UNIVERSIDAD NACIONAL

"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA TRACKLESS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA UNIDAD MINERA SAN ANDRÉS - MINERA AURÍFERA RETAMAS, S.A. AÑO 2014

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Presentado por:

Bach. GONZALES HUAMAN, Ronal Rogelio

HUARAZ - ANCASH

2016

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme la vida y guiar mis pasos diariamente, permitiéndome aprender de mis errores con entereza y aplomo.

A mis padres Patricio y Donata por el apoyo incondicional brindado en cada instante de mi vida, que con su amor, perseverancia y comprensión apoyaron a que sea consecuente con mis ideales y firme con mis decisiones; a mis hermanas Melina y Lidiana por su amor y amistad, y a mi razón de ser Yenifer Shuan.

El autor

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todas las personas que me apoyaron en este trabajo de investigación con sus ideas y comentarios, gracias al Ing. Jacob Isarel Huanuqueño Vega y el Ing. Otto Zamorey Morales Mejía, que sin su ayuda no hubiese sido posible el desarrollo correcto de esta investigación. No puedo dejar de mencionar a la empresa Copermic Ingenieros S.A.C, quienes me proporcionaron gratos días laborales y facilitaron recursos para poder llevar a cabo el presente trabajo. Agradecer de manera especial al Sr. Julio Elías Cochachin Chilca quien con sus sabios consejos y grata amistad permitieron expandir mis horizontes personales.

A la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, por brindarme el espacio y contribuir a mi formación profesional.

A la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A., por la información brindada durante la realización de la presente investigación.

El autor

RESUMEN

El problema consistió en conocer en qué medida un sistema Trackless incrementará la producción en la Unidad Minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A. Año 2014, el objetivo general consistió en implementar un sistema Trackless para incrementar la producción en la Unidad Minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A. Año 2014, la hipótesis planteada señala que la implementación del sistema Trackless incrementa significativamente la producción en la Unidad Mineras San Andrés de la empresa Minera Aurífera Retamas – 2014.

La investigación concluyó que el sistema de producción actual de la unidad minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014 es con Riel, que produce oro y plata y los exporta en onzas Troy cuyo volumen de producción al inicio de la investigación fue de 32325.0 Onzas Troy de oro, y 82948.3 Onzas Troy de plata. Que los equipos operativos de un sistema Trackless para aumentar la producción en la unidad minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014 constituye de Volquete Volvo FM 8X4R 20 m3, Dumper o Camión de bajo perfil CAT AD30, Compresora IR – 750, Jumbo Eléctrico DD210, Micro scoop Diesel Sandvik 100D 0.7 yd3, Scoop Diesel Sandnik2.5 yd3, Scoop Diesel Sandvik 4.2. yd3, Ventilador axial y Perforadora Jumbo Atlas Copco. Que la implementación de un sistema Trackless en la unidad minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014, aumenta la producción de oro en un 77.95% en el periodo del 2016 al 2020, asimismo, la producción de plata aumenta en 42.55% en el mismo periodo. Los indicadores financieros indican que el sistema Trackless es más rentable que el sistema con Riel. TIR con Riel = 232.0% y TIR con Trackless = 328.0%.

PALABRAS CLAVE: Sistema Trackless, Producción, Productividad, Sistema de Riel, Rentabilidad, Factibilidad.

ABSTRACT

The problem was to determine to what extent a Trackless system will increase production in the mining unit Minera San Andrés Aurífera Retamas S.A. 2014, the overall objective was to implement a Trackless system to increase production in the mining unit Minera San Andrés Aurífera Retamas S.A. 2014, the hypothesis states that the implementation of the Trackless system significantly increases production in San Andres Unit mining company Minera Aurífera Retamas - 2014.

The investigation concluded that the current production system of the mining unit San Andrés - Minera Aurífera Retamas SA - 2014 is by rail, which produces gold and silver and exports in Troy ounces whose production at the beginning of the investigation was Troy Ounces gold 32325.0 and 82948.3 troy ounces of silver. The operating elements of a Trackless system to increase production in the mining unit San Andrés - Minera Aurífera Retamas SA - 2014 Volvo FM Tipper constitutes 8X4R 20 m3, Dump Truck low profile or CAT AD30, Compressor IR - 750, Jumbo electric DD210, Micro scoop Sandvik Diesel 0.7 yd3 100D, Diesel Sandnik2.5 yd3 Scoop, Scoop Diesel Sandvik 4.2. yd3, axial fan and Drill Jumbo Atlas Copco. The implementation of a system Trackless mining unit Minera San Andrés Aurífera Retamas SA - 2014, gold production increased in a 77.95% in the period from 2016 to 2020 also silver production increased by 42.55% in the same period. Financial indicators show that the Trackless system is more profitable than rail system. TIR with Riel IRR = 232.0% and 328.0% with Trackless.

EYWORDS: Trackless System, Production, Productivity, Rail System, Profitability, Feasibility.

INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA 2
AGRADECIMIENTOS 3
RESUMEN 4
INTRODUCCIÓN 8
CAPITULO I
GENERALIDADES 10
1.1. Entorno Físico 10
1.1.1. Ubicación y acceso 10
1.1.2. Topografía 12
1.1.3. Recursos naturales 13
1.1.4. Otros 13
1.2. Entorno Geológico 13
1.2.1. Geología Regional 13
1.2.2. Geología Local 14
1.2.3. Geología Estructural 15
1.2.4. Geología Económica 17
CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN 19
2.1. Marco Teórico 19
2.1.1. Antecedentes 19
2.1.2. Definición de Términos 21
2.1.3. Fundamentación Teórica 23
CAPITULO III
METODOLOGÍA 29
3.1. El Problema 29
3.1.1. Descripción de la Realidad Problemática 29
3.1.2. Planteamiento y Formulación del Problema 30
3.1.3. Objetivos 31
3.1.4. Justificación de la Investigación 31
3.1.5. Limitaciones 32
3.1.6. Alcances de la Investigación 32
3.2. Hipótesis 33
3.3. Variables 33
3.4. Diseño de la Investigación 33

3.4.1. Tipo de Investigación 33
3.4.2. Población y Muestra 33
3.4.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 34
3.4.4. Forma de Tratamiento de los Datos 35
CAPITULO IV
RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN 36
4.1. Descripción de la Realidad y Procesamiento de Datos 36
4.1.1. Sistema Actual de Producción 36
4.1.2. Sistema Trackless Propuesto 51
4.1.3. Flujo de Caja Sistema con Riel 59
4.1.4. Flujo de caja Sistema Trackless 63
4.2. Análisis e Interpretación de la Información 65
4.3. Discusión de los Resultados 67
4.4. Aportes del Tesista 68
CONCLUSIONES 70
RECOMENDACIONES 71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 72
ANEXO 01 74
ANEXO 02 92
ANEXO 03 93
ANEXO 04 94
ANEXO 05 95
ANEXO 06 96

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas mineras buscan optimizar todos sus procesos, y para ello requieren la aplicación de un desarrollo tecnológico, económico y profesional para obtener mayores beneficios.

Minera Aurífera Retamas S.A es una importante Empresa Minera de la minería aurífera peruana con una contribución de su producción promedio de 400 Kg Au mensual, trabajando a un ritmo de explotación de 43,000 TMS/mes con una ley de cabeza promedio de 10.00 Au gr/TMS.

El presente trabajo elaborado en la Minera Aurífera Retamas S.A., se centra en el análisis y acciones tomadas que contribuyó al incremento de producción en la unidad minera, mediante la mejora de las eficiencias o rendimientos a fin de garantizar el ritmo de explotación planificado por la mina.

El trabajo efectuado contempla la mejora en las eficiencias, con una agilización de los ciclos de limpieza, mediante el laboreo de preparación adicional; permitiendo trabajar tajos en simultáneo y con mayor seguridad, obteniendo por consiguiente una mejor producción, con calidad, seguridad y rentabilidad.

El problema, que motivó la hipótesis de trabajo, se presentó en la Unidad San Andrés, cuando la zona Sur entró en un plan de cierre y la mina tenía la necesidad de seguir manteniendo el programa de Producción anual.

Debido a que la cubicación de reservas de la mina mostraba que Chilcas Bajo con 130,000 TMS con una ley de veta de 12.00 Au gr/TMS, era la mejor área que se adecuaba para sustituir la zona Sur, es que se decidió para que ella sea el área que debía aumentar su producción.

El trabajo presenta en el capítulo I las generalidades de la mina, la geología general del objeto de estudio, así como su ubicación geográfica. En el Capítulo II, centrando en la fundamentación de la investigación, en el marco teórico, antecedentes, definición de términos, todo sobre el sistema con Riel y sistema Trackless. En el Capítulo III se aborda el problema, se hace una descripción de la realidad problemática, se plantea el problema a través de la formulación del problema, se establecen los objetivos específicos y el objetivo general, se justifica la investigación y se determinan las limitaciones, alcances e hipótesis de investigación. Se realiza el diseño de investigación, se determina la población y muestra, así como los instrumentos de recolección de datos. En el capítulo IV, se aborda el proceso de producción actual y propuesta, se determinan los flujos de caja, VPN, TIR y B/C para ambos sistemas.

CAPITULO I

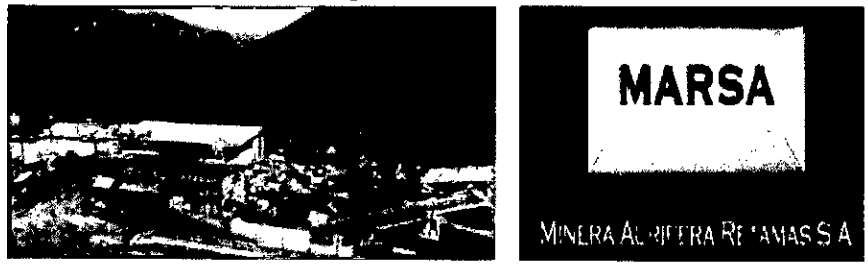
GENERALIDADES

1.1. Entorno Físico

1.1.1. Ubicación y acceso

Historia: MARSA, es una empresa de minería subterránea de capital íntegramente peruano. El yacimiento conocido como el cerro El Gigante, que viene explorando sostenidamente hace 30 años, se encuentra en el Batolito de Pataz, que forma parte del complejo geológico del Marañón, rico en concentraciones de oro y plata. Fundada en 1981 por don Andrés Marsano Porras, está ubicada a 3,900 m.s.n.m. en el anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz, departamento de La Libertad, en el flanco oeste de la cordillera de los Andes. Allí se encuentra el depósito El Gigante, emplazado en rocas intrusivas granitoides de la edad Paleozoica, constituido por filones de cuarzo (MARSA, 2015).

Figura 1. Planta de Compañía Aurífera Retamas S.A. MARSA



MARSA es una empresa minera aurífera subterránea que brinda empleo directo a más de 3, 800 trabajadores. Durante más de 30 años ha demostrado que trabajan comprometidos con el medio ambiente y la comunidad de su entorno de manera social y ambientalmente responsable. El compromiso con la población se ha orientado hacia proyectos que buscan la consolidación de la seguridad y el bienestar del personal, el desarrollo socio económico de los pueblos aledaños y la protección y preservación del medio ambiente (MARSA, 2015).

Ubicación: La Compañía Aurífera Retamas S.A. (MARSA) se encuentra ubicada en el Distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad a unos 411Km. de la ciudad de Trujillo a una altitud de 3, 950 m.s.n.m.

Acceso: El acceso a MARSA se puede realizar de las siguientes formas:

Por vía Terrestre:

Lima-Trujillo	: 562 Km. Asfaltada
Trujillo-Chirán	: 34 Km. Asfaltada
Chirán-Chagual	: 307 Km. Trocha Carrozable
Chagual-Mina	: 70 Km. Trocha Carrozable

Por vía aérea:

Lima-Pías	: Aprox. 1:10' Vuelo Chárter
Trujillo-Pías	: Aprox. 35' Vuelo Chárter

Figura 2. Ubicación geográfica

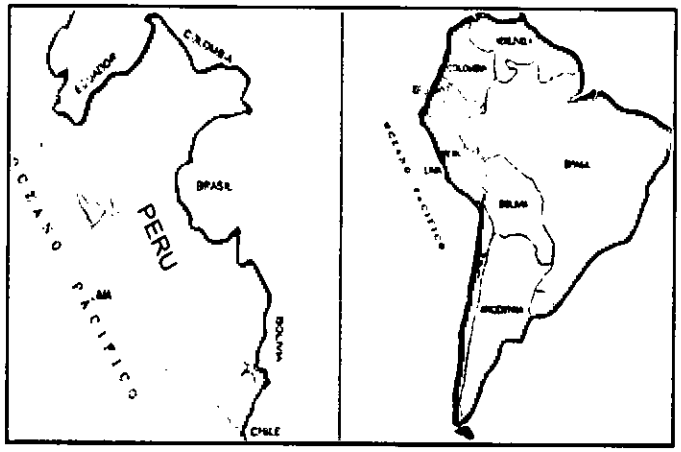
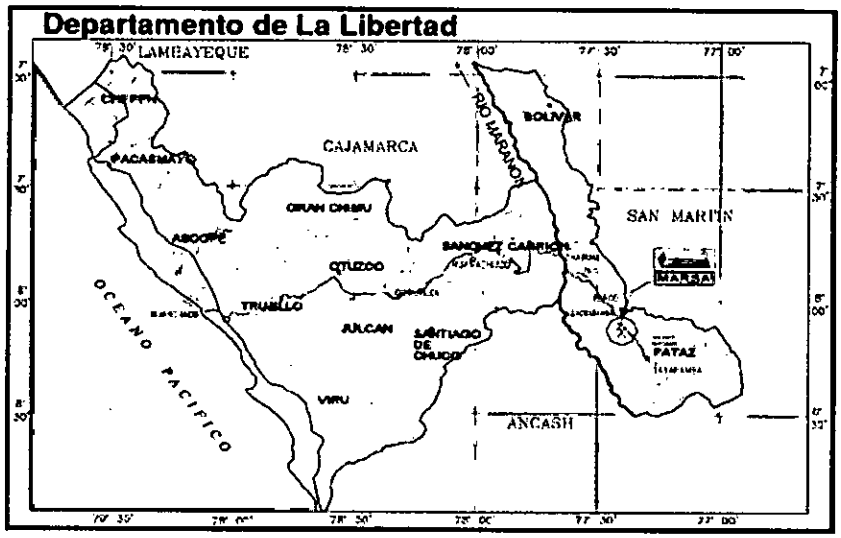


Figura 3. Ubicación departamental



1.1.2. Topografía

MARSA se encuentra dentro de un importante distrito aurífero filoneano, conformada por fuertes pendientes, marcado por quebradas como Porvenir, Molinetes, Pomachay, Mushmush, San Vicente, Hiunchus, etc. (MARSA, 2015)

Los principales agentes modeladores a los eventos tectónicos son la erosión, glaciar y fluvial que han formado valles de fuerte pendiente (20-35%), así como circos glaciares, creando un drenaje dendrítico en la zona (MARSA, 2015).

1.1.3. Recursos naturales

El depósito mineral conocido como "El Gigante", está conformado por rocas intrusivas granitoides de la edad Paleozoica, la cual contiene filones de cuarzo con concentraciones de sulfuros, la concentración de mineral se presenta en forma de un cuerpo mineralizado (ore shoot) controlado por estructuras del tipo lazo cimoide.

El principal mineral de ganga es el cuarzo lechoso junto con una cantidad minúscula de calcita y caolín. Las rocas de caja de los filones de cuarzo adyacentes a las zonas donde se presentan las concentraciones económicas de material aurífero por alteración hidrotermal están silicificadas sericitizadas y cloritizadas. Estas alteraciones están ausentes donde la veta carece de relleno mineralizado. Las vetas que se encuentran en esta mina son de oro y plata (MARSA, 2015).

1.1.4. Otros

Clima: El clima típico de la sierra, con dos épocas muy marcadas, una lluviosa de Enero a mediados de Abril y el resto del año con disminución de las lluvias, la temperatura varía entre 1°C - 18°C encontrándose las temperaturas más bajas en los meses de Junio a Agosto (MARSA, 2015).

1.2. Entorno Geológico

1.2.1. Geología Regional

La zona aurífera de Parcoy, Gigante y Buldibuyo (considerado como distrito minero), está ligada a una faja de rocas intrusivas conocida como "Batolito de Pataz", que cortan a los esquistos, filitas, pizarras y rocas volcánicas del

Complejo del Marañón. El Batolito de Pataz se extiende aproximadamente 50 Km. entre Vijus al Norte y Buldibuyo al Sur, con un ancho promedio de 2.5 Km., limitado por el NE con el Complejo del Marañón y volcánicos Lavasén, y por el SW con las rocas sedimentarias Paleozoicas del grupo Mitu. En el distrito minero, las zonas de fallamientos y fracturamientos preexistentes dentro del intrusivo, han servido de canales de circulación de las soluciones mineralizantes hidrotermales, depositándose en las trampas estructurales, dando lugar a la formación de vetas; posteriormente, estas vetas han sido falladas y plegadas en más de dos eventos tectónicos; razón por la cual, se presentan muy irregulares en su comportamiento estructural y continuidad. El sistema principal de veta es de tipo lenticular, consecuencia del relleno de soluciones mineralizantes a lo largo de los espacios vacíos de las fisuras y fallas (MARSA, 2015).

1.2.2. Geología Local

Toda esta zona denominada El Gigante en operación, se halla mayormente cubierta por depósitos cuaternarios en el cual, las rocas y estructuras mineralizadas se encuentran poco expuestas, debajo de estás se extiende el Intrusivo de Pataz, de naturaleza félsica (Granodiorita, Granito) a mafélsica (Diorita, Tonalita); en este intrusivo se hospedan las vetas auríferas. Al NE, cerca del campamento San Andrés, afloran rocas metamórficas del Complejo del Marañón, y al SW del Tambo, ocurrencias de areniscas - limolitas - volcánicos (capas rojas) (MARSA, 2015).

Rocas intrusivas: El intrusivo está constituido por 2 facies plutónicas: 1ra., microdiorita - diorita; son las rocas más favorables para la depositación de las soluciones mineralizantes; en ellas se emplazan el mayor número y las

principales estructuras mineralizadas, las que actualmente se hallan en exploración y explotación; la 2da., granodiorita - granito, son poco favorables para la formación de estructuras mineralizadas, encontrándose vetas delgadas, ramaleadas (Stockwork) (MARSA, 2015).

Rocas metamórficas: Representada por el Complejo del Marañón, constituida por pizarras oscuras y filitas grisáceos, intercaladas con pequeñas capas de esquistos cloritizados; se hallan expuestas en el lado NE del "Batolito de Pataz ", en las quebradas Ventanas, Mushmush, Molinetes, los Loros y San Vicente; encontrándose plegadas, falladas y/o perturbadas por varios eventos de metamorfismo dinámico e ígneo; asociados a este fallamiento aparecen ciertas estructuras auríferas de características similares y/o diferentes a las estructuras emplazadas en el intrusivo.

Rocas Sedimentarias: Conformada por la secuencia sedimentaria del Paleozoico y Mesozoico que aflora al SW del "Batolito de Pataz", (correspondiente a nuestra zona de interés). Esta secuencia está constituida por la unidad volcano sedimentaria (areniscas, limolitas, microconglomerados a conglomerados, tobas riolíticas y brechas - aglomerados de riolítas dacitas) (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2015).

1.2.3. Geología Estructural

Estructuralmente los rasgos observados en las rocas intrusivas y metamórficas son los siguientes (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2015):

Los Fracturamientos: Se hallan frecuentemente en las rocas intrusivas del complejo Marañón, debido a múltiples eventos tectónicos, siguieron un patrón estructural derivados de la dirección de los esfuerzos tectónicos. Se presentan

formando sistemas de fracturas locales, ya sea paralelo a los esfuerzos de compresión que se comportan como microfallas. Las vetas en su mayoría se presentan fracturadas y/o craqueladas (MARSA, 2015).

Los Plegamientos: Se presentan en las formaciones sedimentarias y metamórficas con mucha mayor complejidad en cuanto a los fallamientos, La zona se halla perturbada habiéndose diferenciado tres principales sistemas de falla: Longitudinales, Transversales y Diagonales.

Sistema de Vetas: Existen 2 sistemas emplazadas en el Intrusivo de Pataz, agrupadas dentro del sistema NW - SE (Esperanza, Yanaracra Sur, Gigante, Cabana, Garfio, etc.) con una potencia de 0.50m - 3.00m y sistema N - S (Yanaracra 1, Yanaracra 2, Cachaco - Las Torres, Cabana 2H), este sistema vienen a conformar estructuras tensionales del primero con una potencia de 0.20m - 3.00m. Las vetas del Sistema NW-SE tienen rumbo N 20° - 50°W, con buzamiento de 10° a 40° NE; la veta Garfio entre 55° y 70° NE. Las variaciones del rumbo y buzamiento son consecuencia de los esfuerzos tensionales y compresionales que causaron plegamientos y fallamientos Manual de Mineria, 2010; (MARSA, 2015).

Zona BB: Estructura mineralizada del Sistema Esperanza, ubicada al piso; rumbo N10°E a N - S, buzamiento de 25° a 79°; mineralógicamente constituido por cuarzo lechoso, pirita, en menor proporción esfalerita y ocasionalmente galena. Su potencia promedio es de 1.50 m, presenta alteración hidrotermal silicificación (Cuarzo - Pirita - Sericita). La zona de estudio se encuentra en la veta Cabana 2H en el Nivel 3075 (MARSA, 2015).

Veta Cabana 2H: Estructura mineralizada del Sistema Esperanza, ubicada al piso de la veta Esperanza; rumbo N 10°E a N-S, buzamiento 25° a 40°;

mineralógicamente constituido por cuarzo lechoso, pirita, en menor proporción esfalerita y ocasionalmente galena. Su potencia promedio es de 0.70 m, presenta alteración hidrotermal silicificación (Cuarzo-Pirita-Sericita). Es característico de la veta, la existencia de pequeños clavos económicos, con extensiones de hasta 100 m de longitud (MARSA, 2015). (Ver Anexo 6)

1.2.4. Geología Económica

La ocurrencia de las estructuras mineralizadas se debe a las acumulaciones del mineral de mena en potencias muy variables, el principal mineral de mena es la pirita aurífera, que se presenta acompañada de arsenopirita, galena, marmatita - esfalerita, en proporciones menores; también consideramos el cuarzo como mineral de mena por hospedar oro libre. El cuarzo lechoso es el mineral principal como guía para las exploraciones; ligadas al cuarzo se presentan pirita y arsenopirita. Muchas veces, la presencia de galena y esfalerita - marmatita es un indicativo de que se incrementen las leyes de oro, siempre que se presenten asociadas a la pirita (Manual de Minería, 2010).

Los sulfuros rellenan cavidades de cuarzo y otras veces llegan a las cajas como diseminaciones e hilos remanentes, en estas vetas de sulfuros el oro se encuentra ligado íntimamente a la Pirita y en menos grado ligado a la Arsenopirita, mientras que en vetas de óxidos el oro se halla en estado libre, así como también ligado a la Pirita y Arsenopirita que se presentan como nódulos dentro de los óxidos.

Un rasgo estructural muy importante que evidencia el sistema principal de la veta, es la existencia de "lazos cimoides" múltiples, con longitudes que varían de 15 m a 150 m y potencia de 0.8 a 12 m. La mineralización está emplazada como

filones de cuarzo con sulfuros en roca granitoides y asociadas a minerales de: pirita, arsenopirita, marmatita, galena (Manual de Minería, 2010).

Reservas geológicas

En la siguiente tabla se observa las reservas de mineral de toda la mina.

