

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE  
APURÍMAC**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
MINAS**



**“ADMINISTRACIÓN DE MAQUINARIAS PESADAS EN MINERÍA  
SUBTERRÁNEA PARA UNA ÓPTIMA PRODUCCIÓN EN LA U.P.  
UCHUCCHACUA”**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**BACH: JAIME GUEVARA RIOS**

**Abancay, Mayo 2012**

**PERÚ**

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAÉLA BASTIDAS DE APURIMAC	
CÓDIGO	MFN
<b>I INB E 2012</b>	
	BIBLIOTECA CENTRAL
FECHA DE INGRESO:	
Nº DE INGRESO:	<b>00261</b>

## **AGRADECIMIENTO.**

Mi sincero agradecimiento a la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. por darme la oportunidad de laborar ejecutar el presente trabajo de investigación profesional, que considero es un aporte en las operaciones de la U. P. Uchucchacua. Conjugando experiencias en labores subterráneas lo aprendido en la universidad. En tal sentido hago mi reconocimiento personal.

Mi gratitud al Ing. Fredy Oscátigue Calderon, Gerente General. Y al Ing. Wilfredo Donaires Quesada, Gerente de Operaciones. Por compartir junto a ello conocimientos y experiencias profesionales.

Al Ing. Jesús Huertas Ramírez, por darme la oportunidad de dirigir en las operaciones mina y en el área de planeamiento de maquinarias pesadas. A todo el equipo de supervisión de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., al personal técnico y de ingeniería por su apoyo incondicional.

También expreso mi reconocimiento al Dr. Leoncio Teófilo Carnero Carnero y al Ing. José Cárdenas Catalán por guiarme en la elaboración de este trabajo de tesis, de la misma manera a todos los profesores de la Facultad de Ingeniería en especial a la Escuela Académico de Ingeniería de Minas, de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, quienes con su labor intelectual aportaron a mi formación profesional.

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo de investigación dedico a todos los profesionales e investigadores que luchan para sobresalir y se proyectan con ética, moral y humanidad, conducir y diseñar alternativas de solución a las problemáticas de nuestro país.

Así mismo, a todos los docentes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas, especialmente al Ingeniero José Cárdenas Catalán.

De igual manera, a mi familia, a mi esposa Ana Velásquez Tica y futuro hijo y a mi madre Sinforsosa Rios Cruz y hermanos, por haber depositado su confianza para lograr mí objetivo de ser Ingeniero de Minas.

## **PRESENTACIÓN**

Señor decano de la facultad de Ingeniería.

Señores miembros del tribunal de jurados.

En cumplimiento al reglamento de grados y títulos de la escuela académica profesional de Ingeniería de minas, pongo a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado: “ADMINISTRACIÓN DE MAQUINARIAS PESADAS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA PARA UNA ÓPTIMA PRODUCCIÓN EN LA U.P. UCHUCCHACUA”.

Trabajo de investigación elaborado con el fin de optar al título profesional de Ingeniero de Minas, cuyo propósito es optimizar el rendimiento de las maquinarias pesadas con una visión moderna de administración y planeamiento para un óptimo rendimiento de equipos y lograr producción programada en la unidad de producción Uchucchacua

El presente trabajo enfoca:

- ❖ **Capítulo I.** Aspectos generales de la ubicación de la unidad de Uchucchacua de la compañía minera Buenaventura.
- ❖ **Capítulo II.** Aspectos Geológicos, con el marco Geológico Regional y Geología local.
- ❖ **Capítulo III.** Administración de maquinarias pesadas LHD, DUMPER y JUMBO electrohidráulico de motor diesel, características de cada equipo y sus indicadores.
- ❖ **Capítulo IV.** Rendimiento económico de equipos pesados
- ❖ **Capítulo V.** Seguridad y medio ambiente.
- ❖ **Capítulo VI.** Análisis e interpretación de resultados
- ❖ **Capítulo VII.** Conclusiones y recomendaciones.

## **INTRUDUCCIÓN**

La Unidad de Producción Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., presenta un mineral polimetálico con contenidos de plata, plomo y cinc los cuales, actualmente, son explotados mediante el método de explotación de corte y relleno ascendente y tajeo por subniveles con taladros largos. El mineral es acarreado con maquinaria pesada incrementando la producción de 2600 a 3000 Tm/día, que es procesado en una planta concentradora que tiene una capacidad de 3500 TCS/día.

La mina Uchucchacua ha iniciado cambios significativos con la aplicación de una administración moderna de maquinarias pesadas, para abastecer la capacidad total de la planta y alcanzar una óptima producción con mayores volúmenes de mineral por disparo, con dilución hasta 12%, y reducción de costos operativos y con la nueva disponibilidad mecánica y confiabilidad de maquinarias pesadas en el gerenciamiento y planeamiento de maquinarias pesadas.

La búsqueda de estas mejoras está orientada a la aplicación de una administración moderna y distribución de máquinas pesadas, en busca de incremento de mineral roto en volumen de cuerpos y vetas.

La investigación tiende a demostrar resultados con indicadores, operativas que son económicamente confiables, en administración de máquinas pesadas en la U.P. Uchucchacua.

Se darán a conocer las medidas preventivas de como mitigar y controlar los impactos generados por las maquinarias pesadas, tanto en interior mina como en superficie, y el diseño de planeamiento necesario para cumplir el requerimiento diario de producción.

## **RESUMEN**

La mina Uchucchacua es un yacimiento polimetálico y los cuerpos mineralizados son depósitos formados por relleno de cavidades y por reemplazamiento metasomático, en areniscas y conglomerados de la formación Plomopampa, tienen forma irregular. Los cuerpos reconocidos a la fecha son: Socorro, Carmen, Huantajalla, Lucia, Esperanza Piso, Sofía, Chiara, Vera, Negrita, Vivian, Patty, Escondida. La producción principal de minerales es de Plata, Plomo, Cinc y Manganeso. El yacimiento viene siendo explotado mediante el método corte y relleno ascendente y tajeo por subniveles con taladros largos estos métodos se caracterizan por un alto volumen de producción de mineral.

La administración tradicional de máquinas pesadas, en el tipo de explotación empleado no ha logrado los objetivos deseados, teniéndose como bajos resultados de rendimientos del orden 65% de disponibilidad mecánica y 70% la eficiencia o porcentaje de utilización. costos de operaciones muy elevados, ocasionando un inadecuado uso de los recursos (humanos, equipos, energía, etc.).

En la investigación pretende dar como solución mediante la administración moderna de las máquinas pesadas y la creación de un programa en Excel, denominado PLANER, programa se ejecuta mediante la tabla dinámica, para controlar los indicadores mecánicos, los tiempos operativos y la vida útil de los componentes mayores de los equipos pesados. Donde los indicadores se mantienen por encima de 90%.

## **SUMMARY**

The mine Uchucchacua is a polymetallic deposit and the bodies mineralizados are warehouses formed by landfill of cavities and for reemplazamiento metasomático, in sandstones and conglomerates of the formation Plomopampa, have irregular form. The bodies recognized to the date are: Help, Carmen, Huantajalla, Shiny, There thrills Floor, Sofia, Chiara, Side, Boldface, Vivian, Patty, and Hidden. The principal production of minerals is of Silver, Lead, Zinc and Manganese. The deposit comes being exploited by means of the method court and ascending landfill and tajeo for sublevels with long drills these methods are characterized by a high volume of production of mineral.

The traditional administration of heavy machineries, this type of exploitation raised previously for the mine, has not removed of suitable form giving like proved low results of performance 65 %, mechanical availability 70 %, very high costs of operations, causing this way the inadequate use of the resources (human beings, equipment's, energy, ...).

The work of thesis tries to give as solutions by means of the modern administration in heavy machineries and the creation of a program in Excel, named PLANER, the above mentioned program executes by means of the dynamic table, with which it is achieved to control the mechanical indicators, the operative times and the useful life of the major components of the heavy equipment's.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

ANEXO

## CAPÍTULO I

<b>ASPECTOS GENERALES</b> .....	001
1.1. Ubicación.....	001
1.2. Accesibilidad.....	005
1.3. Fisiografía y topografía .....	007
1.4. Recursos.....	007
1.4.1. Humanos.....	007
1.4.2. Clima.....	007
1.4.3. Fauna y flora.....	008
1.4.4. Hidrografía.....	008
1.5. Breve reseña histórica de la Mina.....	008
1.6. Objetivo del proyecto.....	009
1.6.1. Objetivo general.....	009
1.6.2. Objetivo específico.....	009
1.7. Método de trabajo.....	010
1.8. Disponibilidad de mano de obra.....	010
1.9. Compromiso con las comunidades.....	011
1.10. Método de explotación.....	011
1.11. Organización de la empresa.....	011

## CAPÍTULO II

<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>013</b>
2.1. Antecedentes.....	013
2.2. Geología general.....	014
2.3. Geología local.....	014
2.4. Geología regional.....	015
2.4.1. Afloramiento.....	016
2.4.2. Litología.....	016
2.5. Geología estructural.....	016
2.5.1. Pliegues.....	017
2.5.2. Fallas.....	017
a).- Falla Mancacuta.....	017
b).- Falla Socorro.....	017
c).- Falla Uchucchcua.....	018
d).- Falla Cachipampa.....	018
e).- Falla Patón.....	018
2.5.3. Fracturas.....	018
a).- Fractura de Uchucchacua.....	018
2.6. Columna estratigráfica.....	018
2.6.1. Grupos.....	021
a).- Grupo Goyllarisquizga.....	021
b).- Grupo Machay.....	021
2.6.2. Formaciones.....	021
a).- Formación Jomasha.....	021
b).- Formación Celendín.....	022
c).- Formación Casapalca.....	022
2.7. Volcánicos.....	022
2.7.1. Volcánicos Calipuy.....	022
2.8. Intrusivos.....	022
2.9. Cuaternarios.....	022

2.9.1. Depósitos Morrénicos.....	022
2.9.2. Depósitos Aluviales.....	023
2.10. Geología Económica.....	023
2.10.1. Elementos Económicos.....	023
2.10.2. Estructuras mineralizadas.....	023
2.11. Mineralogía.....	025
2.11.1. Mineralogía de mena.....	025
2.11.2. Mineralogía de ganga.....	025
2.12. Reservas de la mina.....	025
2.13. Vida de la mina.....	026

### CAPÍTULO III

<b>3. ADMINISTRACIÓN DE MAQUINARIAS PESADAS.....</b>	<b>027</b>
3.1. Generalidades.....	027
3.1.1. Administración de maquinarias pesadas.....	027
3.1.2. Elementos de administración de maquinarias pesadas.....	028
a). Planificación.....	028
b). Organización.....	029
c). Dirección.....	029
d). Control.....	029
3.1.3. Maquinarias pesadas de motor diesel.....	029
A.- DUMPER (camión de bajo perfil) .....	030
A.1. Características de camión de bajo perfil .....	031
A.2. Componentes del equipo.....	032
A.3. Orientación del equipo. ....	032
A.4. Dimensiones del camión de bajo perfil.....	033
B.- SCOOP TRAM LHD (Cargador de bajo perfil) .....	034
B.1. Características de cargador de bajo perfil. ....	034
B.2. Modelos de cargadores de bajo perfil. ....	035

B.3. Componentes principales de Scoop por sistemas. ....	035
C). JUMBOS ELECTROHIDRÁULICOS. ....	037
C.1. Características, marcas y modelos. ....	038
C.2. Componentes principales por sistemas del Jumbo. ....	039
C.3. Límites del equipo. ....	040
C.3.1. Centro de gravedad. ....	040
C.3.2. Ángulos de inclinación máxima durante el movimiento y el estacionamiento. ....	040
C.3.3. Ángulos de inclinación máxima durante la utilización. ....	041
C.4. Visibilidad del operador. ....	041
3.2. Administración del área de mantenimiento de las maquinarias pesadas. ....	042
3.2.1. Antecedentes de la administración en el área de mantenimiento de maquinarias pesadas. ....	043
a). programa de mantenimiento. ....	043
b). consecuencias de la mala administración. ....	045
3.2.2. Administración actual del área de mantenimiento de los equipos. ....	045
3.2.2.1. Fallas mecánicas de las maquinarias pesadas. ....	046
a). Clasificación de las fallas. ....	046
a.1). Fallas tempranas. ....	047
a.2). Fallas adultas. ....	047
a.3). Fallas tardías. ....	047
3.2.2.2. Mantenimiento de las maquinarias pesadas. ....	047
3.2.2.3. Tipos de mantenimiento. ....	047
a). Mantenimiento correctivo. ....	048
b). Mantenimiento preventivo (MPs). ....	048
b.1. Control de seguimiento de mantenimiento preventivo para Scoop. ....	050
b.1.1. Insumos requeridos en los mantenimientos preventivos (MP1, MP2, MP3 y MP4) de SCOOP. ....	051
b.2. Control de seguimiento de mantenimiento preventivo para Dumper. ....	055

b.2.1. insumos requeridos en los mantenimientos preventivos (MP1, MP2, MP3 y MP4) de Dumper.....	056
b.3. Control de mantenimiento preventivo para Jumbos.....	058
b.3.1. Insumos requeridos en los mantenimientos preventivos (MP1, MP2, MP3 y MP4) de Jumbo. ....	058
c). Mantenimiento predictivo. ....	060
d). Mantenimiento productivo total. (T.P.M) . ....	061
3.2.2.4. Control de registros de programa de mantenimiento preventivo semanal.....	061
3.2.2.5. Control de mantenimiento preventivo programado y ejecutado.....	062
3.2.2.6. Control de historial de los componentes mayores de los equipos.....	062
3.2.2.7. Control de indicadores (horas, disponibilidad mecánica, % de utilización y la confiabilidad). ....	063
a). Horas.....	063
b). Disponibilidad mecánica. ....	064
c). Porcentaje de utilización (eficiencia). ....	064
d). Confiabilidad. ....	065
e). Lavado y engrase. ....	067
f). Dispersión de los mantenimientos preventivos. ....	067
3.2.2.8. Cartillas y formatos de mantenimiento preventivo de cada equipo (Scoop, Dumper y Jumbo). ....	068
3.4. Administración de operaciones mina de las maquinarias pesadas. ....	069
3.4.1. Antecedentes de la administración en operaciones mina de maquinarias pesadas. ....	069
3.4.2. Administración actual de operaciones de mina de maquinarias pesadas...	069
3.4.2.1. Programas de mantenimiento de factores que afectan en la producción horaria de equipos.....	070
a). La iluminación. ....	070
b). El área de carguío o cámaras de mineral. ....	071
c). El camino. ....	071
d). Área de descarga o echaderos de mineral. ....	071
3.4.2.2. Estimación de la producción horaria (rendimiento) de Scoop.....	071

3.4.2.3. Estimación de la producción horaria (rendimiento) de Dumper. ....	073
3.4.2.4. Distancias máxima económica Scoop y Dumper de bajo perfil.....	074
3.4.2.5. Mejoramiento en los ciclos de operación de los equipos.....	075
a). Tiempo de minutos operativos por hora. ....	075
b). Tiempos fijos por ciclo.....	075
c). Tiempo variable total. ....	076
3.4.3. Carga transportada por ciclos.....	077
3.4.5. Velocidad en gradiente. ....	077
3.4.5. Relación entre tamaño de los equipos y la sección de las labores.....	078
3.4.6. Ubicación del Jumbo antes de perforar. ....	078
3.4.6.1. Zonas de peligro. ....	078
3.4.6.2. Área de peligro durante la perforación. ....	079
3.4.6.3. Posición del Jumbo en el área de trabajo.....	079
3.4.6.4. El uso de estabilizadores.....	079
3.4.6.5. Ajuste del paralelismo.....	079
3.4.6.6. Posicionamiento del brazo.....	080
3.4.6.7. Ajuste de las deslizaderas TTF y TFX.....	080
3.4.6.8. Reglas de inspección y técnicas de operación de los equipos.....	080

## CAPÍTULO IV

<b>4. RENDIMIENTO ECONÓMICO. ....</b>	<b>083</b>
4.1. Costo de operación de los equipos (COP). ....	083
4.1.1. Costos de mantenimiento antes de Scoop, Dumper y Jumbo.....	084
4.1.2. Costos en mantenimiento preventivo de los equipos actual.....	085
4.1.2.1. Costos de mantenimiento preventivo (MPs) de los equipos.....	085
4.1.2.2. Costo de los neumáticos. ....	093
4.1.2.3. Costo de mano de obra de mantenimiento.....	094
4.1.2.4. Costo por servicios auxiliares. ....	094

4.1.2.5. Costo de materiales varios. ....	094
4.1.2.6. Costo de combustible y lubricantes. ....	095

## **CAPÍTULO V**

### **SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE**

5.1. Seguridad. ....	096
5.1.1. Etiquetas, mensajes y señales de Seguridad de los equipos. ....	097
5.1.2. Palabras de señalización.....	097
5.1.3. Símbolo general de peligro.....	097
5.1.4. Símbolos de acciones obligatorias.....	098
5.1.5. Símbolos de acciones prohibidas. ....	099
5.1.6. Símbolos de peligro.....	099
5.1.7. Reglas de Seguridad durante la operación de los equipos.....	100
5.2. Medio ambiente. ....	101
5.2.1. Marco legal. ....	101
5.2.2. Medidas de prevención, control y mitigación de los impactos	
Ambientales.....	102
5.2.2.1. Aire. ....	102
5.2.2.2. Ruido. ....	102
5.2.2.3. Suelo. ....	104
5.2.2.4. Hidrología. ....	104
5.2.2.5. Control de los agentes químicos. ....	104
5.2.3. Lugares adecuados para mantenimiento de equipos. ....	105
5.2.4. Tratamiento adecuado de hidrocarburos. ....	106
5.2.5. Tratamiento adecuado de aceites de desecho.....	106
5.2.6. Tratamiento de desechos sólidos que contienen aceites. ....	107
5.2.7. Recipientes para cada clase de desechos.....	107
5.2.8. Plan de monitoreo ambiental.....	107

## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

6.1. Administración moderna. ....	110
6.1.1. mantenimiento de las maquinarias pesadas.....	112
6.1.2. Tipos de mantenimiento. ....	113
6.1.2.1. Resultados de eventos de mantenimiento preventivo de Scoop. ....	113
6.1.2.2. Resultado de eventos de mantenimiento preventivo de Dumper.....	113
6.1.2.3. Resultado de eventos de mantenimiento preventivo de Jumbo.....	114
6.1.2.4. Resultado de los indicadores de los equipos.....	115
6.1.2.5. Resultado de dispersión de mantenimiento preventivo de los equipos.....	116
6.1.2.6. Resultados de producción horaria de Scoop.....	117
6.1.2.7. Resultados de producción horaria de Dumper.....	118
6.1.2.8. Resultados de la distancia económica de Scoop. ....	119
6.1.2.9. Resultados de la distancia económica de Dumper.....	120
6.1.2.10. Costo horario de operación. ....	121
6.1.2.11. Cuadro comparativo de los costos de operación antes y actual. ....	122
6.1.2.12. Tiempos de perforación. ....	122
6.1.2.13. Calculando tiempo de exposición con maquinarias.....	122

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

7.1. CONCLUSIONES. ....	123
7.2. RECOMENDACIONES. ....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXO.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Fig. I-01.</b> Muestra imagen satelital sobre la ubicación geográfica del distrito de Oyón .....	003
<b>Fig. I-02.</b> Muestra el grafico de ubicación de la zona industrial. ....	004
<b>Fig. I-03.</b> Muestra plano de ubicación de la mina de Uchucchacua.....	006
<b>Fig. II-04.</b> Muestra la columna estratigráfica.....	020
<b>Fig. III- 05.</b> Muestra la administración y sus elementos.....	028
<b>Fig. III-06.</b> Muestra elementos indispensables de motor.....	030
<b>Fig. III-11.</b> Muestra la orientación de equipo.....	033
<b>Fig. III-12.</b> Muestra las dimensiones en la posición.....	033
<b>Fig. III-21.</b> Muestra los ángulos de inclinación durante el movimiento.....	040
<b>Fig. III-22.</b> Muestra la nivelación de las gatas hidráulicas durante el trabajo. ....	041
<b>Fig. III-24.</b> Muestra el circuito de trabajo de administración.....	046
<b>Fig.V-37.</b> Los representantes del área de medio ambiente haciendo monitoreo.....	106
<b>Fig. V-38.</b> Recipientes de depósitos para residuos que deben ser colocados. ....	107
<b>Fig. V-39.</b> Los responsables del medio ambiente dando monitoreo. ....	108
<b>Fig. V-40.</b> Monitoreo de calidad de aire como parte del cumplimiento legal.....	108
<b>Fig. V-41.</b> Muestra manejo de residuos sólidos y sustancias químicas.....	109
<b>Fig. III-07.</b> Muestra camión de bajo perfil de marca Tamrock.....	127
<b>Fig. III-08.</b> El operador haciendo pruebas respectivas.....	127
<b>Fig. III-09.</b> Los técnicos haciendo las inspecciones para realizar el mantenimiento.....	128
<b>Fig. III-10.</b> Muestra los componentes principales del camión.....	128
<b>Fig. III-14.</b> Muestra los componentes principales de 1 al 4.....	129
<b>Fig. III-15.</b> Muestra los componentes principales de 5 al 8.....	129
<b>Fig. III-15.</b> Muestra los componentes principales de 9 al 12.....	130
<b>Fig. III-16.</b> Muestra los componentes principales de 13 al 14.....	130
<b>Fig. III-17.</b> Muestra los componentes adicionales de la A al T .....	131
<b>Fig. III-18.</b> Muestra los componentes principales del jumbo electrohidráulico.....	131
<b>Fig. III- 19.</b> Muestra centro de gravedad .....	132
<b>Fig. III-20.</b> Muestra centro de gravedad. ....	132

<b>Fig. III-23.</b> Muestra la visibilidad del operador con cabina baja.....	133
<b>Fig. IV-25.</b> Muestra el tamaño del equipo y la sección de la labor.....	133
<b>Fig. III- 26.</b> Toda presencia no autorizada en la zona de funcionamiento de la máquina.....	134
<b>Fig. III-27.</b> Durante la operación de perforación.....	135
<b>Fig. III-28.</b> Muestra el posicionamiento de la perforadora.....	136
<b>Fig. III- 29.</b> Muestra el posicionamiento correcto de las gatas hidráulicas.....	136
<b>Fig. III- 30.</b> Muestra el paralelismo del brazo.....	137
<b>Fig. III- 31.</b> Muestra el desparalelismo del brazo.....	137
<b>Fig. III-32.</b> Muestra que se deben abrir completamente las válvulas 1 y 2. ....	138
<b>Fig. III-33.</b> La forma correcta de como se hace las inspecciones.....	138
<b>Fig. III-34.</b> La operación en cuesta abajo en un pendiente máximo de 15%.....	139
<b>Fig. III-35.</b> La operación en cuesta subida en un pendiente máximo de 15%.....	139
<b>Fig. III-36.</b> La operación correcta perforación.....	140
<b>Fig. III-37.</b> Se muestra el ángulo de giro de 42.5° de Scoop.....	141

