y afectando los índices de productividad dentro del proceso de explotación de minerales dentro de la unidad minera María Teresa.

En las tablas elaboradas para hallar el diagnostico ítems anteriores se ha identificado que el mayor problema dentro de las operaciones de explotación y extracción de minerales, es la deficiencia de datos consignados de la planificación y que la conciliación de los datos programados con los ejecutados se presentan con mucha variación, lo cual se hace de necesidad en el programa de producción sincerar estos datos a un nivel aceptable, se debe consignar datos de tonelajes y leyes que sirva de ayuda para el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Estos problemas generan demoras y pérdidas por no cumplimiento de los programas de producción afectando el

uso adecuado de los equipos, insumos y recursos que se pueden destinar a otros objetivos que generen valor o rentabilidad para la organización.

Identificados estos problemas pasamos a desarrollar los temas de la propuesta de mejora, tomando como base la información existente del área de geología y haciendo uso del software Datamine, que actualmente existe dentro de la organización, pero está en un uso limitado para el área de geología y en esta propuesta se le dará un uso orientado a la planificación, haciendo que su uso sea más eficiente ya que el alquiler de esta licencia cuesta alrededor de \$60,000 dólares americanos al año.

3.1.10. Desarrollo de Objetivo 1

3.1.10.1. Análisis de elementos que intervienen en la Explotación minera en empresa minera Colquisiri S.A.

Dentro del proceso de la explotación de mina, está constituido por la mano de obra, insumos, maquinaria e información que a continuación pasamos a detallarlos:

- MANO DE OBRA, está compuesta por 97 personas que está comprendida entre operarios, empleados y profesionales, que laboran en dos turnos de 10 horas cada una en el día y en la noche respectivamente.
- MAQUINARIA, constituida por 9 volquetes de 20 toneladas cada una, 8 scoop que hacen las tareas de movimiento de material económico hacia chancado primario y hacia las escombreras si es estéril y carguío a los camiones.
- INSUMOS, compuestas básicamente por agentes de voladura, accesorio, de perforación y materiales.
- INFORMACION, para las actividades de la mina, se necesita de los programas de producción donde se consigna datos como, ley, tonelaje, tiempo de ejecución y , secuencia, de acuerdo al ciclo del proceso de la explotación.

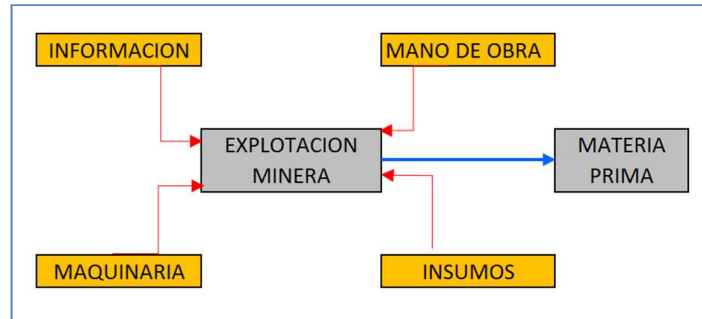


Figura N° 20. Composición de elementos de la explotación minera

Fuente: Elaboración propia

En las actividades de la explotación de la mina el factor de la productividad es muy importante ya que con ello se mide que tan productivo está siendo el proceso de explotación, y asimismo teniendo en cuenta que el costo de operación de la mina es el costo más alto y representa el 47% del costo total de operación tal como se observa en el cuadro n° 21.

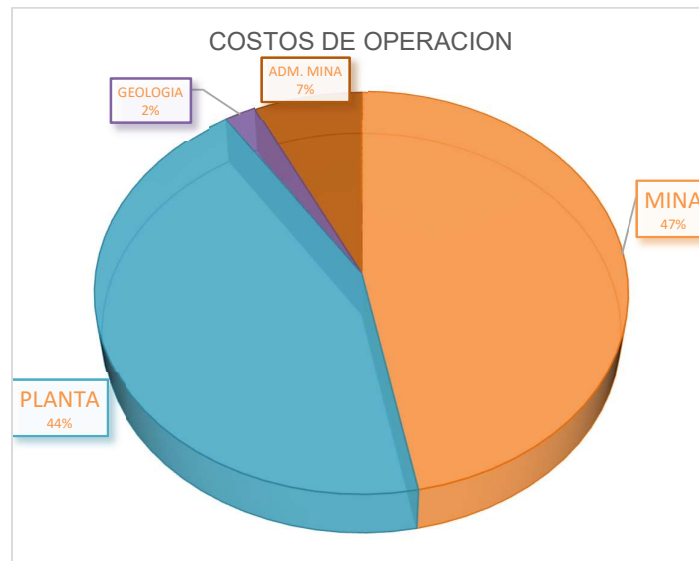


Figura N° 21. Costos de operación

Fuente: Elaboración propia

Haciendo un mapeo de las actividades de la mina se observa que la productividad viene decayendo en los últimos años 2016 y 2017 tal como se observa en los cuadro n°22

Productividad Año 2017 (Enero - 17 / Diciembre - 17)			
MES	Costo y Gasto \$	Toneladas Extraídas	Productividad
Ene-17	920,878	41,933	0.046
Feb-17	931,992	36,802	0.039
Mar-17	992,878	42,758	0.043
Abr-17	960,416	46,737	0.049
May-17	980,060	48,763	0.050
Jun-17	980,878	41,735	0.043
Jul-17	991,992	44,777	0.045
Ago-17	988,878	45,961	0.046
Set-17	1,000,416	40,253	0.040
Oct-17	1,100,060	40,837	0.037
Nov-17	928,878	28,805	0.031
Dic-17	890,416	24,498	0.028
TOTAL	11,667,743	483,859	0.041



Figura N° 22. Productividad del área de mina

Fuente: Minera Colquisiri S.A.- Productividad

lo cual nos lleva a observar todos los procesos de la mina, revisando los indicadores de la mina como son la utilización de los equipos, materiales está en un nivel aceptable, donde se identifica está moviendo mucho material estéril a causa de la información sesgada que esta proporcionado por el área de planeamiento haciendo que cierta tareas se están volviendo improductivas . Por lo se decide verificar la información como se estaba obteniendo y procesando.

Estando en el área de planificación verificamos el procedimiento de cómo se estaba haciendo el planeamiento donde encontramos los siguientes puntos a observar:

- Método de elaboración del planeamiento anticuado y empírico.
- Información que tomaba en cuenta no es confiable, tomada de información de reportes planos e histórica.
- El tiempo de elaboración del planeamiento en su forma empírica demandaba de mucho tiempo de revisión de planos, reportes y datos que se encontraban en físico.

Tabla n° 8

Tareas del Planeamiento Empírico con tiempos

Tiempo de Elaboración de Planeamiento con método empírico

ITEM	ACTIVIDAD	Tiempo (h.)
1	Verificar las labores de mina	8
2	Revisar la información geológica	4
3	Revisar la información Topográfica	4
4	Revisar la información Geomecánica	4
5	Revisar la información de Leyes	4
6	Pasar toda la Información a Excel	6
7	Planificar labores de avances y desarrollo	6
8	Cálculo de leyes de labores en mineral	6
9	Metrado de avances y desarrollo de labores	4
10	Elaborar el secuenciamiento de Tajos	6
11	Elaborar el plan en Excel	4
12	elaborar planos de labores programadas	16
Total en horas		72
Total en días		9

Fuente: Elaboración propia

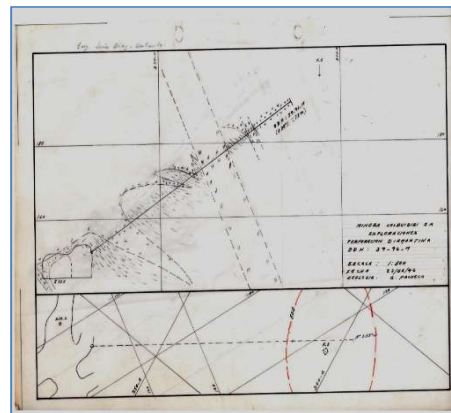
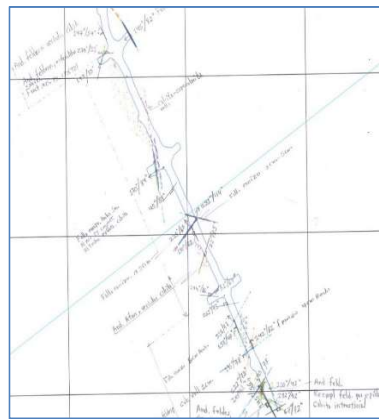


Figura N° 23 Planos para elaboración de Planeamiento Empírico

Fuente: Minera Colquisiri S.A.

- Deficiencia para integrar los planes a las operaciones de mina donde la actividad es muy variable y dinámica.
- Necesitaba la participación de varios especialistas como ingenieros de minas, geólogos, dibujantes, geomecánicos.



Figura N° 24. Especialistas haciendo planeamiento empírico

Fuente: Propia

- El tiempo de desarrollo era muy prolongado
- La confiabilidad de la data no es muy buena, presencia de variabilidad fuera de lo permisible los datos del programa con lo ejecutado, difieren demasiado

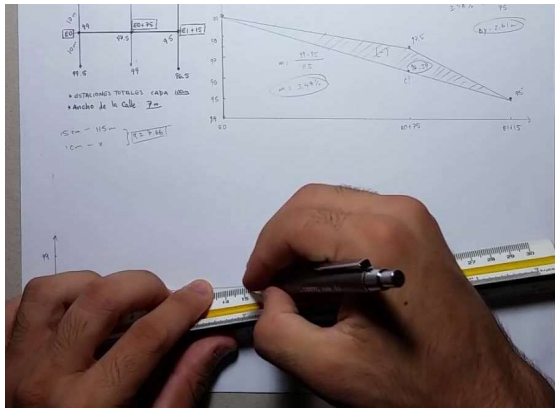


Figura N° 25. Análisis de Planeamiento Empírico

Fuente: Elaboración Propia

- No se llegaron a los objetivos en los últimos 2 años 2016 y 2017.

Tabla n° 9

Cuadro comparativo de producción Programado – Realizado años 2,016 y 2,017

RESUMEN 2016					RESUMEN 2017				
PROGRAMADO	REALIZADO	DIF.	CUMP.	DATOS	PROGRAMADO	REALIZADO	DIF.	CUMP.	DATOS
432,000	303648	128,352	70%	T.M.	561,600	452,324.0	109,276	81%	T.M.
3.11	2.73	0.38	88%	Oz Ag	3.23	2.43	0.81	75%	Oz Ag
1.25	1.03	0.21	83%	%Pb	0.86	0.79	0.07	91%	%Pb
4.00	3.79	0.21	95%	%Zn	3.55	3.16	0.39	89%	%Zn
0.26	0.26	0.00	99%	%Cu	0.24	0.23	0.01	97%	%Cu

Fuente: Elaboración propia

- Por el incumplimiento de las toneladas no producidas se dejaron de tratar en el año 2,016 128,352 mil toneladas haciendo que su cumplimiento tan solo del 70% dejando de producir $(128352 \times 0.04 = 5134.08)$ **5134.08** toneladas de concentrado de Zinc y $(128352 \times 0.0379 = 4864.54)$ **4864.54** toneladas de concentrados de Plomo, en el año 2017 también se dejó de extraer 109, 276 toneladas material grueso con la cual se dejó de producir $(109276 \times 0.0316 = 3453.12)$ **3453.12** toneladas de concentrado de Zinc y $(109276 \times 0.0079 = 8632.804)$ **863.2** toneladas de concentrado de Plomo, con lo cual la empresa se vio afectado en sus ingresos de estos 2 años.
- Ley y tonelaje de producción se presenta con mucha variabilidad.