Tabla 1. Reservas geológicas

AÑO	TONELAJE (TMS)	POTENCIA (M.)	LEY DE VETA gr/TMS	PRECIO US$/ONZA
2016	600,000.0	0.80	12.70	550.0
2017	450,000.0	0.77	14.80	650.0
2018	950,000.0	0.87	12.00	870.0
2019	1400,000.0	0.90	11.70	900.0
2020	1800,000.0	1.10	11.20	1100.0

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1.Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes

Ramos (2012), en su tesis "Minería sin rieles aplicado en la unidad minera Arcata" realizado en la Universidad Nacional d San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho Perú, tuvo como objetivo general lograr una mayor productividad en la extracción de los minerales de plata y oro, comparado con la explotación convencional de corte relleno ascendente hasta ahora utilizada. Concluyó que el método utilizado para vetas fue con buzamientos hasta 63° como mínimo ya que al momento de hacerse las voladuras de producción y en especial de los descajes para el desplazamiento de los equipos puedan incrementar la dilución. Que en el relleno del tajo debe considerarse 30% detrítico y 70% hidráulico. Y que con el método planteado se demuestra la reducción del personal así como el reemplazo

de equipos convencionales por otros de mayor rendimiento y alta productividad, así como el aumento de la producción.

García (2011), en su investigación sobre "Planeamiento minero de Corporación Minera Castrovirreyna", realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, tuvo como objetivo general realizar un planeamiento minero para incrementar la producción en la mina. Concluyó que el método de minado en la Zona Alta (Abanico -15mts/+15mts), el costo es más bajo que en el minado de la Zona Baja (bloques de 10mts), el costo de minado es más alto, pero la Dilución disminuye considerablemente, debido a que aquí es mucho más controlable. En el orden operativo presentado (Relaves, Zona Alta y finalmente Zona Baja), el riesgo operativo se redujo con relación a la etapa pre-operativa, en donde se trabajó con inversión y mayor riesgo, se incrementó de la producción y la productividad de una mina subterránea convencional; implementando un método de explotación subterránea de recuperación de pilares y rellenos antiguos de la parte alta de Mina Reliquias (+Nv.480), denominada zona alta, y posteriormente la explotación de mineral fresco en la parte baja de la Mina (-Nv.480), denominada zona baja, para lo cual, se planteó implementar métodos de minado masivo mediante la perforación de taladros largos.

Alva (2004), en su tesis titulada "Estudio de optimización de costos de operación de Una flota de Scooptrams en una mina subterránea", realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima Perú, tuvo como objetivo general optimizar el costo total de la flota de Scooptrams de la empresa Consorcio Minero Horizonte S.A., formada por 16 unidades con una potencias comprendidas entre 47 y 147 HP mediante la elaboración de un programa de mantenimiento y reemplazo de equipos de la flota de Scooptrams, con el que se

obtenga el costo anual mínimo. Concluyó que la aplicación del método propuesto optimiza el costo operativo de la flota, porque el 100 % de los Scooptrams de la flota tiene un menor costo operativo que cualquier otro equipo similar disponible en el mercado, que la permanencia de un equipo nuevo en la flota debe ser de tres años. Que la evaluación económica y financiera muestra que el costo anual uniforme equivalente para un periodo de tres años es menor que para un periodo de seis años. Esto debido a que en los seis años, la depreciación acumulada reduce casi en 50% el valor de recuperación del equipo y esto influye en el flujo de caja; y que la aplicación del método propuesto requiere de una inversión que es aproximadamente un 50 % mayor que la que corresponde a aplicación del método actual. En el primer caso la inversión fue de US$ 2'275,000.0, en el segundo caso fue de solo US$ 1'505,000.0

2.1.2. Definición de Términos

Sistema Trackless: Sistema de producción minera con uso de máquinas y sin el uso riel (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

Buzamiento: Es el ángulo de inclinación de una veta (García, 2011).

Mina subterránea: Es aquella explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

Producción: Es la cantidad de oro y plata producidos en una determinada unidad de tiempo (Sturgal, 2000).

Reserva de Mineral: Es la cantidad de Mineral económicamente explotable con leyes superiores al Cut Off (Sturgal, 2000).

Cut Off: Es la ley de Mina explotable de una mina.

Productividad: Es el volumen total de bienes producidos, dividido entre la cantidad de recursos utilizados para generar esa producción. Se puede agregar que en la producción sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y la mano de obra, pero se debe tomar en cuenta, que la productividad está condicionada por el avance de los medios de producción y todo tipo de adelanto, además del mejoramiento de las habilidades del recurso humano (Robbins & Coulter, 2000).

Gaither y Frazier (2000), definieron productividad como la cantidad de productos y servicios realizados con los recursos utilizados y propusieron la siguiente medida.

$$Productividad = p = \frac{Cantidat\ total\ de\ productos\ producidos}{Cantidad\ Total\ de\ recursos\ emplados}$$

Confiabilidad: La Confiabilidad es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas, por lo que puede variar entre 0 (que indica la certeza de falla) y 1 (que indica la certeza de buen desempeño). La probabilidad de falla está necesariamente unida a la fiabilidad. El análisis de fallas suministra otra medida del desempeño de los sistemas, con el Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) (Alca, 2009; Sturgal, 2000).

Chimenea: Pocillo de conexión entre dos galerías, para ventilación, paso de mineral o personal (Ramos, 2012).

Dilución: Porcentaje de mineral estéril o marginal que se extrae con el mineral (Ramos, 2012).

Utilidad: Es la diferencia entre los ingresos y los costos, la utilidad antes de impuestos es la utilidad bruta, después de impuestos se denomina utilidad neta (Robbins, 2005; García, 1995).

Veta: Veta es el lugar específico donde se encuentra el mineral que se quiere extraer, hay vetas de todos los minerales, los mineros antiguos estaban constantemente buscando vetas nuevas, era la fiebre de las vetas. Una forma de encontrar una veta es un corte (Ramos, 2012)..

Socavón: Galería de acceso desde el exterior horizontal con pendiente de drenaje. Excavación, hoyo en la ladera de un cerro o monte (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

Riel: También se conoce como carril o riel a cada una de las barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes y carros mineros. Los rieles se disponen como una de las partes fundamentales de las vías férreas y actúan como soporte (Ramos, 2012).

Zafra: Material arrancado para su carga (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

2.1.3. Fundamentación Teórica

2.1.3.1.Sistema Trackless

Este sistema puede aplicarse a cualquier tipo de mina, la cuestión es la forma de su aplicación, que es lo que viene a ser la incógnita del problema. Es decir se aplica a cualquier tipo de yacimiento sean vetas, cuerpos o mantos prácticamente no hay limitaciones: Minas de carbón, minas metálicas y no-metálicas, Minas que se encuentran en operación, pues su aplicación puede ser parcial o paulatina y en minas nuevas puede ser total e integral ((Estudio Mineros del Perú SA., 2010; Ramos, 2012).

En minas nuevas se debe considerar la aplicación del sistema Trackless sobre otros sistemas por sus notables ventajas como son (Sturgal, 2000):

- ✓ Menor inversión en viviendas e infraestructura.
- ✓ Alta productividad. - Menor número de personal.
- ✓ Mejores rendimientos y eficiencias en el trabajo, con gran flexibilidad en la operación.

En minas que actualmente usan el sistema convencional con líneas de Cauville, se puede efectuar un cambio paulatino al Sistema Trackless, hasta llegar al cambio total, de tal forma que no cause perturbación en los trabajos de producción. De esa manera se evita de depender de una vía rígida y una fuente estacionaria. Este sistema es adaptable fácilmente a los métodos convencionales de minado (sub-niveles, corte y relleno, hundimiento de bloques, shrinkage, etc.) (Sturgal, 2000).

Alcance del Sistema. La razón principal por la cual muchas minas usan el Sistema Trackless, es debido a que con este sistema, el tiempo para pagar la inversión total de un proyecto minero es la mitad del necesario usando el sistema con rieles. El Sistema Trackless permite mejorar la velocidad y flexibilidad en las operaciones de minado en reemplazo a la lenta y rígida de la minería tradicional, porque es un ejemplo claro de optimización de costos (Sturgal, 2000). Permite una rápida preparación de la mina reduciendo aproximadamente un 50% del tiempo que se demoraría en preparar por el sistema convencional. Permite una rápida extracción del mineral y desmonte o introducir relleno a los tajeos, comparado con los piques que es muy reducido, lento y de gran manipuleo. Incrementa las reservas de mineral a explotarse, prolongando la vida

de la mina, y acelera las exploraciones y desarrollos, los cuales permitirán reemplazar las reservas minadas.

Los menores costos de operación permite reducir la ley de cabeza del mineral explotado, aumentando la escala de producción y como consecuencia reducir costos. La rapidez para comenzar un proyecto es una gran ventaja del Sistema Trackless, pues permite que el precio del metal en el mercado pueda ser valorado a corto plazo. Las vetas o cuerpos marginales pueden ser minados y comercializados cuando el precio en el mercado sea favorable. Entre los alcances favorables del sistema con una buena mecanización son (García, 2011):

- Incrementar la productividad aumenta la producción que compensará a la baja de precios de los minerales.
- Disminuye los costos de producción y operación. Capacitar al trabajador, logrando su especialización.
- Genera nuevas industrias de servicios por lo tanto nuevas fuentes de trabajo.
- Alcanza mejores índices de rentabilidad y gran eficiencia.
- Mejora las condiciones laborales o niveles de ambiente de trabajo del minero.

Entre los alcances desfavorables del sistema con la mecanización son:

- El número de trabajadores permanecerá constante o decreciente.
- En razón a las importaciones de equipos, maquinarias, sus repuestos y accesorios, generan fugas o salidas de dinero o recursos económicos al exterior.

2.1.3.2.Ventajas y Desventajas del Sistema Trackless

Ventajas del Sistema.

Las mayores ventajas son (Estudio Mineros del Perú SA., 2010):

- ✓ Alta flexibilidad.
- ✓ Gran movilidad.
- ✓ Alta productividad.
- ✓ Facilidad para comenzar un proyecto.
- ✓ Alto grado de utilización de los equipos.

Desventajas son:

- ✓ Alto costo de inversión inicial.
- ✓ Alto grado de especialización del personal.
- ✓ Aumento en los requisitos de ventilación.

2.1.3.3.Tendencias Futuras del Sistema Trackless

Hasta antes de 1981 las máquinas LHD que tenían capacidad de hasta 20 toneladas, se les consideraba económicos para distancias de hasta 200 m. Se pensaba que este sistema se mejoraría si la capacidad de los LHD se aumentaba (30 - 100 ton.), para que no exista una distancia límite, y puedan llevar desde los tajeos hasta la planta concentradora. Actualmente para aprovechar la flexibilidad del sistema trackless, minimizar la contaminación en minas subterráneas y disminuir los costos de transporte, ventilación, mantenimiento y por ende los costos de operación, se está desarrollando un vehículo diesel Trolley, precisamente porque el precio del petróleo y sus derivados suben su valor en forma exagerada dando lugar a una gran diferencia respecto al valor del kilowatt/hora de la energía eléctrica (Estudio Mineros del Perú SA, 2010). Para el transporte de galerías de considerable longitud se use el accionamiento por Trolley, y en distancias menores donde se requiere flexibilidad, se use el sistema diesel. Hoy en día un Ingeniero de minas no puede hablar solo de minería sin rieles. Sería ridículo. Por ejemplo en minas a cielo abierto, con inmensas

producciones como Toquepala, Cuajone, algunas minas de chile; utilizan no solo el sistema de minería sin rieles, sino en la mayoría de los casos una combinación de este con el sistema de minería sobre rieles (Ramos, 2012).

Los costos de transporte de mineral en camiones gigantescos de gran tonelaje sobre distancias de más de 5 a 10 kms., resultan costosos. En las minas modernas subterráneas se podrá apreciar más la tendencia actual hacia la mecanización, tendencia hacia la minería sin rieles en el tajeo o alrededor del tajeo, con un posterior transporte hasta los diferentes pozos centrales a realizarse a través de trenes ultramodernos con vagones de capacidad entre 20 y 200 tons. Este moderno sistema de rieles que en la actualidad ya es completamente automático, sin requerimiento de un conductor y manejado por computadoras. En las minas de GRANGESBERG y KIRUNA en Suecia y mina CLIMAX en EEUU, son casos demostrados de esta fuerte tendencia. Cabe indicar que actualmente ya se están aplicando el sistema computarizado dentro de las diferentes operaciones de minado. Entre los sistemas de minado que se están realizando a control remoto son (García, 2011):

- ✓ El sistema de izaje y carguío.
- ✓ El sistema de relleno hidráulico.
- ✓ El sistema de voladura de rocas monitorizadas.
- ✓ El sistema de transporte por fajas.
- ✓ El sistema de transporte por ferrocarriles.

Asimismo se está considerando para una futura mecanización, tales como el uso de máquinas con martillos de impacto, emplazamiento de madera y el sistema de remoción de escombros. Es decir una máquina de minado con martillo de impacto coordinado con el colocado de madera y la remoción de escombros.

Este sistema reemplazaría al ciclo de perforación y voladura en los tajeos usados corrientemente.

2.1.3.4.Equipos de un Sistema Trackless

Los trabajos de minas subterráneas requieren la utilización de equipos con diseños especializados para esos trabajos. Esta presentación describe las precauciones y procedimientos operativos para esos equipos (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2015).

En los trabajos de minas subterráneas y construcción se usan vehículos accionados con motores diesel o eléctricos, que realizan operaciones de carga, transporte, y descarga (CTD=LHD) de materiales. Estos vehículos CTD están equipados con cucharones (palas mecánicas) con capacidades de hasta 13 m3. Algunos modelos más pequeños están equipados con cuchillas niveladoras, las cuales se usan en operaciones de mantenimiento de los caminos de las minas (Sturgal, 2000).

Esta presentación describe las precauciones y procedimientos operativos para estos vehículos de trabajo subterráneo, Estos procedimientos también son válidos cuando se usan dichos vehículos en la superficie (Sturgal, 2000). La Minería en general mueve 40 billones de toneladas de material anualmente de los cuales el 24% es subterráneo.

- ✓ Scoop
- ✓ Jumbo
- ✓ Bolter
- ✓ Scaler
- ✓ Dumper
- ✓ Camiones

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.El Problema

3.1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La empresa Minera Aurífera Retamas S.A., es una empresa de minería subterránea, como cualquier empresa minera requiere de un incremento en su producción para asegurar la continuidad de la explotación minera. Explora oro y plata las cuales extrae de sus 06 tajos, siendo los tajos en la unidad minera San Andrés específicamente en la zona de inclinados en la veta BB.

Existen en la explotación diversos métodos de extracción minera subterránea o de socavón, dos de ellos son la explotación utilizando rieles con carros mineros para el transporte de mineral, esto es la realidad actual del área de estudio de la presente investigación, el otro método es el sistema trackless, es decir sin rieles. En la explotación con rieles se utiliza mayor mano de obra y menor tecnología,

razón por la cual es menos costosa; con el sistema Trackless se podría obtener mayor producción pero es más costosa y además exige mayor conocimiento tecnológico por parte de los trabajadores (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

El sistema actual de producción con rieles genera los siguientes problemas:

- ✓ Mayor uso de mano de obra
- ✓ Mayor esfuerzo de trabajo y agotamiento del personal minero
- ✓ Mayores riesgos de accidentes
- ✓ Menor producción o productividad y menor utilidad o rentabilidad para la empresa.
- ✓ Incumplimiento con los pedidos de producción de oro y plata por las empresas importadoras internacionales.

3.1.2. Planteamiento y Formulación del Problema

Planteamiento

Dadas las realidades problemáticas, se plantea diseñar un sistema de Trackless para incrementar la producción en la Unidad Minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A.

Formulación

¿En qué medida un sistema Trackless incrementará la producción en la Unidad Minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A. Año 2014?

3.1.3. Objetivos

3.1.3.1.Objetivo General

Implementar un sistema Trackless para incrementar la producción en la Unidad Minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A. Año 2014.

3.1.3.2.Objetivos Específicos

- Analizar la producción actual de la unidad minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014.
- Determinar los equipos operativos de un sistema Trackless para aumentar la producción en la unidad minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014.
- Estudiar la factibilidad de implementación de un Sistema Trackless para aumentar la producción en la unidad minera San Andrés – Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014.

3.1.4. Justificación de la Investigación

La presente investigación se justifica en las siguientes dimensiones:

Económica: El incremento de la producción generalmente va a contribuir en la mejora económica de los trabajadores, a mayor producción y productividad mejores sueldos y bonificaciones sociales para los 3600 trabajadores y sus respectivas familias. También contribuye al incremento de las utilidades de la empresa, la cual va a asegurar la continuidad y realización de investigación sobre nuevas vetas de mineral económico. Asimismo, el Estado peruano se va a beneficiar con mayores tributaciones sobre canon minero y regalías mineras.

Social: El incremento de la producción de oro y plata beneficia a las comunidades aledañas la empresa minera con mejor atención en salud, educación, y con la realización de nuevos proyectos que podría realizar la empresa en favor de la atención de las necesidades de la población.

Metodológica: Para el caso de estudio, la empresa dispondrá de un nuevo sistema de producción minera, la cual es el sistema Trackless, en ese sentido todas las zonas de la mina dispondrán de este moderno método de extracción minera.

3.1.5. Limitaciones

La investigación limita y precisa solamente al estudio y análisis de implementación del sistema Trackless en la Zona Inclinados, en la veta, así como la selección de los equipos a implementar. El trabajo se realizó en la unidad minera San Andrés de la Minera Aurífera Retamas S.A., contando con el apoyo de todas las jefaturas de área. Es así como se analizaron los procesos de acarreo y transporte durante los meses de marzo - abril 2014, finalmente el trabajo de gabinete se realizó en los meses mayo - Octubre 2014.

3.1.6. Alcances de la Investigación

La investigación es una propuesta de implementación solamente para la Zona BB, por lo que su aporte fue el análisis y diseño del sistema Trackless para esta zona. La propuesta también puede extenderse a las futuras zonas que la mina pretenda desarrollar o explotar en la zona de estudio o en proyectos similares.

3.2.Hipótesis

La implementación del sistema Trackless incrementa la producción en la Unidad Mineras San Andrés de la empresa Minera Aurífera Retamas S.A.

3.3.Variables

Variable Independiente: Implementación del Sistema Trackless.

Variable Dependiente: Producción minera en la Unidad Minera San Andrés de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.

3.4.Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es del tipo aplicativo (se aplicaron conocimientos de minería, geología, formulación de proyectos, etc.) propositivo (la investigación es una propuesta para que la empresa pueda implementarlo en el futuro) y descriptivo (se describen los resultados de la investigación).

3.4.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es no experimental, aplicativa y transversal.

3.4.2. Población y Muestra

Población

La población objeto de estudio de la presente investigación, de la Implementación del Sistema Trackless en la Unidad Minera San Andrés está

representada por los parámetros geológicos, geotécnicos obtenidos en la zona de inclinados que configura el denuncio minero.

Muestra

Dentro de la Unidad Minera San Andrés en la Zona de Inclinados, se aplicó La Implementación del Sistema Trackless tomando como dato la reserva y leyes de mineral. Así mismo se recolectaron datos de producción de oro y plata con sistema con riel y Trackless, ingresos y egresos estructurados por la venta de oro y plata tanto con sistema con riel y Trackless.

Toda la zona estudiada fue bastante accesible para la toma de datos, obviamente se ubica en una área geográfica susceptible de ser abordada por el tesista, donde posteriormente será posible realizar estudios en otras zonas de la unidad minera. Se hace un estudio económico de la mina para corroborar que es económicamente viable y que está dentro de los parámetros de una mina para su ejecución.

3.4.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Los datos e informaciones fueron obtenidos mediante la observación de los procesos de explotación minera en la zona de estudio, los registros anuales de producción, costos y utilidades, análisis de cada uno de los procesos, así como de las maquinarias utilizadas, tiempos, costos y utilidades, estudios estadísticos relacionados con la actividad minera de oro y plata; síntesis de los datos e información analizada y observada.

3.4.4. Forma de Tratamiento de los Datos

Los datos obtenidos mediante la observación, análisis y síntesis fueron verificados, registrados y almacenado en computadora. Algunos de estos sirvieron para determinar cálculos de fórmulas, tablas, cálculos estadísticos y financieros.

Los datos e información fueron llenados a una hoja electrónica de Microsoft Excel 2013 sin alteraciones subjetivas con la finalidad de garantizar que los resultados sean reales y que reflejen la realidad objetiva del presente estudio.

CAPITULO IV

RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de la Realidad y Procesamiento de Datos

4.1.1. Sistema Actual de Producción

4.1.1.1.Procesos del Sistema Actual

El sistema actual de producción de la empresa minera San Andrés Minera Aurífera Retamas S.A., es el método de explotación subterránea, ya que la mina dispone de zonas mineralizadas (vetas o cuerpos de mineral económico) angostas y profundas, por lo que según las evaluaciones técnicas y económicas se justifica la realización de perforación para posibilitar su extracción.

Las actividades o procesos que comprende este método de explotación son: exploración; desarrollo; preparación; explotación y extracción; transporte y manipuleo de minerales (Estudio Mineros del Perú SA, 2010; Carrasco, 2013).

Exploración: Es la actividad minera tendiente a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos de oro y plata para el caso del estudio, consiste en analizar las dimensiones, formas de las vetas de mineral a extraer (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

Desarrollo: Localizados los bloques de mineral o vetas (acumulación de mineral con contenido valioso recuperable por algún proceso metalúrgico), se realizan labores mineras para determinar el tonelaje y las leyes del mismo, es decir, clasificar el mineral marginal y submarginal; consiste en construir los accesos e instalaciones que hagan posible la explotación. En esta actividad se desarrollan las galerías, los cruceros, chimeneas de ventilación, rampas y conductos de ventilación, instalación de rieles para carros mineros e instalación de líneas de energía (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

Preparación: Consiste en preparar las zonas o secciones de trabajo en la veta o bloques de mineral, para hacer posible su explotación generalmente se preparan tolvas, chimeneas de relleno y ventilación, entre otras labores (Estudio Mineros del Perú SA., 2010).

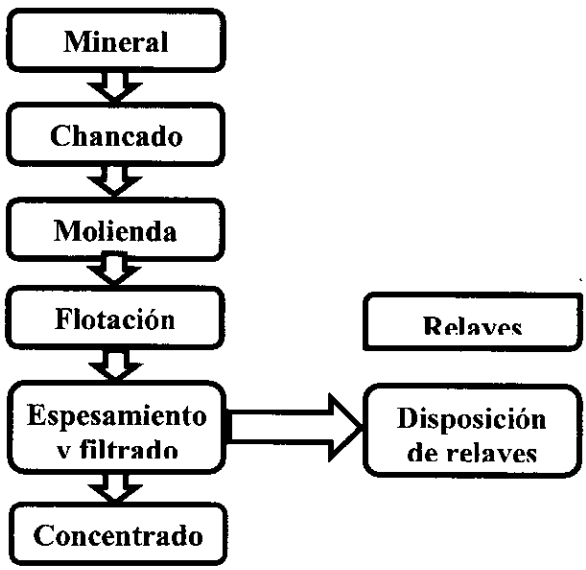
Explotación y Extracción: En esta etapa se realizan la perforación y voladuras del mineral en el interior de la mina, dejando expedito el mineral para su traslado al exterior (Ramos, 2012).

Transporte y/o Manipulación de Minerales: Efectuada la voladura del mineral, este es extraído de la mina hacia el exterior, para ello, se acumula y se carga a los diferentes medios de transporte de los que se disponen. El transporte del mineral de la mina hacia afuera se realiza en carros mineros que se desplazan sobre rieles, del socavón hasta la el área de recepción las cuales se realizan mediante volquetes de 20 m3.

Concentración

Es un proceso de enriquecimiento de algunos minerales (sulfuros de cobre, plomo o zinc con contenidos de oro y plata), en el cual el mineral es separado debido a procesos de reducción de tamaño (chancado y molienda), concentrando por un lado las partes de contenido útil, en tanto que el material sin valor (relave) es descartado. El objetivo es producir un material concentrado enriquecido de tonelaje reducido, con lo cual se ahorra el costo de transporte a la planta metalúrgica y se reduce el costo de tratamiento de ésta. Los procesos que integran la concentración son los de recepción de materiales, chancado, molienda, flotación y secado de concentrados (Carrasco, 2013).