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro. I-01.</b> Muestra coordenadas UTM del punto central de la concesión.....	002
<b>Cuadro. I-02.</b> Muestra las coordenadas UTM de los vértices.....	002
<b>Cuadro. II-03.</b> Muestra la cantidad de la reserva.....	026
<b>Cuadro. III-04.</b> Muestra las características de los modelos y marcas.....	031
<b>Cuadro. III-05.</b> Muestra los componentes del camión de bajo perfil.....	032
<b>Cuadro. III-06.</b> Muestra las características de marcas y modelos.....	035
<b>Cuadro. III-07.</b> Muestra los componentes principales por sistemas.....	036
<b>Cuadro. III-08.</b> Muestra los componentes complementarios por sistemas.....	037
<b>Cuadro. III-09.</b> Muestra las características de equipos y de motor.....	039
<b>Cuadro. III- 10.</b> Muestra componentes principales del Jumbo.....	039
<b>Cuadro. III-11.</b> Muestra seguimiento de mantenimientos de los equipos.....	043
<b>Cuadro. III-12.</b> Muestra seguimiento de mantenimientos preventivo de Scoop.....	050
<b>Cuadro. III-13.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 250 horas.....	051
<b>Cuadro. III-14.</b> Muestra el tipo de mantenimiento 500 horas.....	052
<b>Cuadro. III-15.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 1000 horas.....	053
<b>Cuadro. III-16.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 2000 horas.....	054
<b>Cuadro. III-17.</b> Muestra seguimiento de mantenimiento preventivo de Dumper...	055
<b>Cuadro. III-18.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 250 horas.....	056
<b>Cuadro. III-19.</b> Muestra el tipo de mantenimiento 500 horas.....	056
<b>Cuadro. III-20.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 1000 horas.....	057
<b>Cuadro. III-21.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 2000 horas.....	057
<b>Cuadro. III-22.</b> Muestra el seguimiento de mantenimiento preventivo de jumbo...	058
<b>Cuadro. III-23.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 125 horas.....	058
<b>Cuadro. III-24.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 500 horas.....	059
<b>Cuadro. III-25.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 1000 horas.....	059
<b>Cuadro. III-26.</b> Muestra el tipo de mantenimiento de 2000 horas.....	060
<b>Cuadro. III-31.</b> Muestra los resultados de los indicadores del 2010 .....	063
<b>Cuadro. III-33.</b> Muestra los resultados de los indicadores.....	067
<b>Cuadro. III-42.</b> Muestra la dispersión de los MPs de los equipos.....	068



<b>Cuadro. III-29.</b> Muestra control de registro de mantenimiento preventivo.....	145
<b>Cuadro. III-30.</b> Muestra control de la vida útil.....	146
<b>Cuadro. III-32.</b> Muestra resultados gráficamente de los indicadores.....	147
<b>Cuadro. III-34.</b> Disponibilidad mecánica y la utilización gráficamente del Scoop	148
<b>Cuadro. III-35.</b> Muestra TMEP y TMPR del Scoop.....	148
<b>Cuadro. III-36.</b> Disponibilidad mecánica y la utilización gráficamente del Dumer.....	149
<b>Cuadro. III-37.</b> Muestra TMEP y TMPR del Dumper.....	149
<b>Cuadro. III-38.</b> Disponibilidad mecánica y la utilización gráficamente del Jumbos.....	150
<b>Cuadro. III-39.</b> Muestra TMEP y TMPR del Dumper.....	151
<b>Cuadro. III-40.</b> Muestra el cumplimiento de lavado durante el mes de los equipos.....	151
<b>Cuadro. III-41.</b> Muestra el cumplimiento de engrases y lavados .....	151
<b>Cuadro. III-43.</b> Muestra la dispersión del Scoop.....	152
<b>Cuadro. III- 44.</b> Muestra la dispersión del Dumper y Jumbos. ....	153
<b>Cuadro. VI-70.</b> Muestra la intersección de la curvas.....	155
<b>Cuadro. VI-72.</b> Muestra la intersección de la curvas.....	156
<b>Tabla. IV-01.</b> Muestra el tiempo fijo para cargar, maniobras y vaciar la cuchara ..	073
<b>Tabla. III-02.</b> Muestra el factor de tiempos operativos por hora.....	075
<b>Tabla. III-03.</b> Muestra el factor de llenado de la tolva. ....	077
<b>Tabla. III-04.</b> Muestra el comparativo por los fabricantes .....	154

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES.**

#### **1.1. Ubicación.**

La mina Uchucchacua está ubicada en el distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima, está situada en la rama occidental de los Andes, a una altitud entre 4 300 y 5 000 m.s.n.m., y a 180 km. en línea recta al NE de la ciudad de Lima, con las coordenadas siguientes:

10°36'34" longitud Sur

76°59'56" latitud Oeste.

Históricamente la unidad de producción Uchucchacua representa al primer productor de plata a nivel Sudamérica y cuarto en el mundo.

PUNTO	COORDENADAS UTM (PASD 56)		ALTITUD
	ESTE	NORTE	m.s.n.m
<b>PUNTO CENTRAL</b>	<b>293455</b>	<b>8831889</b>	<b>4559</b>

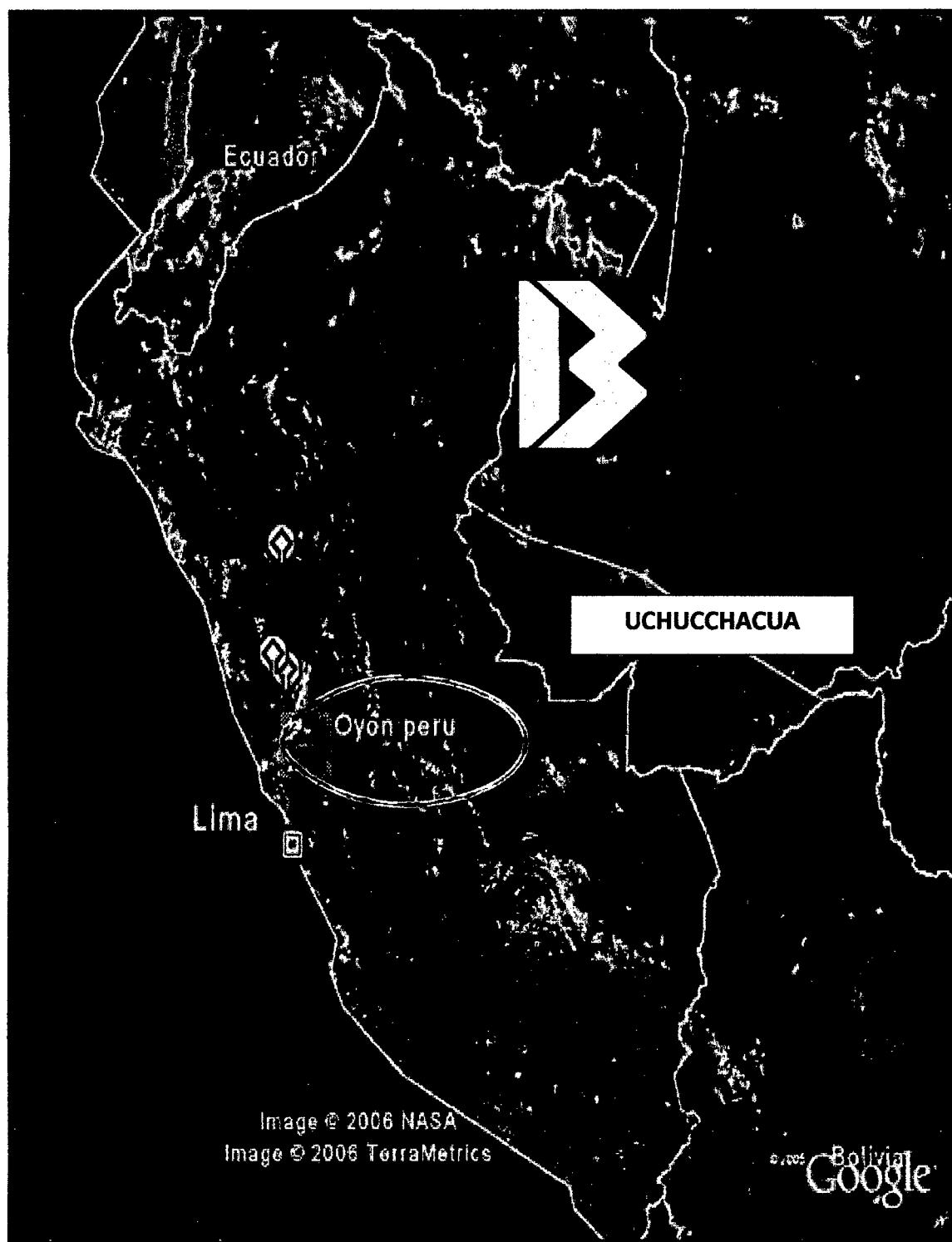
**Cuadro. I-01.** Muestra coordenadas UTM del punto central de la concesión del área de explotación.

Fuente: Planeamiento minado Uchucchacua.

VÉRTICE	COORDENADAS UTM (PASD 56)	
	ESTE	NORTE
<b>1</b>	<b>293880</b>	<b>8831901</b>
<b>2</b>	<b>293880</b>	<b>8831840</b>
<b>3</b>	<b>293411</b>	<b>8831840</b>
<b>4</b>	<b>293326</b>	<b>8831931</b>
<b>5</b>	<b>293193</b>	<b>8831783</b>
<b>6</b>	<b>293156</b>	<b>8831818</b>
<b>7</b>	<b>293313</b>	<b>8831993</b>
<b>8</b>	<b>293351</b>	<b>8831989</b>
<b>9</b>	<b>293459</b>	<b>8831931</b>
<b>10</b>	<b>293547</b>	<b>8831910</b>

**Cuadro. I-02.** Muestra las coordenadas UTM de los vértices del área de explotación.

Fuente: Planeamiento minado Uchucchacua.



**Fig. I-01.** Muestra imagen satelital sobre la ubicación geográfica del distrito de Oyón, donde se encuentra la unidad de producción Uchucchacua, de la Compañía Minera Buenaventura.

Fuente: Imagen por eharth google.

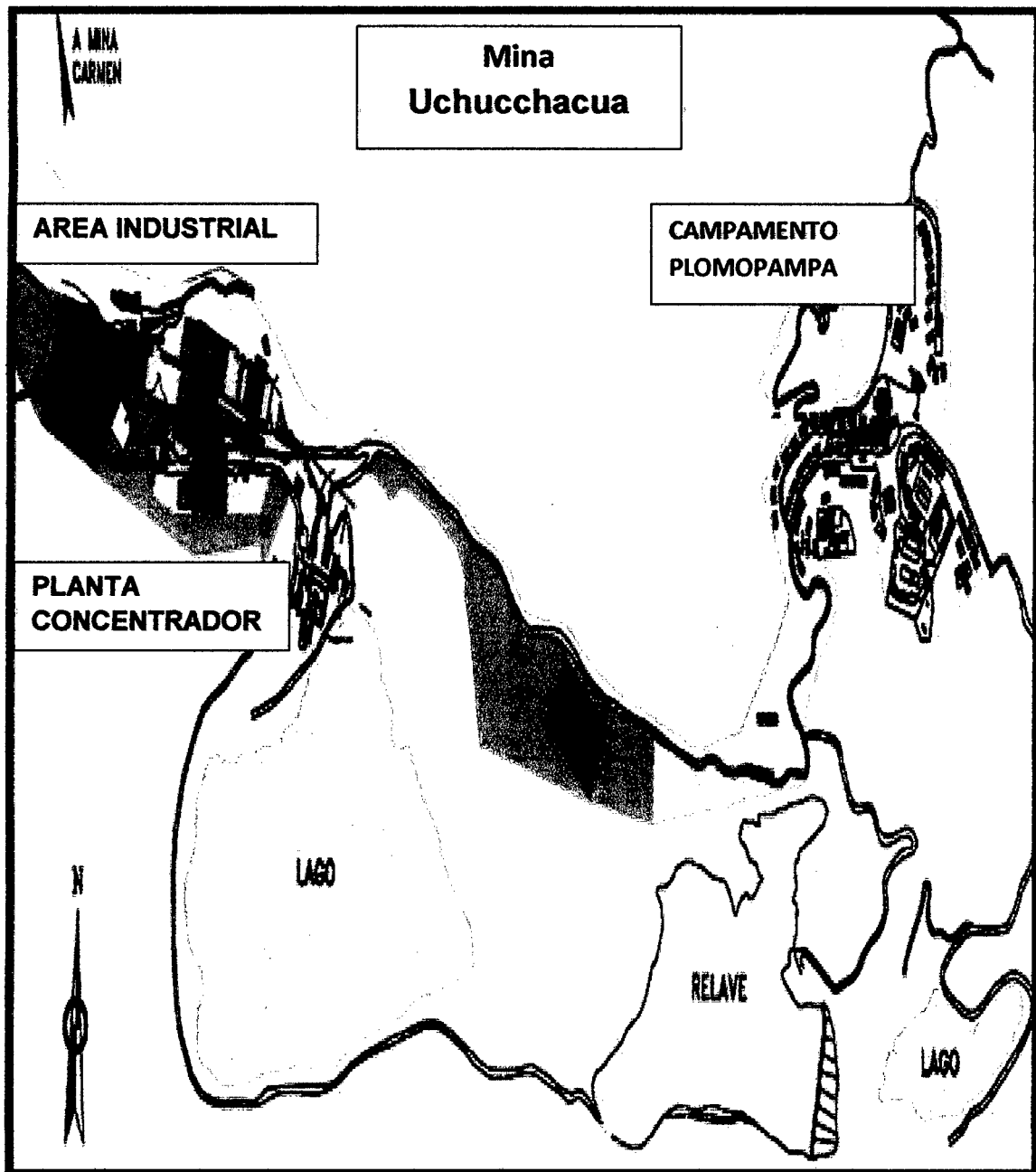


Fig. I-02. Muestra el grafico de ubicación de la zona industrial, campamento Plomopampa, planta concentradora y pozo de relave de la mina Uchucchacua.

Fuente: Oficina de planeamiento de minado Uchucchacua.

## **1.2. Accesibilidad.**

Existen dos vías de acceso del departamento de lima a Uchucchacua. La principal está constituida, en primer término.

- Tramo asfaltada de Abancay- Chalhuanca- Puquio- Nazca – Lima, 16 horas una distancia de 998 Km
- Tramo asfaltado de Lima–Huacho, 4 horas una distancia de 152 km.
- Tramo asfaltado de Huacho–Sayán, 1 hora una distancia de 45 km.
- Tramo asfaltado de Sayán–Churín, 4 horas una distancia de 62 km. y
- Carretera afirmada Churín–Oyón, 2 horas una distancia de 30 km, bien mantenida
- Carretera afirmada de Oyón- Uchucchacua, 2 horas una distancia de 33 Km, bien mantenida. Totalizando un tiempo de 13 horas en 322 km.

El otro acceso asfaltado es el que une.

- Tramo asfaltado de Lima–La Oroya–Cerro de Pasco con 270 km, y
- Tramo afirmado de Cerro de Pasco–Uchucchacua con 120 km, totalizando en 390 km



### **1.3. Fisiografía y topografía.**

La zona muestra en su parte central la divisionaria continental de los Andes angosta y abrupta que llega a los 5000 a 5200 m.s.n.m. Hacia el Oeste, de este lineamiento, se suceden quebradas en “V” y “U” flanqueadas por altos picos y, al Este, una porción de planicie altiplánica también presenta disecciones por numerosas quebradas y con picos sobre los 4 800 m.s.n.m.

### **1.4. Recursos.**

#### **1.4.1. Humanos.**

La fuerza laboral proviene en pequeño porcentaje del lugar y sus alrededores, siendo la mayoría del personal procedente de la zona central, como Huancayo y Huancavelica. Los recursos humanos constituidos por empleados y profesionales, de diferentes carreras profesionales provenientes de Cerro de Pasco, Huánuco, Huancayo, Lima y Arequipa, de manera similar se tienen a los técnicos. Se capacita al personal obrero según sus habilidades, para diferentes áreas y los operadores de las maquinarias pesadas mayormente, son de la provincia de Oyón. En ocasiones la empresa contrata profesionales de Chile y Alemania, para capacitar a sus operadores de máquinas pesadas. Se tiene la siguiente cantidad de personal.

Personal ejecutivo de Cia. 258

Empleados de Cia. 400

Obreros de Cia. 462

Cttas. Mina 630

Cttas. Obrero 300

Cttas. Proyectos 225, un total de 2275 trabajadores.

#### **1.4.2. Clima.**

Las condiciones climáticas en el área de concesión minera es frígido, con estación seca entre los meses de abril a diciembre, donde la temperatura llega hasta -10°C durante la noche y 13 °C durante el día. Entre los meses de enero a marzo se tiene la estación húmeda, donde la temperatura varía de 4 °C a 18 °C, con presencia de lluvias y precipitaciones abundantes de nieve y alrededores, son variadas debido que la altitud es importante en el

clima. Según informes de los mismos pobladores presentan un periodo de lluvias entre los meses de diciembre y abril con fuertes precipitaciones donde estas se manifiestan en estado sólido como granizo o nieve y otro periodo seco de mayo a noviembre con lluvias esporádicas. La temperatura media anual fluctúa entre los 10°C y los 13 °C. Las máximas varían entre 16 °C y 18 °C y las mínimas 7 °C y 4 °C.

### **1.4.3. Fauna y Flora.**

La flora y fauna corresponden al piso ecológico puna o jalca de la cordillera de los andes. Los cerros y praderas están cubiertos por Ichu, pequeñas plantas algunas de ellas con flores atractivas de variada coloración y pequeños cactus. En las partes llanas o bofedales (zonas pantanosas) se desarrollan una gran variedad de gramas. Existen esporádicos arbustos conocido con el nombre de Quenual. La zona por sus características climáticas es hábitat de:

- **Mamíferos:** tarucas (variedad de ciervos), pumas, zorros, vizcachas, vicuña, otros.
- **Aves:** huallatas (fam. Anatidae), patos silvestres, águilas, pequeños gavilanes (Alcamaris), halcones, perdices, otros.

### **1.4.4. Hidrografía.**

Su principal afluente hidrográfica es el río Rímac, que está conformada por los ríos san Mateo y santa Eulalia que van en dirección Este a Oeste desembocando en el Océano Pacífico. También la presencia de algunas lagunas que para consumo humano y uso industrial.

### **1.5. Breve reseña histórica.**

Uchucchacua es un yacimiento polimetálico de Plata, Plomo y Cinc ubicado en la sierra central, cuyo conocimiento data de la época colonial; prueba de ello, son los numerosos trabajos españoles en las áreas de Nazareno, Mercedes, etc.

Huantajalla y Casualidad. En el siglo pasado (XX), la explotación fue continuada por Juan Minaya. Posteriormente, las minas pasaron a manos de los Jungbluth, quienes

continuaron con trabajos en pequeña escala y llegaron a beneficiar mineral en Uchucpatón y Otuto, lugares donde quedan vestigios de antiguos ingenios.

A inicios de 1960, la Cía de Minas Buenaventura inició los trabajos de prospección en la zona. Las condiciones iniciales eran muy difíciles, pues no existía la carretera Oyón - Uchucchacua, la cual fue construida en 1965 y prolongándose, posteriormente, a Yanahuanca. De 1969 a 1973, Buenaventura instaló una planta piloto de 150 TCS, que en principio trató los minerales de las Minas Socorro y Carmen. Los resultados satisfactorios de una intensa campaña de exploraciones con sondajes diamantinos y labores, decidieron la instalación de una planta industrial en 1975 la que fue incrementando su capacidad, conforme la mina crecía, en sus reservas. En la actualidad tiene una capacidad de tratamiento de 3500 TCS/día. Esta producción está sustentada por las minas Carmen y Socorro y se tienen como áreas prospectivas las minas Casualidad, Lucrecia y Huantajalla.

## **1.6. Objetivos del proyecto.**

### **1.6.1. Objetivo general.**

Determinar que con una administración moderna y una planificación adecuada de la maquinaria minera pesada LHD, DUMPER y JUMBO se permitirá optimizar la mecanización y la capacidad de producción de equipos, además de reducir los costos operativos en la mina subterránea de la Unidad de Producción Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura.

### **1.6.2. Objetivo específico.**

- a).- Calcular la distancia promedio de transporte más adecuada, para un óptimo rendimiento de equipos LHD, DUMPER y JUMBO en la U.P. Uchucchacua.
- b).- Comprobar que la pendiente de las vías de transporte para equipos LHD, DUMPER y JUMBOS es un parámetro que contribuye en mejorar la capacidad de transporte mecanizado en la U.P. Uchucchacua.
- c).- Definir que la relación entre la sección de las galerías de transporte y el tamaño de los equipos del SCOOP, DUMPER, JUMBO son parámetros del rendimiento de transporte en minas subterráneas mecanizadas de mediana y gran minería.

d).- Comprobar que los tiempos muertos deben ser mínimos con respecto a los horas programadas durante el turno en el transporte con equipos LHD y DUMPER.

e).- Determinar la correlación que hay entre la ventilación con la potencia del motor de los equipos LHD, DUMPER y JUMBO en la U.P. Uchucchacua.

f).- Plantear que, con una buena administración en los procesos de planeación de equipos LHD, DUMPER Y JUMBO se mejorará la capacidad de producción en la U.P. Uchucchacua.

g).- Con una buena administración en los programas de mantenimiento se mantienen los indicadores por encima de 85%.

h).- Con una administración moderna se controla mejor la vida útil de los equipos.

### **1.7. Método de trabajo.**

La metodología de trabajo aquí usada comprende tres etapas:

La primera parte del proyecto consta de una recolección de información; durante esta etapa, se recogió información topográfica del área en estudio, información geológica-geoestructural del yacimiento a explotar. Dichas informaciones apoyarán a todos los proyectos de trabajo.

La segunda parte es la evaluación de la información sobre la administración de las máquinas pesadas. Durante esta etapa, la información inicial será puesta al servicio de la evaluación de la capacidad de rendimiento para una óptima producción.

La tercera parte es la evaluación financiera del proyecto que comprende:

El cronograma de trabajo, el costo de operación del proyecto.

### **1.8. Disponibilidad de mano de obra.**

En la unidad de producción Uchucchacua, por la presencia de las diferentes empresas mineras especializadas, la disponibilidad de profesionales, técnicos y obreros calificados están en la orden de sus servicios; además de contar con la mano de obra no calificada de la zon, por lo que la disponibilidad no es escasa.

### **1.9. Compromiso con las comunidades.**

La presencia de la compañía minera Buenaventura, unidad de producción Uchucchacua, ha generado una serie de ventajas positivas como: el empleo de mano de obra.

Mejoramiento continuo en la infraestructura vial, eléctrica y de servicios, incremento de los niveles de producción y productividad de las actividades agrícolas y pecuarias a través de programas de capacitación y apoyo técnico como también la búsqueda de mercado para sus productos.