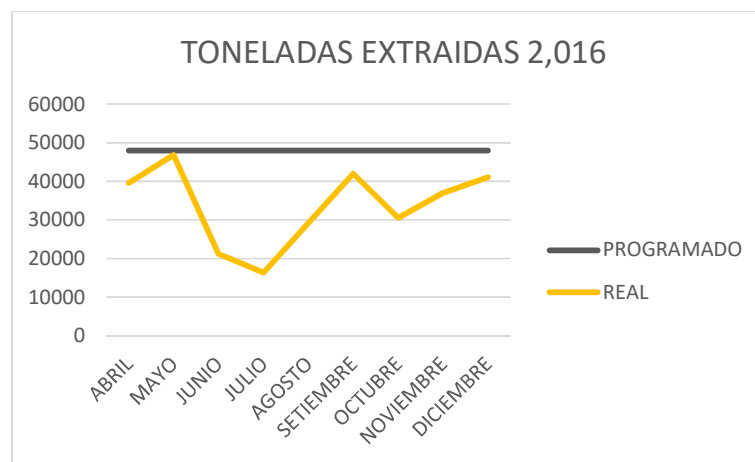


Figura N° 26. Variabilidad en la extracción de minerales año 2,016

Fuente: Elaboración propia

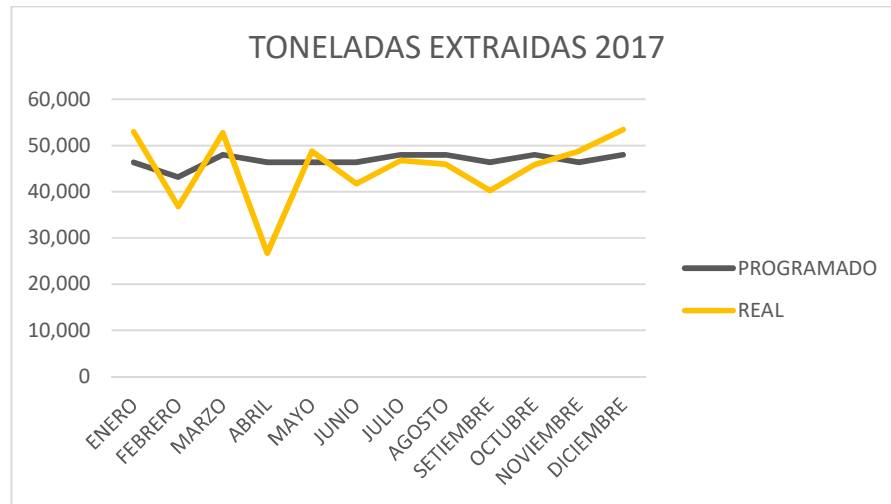


Figura N° 27. Variabilidad en los tonelajes de mineral extraído el año 2,017

Fuente: Elaboración propia

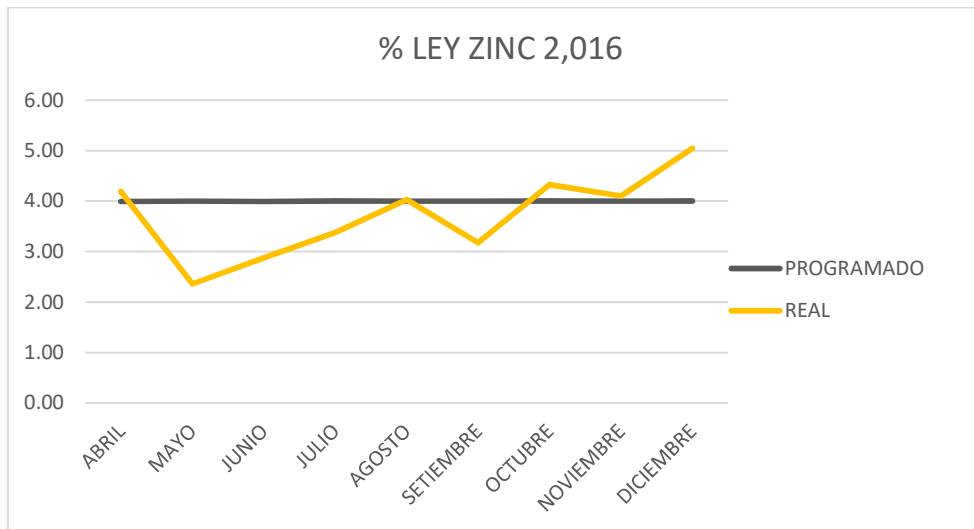


Figura N° 28. Variabilidad en la ley extraída de Zinc, del año 2016

Fuente: Elaboración propia

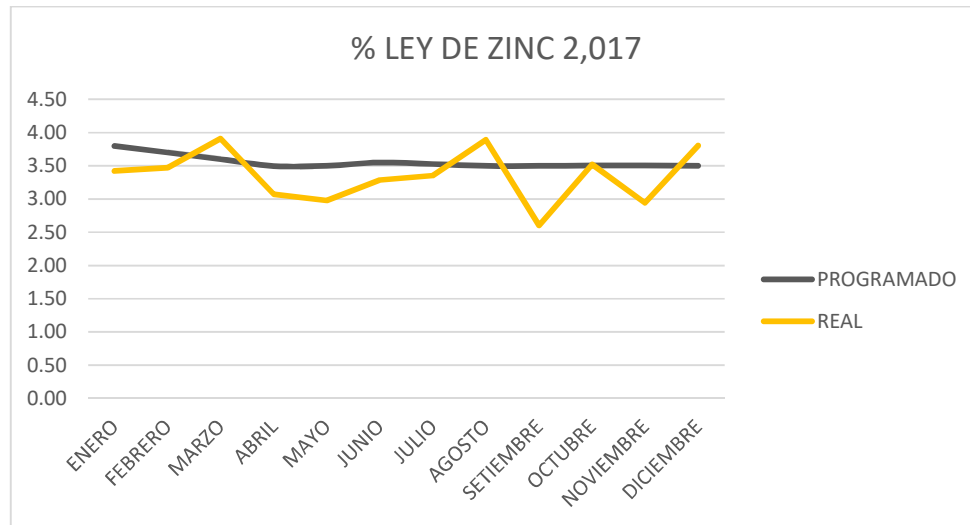


Figura N° 29. Variabilidad en la ley de Zinc, de la Extracción año 2017

Fuente: Elaboración propia

- Genera pérdidas en los equipos y mano de obra de la por la falta de decisión de y datos en forma oportuna.
- Derivación de equipos y mano de obra a actividades que no son de prioridad para cumplir con los objetivos .

Teniendo bien claras las deficiencias que existe en la empresa se decide hacer el plan de mejora se implementa a finales del año 2017, por lo que su seguimiento se hizo este año hasta el mes de agosto del presente año por lo que la mejora se encuentra implementada y la descripción lo hacemos en seguida:

3.1.10.2. Diagrama de flujo Información geológica.

Actualmente existe una base de datos que contiene abundante información histórica y actual de todo el yacimiento y se almacena en un servidor que está ubicado en la sala de servidores de la unidad minera, toda esta información es gestionado por el software MS SQL SERVER, esta base se conforma por datos del área de geología, datos de taladros diamantinos y muestreos de toda mina la cual contiene información muy relevante como:

- Información espacial de los taladros y las muestras tomadas en las labores desarrolladas dentro de la mina (Este, Norte, Cota, Inclinación, Dirección)

- Información Litológica de los taladros la cual describe las características y el tipo de la roca y mineralización interceptada la cual se muestra en columna de los taladros de perforación Diamantina.
- Información de leyes o contenido metálico de las muestras tomadas a los testigos de la perforación diamantina y muestras tomadas en las labores desarrolladas dentro de la mina, la cual contiene los porcentajes de contenido metálico de los elementos de interés (Zn, Pb, Cu y Ag).
- Información geomecánica, la cual se conforma por información tomada a los testigos de perforación diamantina donde se consigna datos de la calidad del macizo rocoso, como la dureza, grados de fracturamiento.

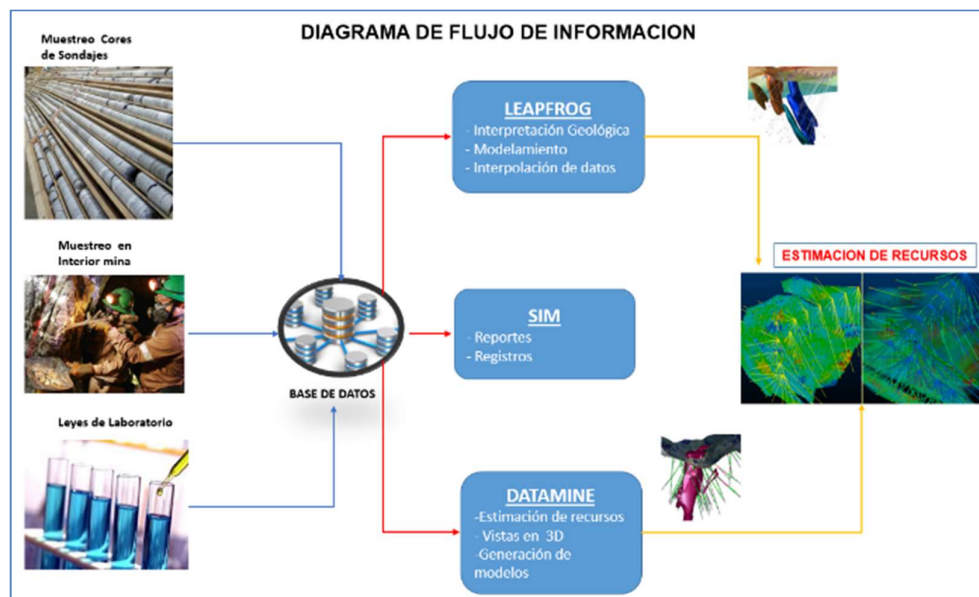


Figura N° 30 Diagrama de flujo información Geológica

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.3. Creación de las tablas de la base de datos

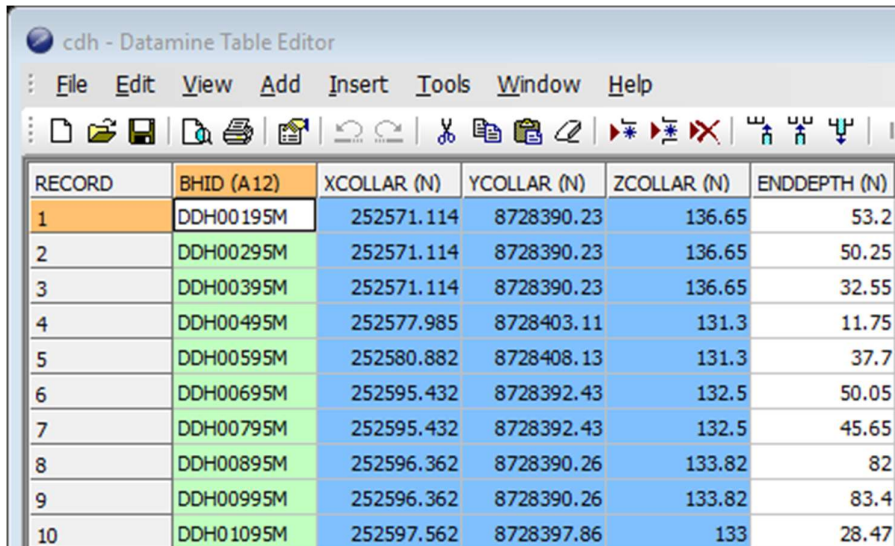
El modelamiento del cuerpo mineralizado será creado en base a la información obtenida con los taladros de perforación diamantina ejecutados y las muestras tomadas en las

labores de preparación dentro de la zona mineralizada, la información que compone esta base de datos derivan de las muestras de testigos obtenidos por los equipos de perforación y de los resultados de análisis de las muestras analizadas en el laboratorio químico. Los archivos que contendrán la base de datos provienen de los datos tomados por el área de topografía, y los resultados de los análisis de las muestras con toda esta data se crean los sondeos que van a ser la base de toda esta información y estas tablas se muestran a continuación:

- Collar.- Contiene información de las coordenadas de los collares y de la longitud total de los taladros.

Tabla n° 10

Tabla de coordenadas de ubicación de Taladros Diamantinos



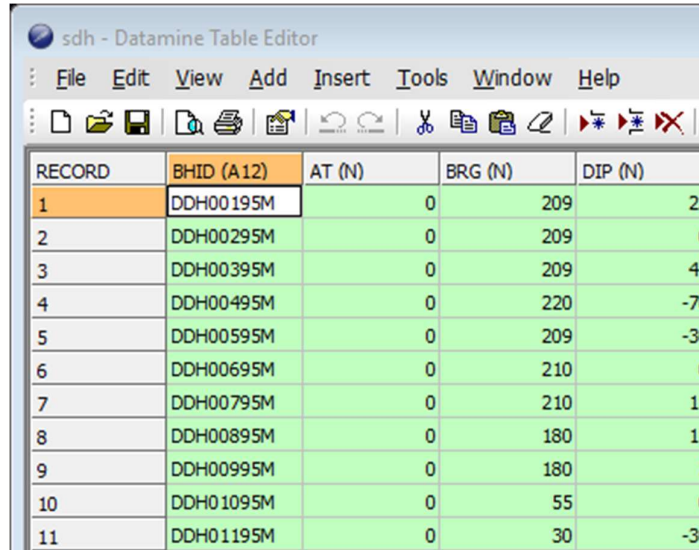
RECORD	BHID (A12)	XCOLLAR (N)	YCOLLAR (N)	ZCOLLAR (N)	ENDDEPTH (N)
1	DDH00195M	252571.114	8728390.23	136.65	53.2
2	DDH00295M	252571.114	8728390.23	136.65	50.25
3	DDH00395M	252571.114	8728390.23	136.65	32.55
4	DDH00495M	252577.985	8728403.11	131.3	11.75
5	DDH00595M	252580.882	8728408.13	131.3	37.7
6	DDH00695M	252595.432	8728392.43	132.5	50.05
7	DDH00795M	252595.432	8728392.43	132.5	45.65
8	DDH00895M	252596.362	8728390.26	133.82	82
9	DDH00995M	252596.362	8728390.26	133.82	83.4
10	DDH01095M	252597.562	8728397.86	133	28.47

Fuente: Elaboración propia

- Survey.- Contiene toda la información de la Inclinación y azimut de los taladros.