Figura 5. Procesos implicados en la concentración



Fuente: Manual de Minería (2010).

Elaboración: Propia

- ✓ **Recepción de Minerales:** El mineral extraído de la mina es recibido en una cancha o patio, acondicionados para la clasificación del mineral, que luego

pasara al proceso de chancado y los bloques de mineral demasiados grandes, previamente serán tratados para reducir sus dimensiones para pasar a la chancadora primaria.

- ✓ **Chancado:** El mineral clasificado es llevado a la chancadora primaria en donde se produce el primer proceso de chancado reduciendo el tamaño del mineral a dimensiones determinadas, de allí pasa a la chancadora secundaria en donde el mineral se reduce a diámetros menores, pasando inmediatamente a la chancadora terciaria, en donde el mineral chancado, queda reducido y listo para pasar al proceso de molienda (Manual de Minería, 2010).
- ✓ **Molienda:** En este proceso el mineral chancado mezclado con agua es procesado en recipientes cilíndricos denominados molinos de bolas y/o barras; convertido en polvo, pasa a la clasificadora, en donde la mezcla que tiene consistencia muy fina también denominada finos, ingresan a las celdas de flotación, a su vez los gruesos retornan al molino para ser nuevamente molidos.
- ✓ **Flotación:** El mineral molido, mezclado con agua, cal y reactivos, mediante un sistema de bombeo por tubos, pasa de la clasificadora a las celdas de flotación (Estudio Mineros del Perú SA., 2010). En estas celdas un agitador de paletas revuelve la pula, a la vez que una corriente de aire que sale de la parte inferior de la celda, forma una especie de burbujas que sale a la superficie llevando consigo partículas de sulfuros de mineral, formando una espuma o nata que rebasa las celdas de flotación, la que es recogida para ser espesada o sedimentada y filtrada para obtener el concentrado final. Cuando se procesan dos o más tipos de concentrados, el proceso de flotación pasa

por tantos procesos como tipos de concentrados se deseen obtener (Manual de Minería, 2010).

- ✓ **Espesamiento, filtrado, secado y manipuleo de concentrados:** La "nata" resultante del proceso de flotación es recogida a través de canaletas y conducida mediante agua a los tanques espesadores, de donde se traslada al proceso de filtrado y secado (Sturgal, 2000).
- ✓ **Desagüe, disposición de relaves y recuperación de agua:** El material que se descarta de las celdas de flotación se denomina relave y esto se conduce según sea el caso a la planta de recuperación de agua o directamente a lugares de almacenamiento acondicionados especialmente para tal fin. Cuando la planta de concentración está ubicada en lugares dónde hay escasez de agua, suele haber una planta de recuperación de agua (Ramos, 2012; Manual de Minería, 2010).
- ✓ **Disposición de relaves:** Los desechos (relaves), tanto del proceso de flotación como de la planta de recuperación de agua, son trasladados a canchas de relaves en donde se almacenan bajo condiciones establecidas de acuerdo con las disposiciones sobre el control ambiental (Ramos, 2012).

De todos los procesos indicados, los procesos que son materia de estudio en la presente investigación son: Desarrollo, preparación, explotación y extracción, y transporte o manipuleo de minerales.

4.1.1.2.Producción Actual de la Empresa Minera

Minera Aurífera Retamas (MARSA) es una minera peruana que se dedica a la explotación y producción de oro y plata de la mina peruana de oro San Andrés

ubicado en la Región La Libertad. Marsa anticipa una producción de 160.000 Onzas Troy de oro para el año 2016.

El sistema de producción utilizado en la actualidad es el sistema de riel con carritos que transportan el mineral hacia afuera de la mina y luego transportados con volquetes.

Los datos históricos de producción de oro y plata de la empresa en estudio se han obtenido para los años 2010 al 2015, pero es necesario hacer cálculo de la producción para los años 2016 al 2020 para ambos sistemas. **El método a utilizar** es el de Análisis de Regresión Lineal. Es un método para pronosticar la demanda de un determinado producto en función de una variable independiente que causa o determina la producción.

Cálculo de la Pendiente b.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}$$

Cálculo del Parámetro a

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} - b\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}\right)$$

La ecuación de Pronóstico

Es la ecuación con la que se realiza el pronóstico de la producción y está dada por:

$$\hat{y} = a + bx$$

Coeficiente de Correlación o de Pearson

Para determinar sí y depende de x y en qué grado, se debe determinar el coeficiente de Correlación o de Pearson (r), cuyo valor debe estar en el rango de $-1 < r < 1$.

Si $r = -1$ entonces existe una alta correlación negativa

Si r = 0 entonces no existe correlación entre x e y.

Si r = 1 entonces existe una alta correlación positiva

La fórmula está dada por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{\left[\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}\right]\left[\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} Y_i)^2}\right]}$$

Producción de oro actual y estimado para el sistema con riel

Tabla 2. Producción de oro actual y estimado para el sistema con riel

PRODUCCION DE ORO MARSA DE AREA						
	1 Kilogramo		=	32.1507466	Onzas Troy	
N°	**AÑO**	**Prod Oro Kilogramo**	**Prod Oro Onzas Troy**	**XY**	**X2**	**Y2**
1	2010	845.7	27189.6	27189.6	1.0	739272437.6
2	2011	856.2	27527.5	55054.9	4.0	757761561.2
3	2012	912.5	29336.3	88008.8	9.0	860616750.1
4	2013	904.8	29090.6	116362.6	16.0	846265248.9
5	2014	985.6	31687.8	158438.9	25.0	1004115136.3
6	2015	1005.4	32325.0	193950.0	36.0	1044905858.7
			177156.7	**639004.8**	**91.0**	**5252936992.8**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

$$b = \frac{6x639004.8 - 21\,x\,177156.7}{6x91 - 21^2} = 1083.213767$$

$$a = \frac{177156.7}{6} - 1083.213767x\frac{21}{6} = 25734.87219$$

$$r = \frac{(6\,x\,639004.8 - 21\,x\,177156.7)}{\left((\sqrt{6\,x\,91 - 21\text{^}2})x(\sqrt{6\,x\,5252936992.8 - 177156.7\text{^}2})\right)} = 0.962035$$

Aplicando la ecuación de ajuste y=25734.87219+1083.213767 X, en donde x va de 1 a 5, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 3. Producción de oro sistema de riel

N°	AÑO	Prod oro	Ingresos
1	2016	26818.09	29439553.86
2	2017	27901.30	30628651.77
3	2018	28984.51	31817749.68
4	2019	30067.73	33006847.60
5	2020	31150.94	34195945.51

Producción de plata actual y estimada para el sistema con riel

Tabla 4. Producción de plata actual y estimada para el sistema con riel

PRODUCCION DE PLATA MARSA DEL AREA						
	1 Kilogramo		=	32.1507466	Onzas Troy	
N°	**AÑO**	**Prod Plata Kilogramo**	**Prod Plata Onzas Troy**	**XY**	**X2**	**Y2**
1	2010	2350.2	75561.0	75561.0	1.0	5709465641.8
2	2011	2256.4	72543.7	145087.3	4.0	5262582392.6
3	2012	2431.6	78176.5	234529.4	9.0	6111560356.3
4	2013	2537.9	81595.1	326380.2	16.0	6657753524.1
5	2014	2497.4	80292.3	401461.5	25.0	6446855038.4
6	2015	2580.0	82948.3	497689.7	36.0	6880417674.6
			471116.8	**1680709.2**	**91.0**	**37068634627.8**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

$$b = \frac{6\,x\,1680709.2 - 21\,x\,471116.8}{6\,x\,91 - 21^2} = 1817.169382$$

$$a = \frac{471116.8}{6} - 1817.169382\,x\,\frac{21}{6} = 72159.37137$$

$$r = \frac{(6\,x\,1680709.2 - 21\,x\,471116.8)}{\left(\left(\sqrt{6\,x\,91 - 21\text{^}2}\right)x\left(\sqrt{6\,x\,37068634627.8 - 471116.8\text{^}2}\right)\right)}$$

$$= 0.867445317$$

Tabla 5. Producción de plata estimada para el sistema con riel

N°	AÑO	Prod Plata	Ingresos
1	2016	73976.54	1059639.97
2	2017	75793.71	1085669.10
3	2018	77610.88	1111698.24
4	2019	79428.05	1137727.37
5	2020	81245.22	1163756.51

4.1.1.3.Estructura de los Ingresos y Egresos

Ingresos

Los ingresos de la empresa minera están estructurados por la venta de oro y plata. En una tonelada hay 32, 150.75 onzas troy. El promedio del precio del oro para el mes de febrero del año 2016 es 1,097.75 $/Onza Troy, y el promedio del precio de la plata para el mes de febrero del año 2016 es 14.324 $/Onza Troy. (Ver anexos 03, 04 y 05)

El desarrollo de modelos de comportamiento de precios del oro y de la plata, así como de los demás commodities se basa en procesos estocásticos (precios que varían en función del comportamiento de la demanda y de los precios) y se pueden clasificar según dos características, la estacionariedad o no de los modelos y el número de factores estocásticos utilizados (Milla, 2005).

Aunque por ciertos periodos cortos de tiempo la demanda y los precios de la plata y el oro se mantienen estacionarios, estas también varían en función del comportamiento de la política internacional, no dependen del productor o de la política nacional, como en algunos productos de bienes y servicios, ya que son productos exportables. El número de factores estocásticos o variables de estado utilizados para caracterizar la dinámica de los precios de commodities depende de las características del activo analizado, en general, a mayor número de

factores más realista es la modelación pero con ello aumenta el nivel de complejidad de los procesos involucrados (Sturgal, 2000).

El modelo de precios del oro y la plata se comporta como un modelo estacionario y no estacionario con predominancia del segundo. Un modelo estacionario se refiere a un proceso donde las propiedades estadísticas son constantes sobre periodos largos de tiempo, es decir, las perturbaciones son transitorias y no afectan el comportamiento de largo plazo de la variable, en cambio, en un proceso no-estacionario las propiedades estadísticas de la variable no son constantes y cambian en el tiempo según el nivel de las perturbaciones del proceso. La mayor parte de los modelos desarrollados para precios de commodities son no estacionarios, lo cual evidencia la necesidad de trabajar con modelos que caractericen de forma más realista el comportamiento de los precios.

Brennan & Schwartz (1985) caracterizaron el comportamiento del precio de un commodity (oro, plata, cobre y cualquier producto minero en general) donde se modelaron el precio del cobre a través de un movimiento Browniano geométrico el cual es un proceso de un solo factor estocástico. La evidencia empírica e investigaciones ulteriores reconocen la presencia de una tendencia de largo plazo en los precios de commodities relacionada con los costos marginales de producción de dichos activos, Schwartz (1997) extiende el modelo con un tercer factor estocástico que representa el precio medio de largo plazo a través de otro proceso con reversión a la media. En la siguiente tabla se aprecia las producciones anuales por Onza Troy y los ingresos correspondientes por oro y plata para los próximos 5 años (periodo de análisis económico) en el caso supuesto de que se sigue utilizando el sistema de riel.

Tabla 6. Ingreso por Oro y Plata Estimado Anualmente

N°	AÑO	Producción de oro	Producción de Plata	Ingresos Oro	Ingreso Plata	Subtotal
1	2016	26818.09	73976.54	29439558.30	1059639.96	30499198.26
2	2017	27901.30	75793.71	30628652.08	1085669.10	31714321.18
3	2018	28984.51	77610.88	31817745.85	1111698.25	32929444.10
4	2019	30067.73	79428.05	33006850.61	1137727.39	34144578.00
5	2020	31150.94	81245.22	34195944.39	1163756.53	35359700.92
TOTAL				**159088751.22**	**5558491.23**	

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

4.1.1.4.Costos o Egresos

Costo de Materiales

Tabla 7. Costo material Sistema con Riel. Minera MARSA S.A

Costo material Sistema con Riel. Minera MARSA S.A. en soles	
Descripción	**Total**
Conjunto perno helicoidal 19 mm x 1.50 m con planchuela y tuerca modular	2,839
Conjunto perno posimix 19 mm x 1.80 m con 0.5 m de espiral	25,031
Conjunto perno posimix 19 mm x 2.40 m con 0.5 m de espiral	1,156
Cemento norte Pacasmayo	4,007
Dinamita semexa al 65% de 7/8" x 7"	1,538,116
Carmex de 7' (2.10 m)(caja x 300 unidad)	147,485
Conector para mecha rápida (caja x 100 pieza)	120,688
Fulminante común N° 08 (caja x 100 pieza)	120,688
Cordón detonante 5P (pentacord)(caja x 1500 m)	554
Guía de seguridad (caja x 1000 m)	906,667
Mecha rápida de ignición Z-18 color verde (caja x 1500 m)	120,427
Cable de acero de 3/8" cobra 6 x 19 de fibra sintética rollo x 500 m	2,560
Cable de acero de 1/2" cobra 6 x 19 de fibra sintética rollo x 500 m	13,355
Cabo manila de 1" (cable-soga)	4,164
Cabo manila de 3/4"	1,013
Madera de eucalipto redondo (en bruto)	4,806,932
Cantonera de eucalipto	1,476
Madera aserrada	387,718
Cartucho de resina 1 1/8" x 12" x 1 minuto de fraguado (28 mm x 305 mm)	34,496
Cartucho de cemento "CEM-CON" (32 mm x 305 mm)	130,553

Manguera de aire de 2" c/refuerzo de malla de acero 150 psi	453
Tubería de polietileno de 1" C-10 PEAD PE-63 32mm	5,933
Tubería de polietileno de 2" C-10 PEAD PE-63 63mm	5,587
Tubería de polietileno de 4" C-10 PEAD PE-63 110mm	5,124
Válvula de fierro tipo bola de 1"	425
Cambio de vía de 30 lb/yarda	74
Riel nuevo de acero de 30 lb/yarda	10,520
Clavo rielero de 3/8 x 3 1/2 para riel de 30 lb/yarda	4,030
Perno rielero de 5/8" x 2 1/2 C-T	8,279
Eclisa plana p/riel de 30 lb/yarda	3,213
Jacks 183 mm	10,554
Cimbra metálica tipo "H" WF-13 lb/pie de sección interna de 2.40 x 2.70	307
Plancha acanalada tipo toldera LAC espesor: 3.0 mm, ancho: 0.55 m, largo: 1.60 m	896
Cal viva prime	60
Saco de polipropileno 20" x 30" - 90 gr. (metalero)	21,327
Clavo de alambre de 5" c/cabeza	1,556
Clavo de alambre de 6" c/cabeza	1,223
Clavo de alambre de 7" c/cabeza	1,035
Alcayata de fierro corrugado de 5/8" x 0.60 m, tipo "F" con aislante	280
Alcayata de Fe 3/4" soporte x 1.00 m para tubería en pared/hastial	815
Rastra de 42" en acero al manganeso a 128°C	24
Pasteca de acero de 6" p/cable 3/8" tipo joy	47
Pasteca de acero de 8" p/cable 1/2" tipo joy	248
Alambre negro N°8	235
Alambre negro N°16 (de amarre)	128
Malla de alambre galvanizada electrosoldada N°08 de 2" x 2" x 2.42 m	27,404
Malla de alambre galvanizada electrosoldada N°08 de 4" x 4" x 2.42 m	4,809
Malla electrosoldada no galvanizada de alambre N°08 de 2" x 2" x 2.42 m	1,335
Tela arpillera de polipropileno de 100 gr/m2 (en metros cuadrados)	17,038
Total	**8,502,884**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

El costo en dólares es de 2500848.2 $/año al tipo de cambio de 3.4 soles/dólar.

Costo de Herramientas: Perforación

Tabla 8. Costo Herramienta Perforación

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Perforación				
1	Perforadora Jackle	Pieza	7574.0	36.0	272664.0
2	Barreno 4'	Pieza	91.0	36.0	3276.0
3	Barreno 6'	Pieza	113.0	36.0	4068.0
4	Barreno 8'	Pieza	136.0	36.0	4896.0
5	Broca 38mm	Pieza	22.5	36.0	810.0
6	Manguera 1"	Metro	3.2	500.0	1600.0
7	Manguera 1/2"	Metro	2.1	500.0	1050.0
8	Aguzadora de barrenos	Pieza	6846.0	3.0	20538.0
9	Piedra esmeril	Pieza	16	36.0	576.0
10	Aceite de perforación	Galón	8.5	2000.0	17000.0
11	Cargador de anfo	Pieza	69	36.0	2484.0
12	Manguera para carguío	Metro	6.0	500.0	3000.0
SUBTOTAL					**331962.0**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

Costo de Implementación de Personal

Tabla 9. Costo de Implementos de Personal

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Implementos				
1	Implementos de personal	Unidad	300	40.0	12000.0
2	Implementos personal auxiliar	Unidad	300	10.0	3000.0
SUBTOTAL					**15000.0**

Costo de bombeo de agua

Tabla 10. Costo de bombeo de agua

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Bombeo de agua				
1	Grupo electrógeno	Unidad	5000.0	2.0	10000.0
2	Aire comprimido	Unidad	2500.0	1.0	2500.0
3	Compresora	Unidad	3200.0	2.0	6400.0
4	Petróleo	Galón	25000.0	4.0	100000.0
SUBTOTAL					**118900.0**

Costo de personal

Tabla 11. Costo de personal

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Mano de obra				
1	Perforista	Global	21600.0	9.0	194400.0
2	Capataz	Global	18000.0	3.0	54000.0
3	Jefe de mina	Global	24000.0	3.0	72000.0
4	Ayudante	Global	7200.0	5.0	36000.0
5	Personal minero	Global	15000.0	30.0	450000.0
SUBTOTAL					**806400.0**

4.1.1.5.Resumen de costos

Tabla 12. Resumen de costos

N°	COSTOS EN $/AÑO	SUBTOTAL
COSTOS DIRECTOS		**4510421.2**
1	Materiales	2500848.2
2	Perforación	331962.0
3	Implementos	15000.0
4	Bombeo de agua	118900.0
5	Mano de obra	806400.0
6	Alimentación del personal	360000.0
7	Contingencia 10%	377311.0
COSTOS INDIRECTOS		**1070000.0**
1	Gastos generales y	400000.0

	administrativos	
2	Mantenimiento	100000.0
3	Salud ocupacional	120000.0
4	Depreciación de equipos	350000.0
5	Contingencia	100000.0
TOTAL COSTOS DIRECTO E INDIRECTO		**5,580,421.2**

El costo anual en promedio en que incurre la mina en el sistema con riel es de 5'580,421.2 dólares/año.

Los costos anuales estimados para los años son incrementados en un 10% por cada año.

Tabla 13. Costos Estimados Anuales Sistema de riel

N°	AÑO	Costo Directo	Costo Indirecto	Costo Total Estimado
0	2015	4510421.2	1070000.00	5580421.20
1	2016	4961463.32	1177000.00	6138463.32
2	2017	5457609.65	1294700.00	6752309.65
3	2018	6003370.62	1424170.00	7427540.62
4	2019	6603707.68	1566587.00	8170294.68
5	2020	7264078.45	1723245.70	8987324.15

4.1.1.6.Utilidades

De acuerdo a muchos autores de las ciencias administrativas, entre ellos Chiavenato Idalberto (1989) y Dorfman R., Samuelson P., Salov M. (1992), consideran que matemáticamente es la diferencia entre los ingresos obtenidos durante un periodo económico y los gastos en el mismo periodo.

Cuando los gastos superan a los ingresos, obtendremos pérdidas. Obtener utilidades o beneficios es el principal objetivo de cualquier empresa privada, por lo tanto muchos esfuerzos son dedicados maximizar las utilidades o su contraparte, minimizar las pérdidas. En el mundo empresarial se suele distinguir

entre utilidades antes de impuestos (utilidad bruta) y utilidad después de impuestos, o utilidad neta. Desde el punto de vista económico y administrativo la utilidad empresarial sea esta de cualquier rubro, se representa por la siguiente fórmula matemática: Utilidad = Ingresos – Egresos.

La fórmula de la utilidad en general es la siguiente:

$$U = \sum_{i=1}^{n} (I_i - C_i)$$

Dónde:

Ii: identifica a las sumatoria de los ingresos

Ci: a las sumatorias de los egresos o costos.

Las utilidades se presentan en el flujo de caja.

4.1.2. Sistema Trackless Propuesto

4.1.2.1. Proceso de Producción Mediante Sistema Trackless

Exploración: Consiste en realizar las actividad minera tendientes a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos de oro y plata para el caso del estudio, consiste en analizar las dimensiones, formas de las vetas de mineral a extraer.

Desarrollo: Implica localizados los bloques de mineral o vetas (acumulación de mineral con contenido valioso recuperable por procesos metalúrgicos), se realizan labores mineras para determinar el tonelaje y las leyes del mismo, es decir, clasificar el mineral marginal y submarginal; consiste en construir los accesos e instalaciones que hagan posible la explotación. En esta actividad se desarrollan las galerías, los cruceros, chimeneas de ventilación, rampas y

conductos de ventilación, se determinan la dureza d roca para evaluar el uso de explosivos o el uso del Jumbo Rocket.

Preparación: Consiste en preparar las zonas o secciones de trabajo en la veta o bloques de mineral, esta fase consiste en determinar los puntos de perforación, realizar los algunos para colocar los explosivos o ubicación de puntos en caso de taladro del túnel o socavón.

Explotación y extracción: En esta etapa se realizan la perforación y voladuras del mineral en el interior de la mina, se usa el jumbo Rocket, para taladrar las vetas para que luego. El mineral es recogido por el scoop y cargados a los camiones de bajo perfil, y estos camiones llevan el mineral al área de recepción o almacén de mineral

Transporte y/o manipulo de minerales: Efectuada la voladura del mineral, este es extraído de la mina hacia el exterior, para ello, se acumula y se carga a los diferentes medios de transporte de los que se disponen. El transporte del mineral se realiza en los camiones de bajo perfil o camiones de 20 m3.