### **1.10. Método de explotación.**

#### **1.10.1. Corte y relleno ascendente.**

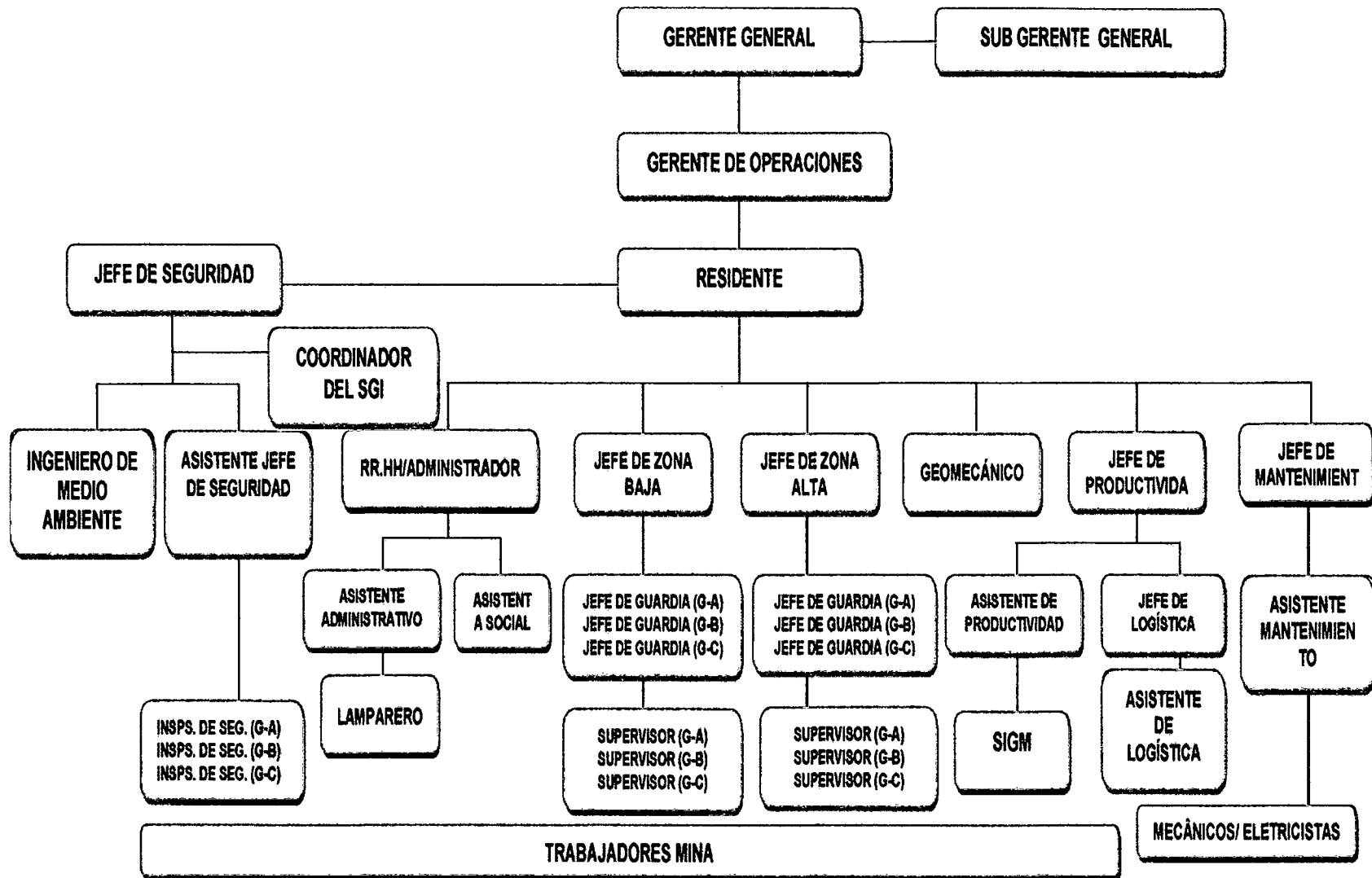
Este método también se denomina como “Over Cut and Fill”. El minado de corte y relleno es en forma de tajadas horizontales comenzando del nivel más bajo del tajo avanzando hacia arriba. Donde el mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo. Cuando toda la tajada ha sido disparada, el volumen extraído es rellenado con un material estéril para el soporte de las cajas, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada. El material de relleno puede ser de roca estéril proveniente de las labores de desarrollo. La explotación por corte y relleno constituye un método particularmente flexible de operar y se adapta a los yacimientos irregulares.

Corte y relleno ascendente debido a la irregularidad de su mineralización.

- Perforación horizontal con jumbos, upper drill y perforadoras jackleg.
- Voladura controlada.
- Sostenimiento con split sets, cuadros de madera, shotcrete, cimbras, gatas de fricción, Wood Packs, pernos de anclaje y mallas electrosoldadas.
- Acarreo con Scoop, transporte con camiones de bajo perfil de 20 Tn de capacidad o locomotoras de batería y trolley con carros U 35, Granby.
- Izaje a través de dos Piques: Master shaft y Pique Luz
- Drenaje del agua de la mina por gravedad a través del túnel Patón con una longitud de 4560 mts.
- Relleno de los tajeos: 80% detrítico y 20 % hidráulico.

#### **1.11. Organización.**

La organización y la administración de la mina, se presenta en el siguiente cuadro:



## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GEOLÓGICOS.**

#### **2.1. Antecedentes.**

Se tiene conocimiento que, Uchucchacua es un yacimiento polimetálico de plata, plomo y cinc. Cuyos trabajos data de la época colonial con algunos afloramientos mineralizados; prueba de ello, son los numerosos trabajos españoles en las áreas de Nazareno, Mercedes, Huantajalla y Casualidad. En el siglo pasado (XX), la explotación fue continuada en forma artesanal por Juan Minaya. Posteriormente, las minas pasaron a manos de los Jungbluth, quienes continuaron con trabajos en pequeña escala y llegaron a beneficiar mineral en Uchucpatón y Otuto. Investigaciones posteriores con resultados satisfactorios de una intensa campaña de exploraciones con sondajes diamantinos y labores, decidieron la instalación de una planta industrial en 1975 la que fue incrementando su capacidad, conforme la mina crecía, en sus reservas. En la actualidad tiene una capacidad de tratamiento de 3500 TCS/día. Esta producción está sustentada por las minas Carmen, Socorro y Huantajalla. Se tienen como áreas prospectivas las minas Casualidad, Lucrecia.

## **2.2. Geología general.**

En el distrito minero de Uchucchacua se presentan varias clases de mineralizaciones siendo las principales las vetiformes con relleno de fracturas, las vetas son de carácter mesotermal que indica su gran profundidad de mineralización y las de reemplazamiento. También existen mantos no reconocidos y brechas hidrotermales, todos ellos con diferentes características y grados de mineralización.

## **2.3. Geología local.**

Las rocas que contienen las dos formas de mineralización están formadas por una secuencia plegada de sedimentos cretáceos continentales, en los extremos este y oeste de la mina, conocidos como formación patón, con dos miembros litológicos: el miembro inferior “capas rojas patón”, formado por areniscas, Limonitas y Lutitas rojizas, con algunos niveles de calizas blanquecinas y el miembro superior conocido como conglomerado Carmen, formado por areniscas arcillosas Silicificadas de color rojizo, blanqueadas por efecto de la alteración hidrotermal, con algunos horizontes lenticulares de conglomerados. Los rodados de estos conglomerados son muy redondeados, de un tamaño bastante uniforme compuesto principalmente por cuarcitas de grano fino de la formación Goyllarizquisga, y en menor proporción por calizas de la formación Jumasha, areniscas arcillosas pertenecientes a las capas rojas y aún en menor proporción por Chert que se supone sean inclusiones de las calizas Jumasha; es en este miembro donde se encuentra emplazada los cuerpos mineralizados. Es importante indicar que las vetas en las capas rojas forman pequeños lazos sigmoide y fracturamientos con relleno de mineral y en el conglomerado Carmen forman cuerpos de mineral rellenando la matriz de los conglomerados.

Ligeramente concordantes se presentan las rocas de la formación Carlos francisco, compuestas al piso por el “conglomerado Tablachaca” con clastos redondeados de cuarcita, volcánicos andesíticos y menor cantidad de clastos calcáreos; y al techo de la secuencia, se presenta un conjunto de derrames volcánicos andesíticos e intrusiones subvolcánicas que en conjunto afloran en la parte central y superior de Uchucchacua.

Intrusiones hipabisales, dioríticas porfiríticas a granodioríticas, se presentan en el sector central y noreste de la zona de vetas, conocidos como pórfidos taruca y victoria.

#### **2.4. Geología regional.**

La subducción de la placas continental y de la placa oceánica, ha producido fases compresivas y distintivas comprometidas en la evolución de los andes. La característica de este fenómeno se evidencia en una serie de detalles estructurales de diversa magnitud, afectando a las rocas sedimentarias de la zona de Uchucchacua. El aspecto estructural es de suma importancia en Uchucchacua y así lo refiere el siguiente extracto: “La génesis del yacimiento de Uchucchacua está relacionado a una estructura geológica principal de nuestros andes”, evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros. Es también evidente que esta actividad magmática ha traído consigo la formación de yacimientos minerales importantes. La composición de las rocas intrusivas encontradas en Uchucchacua es de acidez intermedia.

La mineralización de las vetas la constituye, rodocrosita con intercalaciones de Johansonita, calcita y núcleos de cuarzo, esfalerita, galena, calcopirita, tetraedrita, y en menor porcentaje proustita, pirargirita, polibasita y electrum. Las gangas son pirita, cuarzo, y carbonatos. Caliza - calcita 72%, cuarzo, óxidos de Fe, donde el yacimiento es del tipo "cordillerano" con minerales de plata, plomo, zinc y cobre, cuya mineralogía debe cambiar de acuerdo al zonamiento vertical y posiblemente horizontal. Debido al carácter mesotermal de las vetas estas van a tener una gran extensión vertical que alcanzarían al menos 2,000 m. debajo de la altura referencial 4,400 m.s.n.m., es una altura promedio donde se inicia la mineralización económica hacia niveles inferiores.

Este distrito minero ha sido estudiado desde la época de la compañía minera cerro de Pasco Corporation, pero los estudios se centraron principalmente en la zona Nor-Oeste del distrito donde se ubican las principales vetas: "Carmen"; "socorro"; "Huantajalla", "Ana Lucia", "Lucrecia" que en la actualidad son las principales vetas productoras de la Compañía minera Uchucchacua.

#### **2.4.1. Afloramientos.**

En la extensa zona, la compañía minera buenaventura unidad de producción de Uchucchacua se han mapeado diversos tipos de afloramientos, desde simples fracturas y vetas poco perceptibles rellena con poca ganga mayormente roca alterada (Caolinizado-Argilizado) hasta vetas anchas rellenas con carbonatos, cuarzo y sulfuros.

Las vetas y fracturas mayores forman un marco estructural interesante y están controladas por el gran sinclinal Pumatarea- Aguascocha, así como el anticlinal de Cachipampa y Pucush y el sinclinal de Antuquito.

#### **2.4.2. Litología.**

Los aspectos litológicos generales han sido realizados en estudios anteriores, pero faltan estudios especiales como columna estratigráfica y análisis de facies en las Formaciones Uchucchacua, Chacua, Patón, etc. en el campo se puede observar que la formación Patón tiene horizontes guías (Key Beds); igualmente hay varias facies de sedimentación. En la secuencia de rocas volcánicas falta diferenciar los ambientes de emplazamientos, los horizontes de estratificación, los contactos, etc. son aspectos de importancia en la exploración minera.

#### **2.5. Geología estructural.**

El aspecto estructural es uno de los factores más importantes en la mina buenaventura en la unidad de producción de Uchucchacua, los múltiples movimientos durante la tectónica andina han generado la formación del marco estructural presente en la zona, aprovechando de estas grandes zonas débiles previamente formadas, la actividad magmática del mioceno tardío ha permitido el emplazamiento de intrusivos ácidos que son los causantes de la mineralización.

El sistema de esfuerzos producidos en los ciclos de la tectónica andina, en el terciario y pleistoceno en el centro del Perú en especial en la región de Uchucchacua, san Cristóbal y Morococha ha formado un sistema de estructuras extensas con pliegues, fallas y fracturas. Es importante mencionar que estas estructuras controlan el emplazamiento de los intrusivos y la mineralización de las vetas.

### **2.5.1. Pliegues.**

Las fases compresivas han plegado los sedimentos cretáceos formando los anticlinales de Cachipampa, Pucush y Patón, en una orientación NW – SE e inclinados hacia su flanco occidental. En menor magnitud se tiene zonas disturbadas locales asociados a los plegamientos mayores.

La presencia de la tectónica andina en el yacimiento metalífero ha creado sistemas de plegamientos principales donde el minado está expuesto a zonas susceptibles a la ocurrencia de los estallidos de rocas. Las fases compresivas han plegado los sedimentos cretáceos formándolos anticlinales de Cachipampa, Pucush y Patón, en una orientación NW – SE e inclinados hacia su flanco occidental. En menor magnitud se tiene zonas disturbadas locales asociados a los plegamientos mayores.

### **2.5.2. Fallas.**

El área ha sido afectada por numerosas fallas en diversas etapas, en el ámbito regional se observa que, las de mayor magnitud, son transversales al plegamiento desplazando en ese sentido, aunque también los movimientos verticales son importantes.

#### **a).- Falla Mancacuta.**

Pasa por el lago del mismo nombre, esta tiene un movimiento principal dextral, el rumbo es de N – 45 – E, aproximado y de alto ángulo; corta y desplaza a las estructuras de Uchucchacua y patón conformados por sus respectivas unidades litológicas.

#### **b).- Falla Socorro.**

Del mismo sistema que la anterior, también dextral, se le estima un desplazamiento horizontal de 550 m., está muy relacionada por esta última en su extremo S – O. Esta falla y sus estructuras asociadas son importantes ya que están íntimamente ligadas a los procesos de fracturamiento secundario y actividad hidrotermal de Uchucchacua.

**c).- Falla Uchucchacua.**

Tiene un rumbo casi N – S y buzamiento de alto ángulo, con movimiento dextral y desplazamiento vertical de casi 500 m. convergiendo hacia el norte con la falla Mancacuta.

**d).- Falla Cachipampa.**

Surge entre la intersección de las fallas Uchucchacua y Socorro con un rumbo promedio de N – 45 – E, y alto ángulo de buzamiento. Tiene un movimiento dextral controlando al sistema de vetas del área de Socorro

**e).- Falla Patón.**

Tiene un rumbo promedio de N – 65 – E, con un desplazamiento de gran magnitud tanto en vertical como en horizontal; en este último, en sentido dextral. Se muestra vertical a la altura de Otuto e inclinado, progresivamente, hasta los 40 – NW en su extremo NE.

**2.5.3. Fracturas.**

**a).- Fracturamiento de Uchucchacua.**

Un fracturamiento secundario en el aspecto estructural regional, pero de suma importancia económica, es el que se muestra alrededor de las fallas.

Uchucchacua y Socorro que tiene importante relación genética y vertical; otras son fisuras tensionales de limitada longitud y producto del movimiento de las anteriores. Localmente, se ha determinado tres sistemas: El primero, de sentido NE – SW predominando en las zonas de Socorro y Casualidad, en Carmen predominan fracturas de rumbo E – W, e indistintamente, en las tres zonas existen fracturas NW – SE. Todas ellas, de diversa magnitud, han sido afectadas por actividad hidrotermal.

**2.5. Columna estratigráfica.**

Para detallar la columna estratigráfica de Uchucchacua, las rocas predominantes corresponden a las sedimentarias del cretáceo. Sobre ellas se tienen al volcánico

terciario y, atravesando ambas, se observan dos tipos de intrusivos. Coronando la secuencia, figuran depósitos aluviales y morrénicos. La mineralización de las vetas de la mina Socorro se ha emplazado en la formación Jumasha medio, horizonte favorable para la mineralización de diversas vetas y cuerpos de Uchucchacua. Se mencionarán, más adelante, las diferentes formaciones rocosas que conforman la columna estratigráfica de Uchucchacua, detallando la formación Jumasha.

Según la columna estratigráfica de la región está conformada principalmente por areniscas, lutitas calcáreas, calizas brechas, y rocas volcánicas de textura afanítica y porfírica, tufos y lavas, los cuales alcanzan una potencia aproximada de 5,450 metros, presentado en la figura II-04.

ERA	SIST	SERIE	PISO	ML AÑOS	LITOLÓGIA	POTENCIA mts	FORMACIÓN	CARACTERÍSTICAS
	CUATERNARIO			1				D. ALU Y MORRE
CENOZOICO	TERCIARIO	NEOCENO	PLIOCENO	30		500	CALPUY VOLCANICOS UCHUCHOJA	PIRUCLASTICOS-DERRAVES PORFIDO-DACTICOS ANDESTICOS-INTRUSIVOS
			MIOCENO					
		PALEOCENO	OLIGOCENO	69		1000	CASAPALCA	LUITTAS ARENSCAS Y CONGLOMERADOS
			EOCENO					
			PALEOCENO					
MESOZOICO	CRETACIO	SUPERIOR	DORNONIANO	80	120	CELENDIN SUPERIOR	LUITTAS Y MARGAS	
			CAMPANIANO					
			SANTONIANO					
			CONIADANO					
		SUPERIOR	TURONIANO	86	1460	JUMASHA SUPERIOR	CALIZAS AFANTICAS	
			JUMASHA MEDIO					CALIZAS GRIS ALTERADAS CON CALIZAS NODULOSAS
			JUMASHA INFERIOR					CALIZAS, MARGAS Y SILEX ALTERADAS
		INFERIOR	ALBIANO	95	50	PARIATAMBO	LUITTA CARBONOSA	
			APTIANO					200
			INFERIOR	BARRENEANO	110	600	CARIHUAS	ARENASCAS Y LUITTAS
				SANTA				
			INFERIOR	VALANGINEANO	110	500	CHIMU	CUARCITAS
				OYÓN				

Fig. II-04. Muestra la columna estratigráfica de la unidad de producción de Uchucchacua, de la compañía minera Buenaventura.

Fuente: INGEMET.

### **2.6.1. Grupos.**

#### **a).- Grupo Goyllarisquizga.**

Está integrado por las siguientes unidades: formación Oyón, Chimú, Santa, Carhuáz y Farrat. Constituido por lutitas gris oscuras, areniscas y capas de calizas carbonosas andracíticas. Poseen una potencia promedio de 1620 mts.

#### **b).- Grupo Machay.**

Integrado por las formaciones Pariahuanca, Chulec y Pariatambo; estas se caracterizan por la presencia de lutitas, margas y calizas de estratificación delgada. Poseen una potencia total de 200 mts.

### **2.6.2. Formaciones.**

#### **a).- Formación Jumasha.**

Potente secuencia de calizas gris claro en superficie intemperizada y gris oscuro en fractura fresca. Constituye esta la mayor unidad calcárea del Perú central. Se le subdivide en tres miembros limitados por bancos finos de calizas margosas beige.

##### **❖ Jumasha inferior.**

Alternancia de calizas nodulosas con sílex y calizas margosas que alcanzan los 570 ms. de potencia.

##### **❖ Jumasha medio.**

Calizas grises alternadas con calizas nodulosos y algunos horizontes margosos. Se le estima 485 mts de potencia. En esta formación se ha emplazado la mineralización de la mina Socorro.

##### **❖ Jumasha superior.**

Calizas de grano fino con una base de esquistos carbonosos, coronados por calizas margosas. Se le estima una potencia de 405 mts. Los afloramientos del Jumasha son los más extendidos en el área y ha sido posible diferenciarlos dada la ubicación de muchos horizontes fosilíferos guías.

### **b).- Formación Celendín.**

Es una alternancia de calizas margosas, margas blancas y lutitas calcáreas nodulares de color marrón, que sobreyacen concordantemente al Jumasha. Esa está formada por las siguientes unidades: Celendín inferior y superior. Poseen una potencia de 220 mts.

### **c).- Formación Casapalca.**

Está constituido por lutitas, areniscas y conglomerados rojizos, con ocasionales horizontes lenticulares de calizas grises. La suavidad y su fácil erosión han permitido la formación de superficies llanas. Posee una potencia de 1,000 mts.

## **2.7. Volcánicos.**

### **2.7.1. Volcánicos Calipuy**

Se encuentran discordantemente sobre la formación Casapalca y es un conjunto de derrames andesíticos y piroclásticos de edad terciaria. Su espesor se estima en 500 mts.

## **2.8. Intrusivos.**

Pórfidos de dacita que forman pequeños stocks de hasta 30 metros de diámetro. Asimismo, aparecen diques y apófisis de dacita distribuidos irregularmente que afectan a las calizas Jumasha-Celendín. Estos intrusivos forman aureolas irregulares de metamorfismo de contacto en las calizas.

## **2.9. Cuaternario.**

### **2.9.1. Depósitos morrénicos.**

Por encima de los 3,800 m.s.n.m, el área sufrió los efectos de la glaciación pleistocénica, formando valles en “U”, en cuyo fondo y laderas se depositaron morrenas que, en muchos casos, represaron el hielo fundido. Estos depósitos están conformados por un conjunto pobremente clasificado de cantos grandes en matriz de grano grueso a fino generalmente anguloso y estriado.

### **2.9.2. Depósitos aluviales.**

Se encuentran ampliamente extendidos y son de varios tipos como: Escombros de ladera, flujos de barro, aluviales de río. La naturaleza de estos elementos es la misma de las unidades de roca circundante.

### **2.10. Geología económica.**

Uchucchacua es un yacimiento polimetálico del tipo “Cordillerano”; la mineralogía está representada por una mena abundante de esfalerita, tetraedrita, calcopirita, galena y como mena de ganga pirita, cuarzo, calcita y rodocrocita.

Esta se presenta de manera principal en vetas que han sido formadas por el relleno de fracturas. Las vetas son de carácter mesotermal lo cual indicaría su gran profundidad de mineralización.

En las rocas sedimentarias se emplazan cuerpos mineralizados de forma muy irregular, producto del re-emplazamiento de la matriz calcárea por soluciones hidrotermales. Con presencia de alteración propilítica y silicificación muy leve a regular estos se encuentran adyacentes a las vetas.

#### **2.10.1. Elementos económicos;**

Plata con 18 Oz/ TM en promedio

Cinc con 1.41% de Zn en promedio

Plomo con 0.99% de Pb en promedio

Hierro con 4.69% de Fe en promedio

Manganeso con 14.25% de Mn en promedio

#### **2.10.2. Estructuras mineralizadas.**

- La mineralización se presenta de tres tipos: Stock Works y disseminaciones laterales a las vetas.
- Vetillas y disseminaciones concordantes con la estratificación de areniscas y conglomerados.

➤ Sulfuros masivos concordantes con niveles de conglomerado.

Los cuerpos mineralizados son depósitos formados por relleno de cavidades y por reemplazamiento metasomático, en areniscas y conglomerados de la formación Plomopampa, tienen forma irregular. Los cuerpos reconocidos a la fecha son: Socorro, Carmen, Huantajalla, Lucia, Esperanza piso, Sofía, Chiara, Vera, Negrita, Vivian, Patty, Escondida y las rocas encajonantes son: capas rojas del miembro Plomopampa, conglomeradas del miembro Carmen y volcánicas de formación Carlos Francisco.