Tabla n° 11

Tabla con datos de Inclinación y Azimut de Taladros Diamantinos



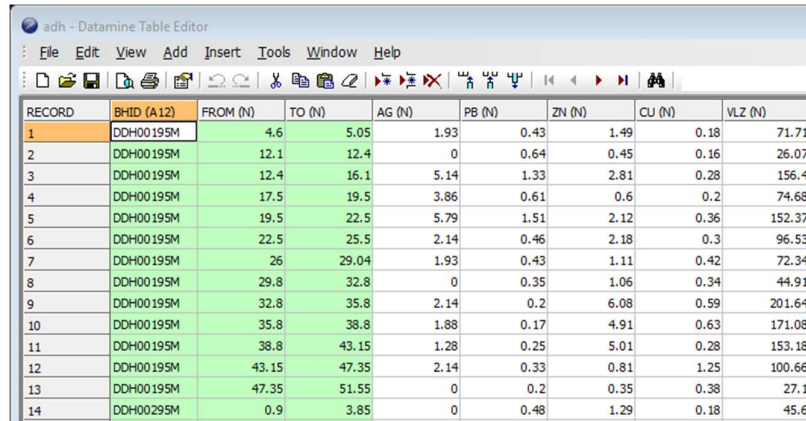
RECORD	BHID (A12)	AT (N)	BRG (N)	DIP (N)
1	DDH00195M	0	209	23
2	DDH00295M	0	209	0
3	DDH00395M	0	209	41
4	DDH00495M	0	220	-70
5	DDH00595M	0	209	-30
6	DDH00695M	0	210	0
7	DDH00795M	0	210	15
8	DDH00895M	0	180	15
9	DDH00995M	0	180	2
10	DDH01095M	0	55	0
11	DDH01195M	0	30	-30

Fuente: Elaboración propia

- Assays.- Contiene toda la información de las muestras analizadas y por los elementos que fueron analizados, en laboratorio químico.

Tabla n° 12

Tabla con datos de leyes o contenido metálico de muestras tomadas



RECORD	BHID (A12)	FROM (N)	TO (N)	AG (N)	PB (N)	ZN (N)	CU (N)	VLZ (N)
1	DDH00195M	4.6	5.05	1.93	0.43	1.49	0.18	71.71
2	DDH00195M	12.1	12.4	0	0.64	0.45	0.16	26.07
3	DDH00195M	12.4	16.1	5.14	1.33	2.81	0.28	156.4
4	DDH00195M	17.5	19.5	3.86	0.61	0.6	0.2	74.68
5	DDH00195M	19.5	22.5	5.79	1.51	2.12	0.36	152.37
6	DDH00195M	22.5	25.5	2.14	0.46	2.18	0.3	96.53
7	DDH00195M	26	29.04	1.93	0.43	1.11	0.42	72.34
8	DDH00195M	29.8	32.8	0	0.35	1.06	0.34	44.91
9	DDH00195M	32.8	35.8	2.14	0.2	6.08	0.59	201.64
10	DDH00195M	35.8	38.8	1.88	0.17	4.91	0.63	171.08
11	DDH00195M	38.8	43.15	1.28	0.25	5.01	0.28	153.18
12	DDH00195M	43.15	47.35	2.14	0.33	0.81	1.25	100.66
13	DDH00195M	47.35	51.55	0	0.2	0.35	0.38	27.1
14	DDH00295M	0.9	3.85	0	0.48	1.29	0.18	45.6

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.4. Creación del Proyecto.

Para la creación del proyecto se inicia con la apertura del programa DATAMINE, luego nos solicita el directorio en que se creara y almacenara toda la información del proyecto.

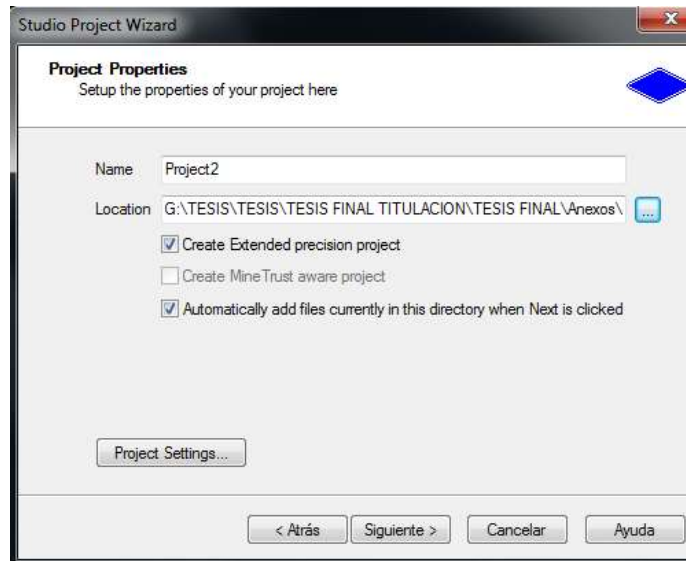


Figura N° 31 Ventana de Inicio del programa Datamine

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.5. Importación de datos.

La importación de datos numéricos se hará por medio de tablas ordenadas y guardados con formato delimitado por comas (*.csv).se importa los datos mostrados líneas arriba, los datos gráficos se harán con formato dxf, o formato cad.

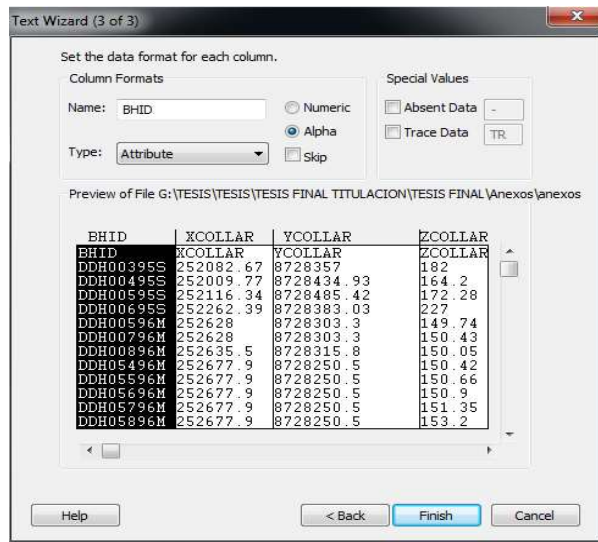


Figura N° 32 . Ventana de importación de datos

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.6. Integración de datos importados

La importación de las tablas collar (Coordenadas de los taladros), Survey (Inclinación, Rumbo y desviaciones del taladro), y la tabla de Assays (datos de los análisis químicos por elementos).

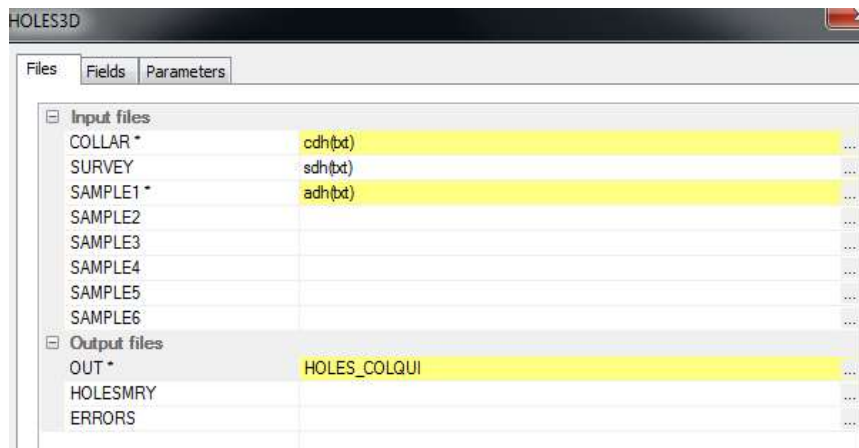


Figura N° 33 Integración de datos importados

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.7. Creación, validación y visualización de taladros ejecutados.

La creación, validación y la visualización de los taladros se hace invocando en la línea de órdenes del software **HOLES3D**, donde solicita el nombre de las tablas creadas con anterioridad para que con estos datos el software lo valide y crea los taladros, en este proceso si detecta algún error emite un archivo de errores donde muestra que datos presentan errores.

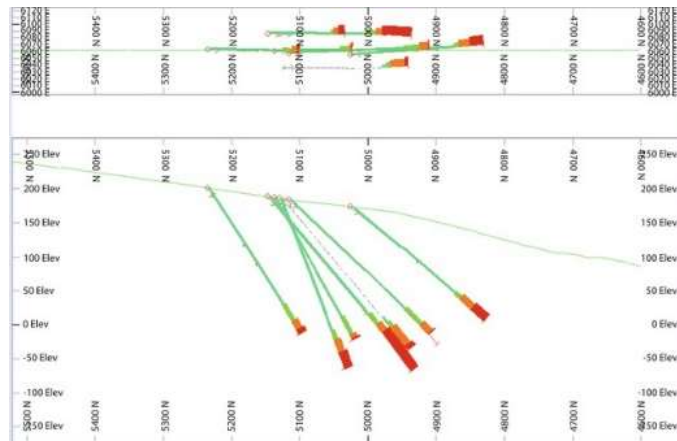


Figura N° 34. Conformación de taladros

Fuente: Datamine group

3.1.10.8. Creación de contornos de interés con información de taladros

Para la creación de los contornos de interés se debe cargar los taladros donde se delimitará las áreas de interés económico, con los datos obtenidos como leyes y litología de los taladros ejecutados, se va delimitando las zonas de interés económico con una línea que el software lo reconoce como string, este proceso se hace con las secciones que contenga información de los taladros diamantinos o los muestreos hechos en las labores de preparación.

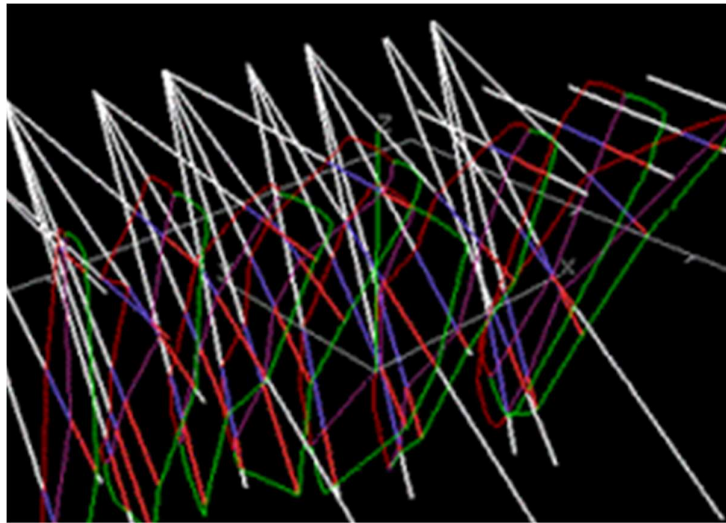


Figura N° 35 Creación de contorno geológico

Fuente: Datamine Group

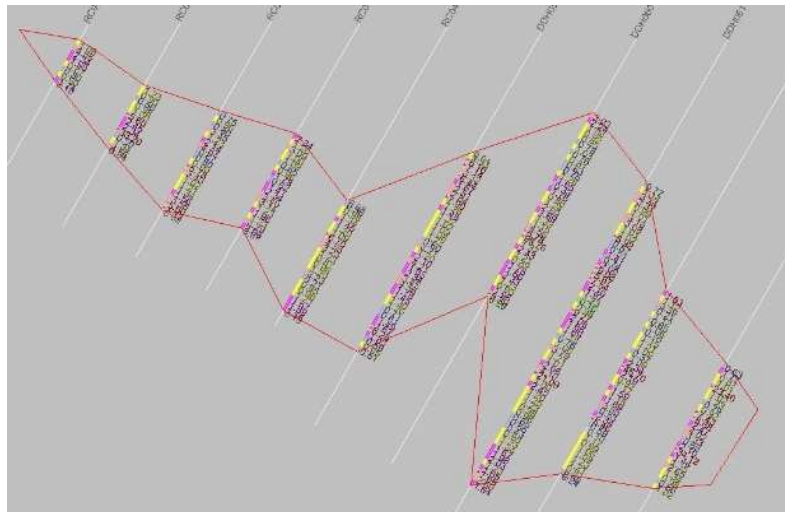


Figura N° 36 Vista en planta del contorno creado con leyes

Fuente: Datamine Group

3.1.10.9. Creación del cuerpo mineralizado a partir de los contornos

Para la creación del cuerpo mineralizado hacemos uso de las secciones creadas anteriormente haciendo un enlace que el software lo reconoce como linqueo de sección a sección, generándose el cuerpo mineralizado final y concluye con la obtención del sólido o modelo del cuerpo con contenido metálico económico.