4.1.2.2.Producción Estimada para el Sistema Trackless

Tabla 14. Producción de oro estimado para el sistema Trackless

PRODUCCION DE ORO MARSA SECCION						
	1 Kilogramo		=	32.1507466	Onzas Troy	
N°	**AÑO**	**Prod Oro Kilogramo**	**Prod Oro Onzas Troy**	**XY**	**X2**	**Y2**
1	2010	1562.8	50245.2	50245.2	1.0	2524578790.3
2	2011	1486.5	47792.1	95584.2	4.0	2284083367.1
3	2012	1645.3	52896.0	158688.0	9.0	2797988486.7
4	2013	1682.2	54085.3	216341.1	16.0	2925216637.3
5	2014	1645.9	52916.6	264583.0	25.0	2800165737.5
6	2015	1710.3	54988.1	329928.4	36.0	3023687278.3
21			**312923.2**	**1115369.8**	**91.0**	**16355720297.1**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: Propia

$$b = \frac{6\,x\,1115369.8 - 21\,x\,312923.2}{6\,x\,91 - 21^2} = 1150.776265$$

$$a = \frac{312923.2}{6} - 1150.776265\,x\,\frac{21}{6} = 48126.15246$$

$$r = \frac{(6\,x\,1115369.8 - 21\,x\,312923.2)}{\left((\sqrt{6\,x\,91 - 21\text{^}2})x(\sqrt{6\,x\,16355720297.1 - 312923.2\text{^}2})\right)}$$

$$= 0.8072465$$

Aplicando la ecuación de ajuste y = 48126.15246+1150776265 X, en donde x va de 1 a 5, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 15.Producción de Oro Sistema Trackless

N°	AÑO	Prod oro	Ingresos
1	2016	49276.93	54093748.51
2	2017	50427.70	55357013.16
3	2018	51578.48	56620277.80
4	2019	52729.26	57883542.45
5	2020	53880.03	59146807.09

Producción de plata estimada para el Sistema Trackless

Tabla 16. Producción de plata estimada para el sistema Trackless

PRODUCCION DE PLATA MARSA SECCION						
	1 Kilogramo		=	32.1507466	Onzas Troy	
N°	**AÑO**	**Prod Plata Kilogramo**	**Prod Plata Onzas Troy**	**XY**	**X2**	**Y2**
1	2010	3245.3	104337.2	104337.2	1.0	10886253453.6
2	2011	3389.5	108974.3	217948.6	4.0	11875400780.4
3	2012	3384.0	108798.8	326396.3	9.0	11837172223.6
4	2013	3502.3	112601.9	450407.5	16.0	12679183653.1
5	2014	3698.3	118901.5	594507.5	25.0	14137566344.9
6	2015	3720.2	119607.9	717647.1	36.0	14306037877.2
21			**673221.5**	**2411244.3**	**91.0**	**75721614332.8**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

$$b = \frac{6\,x\,2411244.3 - 21\,x\,673221.5}{6\,x\,91 - 21^2} = 3141.08201$$

$$a = \frac{673221.5}{6} - 3141.08201\,x\,\frac{21}{6} = 101209.8$$

$$r = \frac{(6\,x\,2411244.3 - 21\,x\,673221.5)}{\left(\left(\sqrt{6\,x\,91 - 21\text{^}2}\right)x\left(\sqrt{6\,x\,75721614332.8 - 673221.5\text{^}2}\right)\right)}$$

$$= 0.96937305$$

Tabla 17. Producción de Plata estimada para el Sistema Trackless

N°	AÑO	Prod Plata	Ingresos
1	2016	104350.88	1494722.03
2	2017	107491.96	1539714.89
3	2018	110633.05	1584707.75
4	2019	113774.13	1629700.61
5	2020	116915.21	1674693.47

4.1.2.3.Estructura de Ingresos y Egresos Sistema Trackless

Tabla 18. Ingresos por Producción de Oro y Plata

N°	AÑO	Producción de oro	Producción de Plata	Ingresos Oro	Ingreso Plata	Subtotal
1	2016	49276.93	104350.88	54093749.91	1494722.01	55588471.91
2	2017	50427.70	107491.96	55357007.68	1539714.84	56896722.51
3	2018	51578.48	110633.05	56620276.42	1584707.81	58204984.23
4	2019	52729.26	113774.13	57883545.17	1629700.64	59513245.80
5	2020	53880.03	116915.21	59146802.93	1674693.47	60821496.40
TOTAL				**283101382.10**	**7923538.755**	

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

4.1.2.4.Costos o Egresos

Costo de materiales

Tabla 19. Costo material Sistema Trackless Minera MARSA S.A

Descripción	Total
Conjunto perno helicoidal 19 mm x 1.50 m con planchuela y tuerca modular	2,839
Conjunto perno posimix 19 mm x 1.80 m con 0.5 m de espiral	25,031
Conjunto perno posimix 19 mm x 2.40 m con 0.5 m de espiral	1,156
Dinamita semexa al 65% de 7/8" x 7"	1,538,116
Carmex de 7' (2.10 m)(caja x 300 unidad)	147,485
Conector para mecha rápida (caja x 100 pieza)	120,688
Fulminante común N° 08 (caja x 100 pieza)	120,688
Cordón detonante 5P (pentacord)(caja x 1500 m)	554
Guía de seguridad (caja x 1000 m)	906,667
Mecha rápida de ignición Z-18 color verde (caja x 1500 m)	120,427
Cable de acero de 3/8" cobra 6 x 19 de fibra sintética rollo x 500 m	2,560
Cable de acero de 1/2" cobra 6 x 19 de fibra sintética rollo x 500 m	13,355
Cabo manila de 1" (cable-soga)	4,164
Cabo manila de 3/4"	1,013
Cartucho de resina 1 1/8" x 12" x 1 minuto de fraguado (28 mm x 305 mm)	34,496
Cartucho de cemento "CEM-CON" (32 mm x 305 mm)	130,553
Manguera de aire de 2" c/refuerzo de malla de acero 150 psi	453
Tubería de polietileno de 2" C-10 PEAD PE-63 63mm	5,587
Tubería de polietileno de 4" C-10 PEAD PE-63 110mm	5,124
Cimbra metálica tipo "H" WF-13 lb/pie de sección interna de 2.40 x 2.70	307
Plancha acanalada tipo toldera LAC espesor: 3.0 mm, ancho: 0.55 m, largo: 1.60 m	896
Saco de polipropileno 20" x 30" - 90 gr (metalero)	21,327
Malla de alambre galvanizada electrosoldada N°08 de 2" x 2" x 2.42 m	27,404
Malla de alambre galvanizada electrosoldada N°08 de 4" x 4" x 2.42 m	4,809
Malla electrosoldada no galvanizada de alambre N°08 de 2" x 2" x 2.42 m	1,335
Tela arpillera de polipropileno de 100 gr/m2 (en metros cuadrados)	17,038
Total	**3,254,072**

Fuente; Minera Aurífera retamas 2013
Elaboración: propia

El costo en dólares es de 957080.0 $/año al tipo de cambio de 3.4 soles/dólar.

Costo de Maquinarias

Tabla 20. Costo de maquinaria

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Maquinaria				
1	Volquete Volvo FM 8X4R 20 m3	Unidad	150000	2	300000.0
2	Dumper o Camión de bajo perfil CAT AD30	Unidad	80000	1	80000.0
3	Compresora IR – 750	Unidad	10000	2	20000.0
4	Jumbo Eléctrico DD210	Unidad	120000	1	120000.0
5	Micro scoop Diesel Sandvik 100D 0.7 yd3	Unidad	20000	4	80000.0
6	Scoop Diesel Sandnik2.5 yd3	Unidad	120000	1	120000.0
7	Scoop Diesel Sandvik 4.2. yd3	Unidad	140000	1	140000.0
8	Ventilador axial	Unidad	25000	1	25000.0
9	Perforadora Jumbo Atlas Copco	Unidad	150000	1	150000.0
SUBTOTAL					**1035000.0**

Costo de implementación de personal

Tabla 21. Costo de implementos de personal

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Implementos				
1	Implementos de personal	Unidad	300	40.0	12000.0
2	Implementos personal auxiliar	Unidad	300	10.0	3000.0
SUBTOTAL					**15000.0**

Costo de bombeo de agua

Tabla 22. Costo de bombeo de agua

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Bombeo de agua				
1	Grupo electrógeno	Unidad	5000.0	2.0	20000.0
2	Aire comprimido	Unidad	2500.0	1.0	15000.0
3	Compresora	Unidad	3200.0	2.0	12000.0
4	Petróleo	Galón	25000.0	4.0	100000.0
SUBTOTAL					**147900.0**

Costo de combustible

Tabla 23. Costo de combustible

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Combustible maquinaria				
1	Combustibles	Global	3.8	480768	1826918.4
2	Aceites y lubricantes	Global	75.0	83.3	6249.8
SUBTOTAL					**1833168.2**

Costo de mantenimiento

Tabla 24. Costo de mantenimiento

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Mantenimiento				
1	Preventivo	Global	30000	10	300000.0
2	Correctivo	Global	5000	10	50000.0
SUBTOTAL					**350000.0**

Costo de personal

Tabla 25. Costo de personal

N°	COSTOS	UNIDAD	PRECIO US$	CANTIDAD	SUBTOTAL
	Mano de obra				
1	Operador Dumper	Global	18000.0	2.0	36000.0
2	Operador Volquete	Global	18000.0	2.0	36000.0
3	Operador Jumbo	Global	18000.0	2.0	36000.0
4	Operador Scoop	Global	18000.0	2.0	36000.0
5	Capataz	Global	18000.0	3.0	54000.0
6	Jefe de mina	Global	24000.0	3.0	72000.0
7	Ayudante	Global	7200.0	5.0	36000.0
8	Personal minero	Global	15000.0	30.0	450000.0
SUBTOTAL					**612000.0**

4.1.2.5.Resumen de costos sistema Trackless

Algunos costos son similares a los del sistema con riel, sin embargo hay costos que son propios del sistema Trackless. Los costos de maquinaria y costos de

procesos. Difieren en el uso de personal debido a que los procesos de producción minera en socavón con riel y Trackless son diferentes. Los explosivos utilizados son los mismos n ambos sistemas, pero varían en cantidad, en el sistema Trackless es menos debido a que se utiliza el Jumbo Rocket que es una perforadora de extracción de roca, la misma tarea que hacen los explosivos.

Tabla 26. Resumen de Costos Sistema Trackless

N°	COSTOS	SUBTOTAL
COSTOS DIRECTOS		**5940162.8**
1	Materiales	957080.0
2	Maquinaria	1035000.0
3	Implementos	15000.0
4	Bombeo de agua	147900.0
5	Combustible de maquinaria	1833168.0
6	Mantenimiento	350000.0
7	Mano de obra	612000.0
8	Alimentación del personal	450000.0
9	Contingencia 10%	540014.8
COSTOS INDIRECTOS		**2090000.0**
1	Gastos generales y administrativos	400000.0
2	Mantenimiento	350000.0
3	Salud ocupacional	250000.0
4	Depreciación de equipos	900000.0
5	Contingencia 10%	190000.0
TOTAL COSTOS DIRECTO E INDIRECTO		**8030162.8**

El costo anual en promedio en que incurre la mina en el sistema con riel es de 8'030,162.8 dólares/año. Los costos anuales estimados para los años son incrementados en un 10% por cada año, pero para el primer año y los siguientes ya no se compran las maquinarias, por lo tanto se descuenta 1, 035,000.0 dólares.

Tabla 27. Costos estimados Anuales Sistema Trackless

N°	AÑO	Costo Directo	Costo Indirecto	Costo Total Estimado
0	2015	5940162.80	2090000.00	8030162.80
1	2016	4801662.80	2090000.00	6891662.80
2	2017	5281829.08	2299000.00	7580829.08
3	2018	5810011.99	2528900.00	8338911.99
4	2019	6391013.19	2781790.00	9172803.19
5	2020	7030114.51	3059969.00	10090083.51

4.1.3. Flujo de Caja Sistema con Riel

El flujo de caja (FC) o Cash Flow es el resultado de la diferencia entre los ingresos (entradas) y egresos (salidas) de efectivo que registra una empresa, generados por una inversión, proyecto o cualquier actividad económica que realice en un periodo determinado (Torres, 2011).

Constituyen un estado de cuenta que resume las entradas y salidas de efectivo a lo largo de la vida útil del proyecto, permitiendo determinar la rentabilidad de la inversión", queriendo decir que, éste permite conocer la capacidad de producir algún monto adicional sobre la inversión, en donde se encuentran aquellos ingresos y egresos monetarios, que la compañía espera obtener durante el período de ejecución de su proyecto (Chambergo, 2012).

Resumen de Costos Directos e Indirectos

Tabla 28. Resumen del Presupuesto

N°	AÑO	Costo Directo $	Costo Indirecto $	Costo total Estimado $
0	2015	4510421.2	1070000.00	5580421.20
1	2016	4961463.32	1177000.00	6138463.32
2	2017	5457609.65	1294700.00	6752309.65
3	2018	6003370.62	1424170.00	7427540.62
4	2019	6603707.68	1566587.00	8170294.68
5	2020	7264078.45	1723245.70	8987324.15

Cálculo de flujo de Caja del Proyecto

En el cálculo de flujo de caja intervienen los ingresos y egresos realizados durante el año cero y los años de evaluación de la inversión, en este caso es de 5 años tal como aparece en la siguiente tabla:

Tabla 29. Flujo de caja Proyectado sistema con riel

ITEMS	AÑOS (En dólares)						TOTAL
	0	2016	2017	2018	2019	2020	
I. INVERSIONES	0.0	0.0	6752309.6	7427540.6	0.0	0.0	**14179850.2**
1.1. Inversión Directa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
1.2. Inversión indirecta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
II. INGRESOS	0.0	30499198.3	31714321.2	32929444.1	34144578.0	35359700.9	**164647242.5**
2.1. Directos.	0.0	30499198.3	31714321.2	32929444.1	34144578.0	35359700.9	**164647242.5**
2.2. Indirectos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
III. EGRESOS	0	-13933898.5	-14740153.3	-15588149.7	-16715833.8	-16371590.6	**-77349626.0**
3.1. Directos.	0.0	-4961463.3	-5457609.6	-6003370.6	-6603707.6	-7264078.4	**-30290229.5**
3.2. Indirectos.	0.0	-1177000.0	-1294700.0	-1424170.0	-1566587.0	-1723245.7	**-7185702.7**
3.3. Canon minero 30.0%	0.0	-7308220.5	-7488603.5	-7650571.1	-7792285.0	-7911713.0	**-38151393.1**
3.4. Regalías mineras 2%	0.0	-487214.7	-499240.2	-510038.1	-753254.2	527446.5	**-1722300.7**
IV.INGRESOS NETOS	0.0	16565299.8	16974167.9	17341294.4	17428744.2	18988110.3	**87297616.5**
(i-E)/(1+t)n	0.0	13804416.48	11787616.58	10035471.28	8405065.66	7630895.67	**51663465.7**
Tasa Mínima de Retorno	0,20	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Período Evaluación	5 años						
Valor Presente Neto.	**51663465.7**						
TOTAL INGRESOS	**164647242.5**						
TOTAL EGRESOS	**-77349626.0**						

Cálculo del valor presente neto (VPN)

Para calcular la rentabilidad del estudio de implementación del sistema Trackless se va a aplicar el Valor Presente Neto, cuya fórmula es la siguiente:

$$VPN = -I_0 + \sum_{K=1}^{N} \frac{(I - E)}{\left(1 + \frac{t}{100}\right)^i}$$

Tabla 30. Diferencia de ingresos y egresos

ITEMS	AÑOS				
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
INGRESOS	30499198.3	31714321.2	32929444.1	34144578.0	35359700.9
EGRESOS	13933898.5	14740153.3	15588149.7	16715833.8	16371590.6
Ingresos - Egresos	16565299.8	16974167.9	17341294.4	17428744.2	18988110.3

El cálculo del Valor Presente Neto (VPN) es:

$$VPN = 0.0 + \left[\left(\frac{16565299.9}{(1.2)}\right)\left(\frac{16974167.9}{(1.2)^2}\right)\left(\frac{17341294.4}{(1.2)^3}\right)\left(\frac{17428744.2}{(1.2)^4}\right)\left(\frac{18988110.3}{(1.2)^5}\right)\right]$$

$$VPN = 0.0 + 13804416.48 + 11787616.58 + 10035471.28 + 8405065.66 + 7630895.67$$

$$VPN = 0.0 + 55663465.7 = 55663465.7\ US\ \$/.$$

El Valor presente o valor actual netos es de 55663465.7, la cual es mayor que cero, entonces el proyecto es rentable o factible según el VPN.

Cálculo del TIR:

Esta tasa es un coeficiente integral de evaluación que permite medir directamente la rentabilidad media del estudio. Es la tasa de descuento que iguala el Valor Actual de los beneficios y el Valor Actual de los costos, es decir VAN=0.

Entonces

$$0 = -I_0 + \sum_{K=1}^{N} \frac{(I - E)}{\left(1 + \frac{TIR}{100}\right)^i}$$

$$0 = -5580421.0 + \left[\left(\frac{16565299.9}{(1+TIR)}\right)\left(\frac{16974167.9}{(1+TIR)^2}\right)\left(\frac{17341294.4}{(1+TIR)^3}\right)\left(\frac{17428744.2}{(1+TIR)^4}\right)\left(\frac{18988110.3}{(1+TIR)^5}\right)\right]$$

Para su cálculo se ha tomado la inversión en el año 2015 o año cero. Realizando el cálculo con Microsoft Excel. Con la función TIR se obtiene: TIR = 232.0%

Relación Beneficio Costo

Para el cómputo de la Relación Beneficio Costo (B/C) también se requiere de la existencia de una tasa de descuento para su cálculo. En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos. En el cálculo de la Relación Beneficio Costo se presentan varios casos:

Relación B/C >0: Si la razón benéfico costo es mayor que cero, entonces el proyecto es rentable, ya que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio, en consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

Relación B/C < 0: Sí la razón beneficio costo es menor que cero, entonces el proyecto no es rentable, ya que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio, en consecuencia, si el índice es negativo o menor que cero, el proyecto no debe aceptarse. Si la razón B/C es igual, es indiferente hacer o no hacer el proyecto, aunque lo más razonable es no hacer debido al principio de que se trabaja para obtener rentabilidad.

La fórmula que se utiliza es:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^{n} \frac{I_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^{n} \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

Vi = Valor de la producción o valor de los ingresos (beneficio bruto)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento.

$$\frac{B}{C} = \frac{\left[\left(\frac{25415998.6}{(1.2)}\right)\left(\frac{22023834.2}{(1.2)^2}\right)\left(\frac{19056391.3}{(1.2)^3}\right)\left(\frac{16466328.1}{(1.2)^4}\right)\left(\frac{14210270.8}{(1.2)^5}\right)\right]}{\left[\left(\frac{11611582.1}{(1.2)}\right)\left(\frac{10236217.6}{(1.2)^2}\right)\left(\frac{9020919.9}{(1.2)^3}\right)\left(\frac{8061262.5}{(1.2)^4}\right)\left(\frac{6579375.1}{(1.2)^5}\right)\right]}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{97172822.8}{45509357.2} = 2.1352273$$

La razón B/C indica que el sistema de riel es rentable.

4.1.4. Flujo de caja Sistema Trackless

Tabla 31. Flujo de caja Proyectado Sistema Trackless

ITEMS	AÑOS (En dólares)						TOTAL
	0	2016	2017	2018	2019	2020	
I. INVERSIONES	-8026562.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**-8026562.8**
1.1. Inversión Directa	-1035000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**-1035000.0**
1.2. Inversión indirecta	-6991562.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**-6991562.8**
II. INGRESOS	0.0	55588471.9	56896722.5	58204984.2	59513245.8	60821496.4	**291024920.9**
2.1. Directos.	0.0	55588471.9	56896722.5	58204984.2	59513245.8	60821496.4	**291024920.9**
2.2. Indirectos.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
III. EGRESOS	0	-22474641.7	-23361915.0	-24296055.1	-25734808.8	-24294880.1	**-120162300.7**
3.1. Directos.	0.0	-4801662.8	-5281829.1	-5810012.0	-6391013.2	-7030114.5	**-29314631.6**
3.2. Indirectos.	0.0	-2090000.0	-2299000.0	-2528900.0	-2781790.0	-3059969.0	**-12759659.0**
3.3. Canon minero 30.0%	0.0	-14609042.7	-14794768.0	-14959821.7	-15102132.8	-15219423.9	**-74685189.1**
3.4. Regalías mineras 2%	0.0	-973936.2	-986317.9	-997321.4	-1459872.8	1014627.3	**-3402821.1**
IV. INGRESOS NETOS	-8026562.8	33113830.2	33534807.5	33908929.1	33778437.0	36526616.3	**162836057.3**
(i-E)/(1+t)n	-8026562.8	27594858.50	23288060.78	19623222.87	16289755.49	14679227.87	**101475125.5**
Tasa Mínima de Retorno	0,20	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Período Evaluación	5 años						
Valor Presente Neto.	**93448562.7**						
TOTAL INGRESOS	**291024920.9**						
TOTAL EGRESOS	**-120162300.7**						

En el flujo de caja del Sistema Trackless se observa que existe una inversión inicial, la que está indicada por la inversión que se va a realizar en maquinaria

(1, 035, 000, 000.0 dólares) el valor Presente Neto es mayor que en el sistema con riel, sin embargo no indica por qué porcentaje es mayor. El TIR sí indica el porcentaje.

Cálculo del Valor Presente Neto (VPN)

Tabla 32. Diferencia de Ingresos y Egresos

ITEMS	AÑOS				
	2016	2017	2018	2019	2020
INGRESOS	55588471.9	56896722.5	58204984.2	59513245.8	60821496.4
EGRESOS	2474641.7	23361915.0	24296055.1	25734808.8	24294880.1
Ingresos - Egresos	33113830.2	33534807.5	33908929.1	33778437.0	36526616.3

El cálculo del Valor Presente Neto (VPN) es:

$$VPN = -8026562.8 + \left[\left(\frac{33113830.2}{(1.2)}\right)\left(\frac{33534807.5}{(1.2)^2}\right)\left(\frac{33908929.1}{(1.2)^3}\right)\left(\frac{33778437.0}{(1.2)^4}\right)\left(\frac{36526616.3}{(1.2)^5}\right)\right]$$

$$VPN = -8026562.8 + 27594858.5 + 23288060.8 + 19623222.9 + 16289755.5 + 14679227.9$$

$$VPN = -8026562.8 + 101475125.5 = 93448562.7\ US\ \$/.$$

El Valor presente o valor actual netos es de $93,448,562.7$, la cual es mayor que cero, entonces el proyecto es rentable o factible según el VPN.

Cálculo del TIR:

Esta tasa es un coeficiente integral de evaluación que permite medir directamente la rentabilidad media del estudio. Es la tasa de descuento que iguala el Valor Actual de los beneficios y el Valor Actual de los costos, es decir VAN=0.

Entonces

$$VPN = -8026562.8 + \left[\left(\frac{33113830.2}{(1+TIR)}\right)\left(\frac{33534807.5}{(1+\text{TIR})^2}\right)\left(\frac{33908929.1}{(1+\text{TIR})^3}\right)\left(\frac{33778437.0}{(1+\text{TIR})^4}\right)\left(\frac{36526616.3}{(1+\text{TIR})^5}\right)\right]$$

Para su cálculo se ha tomado la inversión en el año 2015 o año cero. Realizando el cálculo con Microsoft Excel. Con la función TIR se obtiene: TIR = 328.0%

Cálculo de B/C

$$\frac{B}{C} = \frac{\left[\left(\frac{46323726.6}{(1.2)}\right)\left(\frac{39511612.9}{(1.2)^2}\right)\left(\frac{33683439.9}{(1.2)^3}\right)\left(\frac{28700446.5}{(1.2)^4}\right)\left(\frac{24442795.3}{(1.2)^5}\right)\right]}{\left[\left(\frac{18728868.1}{(1.2)}\right)\left(\frac{16223552.1}{(1.2)^2}\right)\left(\frac{14060217.1}{(1.2)^3}\right)\left(\frac{12410691.0}{(1.2)^4}\right)\left(\frac{9763567.4}{(1.2)^5}\right)\right]}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{172662021.2}{71186895.7} = 2.4254748$$

La razón B/C indica que el sistema Trackless es más rentable que el sistema de riel.

Tabla 33. Resumen de cálculo de indicadores

INDICADOR	Con Riel	Trackless
VPN	51663465.7	93448562.7
TIR	232.0%	328.0%
B/C	2.1352273	2.4254748

Fuente: Datos de investigación 2016
Elaboración: Propia

4.2. Análisis e Interpretación de la Información

El sistema actual de producción es el sistema con Riel y carritos mineros, median test sistema se realizan los siguientes procesos: Exploración, desarrollo, preparación, explotación y extracción, y transporte de materiales. La producción estimada de todos sus labores para el año 2016, suma 160, 000.0 onzas Troy de oro. En el año 2015, la unidad en estudio tuvo una producción de oro de 32, 325.0 Onzas Troy, y de 497, 689.7 Onzas Troy de Plata. De acuerdo con los

datos históricos de las producciones de oro y plata desde los años 2010 al 2015, se hizo una proyección de la producción de ambos productos para el periodo 2016 hasta el año 2020 mediante el método de Regresión Lineal.