La alteración hidrotermal fue de bajo grado, la alteración propilitica consiste mayormente de epidotización, piritización, calcitización y silicificación.

**a) Cuerpos de mineral.**

En la zona de cuerpos, la mina Uchucchacua es productora principal de plata y en menor cantidad cinc, plomo (galena), y cobre (calcopirita). Los minerales de ganga están representados principalmente por piritita, calcita, rodocrosita, rodonita y cuarzo.

**b). Vetas.**

La mineralización se presentan mayormente en estructuras (vetas) de dimensiones variadas, en algunas ocasiones llega hasta 30 m con inclinaciones variadas.

**c). Brechas.**

La mineralización en las brechas estaría relacionada a las fracturas que pasan por la brecha. Estas fracturas sirven de conducto a través del cual circularon las soluciones hidrotermales. La brecha hidrotermal Huayracancha puede tener importancia si está controlada por fallas que serían el conducto a través del cual pueden ascender soluciones mineralizantes cuando las circunstancias lo permitan se podría explorar con perforación diamantina.

## 2.11. Mineralogía.

2.11.1. **Minerales de mena.** Tetraedrita, bornita, esfalerita, tenantita, calcopirita, marmatita.

2.11.2. **Minerales de ganga.** Calcita, rodocrocita, cuarzo, pirita, hematita, especularita.

## 2.12. Reservas de la mina.

Reservas de mineral Noviembre 2011

<b>MENA</b>					
<b>MINA</b>	<b>T.C.S</b>	<b>Oz. Ag</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Mn</b>
<b>CARMEN</b>	2,103,550	20.3	1.61	1.88	10.4
<b>SOCORRO</b>	3,512,905	17.8	1.02	1.59	14.13
<b>CASUALIDAD</b>	2,451,540	11.3	3.91	3.44	3.75
<b>HUANTAJALLA</b>	2,191,660	20.4	2.22	2.33	2.64
<b>TOTAL</b>	<b>10,259,655</b>	<b>17.45</b>	<b>2.19</b>	<b>2.31</b>	<b>7.73</b>

<b>MARGINAL</b>					
<b>MINA</b>	<b>T.C.S</b>	<b>Oz. Ag</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Mn</b>
<b>CARMEN</b>	260,270	10.6	1.43	1.78	6.28
<b>SOCORRO</b>	1,729,125	11.6	0.57	1.21	19.1
<b>CASUALIDAD</b>	160,540	9.7	1.57	2.6	5.49
<b>HUANTAJALLA</b>	16,695	10.2	1.73	2.14	2.03
<b>TOTAL</b>	<b>2,166,630</b>	<b>10.53</b>	<b>1.33</b>	<b>1.93</b>	<b>8.23</b>

<b>TOTAL MENA + MARGINAL</b>	<b>12,426,285</b>	<b>13.99</b>	<b>1.76</b>	<b>2.12</b>	<b>7.98</b>
------------------------------	-------------------	--------------	-------------	-------------	-------------

<b>MINERAL PROSPECTIVO</b>					
<b>MINA</b>	<b>T.C.S</b>	<b>Oz. Ag</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Mn</b>
<b>CARMEN</b>	423,380	15.7	2.4	2.5	8.4
<b>SOCORRO</b>	285,990	13.4	1.4	1.6	16.9
<b>CASUALIDAD</b>	81575	13.3	2.4	2.7	8.21
<b>HUANTAJALLA</b>	362,220	16.3	2.9	2.9	2.7
<b>TOTAL</b>	<b>1,153,165</b>	<b>14.67</b>	<b>2.3</b>	<b>2.43</b>	<b>9.01</b>

<b>MINERAL POTENCIAL</b>					
<b>MINA</b>	<b>T.C.S</b>	<b>Oz. Ag</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Mn</b>
<b>CARMEN</b>	101,095	16.6	1.5	1.3	13.5
<b>SOCORRO</b>	54,690	15.1	0.4	0.6	2.7
<b>HUANTAJALLA</b>	64,935	28.7	0.8	1.3	2.7
<b>TOTAL</b>	<b>220,720</b>	<b>20.13</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>6.3</b>

<b>TOTAL PROSP + POTENC.</b>	<b>1,373,885</b>	<b>17.4</b>	<b>1.6</b>	<b>1.8</b>	<b>7.7</b>
------------------------------	------------------	-------------	------------	------------	------------

<b>RESERVAS</b>	<b>T.C.S</b>	<b>Oz. Ag</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Mn</b>
<b>MENA + MARGINAL</b>	12,426,285	13.99	1.76	2.12	7.98
<b>PROSP + POTENC.</b>	1,373,885	17.4	1.6	1.8	7.7
<b>TOTAL</b>	<b>13,800,170</b>	<b>16.01</b>	<b>1.7</b>	<b>1.96</b>	<b>7.84</b>

**Cuadro. II-03.** Muestra la cantidad de la reserva del yacimiento de la unidad de Uchucchacua.

### 2.13. Vida de la mina.

La vida de la mina Uchucchacua está calculada aproximadamente 12 a 15 años, con una explotación de 3000 TCS a 3500 TCS diarias.

## CAPÍTULO III

### ADMINISTRACIÓN DE MAQUINARIAS PESADAS.

#### 3.1. Generalidades.

##### 3.1.1. Administración de maquinarias pesadas.

La administración moderna es el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar el uso de las maquinarias pesadas con un programa de mantenimiento preventivo y los controles diarios en las actividades de trabajo en interior mina, que tiene el propósito de lograr los objetivos o metas de la organización de manera eficiente; es decir, lograr los objetivos de mejorar los indicadores mecánicos, en donde los equipos serán confiables.

- **Según Alberto Benavides de la Quintana**, la administración es "el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales". (dueño de la compañía de Minas Buenaventura)
- **Según Díez de Castro, García del Junco, Martín Jiménez y Perriáñez Cristóbal**, la administración es "el conjunto de las funciones o procesos básicos (planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar) que, realizados convenientemente, repercuten de forma positiva en la eficacia y eficiencia de la actividad realizada en la organización". (Asesores de la compañía de Minas Buenaventura).



Fig. III- 5. Muestra la administración y sus elementos de aplicación para una empresa de éxito.

### 3.1.2. Elementos de administración de maquinarias pesadas.

#### a). Planificación:

Consiste básicamente en elegir y fijar los programas de mantenimiento, control de la vida útil de los componentes mayores, control de los programas de mantenimiento de las vías de transporte, para lograr misiones y objetivos de la organización. Después, determinar las políticas, proyectos, programas, procedimientos, métodos, presupuestos, normas y estrategias necesarias para alcanzarlos, incluyendo además la toma de decisiones al tener que escoger entre diversos cursos de acción futuros.

Planeamiento o planificación, en el sentido más universal, implica tener uno o varios objetivos a realizar junto con las acciones requeridas para concluirse exitosamente. Va de lo más simple a lo complejo, dependiendo el medio a aplicarse.

**b). Organización:**

Consiste en determinar qué tareas hay que hacer, quién las hace, cómo se agrupan, quién rinde cuentas a quién y dónde se toman las decisiones. El área de planeamiento de maquinarias pesadas es el encargado de realizar esta organización a cargo del gerente de mantenimiento, supervisores e inspectores de las maquinarias pesadas.

**c). Dirección:**

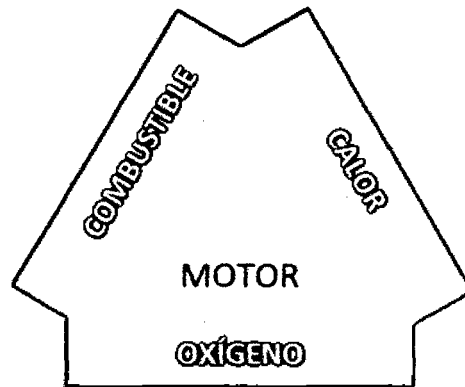
Es el hecho de influir en los individuos para que contribuyan a favor del cumplimiento de las metas organizacionales y grupales; por lo tanto, tiene que ver fundamentalmente con el aspecto interpersonal de la administración dirigido bajo el control de la supervisión.

**d). Control:**

Consiste en medir y corregir el desempeño individual y organizacional para garantizar que los hechos se ajusten a los planes. Implica la medición del desempeño con base en metas y planes, la detección de desviaciones respecto de las normas y la contribución a la corrección de éstas.

**3.1.3. Maquinarias pesadas de motor diesel.**

Toda máquina de motor diesel o combustión interna, requieren tres elementos fundamentales como calor, oxígeno y combustible; para transformar la energía térmica o calorífica a una energía mecánica o cinética de movimiento.



**Fig. III-6.** Muestra elementos indispensables de motor diesel para generar la energía mecánica.

Fuente: Elaboración propia.

Las maquinarias que trabajan en minas subterráneas necesitan una buena ventilación u oxigenación para que puedan trabajar con eficiencia. Uno de los componentes llamado bomba de inyección es el encargado de suministrar en proporciones iguales el oxígeno y el combustible; que pasa cuando no hay una buena ventilación; Ocurre las siguientes consecuencias.

- ❖ Incremento de la temperatura del motor
- ❖ Incremento de la temperatura de transmisión
- ❖ Mayor consumo de combustible
- ❖ Mayor emanación de monóxido de carbono
- ❖ Contaminación de los ambientes de trabajo

#### **A.- DUMPER (Camión de bajo perfil)**

Los Camiones de Bajo Perfil son principalmente necesarios en labores de subsuelo, debido al tamaño limitado de las labores. Debido a la posición del asiento del operario, puede viajar en marcha adelante así como en marcha reversa. Existen variedad de modelos y marcas, Como se ve en el cuadro adjunto. III-04.

### A.1. Características de camión de bajo perfil.

- El camión articulado de alta capacidad está diseñado para minado de vetas angostas y ofrece alta maniobrabilidad en lugares confinados.
- Su alta relación potencia/peso asegura la subida veloz en rampas empinadas.
- Transmisión y ejes planetarios Clark-Hurth.
- Oscilación central con rodamiento de rodillos de gran tamaño y alto rendimiento, para mínimo rendimiento, mínimo mantenimiento, manejo suave y excelente contacto de las cuatro ruedas en terrenos desnivelados.
- Bastidores diseñados y fabricados para resistir los altos impactos en las aplicaciones mineras, cubierto por garantía de cinco años.
- Tolva reforzada y fabricada en aleación, resistente al impacto y al desgaste para una larga vida.
- Descarga rápida y limpia gracias al perfil del piso y al ángulo de descarga de 70° amplio compartimiento para el operador, con asiento lateral para una visibilidad óptima y operación vi-direccional. Existen variedad de modelos y marcas, Como se ve en el cuadro adjunto III-04. Y una articulación de 42°. Ver anexo las figs. III-07, III-08 y III-09

EQUIPO				MOTOR			
DUMPER	MARCA	MODELO	CAP. TM	MARCA	MODELO	POT.	RPM
DUMPER	TAMROCK	EJC 417	20 Tm	CAT	3306	210 HP	2200
DUMPER	ATLAS COPCO	MT 420	20 Tm	CAT	3306	220 HP	2200
DUMPER	PAUS	PMKT-8000	20 Tm	DEUTZ	BF6M 1013	165KW	2300
DUMPER	SANDVIK	TH 320	20 Tm	DEUTZ	414M	220 HP	2300

**Cuadro. III-04.** Muestra las características de los modelos y marcas de los equipos de Dumper.

Fuente: Ferreyros, Sandvik y Atlas Copco.

## A.2. Componentes del equipo.

Nº	ELEMENTO	PROPOSITO
1	Bastidor delantero	Aloja el motor, el convertidor de torque, la transmisión, tanque de refrigerante y compartimiento del operador.
2	Área de articulación central	Conecta bastidores posterior y delantero y los colectores de lubricación.
3	Bastidor posterior	Contiene el eje posterior, la caja volcadora y los cilindros volcadores.
4	Compartimiento del operador	Asiento del operador y todos los mandos necesarios.
5	Tanque del combustible	Contiene la provisión necesaria para el equipo.
6	Tanque hidráulico	Contiene la provisión necesaria para el equipo.
7	neumáticos	Soportan el peso del equipo y su carga

**Cuadro. III-05.** Muestra los componentes del camión de bajo perfil. Ver anexo fig. III-10

Fuente. Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194

## A.3. Orientación del equipo.

- La parte delantera es el extremo del motor del equipo
- La parte posterior es el extremo de la caja volcadora del equipo
- Se hace referencia a la derecha y a la izquierda del equipo, considerados desde la parte posterior mirando hacia adelante.
- El compartimiento del operador está en lado izquierdo del equipo
- El tanque hidráulico se encuentra sobre el lado derecho del equipo.

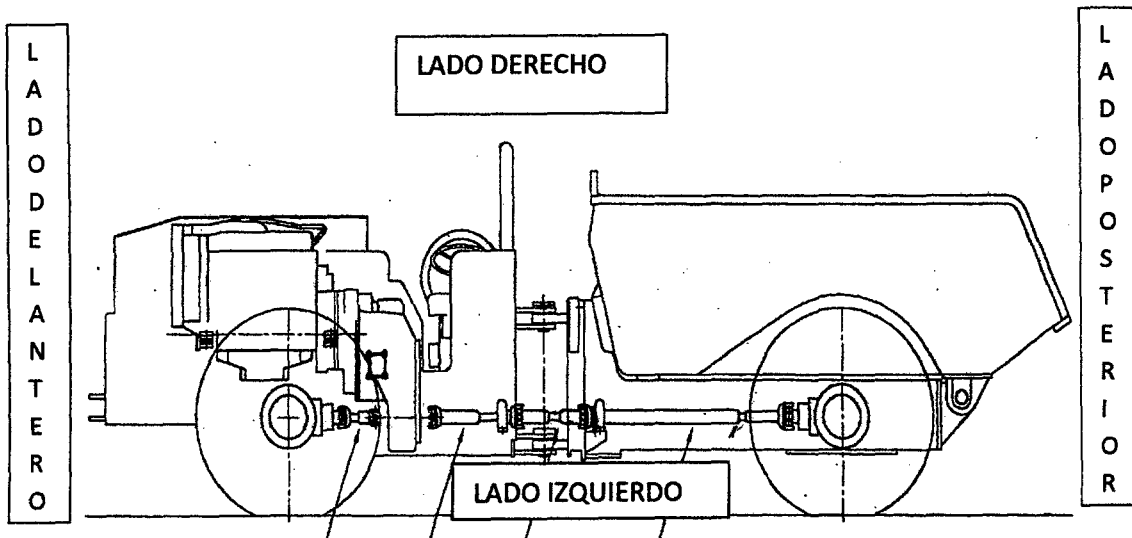


Fig. III-11. Muestra la orientación de equipo.

Fuente. Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194

#### A.4. Dimensiones del camión de bajo perfil.

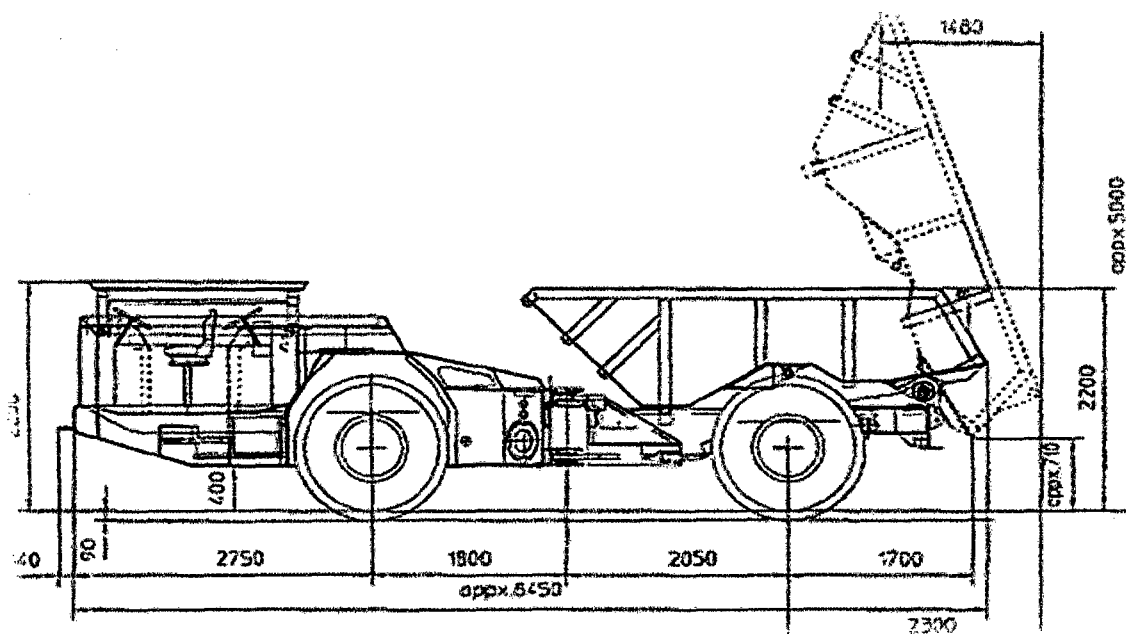


Fig. III-12. Muestra las dimensiones en la posición como se ve.

Fuente. Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194.

## **B.- SCOOP TRAM LHD (Cargador de bajo perfil)**

**Concepto de LHD.** Son equipos de bajo perfil, Equipos pesados cuyo principal objetivo es la extracción y transporte de mineral. Su alta relación potencia/peso asegura la subida veloz en rampas empinadas. Puede considerarse como un volquete articulado que está diseñado para minado de vetas angostas y ofrece alta maniobrabilidad en lugares confinados.

El significado de equipo LHD (Load Haul Dump), traducido al español es:

**Cargar.-** Cargar una cantidad grande de material (Load).

**Transportar.-** Transportar el material a un área específica (Haul).

**Descargar.-** Descargar la carga en un camión o en un área específica (Dump).

### **B.1. Características de cargador de bajo perfil.**

- Son equipos sobre llantas y tienen propulsión en las cuatro ruedas.
- Son angostos y bajos, de tal manera que pueden trabajar en lugares donde hay limitaciones de espacios.
- Tienen articulación central de 42° y dirección hidráulica que facilita su manejo y giro en curvas o ambientes cerrados.
- Orientación bidireccional, con el mismo número de cambios de velocidad hacia adelante y hacia atrás, que les permite tener la misma velocidad en ambos sentidos.
- La posición lateral del operador le permite con la misma comodidad y visibilidad en ambos sentidos.
- Sus componentes son de construcción robusta, en comparación con equipos de superficie.
- Durante el viaje, la cuchara cargada y brazos se apoyan en la estructura principal, no en los cilindros hidráulicos
- Pueden ser manejados a control remoto, cuyo límite depende de la visibilidad.
- Peso aproximado 21.150 kg (46.600 lb)
- Longitud (máxima) 9.095 mm (358 pulgadas).
- Ancho (máximo) 2.200 mm (86,6 pulgadas).

## B.2. Modelos de cargadores de bajo perfil.

Existen diferentes marcas y modelos de cargadores de bajo perfil, para minería subterránea, que está diseñado específicamente para la extracción y acarreo de minerales de roca dura en trabajos de minería subterránea.

Las especificaciones básicas de envío de una máquina estándar se presentan a continuación.

EQUIPO				MOTOR			
SCOOPTRAM	MARCA	MODELO	CAP. Yd <sup>3</sup>	MARCA	MODELO	POT.	RPM
SCOOPTRAM	ELPHISTONE	R1300	4.00	CAT	3306	170 HP	2300
SCOOPTRAM	CATARPILAR	R1300G	4.10	CAT	3306	170 HP	2300
SCOOPTRAM	SANDVIK	EJC 145	4.20	DETROIT	40E	190HP	2300
SCOOPTRAM	A.COPCO	ST710	4.00	DETROI	40E	210 HP	2300

**Cuadro. III-06.** Muestra las características de marcas y modelos de los equipos y del motor de Scoop.

Fuente: catarpilar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento catarpilar.

## B.3. Componentes principales de Scoop por sistemas.

Los equipos pesados están compuestos por sistemas y cada sistema está compuesto por componentes.

<b>SISTEMA</b>	<b>ITEM</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>
<b>HIDRÁULICO</b>	<b>2</b>	Tanque hidráulico
	<b>3</b>	Cilindro de inclinación
	<b>5</b>	Tanque de combustible
<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>1</b>	Compartimiento del motor
	<b>4</b>	Cucharon
	<b>6</b>	Compartimiento de las baterías
	<b>7</b>	Compartimiento de transmisión
	<b>8</b>	Brazos de levantamiento
	<b>9</b>	Ruedas y mandos finales
	<b>10</b>	Pasador de seguridad del cucharón
	<b>11</b>	Pasador de traba del bastidor de dirección
<b>12</b>	Compartimiento del operador	
<b>TRANSMISIÓN</b>	<b>13</b>	Filtro de aire del motor
<b>MOTOR</b>	<b>14</b>	Radiador

**Cuadro. III-07.** Muestra los componentes principales por sistemas, ver anexo las figs. III-13, III-14, III-15 y III-16

Fuente: catarpilar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento Catarpilar.

<b>SISTEMA</b>	<b>ITEM</b>	<b>COMPONENTES COMPLEMENTARIAS</b>
<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>A</b>	Bastidor
	<b>O</b>	Controles a nivel del suelo
<b>NEUMÁTICO</b>	<b>E</b>	Neumático delantero derecho
	<b>B</b>	Neumático delantero izquierdo
	<b>S</b>	Neumático posterior izquierdo
<b>HIDRÁULICO</b>	<b>F</b>	Cilindro de dirección
	<b>G</b>	Botella de lava parabrisas
	<b>H</b>	Tanque hidráulico
	<b>M</b>	Tanque de combustible
	<b>N</b>	Depósito de lubricación automática
<b>MOTOR</b>	<b>L</b>	Motor
	<b>P</b>	Radiador
<b>ELÉCTRICO</b>	<b>Q</b>	Luces posteriores
	<b>C</b>	Luces delanteras
<b>ADMISIÓN</b>	<b>K</b>	Filtro de aire
<b>TRANSMISIÓN</b>	<b>R</b>	Tren de fuerza
<b>IMPLEMENTOS</b>	<b>I</b>	Traba del bastidor de la dirección
	<b>J</b>	Traba del cilindro de dirección
	<b>T</b>	Ventanas

**Cuadro. III-08.** Muestra los componentes complementarios por sistemas, ver anexo la fig. III-17

Fuente: Caterpillar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento caterpillar

### **C). JUMBOS ELECTROHIDRÁULICOS.**

Un Jumbo electrohidráulico es un equipo de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar trabajos en mina subterránea o en zonas confinadas. El Jumbo Hidráulico se diseña para perforar frentes o tajos de mina. La longitud de perforación es bastante variable.

Los Jumbo electrohidráulicos son principalmente necesarios en labores subterráneas, debido al tamaño limitado de las labores.