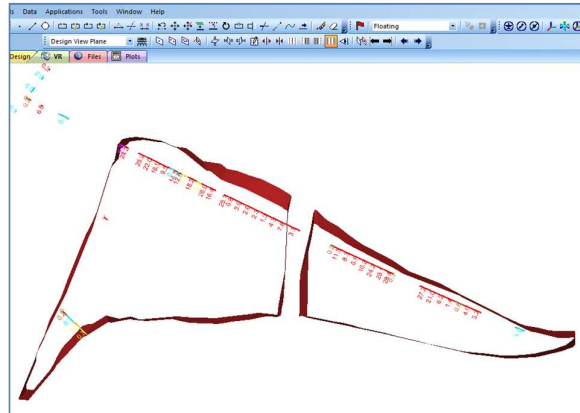


Figura N° 37 Creación del cuerpo Mineralizado

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 38. Modelado total del cuerpo mineralizado

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.10. Analizando los datos con variogramas

Con la data almacenada se hace un análisis del comportamiento espacial de una propiedad o variable con los variogramas, como parte del análisis geoestadístico donde se muestra el comportamiento de la continuidad de la mineralización de un deposito. Y está dada por la siguiente formula:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E \{ [Z(x) - Z(x+h)]^2 \}$$

$$\gamma(\vec{h}) = \frac{1}{2} \text{Promedio} \left\{ \begin{array}{l} \text{(diferencias)}^2 \text{ de} \\ \text{leyes en datos} \\ \text{que están a la} \\ \text{distancia } \vec{h} \end{array} \right\} \quad (2)$$

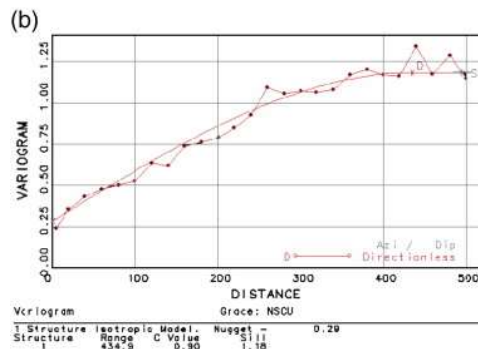
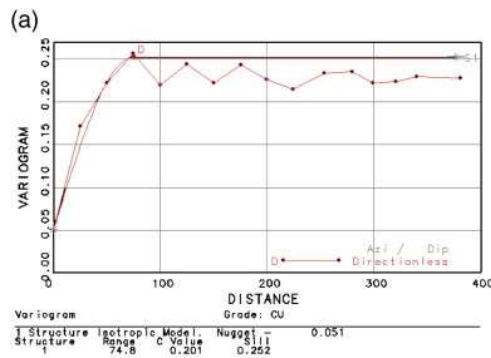


Figura N° 39 Análisis de datos con Variogramas

Fuente: Datamine Group

3.1.10.11. Analizando la data con histogramas

Se elabora el análisis con el histograma donde se muestra la representación gráfica de estadísticas de diferentes tipos. Su utilidad del histograma tiene que ver con la posibilidad de establecer de manera visual, ordenada y de fácil comprensión todos los datos numéricos estadísticos que pueden tornarse difíciles de entender.

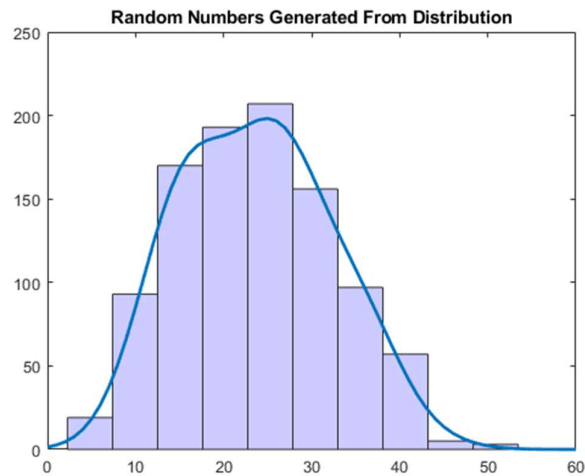


Figura N° 40. Análisis de los datos con Variogramas

Fuente: Datamine Group

Con el histograma observamos la representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados.

3.1.10.12. Configuración de parámetros para el relleno de wireframe con modelo de bloques

Los modelos creados en el paso anterior se rellenarán con modelo de bloques según la configuración ingresada para su creación con un estimador de kriging ordinario, donde se considera el valor de la media como desconocido permite generalizar el estimador a situaciones donde esta media no es constante en el espacio: la media puede variar de una región a otra, siempre que sea aproximadamente constante en cada bloque.

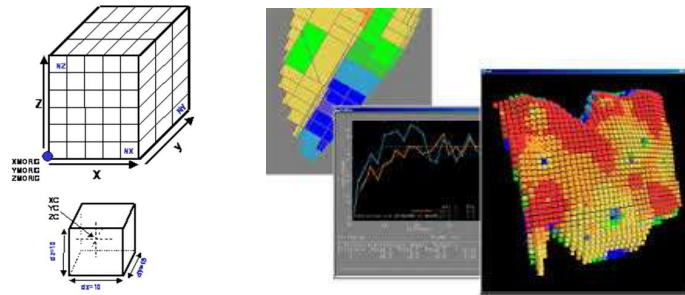


Figura N° 41. Configuración y obtención de modelo de Bloques

Fuente: Datamine Group

3.2. Desarrollo el Objetivo 2

3.2.1.1. Categorización, codificación y reporte de recursos minerales

El recurso mineral es la concentración de la sustancia mineral en cantidad ley o calidad que permiten su extracción con beneficio real o potencial según la organización internacional de clasificación de recursos (JORC, CIMC, etc.) y estos recursos pueden estar clasificados en:

Inferido: Su clasificación de este tipo de depósitos se da basado en una cantidad y ley estimada por un muestreo limitado. Existiendo información geológica suficiente la cual determina la continuidad del yacimiento lo cual se puede limitar como potencial económico.

Indicado: Su estimación se da basado en la continuidad de las leyes, junto con la extensión y forma del yacimiento, y está suficientemente determinada para generación de una correcta estimación.

Medido: Su clasificación se basa en información correctamente establecido por muestreos y observaciones de sondeos, el cual determina la ley y el volumen estimado.

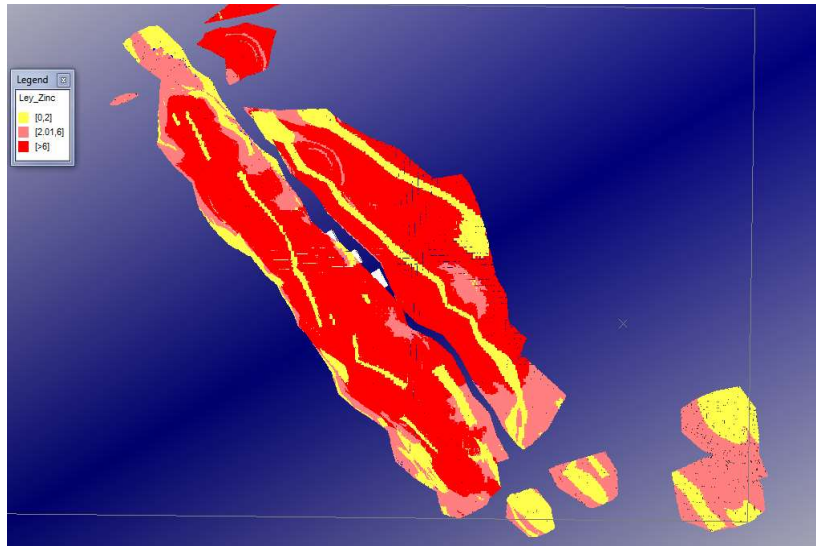


Figura N° 42 Modelo de bloques categorizados

Fuente: Elaboración propia

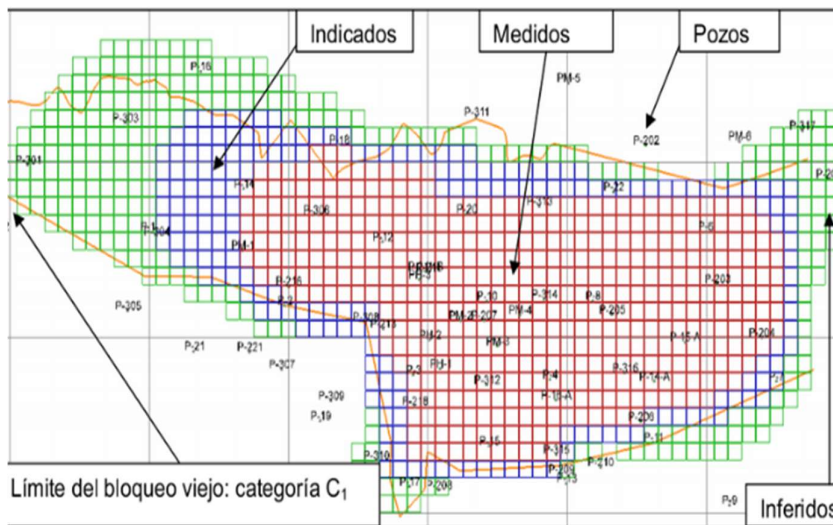


Figura N° 43. Vista en sección de bloques seleccionados y categorizados

Fuente: Datamine Group

Categorizada la información de la estimación se genera la siguiente tabla :

Tabla n° 13

Cuadro de estimación de Recursos minerales

REPORTE AL 30 DE JUNIO 2018: CUERPO SOFÍA D									
Cuerpo	Categoría	Volumen (m3)	Toneladas (TM)	Densidad	Zn (%)	Pb (%)	Cu (%)	Ag (Oz/tm)	Confiabilidad (%)
Sofía D	Medido	388,938	1,347,712	3.4651	6.302	0.543	1.094	1.448	64.46
	Indicado	749,238	2,996,952	4.0000	7.649	0.703	1.468	2.001	26.42
	Inferido	613,569	2,454,278	4.0000	6.818	0.606	1.401	2.102	36.85
Recursos (M+I)		1,138,176	4,344,664	3.8172	7.231	0.654	1.352	1.830	38.22
Total (M+I+I)		1,751,745	6,798,942	3.8812	7.082	0.636	1.369	1.928	37.72

Fuente: Minera Colquisiri S.A.- Departamento de Geología con datos categorizados de las reservas minerales.

3.2.2. Proceso de Planificación minera aplicando el software datamine

El proceso de planificación minera es de vital importancia ya que en este programa se consignan todo los recursos a utilizar en la ejecución de labores para la preparación, desarrollo y explotación de la mina, en este caso obtenemos el modelo de bloques donde contiene información de leyes, toneladas, litología, densidad, dureza en base a esta información hacemos la categorización de los recursos obtenidos donde podemos apreciar visualmente la concentración de minerales dentro de un yacimiento categorizados por rangos de leyes como son ley baja, media y alta, esta información nos servirá para hacer definir la ejecución de labores con el objetivo de acceder a estos puntos de interés económico en base a los objetivos dados por la organización al inicio de año del se muestran a continuación:

3.2.2.1. Creación de grillado de con atributos de acuerdo a la dimensión de los tajos

Se creará una grilla con atributos de acuerdo al diseño y a las medidas de los tajos para la extracción de datos a partir de este modelo de bloques, que contiene información de leyes y tonelajes según su contenido metálico.

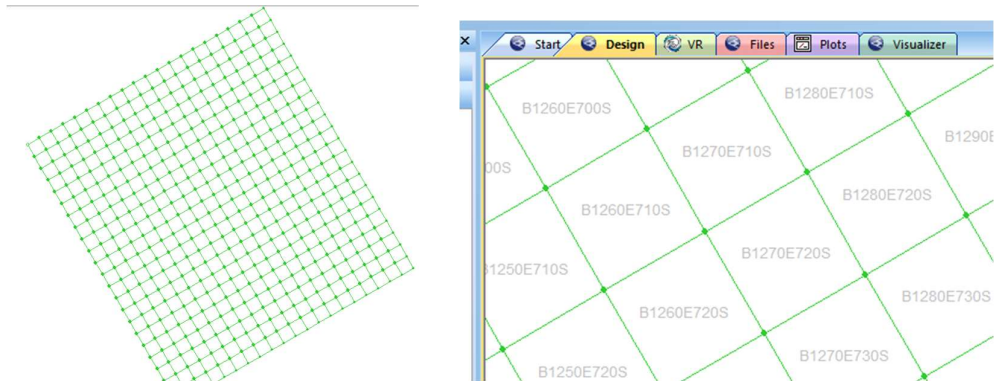


Figura N° 44. Creación de grillas con la medida de los Tajos a explotarse

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. Captura de los datos del modelo general a la medida de cada Tajo

Del archivo general del modelo de bloques se captura los datos de acuerdo al diseño de los tajos invocando la orden en el software SELWF, e ingresando todos los datos que solicita el programa en la caja de dialogo.