Las producciones proyectadas o pronosticadas de oro y plata para el período 2016 al 2020 en el sistema de Riel se dan en la siguiente tabla:

Tabla 34. Producción de Oro y Plata Pronosticada con Sistema Riel

N°	AÑO	Prod. Oro	Prod. Plata
1	2016	26818.09	73976.54
2	2017	27901.30	75793.71
3	2018	28984.51	77610.88
4	2019	30067.73	79428.05
5	2020	31150.94	81245.22

Las producciones estimadas de oro y plata para el período 2016 al 2020 para el Sistema Trackless son las siguientes:

Tabla 35. Producción de Oro y Plata Pronosticada con Sistema Trackless

N°	AÑO	Prod. Oro	Prod. Plata
1	2016	49276.93	104350.88
2	2017	50427.70	107491.96
3	2018	51578.48	110633.05
4	2019	52729.26	113774.13
5	2020	53880.03	116915.21

La diferencia de producción de oro y plata en Onzas Troy a favor del sistema Trackless se da en la siguiente tabla:

Tabla 36. Diferencia de Producción de Oro y Plata Sistema Trackless y Riel

N°	AÑO	Producción de Oro	% de aumento Oro	Producción de Plata	% de aumento Plata
1	2016	22458.84	83.75	30374.34	41.06
2	2017	22526.41	80.74	31698.25	41.82
3	2018	22593.97	77.95	33022.17	42.55
4	2019	22661.53	75.37	34346.08	43.24
5	2020	22729.09	72.96	35669.99	43.90

Tal como se puede observar en la tabla, existe un diferencial significativo en las producciones anuales entre los sistemas de Riel y el Trackless, en el primer año el aumento de la producción es de 83.75% para la producción de oro y 41.06% para la producción de plata.

4.3. Discusión de los Resultados

En este sistema se desarrollan los siguientes procesos de producción: Exploración, Desarrollo, Preparación, Explotación, Extracción, Transporte y Tratamiento de Minerales.

La producción de oro estimada para el sistema Trackless es de: año 2016 = 49276.93 onzas de oro con ingreso de 54093748.51 dólares; 2017 = 50427.70 onzas de oro con ingreso de 55357013.16 dólares; 2018 = 51578.48 onzas de oro con ingreso de 56620277.80 dólares; 2019 = 52729.26 onzas de oro con ingreso de 57883542.45 dólares; 2020 = 53880.03 onzas de oro con ingreso de 59146807.09 dólares.

La producción de plata estimada para el sistema Trackless es de: año 2016 = 104350.88 onzas de plata con ingreso de 1494722.03 dólares; 2017 = 107491.96 onzas de plata con ingreso de 1539714.89 dólares; 2018 = 110633.05 onzas de

plata con ingreso de 1584707.75 dólares; 2019 = 113774.13 onzas de plata con ingreso de 1629700.61 dólares; 2020 = 116915.21 onzas de plata con ingreso de 1674693.47 dólares.

Es decir con incremento de la producción de oro en un 77.95%, plata en 42.55% y los indicadores financieros para 2016 – 2020, indican que el sistema Trackless es más rentable que el sistema con Riel.

La tasa interna de retorno o rentabilidad del sistema con riel es de 232.0% y con el sistema Trackless es de 328.0% la diferencia de rentabilidad a favor de este último sistema es de 96%.

Los ingresos totales por oro y plata son: año 2016 = 55, 588,471.91 dólares; 2017 = 31, 714,321.18 dólares; 2018 = 32, 929,444.10 dólares; 2019 = 34, 144,578.00 dólares; 2020 = 35, 359,700.92 dólares.

El costo anual en promedio en que incurre la mina en el sistema Trackless es de 8'030,162.8 dólares/año.

En el flujo de caja del sistema trackless existe una inversión inicial de 1035000,000.0 dólares, el valor Presente Neto es mayor que en el sistema con riel. El Valor presente o valor actual neto es de 96448562.7, la cual es mayor que cero, entonces el proyecto es rentable o factible según el VPN, se obtuvo un valor de TIR = 328.0%. La razón B/C indica que el sistema Trackless es más rentable que el sistema de riel.

4.4. Aportes del Tesista

El aporte de la presente investigación consistió en implementar el Sistema Trackless como alternativa de explotación con riel, a razón del diseño que consistió en el estudio del pronóstico de la producción de oro y plata con el

sistema propuesto para los años 2016 al 2020, los cálculos de la producción de oro y plata estimada utilizando el sistema de riel con los equipos, herramientas y materiales actuales y los que se utilizaran en el periodo de proyección, asimismo, se determinó la factibilidad económica financiera de ambos sistemas, para ello se aplicó los indicadores de cálculo de factibilidad, tales como: Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y la Razón Beneficio Costo.

CONCLUSIONES

- Mediante la implementación del Sistema Trackless en la unidad minera San Andrés - Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014, aumentará la producción de oro en un 77.95% en el periodo del 2016 al 2020, asimismo, la producción de plata aumenta en 42.55% en el mismo periodo.
- El sistema de producción actual de la unidad minera San Andrés - Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014 es con Riel, produce oro y plata y los exporta en onzas Troy cuyo volumen de producción actual es de 32,325.0 Onzas Troy de oro, y 82,948.3 Onzas Troy de 0plata.
- Los equipos operativos propuestos en el sistema Trackless para aumentar la producción en la unidad minera San Andrés - Minera Aurífera Retamas S.A - año 2014 constituye de (04 unid.) Volquetes Volvo FM 8X4R 15 m3, (04 unid.) Dumper o Camión de bajo perfil CAT AD30, (02 unid.)Compresora IR - 750, (01 unid.) Jumbo Eléctrico DD210, (03 unid.) Micro scoop Diesel Sandvik 100D 0.75 yd3, (03 unid.) Scoop Diesel Sandvik 2.2 yd3, (01 unid.) Scoop Diesel Sandvik 3.5 yd3, Ventilador axial y Perforadora Jumbo Atlas Copco.
- Los indicadores financieros indican que el Sistema Trackless es más rentable que el Sistema con Riel. TIR con Riel = 232.0% y TIR con Trackless = 328.0%.

RECOMENDACIONES

1) La administración MARSA debe tener en cuenta que el sistema de producción actual de Riel todavía es rentable, pero si se desea generar mayor producción de oro y plata es recomendable implementar el Sistema Trackless, así mismo está demostrado la factibilidad y rentabilidad del proyecto.
2) Adquisición, renovación, innovación y cotización de nuevos equipos para incrementar la producción en la unidad minera San Andrés; y contratar más profesionales técnicos en la materia que se encarguen del buen uso y funcionamiento del mismo.
3) Realizar más exploraciones como en la Zona de Cabana Norte, Inclinados y en profundización como en la zona de Cachacos; para encontrar más reserva y aplicar este sistema de acuerdo a su geometría.
4) Realizar más investigaciones sobre los tipos de maquinarias a implementar para facilitar y adecuar la aplicación de este sistema como equipos modernos especialmente diseñados para su uso en la unidad.
5) El área de productividad debe enfocarse más a la realidad como en las operaciones unitarias para agilizar el minado, en un menor tiempo posible, aun costo operativo bajo y tener alta productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alva Alva, Ismael (2009). Estudio de optimización de costos de operación de una flota de Scooptrams en una mina subterránea. Tesis Para optar el título profesional de Ingeniero mecánico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima Perú.
2. Brenan, Michael J., Schwartz, Eduardo S. (1985). Evaluatting Natural resource investments. The Journal of Business, Vol 58, N°2, 135-157.
3. Carrasco Montero, Claudia (2013). Valorización de la opción de Cierre temporal de una mina de Oro, mediante opciones reales. Aplicación del modelo Ornstein – uhlenbeck
4. Chambergo, A. (2012). Flujo de Caja de un proyecto, [En línea] <http://finanzasdued.blogspot.com/2012/06/flujo-de-caja-de-un-proyecto-de.html> [Consulta: 1 de Junio 2012]
5. Estudio Mineros del Perú SA. (2010). Manual de Minería. Lima Perú. Citado el 05-02-2016 en www.estudiosmineros.com
6. Gaither, N. y Frazier, G. (2000). Administración de producción y operaciones. México: International Thomson Editores.
7. García Dávila, Jesús Javier. (2011). Planeamiento minero de Corporación Minera Castrovirreyna. Tesis para optar el Título de Ingeniero de Minas. Pontificia Universidad Católica del Perú.
8. García Cantú. (1995). Productividad y Reducción de Costos.
9. Ivancevich, John M. (1996). Gestión Calidad y Competitividad. Primera edición en español.
10. MARSA (2015). Minera Aurífra Retamas S.A. http://www.marsa.com.pe/i-home/i-index.aspx.

11. Martínez Vidal, Carlos A. 1999. Gestión de tecnología para la innovación y el mejoramiento de calidad y competitividad en la industria. Curso taller del Programa Interamericano de Gestión Tecnológica.
12. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2015) Boletín Estadístico del Subsector Minero 2014. División de Estadística y Estudios Económicos Promoción Minera. Lima Perú. Citado el 05 de febrero del 2016. http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/A84FA9CD48D5B51605257E5900591616/$FILE/ESTADISTICA_PRODUCCION_MINERIA_NACIONAL.pdf
13. Ramírez, Mercado (1998). Productividad Base de la Competitividad.
14. Ramos Velarde, David (2012). Minería sin rieles aplicado en la unidad minera Arcata. Tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas. Ayacucho – Perú. Universidad Nacional d San Cristóbal de Huamanga.
15. Robbins, S. y Coulter, M. (2005), Administración. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
16. Schwartz, Eduardo S. (1997). The stochastic behavior of commodity prices: Implications for valuation and hedging. The Journal of Finance, Vol 52, N°3
17. Ramírez, Mercado (1998). Productividad Base de la Competitividad.
18. Sturgal, John R. (2000). Optimización y simulación de operaciones mineras. UNI, 2000-II. Ciclo de Charlas de Planeamiento Minero.
19. Torres, O. (2011). Flujo de Caja de una empresas como resultado de la operatividad de la misma, Universidad Tecnológica del Perú, CITANIF4, 2011, 13 p.

ANEXO 01

DISEÑO DE SISTEMA TRACKLESS

Realidad actual del sistema

Actualmente la gran mayoría de las minas entre mediana y gran minería emplean el sistema Trackless, construyendo rampas del tipo zig-zag con un promedio de gradiente de 12%. Las Empresas Mineras que emplean este sistema son: Cobriza, San Cristóbal, Cía. Minera Buena Ventura S.A. (Orcopampa, Julcani), San Vicente, Milpo, Santander, Huarón, Huanzala, Mina Raúl, Raura, y muchos otros más.

Sistema Trackless Sin rieles.

El Sistema Trackless se refiere a la aplicación de equipos mecanizados de bajo perfil que se movilizan sobre llantas, los cuales están especialmente diseñados para su uso en minería subterránea.

Normalmente cuando se suele referir al sistema trackless, se imagina el uso de equipos sobre neumáticos para la limpieza y transporte; pero actualmente este sistema Trackless significa también todas las operaciones de minado pero mecanizado desde las fases de minería, exploración, desarrollo, preparación, y explotación. El sistema puede utilizar equipos Diesel o Eléctricos.

Las operaciones de minado, unitarios y servicios auxiliares, hasta la puesta del mineral en la planta concentradora, (transporte), el cual significa:

- ✓ Perforación mecanizada tanto en galerías, rampas, chimeneas y tajeos.
- ✓ Carguío mecanizado de explosivos.
- ✓ Relleno mecanizado.
- ✓ Sostenimiento mecanizado.
- ✓ Sistema de ventilación forzada.

- ✓ Equipos de servicios mecanizado como: Camiones para transporte de materiales, personal, rompedores de roca equipos de drenaje y bombeo, desquinchadores, equipos para colocar pernos de anclaje, etc.

El sistema Trackless no es un método de explotación, sino es un sistema de minería o una mejora de todos los servicios de mina mediante la agilización de los mismos, lo cual contribuye al aumento de productividad y la disminución de los costos de producción y operación. El propósito de este sistema es que las operaciones de minado sean realizadas en el menor tiempo posible y a un costo operativo bajo y para tener alta productividad.

Proceso de mina

Limpieza y Acarreo.

El material se transporta a los ore pass y luego a la planta de procesamiento.

Las características del depósito definen la longitud de los tajos y el tamaño de equipo que se deben utilizar, de ser necesario se pueden diseñar ore pass interiores para acortar las distancias de desplazamientos de los equipos.

Los equipos escogidos para nuestro método propuesto, se basan principalmente a las siguientes características:

- ➢ Ancho de minado mínimo de 1,5 m. con descaje incluido.
- ➢ Desplazamiento con lampón cargado a gradientes máximas de 15% y giros máximos con un radio de 3,3 m.
- ➢ Soporte de mantenimiento y servicios rápidos, factibilidad de repuestos disponibles de manera que no afecten el proceso.

- Oscilación del lampón en cuanto al ángulo máximo y a la altura máxima de carguío, ya que el mineral acumulado será hasta 2 cortes si las cajas son competentes y estables.
- Determinación del tamaño del equipo y de la producción por hora (m3/h).
- Estimación de los costos horarios y del costo unitario.
- Ergonomía, seguridad y medio ambiente.

El microscoop tiene la variabilidad de desplegarse no solo en el ala que se encuentre en limpieza sino que puede trasladarse a otro tajo que necesite sus servicios, ya que en el resto de las alas una se encontrara con el relleno y la otra en la etapa de descaje, esto hace que se aproveche al máximo y no presente horas muertas. La limpieza del mineral se dará por medio de microscoop de 0,75 Yd3 (Ver Figura N° 4.1 y 4.2), como promedio (para anchos de minado de 0,80 m), estos equipos trasladaran el mineral hacia los ore pass donde se ira acumulando hasta su extracción, controlada mediante buzones metálicos, donde la compuerta es controlada por pistones neumáticos, los volquetes (de 30 TM como promedio) se estacionan en las ventanas de extracción y se procede a su carguío, para luego ser llevado hacia exterior a la planta de tratamiento previo pesaje del mismo.

Parámetros Calculados en la Simulación por Ciclo de Minado.

Se ha considerado los parámetros siguientes para los respectivos cálculos por cada ciclo de minado:

PARAMETROS EXPLOTACION MECANIZADA			
Parámetros	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Sostenimiento	%	50%	% del tajeo que requerirá sostenimiento
Densidad mineral (in situ)	t/m3	2.41	Cámara de Volteo OP Este

Densidad mineral (roto)	t/m3	1.66	
Longitud del Tajeo	m	400	Tajo completo
Longitud por ala	m	133.3	3 alas
Ancho de Veta	m	0.8	
Ancho Máximo Abierto para equipo	m	1.5	Tajo descajado
Capacidad del Microscoop 100D	yd3	0.75	
Diámetro de taladro	Pulg	1.5	
Longitud de taladro	m	1.8	
Longitud efectiva	m	1.62	90% eficiencia
Burden	m	0.45	
Espaciamiento	m	0.8	2 tal por fila
Guardias por día	Gda	2	
Duración de cada guardia	h	10.5	De 12 h programadas
Horas efectivas por guardia	h	7.6	Según "simulación de equipos"(Productividad)
Factor de esponjamiento	%	45%	
Dilución	%	15%	

Tabla N° 5: Parámetros generales para la explotación mecanizada.

Ciclo de Perforación.

Calculo por ala perforada 133,3 m, para 445 taladros por corte y un tiempo total de 1,3 días por corte, para 1 pareja.

EXPLOTACIÓN MECANIZADA EN VETAS - SIMULACIÓN CICLO DE OPERACIÓN			
Perforación	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Equipo de perforación			Stoper/jackleg
Número de máquinas		3	1 en preparación y 2 perforistas en producción
Longitud del tajeo perforada	M	133.3	Tajeo se ha subdividido en tres partes
Burden	M	0.45	
Espaciamiento	M	0.8	
Número de filas por ala	Filas	297	Por ala
Número de tal por fila		2	Malla 2-1
Número de taladros por ala		445	

Metros totales perforados	M	732.9	Long. Por taladro 1.65
Velocidad de perforación	m/min	0.305	Dato de catalogo
Tiempo total por taladros	Min	5.4	Incluye posicionamiento, instalación, etc.
Tiempo por fila	Min	7.6	Considerar 70% intercalación de serie 2-1
Horas efectivas por guardia	H	7.6	Según "simulación de equipos"(Productividad)
Tiempo total de Perforación por ala y por corte	Gda	5.3	Incluye posicionamiento, instalación, etc.
Número de filas perforadas por guardia	Filas	57	Filas intercaladas de 2 a 1 taladro
Número de taladros perforados por guardia	taladros	85	Considerados del tiempo por taladro
Número de días en perforación con dos parejas	D	1.3	

Tabla N° 6: Parámetros del ciclo de perforación.

Ciclo Voladura.

El tonelaje por ala es de 705,8 TM incluido el factor de esponjamiento, y el tiempo necesario para el carguío de los taladros por corte es de 0,4 días por ala.

Tabla N° 7: Parámetros del ciclo de voladura

EXPLOTACIÓN MECANIZADA EN VETAS - SIMULACIÓN CICLO DE OPERACIÓN			
Voladura	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Volumen disparado por ala (in situ)	m3	202	Con ancho de veta
Volumen disparado por ala (roto) a 0.8 m	m3	292.9	Con ancho de veta + esponjamiento
Toneladas por ala mineral por corte in situ a 0.8	TM	486.8	Mineral
Toneladas por ala mineral por corte esponjado a 0.8	TM	705.8	Mineral
Tiempo de carguío por taladro	min	1.3	(promedio)
Numero tal cargados por hora	Tal/h	46	(promedio)
Tiempo de carguío y voladura por ala	h	9.6	445 taladros por ala
Número de guardias en carguío	gda	1.3	Se carga completando la

			perforación
Número de días en carguío para 2 cortes	d	0.8	Son 2 parejas, se considera el 60%
Tiempo de Ventilación por guardia	h	2	Durante los cambios de guardia

Ciclo de Sostenimiento

Se ha considerado de una forma extrema, que el tajo podría necesitar un sostenimiento del 50%, con la instalación de pernos split set, cada 1,5 m, haciendo un total de 89 instalados a lo largo del ala en ambas cajas por corte, en un tiempo de 0.6 días por corte, a esto se considera los taladros acumulados para el descaje el cual es de 0,35 días por corte y la instalación de puntales de seguridad es de 0,15 días, haciendo un total de 1,1 día por corte y para una sola pareja.

EXPLOTACIÓN MECANIZADA EN VETAS - SIMULACIÓN CICLO DE OPERACIÓN			
Voladura	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Tiempo de colocar split set	min	6.1	
Distancia sistemática entre pernos	min	1.5	(promedio)
Total de pernos en ambas cajas por corte	Split set	88.9	
Tiempo total de instalación de pernos	h	18.1	Asumiendo 7.6h efectivas por guardia
Tiempo de perforación de taladros para descaje	min	3.1	(promedio)
Numero de taladros en caja piso	Taladros	95	(promedio)
Tiempo total de taladros acumulados por descaje	min	295	1 corte
Tiempo de instalación de Puntales dos cortes	h	4.5	2 cortes
Tiempo total de sostenimiento para dos cortes	h	32.4	Instalación split set y inst. puntales

Tabla N° 8: Parámetros del ciclo de sostenimiento

Ciclo de Limpieza y Acarreo.

La limpieza está destinada a micro scoop de 0,75 yd3, cuya distancia promedio de acarreo por ala es de 80 m, con un total de 638 viajes por corte, para un producción de 705,82, en un periodo de 2,5 días y teniendo un rendimiento de 10,5 TM/h.

Tabla Explotación mecanizada en vetas-simulación ciclo de operación

EXPLOTACIÓN MECANIZADA EN VETAS-SIMULACIÓN CICLO DE OPERACIÓN			
Limpieza	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Factor de llenado de cuchara	%	80%	
Capacidad efectiva del scooptram	m3	0.46	
Capacidad efectiva del scooptram	TM	0.76	
Disponibilidad mecánica	%	80%	
Volumen disparado de mineral (in situ)	m3	201.98	
Volumen disparado de mineral (roto) a 0.8 por corte	m3	292.87	Con factor de esponjamiento
Volumen disparado de mineral (roto) a 0.8 por corte	TM	705.82	
Número de viajes requeridos mineral por corte	viajes	638	
Velocidad promedio	Km/h	4	Velocidad Baja debido a ancho de la labor
Distancia de acarreo promedio	m	80	
Tiempo de carguío	min	0.7	
Tiempo de descarga	min	0.4	
Tiempo total por viaje	min	3.5	
Tiempo total de limpieza mineral por corte	h	37.2	
Número días en limpieza mineral por corte	d	2.5	
Número días en limpieza mineral para 2 cortes	d	4.9	
Rendimiento durante limpieza	TM/h	10.5	

Tabla N° 9: Parámetros del ciclo de limpieza.

Después del descaje, se realiza el pampeo, cuya distancia es de 112 m, y en un periodo de tiempo de 4,1 horas.

Tabla explotación mecanizada en vetas-simulación ciclo de operación

EXPLOTACIÓN MECANIZADA EN VETAS-SIMULACIÓN CICLO DE OPERACIÓN			
Paso de equipo sobre descaje (Pampeo)	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Distancia sobre descaje	m	100	De basculante a OP Este
Distancia con rampa al 15%	m	12	Cámara de Volteo OP Este
Distancia total a pasar sobre descaje	m	112	
Tiempo de avance de equipo	m/min	0.45	
Tiempo total a pasar sobre descaje	min	248.9	Se descaja y nivela cada 2 cortes
Tiempo total a pasar sobre descaje	h	4.1	
Número de guardias paso de equipo	gda	0.5	Asumiendo 7.6 h efectivas por guardia
Número de días en nivelación del ala	d	0.3	

Tabla N° 10: Parámetros del ciclo de pampeo por ala.

Ciclo de Relleno.

Cabe resaltar que es la mezcla de dos materiales, tanto el del producido por el descaje y el de relleno hidráulico proveniente de planta, cuya velocidad es de 24,04 m3/h, para un promedio de 189 m3 de relleno por ala, en un tiempo de 1,4 días incluido el pampeo.

Tabla 11. Parámetros del ciclo de relleno

EXPLOTACIÓN MECANIZADA EN VETAS-SIMULACIÓN CICLO DE OPERACIÓN			
Relleno	**Unidades**	**Cantidad**	**Observaciones**
Relleno	m 3/h	24.04	Promedio Asumido
Factor de Relleno	%	50%	Relleno detrítico + relleno
Volumen a rellenar	m3	189.4	Incluye factor de relleno y dilución
Tiempo preparación zona a rellenar	H	2	
Tiempo total de relleno por ala	H	9.9	
Tiempo total de relleno por ala	Min	592.6	Incluye preparación de zona a

Número de guardias en relleno	Gda	1.3	Asumiendo 7.6h efectivas por
Número de días en relleno	d	0.7	Incluye preparación
Número de días en descaje	d	0.5	Incluye limpieza y carguío de
Tiempo total de relleno (detrítico + hidráulico) 2	d	1.2	

Resumen de tiempos por Ciclo.

El tiempo total de todas las etapas involucradas en el minado por ala y para dos cortes, es de 11,1 días.

Tabla 12: Resumen de tiempos por ciclos de minado para dos cortes

Ciclos	h	gda	día
Perforación	40.1	5.3	2.6
Relleno	17.4	2.3	1.2
Voladura	11.6	1.5	0.8
Ventilación	4	0.5	0.3
Limpieza	74.4	9.8	4.9
Nivelación	4.1	0.5	0.3
Sostenimiento	16.2	2.1	1.1
TOTAL	167.9	22.2	11.1

Resumen de Productividad.

Como resultados finales de las diferentes etapas de valuación del minado.