El trabajo de perforación en un frente implica que el equipo no puede ser muy grande para que pueda ingresar a las galerías más pequeñas de la mina. Se diseñan especialmente para el trabajo que realizarán, tales como la perforación en abanico para hundimientos por subniveles, para avances horizontales, para cámaras y pilares, corte y relleno ascendente, perforación en Breasting y Realce.

### **C.1. Características, marcas y modelos.**

- Son equipos sobre llantas y tienen propulsión en las cuatro ruedas.
- Son angostos y bajos, de tal manera que pueden trabajar en lugares donde hay limitaciones y espacios.
- Tienen articulación central 40° y dirección hidráulica que facilita su manejo y giro en curvas o ambientes cerrados.
- La perforadora genera de 3000 a 3500 Golpes por min y por cada golpe transmite una fuerza de 30 – 40 TM/Golpe.
- Área de perforación es de 20 a 45 m<sup>2</sup>
- Longitud es de 9 a 12 m
- Altura con caseta levantada es de 2.6 a 3 m
- Ancho de 1.8 a 2m
- Peso de las perforadoras de 150 a 170 kg
- Longitud de taladros de 8, 10, 12, 14 y 16 pies
- Nivel de ruido durante la perforación 98 a 104 db aproximadamente
- Velocidad de desplazamiento horizontal de 8 a 13 km/hr
- Fuerza del motor diesel de 70 a 80 HP
- Radio de giro exterior 4.4 a 5.5 m
- Peso total de Jumbo de 8 a 18 Tm.

EQUIPO			MOTOR			
JUMBO	MARCA	MODELO	MARCA	MODELO	POT.	RPM
JUMBO	ATLAS COPCO	S1D 18	DEUTZ	F4L914	80 HP	2300
JUMBO	ATLAS COPCO	S1D	DEUTZ	D914L04	80 HP	2300
JUMBO	SANDVIK	DD-310-26	DEUTZ	BF4L2011	80 HP	2800

**Cuadro. III-09.** Muestra las características de equipos y de motor.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operadores.

## C.2. Componentes principales por sistemas del Jumbo.

La clasificación por sistemas de los componentes, es una gran ayuda para una administración moderna, que permite detectar las fallas con mayor facilidad por sistemas.

SISTEMA	ITEM	COMPONENTES PRINCIPALES
<b>ELÉCTRICO</b>	1	Tablero de control eléctrico
	2	Tambora del cable eléctrico
	5	Faros de iluminación
<b>ESTRUCTURA</b>	3	Carro propulsor
	4	Techo de la cabina del operador
	13	Boom
	18	Viga
<b>IMPLEMENTOS</b>	7	Centralizador intermedio
	9	Dowel soporte de viga delantero
	8	Centralizador delantero
<b>HIDRÁULICO</b>	12	Cilindro telescópico
	14	Cilindro de posicionamiento gemelos superiores
	15	Gatas posteriores y delanteras
	17	Cilindros de basculación
<b>MOTOR</b>	10	Motor diesel
<b>TRANSMISIÓN</b>	11	Articulación central

**Cuadro. III- 10.** Muestra componentes principales del Jumbo, ver anexo fig. III- 18

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operadores.

### C.3. Límites del equipo.

Está diseñada para trabajos de perforación en todas las fases de la minería subterránea y obras civiles. Se trata de una perforadora electrohidráulica de funcionamiento independiente que realiza taladros verticales; inclinados y en breanting. Por lo se debe considerar los siguientes parámetros:

#### C.3.1. Centro de gravedad.

Cuando la máquina está en movimiento la ubicación del centro de gravedad varía en función de los dispositivos auxiliares y del tipo de pluma utilizado.

El centro de gravedad se debe encontrar por recomendación de los fabricantes en el eje de la articulación central de la máquina, el centro de gravedad cuanto más se aproxima hacia el piso o suelo se tiene mejor equilibrio en los movimientos durante la operación y como se ve, es el punto amarillo. Ver anexo Fig. III- 19 y III-20.

#### C.3.2. Ángulos de inclinación máxima durante el movimiento y el estacionamiento.

Ángulos de inclinación máxima durante el movimiento y el estacionamiento:

- Ángulo de inclinación frontal máxima durante el movimiento y el estacionamiento es  $15^\circ$ .
- Ángulo de inclinación lateral máxima durante el movimiento y el estacionamiento es  $5^\circ$ .

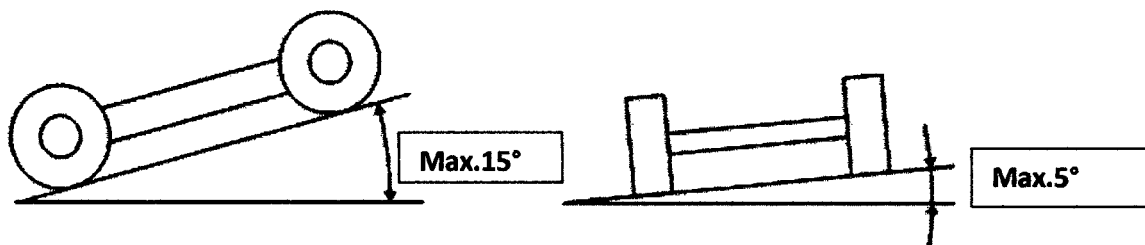


Fig. III-21. Muestra los ángulos de inclinación durante el movimiento frontal y lateral.

Fuente: Elaboración propia.

### C.3.3. Ángulos de inclinación máxima durante la utilización.

Ángulos de inclinación máxima durante la perforación:

- Ángulo de inclinación frontal máxima durante la perforación es  $0^\circ$  (La máquina debe ser tan horizontal como posible).
- Ángulo de inclinación frontal máxima durante la perforación es  $0^\circ$ .

Jamás sobrepasar los ángulos de inclinación máxima especificados.

Los ángulos de inclinación máxima son solamente permitidos cuando el brazo está en posición de movimiento.

La máquina no debe ser conducida o aparcada sobre una pendiente que sobrepasa los ángulos máximos de inclinación.

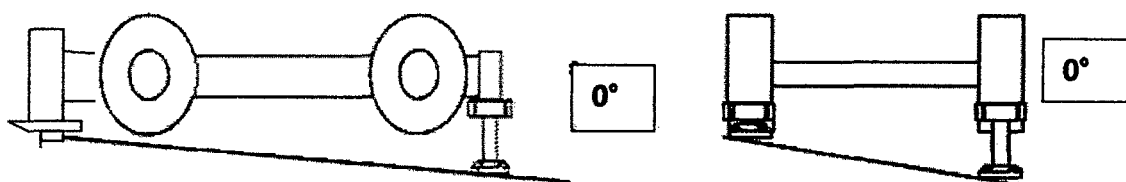


Fig. III-22. Muestra la nivelación de las gatas hidráulicas durante el trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

### C.4. Visibilidad del operador.

#### Círculo de la prueba de visibilidad VTC.

Círculo con un radio de 12 m situado según el plan de referencia del suelo con un eje vertical que pasa por el centro.

Frontera rectangular de 1m RB.

Superficie situada a 1m de distancia de las fronteras exteriores rectangulares de la máquina a una altura de 1,5m.

Sector de visión A.

Sector del círculo de prueba de visibilidad delante de la máquina, definido por una cuerda de 9,5 m y el rayo de 12m que es perpendicular al plan longitudinal concurrencido por el centro, con la longitud de la cuerda que está dividida en 2 partes iguales por el plan longitudinal.

#### **Sectores de visión B y C.**

Sectores del círculo de prueba de visibilidad a la delantera exterior al sector A y limitar por el plan longitudinal concurrencido por el centro.

#### **Sectores de visión D y E.**

Sectores del círculo de prueba de visibilidad detrás define por un ángulo de 45° a la derecha y a la izquierda del plan longitudinal concurrencido por el centro.

#### **Sector de visión F.**

Sector del círculo de prueba de visibilidad detrás entre los sectores D y E.

**VTC:** Círculo de la prueba de visibilidad

**RB:** Frontera rectangular de 1m

**TM:** Máquina sometida a la prueba

**Y:** Dirección delante de la máquina

**A, B, C, D, E, F:** Sectors of vision.

Ver anexo fig. III-23.

### **3.2. ADMINISTRACIÓN DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINARIAS PESADAS.**

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en las maquinarias pesadas, construcciones civiles, instalaciones. El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

### 3.2.1. Antecedentes de la administración en el área de mantenimiento de maquinarias pesadas.

#### a). programa de mantenimiento.

No se planificaban los programas de mantenimientos de las maquinarias pesadas, según el programa recomendado de los fabricantes de cada equipo por cada 250 horas. Dentro de la administración la responsabilidad de la organización estaba a cargo de los Mecánicos y los Operadores. La supervisión de los programas de mantenimiento eran deficientes, motivo por lo cual los insumos no lo reemplazaban los cual ocasionaba fallas mecánicas antes del siguiente mantenimiento, generando baja disponibilidad en los indicadores.

Carencia de programas de control:

- No existía un programa de control de mantenimiento preventivo
- falta de un programa de control de registro de mantenimiento
- falta de un programa de control de la vida útil de los componentes mayores.

En muchos casos los mantenimientos se ejecutaban cuando el equipo presentaba fallas mecánicas y los mantenimientos se realizaban de la siguiente manera.

Fecha de ejecución	10/02/10	30/02/10	11/03/10	25/03/10	15/04/10	30/04/10	11/05/10	30/05/10
Tipo de mantenimiento	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	
Mantenimiento programado (horas)	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Mantenimiento ejecutado (horas)	220	510	660	860	1140	1330	1528	1686
Diferencia de horas	210	290	150	200	280	190	198	158

**Cuadro. III-11.** Muestra seguimiento de mantenimientos de todos los equipos de motor diesel que se hacía cada vez que presentaban problemas.

Fuente: Elaboración propia.

Los mantenimientos que lo realizaban aparentemente cada 250 horas, en forma general para todos los equipos, en realidad no se cumplían a falta de programas de control y realizaban cada vez que el equipo presente fallas o averías, mantenimiento M4 realizaban dos veces durante los cuatro meses, en donde los costos eran demasiado alto.

**Mantenimiento (M1), (M2).** Correspondía a las 250 Y 500 horas trabajadas o recorridas el cual consistía en realizar los siguientes cambios:

- Aceite de motor
- Filtro de aceite de motor
- filtro de combustible primario
- filtro de combustible secundario
- filtro de aire primario
- filtro de aire secundario.

**Mantenimiento (M3).** Correspondía a las 750 horas trabajadas o recorridas el cual consistía en realizar los siguientes cambios:

- Aceite de Motor
- Filtro de Aceite de Motor
- Filtro de Combustible Primario
- Filtro de Combustible Secundario
- Filtro de Aire Primario
- Filtro de Aire Secundario
- Filtro de Aceite de Transmisión
- Sello del filtro de Transmisión
- Aceite de Transmisión
- Sellos Tampones Mandos Finales
- Filtro del Sistema Hidráulico
- Aceite Hidráulico
- Sello de tapa del Estrainer
- Grasa
- Trapo Industrial.

**Mantenimiento (M4).** Correspondía a las 100 horas trabajadas o recorridas el cual consistía en realizar los siguientes cambios:

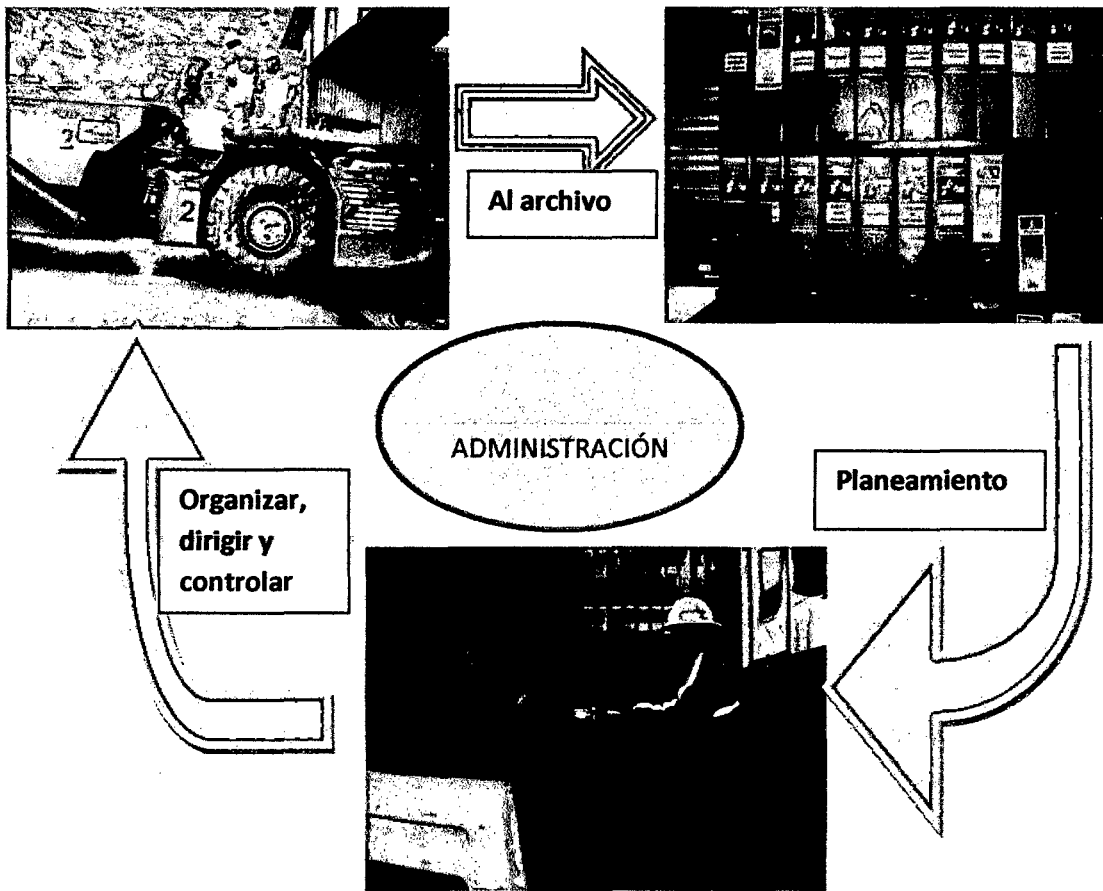
- Aceite de Motor
- Filtro de Aceite de Motor
- Filtro de Combustible Primario
- Filtro de Combustible Secundario
- Filtro de Aire Primario
- Filtro de Aire Secundario
- Filtro de Aceite de Transmisión
- Sello del filtro de Transmisión
- Aceite Hidráulico
- Aceite de Transmisión
- Sellos del Filtro Hidráulico
- Sellos del Filtro Hidráulico
- Sellos Tampones Mandos Finales
- Filtro del Sistema Hidráulico
- Aceite Hidráulico
- Sello de tapa del Estrainer
- Trapo Industrial

**b). consecuencias de la mala administración.**

- La disponibilidad mecánicos se mantenían por debajo de 60 a 65%
- Los indicadores como el porcentaje de utilización no superaban los 65% del total de horas programadas en donde los equipos no eran confiables.
- No existía los formatos de inspección diaria y de mantenimientos.

**3.2.2. Administración actual del área de mantenimiento de los equipos.**

La nueva política de administración agrupa una serie de actividades, cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en las maquinarias pesadas, que tiene por objetivo prolongar la vida útil de los componentes y del mismo equipo para optimizar la producción.

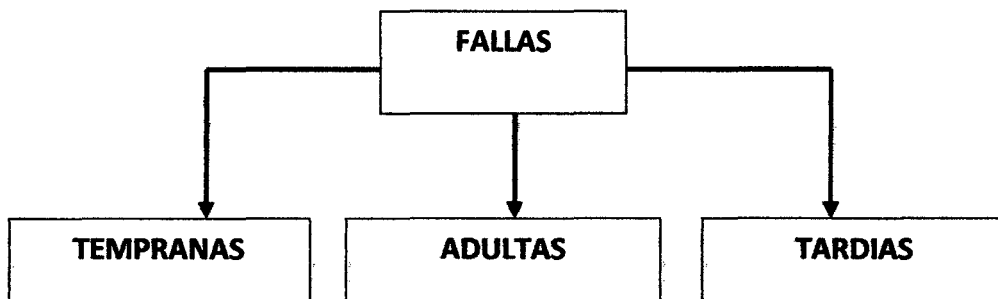


**Figura. III-24.** Muestra el circuito de trabajo de administración, del mantenimiento al planeamiento y luego a organizar, dirigir y controlar.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.1. Fallas mecánicas de las maquinarias pesadas.

#### a). Clasificación de las fallas.



#### **a.1). Fallas tempranas.**

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

#### **a.2). Fallas adultas.**

Son las fallas que presentan con mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

#### **a.3). Fallas tardías.**

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.).

### **3.2.2.2. Mantenimiento de las maquinarias pesadas.**

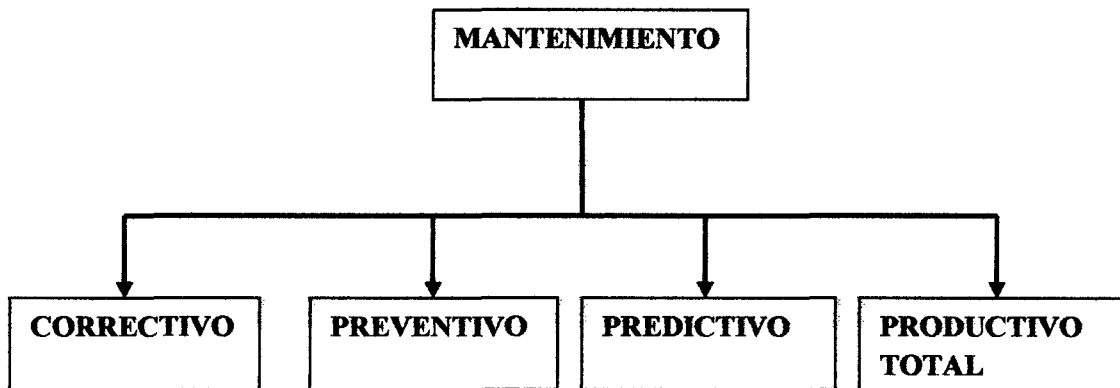
Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en las maquinarias pesadas, construcciones civiles, instalaciones. El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

#### **Objetivos del mantenimiento.**

- Evitar, reducir los tiempos muertos, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paradas de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los equipos.
- Garantizar que son confiables para un óptimo rendimiento.

### 3.2.2.3. Tipos de mantenimiento.



#### a). Mantenimiento correctivo.

Consiste en realizar reparaciones de emergencia, como por ejemplo ajuste de los espárragos de los neumáticos; cambio de faros; limpieza de filtros de admisión; etc. que está a cargo del personal técnico mecánico y del operador.

#### b). Mantenimiento preventivo (MPs).

Este tipo de mantenimiento preventivo surge de la necesidad de encontrar un rendimiento óptimo de las maquinarias pesadas. Cuyo objetivo es reducir la reparación mediante una inspección diaria dada por los operadores y supervisores y la renovación de los elementos dañados. Los fabricantes recomiendan de acuerdo al modelo del motor para Dumper realizar el mantenimiento preventivo  $\pm 10\%$  de cada 125 horas en caso de marca PAUS y SANDVIK, y  $\pm 10\%$  de cada 250 horas para la marca CATARPILAR y ATLAS COPCO en caso de Scoop. En este mantenimiento preventivo se realiza 4 eventos de MPs en diferentes tiempos. A sí mismo en los JUMBOS para todo tipo de marcas se ejecuta  $\pm 10\%$  de cada 125 horas en el motor diesel. De acuerdo a los resultados del muestreo realizado de los fluidos por parte de Ferreyros.

Realizar un ajuste de la frecuencia de los mantenimientos preventivos a un  $\pm 5\%$  de las horas establecidas para todo tipo de equipos mencionados. En el mes de febrero 2011 se replantea un programa de mantenimiento preventivo digitalizado, en donde se controla mejor los indicadores.

El tipo de programa y la secuencia de eventos realizados en el Scoop (CAT 03), se logra los mejores resultados con indicadores por encima de los 85% y con menores costos y finalmente llegamos a optimizar con el siguiente tipo de mantenimiento como se ve en cuadro con costos muy bajos y los análisis de los fluidos sin contaminantes, para los Scoops cada 250 horas y para Dumpers y Jumbos cada 125 horas.

Mantenimiento preventivo uno (MP1), cada 250 horas

Mantenimiento preventivo dos (MP2), cada 500 horas

Mantenimiento preventivo tres (MP3), cada 1000 horas

Mantenimiento preventivo cuatro (MP4), cada 2000 horas.

La secuencia de los siguientes eventos de mantenimiento preventivo, se hace con la finalidad de mantener limpio sin contaminantes el interior del equipo. El MP1 se realiza a las 250 horas, porque el aceite del motor y los filtros son los que se contamina más rápido; las partículas que están en suspensión ingresan directamente al motor por el sistema de admisión; MP2 se realiza a las 500 horas con la finalidad de reducir la cantidad de monóxido de carbono y seguido por un PM1 para limpiar los fluidos del motor y luego por un PM3 para controlar o cambiar los fluidos de los cilindros de volteo dirección y levante y se hace análisis de los fluidos de los partículas e impurezas; finalmente un PM4 para realizar cambio total de todos los fluidos y su análisis de los fluidos. Como muestra los siguientes cuadros.

**b.1. Control de seguimiento de mantenimiento preventivo para Scoop (CAT 03)**

Fecha de ejecución	28/02/2011	15/03/2011	03/04/2011	20/04/2011	18/05/2011	15/06/2011	02/07/2011	20/07/2011
Tipo de mantenimiento	MP1	MP2	MP1	MP3	MP1	MP2	MP1	
Mantenimiento programado(horas)	12850	13100	13350	13600	13850	14100	14350	14600
Mantenimiento ejecutado(horas)	12845	13106	13360	13616	13867	14123	14381	14641
Diferencia de horas	256	252	254	256	251	256	258	260

16/08/2011	30/08/2011	15/09/2011	02/10/2011	18/10/2011	04/11/2011	20/11/2011	
MP1	MP2	MP1	MP3	MP1	MP2	MP1	
14850	15100	15350	15600	15850	16100	16350	16600
14900	15162	15422	15680	15936	16196	16458	
259	262	260	258	256	260	262	

**Cuadro. III-12.** Muestra seguimiento de mantenimientos preventivo de SCOOP (CAT- 03), de motor diesel que se hace  $\pm$  5% de cada 250 horas.

Fuente: Elaboración propia.

**b.1.1. Insumos requeridos en los mantenimientos preventivos (MP1, MP2, MP3 y MP4) de SCOOP.**

<b>EQUIPO</b>		<b>SCOOP CAT N° 3</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO UNO</b>		<b>MARCA: CATERPILLAR / MODELO: R1300G / N-S: LJB01254</b>		
<b>HORAS PROGRAMADAS</b>		<b>SCOOP R1300G (CAT N°3)</b>		
		<b>MP1</b>		
		<b>250 HORAS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad
3	Filtro de Combustible Primario	1335673	1	Unidad
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad
7	Trapo Industrial		2	Kg.