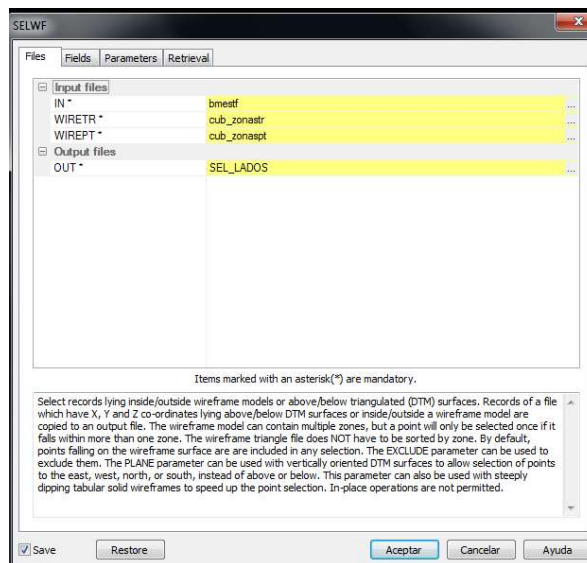


Figura N° 45 .Captura de los datos a procesar

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. Generando reportes de la captura de datos del yacimiento categorizado

En este proceso se generan los reportes en formato Excel y son generados con la herramienta TONGRAD, genera reportes con todos los datos de los tajos como son nombre del tajo tonelaje, ley de mineral por elementos (Ag, Pb,Zn,Cu) datos de acuerdo al diseño de los tajos.

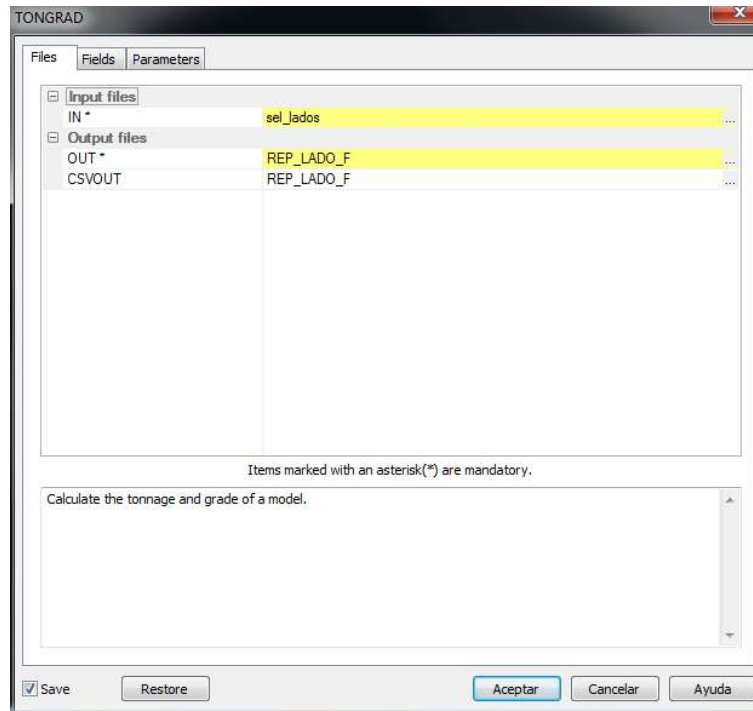


Figura N° 46 Generación de reportes de los datos Capturados

Fuente: Elaboración propia

Al final de este proceso obtenemos los reportes en formato Excel con datos consignando nombre de tajo, tonelaje, densidad, ley, confiabilidad y valor de mineral lo cual nos servirá como base de datos para desarrollar el planeamiento con datos de una fuente confiable y sobre categorizada e información clasificada para elaborar el planeamiento alineados a los objetivos y compromisos asumidos de la organización.

Tabla n° 14.

Reporte final con datos categorizados

BLOCK	SECC S	NIVEL	SECC E	TONNES	VAG	VPB	VZN	VCU	VLZ
B1490E450S20U	-450	20	1490	75	1.09	0.75	3.10	0.93	138
B1500E450S20U	-450	20	1500	75	1.21	0.65	3.11	0.67	127
B1400E450S30U	-450	30	1400	150	0.87	0.08	0.96	1.39	92
B1410E450S30U	-450	30	1410	300	0.85	0.08	0.96	1.04	78
B1430E450S30U	-450	30	1430	1,688	0.00	0.00	0.00	0.00	0
B1450E450S30U	-450	30	1450	150	0.91	0.08	3.92	2.58	216
B1460E450S30U	-450	30	1460	375	0.91	0.09	4.53	1.75	197
B1490E450S30U	-450	30	1490	427	0.99	0.93	14.71	0.68	415
B1500E450S30U	-450	30	1500	255	1.12	0.66	6.77	0.80	222
B1430E450S40U	-450	40	1430	1,266	0.00	0.00	0.00	0.00	0
B1450E450S40U	-450	40	1450	675	0.91	0.09	3.38	1.76	168
B1460E450S40U	-450	40	1460	450	0.91	0.09	3.76	1.85	182
B1420E450S50U	-450	50	1420	75	0.92	0.98	17.17	0.83	482
B1430E450S50U	-450	50	1430	1,359	0.00	0.00	0.00	0.00	0
B1460E450S50U	-450	50	1460	225	0.91	0.04	1.69	1.47	114
B1410E450S60U	-450	60	1410	600	1.11	0.44	20.90	0.29	547
B1420E450S60U	-450	60	1420	375	1.15	1.21	21.03	0.55	571
B1430E450S60U	-450	60	1430	1,547	0.00	0.00	0.00	0.00	0
B1460E450S60U	-450	60	1460	171	0.91	0.07	2.43	1.25	123
B1420E450S70U	-450	70	1420	139	1.19	1.20	20.97	0.38	563

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 15

Recursos de minerales probados

PROBADO:

ZONA	CUERPO	TONELAJE	Onz/tm AG	% Pb	% Zn	% Cu	\$/TM	%
MINA 2	ALICIA	6,898	2.74	1.36	4.09	0.38	165	0.40%
	ANGELA-A	625	1.32	0.63	2.55	0.29	98	0.04%
	ANGELA-B	140,014	2.74	1.03	2.75	0.09	116	8.03%
	CARMEN ROSA-B	4,832	0.88	0.53	2.75	0.09	88	0.28%
	CARMEN ROSA-C	6,078	3.49	1.58	2.26	0.14	122	0.35%
	LUZ ANGELICA-A	2,951	3.74	1.42	7.15	0.53	259	0.17%
	LUZ ANGELICA-B	61,052	2.57	1.08	3.25	0.16	130	3.50%
	SONIA	128,261	1.72	0.56	2.78	0.09	99	7.36%
CALERA	400-C	4,416	2.45	0.48	2.05	0.06	87	0.25%
	CHARITO-A	24,922	1.21	0.56	2.48	0.12	87	1.43%
	CHARITO-B	398	1.28	0.24	2.04	0.27	79	0.02%
	GIOVANNA-A	1,440	1.99	0.45	4.67	0.47	163	0.08%
	GIOVANNA-C	5,650	1.56	0.56	2.63	0.30	102	0.32%
	SOFIA-C	112,834	1.65	0.80	2.15	0.12	87	6.47%
	SOFIA-D	1,243,158	1.39	0.51	6.00	1.06	215	71.30%
		1,743,529	1.60	0.60	5.05	0.79	184	100.00%

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Departamento de Geología

Tabla n° 16

Recursos de minerales probables

PROBABLE:								
ZONA	CUERPO	TONELAJE	Onz/tm AG	% PB	% ZN	% CU	\$/TM	%
MINA 2	ALICIA	9,906	3.30	1.55	5.85	0.53	224	0.29%
	ANGELA-A	2,434	0.77	0.54	3.12	0.25	103	0.07%
	ANGELA-B	162,563	2.51	0.97	2.66	0.09	110	4.83%
	CARMEN ROSA-B	10,074	0.99	0.70	3.07	0.09	100	0.30%
	CARMEN ROSA-C	16,094	3.99	2.22	3.93	0.29	183	0.48%
	LUZ ANGELICA-A	1,775	3.31	1.20	6.73	0.53	242	0.05%
	LUZ ANGELICA-B	75,327	2.76	1.19	3.70	0.16	145	2.24%
	SONIA	117,337	1.94	0.63	2.93	0.10	107	3.48%
CALERA	400-C	9,029	2.24	0.57	2.36	0.06	93	0.27%
	CHARITO-A	32,072	1.30	0.56	2.48	0.12	88	0.95%
	CHARITO-B	3,326	1.62	0.77	6.63	0.67	220	0.10%
	GIOVANNA-A	1,781	2.45	0.52	3.58	0.37	138	0.05%
	GIOVANNA-C	6,806	1.20	0.43	2.39	0.10	82	0.20%
	SOFIA-C	121,880	1.69	0.77	2.15	0.09	86	3.62%
	SOFIA-D	2,797,339	1.90	0.66	7.23	1.40	267	83.06%
		3,367,743	1.95	0.70	6.49	1.19	241	100.00%

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Dpto. de Geología

Tabla n° 17

Cuadro de Resumen total de Reservas.

TOTAL RESERVAS:

RESERVAS	TONELAJE	Onz/tm AG	% PB	% ZN	% CU	\$/TM
PROBADO	1,743,529	1.60	0.60	5.05	0.79	184
PROBABLE	3,367,743	1.95	0.70	6.49	1.19	241
	5,111,271	1.83	0.67	6.00	1.05	222

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Dpto. de Geología

Con esta información calculamos la vida operativa de la mina de acuerdo al tratamiento diario de la planta de beneficio y los recursos con la que se cuenta hasta la fecha, estos datos pueden cambiar según los hallazgos de nuevos recursos que se van encontrando con las labores de las perforaciones de exploración que se van ejecutando en forma paralela a la explotación de la mina.

Tabla n° 18

Calculo Vida útil de la mina

Recurso mineral TM	Tratamiento Mensual TM	Tratamiento anual TM	Vida útil de la mina (años)
5,111,271	46400	556800	9.2

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Dpto. de Geología

3.3. Desarrollo el Objetivo 3

El desarrollo de los proyectos con el software Datamine, estarán mejor organizados y por orden de prioridades de acuerdo a los programas de producción ya que la explotación de estos tajos nos llevaran a cumplir con los objetivos plasmados en el programa estos tajos nos llevara y desarrollos nos conducirán a desarrollar las labores de las nuevas zonas a explotar según el programa para el cumplimiento de los tonelajes y las leyes requeridas para el tratamiento de planta con una ley más homogéneas y constante para el cumplimiento de la producción de concentrados para ser entregados en los almacenes de nuestro cliente (Glencore) ubicadas en los depósitos del callao para su envío al mercado internacional.

Tabla n° 19

Programa de avances por cuerpo y categoría

PROGRAMA DE AVANCES POR CUERPO Y CATEGORIA

CUERPO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	T. Mts
ALICIA	62	26											88
ANGELA B	67	81	57	106	82	56	69	71	72	80	70		811
BANCO 400C	35	39											74
C. ROSA			85	65	74	67	36	60					387
CHARITO	87	72	51										210
GIOVANA													0
LUZ ANG. B				47	85								132
MAGALY							30		5	75	56	81	247
NORMA			66	72	62	90	75	90	154	119	75	75	878
SOFIA C	87	51			32	21	84	86	89	117	40	36	643
SOFIA D	179	291	395	413	418	391	414	336	180	138	277	186	3618
SONIA	32	64	70	39	44								249
TOTAL	549	624	724	742	797	625	708	643	500	529	518	378	7337

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Área de Planeamiento

Tabla n° 20

Programación de Tajos con un aporte estable

PROGRAMA DE PREPARACION Y EXPLOTACION POR CUERPOS

CUERPO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	T. TON
ALICIA	10424	8349	13559		4257								36589
ANGELA B		12551	1578	17076	16016	10730		12367	12086	11385	6146	9197	109133
LUZ ANG. A						3815							3815
LUZ ANG. B	5289	1009		3533	3028	5047	17160	10866	4771	3533	6255	3161	63655
MAGALY		3023					3059	2090					8172
SONIA	26278	7167	22711	16274	8882	9489	19474	13662	15343	14636	13070	10599	177585
CHARITO A					8617	12459							21077
CHARITO B	4017	4038		2170			3028		5589		3836		22678
SOFIA D			3028	7198	5451	4712	3533	7268	8466	16702	16950	23301	96609
400 C	828	908											1736
GIOVANA C		6561	6970										13531
TOTAL	46837	43607	47846	46251	46251	46252	46253	46254	46255	46256	46257	46258	554580