Tabla 13. Resumen de Productividad

Resumen de Productividad	Unidades	Cantidad	Observaciones
Ancho de Veta	m	0.80	Máximo minable
Longitud efectiva	m	1.62	90% de barras de 6 pies
Dilución	%	15%	
Longitud del tajeo	m	400	
Longitud por ala	m	133.3	3 alas
Volumen de mineral roto por ala (1 corte)	m3	292.9	incluido factor de esponjamiento
Volumen de mineral roto por ala (2 cortes)	m3	585.7	incluido factor de esponjamiento
Tonelaje de mineral roto por	TM	705.8	incluido factor de

ala (1 corte)			esponjamiento
Tonelaje de mineral roto por ala (2 cortes)	TM	1,411.6	incluido factor de esponjamiento
Tonelaje total de mineral del tajo (1 corte)	TM	2,117.5	incluido factor de esponjamiento
Tonelaje total de mineral del tajo (2 cortes)	TM	4, 234.9	incluido factor de esponjamiento
Numero de filas por ala	filas	297	Por ala en un corte
Numero de taladros por ala	taladros	445	En un corte
Numero de taladros por guardia	taladros	84	
Volumen a rellenar por ala	m3	189.4	Incluye factor de relleno y dilución
Distancia promedio de acarreo	m	80	
Número de viajes requeridos mineral por corte	viajes	638	
Número de viajes requeridos mineral para 2 cortes	viajes	1276	
Numero guardias en limpieza mineral por corte	gda	5.0	Asumiendo 7.6h efectivas por guardia
Número de viajes por guardia	viajes	129.6	
Toneladas por guardia de equipo	viajes	98.9	
Rendimiento del equipo	TM/gda	197.7	
Rendimiento del equipo	TM/h	13.0	
Toneladas por taladro	TM/tal	1.1	
Numero de dias por todo ciclo (por ala a dos cortes)	d	11.1	
Numero de cortes por mes	cortes	5.4	
Toneladas por mes	TM/mes	2, 630.8	
Productividad (2 cortes)	TM/h-gda	4.9	Incluye todo el personal dentro del tajo
Productividad (2 cortes)	TM/h-gda	7.3	Incluye sólo perforistas

Aplicación del sistema Trackless

Se aplica a:

- Cualquier tipo de yacimiento sea vetas, cuerpos o mantos prácticamente no hay limitaciones.
- Minas de carbón, minas metálicas y no-metálicas.
- Minas que se encuentran en operación, pues su aplicación puede ser parcial o paulatina y en minas nuevas puede ser total e integral.

En minas nuevas se debe considerar la aplicación del sistema Trackless sobre otros sistemas por sus notables ventajas como son:

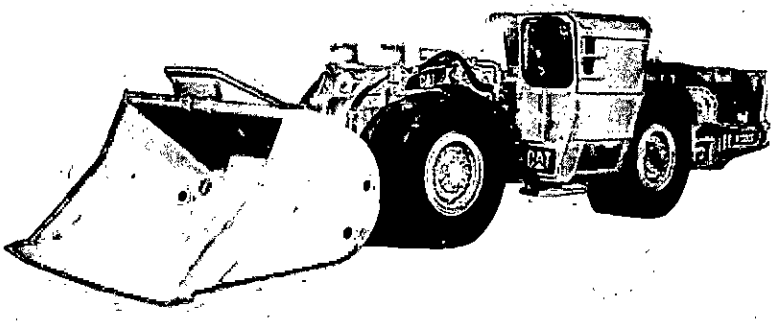
- ✓ Menor inversión en viviendas e infraestructura.
- ✓ Alta productividad.
- ✓ Menor número de personal.
- ✓ Mejores rendimientos y eficiencias en el trabajo, con gran flexibilidad en la operación.

Alcance del sistema.

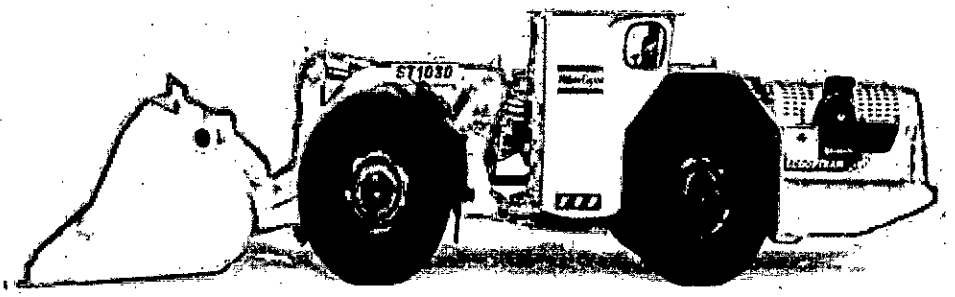
La razón principal por la cual muchas minas usan el sistema trackless, es debido a que con este sistema, el tiempo para pagar la inversión total de un proyecto minero es la mitad del necesario usando el sistema con rieles. El sistema trackless permite mejorar la velocidad y flexibilidad en las operaciones de minado en reemplazo a la lenta y rígida de la minería tradicional, porque es un ejemplo claro de optimización de costos. Permite una rápida preparación de la mina reduciendo aproximadamente un 50% del tiempo que se demoraría en preparar por el sistema convencional. Permite una rápida extracción del mineral y desmonte o introducir relleno a los tajeos, comparado con los piques que es muy reducido, lento y de gran manipuleo. Incrementa las reservas de mineral a explotarse, prolongando la vida de la mina, y acelera las exploraciones y desarrollos, los cuales permitirán reemplazar las reservas minadas.

Equipos de un sistema Trackless

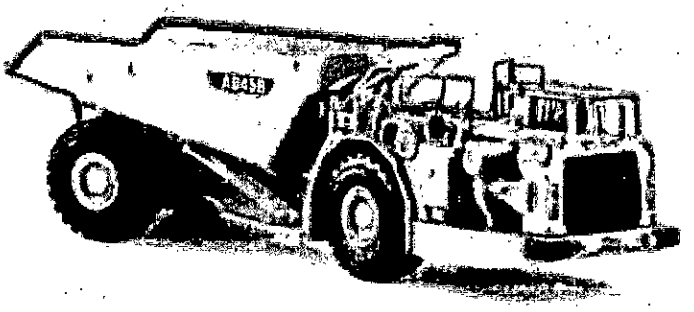
Scoop (pala cargadora) marca CAT tambienj denominado cargador de Bajo Perfil LHD



Scoop (pala cargadora) marca ST1030 ATLAS COPCO

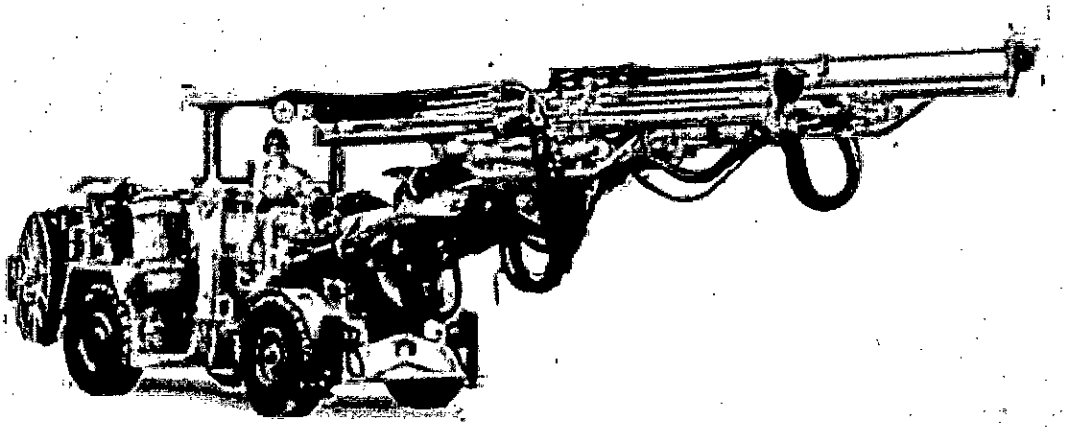


Camión de bajo perfil CAT

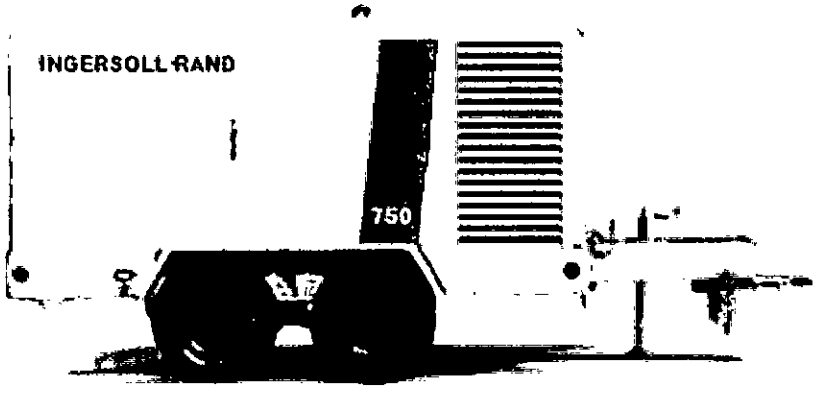


Jumbo Rocket Boomer 281

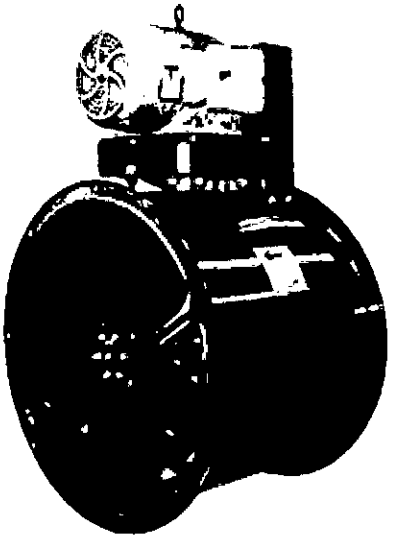
Perforadora Jumbo Atlas Copco de dos brazos



Compresora IR – 750 Marca: Ingersoll Rand Modelo: P750WCU Motor: Cummins Turbo Diesel Potencia: 216 Hp a 2100 rpm Capacidad: 750 CFM Consumo: 6 glns / hr. aprox. Año Fabricación1998 Fabricación: USA Dimensiones: Largo 4.00 m Peso: 4.0 Tns. Aprox. Ancho: 1.80 m Alto: 1.90 m



Ventilador axial



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS TRACKLESS

Volquete Volvo FM 8X4R 20 m3

Especificaciones técnicas

Volquete Volvo FM 8X4R 20 m3	Capacidad de Carga (kgf)
Eje delantero	17400
Eje trasero	32000
PBT - Técnico	49400
PBT - Legal	29000
CMT - Técnico	100000

Motor Volquete Volvo FM 8X4R 20 m3	D13A400	D13A440	D13A480
Tipo de inyección	Directa	Directa	Directa
Potencia	400 cv - 294 kW (1400 -1800 rpm)	400 cv - 324 kW (1400 -1800 rpm)	400 cv - 353 kW (1400 -1800 rpm)
Torque	2000 Nm - 204 kgfm (1050 -1400 rpm)	2000 Nm - 224 kgfm (1050 -1400 rpm)	2000 Nm - 245 kgfm (1050 -1400 rpm)
Número de cilindros	6	6	6
Cilindrada	12,8 dm3 (litros)	12,8 dm3 (litros)	12,8 dm3 (litros)
Diámetro por carrera del pistón	131 x 158 mm	131 x 158 mm	131 x 158 mm
Sistema de lubricación	33 l - cárter plást. | 37 l - cárter acero	33 l - cárter plást. | 37 l - cárter acero	33 l - cárter plást. | 37 l - cárter acero
Sistema de enfriamiento	38 litros	38 litros	38 litros

Dumper o Camión de Bajo Perfil CAT AD30

Especificaciones técnicas

Modelo	Longitud	Altura	Ancho	Potencia	Carga
AD30	10153mm / 400in	2600mm / 102in	2690mm / 106in	281kW / 377hp	30000kg / 66138lb
AD45	11194mm / 441in	2817mm / 111in	3000mm / 118in	414kW / 555hp	45000kg / 86772lb
AD55		3000mm / 118in	3346mm / 132in	460kW / 617hp	55000kg / 121254lb
AD60	11547mm / 454.6in	3202mm / 126.1in	3346mm / 132in	560kW / 751hp	60000kg / 132277lb

Fuente Madisa CAT. 2016

Elaboración propia.

http://www.madisa.com/producto/maquinaria-pesada/equipo-minero/camion-de-bajo-perfil/camion-de-bajo-perfil-ad30

Compresora IR – 750

DESCRIPCIÓN DETALLADA COMPRENSORA DE 4 TORNILLOS Marca: Ingersoll Rand Modelo: P750WCU Motor: Cummins Turbo Diesel Potencia: 216 Hp a 2100 rpm Capacidad: 750 CFM Consumo: 6 glns / hr. aprox. Año Fabricación1998 Fabricación: USA Dimensiones: Largo 4.00 m Peso: 4.0 Tns. Aprox. Ancho: 1.80 m Alto: 1.90 m.

Jumbo Eléctrico DD210

Perforadora: COP o COP 1838HD 1638HD T

Taladro de roca sistema de mortiguación para la vida óptima de los consumibles - dual

Alojamiento presurizado y apareamiento superficies para reducir interna la contaminación de la perforadora auge Hidráulica

PERO suspensión de la barra 28 de alta resistencia con doble trípode para la explotación hidráulica paralela precisa en todas las direcciones

Avance hidráulico

BMH 2800 -series de aluminio de gran resistencia con alto avance flexión y resistencia a la torsión para una máxima durabilidad manguitos de acero inoxidable Snap on y contactos de polímero

Sistema de control

Sistema de perforación hidráulica controlada que incorpora controlados, anti jamming función de rotación Presión de la alimentación (RPCF)

Portador soporte articulado robusto con tracción a las cuatro ruedas

Impulsado por un 4 cilindros, la EPA III / III COM (Tier 3 / Fase IIIA)

Motor diesel aprobado

Cuatro conectores para establecer estables General

FOPS techo de protección telescópica

Carrete de cable compresor de pistón accionados eléctricamente

Bomba de refuerzo de agua accionados eléctricamente

Luces de trabajo

Micro scoop Diesel Sandvik 100D 0.75 yd3, 2.5 yd3 y 4.2. yd3

Scooptram, Cargador Frontal de Bajo Perfil para minería Subterránea de sección 3x3. Modelo: EJC 145D Capacidad: 4 Yds3 (6,577Kg de carga). Estado: OVERHAUL OPERATIVO, Listo para Trabajar. Horómetro: 20Hrs desde su última reparación. Motor, Marca Detroit S-40 (Pot. 190HP) Reparado. Caja de Transmisión, Dana R32000 Convertidor, Dana C-273, Neumáticos, 17.5 x 25 (Nuevas), reparado. Sistema Eléctrico, Reparado. Sistema Hidráulico, Reparado. Neumáticos, Nuevos (Incluye neumático de repuesto) Cuchara, Reparada con protectores de balde frontales y laterales. .

Ventilador axial

Gama de ventiladores axiales cilíndricos encapsuladas provistas con impulsores de aluminio o plástico y se fabrica a partir de alto grado de acero laminado galvanizado y protegida contra la corrosión mediante imprimación cataforesis y pintura de poliéster negro.

Todos los modelos se suministran con caja de conexiones de cableado pre-cableado se encuentra en la parte exterior de la carcasa del ventilador para el acceso cableado fácil.

Disponible, dependiendo del modelo, con motores individuales o trifásicos en 2, 4, 6 u 8 polos.

Motores: Todos los motores son IP65 (1), aislamiento Clase F (2), con protección térmica. Todos los motores son de velocidad controlable excepto 2 polos y / 4-560, / 4-630, / 4-710 y 800 modelos.

Artículos de electricidad: monofásico 230V-50Hz. (El condensador se encuentra dentro de la caja de terminales del cableado).

Trifásico 230 / 400V-50Hz o 400V-50Hz (Ver gráfico característico).

(1) 2/315 / H, 2/355 / H, / 4-710 y 800 modelos son IP55.

(2) Trabajar temperaturas de -40°C hasta 70°C (excepto / 2-315 / H, / 2-355 / H, / 4-710 y 800 modelos: conveniente para el uso en ambientes de hasta + 40°C).

Perforadora Jumbo Atlas Copco.

Manómetro, presión de aire	Sí
Caudal/presión regulable	Sí
Aire lubricado para el martillo	Sí
Protector de caudal de aire	Sí
Adaptable a barras/tubos de perforación	R32, TC35, T38 (T45)
Adaptable a barras/tubos	4', 5', 6'
Perforación mecanizada	hasta 20 m
Kit de perforación de barrenos grandes	Sí
Motor	Deutz 4 cilindros, D914 L04 (Tier 3/Stage IIIA)
Potencia nominal	55 kW a 2300 rpm
Transmisión	Hidrostático
Eje, delantero	Dana 112
Eje, trasero	Dana 112, ± 7° oscilación
Neumáticos	9.00xR20
Holgura de ejes exteriores	15°
Bloqueo del diferencial en el eje delantero	Automático
Sistema de dirección hidrostática	Sí
Gatos hidráulicos, delanteros	2 extensible
Gatos hidráulicos, traseros	2
Frenos de servicio	2 circuitos independientes
Frenos de emergencia y estacionamiento	SAHR
Sistema eléctrico	24 Volt
Velocidad de desplazamiento en	>15 km/h

terreno plano	
Velocidad de desplazamiento en pendiente 1:8	5 km/h
Radio de giro, exterior	5000 mm
Altura libre sobre el suelo	335 mm
Altura, desplazamiento	2100 mm
Longitud, desplazamiento	8805 mm
Potencia instalada total	80 kW
Voltaje	380-1000 V
Método de perforación	Martillo en cabeza
Martillo	COP 1638, COP 1838, COP 2550UX

Fuente: Atlas COPCO Chile.
Elaboración: Propia

ANEXO 02

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MINERA EXPLOTACIÓN Y AVANCES LINEALES AÑO 2013

SECCIONES	Indi	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Chilcas Bajo	TMS	13,300	11,725	13,300	12,808	13,300	12,808	13,300	13,300	12,808	13,300	12,808	13,250	156,005
	Ley	8.79	8.83	8.79	8.81	8.79	8.81	8.75	8.77	8.82	8.78	8.79	8.81	8.8
	Kg.	116.87	103.57	116.87	112.88	116.87	112.88	116.43	116.7	112.97	116.78	112.63	116.75	1,372.20
Batolito I (Inclinados)	TMS	11,100	10,025	11,100	10,743	11,100	10,742	11,100	11,100	10,742	11,100	10,742	11,100	130,694
	Ley	8.7	8.7	8.7	8.73	8.73	8.73	8.73	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.71
	Kg.	96.54	87.25	96.54	93.81	96.93	93.8	96.93	96.54	93.42	96.54	93.42	96.54	1,138.26
Batolito I (VALERIA I)	TMS	15,400	14,000	15,400	14,900	15,400	14,900	15,400	15,400	14,900	15,400	14,900	15,400	181,401
	Ley	9.83	9.81	9.82	9.81	9.82	9.82	9.77	9.83	9.84	9.86	9.84	9.86	9.82
	Kg.	151.31	137.36	151.15	146.1	151.3	146.28	150.45	151.35	146.69	151.78	146.65	151.79	1782.22
Batolito II (VALERIA II)	TMS	5,600	5,100	5,400	5,500	6,450	5,100	5,900	6,650	6,450	6,250	5,200	5,650	69,251
	Ley	15.33	16.07	13.98	12.69	11.89	11.93	12.64	11.47	12.58	12.14	12.27	13.2	12.95
	Kg.	85.84	81.95	75.5	69.82	76.69	60.86	74.58	76.24	81.17	75.86	63.8	74.57	896.86
Batolito III (VALERIA III)	TMS	7,100	6,400	7,300	6,799	6,250	7,200	6,800	6,051	5,850	6,450	7,100	7,099	80,399
	Ley	9.4	8.81	10.58	11.48	12.17	12.08	11.49	12.66	11.35	11.93	11.85	11.12	11.23
	Kg.	66.78	56.4	77.27	78.06	76.06	86.98	78.14	76.6	66.41	76.93	84.12	78.93	902.68
TOTAL	TMS	52,500	47,250	52,500	50,750	52,500	50,750	52,500	52,500	50,750	52,500	50,750	52,500	617,750
SAN ANDRES	Ley	9.85	9.87	9.85	9.87	9.86	9.87	9.84	9.86	9.87	9.86	9.86	9.88	9.86
PRODUCCION	Kg.	517	467	517	501	518	501	517	517	501	518	501	519	6,092
Artesanal	TMS	7,100	6,400	7,300	6,799	6,250	7,200	6,800	6,051	5,850	6,450	7,100	7,099	80,399
	Ley	9.4	8.81	10.58	11.48	12.17	12.08	11.49	12.66	11.35	11.93	11.85	11.12	11.23
TOTAL	TMS	59,600	47,250	52,500	50,750	52,500	50,750	52,500	52,500	50,750	52,500	50,750	52,500	617,750
SAN ANDRES	Ley	9.85	9.87	9.85	9.87	9.86	9.87	9.84	9.86	9.87	9.86	9.86	9.88	9.86

ANEXO 03

PRECIO DE ORO POR ONZA TROY

	2012	2013	2014	2015	2016
1 Ene	0,000	0,000	0,000		
2 Ene	1.567,020	1.690,600	1.221,480	1.171,510	
3 Ene	1.593,890	1.678,840	1.228,740		
4 Ene	1.610,150	1.645,600	0,000		1.078,030
5 Ene	1.599,100	0,000	0,000	1.195,330	1.079,130
6 Ene	1.624,300	0,000	1.241,300	1.211,430	1.087,650
7 Ene	0,000	1.646,740	1.229,920	1.212,170	1.102,080
8 Ene	0,000	1.656,950	1.222,660	1.212,390	1.102,010
9 Ene	1.620,320	1.659,050	1.226,790	1.213,920	
10 Ene	1.636,200	1.669,690	1.241,310		
11 Ene	1.638,450	1.671,030	0,000		1.103,030
12 Ene	1.655,200	0,000	0,000	1.222,920	1.087,480
13 Ene	1.637,670	0,000	1.247,540	1.239,530	1.085,490
14 Ene	0,000	1.671,920	1.249,260	1.240,040	1.086,140
15 Ene	0,000	1.681,250	1.237,150	1.251,580	1.095,440
16 Ene	1.643,520	1.676,830	1.243,400	1.267,340	
17 Ene	1.661,400	1.669,920	1.249,230		
18 Ene	1.652,400	1.692,150	0,000		1.091,090
19 Ene	1.659,630	0,000	0,000	1.276,400	1.088,260
20 Ene	1.651,680	0,000	1.255,820	1.285,930	1.102,210
21 Ene	0,000	1.688,820	1.239,120	1.303,540	1.096,050
22 Ene	0,000	1.688,550	1.241,150	1.300,240	1.095,230
23 Ene	1.668,300	1.694,000	1.252,320	1.297,510	
24 Ene	1.665,100	1.671,980	1.266,660		
25 Ene	1.654,650	1.661,440	0,000		1.105,300
26 Ene	1.727,430	0,000	0,000	1.284,660	1.116,460
27 Ene	1.722,700	0,000	1.263,000	1.287,670	1.118,580
28 Ene	0,000	1.654,970	1.258,620	1.284,630	1.120,940
29 Ene	0,000	1.661,700	1.267,080	1.270,250	1.114,410
30 Ene	1.730,090	1.676,280	1.242,200	1.262,470	
31 Ene	1.744,130	1.671,340	1.251,910		

Fuente:
ttp://indicadoreseconomicos.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20443 citado el 10-02-2016

ANEXO 04

PRECIO DE PLATA POR ONZA TROY

	2016
4 Ene	14,150
5 Ene	14,013
6 Ene	13,970
7 Ene	14,045
8 Ene	14,064
11 Ene	14,049
12 Ene	13,801
13 Ene	13,963
14 Ene	13,858
15 Ene	14,074
18 Ene	13,904
19 Ene	14,086
20 Ene	14,149
21 Ene	13,939
22 Ene	14,154
25 Ene	14,211
26 Ene	14,423
27 Ene	14,479
28 Ene	14,402
29 Ene	14,220
1 Feb	14,238
2 Feb	14,348
3 Feb	14,376
4 Feb	14,870
5 Feb	14,831
8 Feb	15,038
9 Feb	15,383
10 Feb	15,230

Fuente:
http://indicadoreseconomicos.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20444