**Cuadro. III-13.** Muestra el tipo de mantenimiento de 250 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Caterpillar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento de Caterpillar

<b>EQUIPO</b>		<b>SCOOP CAT N° 3</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DOS</b>		MARCA: CATERPILLAR / MODELO: R1300G / N-S: LJB01254		
<b>HORAS PROGRAMADAS</b>		SCOOP R1300G (CAT N° 3)		
		MP2		
		500 HORAS		
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad
3	Filtro de Combustible Primario	133 5673	1	Unidad
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad
7	Filtro de Aceite de Transmisión	9T9054	1	Unidad
8	Sello del filtro de Transmisión	8H7521	1	Unidad
9	Trapo Industrial		2	Kg.

**Cuadro. III-14.** Muestra el tipo de mantenimiento 500 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Caterpillar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento de Caterpillar.

<b>EQUIPO</b>		<b>SCOOP CAT N° 3</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRES</b>		MARCA: CATERPILLAR / MODELO: R1300G / N-S: LJB01254		
<b>HORAS PROGRAMADAS</b>		SCOOP R1300G (CAT N° 3) MP3 1000 HORAS		
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad
3	Filtro de Combustible Primario	133 5673	1	Unidad
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad
7	Filtro de Aceite de Transmisión	9T9054	1	Unidad
8	Sello del filtro de Transmisión	8H7521	1	Unidad
9	Aceite de Transmisión	HD30	3	Baldes
10	Sellos Tampones Mandos Finales	7M 8485	4	Unidad
11	Filtro del Sistema Hidráulico	1R0722	2	Unidad
12	Aceite Hidráulico	HD50	6	Baldes
13	Sello de tapa del Estrainer	8H7521	1	Unidad
14	Grasa		2	Baldes
15	Trapo Industrial		2	Kg.

**Cuadro. III-15.** Muestra el tipo de mantenimiento de 1000 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Caterpillar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento de Caterpillar

<b>SCOOP CAT N° 3</b>				
MARCA: CATERPILLAR / MODELO: R1300G / N-S: LJB01254				
<b>EQUIPO</b>		<b>SCOOP R1300G (CAT N°3)</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO CUATRO</b>		<b>MP4</b>		
<b>HORAS PROGRAMADAS</b>		<b>2000 HORAS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad
3	Filtro de Combustible Primario	133 5673	1	Unidad
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad
7	Filtro de Aceite de Transmisión	9T9054	1	Unidad
8	Sello del filtro de Transmisión	8H7521	1	Unidad
9	Aceite Hidráulico	HD50	5	Baldes
10	Aceite de Transmisión	HD30	3	Baldes
11	Sellos del Filtro Hidráulico	7D 1195	2	Unidad
12	Sellos del Filtro Hidráulico	5H 6733	2	Unidad
13	Sellos Tampones Mandos Finales	7M 8485	4	Unidad
14	Filtro del Sistema Hidráulico	1R0722	2	Unidad
15	Aceite Hidráulico	HD10	6	Baldes
16	Sello de tapa del Estrainer	8H7521	1	Unidad
17	Trapo Industrial		2	Kg.

**Cuadro. III-16.** Muestra el tipo de mantenimiento de 2000 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Caterpillar Inc. Editor. (1994), manual de rendimiento de Caterpillar

**b.2. Control de seguimiento de mantenimiento preventivo para Dumper (D 07).**

Fecha de ejecución.	10/01/2011	18/01/2011	26/01/2011	05/02/2011	15/02/2011	23/02/2010	30/02/2011	08/03/2011
Tipo de mantenimiento.	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP3
Mantenimiento programado(horas)	175	300	<del>425</del>	550	675	800	925	1050
Mantenimiento ejecutado(horas)	177	306	433	561	696	830	967	1099
Diferencia de horas.	128	129	127	128	135	134	137	132

16/03/2011	24/03/2011	02/04/2011	10/04/2011	18/04/2011	26/04/2011	04/05/2011	12/05/2011
MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	
1175	1300	1404	1529	1654	1779	1904	2029
1238	1365	1494	1621	1756	1885	2009	2137
139	127	129	127	135	129	124	128

**Cuadro. III-17.** Muestra seguimiento de mantenimiento preventivo de Dumper de motor diesel que se hace  $\pm 5\%$  de cada 125 horas

Fuente: Elaboración propia.

Este tipo de mantenimiento preventivo se realiza para Dumper y Jumbo cada 125 horas, porque el Dumper hace más esfuerzo en pendientes pronunciadas; el orden de los eventos o MPs se hace de la siguiente forma. El MP1 tres veces seguidos cada 125 horas para mantener limpio los fluidos de contaminantes; seguido por un MP2 cada 250 horas que tiene el mismo principio de Scoop. Este mismo principio para los Jumbos, porque es un equipo muy delicado.

**b.2.1. insumos requeridos en los mantenimientos preventivos (MP1, MP2, MP3 y MP4) de Dumper.**

Mantto. Preventivo (MP1) 125 Horas	DUMPER N° 07				
	MARCA: SANDVIK / MODELO: TH 320 / N-S: 3712				
REPLUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS	Sandvik	Donalson	FERREYRO	CANT.	UNIDAD
Aceite de motor	25W50			2	Baldes
Filtro de aceite motor	69036397	P550367	1R0739	1	uni
Filtro de combustible primario			1335673	1	uni
Filtro de combustible secundario			1R0750	1	uni
Filtro de transmisión	4699374	P550699		1	uni
Filtro de refrigeración	69037432	P550388		1	uni
Filtro elemento alta presión	64117160			1	uni
Filtro de aire primario	69008903	P119370		3	uni
Filtro de aire secundario	69008859	P181041		1	uni

**Cuadro. III-18.** Muestra el tipo de mantenimiento de 250 horas y los insumos a cambiar.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194.

Mantto. Preventivo (MP2) 500 Horas	DUMPER N° 07				
	MARCA: SANDVIK / MODELO: TH 320 / N-S: 3712				
REPLUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS	Sandvik	Donalson	FERREYRO	CANT.	UNIDAD
Aceite de motor	25W50			2	Baldes
Filtro de aceite motor	69036397	P550367	1R0739	1	uni
Filtro de combustible primario			1335673	1	uni
Filtro de combustible secundario			1R0750	1	uni
Filtro de transmisión	4699374	P550699		1	uni
Filtro de refrigeración	69037432	P550388		1	uni
Filtro elemento alta presión	64117160			1	uni
Filtro de aire primario	69008903	P119370		2	uni
Filtro de aire secundario	69008859	P181041		1	uni

**Cuadro. III-19.** Muestra el tipo de mantenimiento 500 horas y los insumos y materiales a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194.

Mantto. Preventivo (MP3) 1000 Horas	DUMPER N° 07				
	MARCA: SANDVIK / MODELO: TH 320 / N-S: 3712				
REPUESTOS Y MATERIALES CUIDADOS	Sandvik	Donaldson	FERRERO	CANT.	UNIDAD
Aceite de motor	25W50			2	Baldes
Filtro de aceite motor	69036397	P550367	1R0739	1	uni
Filtro de combustible primario			1335673	1	uni
Filtro de combustible secundario			1R0750	1	uni
Filtro de transmisión	4699374	P550699		1	uni
Filtro de refrigeración	69037432	P550388		1	uni
Filtro elemento alta presión	64117160			1	uni
Filtro de aire primario	69008903	P119370		2	uni
Filtro de aire secundario	69008859	P181041		1	uni
Aceite de Transmisión HD 30				13	Gal
Aceite de Ejes 85W-140				10	Gal
Aceite Hidráulico 10W				12	Gal

**Cuadro. III-20.** Muestra el tipo de mantenimiento de 1000 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194.

Mantto. Preventivo (MP4) 2000 Horas	DUMPER N° 07				
	MARCA: SANDVIK / MODELO: TH 320 / N-S: 3712				
REPUESTOS Y MATERIALES CUIDADOS	Sandvik	Donaldson	FERRERO	CANT.	UNIDAD
Aceite de motor	25W50			2	Baldes
Filtro de aceite motor	69036397	P550367	1R0739	1	uni
Filtro de combustible primario			1335673	1	uni
Filtro de combustible secundario			1R0750	1	uni
Filtro de transmisión	4699374	P550699		1	uni
Filtro de refrigeración	69037432	P550388		1	uni
Filtro elemento alta presión	64117160			1	uni
Filtro de aire primario	69008903	P119370		2	uni
Filtro de aire secundario	69008859	P181041		1	uni
Aceite de Transmisión HD 30				13	gal
Aceite de Ejes 85W-140				10	Gal
Aceite Hidráulico 10W				12	Gal
Refrigerante Minning Coolant				12	Gal

**Cuadro. III-21.** Muestra el tipo de mantenimiento de 2000 horas y los insumos y materiales a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operación TH 320-4194.

**b.3. Control de mantenimiento preventivo para Jumbos.**

Fecha de ejecución.	10/02/11	16/02/11	22/02/11	30/02/11	06/03/11	13/03/11	20/03/11	27/03/11
Tipo de mantenimiento.	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP3
Mantenimiento programado(horas)	1125	1150	1275	1400	1525	1650	1775	1900
Mantenimiento ejecutado(horas)	1130	1260	1388	1520	1646	1777	1911	2040
Diferencia de horas.	130	130	128	132	126	131	134	129

05/04/11	12/04/11	18/04/11	25/04/11	02/05/11	09/05/11	16/05/11	21/05/11
MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	
2025	2150	2275	2400	2525	2650	2775	2900
2169	2291	2419	2551	2682	2802	2923	3043
129	122	128	132	131	120	121	120

**Cuadro. III-22.** Muestra el seguimiento de mantenimiento preventivo de jumbo, (J-05) que se hace  $\pm$  5% de cada 125 horas.

Fuente: Elaboración propia.

**b.3.1. Insumos requeridos en los mantenimientos preventivos (MP1, MP2, MP3 y MP4) de Jumbo.**

EQUIPO		JUMBO J-05			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP1)		MP1			
HORAS PROGRAMADAS		125			
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad
4	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Balde
5	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	3	Unidad
6	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad

**Cuadro. III-23.** Muestra el tipo de mantenimiento de 125 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M, Ferreyros y Atlas Copco.

EQUIPO		JUNBO J05			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP2)		MP2			
HORAS PROGRAMADAS		500			
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad
4	Aceite para compresora (PAO)	1503 6142 60		1	Galón
5	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Baldes
6	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	3	Unidad
7	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad

**Cuadro. III-24.** Muestra el tipo de mantenimiento de 500 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M, Ferreyros y Atlas Copco.

EQUIPO		JUNBO J05			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP3)		MP3			
HORAS PROGRAMADAS		1000			
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad
4	Filtro de retorno hidráulico	8231101804		2	Unidad
5	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Baldes
6	Aceite para compresora (PAO)	1503 6142 60		1	Galón
7	Filtro respiradero del tanque HD	8231085419		1	Unidad
8	Filtro de transmisión hidrostático	5112287858		1	Unidad
9	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	3	Unidad
10	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad

**Cuadro. III-25.** Muestra el tipo de mantenimiento de 1000 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M, Ferreyros y Atlas Copco.

EQUIPO		JUNIBO J 05			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP4)		NIP-I			
HORAS PROGRAMADAS		2000			
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad
4	Filtro de retorno - Tanque hidráulico	8231 1018 04	P175120	2	Unidad
5	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Balde
6	Aceite para compresora (PAO)	1503 6142 60		1	Galón
7	Aceite hidráulico DTE - 26			12	Galones
8	Aceite diferencial 85W140			10	Galones
9	Aceite de la caja de transferencia				
10	Aceite mandos finales 85W140				
11	Filtro respiradero del tanque HD	8231085419		1	Unidad
12	Filtro de transmisión hidrostático	5112287858		1	Unidad
13	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	3	Unidad
14	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad

**Cuadro. III-26.** Muestra el tipo de mantenimiento de 2000 horas y los insumos a cambiar sin excepción alguna.

Fuente: Sandvik M, Ferreyros y Atlas Copco.

### c). Mantenimiento predictivo.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir o adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos. Tales como el trabajo, potencia, etc.

#### **d). Mantenimiento productivo total (T.P.M).**

Mantenimiento productivo total consiste en dar el cambio definitivo de un componente que ha cumplido su vida útil por otro componente nuevo. Para prevenir los daños que puede ocasionar a los componentes del sistema del equipo. Por ejemplo el arrancador su vida útil es 3000 horas trabajadas o corridas; cilindro de dirección se debe cambiar a las 5000 horas, etc.

#### **3.2.2.4. Control de registros de programa de mantenimiento preventivo semanal.**

Esta programación se hace con la finalidad de calcular las fechas y días de la ejecución de los mantenimientos preventivos; en donde se hacen cálculos matemáticos en función de horas recorridas totales por día durante la semana y se maneja un registro de archivos en físico. Para llevar mejor se crea una tabla de programación de la siguiente manera.

- Ítem
- Equipo con su codificación interna
- Modelo de los equipos
- Tipo del último mantenimiento
- Horómetro del último mantenimiento
- Fecha del último mantenimiento
- Frecuencia del mantenimiento de cada 250 horas
- Horómetro actual
- Fecha actual
- Horas programadas por día.
- Tipo del último mantenimiento.
- Horómetro del próximo mantenimiento = (h. del último mantenimiento + 250 hs)
- Horas faltantes =  $-( - \text{HPM} + \text{HA} )$ .
- Días faltantes =  $-( \text{H F} / \text{HPD} )$ .
- Fecha del próximo mantenimiento = (fecha actual + días faltantes).

**HPM** = horómetro del próximo mantenimiento

**HA** = horómetro actual

**HF** = horas faltantes

**HPD** = horas programadas por día.

Ver anexo **Cuadro. III-27.**

### **3.2.2.5. Control de mantenimiento preventivo programado y ejecutado.**

El control de registro de mantenimiento preventivo programado y ejecutado se realiza durante la semana con la finalidad de controlar y prevenir las posibles fallas del equipo durante el trabajo, así mismo para mantener eficiente y mayor rendimiento de los equipos, este tipo de trabajo se debe controlar diario en función de horas trabajadas se maneja un registro de archivos en físico para tener mejores criterios en los siguientes trabajos. Es recomendable seguir la secuencia durante los siete días de la semana e informar a los gerentes de operaciones sobre los cumplimientos respectivos. El registro de mantenimiento preventivo programado y ejecutado es uno de las herramientas de administración del área de planeamiento de maquinarias pesadas. Ver anexo **Cuadro. III-28 y IV-29.**

### **3.2.2.6. Control de historial de los componentes mayores de los equipos.**

Consiste en controlar la vida útil de todos los componentes mayores del equipo, en función de horas corridas o trabajadas, desde la fecha de instalación. Con la finalidad de mantener con buena disponibilidad mecánica y confiabilidad para una óptima producción y un rendimiento económico; para controlar mejor los componentes mayores se apoya a las herramientas estadísticas. Que automáticamente calcula las próximas horas y fecha de cambio, todo esto en función de horas que marca el horómetro del equipo. A continuación en el cuadro detallaremos los procedimientos de cómo llevar el control para garantizar el trabajo de producción con normalidad, Por ejemplo para efectuar los próximos recambios. Ver anexo **Cuadro. III-30:**

**PRECAUCIÓN**

**NORMAL**

**PRECAUCIÓN**

**3.2.2.7. Control de indicadores (horas, disponibilidad mecánica, % de utilización y la confiabilidad).**

**Indicador.** Sinónimo de anuncio, semafórico. Nombre que se da a todo que sirve para medir o indicar el resultado de un trabajo de investigación, así mismo es una sustitutiva de información que permite calificar un concepto abstracto que se mide en porcentajes para medir comparaciones.

Los indicadores deben poseer la mayor precisión posible, tener pertinencia con el tema a analizar, deben ser sensibles a los cambios, confiables, demostrables, y ser datos fáciles de obtener.

Los indicadores en promedio general con una administración empírica del año 2010 se tienen los siguientes resultados.

MES	UTIL % DE EQUIPOS PESADAS 2010			DM DE EQUIPOS PESADAS 2010		
	DUMPER	SCOOP	JUMBO	DUMPER	SCOOP	JUMBO
ENERO	70%	40%	50%	73%	30%	60%
FEBRERO	79%	42%	48%	78%	28%	50%
MARZO	68%	20%	44%	78%	33%	70%
ABRIL	58%	30%	47%	63%	30%	45%
MAYO	72%	46%	40%	76%	29%	60%
JUNIO	60%	20%	35%	60%	40%	50%
JULIO	58%	35%	41%	50%	45%	54%

**Cuadro. III-31.** Muestra los resultados de los indicadores de los equipos de enero a julio 2010, ver anexo, III-32.

Fuente: Elaboración propia.

a). **Horas.** Las horas son indicadores fundamentales para la medición de la vida útil de los componentes y del equipo mismo, en función del trabajo realizado, así mismo para estimar el rendimiento del trabajo que realiza; las horas de trabajo programado para los equipos es de 19 horas/día, los otros tiempos para ser sumados a 24 horas por día se

hace una resta de los siguientes casos. Almuerzo 1 hora, cambio de guardia 2 horas por día, llenado de combustible ½ hora por día, inspección de equipos por los operadores ½ hora por día y 1 hora la intervención de los mecánicos. Para las maquinarias es mucho mejor realizar más toneladas en menor tiempo posible y esto se controla en un programa llamado planer creado en Excel.

**b). Disponibilidad mecánica.**

Mide la disponibilidad del equipo, exceptuando las pérdidas de tiempo por razones netamente mecánicas. Existen dos tipos.

**b.1. Disponibilidad mecánica programada.** Consiste en un indicador constante de 85%, que por razones de brindar mayor rendimiento a los equipos y para luego incrementar la producción del mineral.

$$DMP = \frac{H.Pro - (H.INSP + H.M.P)}{H.P} * 100$$

$$DMP = \frac{H.Pro - (H.Paradas)}{H.Ppro} * 100, \text{ calculando. } DMP = \frac{133 - 18}{133} * 100 = 85\%$$

**b.2. Disponibilidad mecánica real.** Son horas trabajadas reales que debe mantenerse por encima de las 85%, tenemos las siguientes formulas.

$$DMR = \frac{H.Pro - (H.Paradas)}{H.Ppro} * 100$$

$$DMR = \frac{570 - 38}{570} * 100 = 93.33\%$$

Donde:

H.INSP: horas de inspección = 6 horas por semana

H.MP: horas de mantenimiento preventivo en promedio = 12 horas

H. Paradas = H.INSP + H.MP

DMP: disponibilidad mecánica programada

DMR: disponibilidad mecánica real.

H.Pro: horas programadas, 19 horas por día, a la semana y por equipo es igual a 7\*19.

H.Paradas: horas paradas, suma de horas de mantenimiento preventivo 12 horas y horas de inspección 6 horas a la semana.

**c). Porcentaje de utilización (eficiencia).** Son horas trabajadas u horas utilizadas de las horas programadas.

$$EF = \%UTIL = \frac{(H..TRAB)}{(H.PROG)} * 100$$

$$\%UTIL = \frac{520}{570} * 100 = 91\%$$

Donde:

%UTIL: porcentaje de utilización (eficiencia)

H.TRAB: horas trabajadas, en base al horómetro recorrido por el equipo

H.PROG: horas programadas.

**d).- Confiabilidad.**

Se define como una serie de procesos de mejoramiento continuo, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, técnicas de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la calidad de administración, planeación, ejecución y control de la productividad.

La confiabilidad lleva implícita la capacidad de la empresa (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de límites de diseño bajo un contexto operacional específico.

**d.1. Tiempo medio para reparación.**

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítem con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado.

Tiempo total para reparar debe ser entre 3 a 6 horas.

$$TMPR = \frac{(H.PARADAS)}{(N^{\circ}.PARADAS)}$$

TMPR < 3 horas indica “parchado” y/o alto porcentaje de reparaciones no programadas

TMPR > 6 horas indica ineficiencias y/o excesivas demora.

Este índice debe ser usado, para ítem en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

#### **d.2. Tiempo medio entre paradas.**

Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado. Estos problemas se deben darse entre 60 a 80 horas.

$$TMEP = \frac{(H.TRAB)}{(N^{\circ}.PARADAS)}$$

TMPR: Tiempo medio para reparación

TMEP: Tiempo medio entre paradas

H.PARADAS: Horas paradas

N°.PARADAS: Número de paradas.

MODELO	MES DE JULIO					DMR %	DMP %	UTIL %	TMEP (Hr)	TMEP (Hr)	TMEP (Hr)	TMPR (Hr)	TMPR (Hr)	TMPR (Hr)
	EQUIPOS	HRS PROG	HRS TRAB	HRS PARAD	N° PARAD									
R1300G	SCOOP 01	570	520.0	38.0	8	93	85	91	65.0	60	80	4.8	3	6
R1300G	SCOOP 03	570	518.0	41.0	7	93	85	91	74.0	60	80	5.9	3	6
R1300G	SCOOP 04	570	515.0	45.0	8	92	85	90	64.4	60	80	5.6	3	6
R1300G	SCOOP 05	570	521.0	42.0	8	93	85	91	65.1	60	80	5.3	3	6
R1300G	SCOOP 06	570	508.0	40.0	8	93	85	89	63.5	60	80	5.0	3	6
R1300G	SCOOP 07	570	504.2	38.0	7	93	85	88	72.0	60	80	5.4	3	6
EJC 417	DUMPER 01	570	510	40.0	7	93	85	89	72.9	60	80	5.7	3	6
EJC 420	DUMPER 02	570	502	42.0	8	93	85	88	62.8	60	80	5.3	3	6
MT 420	DUMPER 04	570	518	40.0	7	93	85	91	74.0	60	80	5.7	3	6
PMKT 8000	DUMPER 05	570	525	44.0	8	92	85	92	65.6	60	80	5.5	3	6
PMKT 8000	DUMPER 06	570	498	47.0	8	92	85	87	62.3	60	80	5.9	3	6
TH 320	DUMPER 07	570	498	38.0	9	93	85	87	55.3	60	80	4.2	3	6
AYC 2H	SCOOP 08	570	521	38.0	7	93	85	91	74.4	60	80	5.4	3	6
EJC 415	DUMPER120	570	510	38.0	7	93	85	89	72.9	60	80	5.4	3	6
EJC 415	DUMPER125	570	490	36.0	7	94	85	86	70.0	60	80	5.1	3	6
S 1D	JUMBO 01	450	398	38.0	6	92	85	88	66.3	60	80	6.0	3	6
S 1D	JUMBO 02	450	350	30.0	5	93	85	78	70.0	60	80	6.0	3	6
DD 310	JUMBO 05	450	398	31.0	6	93	85	88	66.3	60	80	5.2	3	6

**Cuadro. III-33.** Muestra los resultados de los indicadores de los equipos del mes de julio 2011. Ver anexo cuadros. III-34, III-35, III-36, III-37, III-38, III-39.

Fuente: Elaboración propia.