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Área de Planeamiento

Tabla n° 21

Programa de recuperación de concentrados

Minera Colquisiri														
PLAN PRODUCCION CONCENTRADOS Y FINOS (Real + Presupuesto Actualizado Abr-Dic. 2018)														
Disc	30	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31	30	31
Disc Mto	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Disc Op	86	29	30	29	30	30	29	30	29	30	29	30	30	32
TPD	672	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670
TMS	135,233	44,081	47,400	46,400	48,000	48,000	48,000	46,400	48,000	46,400	48,000	557,914		560,300.00
Leyes														
ChT Ag	2.44	1.75	1.98	2.12	1.99	2.02	1.69	2.05	2.02	1.89	2.07	2.07	2.11	2.11
% Pb	0.93	0.78	0.74	0.75	0.80	0.83	0.74	0.78	0.80	0.85	0.82	0.85	0.84	0.84
% Zn	3.74	4.30	3.70	3.91	4.24	4.75	4.79	4.12	4.20	4.70	4.17	4.17	4.04	4.04
% Cu	0.33	0.34	0.28	0.36	0.34	0.46	0.37	0.32	0.39	0.46	0.36	0.36	0.28	0.28
\$TM	0	0	145	150	135	145	152	171	152	149	153	158	152	146.21
Recuperaciones														
% Cu	61.06	64.19	65.66	66.03	66.97	73.28	68.06	64.79	67.70	71.04	66.41	66.41	55.44	55.44
% Pb	57.24	58.61	55.54	58.68	58.32	60.45	58.11	62.16	61.99	61.69	58.97	58.97	60.04	60.04
% Zn	86.43	88.57	88.29	88.50	88.91	89.84	90.33	88.62	88.70	89.76	88.53	88.53	87.70	87.70
% Ag (Bulk)	82.71	79.73	77.09	76.54	77.46	77.72	74.13	77.63	77.33	76.07	78.70	78.70	73.60	73.60
Leyes De Concentrado														
% Cu	27.96	28.03	28.04	28.23	28.23	28.23	28.23	28.23	28.23	28.23	28.23	28.23	28.15	28.33
% Pb	50.68	51.76	52.42	52.61	54.01	54.61	53.61	53.61	53.61	53.61	53.61	53.61	52.85	55.86
% Zn	55.03	55.32	55.32	55.44	55.44	55.64	56.66	56.74	56.44	56.44	56.40	55.85	56.15	56.15
Concentrados TM														
Cobre	370	347	314	388	391	568	413	358	436	553	4,734	3,116	3,116	3,116
Plomo	1,355	389	372	392	416	474	372	436	428	468	5,303	5,081	5,081	5,081
Zinc	7,944	3,001	2,769	2,897	3,264	3,682	3,543	3,069	3,063	3,591	36,842	35,319	35,319	35,319
TMFinas en concentrados														
Cobre	271	97	88	109	110	160	117	100	123	156	1,332	883	883	883
Plomo	687	202	195	206	225	259	199	234	230	251	2,687	2,639	2,639	2,639
Zinc	4,371	1,678	1,548	1,606	1,810	2,048	2,008	1,752	1,729	2,025	20,576	19,832	19,832	19,832
De Ag C. Cu	155,862	35,049	44,634	45,630	43,391	41,080	30,424	48,018	43,443	36,376	523,908	563,796	563,796	563,796
De Ag C. Pb	74,532	15,458	14,513	15,692	17,480	20,378	14,867	17,432	17,382	19,671	228,006	306,535	306,535	306,535
De Ag C. Zn	42,954	10,925	13,319	13,333	13,089	14,027	12,756	11,119	11,028	12,929	156,078	141,286	141,286	141,286
Onzas Plata	273,348	61,432	72,466	75,256	73,960	75,485	58,047	76,570	72,453	68,976	907,391	907,736	907,736	907,736
Ag Onz/ton concentrados	160.73	101.07	142.10	118.10	111.10	72.30	73.70	134.95	99.60	65.75	110.67	180.92	180.92	180.92
ChT Ag - Cu	54.99	39.70	39.00	40.00	42.00	43.00	40.00	40.00	42.00	44.88	60.33	60.33	60.33	60.33
ChT Ag - Pb	5.41	3.64	4.81	4.81	4.01	3.81	3.60	3.60	3.60	3.60	4.24	4.00	4.00	4.00
Recuperacion de Ag en Concentrados														
Ag/cu.Cu	47.16	45.49	47.48	46.41	45.44	42.30	38.88	48.69	46.37	40.12	45.47	45.47	45.47	45.47
Ag/cu.Pb	22.55	20.06	15.44	16.96	18.31	20.98	18.00	17.67	19.19	21.70	19.82	19.82	19.82	19.82
Ag/cu.Zn	13.00	14.18	14.17	14.17	13.71	14.44	16.30	11.27	11.77	14.26	13.51	13.51	13.51	13.51
Ag (Bulk)	82.71	79.73	77.09	76.54	77.46	77.72	74.13	77.63	77.33	76.07	78.70	78.70	73.60	73.60
Relaves	124,964	40,344	43,945	42,725	43,929	43,276	42,072	44,120	42,472	43,387	511,235	511,235	516,783	516,783

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Área de Planeamiento

Con los reportes generados se puede calcular el tiempo de vida la mina con los datos de tratamiento mensual, anual el modelo de bloques clasificado según el tipo de recurso se procede a generar un reporte según el tipo de recurso obteniendo como resultado la tabla donde se muestra la cantidad de reservas en y toneladas con sus respectivas leyes por cada cuerpo mineralizado.

Así mismo se puede hacer la programación de los tajos con la ley requerida según programa anual, mensual y semanal el reporte generado nos va a permitir elegir la secuencia de los tajos según el cálculo de la ley de cabeza.

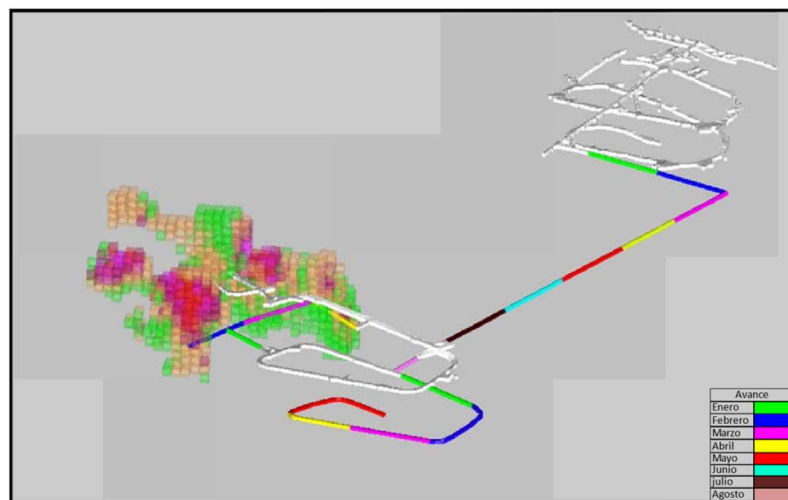


Figura N° 47 Proyectos con objetivos a zonas de interés

Fuente: Datamine - Group

Se puede hacer un análisis visual de la programación del proyecto pudiendo precisar en fecha estaremos llegando a los objetivos propuesto en los programas de avances y desarrollo evitando así la perdida de horas de trabajo y recursos cuando no se tiene un programa al detalle lo cual esto incide en el costo del área de mina lo cual es unos de los costos más altos de la organización entendiendo que los recurso que se usan en mina de costo muy alto como son barras de perforación, equipos pesados, mano de obra, combustibles, energía, y elementos explosivos para romper la roca a extraer.

3.3.1. Determinando la ley de corte

Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser económicamente explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costes de su extracción, su tratamiento y su comercialización. Es un factor que depende a su vez de otros factores, que pueden no tener nada que ver con la naturaleza del yacimiento, como, por

ejemplo, su proximidad o lejanía a vías de transporte, avances tecnológicos en la extracción, entre otros.

Ingresos = Egresos

Ley * Precio * Recuperación = \sum Costos

$$\text{Ley de Corte} = \frac{\sum \text{Costos}}{\text{Precio} * \text{Recuperación total metalúrgica}}$$

$$\text{Ley de Corte} = \frac{\text{Costo de Planta} + \text{Costo de Minado}}{(\text{Precio} - \text{Costo de Venta}) * \text{Recuperación total metalúrgica}}$$

Sabiendo que:

- Costo de planta: 23.70 \$/ton.
- Costo de minado: 27.77 \$/ton.
- Costo de venta: 150 US\$/Tm de metal
- Precio del Zn: 2,507 US\$/ton.
- Recuperación metalúrgica: 88%

Reemplazando los valores a la relación para hallar la ley de corte para el Zn tenemos lo siguiente:

$$\text{Ley de Corte} = \frac{(23.70 \frac{\$}{\text{Ton}} + 27.77 \frac{\$}{\text{Ton}})}{0.88 * (2,507 - 150) \frac{\$}{\text{Ton}}}$$

$$\text{Ley de Corte} = \frac{5147 \frac{\$}{\text{Ton}}}{2074.16 \frac{\$}{\text{Ton}}}$$

$$\text{Ley de Corte} = \mathbf{2.48 \%}$$

En el análisis realizado nos resulta que nuestra ley mínima de corte para el Zinc es de 2.48% esto significa que por debajo de esta ley será una ley marginal, lo cual los tajos o bloque que contengan la ley por debajo no generara ningún beneficio económico y así tenemos que elaborar para todos los bloques y con cada uno de los elementos, para que nuestra producción sea lo más ajustado al punto de equilibrio.

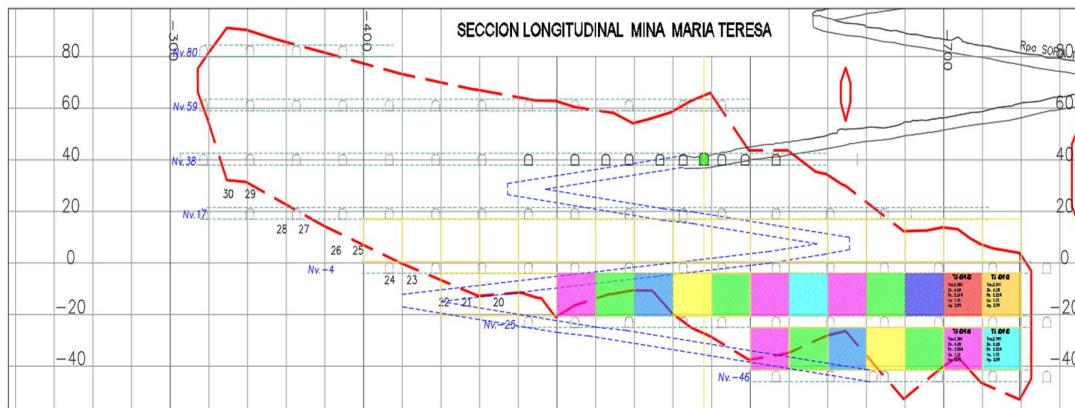


Figura N° 48 Vista longitudinal con programación anual de tajos

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Área de Planeamiento

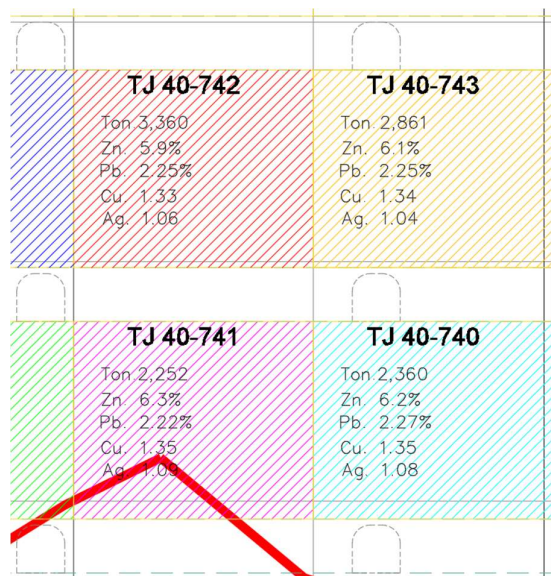
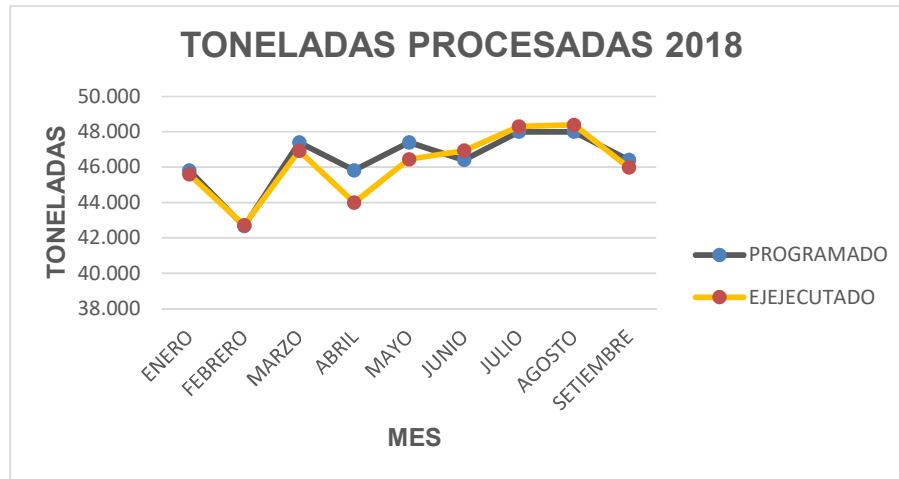


Figura N° 49 Tajos mostrando toda la información

Fuente: Minera Colquisiri. S.A.- Área de Planeamiento

Tabla n° 22

Cuadro de material tratado en el año 2,018

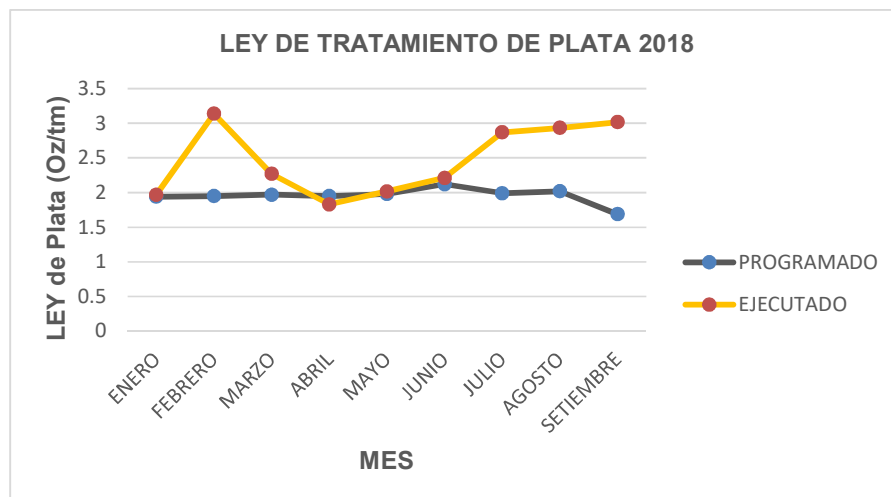


Fuente: Elaboración propia

Los datos mostrados en el cuadro de toneladas tratadas son las toneladas que ingresaron para su tratamiento a la planta de beneficio donde se puede apreciar que en mes de abril y mayo se sobrepasó las toneladas tratadas, también que en el mes de junio julio agosto hay una ligera baja en cuanto a las toneladas programadas en el acumulado tenemos que hay 2600 toneladas de más que se han tratado lo cual es una cifra que está a beneficio de la empresa.