ANEXO 05

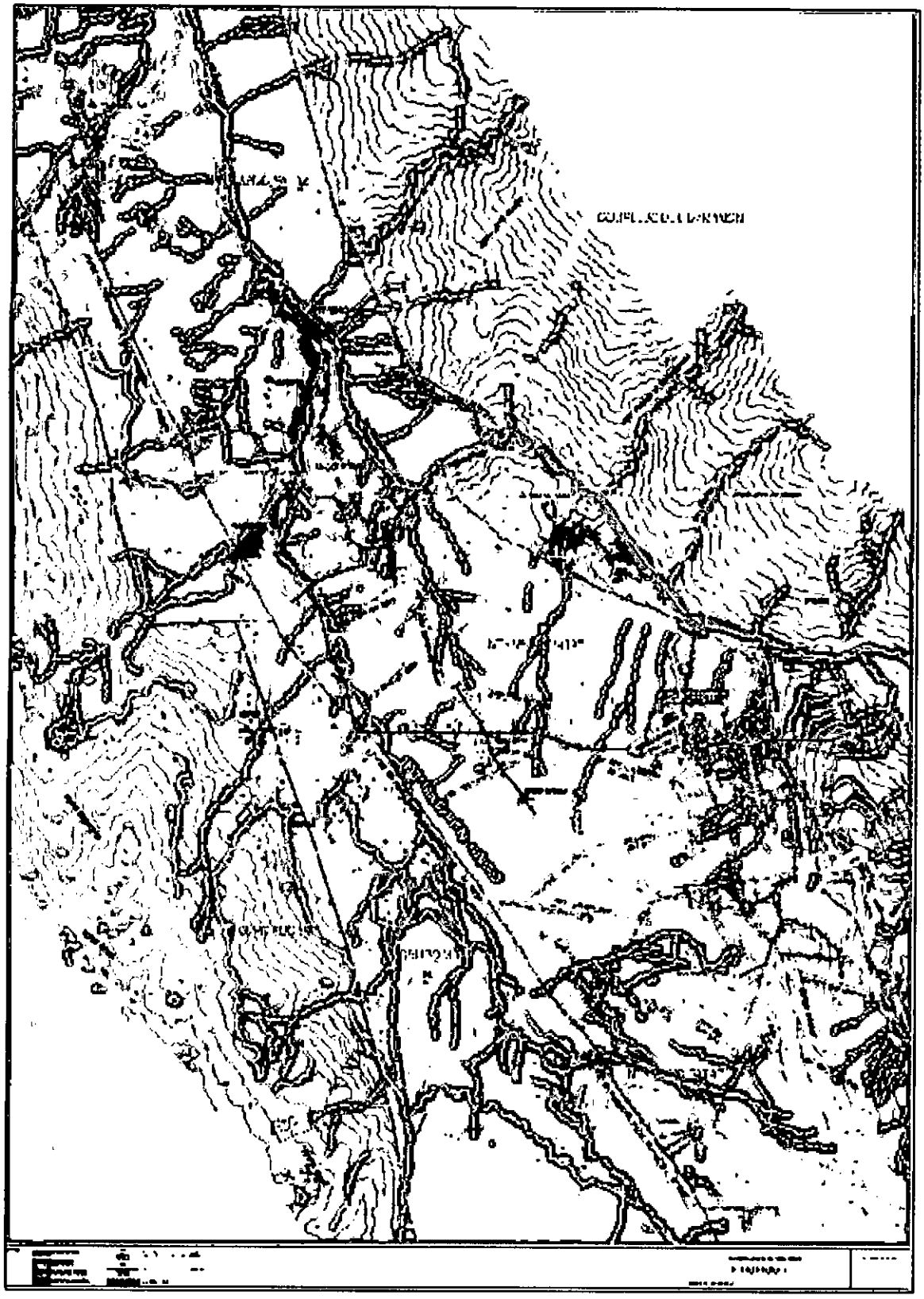
CONVERSIÓN DE KILOGRAMO A ONZA TROY

Kilogramos	Onzas Troy
1	32,150746568628
2	64,301493137256
3	96,4522397058839
4	128,602986274512
5	160,75373284314
6	192,904479411768
7	225,055225980396
8	257,205972549024
9	289,356719117652
10	321,50746568628
15	482,26119852942
20	643,01493137256
25	803,768664215699
30	964,522397058839
35	1125,27612990198
40	1286,02986274512
45	1446,78359558826
50	1607,5373284314
60	1929,04479411768
70	2250,55225980396
80	2572,05972549024
90	2893,56719117652
100	3215,0746568628
150	4822,6119852942
200	6430,1493137256
250	8037,68664215699
500	16075,373284314
1000	32150,746568628

Fuente:
http://www.unitsconversion.com.ar/esp/conversionunidadesmasa/onzatroy-kilogramos.htm. Citado 10-02-2016

ANEXO 06

Figura 4. Plano geológico y estructural



SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.

ÁREA AFTER MARKET / FIELD SERVICE			**Nº DE JOB**			**FECHA**	01-10-14		
ORDEN DE TRABAJO	**MIN. SUB. R. DURA**		**X**	**M. SUPERFICIE**			**CONSTRUCCIÓN**		
CLIENTE	MINERA AURIFERA RETAMAS SA								
UND. DE PRODUCCIÓN MIN.	MARSA								
RESPONSABLE DEL CLIENTE	JOSE CHIROQUE								
ASUNTO	EVALUACIÓN DE EQUIPO								
MAQUINA LOADER	**MODELO**	LH203	**N/S**	L203D797		**CÓDIGO INTERNO :**	SD4		
FECHA DE PROGRAMACIÓN	21-09-14					**H. DIESEL (HD) :**	139.9		
SUPERVISOR(S) DE CAMPO	HOBER SANDOVAL A. LUIS ATENCIO C. HUGO QUINCHO T. EMERSON HUAYANCA					**H. TRANSMISIÓN:**	----		
						UBICACIÓN DEL EQUIPO			

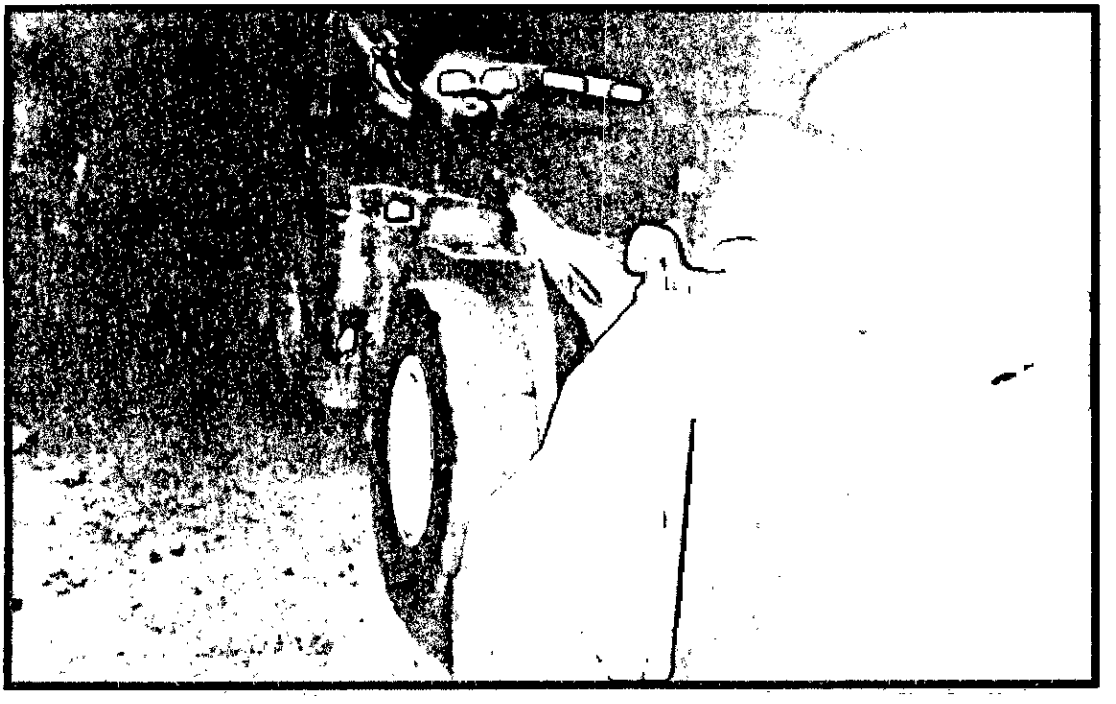
1.- CONSIDERACIONES GENERALES:

Mediante el presente se hace de su conocimiento la evaluación del equipo LH203 D realizado en mina.

2.- PRECEDENTES/ ANTECEDENTES – DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El equipo trabaja en mina, realizando labores de limpieza, acarreo de mineral y desmonte en las labores.

3.- FOTOS:



SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.

4.- TRABAJOS REALIZADOS:

MOTOR DIESEL

- Presenta fuga de aceite de motor por el sello de bomba de inyección.
- El soporte de motor está en malas condiciones, requiere reemplazo del mismo.
- Los parámetros de stall están muy por debajo del rango de operación, cuando se realiza prueba de full stall el motor no debe caer menos de 1900 rpm.
- Se requiere realizar calibración de válvulas de escape y de admisión.
- Requiere de limpieza de las aletas de enfriamiento del motor.
- Se debe realizar limpieza y mantenimiento del ventilador del sistema de refrigeración.
- Se debe realizar lavado del motor encada mantenimiento.
- Realizar ajuste de puesta a punto del sistema de inyección para evitar problemas de humo picante y emanación de gases elevados.

Nota: se recomienda realizar calibración de motor diesel cada 2000 horas de operación para evitar problemas de alto Co y pérdida de potencia de motor.

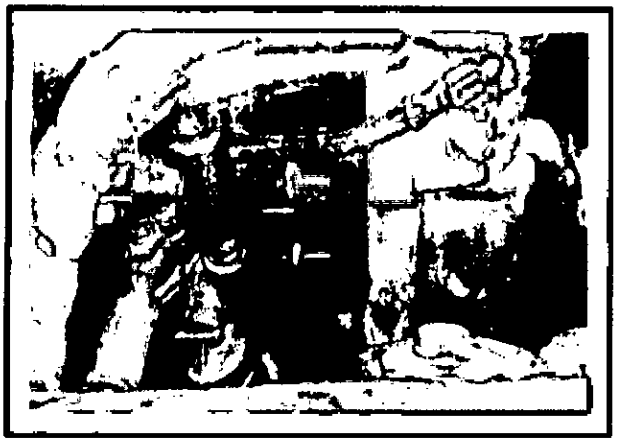
PRUEBAS EN EL MOTOR

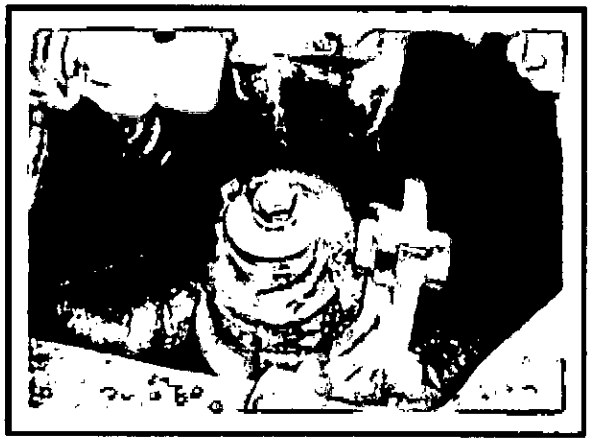
Parámetros	Min	Max	Stall	Hidra	Steer	Stall + Hidra	Stall + Steer	Full Stall
Revolución (RPM)	748	2364	2148	2320	2335	1980	2010	1832
P. Aceite (BAR)	2.2	4.5	4.1	4.5	4.5	4.0	4.0	3.9
T. Aceite (°C)	120	120	120	120	120	120	120	120

TIEMPO DE REACCION MOTOR

CONDICIONES	VALOR TOMADO	U/MEDIDA
Sin carga en vacío de 800 a 1900 rpm	1.24	Segundos
Con carga stall 4° de 800 a 1900 rpm	1.57	Segundos

FOTOS DEL MOTOR DIESEL





SANDVIK

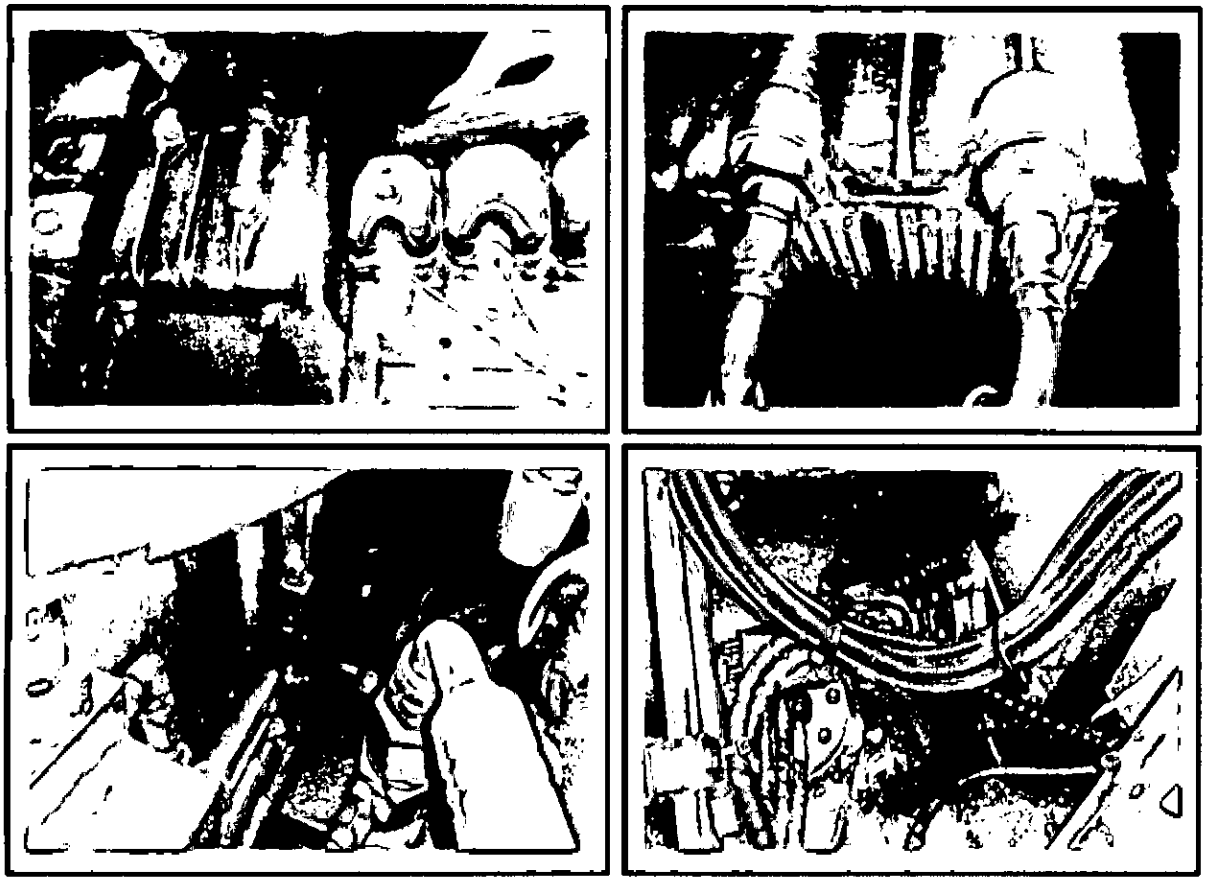
SANDVIK DEL PERU S.A.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN

- Los valores de presión de transmisión están dentro del rango normal de operación.
- La temperatura de trabajo del sistema de transmisión alcanza los 90 °C con un delta de 10 °C lo cual está dentro del rango normal de operación, pero debe realizarse mantenimiento al sistema de enfriamiento.
- Las caídas de presión en las marchas de forward y reversa están dentro del parámetro normal de operación.
- No se evidencia fuga de aceite por el convertidor de torque.
- Las presiones y temperaturas al estar correctas no se evidencia anomalía del convertidor ni de la caja powershift.

PARÁMETROS - VELOCIDADES	VALORES TOMADOS				REFERENCIA	U/MEDIDA
	1°	2°	3°	4°		
FORWARD	17.2	17.2	17.2	17.2	16.9 – 19.6	BAR
REVER	17.2	17.2	17.2	17.2		BAR
Caída de Presión	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3 – 0.7	BAR
Temperatura de entrada de aceite al enfriador	88				80 -100	°C
Delta de temperatura del enfriador	10				10 - 20	°C

FOTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISION



SANDVIK DEL PERU S.A.
Lima 100, Perú

Av. Defensores del Morro 1632 (Ex-Huaylas)
Chorrillos, Lima 9 – Perú

Telf.: (51-1) 213-3300
Fax.: (51-1) 251-9743

SANDVIK

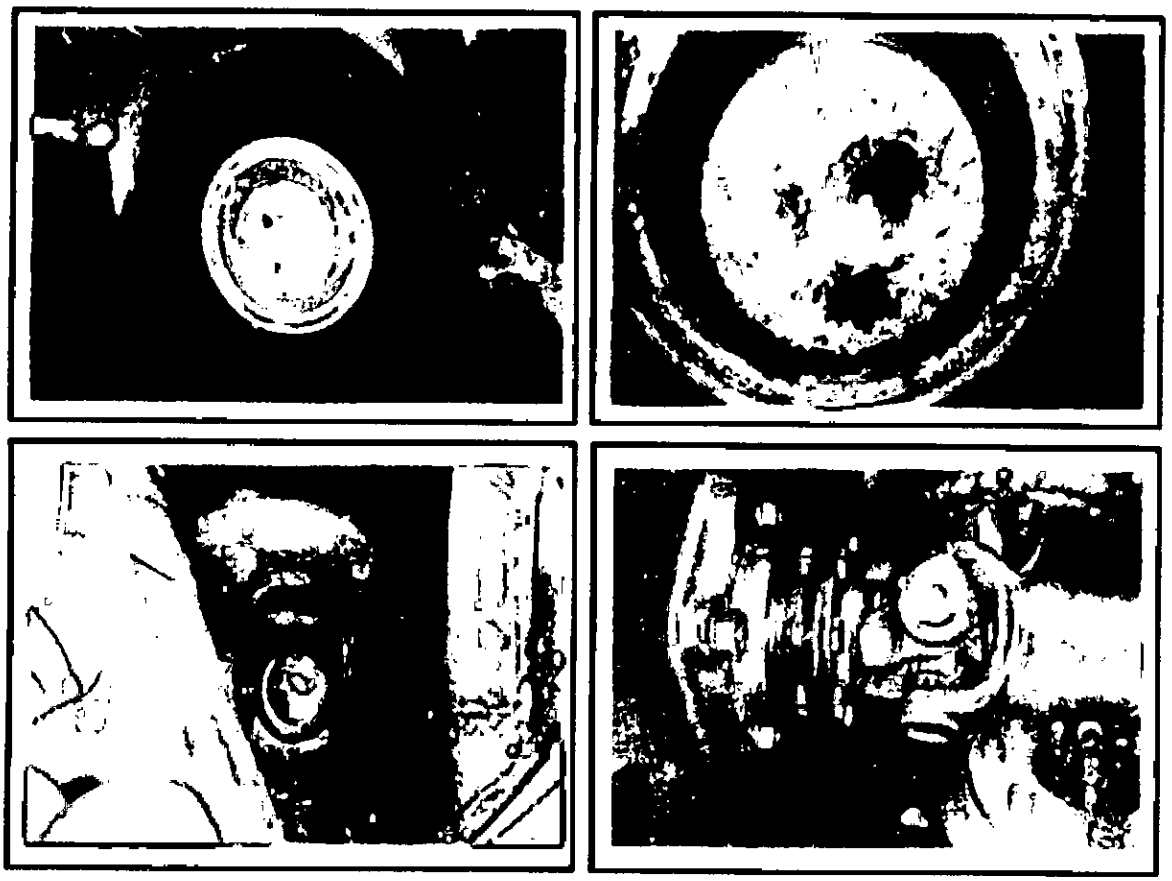
SANDVIK DEL PERU S.A.

SISTEMA DE EJES Y CARDANES

- Se observa que las crucetas de la salida de convertidor y de la entrada de la caja powershift no están lubricados.
- La cruceta de la articulación central está lubricada y no presenta demasiado juego respecto a los ejes.
- No existe fuga de aceite por los sellos de boca maza (espejos), pero se recomienda realizar el reemplazo de los mismos a fin de garantizar confiablidad en el equipo ya que han cumplido las 4000 horas de trabajo.
- Las tapas de un mando final está humedecido con aceite por lo que se presume un problema con el sello del eje de los planetarios, se debe realizar seguimiento a esta fuga.
- Las llantas delanteras presentan cortes en los perfiles laterales y degaste moderado las llantas posteriores aún están en buen estado con desgaste normal.

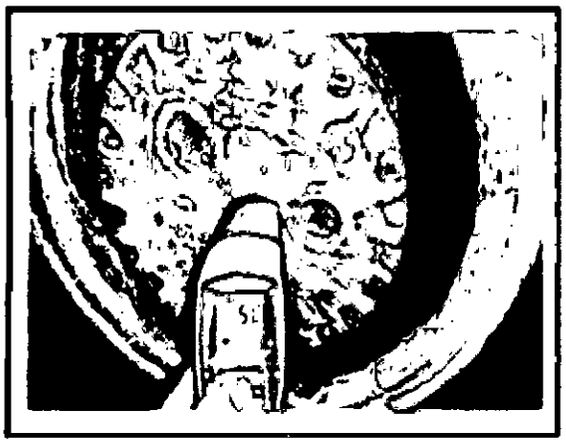
Nota: se recomienda realizar lubricación en las crucetas de todo el sistema de potencia, por las horas de trabajo y no habiendo un historial de reemplazo del mismo se requiere cambiar estos componentes.

FOTOS DEL SISTEMA DE EJES



SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.



SISTEMA HIDRÁULICO

- Se comprobó que el nivel de aceite es correcto.
- Se observa que el indicador de saturación de filtro hidráulico está dañado, no se tiene un nivel de saturación del filtro de retorno hidráulico.
- La temperatura del aceite hidráulico no supera los 75 °C en condiciones de operación 30 °C.
- El ciclo de carga es de más o menos 1.30 minutos por lo que la bomba del circuito de freno va a trabajar constantemente y sufrirá desgaste rápidamente, se recomienda realizar la evaluación detallada para identificar el componente que causa esta anomalía y corregirlo.
- La presión del sistema de levante está muy bajo 193 bar, esta presión tiene como parámetro normal 210 bar.
- El sistema de volteo tiene 48 bar de presión lo cual puede repercutir en problemas de eficiencia del ciclo de trabajo.