**e). Lavado y engrase.**

Los equipos se lavan diario en forma obligatoria, y el cumplimiento de los engrases y lavados de los equipos, ver anexo los cuadros III-40 y III-41.

**f). Dispersión de los mantenimientos preventivos.**

Consiste en la aproximación a las horas programadas de los MPs, en realidad no debe pasar de las 275 horas con  $\pm 10\%$  y  $\pm 5\%$  de las 250 horas en caso de Scoop y cada 125 horas en caso de Dumper y Jumbos con  $\pm 10\%$  y  $\pm 5\%$ . Para todos los equipos este control es de suma importancia para ver cuán cumplimiento se tiene para un buen rendimiento durante los 7 días de la semana y los resultados de los indicador

MODELO	EQUIPO	FECHA DE EJECUCIÓN	DISPERSIÓN	-10%	-5%	5%	10%
R1300	SCOOP 01	24/06/2011	260.0	225	237.5	262.5	275
R1300	SCOOP 01	12/07/2011	259.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 03	11/07/2011	256.2	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 04	05/07/2011	256.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 04	23/07/2011	251.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 05	03/07/2011	253.6	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 05	21/07/2011	256.4	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 06	26/06/2011	258.9	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 06	13/07/2011	253.9	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 07	25/06/2011	260.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 07	10/07/2011	248.7	225	237.5	262.5	275
EJC 417	DUMPER 01	13/07/2011	265.7	225	237.5	262.5	275
MT 420	DUMPER 04	14/07/2011	263.7	225	237.5	262.5	275
MODELO	EQUIPO	FECHA DE EJECUCIÓN	DISPERSION	-10%	-5%	5%	10%
PAUSS	DUMPER 05	24/06/2011	128.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 05	02/07/2011	130.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 05	11/07/2011	126.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 05	22/07/2011	128.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 06	30/06/2011	130.0	112.5	118.75	131.25	137.5
TH 320	DUMPER 07	01/11/2010	131.0	112.5	118.75	131.25	137.5
MODELO	EQUIPO	FECHA DE EJECUCIÓN	DISPERSIÓN	-10%	-5%	5%	10%
S 1D	JUMBO 02	26/06/2011	128	112.5	118.75	131.25	137.5
DD310	JUMBO 02	24/06/2011	130	112.5	118.75	131.25	137.5
DD310	JUMBO 04	02/11/2010	138	112.5	118.75	131.25	137.5
DD310	JUMBO 04	02/11/2010	143	112.5	118.75	131.25	137.5

**Cuadro. III-42.** Muestra la dispersión de los MPs de los equipos del mes de julio 2011. Ver anexo cuadro III-43 y III-44

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.8. Cartillas y formatos de mantenimiento preventivo de cada equipo (Scoop, Dumper y Jumbo).

Los formatos y cartillas de mantenimiento de las maquinarias pesadas son herramientas de administración; que se ha creado con la finalidad de describir todos los síntomas que viene sucediendo durante el transcurso de la semana, estos formatos y cartillas tienen un uso diario y así mismo la información se debe archivar en físico para revisiones posteriores cuando ocurre algún problema.

Los formatos tales como check list (reporte de pre-uso), reporte diario de los equipos e inspección general de los equipos son básicamente detallados con las características de cada uno de los equipos.

Los cartillas de mantenimiento son básicamente para informar sobre los trabajos ejecutados de cada tipo de mantenimiento preventivo programado y para especificarlo a un los trabajos pendientes o repuestos que no se ha instalado. Ver anexo de formatos.

### **3.4. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES MINA DE LAS MAQUINARIAS PESADAS.**

#### **3.4.1. Antecedentes de la administración en operaciones mina de maquinarias pesadas.**

- Las vías de transporte no tenían un programa de mantenimiento
- Los rendimientos de los Scoops se mantenían por debajo de 35 TM/hora.
- Los rendimientos de los Dumpres se mantenían por debajo de 20 TM/hora.
- Los Jumbos perforaban los 45 taladros de 14 pies de longitud en un tiempo de dos horas con 30 minutos.
- Los ambientes de trabajo eran muy contaminados por exceso emanación de monóxido de carbono de los equipos.
- Los ambientes de trabajo en interior mina no tenían una buena señalización tanto para personal y los equipos pesadas.
- Tiempo de acarreo de 20 TM, lo realizaban en una hora, en una distancia de 3500 m.
- La fragmentación de la roca era mala a falta de paralelismo de los taladros.
- La producción de mineral era 2600 TM/día.

#### **3.4.2. Administración actual de operaciones de mina de maquinarias pesadas**

- Las vías de transporte ahora tienen un programa de mantenimiento diario en la hora de almuerzo y cambio de guardia.

- Ahora se planifica las fallas mecánicas de las maquinarias pesadas durante la operación.
- Los rendimientos de los Scoops ahora se superan los 60 TM/hora.
- Los rendimientos de los Dumpres ahora se superan los 70 TM/hora.
- Los Jumbos perforaban los 45 taladros de 14 pies de longitud en un tiempo de una hora con 7 minutos.
- Ahora la distancia del transporte de mineral es desde el nivel 3920 hasta el nivel 3990, reduciendo una distancia de 1750 m. Lo cual los equipos ya no tienen problemas de recalentamientos del motor y exceso consumo de combustible.
- Los ambientes de trabajo ahora son limpios ya no tienen exceso de emanación de monóxido de carbono de los equipos.
- Mejoramiento en los ciclos de operación de equipos.

#### **3.4.2.1. Programas de mantenimiento de factores que afectan en la producción horaria de equipos.**

Una acertada estimación depende de las factores o condiciones de trabajo, tales como.

##### **a) La iluminación.**

Se realizó la instalación de los focos fluorescentes a cada 40 metros de distancia, en todos los labores de mayor circulación de equipos.

Asimismo la limpieza de los focos cada domingo, por personales del área de electricidad, también se ha adquirido los reflectores portátiles en todas las cámaras de mineral y para los tajos y frentes donde se hacen la perforación durante el turno, donde aumenta claramente la visibilidad del piso, techo y paredes de la vía. Es severa cuando solamente se tiene la iluminación del equipo, lo cual aumenta el riesgo de choques con las paredes y cortes de las llantas.

**b) El área de carguío o cámaras de mineral.**

Se ha incrementado las secciones de las áreas de carguío así quedando lo suficiente amplio y se ha condicionado una ventana para dar pase al equipo que sale con carga y reducir los tiempos de maniobra. Manteniendo siempre el piso nivelado, libre de derrames, libre de bancos de rocas y seco para tener una buena tracción. Así mismo evitando el estacionamiento de las camionetas y otro tipo de vehículos.

**c) El camino.**

Todas las vías de transporte mineral son mantenidas diariamente, que consiste en realizar la limpieza, nivelación o bacheado por Scoop de 1 Yd<sup>3</sup> de capacidad, generalmente en las horas de almuerzo. Cuando se tiene suficiente amplitud hacia los lados y el techo permite una rápida maniobrabilidad del operador de cualquier equipo. También cuando está razonablemente nivelado, libre de derrames de roca, de charcos de agua, con pendientes no mayor al 12%, curvas con radio de curvaturas mayores a 4 m y señales de seguridad en todas las labores de operaciones.

**d) Área de descarga o echaderos de mineral.**

Se ha construido las bermas de seguridad de 0.8 m (2.5) pies, una ventana en dirección opuesta del echadero, para que el camión entre de frente y entrar de retro al echadero y salir rápidamente para que el siguiente equipo entre sin necesidad de esperar.

**3.4.2.2. Estimación de la producción horaria (rendimiento) de Scoop.**

Se ha calculado el rendimiento de Scoop en una distancia de 600 metros de longitud resultando 63 Tm/hora y los resultados anteriores 20 Tm/hora, Para calcular el rendimiento se tiene la siguiente fórmula. Ver capítulo de resultados, cuadro VI-68.

$$R = \frac{(Th * L)}{(t + Tv)} \quad Tm/hr.$$

**R** = Producción horaria o rendimiento, toneladas métricas o cortas por hora

**Th** = Tiempo operativo por hora, ver la tabla IV-02

**L** = Carga por ciclo, toneladas métricas o toneladas cortas

**t** = Tiempo fijo por maniobras, para llenar y descargar la cuchara, minutos

**Tv** = Tiempo de viaje entre los puntos de carguío y descarga y viceversa, minutos.

Ejemplo. NV-3920, S/N 658 SW, Calculando en rendimiento para el Scoop N° 22, marca Caterpillar modelo R1300G de capacidad 5.7 TM de lampón, con las siguientes distancias. Del punto de carguío o frente, una distancia de 150 m de pendiente horizontal, con una velocidad de 13 km/hr, seguido una distancia de 90 m de un pendiente positivo de 15% con una velocidad de ida 5 km/hr, y retorno 6 km/hr, finalmente hacia el punto de descarga o cámara de mineral una distancia de 60 m de pendiente horizontal con una velocidad de 10 km/hr.

### **Solución:**

Aplicando la fórmula.

$$R = \frac{(ThL)}{(t + Tv)}$$

$$Tv = \sum (S / V)$$

Donde:

**Tv** = Tiempo de viaje, minutos

**S** = Espacio en metros

**V** = Velocidad, metros por minuto

Reemplazando:

Tiempo operativo y tiempo fijo:

**Th** = Condición de trabajo regular 50 min, de la tabla 02

**t** = 0.8 minutos = 6.09 m.

**Producción horaria actual.**

$$R = \frac{55 * 5.7}{0.8 + 6.09} = 45.5 \text{ TM/hr}$$

**Producción horaria anterior.**

$$R = \frac{50 * 5.7}{4 + 10} = 20 \text{ TM/hora.}$$

Condición de trabajo	Tiempo (minutos)
Excelente	0.8
Regular	4
Severo	8

**Tabla. IV-01.** Tiempo fijo para cargar, maniobras y vaciar la cuchara.

Fuente: Elescano M (2010), equipamiento de minas subterráneas.

**3.4.2.3. Estimación de la producción horaria (rendimiento) de Dumper.**

La producción horaria anterior de 20 Tm/hora se ha calculado en una distancia de 3500 m de longitud y la producción actual es de 27 Tm/hora en la misma distancia. Lugar donde se ubica el echadero de mineral y para toda distancia aplicando la siguiente formula. Ver capítulo de resultados, cuadro VI-69.

$$R = \frac{TE * Cc * PEr * Fc}{Tf + (2D/V)}, \text{ Tm/hr} \text{ -----01}$$

$$\frac{2D}{V} = \frac{D(Vi + Vr)}{(Vi * Vr)}$$

$$Tvr = \frac{2D}{V}, \text{ Hr} \text{ -----02}$$

$$PEr = \frac{Pei}{1 + Fe}, \text{ Tm/m}^3 \text{ -----03}$$

(02) y (03) en (01)

$$R = \frac{TE * Cc * PEr * Fc}{Tf + Tvr}, Tm/h.$$

Donde:

R = Rendimiento o producción horaria, TM/hr

TE = Tiempo efectivo de operación, min/hr

Cc = Capacidad nominal de la cuchara, m<sup>3</sup>

PEr = Peso específico del material roto, Tm/m<sup>3</sup>

Fc = Factor de llenado de la cuchara.

Tf = Tiempos fijos de acarreo (cuchareo, descarga y maniobras), min

Tvr = Tiempo de viaje redondo, hr

D = Distancia de acarreo, m

V = Velocidad promedio, km/hr

Vi = Vlocidad de ida, m/min

Vr = Velocidad de retorno, m/min

#### **3.4.2.4. Distancias máxima económica Scoop y Dumper de bajo perfil.**

Esta distancia se calcula para ver la distancia máxima de transporte y hasta que distancia es económico, el desplazamiento a un costo óptimo por hora de operación. Un factor importante en la minería subterránea con las maquinarias pesadas sin riel es la destreza del operador experimentado, el mantenimiento y reparación adecuados de los equipos, así mismo la productividad de los equipos que se mide en costo por toneladas movida de un punto hacia otro; en algún punto de la distancia será más económico utilizar un vehículo para acarrear y cargar con un equipo de bajo perfil, Las distancias son calculadas desde el nivel 3920 hasta el nivel 4180, echadero 624 una distancia de 3500 m con pendiente de 12% en promedio. Ver capítulo de resultados cuadro VI-69 y VI-71.

### 3.4.2.5. Mejoramiento en los ciclos de operación de los equipos.

#### a). Tiempo de minutos operativos por hora.

Es el tiempo real de operación por hora, descontando los tiempos por demoras inevitables, tales como el movimiento de un lugar de trabajo a otro, inspección periódica de los equipos, lubricación de puntos especiales, hacer reparaciones menores o algunos ajustes, paradas para reabastecimiento de combustible y refrigerante durante el turno o un simple descanso del operador “para tomar aire”. Generalmente, el tiempo operativo no toma en cuenta el tiempo que tarda el operador en llegar a su equipo. Estos tiempos se toman en cuenta al determinar el tiempo real de trabajo durante el turno.

Condición de trabajo	Tiempo operativo (min/hr)
Excelente	55
Regular	50
Severo	45

Tabla. III-02. Muestra los tiempos operativos por hora.

Fuente: Elescano M (2010), equipamiento de minas subterráneas.

#### b). Tiempos fijos por ciclo.

Es la porción de producción que se emplea en el carguío, descarga y maniobras asociadas a éstos. Es de suma importancia dar las mejores condiciones de los ambientes de trabajo para minimizar estos tiempos y sus elementos principales:

- Tiempo de estacionamiento para carguío
- Tiempo de carguío
- Tiempo para la descarga.

De acuerdo a los datos, en el año 2010 hubo una variación de 8 a 12 minutos, ahora con la implementación de una moderna administración se ha optimizado 3 a 4 minutos.

**b.1). Tiempo de estacionamiento para el carguío.**

Es la operación necesaria para posicionar el camión y ser cargado. El tiempo necesario para efectuar esta acción varía de acuerdo a la dirección y la distancia de la posición de carguío. Se ha logrado un tiempo mínimo de 40 a 60 segundos, cumpliendo las siguientes condiciones, ahora los cámaras de mineral son amplios para las maniobras del cargador, limpio y la distancia que recorra sea la más corta posible; además, la iluminación del camión y del cargador son excelentes. Generalmente varía entre 18 a 60 segundos.

**b.2). Tiempo de carguío.**

Se ha logrado un excelente tiempo de 2 minutos, de una capacidad de 20 TM de Dumper, este tiempo depende del estacionamiento del camión. Es de suma importancia la distancia del camión al lugar del material a cargarse y a las condiciones de trabajo del mismo. Para un camión de 25 TM un tiempo de 3 minutos.

**b.3) Tiempo de descarga.**

Se ha logrado un tiempo de 30 a 40 segundos; hasta un minuto y esto depende mucho de los niveles del aceite hidráulico, sin embargo el tiempo real depende más del diseño adecuado del punto de descarga, tal como el echadero reciba la carga con la velocidad que el camión descarga y el camión siguiente no tenga que esperar.

**c). Tiempo variable total.**

Es el tiempo variable que se requiere para viajar del punto de carguío al de descarga y su retorno vacío al punto de carguío un ciclo completo.

Para los Dumper se ha logrado un tiempo total de 45 minutos en una distancia de 3500 metros.

### 3.4.3. Carga transportada por ciclos.

Es el tonelaje de material llevado del punto de carguío al de descarga. Debido a que el peso específico del material de mina varía mucho respecto a otra, la mayoría de los fabricantes dan la máxima capacidad en volumen y peso del camión. Los operadores deben evitar la sobrecarga, que puede ocasionar falla mecánica que es muy costosa.

Como ejemplo se tiene un camión de 20 TM y 11.3 m<sup>3</sup> de capacidad, entonces la tolva se llenará adecuadamente si el material tiene un peso específico de:  $20/11.3 = 1.8$  Tm/m<sup>3</sup>. Si el peso específico es mayor, entonces la capacidad de la tolva debe ser menor para evitar la sobrecarga; a la inversa, si el peso específico es menor se puede aumentar la capacidad de la tolva.

Este factor puede ser hasta 85%, debido a una pobre fragmentación del material o debido a un equipo de carguío de tamaño inadecuado. Un cargador adecuado carga el camión en tres pases.

Condiciones de trabajo	Factor de llenado
Excelente	1.00 a 0.95
Regular	0.94 a 0.90
severa	0.89 a 0.85

**Tabla. III-03.** Muestra el factor de llenado de la tolva.

Fuente: Elecano M (2010), equipamiento de minas subterráneas

### 3.4.4. Velocidad en gradiente.

Las velocidades en gradientes ascendentes dependen mucho de la cantidad de carga que lleva, la sobrecarga aumenta la resistencia al rodamiento y tiene un efecto negativo en la velocidad. De acuerdo al reglamento de seguridad y salud ocupacional. D.S. 055 – 2010 – EM, pendiente máximo en las vías de transporte de mineral es de 12%, y los factores que afectan son.

### **3.4.5. Relación entre tamaño de los equipos y la sección de las labores.**

La compañía minera Buenaventura unidad de producción de Uchucchacua maneja la política con un estándar de seguridad.

Los equipos son seleccionados para cada nivel en función de la sección de las labores de extracción de mineral y de desarrollo, un Scoop de modelo R1300G; de capacidad de 4.1 Yd<sup>3</sup>, que es de 9 m de largo, 2 m de ancho y 2 m de altura es para una labor mínimo de 3\*3m de sección, con la finalidad de que a los hastiales o paredes a cada lado quede a 0.50 m, y un radio de curvatura de 4 m para evitar cualquier riesgo contra la seguridad. Figura III-25.

### **3.4.6. Ubicación del Jumbo antes de perforar.**

#### **3.4.6.1. Zonas de peligro.**

Toda presencia no autorizada en la zona de funcionamiento de la máquina es absolutamente PROHIBIDA.

Una máquina móvil y sus componentes móviles pueden provocar heridas graves o la muerte. Impida el acceso de personal no autorizado a la zona de trabajo. Antes de realizar cualquier trabajo o mantenimiento, debe haber leído y entendido correctamente las instrucciones correspondientes.

Una distancia de 5 m hacia el extremo frontal de la torreta y 5 m hacia atrás del extremo posterior de la máquina. Una distancia de 0.5 m hacia los costados de la máquina. No permita que nadie se suba a ninguna parte de la máquina. Haga sonar siempre la bocina antes de arrancar el motor.

El operario deberá estar alerta en todo momento y deberá detener la máquina si hubiera una persona en el área de peligro.

También el operario debe mantener todo el tiempo puesto el cinturón de seguridad.

Mantenga las manos, brazos, piernas y cabeza totalmente dentro del compartimiento de movimiento, ver anexo la fig. III- 26.

#### **3.4.6.2. Área de peligro durante la perforación.**

La distancia mínima de seguridad durante la perforación y los movimientos del brazo está de un medio metro hacia atrás del soporte de brazo. Asegurarse que nadie esté en la zona de peligro durante la perforación y los movimientos del brazo. Ver anexo la fig. III- 27.

#### **3.4.6.3. Posición del Jumbo en el área de trabajo.**

Coloque la máquina longitudinalmente a lo largo de la galería a la misma distancia de ambos muros laterales.

El compartimiento de trabajo nunca debe ir más allá del área asegurada por los bancos. Se recomienda al operador de permanecer siempre en el compartimiento de trabajo bajo la cubierta de protección.

El operador debe prohibir el acceso a las zonas con presencia de bancos. Nadie está autorizado a entrar en la zona donde presencia de bancos. Si hay necesidad de proceder a mantenimiento o reparación, la maquina debe ser desplazada hasta una zona asegurada o lugares de mantenimiento. Ver anexo fig. III- 28.

#### **3.4.6.4. El uso de estabilizadores.**

Ponga los estabilizadores (los delanteros primero) firmemente al suelo hasta levantar algunos centímetros las ruedas delanteras del suelo. Entonces, bajar las gatas traseras para levantarlas ruedas traseras sobre el suelo. A fin de conseguir una estabilidad óptima, no eleve excesivamente el chasis al colocar los gatos de estabilización firmemente en el suelo. Ver anexo la fig. III- 29.

#### **3.4.6.5. Ajuste del paralelismo.**

El cuerpo delantero dela máquina deberá estar nivelado y en el eje de la dirección de perforación.

#### **3.4.6.6. Posicionamiento del brazo:**

- Consiste en fijar el dowell a la roca de tal forma que no exista movimiento o vibraciones de la viga o brazo del equipo en la perforación
- colocar el brazo en posición horizontal.
- Use la palanca de oscilación del brazo para alinear el brazo con el eje delantero del vehículo. Posición del avance:
- Use la palanca de vuelco para colocar el rodamiento del avance de la broca en la posición que se muestra más abajo.
- Use las palancas de oscilación del avance y de inclinación del avance de la broca para alinear el eje de vuelco con el eje delantero del vehículo.
- Use la palanca de divergencia para devolver el avance de la broca a la posición horizontal.
- Está terminantemente prohibido percutir en vacío, como sostenimientos con Jumbo,

#### **3.4.6.7. Ajuste de las deslizaderas TTF y TFX.**

- Abrir completamente las válvulas (1) y (2).
- Avanzar la perforadora hasta obtener la distancia mínima de la deslizadera (ver dibujo: distancia máxima- distancia mínima).
- Cerrar la válvula (2) completamente.
- Retroceder el martillo contra el tope trasero.
- Mantener la palanca del retroceso del martillo durante 10 segundos.
- Cerrar la válvula (1) completamente.
- Asegurarse que las dos válvulas 1 y 2 estén cerradas. Ver anexo la fig. III- 32

#### **3.4.6.8. Reglas de inspección y técnicas de operación de los equipos.**

##### **a). Scoop (cargador de bajo perfil).**

- La inspección alrededor del equipo se realiza con la finalidad de prolongar la vida útil del equipo.

- Esta norma se cumple para que el operador esté seguro de su operación. Y se realiza de la siguiente manera.

- 1.- Punto de inicio.
- 2.- Orden Lógico.
- 3.- Rutina.

**Esta norma se cumple.**

- 1.- Al inicio del turno.

- 2.- Cada vez que baje del equipo.

- 3.- Al final del turno.

- Para tener buena visibilidad del operador y estabilidad de la máquina, lleve el cucharón del cargador a poca altura, aproximadamente a 400 mm (15 pulg) por encima del suelo.
- Limpie y nivele el área de trabajo durante la operación y durante los periodos de espera si carga a unidades de acarreo.
- Mantenga tracción evitando excesiva presión hacia abajo sobre el cucharón
- Asegúrese de que el cucharón que utiliza sea apropiado para el trabajo a realizar. Si excede los límites de operación de la máquina, acortará su vida útil. Ver anexo las figs. III-33, III-34, III-35.

**b). Dumper (camión de bajo perfil) y Jumob electrohidráulico.**

Las siguientes revisiones y mantenimiento siempre se deben realizarse al comienzo y al final de cada turno, tales como sigue:

- Revisión alrededor del equipo
- Inspección del compartimiento del operador
- los niveles de los fluidos
- Inspección de los neumáticos
- Inspección de las luces.