Tabla n° 23

Cuadro ley de tratamiento de plata

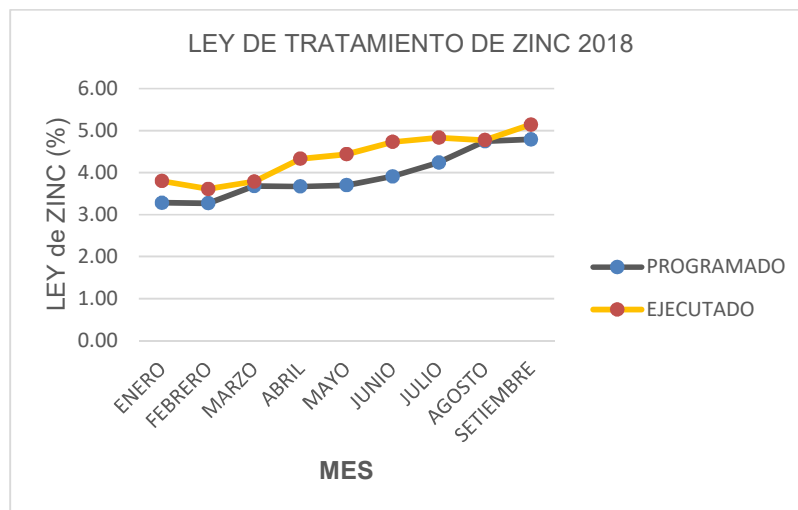


Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de tratamiento de la ley de plata, este elemento esta como subproducto en el concentrado de Zinc, Plomo, Cobre , donde se aprecia que está muy por encima de lo programado lo cual es un cifra que está a favor de la organización y que en el mes de febrero muestra una fuerte subida y que en el mes de Abril muestra una ligera baja y que en el promedio está por encima de 0.52 Onz/tm, se ve un comportamiento positivo.

Tabla n° 24

Cuadro ley de tratamiento de Zinc

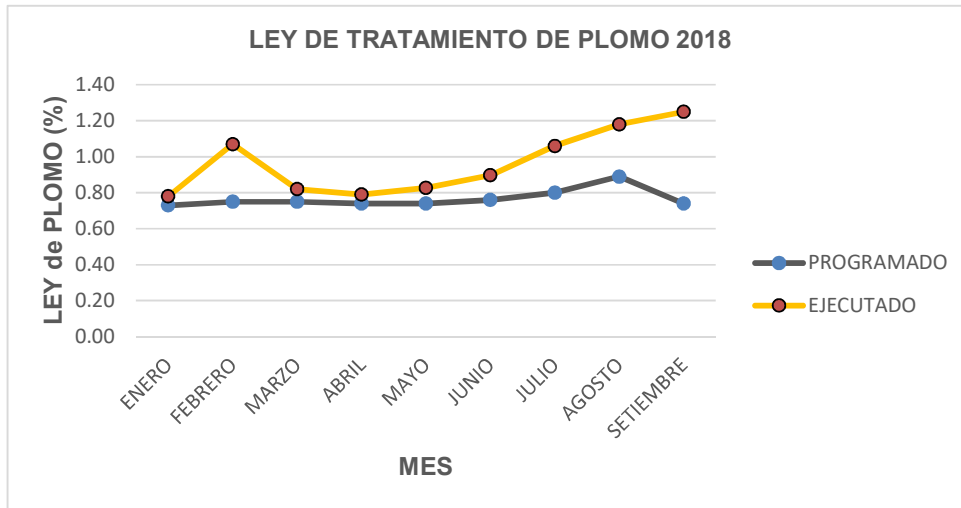


Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de tratamiento de Zinc se nota una clara tendencia que está por encima de lo programado y que también ha sido ha sido positivo a favor de la organización y que en promedio tenemos 0.46% por encima de lo programado y que este factor también contribuye en favor de la organización ya que se trata del producto principal de la organización.

Tabla n° 25

Cuadro ley de tratamiento de plomo del año 2018

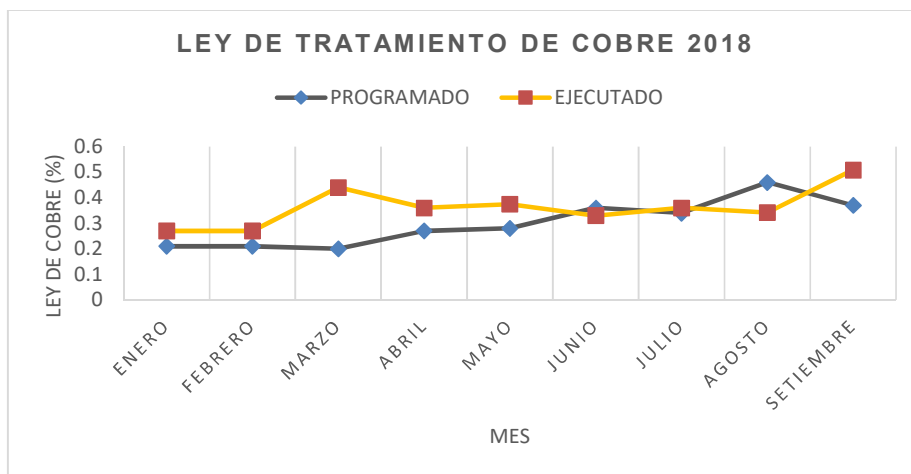


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al cuadro de la ley de tratamiento del plomo se observa que está por encima de lo programado y que en el mes de febrero hay una fuerte subida esto se debe que ingreso la producción el cuerpo Sofía “D que tiene un alto contenido de plomo y que en promedio esta 0.20 % de contenido de plata en referencia al programa anual de producción 2018, este resultado también es a favor de la organización.

Tabla n° 26

Cuadro ley de tratamiento de cobre año 2018



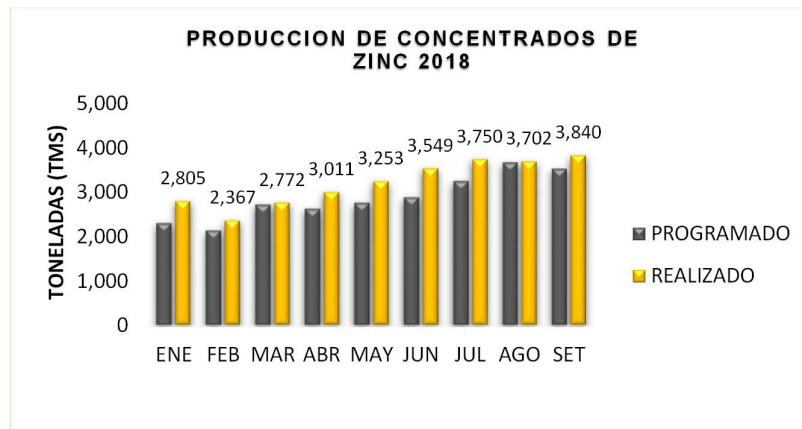
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de la ley de tratamiento de cobre se observa que desde el mes de Enero hasta el mes de Abril se observa que está por encima de la ley programada

CUADROS DE CUMPLIMIENTO PRODUCCION DE CONCENTRADOS EN EL AÑO

Tabla n° 27

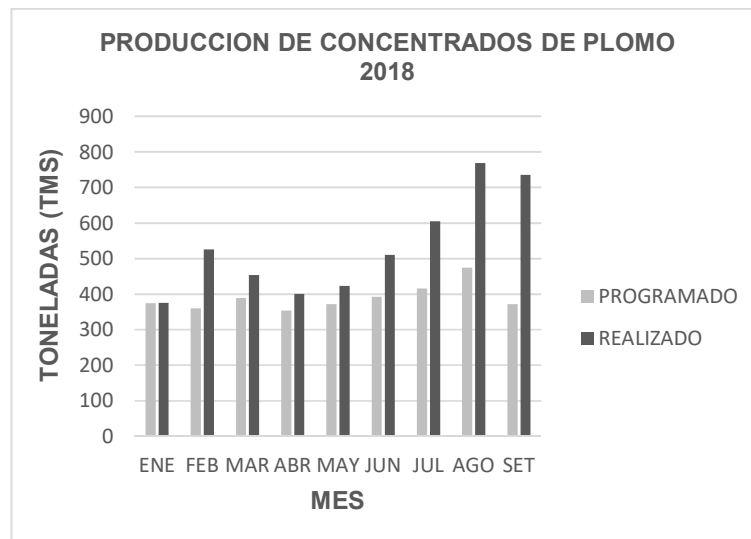
Cuadro de producción de concentrados de Zinc



Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 28

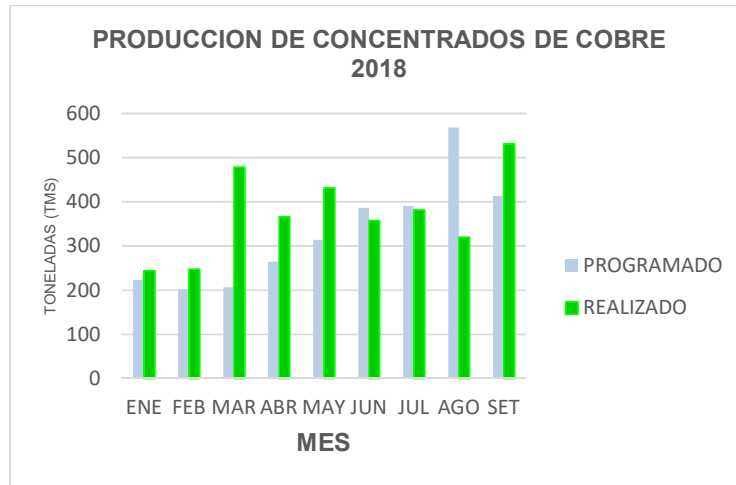
Cuadro de producción de concentrados de Plomo



Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 29

Cuadro de producción de concentrados de Cobre



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: RESULTADOS

Como parte de la mejora se obtuvo los resultados en la optimización del tiempo de elaboración del planeamiento de 72 horas a 19 horas y se cambió el método de trabajo de lo empírico a lo automatizado.

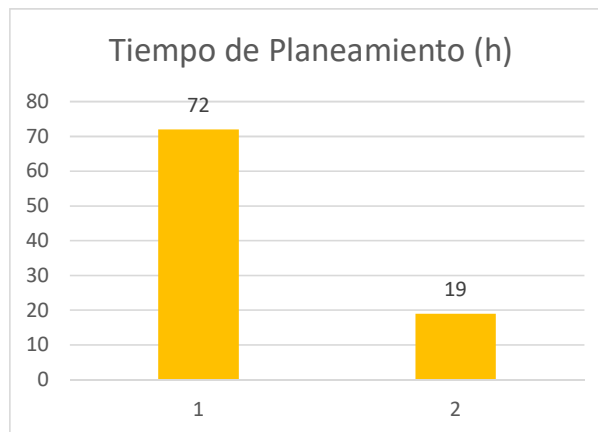


Figura N° 50 Cuadro comparativo de reducción de tiempo

Fuente: Elaboración propia

Como parte de la mejora se logra el alineamiento del programa de producción con lo realizado lo cual indica que se tiene una producción más estabilizada alineada al programa de producción.