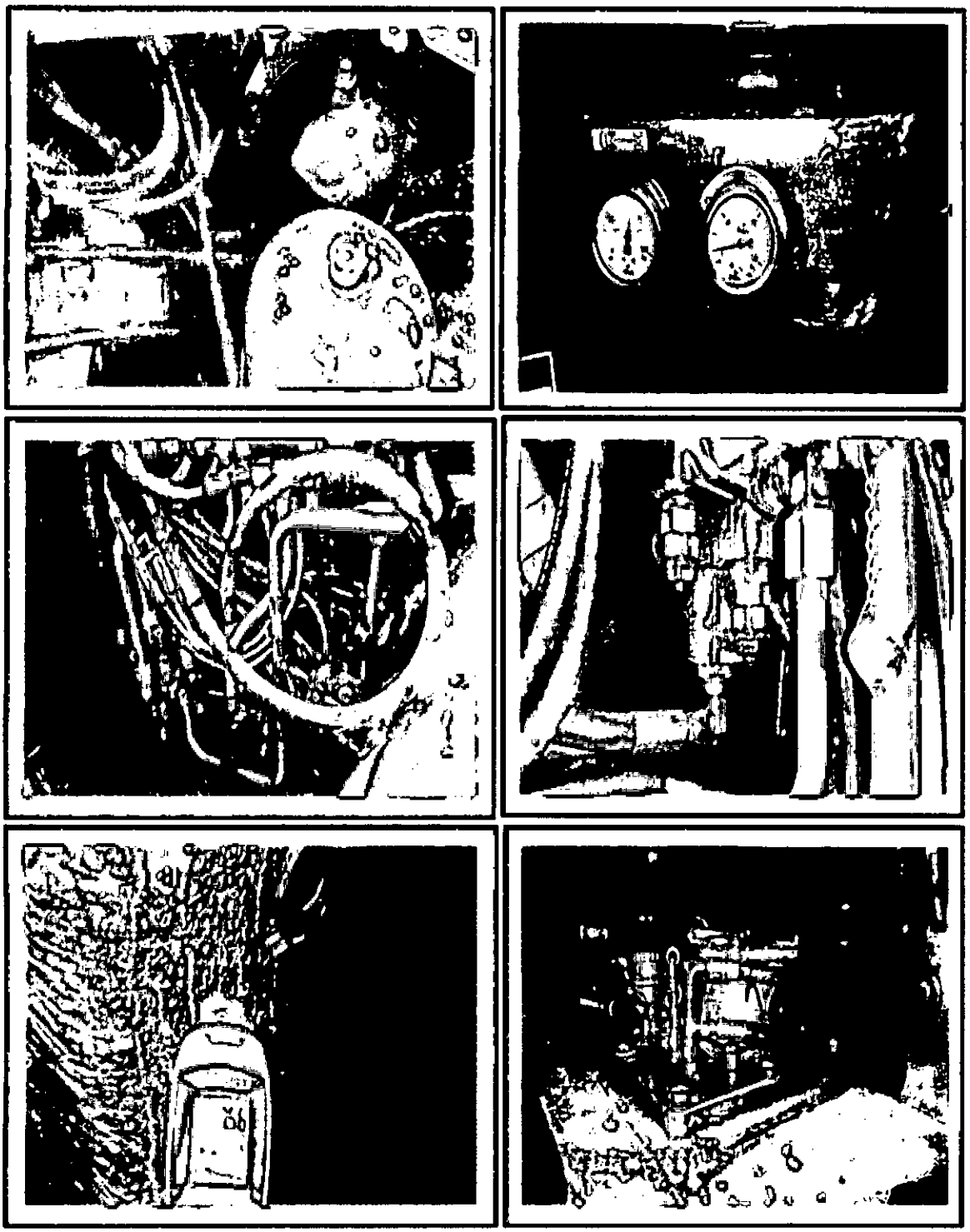
PRESIONES

PARAMETROS	REFERENCIA	VALOR TOMADO	VALOR REGULADO	U/MEDIDA
Pilotaje sistema hidráulico	35+- 5	32.8	---	BAR
Trabajo del sistema levante	210 +-5	193	---	BAR
Presión de volteo	65	48		
Trabajo del sistema dirección	150+-5	156	---	BAR
Válvula de alivio principal - Dirección/freno	210	210	---	BAR
Inicio y corte de carga de freno	95-128	90-120	---	BAR
Precarga de acumulador freno	60	60	---	BAR
Pedal freno de servicio	120+-5	115	---	BAR
Freno delantero	120+-5	115	---	BAR
Freno posterior	120+-5	115	---	BAR
Sistema de apoyo dirección / levante	120+-5	119	---	BAR

SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.

FOTOS DEL SISTEMA HIDRÁULICO



SANDVIK DEL PERU S.A.
Lima 100, Perú

Av. Defensores del Morro 1632 (Ex-Huaylas)
Chorrillos, Lima 9 – Perú

Telf.: (51-1) 213-3300
Fax.: (51-1) 251-9743

SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.

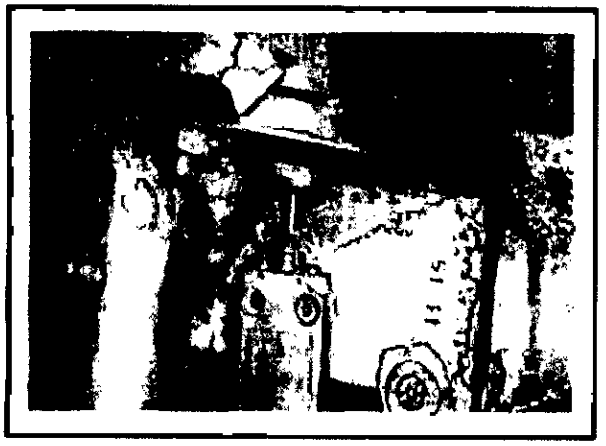
SISTEMA DE LUBRICACIÓN

- Se observa que los puntos de engrase automáticos de lubricación de los puños de la cuchara han sido deshabilitados para conectar una válvula de engrase manual.
- Se observa holgura entre pin y bocina de cuchara y boom cuando se realiza prueba de agitar cuchara.
- La luz indicadora del sistema de lubricación esta inoperativo, el operador no verifica la falta de grasa en el depósito de lubricación.
- Se debe realizar la lubricación de los puntos de engrase que no están asistidas de forma automática como son las crucetas de línea cardánica.
- Se debe realizar inspección y calibración de los dosificadores de lubricación.
- Se debe rellenar el depósito de lubricación cada fin de guardia hasta que rebose por la válvula de descarga.

FOTOS DEL SISTEMA DE LUBRICACION

SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.



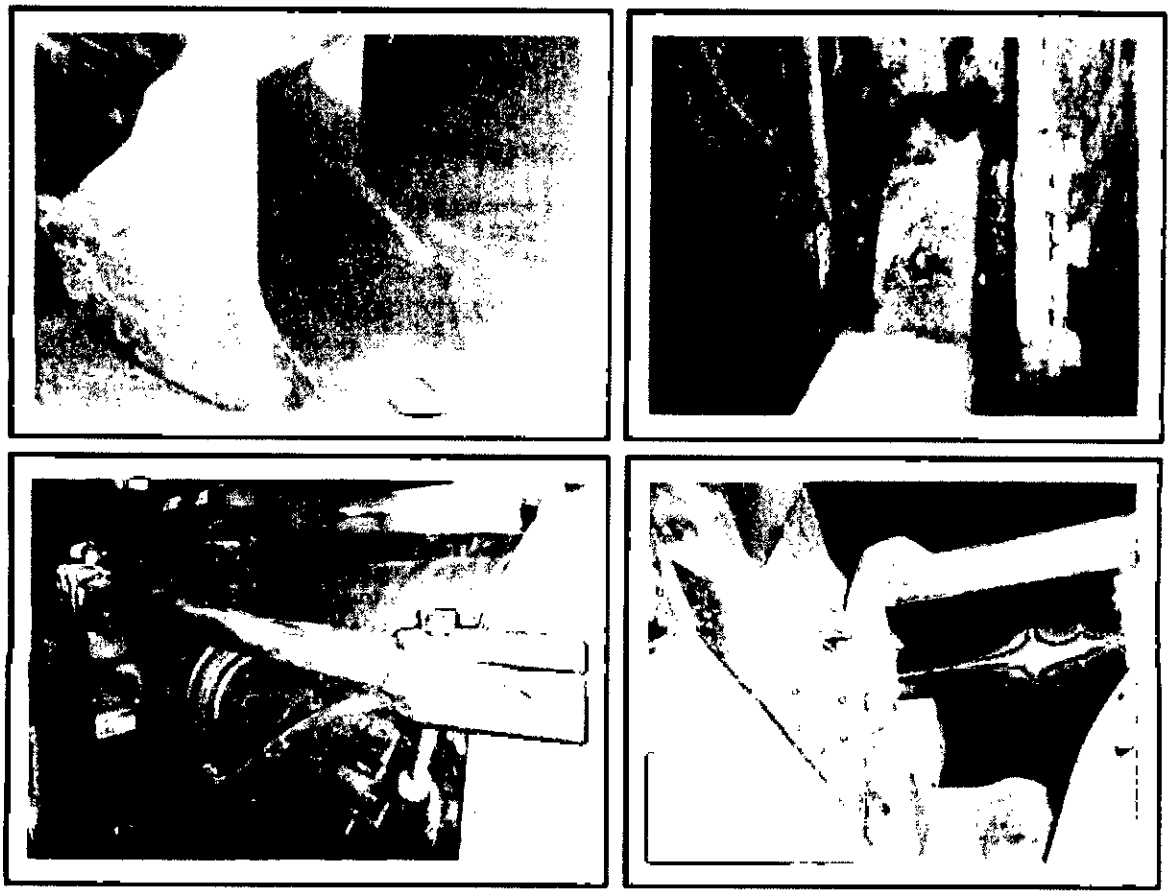
SISTEMA DE CHASIS Y CUCHARA

- Se observa que la estructura del equipo en general se encuentra en buen estado.
- Se recomienda reemplazar los labios de los equipos con materiales más resistentes como el producto SHARK para reducir los tiempos entre cambios.
- Instalar cantoneras de protección a fin de evitar un desgaste prematuro de las cucharas.
- Realizar maquinado de los pines y bocinas de la cuchara y el boom debido a la holgura que presenta.
- Realizar ajuste de la articulación central para reducir el juego axial, de lo contrario se recomienda el maquinado.
- Realizar calibración de los dosificadores de lubricación dependiendo de los puntos críticos.
- Realizar lubricación diaria del depósito de lubricación automática verificar el funcionamiento adecuado del mismo.
- Realizar soldadura en el chasis delantero dentro de la cabina de operador, ya que presenta una fisura.

FOTOS DEL SISTEMA DE CHASIS Y CUCHARA

SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.



SISTEMA CABINA DE OPERADOR

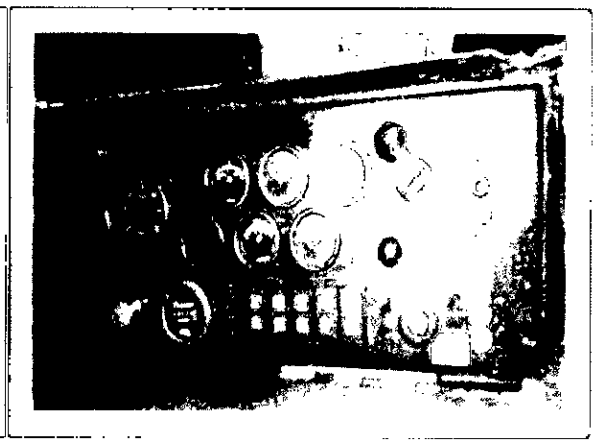
- Los joystick de control de levante y volteo se encuentran operativos y no presentan algún defecto.
- La palanca de control de marchas está en mal estado y acondicionado con soldadura en el eje de articulación, se debe reemplazar y/o reparar este sistema.
- Los pedales de control de freno y aceleración están operativos.
- Lubricar las articulaciones de selector de marcha en cada mantenimiento
- El posa brazos de la cabina se encuentra con demasiada holgura, se debe de realizar ajuste y/o reparación.
- Requiere reemplazo del asiento de operador, el espaldar está deteriorado.

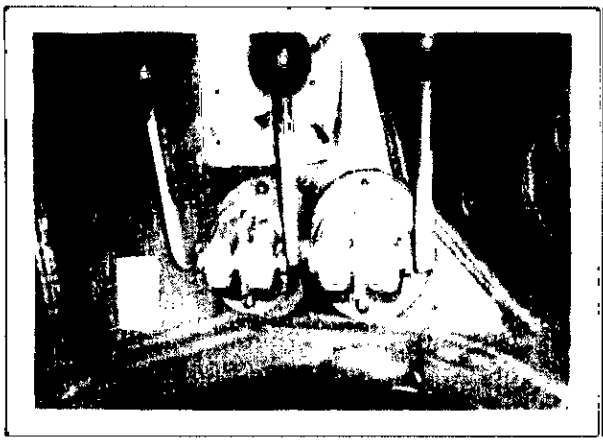
Nota: se recomienda realizar la reparación del control de selección de marchas ya que de continuar con lo mismo podría ocasionar algún accidente.

SANDVIK

SANDVIK DEL PERU S.A.

FOTOS DEL SISTEMA CABINA OPERADOR





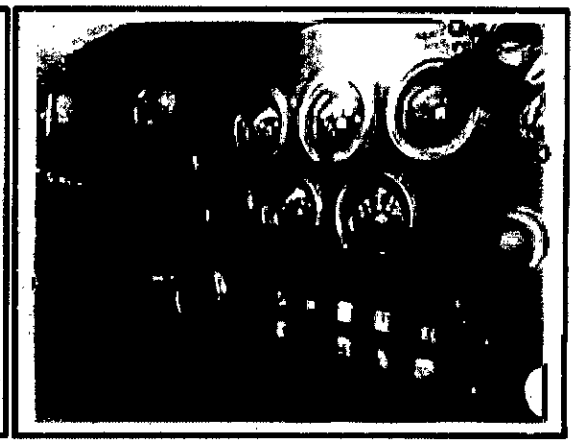
SISTEMA ELECTRICO

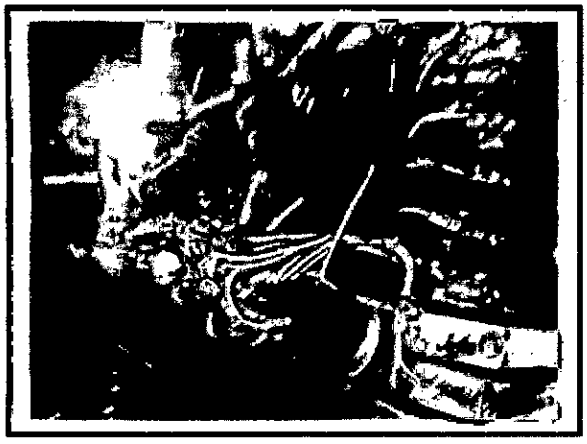
- La carcasa exterior del tablero se encuentra dañado.
- Cableado interno desordenado y componentes eléctricos sucios, no se realiza mantenimientos.
- Box de control de luces requiere mantenimiento y cambio de cubiertas de switchs.
- Fusible principal del sistema eléctrico roto, requiere remplazarlo.
- Requiere limpieza del cableado externo, revisión y limpieza de presostatos de acumulador, presión de aceite de motor de presión para alarma de retroceso.
- No se evidencia trabajos de mantenimiento preventivo ni programado.

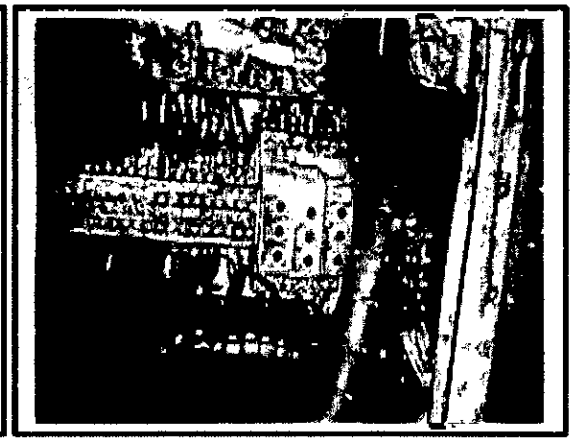
SANDVIK

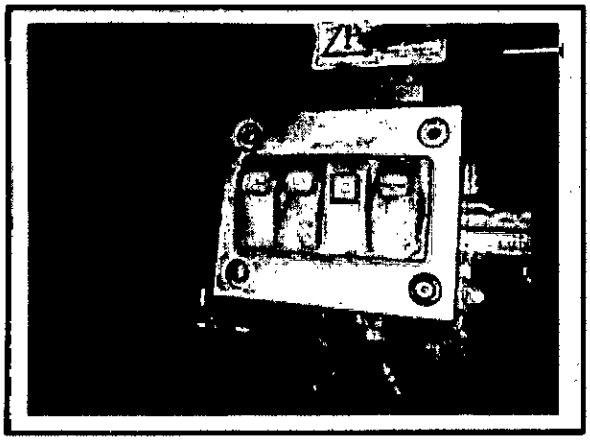
SANDVIK DEL PERU S.A.

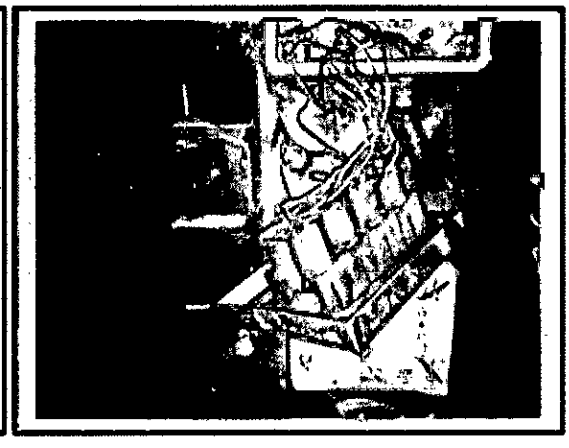
FOTOS DEL SISTEMA ELECTRICO











SANDVIK DEL PERU S.A.
Lima 100, Perú

Av. Defensores del Morro 1632 (Ex-Huaylas)
Chorrillos, Lima 9 – Perú

Telf.: (51-1) 213-3300
Fax.: (51-1) 251-9743

5.- CONCLUSIONES:

- Se requiere calibración de bomba de inyección de motor diesel.
- Reemplazar el turbo cargador a las 5000 horas de trabajo.
- Calibración de válvulas de escape y de admisión.
- El soporte de motor está en malas condiciones, requiere cambio.
- Las presiones del sistema hidráulico están fuera de rango especificado, se requiere regulación.
- Se requiere lubricar los sistemas de línea cardánica.
- Habilitar las cañerías de lubricación automáticas del puño de cuchara y boom, así como también calibrar la dosificación de grasa en ese punto.
- Realizar lavado del enfriador hidráulico de transmisión a fin de garantizar un delta mínimo de 8 °C.
- Reemplazar y/o reparar palanca de selección de marchas.
- Reemplazar crucetas debido a las horas de funcionamiento del equipo.
- Realizar cambio de sellos (espejos) cuando el equipo cumpla las 5000 horas de trabajo.
- Reemplazar sellos de los cilindros hidráulicos.
- Reemplazar chumacera del eje delantero.
- Calibrar motor cada 2000 horas de operación.
- Se requiere realizar trabajos de reparación en el sistema de boom y cuchara.

ANEXO 07

PLAN DE SEGURIDAD PARA IMPLEMENTAR EL SISTEMA TRACKLESS EN LA UNIDAD MINERA SAN ANDRÉS – MINERA AURÍFERA SAN ANDRÉS

1. Para la explotación subterránea Sin Rieles o con Sistema Trackless, se deberá seleccionar el método de minado más seguro luego de haberlo comparado con otras alternativas; cumpliendo, además.
2. Los equipos usados en el Sistema Trackless debe contar con lo siguiente:
   a) La maquinaria de bajo perfil para la remoción del material derribado deberá tener protector guarda cabezas sólido y resistente a las posibles caídas de roca. Además, deberá estar provista de luces delanteras, posteriores, bocinas y extintor adecuados.
   b) Los equipos que usen motores a petróleo estarán provistos de dispositivos adecuados para el control de emisión de gases y humos. Si no poseen dichos dispositivos estarán prohibidos de ingresar a la mina. No se permitirá el ingreso a subsuelo a los equipos cuya emisión de gases y humos estén provocando concentraciones por encima de los Límites de Exposición Ocupacional para Agentes Químicos.
   c) Los echaderos deben tener un muro de ochenta (80) centímetros de altura y parrillas con una gradiente máxima de seis por ciento (6%) así como una adecuada iluminación.
   d) Los cruces, cambios y vías de tangentes largas deberán usar un sistema de señales y semáforos para prevenir accidentes de tránsito.
   e) La abertura de los elementos de la parrilla en los echaderos convencionales de mineral y desmonte estarán colocados con una separación no mayor de veinte (20) centímetros. Para caso de echaderos donde se usa equipos de carga de bajo perfil, las parrillas deberán ser ubicadas con una separación no mayor de cincuenta (50) centímetros.
   f) Las vías principales de acarreo deberán tener las tolerancias necesarias de un (1) metro por lado para el libre tránsito de los trabajadores.
   g) No está permitido transportar personal sobre carga de mineral o desmonte, sobre los estribos u otros espacios. En la cabina se transportará sólo el número reglamentario de personal.
3. Para el mantenimiento, protección y uso de maquinarias, equipos y herramientas se deberá tener en cuenta lo siguiente:

a. Mantener las maquinarias, equipos, herramientas y materiales que se utilice en condiciones de seguridad adecuadas.
b. Velar por que los mecanismos de los Equipos a usar tales como: Compresoras, Ventiladores, Scoops, Jumbo Eléctrico, Dumpers, Camiones, Micro scoop, Bolter, Scaler, Bombas, entre otros, sean manejados solamente por el trabajador capacitado y entrenado, especialmente autorizado para ello, para lo cual se tendrá en cuenta el certificado del área de salud ocupacional.
c. Proteger las maquinarias, equipos y herramientas adecuadamente.
d. Proteger las maquinarias, equipos y herramientas adecuadamente.

4. En el Taller Trackless se cumplirá, también, con lo siguiente:
   a. Las salas o locales donde funcionen máquinas estacionarias tendrán un tamaño adecuado para la instalación de sus diversos mecanismos; dejando, además, amplio espacio para el movimiento del trabajador encargado de su manejo y reparación.
   b. Se colocará carteles en sitios visibles indicando, mediante leyendas y dibujos ilustrativos, los posibles peligros que puedan existir y la forma de evitarlos.
   c. En toda instalación subterránea, la distancia mínima que se dejará entre el punto más sobresaliente de una máquina cualquiera y el techo o paredes será de un (01) metro.
5. Para la operación Equipos sobre neumáticos se tendrá en cuenta lo siguiente:
   a. Todo equipo mecánico, eléctrico o electromecánico estacionario será operado sólo por trabajadores debidamente capacitados, certificados y autorizados.
   b. Los equipos móviles que circulen dentro de las áreas de operaciones como Compresoras, Ventiladores, Scoops, Jumbo Eléctrico, Dumpers, Camiones, Micro scoop, Bolter, Scaler, Bombas, entre otros, serán manejados sólo por trabajadores que cuenten con la autorización escrita expedida por el titular minero previo examen referido.
   c. Se elaborará programas de inspecciones y mantenimiento para los equipos de perforación, carguío, transporte y equipo auxiliar.
   d. Los conductores que salen del área de operaciones con equipos móviles de transporte de personal y carga, deberán ser debidamente seleccionados, capacitados y evaluados mediante exámenes médicos, psicotécnicos, de manejo y reglas de tránsito y seguridad vial, además de contar con licencia de conducir correspondiente al tipo de equipo móvil que manejará, otorgada por

el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la autorización por el titular minero con licencias especiales, sin las cuales estarán terminantemente prohibidos de hacerlo.

e. Antes de proceder al trabajo de mantenimiento o reparaciones se asegurará que el equipo móvil se encuentre en posición correcta y segura, donde no corra peligro de ser alcanzado por desprendimiento de rocas.

f. Para poner en operación equipo impulsado por corriente, la conexión a tierra debe estar en óptimas condiciones de uso. Diariamente se inspeccionará la existencia de la posibilidad de ocurrencia de cortocircuito y los accesorios del sistema de conexión a tierra.

g. Para realizar movimientos de los equipos dentro del tajo, el operador empleará el siguiente código de señales auditivas, utilizando el claxon de su maquinaria:

   1. Un (01) toque corto : Avanzar
   2. Dos (02) toques cortos : Retroceder
   3. Un (01) toque largo : Parada de emergencia.

h. Para el traslado de los Equipos Trackless por vías en interior mina y superficie, se dispondrá del equipo auxiliar necesario para escoltar (Camioneta). La pala y los cargadores frontales en una rampa se estacionarán orientados hacia la pared en el sentido de bajada de la rampa.

i. Para el uso nocturno de los equipos, se instalará iluminación necesaria.

6. En el uso del equipo Trackless debe observarse lo siguiente:

   a. El operador efectuará una inspección antes de ponerlo en operación en cada turno de trabajo. No obstante dicha inspección, si detectara durante su funcionamiento defectos que afecten su seguridad, debe detener el equipo inmediatamente y reportarlo a su superior inmediato para corregir las fallas detectadas.

   b. El equipo móvil debe tener el/los cinturón/es de seguridad en buenas condiciones de operación para que los operadores los utilicen todo el tiempo.

   c. Tendrán instaladas alarmas de retroceso automáticas en buenas condiciones de funcionamiento.