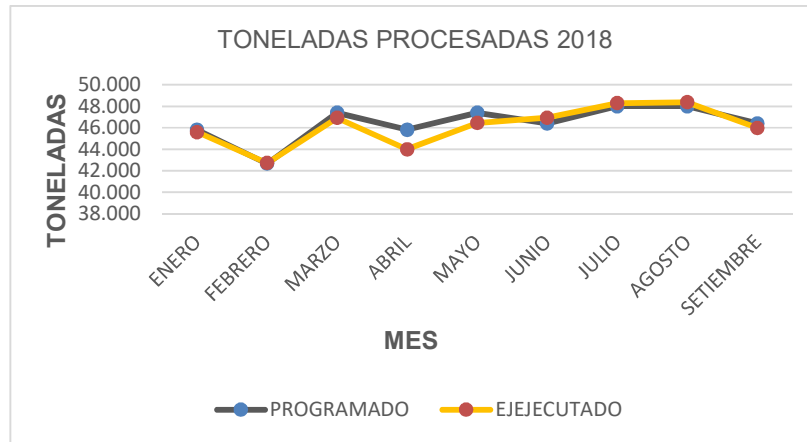


Figura N° 51 Cuadro comparativo de reducción de tiempo

Fuente: Elaboración propia

Cuadro comparativo donde se demuestra que los cambios implementados con el uso de las tecnologías de información se hace el planeamiento con herramientas informáticas, cambiando el método de hacer el trabajo en un software amigable, confiable y que su uso ha sido más dinámico, automatizada y sobretodo muy confiable.

Productividad Año 2017 (Enero - 17 / Diciembre - 17)			
MES	Costo y Gasto \$	Toneladas Extraídas	Productividad
Ene-17	920,878	41,933	0.046
Feb-17	931,992	36,802	0.039
Mor-17	992,878	42,758	0.043
Abr-17	960,416	46,737	0.049
Mdy-17	980,060	48,763	0.050
Jun-17	980,878	41,735	0.043
Jul-17	991,992	44,777	0.045
Ago-17	988,878	45,961	0.046
Set-17	1,000,416	40,253	0.040
Oct-17	1,100,060	40,837	0.037
Nov-17	928,878	28,805	0.031
Dic-17	890,416	24,498	0.028
TOTAL	11,667,743	483,859	0.041



Figura N° 52 Cuadro de productividad antes del cambio.

Fuente: Minera Colquisiri S.A. – Productividad

Productividad de los últimos 8 meses (Enero - 18 / Agosto - 18)			
MES	Costo y Gasto \$	Toneladas Extraídas	Productividad
Ene-18	930,878	44,590	0.048
Feb-18	831,992	42,723	0.051
Mar-18	928,878	46,920	0.051
Abr-18	990,416	52,100	0.053
May-18	940,060	46,447	0.049
Jun-18	833,982	44,733	0.054
Jul-18	938,450	48,300	0.051
Ago-18	1,107,696	49,484	0.045
TOTAL	7,502,352	375,297	0.050

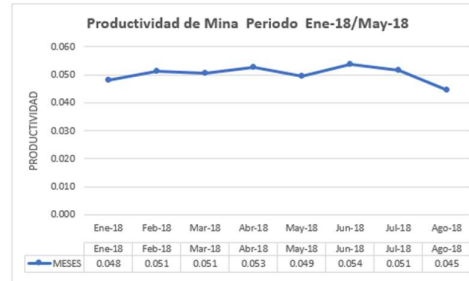


Figura N° 53 Cuadro de productividad después del cambio.

Fuente: Minera Colquisiri S.A. – Productividad.

INVERSION DEL PROYECTO	
HARDWARE	5,000
ALQUILER SOFTWARE	12,000
PROGRAMACION	3,000
MUEBLE	500
CAPACITACION	1,000
OTROS	1,000
	\$/22,500.00

Figura N° 54 Cuadro de Inversión en el proyecto

Fuente: Minera Colquisiri S.A. – Productividad

**COSTO DE CAPITAL PROMEDIO
PONDERADO (WAAC) 18.00%**

FLUJO DE CAJA ECONOMICO (US\$)

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
FLUJO NETO DE FONDOS ECONOMICO	-22,500	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000

FACTOR DE ACTUALIZACION	1.0000	0.8475	0.7182	0.6086	0.5158	0.4371	0.3704
VALOR ACTUAL (VA) AL Kc (17.01%)	-22,500	16,949	14,364	12,173	10,316	8,742	7,409
VALOR ACTUAL ACUMULADO		16,949	31,313	43,485	53,801	62,543	69,952
VALOR ACTUAL NETO (VAN)		-5,551	8,813	20,985	31,301	40,043	47,452

VAN ECONOMICO	47,452					-	
RELACION B / C (209,856 / 25'000)	3.11					22,500	
TASA INTERNA DE RETORNO ECONOM =	86.80%						
PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS)	1.33						-5,551
							(6 MESES)

El análisis del flujo económico donde se aprecia que el VAN es de \$47,452 con una TIR de 86.80% lo cual significa que cada \$1 dólar invertido me generara \$ 3.11 dólares de retorno lo cual se observa que hay un retorno muy positivo en favor del inversionista.

CAPITULO V : CONCLUSIONES

- Se logró optimizar el tiempo de la planificación, con las herramientas de tecnologías de la información, con la integración de datos y su reducción ha sido considerable de 72 horas a 19 horas de trabajo efectivo en elaborar la planificación del mes, ya que esta tarea se hace con más frecuencia y su beneficio se verá reflejado en la operatividad de la mina ya que todos los objetivos estarán direccionados a las zonas de interés económico y que hará nuestra ley saldrá con más homogeneidad que esta es la tarea que se hace con más frecuencia.
- Se mejoró la categorización del yacimiento, donde se aprecia la concentración de las zonas económicas según su ley, en base a estas evaluaciones se harán los proyectos y priorizar los desarrollos y preparaciones a zonas de interés económico.
- Con la implementación se puede gestionar mejor los recursos minerales de la mina ya que te permite hacer la mezcla o blending según la ley de cabeza de acuerdo al programa de producción mensual, la extracción se hará más homogénea y con la mezcla de los tajos de baja ley con tajos de alta ley, la cual la ley estará alineada al programa de producción los cual se amplía la sostenibilidad de nuestro yacimiento.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa minera a continuar con el desarrollo de mejoras en cada uno de los procesos especialmente en las áreas que ofrecen grandes oportunidades como es el área de mina y planta ya que en estas áreas se concentran la incidencia en los costos de producción.
- Se recomienda capacitar a los colaboradores del área de planeamiento, en el uso del software Datamine, para la mejora en el dominio de esta herramienta que posee muchas bondades en beneficio de la gestión de los recursos mineros.
- Se recomienda la optimización en el uso de los recursos de la empresa, ya que como se dio esta oportunidad de poder mejorar el proceso de planificar con herramientas que están dentro de la empresa, se pueden mejorar otras áreas del proceso productivo existentes dentro de la empresa, entendiendo que la minería es una industria de muchos desafíos y muchas oportunidades.
- Se recomienda a la empresa instalar un laboratorio de análisis químico, ya que para el monitoreo y control se necesita, hoy en día los resultados se demoran entre dos a tres días en obtener los resultados que son muy relevantes para la toma de decisiones y ante los cambios presentados en el proceso productivo la reacción de respuesta debe ser de inmediato si fuera a detectarse algo anormal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arbós, L. C. (2012). Gestión de la Calidad Total. Madrid: Díaz de Santos .
- Chapman, S. N. (2006). Planificación y Control de la Producción . México : PEARSON EDUCACIÓN.
- Chase , R., Jacobs , F., & Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V. .
- Colín, J. G. (2008). Contabilidad de Costos . México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- De la Fuente, D., Fernández, I., & García, N. (2006). Administración de Empresas en Ingeniería. Oviedo : Ediciones de la Universidad de Oviedo .
- Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna . México: McGRAWHILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hassibi, M. (2002). Factores que afectan la calidad de cal viva (CaO). Chemco Systems L.P.
- Heizer , J., & Render , B. (2007). Dirección de la Producción y de Operaciones: Decisiones estratégicas. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor. México : PEARSON EDUCACIÓN .
- Nahmias, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones . México, D.F.: McGRAWHILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- Sipper, D., & Bulfin, Jr., R. (1998). Planeación y Control de la Producción. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Adler, M. O. (2004). Producción & Operaciones. Buenos Aires: MACCHIGRUPO EDITOR S.A.
- Criollo, R. G. (2005). Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo . México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Haizer, J., & Render, B. (2004). Principios de Administración de Operaciones. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Pulido, H. G. (2010). Calidadd Total y Productividad . México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

REFERENCIAS DE TESIS

Jara Díaz, S.; & Sánchez Ramírez, D. (2016). Propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa minera p'huyu yuraq ii e.i.r.l. para incrementar la productividad de cal viva. Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada Del Norte. Cajamarca - Perú.

Estefanía, C.M. (2013). Diseño e Implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chávez S.A.C para mejorar su productividad. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Marreros Sandoval, L.J. (2008). Implementación de un sistema de planeamiento y control de la producción y su influencia en la reducción de costos de producción de la empresa Imprenta Editora Gráfica Real S.A.C. Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Pimentel.

Lloret Molina, J.F. (2014). Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa Isollanta Cía. LTDA. Tesis para optar título de Ing

REFERENCIAS DE MEDIOS ELECTRONICOS

Bruno, I. C. (s.f.). Estruplan. Obtenido de Estruplan. Recuperado de:
<https://glosarios.servidor-alicante.com/mineria/ley-de-corte-cut-off>

[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Productivity-Paper-13Oct14-Espa%C3%B1ol/\\$FILE/EY-Productivity-Paper-13Oct14-Espa%C3%B1ol.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Productivity-Paper-13Oct14-Espa%C3%B1ol/$FILE/EY-Productivity-Paper-13Oct14-Espa%C3%B1ol.pdf)

<https://gestion.pe/panelq/digitalizacion-transformara-futuro-mineria-peru-2205000>

<https://vdocuments.mx/metodo-de-explotacion-subterranea-sublevel-stoping.html>

Ministerio de Energía y Minas. (2015). minem. Obtenido de minem:
<http://www.minem.gob.pe/>

Anexo n° 3 Cuadro de monitoreo de Leyes en planta

Courier Analyzer - Log of individual valid results

Report specific definition Excel file not found
Format definitions have been made for 30 data
columns

Plant: Colquisiri
File name: GEOLOGIA
Start of reporting period: 30-Set-2018 15:45
End of reporting period: 1-Oct-2018 15:45

Sample Line Variable or Channel Description M-variable or Channel Data Type ID-code of Data Hourly Value	Cabeza Fe 1S2A1	Cabeza Zn 1S2A3	Cabeza Cu 1S2A2	Cabeza Pb 1S2A4
30-Set-2018 17:04	10.083	5.021	0.463	1.088
30-Set-2018 17:15	10.732	4.811	0.814	1.557
30-Set-2018 17:25	10.718	4.819	0.889	1.706
30-Set-2018 17:36	10.519	5.182	0.523	1.197
30-Set-2018 17:47	10.463	5.250	0.500	1.147
30-Set-2018 17:58	10.507	5.294	0.496	1.096
30-Set-2018 18:08	10.526	5.295	0.490	1.103
30-Set-2018 18:19	10.554	5.242	0.481	1.090
30-Set-2018 18:30	10.501	5.253	0.470	1.089
30-Set-2018 18:41	10.505	5.263	0.486	1.110
30-Set-2018 18:52	10.557	5.163	0.450	1.047
30-Set-2018 19:02	10.417	5.124	0.452	1.057
30-Set-2018 19:13	10.384	5.101	0.464	1.058
30-Set-2018 19:24	10.378	5.070	0.454	1.043
30-Set-2018 19:35	10.192	5.077	0.506	1.167
30-Set-2018 19:45	10.118	4.949	0.458	1.081
30-Set-2018 19:56	9.935	4.889	0.450	1.088
30-Set-2018 20:07	9.868	4.824	0.439	1.052
30-Set-2018 20:18	9.764	4.773	0.412	1.023
30-Set-2018 20:28	9.861	4.792	0.446	1.030
30-Set-2018 20:39	9.985	4.908	0.436	1.041
30-Set-2018 20:50	10.131	5.098	0.471	1.102
30-Set-2018 21:01	10.461	5.243	0.481	1.112
30-Set-2018 21:12	10.724	5.232	0.510	1.107
30-Set-2018 21:22	10.684	5.248	0.481	1.088
30-Set-2018 21:33	10.966	5.369	0.495	1.102
30-Set-2018 21:44	10.876	5.355	0.472	1.079
30-Set-2018 21:55	10.931	5.293	0.469	1.083
30-Set-2018 22:05	11.051	5.362	0.481	1.092
30-Set-2018 22:16	11.106	5.396	0.499	1.100
30-Set-2018 22:27	11.065	5.456	0.484	1.096
30-Set-2018 22:38	11.234	5.479	0.505	1.087