- Inspección de la caja volcadora
- Aplicación de la grasa multipropósito
- Inspección del sistema de lubricación
- Inspección del nivel de aceite hidráulico
- Inspección del nivel de aceite de motor
- Nivel del líquido refrigerante
- Nivel del combustible
- Inspección de las baterías
- Prueba de marcha atrás y adelante
- Nivel de aceite de transmisión
- Prueba de los frenos y lavado del equipo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RENDIMIENTO ECONÓMICO**

#### **4.1. Costo de operación de los equipos (COP).**

Para estimar el costo horario o costo de operaciones por hora (COP), se toma costos reales de los archivos históricos de maquinarias pesadas de minería. Para un ejemplo se ha tomado los datos de la unidad de producción Uchucchacua para la de los equipos de bajo perfil, según la estructura de costos que registra la empresa. Se tiene a calcular los siguientes costos.

- Costo de mantenimiento (CMA). Incluye el correctivo y preventivo.
- Costos de neumático (CEN). Desgaste o destrucción de llantas
- Costo de labor (CLA). Mano de obra o personal, involucra en la operación directa de mantenimiento y reparaciones.
- Costo de materiales varios (CMV). Todos los materiales adicionales diversos utilizados.

- Costo de servicios auxiliares prestados y gastos generales (CSE). Servicios de otras áreas.
- Costo de combustibles y lubricantes (CCB).

$$COP = \frac{1}{DM} (CMA + CEN + CLA + CMV + CSE + CCB) \$/hora$$

#### 4.1.1. Costos de mantenimiento antes de Scoop, Dumper y Jumbo.

##### Costos de mantenimiento antes de Scoop.

MPS	MP1	MP2	MP3	MP4	MP1	MP2	MP3	MP4	TOTAL
Costo(\$)	739.12	784.27	1702.10	1934.90	739.12	784.27	1702.10	1934.90	<u>10,320.78</u>

##### Costos de mantenimiento actual de Scoop.

MPS	MP1	MP2	MP1	MP3	MP1	MP2	MP1	MP4	TOTAL
Costo(\$)	739.12	784.27	739.12	1702.10	739.12	784.27	739.12	1934.90	8,162.02

##### Costos de mantenimiento antes de Dumper.

MPS	MP1	MP2	MP3	MP4	MP1	MP2	MP3	MP4	TOTAL
Costo(\$)	353.10	353.10	2919.10	3204.67	353.10	353.10	2919.10	3204.67	13,659.94

##### Costos de mantenimiento actual de Dumper.

MPS	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP3
Costo(\$)	353.10	353.10	353.10	353.10	353.10	353.10	353.10	2919.10

MPS	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP4	TOTAL
Costo(\$)	353.10	353.10	353.10	353.10	353.10	353.10	353.10	3204.67	11,067.17

costo horario	Costo (\$/hr) antes		
	Scoop	Dumper	Jumbo
mantenimiento preventivo	4.8	6.52	5.8
neumáticos	6.12	7.02	4.6
mano de obra	20.02	20.02	20.02
materiales varios	0.98	0.89	0.8
servicios auxiliares	1.01	1.22	1.04
combustibles y lubricantes	11.85	12.01	6.21

Cuadro. IV-45. Muestra costos comparativos de antes.

#### 4.1.2. Costos en mantenimiento preventivo de los equipos actual.

##### 4.1.2.1. Costos de mantenimiento preventivo (MPs) de los equipos.

###### a). Scoop Tram (cargador de bajo perfil)

EQUIPO		SCOOP R1300G (C.V.N. 3)				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MPI				
HORAS PROGRAMADAS		250 HORAS				
ITEM	DETALLE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
		CODIGO	CANT	UNIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes	\$ 67.25	\$ 134.50
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad	\$ 16.35	\$ 16.35
3	Filtro de Combustible Primario	1335673	1	Unidad	\$ 64.59	\$ 64.59
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad	\$ 21.15	\$ 21.15
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad	\$ 80.00	\$ 240.00
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad	\$ 70.00	\$ 140.00
7	Trapo Industrial		2	Kg.	\$ 1.00	\$ 2.00
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 618.59</b>
<b>TOTAL CON IGV</b>						<b>\$ 739.12</b>

Cuadro. IV-46. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP1) de 250 horas.

EQUIPO		SCOOP R1300G (CAT N 3)				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MP2				
HORAS PROGRAMADAS		500 HORAS				
ITEM	DETALLE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
		CODIGO	CANT	UNIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes	\$ 67.25	\$ 134.50
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad	\$ 16.35	\$ 16.35
3	Filtro de Combustible Primario	133 5673	1	Unidad	\$ 64.59	\$ 64.59
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad	\$ 21.15	\$ 21.15
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad	\$ 80.00	\$ 240.00
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad	\$ 70.00	\$ 140.00
7	Filtro de Aceite de transmisión	9T9054	1	Unidad	\$ 35.10	\$ 35.10
8	Sello del filtro de transmisión	8H7521	1	Unidad	\$ 5.36	\$ 5.36
9	Trapo Industrial		2	Kg.	\$ 1.00	\$ 2.00
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 659.05</b>
<b>TOTAL CON IGV</b>						<b>\$ 784.27</b>

Cuadro. IV-47. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP2) de 500 horas.

EQUIPO		SCOOP R1300G (CAT N°3)				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MP3				
HORAS PROGRAMADAS		1000 HORAS				
ITEM	DETALLE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
		CODIGO	CANT	UNIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes	\$ 67.25	\$ 134.50
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad	\$ 16.35	\$ 16.35
3	Filtro de Combustible Primario	133 5673	1	Unidad	\$ 64.59	\$ 64.59
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad	\$ 21.15	\$ 21.15
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad	\$ 80.00	\$ 240.00
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad	\$ 70.00	\$ 140.00
7	Filtro de Aceite de transmisión	9T9054	1	Unidad	\$ 31.94	\$ 31.94
8	Sello del filtro de transmisión	8H7521	1	Unidad	\$ 4.69	\$ 4.69
9	Aceite de transmisión	HD30	3	Baldes	\$ 62.20	\$ 186.60
10	Sellos Tampones Mandos Finales	7M 8485	4	Unidad	\$ 2.76	\$ 11.04
11	Filtro del Sistema Hidráulico	1R0722	2	Unidad	\$ 29.78	\$ 59.56
12	Aceite Hidráulico	HD50	6	Baldes	\$ 62.20	\$ 373.20
13	Sello de tapa del Estrainer	8H7521	1	Unidad	\$ 4.69	\$ 4.69
14	Grasa		2	Baldes	\$ 70.00	\$ 140.00
15	Trapo Industrial		2	Kg.	\$ 1.00	\$ 2.00
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 1,430.31</b>
<b>TOTAL CON IGV</b>						<b>\$ 1702.10</b>

Cuadro. IV-48. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP3) de 1000 horas.

EQUIPO		SCOOP R1300G (CAT N 3)				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MP4				
HORAS PROGRAMADAS		2000 HORAS				
ITEM	DETALLE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
		CODIGO	CANT	UNIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Aceite de Motor	15W40	2	Baldes	\$ 67.25	\$ 134.50
2	Filtro de Aceite de Motor	1R0739	1	Unidad	\$ 16.35	\$ 16.35
3	Filtro de Combustible Primario	133 5673	1	Unidad	\$ 64.59	\$ 64.59
4	Filtro de Combustible Secundario	1R0750	1	Unidad	\$ 21.15	\$ 21.15
5	Filtro de Aire Primario	P181126	3	Unidad	\$ 80.00	\$ 240.00
6	Filtro de Aire Secundario	P523048	2	Unidad	\$ 70.00	\$ 140.00
7	Filtro de Aceite de transmisión	9T9054	1	Unidad	\$ 31.94	\$ 31.94
8	Sello del filtro de transmisión	8H7521	1	Unidad	\$ 4.69	\$ 4.69
9	Aceite Hidráulico	HD50	5	Baldes	\$ 62.20	\$ 311.00
10	Aceite de transmisión	HD30	3	Baldes	\$ 62.20	\$ 186.60
11	Sellos del Filtro Hidráulico	7D 1195	2	Unidad	\$ 5.02	\$ 10.04
12	Sellos del Filtro Hidráulico	5H 6733	2	Unidad	\$ 7.31	\$ 14.62
13	Sellos Tampones Mandos Finales	7M 8485	4	Unidad	\$ 2.76	\$ 11.04
14	Filtro del Sistema Hidráulico	1R0722	2	Unidad	\$ 29.78	\$ 59.56
15	Aceite Hidráulico	HD10	6	Baldes	\$ 62.20	\$ 373.20
16	Sello de tapa del Estrainer	8H7521	1	Unidad	\$ 4.69	\$ 4.69
17	Trapo Industrial		2	Kg.	\$ 1.00	\$ 2.00
		<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1,625.97</b>
		<b>TOTAL CON IGV</b>				<b>\$ 1934.90</b>

**Cuadro. IV-49.** Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP4) de 2000 horas.

En resumen los costos de mantenimiento preventivo del Scoop (CAT 03) en 4 meses.

MPS	MP1	MP2	MP1	MP3	MP1	MP2	MP1	MP4	TOTAL
Costo(\$)	739.12	784.27	739.12	1702.10	739.12	784.27	739.12	1934.90	8,162.02

Costos en 4 meses = 8062.02\$

Costo MPs de Scoop (CAT 03) por mes con IGV = 2040.51 \$/mes.

b). Dumper (camión de bajo perfil).

<b>Mantto. Preventivo (MP1) 125 Horas (Dumper 07)</b>							
<b>repuestos y materiales utilizados</b>	<b>Sandvik</b>	<b>Donalson</b>	<b>Ferreyro</b>	<b>cant.</b>	<b>unidad</b>	<b>p. unitario</b>	<b>p. total</b>
aceite de motor	25w50			2	baldes	mina	mina
filtro de aceite motor	69036397	p550367	1r0739	1	uni	\$ 18.62	\$ 18.62
filtro de combustible primario			1335673	1	uni	\$ 11.68	\$ 11.68
filtro de combustible secundario			1r0750	1	uni	\$ 7.38	\$ 7.38
filtro de transmisión	4699374	p550699		1	uni	\$ 20.00	\$ 20.00
filtro de refrigeración	69037432	p550388		1	uni	\$ 18.00	\$ 18.00
filtro elemento alta presión	64117160			1	uni	\$ 152.23	\$ 152.23
filtro de aire primario	69008903	p119370		1	uni	\$ 24.98	\$ 24.98
filtro de aire secundario	69008859	p181041		1	uni	\$ 43.81	\$ 43.81
						<b>total</b>	<b>\$ 296.70</b>
						<b>Total IGV</b>	<b>\$ 353.10</b>

Cuadro. IV-50. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP1) de 125 horas.

<b>Mantto. Preventivo (MP2) 500 Horas (Dumper 07)</b>							
<b>REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS</b>	<b>Sandvik</b>	<b>Donalson</b>	<b>ferreyro</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
aceite de motor	25w50			2	baldes	mina	mina
filtro de aceite motor	69036397	p550367	1r0739	1	uni	\$ 18.62	\$ 18.62
filtro de combustible primario			1335673	1	uni	\$ 11.68	\$ 11.68
filtro de combustible secundario			1r0750	1	uni	\$ 7.38	\$ 7.38
filtro de transmisión	4699374	p550699		1	uni	\$ 20.00	\$ 20.00
filtro de refrigeración	69037432	p550388		1	uni	\$ 18.00	\$ 18.00
filtro elemento alta presión	64117160			1	uni	\$ 152.23	\$ 152.23
filtro de aire primario	69008903	p119370		1	uni	\$ 24.98	\$ 24.98
filtro de aire secundario	69008859	p181041		1	uni	\$ 43.81	\$ 43.81
						<b>total</b>	<b>\$ 296.70</b>
						<b>Total</b>	<b>\$ 353.10</b>
						<b>IGV</b>	

Cuadro. IV-51. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP2) de 500 horas.

<b>Mantto. Preventivo (MP3) 1000 Horas (Dumper 07)</b>							
<b>REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS</b>	<b>Sandvik</b>	<b>Donalson</b>	<b>Ferreyro</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
aceite de motor	25w50			2	balde	mina	mina
filtro de aceite motor	69036397	p550367	1r0739	1	uni	\$ 18.62	\$ 18.62
filtro de combustible primario			1335673	1	uni	\$ 11.68	\$ 11.68
filtro de combustible secundario			1r0750	1	uni	\$ 7.38	\$ 7.38
filtro de transmisión	4699374	p550699		1	uni	\$ 20.00	\$ 20.00
filtro de refrigeración	69037432	p550388		1	uni	\$ 18.00	\$ 18.00
filtro elemento alta presión	64117160			1	uni	\$ 152.23	\$ 152.23
filtro de aire primario	69008903	p119370		1	uni	\$ 24.98	\$ 24.98
filtro de aire secundario	69008859	p181041		1	uni	\$ 43.81	\$ 43.81
aceite de transmisión HD 30				13	gln	\$ 62.30	\$ 809.90
aceite de ejes 85w-140				10	gln	\$ 60.00	\$ 600.00
aceite hidráulico 10w				12	gln	\$ 62.20	\$ 746.40
						<b>total</b>	<b>\$ 2,453.00</b>
						<b>Total</b>	<b>\$ 2919.10</b>
						<b>IGV</b>	

**Cuadro. IV-52.** Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP3) de 1000 horas.

<b>Mantto. Preventivo (MP4) 2000 Horas (Dumper 07)</b>							
<b>REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS</b>	<b>Sandvik</b>	<b>Donalson</b>	<b>Ferreyro</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
aceite de motor	25w50			2	balde	mina	mina
filtro de aceite motor	69036397	p550367	1r0739	1	uni	\$ 18.62	\$ 18.62
filtro de combustible primario			1335673	1	uni	\$ 11.68	\$ 11.68
filtro de combustible secundario			1r0750	1	uni	\$ 7.38	\$ 7.38
filtro de transmisión	4699374	p550699		1	uni	\$ 20.00	\$ 20.00
filtro de refrigeración	69037432	p550388		1	uni	\$ 18.00	\$ 18.00
filtro elemento alta presión	64117160			1	uni	\$ 152.23	\$ 152.23
filtro de aire primario	69008903	p119370		1	uni	\$ 24.98	\$ 24.98
filtro de aire secundario	69008859	p181041		1	uni	\$ 43.81	\$ 43.81
aceite de transmisión HD 30				13	gln	\$ 62.30	\$ 809.90
aceite de ejes 85w-140				10	gln	\$ 60.00	\$ 600.00
aceite hidráulico 10w				12	gln	\$ 62.20	\$ 746.40
refrigerante minning coolant				12	gln	\$ 20.00	\$ 240.00
						<b>total</b>	<b>\$ 2693.00</b>
						<b>Total</b>	<b>\$ 3204.67</b>
						<b>IGV</b>	

**Cuadro. IV-53.** Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP4) de 2000 horas.

En resumen los costos de mantenimiento preventivo del Dumper (D 07) en 4 meses.

<b>MPS</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP2</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP3</b>
<b>Costo(\$)</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>2919.10</b>

<b>MPS</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP2</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP4</b>
<b>Costo(\$)</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>353.10</b>	<b>3204.67</b>

Costos en 4 meses = 11067.17\$

Costo MPs de Dumper por mes con IGV = 2766.79 \$/mes

**c). Jumbo electrohidráulico.**

<b>EQUIPO</b>		<b>U MIBO 05</b>					
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		<b>MP1</b>					
<b>HORAS PROGRAMADAS</b>		<b>125</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DETALLES</b>	<b>ATLAS</b>	<b>DONALSON</b>	<b>CANT</b>	<b>UND</b>	<b>P. UNIS</b>	<b>P. TOTAL S</b>
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad	29.00	\$ 29.00
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad	23.00	\$ 23.00
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad	31.00	\$ 93.00
4	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Balde	80.00	\$ 80.00
5	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	1	Unidad	35.00	\$ 35.00
6	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad	35.00	\$ 35.00
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 295.00</b>
<b>TOTAL CON IGV</b>							<b>\$ 351.10</b>

**Cuadro. IV-54.** Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP1) de 125 horas.

EQUIPO		JUMBO 05					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MP2					
HORAS PROGRAMADAS		500					
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad	29.00	\$ 29.00
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad	23.00	\$ 23.00
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad	31.00	\$ 93.00
4	Aceite para compresora (PAO)	1503 6142 60		1	Galón	10.00	\$ 10.00
5	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Baldes	80.00	\$ 80.00
6	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	1	Unidad	35.00	\$ 35.00
7	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad	35.00	\$ 35.00
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 305.00</b>
<b>CON IGV</b>							<b>\$ 362.95</b>

Cuadro. IV-55. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP2) de 500 horas.

EQUIPO		JUMBO 05					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MP3					
HORAS PROGRAMADAS		1000					
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad	29.00	\$ 29.00
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad	23.00	\$ 23.00
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad	31.00	\$ 93.00
4	Filtro de retorno hidráulico	8231101804		2	Unidad	30.00	\$ 60.00
5	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Baldes	80.00	\$ 80.00
6	Aceite para compresora (PAO)	1503 6142 60		1	Galón	10.00	\$ 10.00
7	Filtro respiradero del tanque HD	8231085419		1	Unidad	20.00	\$ 20.00
8	Filtro de transmisión hidrostático	5112287858		1	Unidad	30.00	\$ 30.00
9	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	1	Unidad	35.00	\$ 35.00
10	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad	35.00	\$ 35.00
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 385.00</b>
<b>TOTAL CON IGV</b>							<b>\$ 458.15</b>

Cuadro. IV-56. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP3) de 1000 horas.

EQUIPO		JUMBO 05					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MP4					
HORAS PROGRAMADAS		2000					
ITEM	DETALLES	ATLAS	DONALSON	CANT	UND	P. UNIT \$	P. TOTAL \$
1	Filtro de aceite motor	5112 3007 59		1	Unidad	29.00	\$ 29.00
2	Filtro de petróleo	5580 0041 28		1	Unidad	23.00	\$ 23.00
3	Filtro de compresor	1503 0189 00	P606951	3	Unidad	31.00	\$ 93.00
4	Filtro de retorno - Tanque hidráulico	8231 1018 04	P175120	2	Unidad	45.00	\$ 90.00
5	Aceite 15W40 - Motor Diesel	SAE		1	Balde	80.00	\$ 80.00
6	Aceite para compresora (PAO)	1503 6142 60		1	Galón	10.00	\$ 10.00
7	Aceite hidráulico DTE - 26			12	Galones	15	\$ 180.00
8	Aceite diferencial 85W140					14	\$ 140.00
9	Aceite de la caja de transferencia			10	Galones	20	\$ 200.00
10	Aceite mandos finales 85W140					20.00	\$ 200.00
11	Filtro respiradero del tanque HD	8231085419		1	Unidad	35.00	\$ 35.00
12	Filtro de transmisión hidrostático	5112287858		1	Unidad	35.00	\$ 35.00
13	Filtro admisión primario M. Diesel	5112305243	P828889	1	Unidad	30.00	\$ 30.00
14	Filtro admisión secundario M. Diesel	3112305242	P829333	1	Unidad	30.00	\$ 30.00
<b>TOTAL</b>							<b>\$ 1,175.00</b>
<b>TOTAL CON IGV</b>							<b>\$ 1,398.25</b>

Cuadro. IV-57. Muestra los costos en mantenimiento preventivo (MP4) de 2000 horas.

En resumen los costos de mantenimiento preventivo del Jumbo (J 05) en 4 meses.

MPS	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP3
Costo(\$)	351.10	351.10	351.10	362.95	351.10	351.10	351.10	458.15

MPS	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP4
Costo(\$)	351.10	351.10	351.10	362.95	351.10	351.10	351.10	1398.25

Costos totales en 4 meses = 6795.50 \$

Costo MPs de Jumbo por mes con IGV = 1,698.87 \$/mes

- Horas acumuladas de Scoop (CAT 03) en 4 meses es 2080 horas
- Horas acumuladas de Dumper (D 07) en 4 meses es 2080 horas
- Horas acumuladas de Jumbo (J 05) en 4 meses es 1600 horas.

Costos de insumos de MPs de cada equipo	Costos (\$/mes)	\$/ hora
Scoop Tram(cargador de bajo perfil) CAT 03	2040.51	3.92
Dumper (camión de bajo perfil) D 07	2766.79	5.32
Jumbo electrohidráulico J 05	1698.87	4.25

**Cuadro. IV-58.** Muestra los costos en mantenimiento preventivo por hora de los equipos.

#### 4.1.2.2. Costo de los neumáticos.

Ejemplo.

Para el caso de Scoop, el juego de llantas conforma 5 unidades, que cuestan a 3080 \$ con cámara c/u.

(5 llantas) *(3080 \$/ llanta) -----	15 400 \$
Reparaciones menores $\pm$ 7%, estimado -----	<u>1078 \$</u>
Total a gastarse durante su vida útil.-----	16478 \$
Vida útil de la llanta -----	3000 horas

$$\text{costo / hora} = \frac{16478\$}{3000\text{horas}} = 5.49 \text{ $/h}$$

equipo	marca	modelo	llantas	\$/uni	\$ total	v.u(hr)	Re.men	\$/hora
Scoop	CAT	R1300G	5	3080	15400	3000	$\pm$ 7%	5.49
Dumper	Snadvik	TH-311	5	3200	16000	3000	$\pm$ 7%	5.71
Jumbo	Sandvik	DD-311	5	2070	10350	4000	$\pm$ 7%	2.77

#### 4.1.2.3. Costo de mano de obra de mantenimiento.

Sueldo del personal técnico por mes = 1428.57\$

$$\text{sueldo/hora} = \frac{1428.57\$}{\text{mes}} * \frac{1\text{mes}}{21\text{días}} * \frac{1\text{día}}{9.5\text{horas}} = 7.16\$ / \text{hora}$$

personal	\$/mes	\$/hora
Técnico	1428.57	7.16
Ayudante	892.86	4.48
Ayudante	892.86	4.48
	total	16.16

#### 4.1.2.4. Costo por servicios auxiliares.

Ejemplo:

Para el caso de Scoop.

Costo por mantenimiento/hora ----- 3.92 \$/hr

Costo estimado para emergencias = 3.92\*0.07 = 0.27 \$

Costos por servicios de cada equipo	MPs (\$/hora)	%(costo/hora)	\$/ hora
Scoop Tram(cargador de bajo perfil)	3.92	7%	0.27
Dumper (camión de bajo perfil)	5.32	7%	0.37
Jumbo electrohidráulico	4.25	7%	0.29

#### 4.1.2.5. Costo de materiales varios.

Costos por materiales de cada equipo	MPs (\$/hora)	%(costo/hora)	\$/hora
Scoop Tram(cargador de bajo perfil)	3.92	10%	0.39
Dumper (camión de bajo perfil)	5.32	10%	0.53
Jumbo electrohidráulico	4.25	10%	0.42

#### 4.1.2.6. Costo de combustible y lubricantes.

Calculando el consumo de combustible para el Scoop de capacidad 4.1Yd<sup>3</sup>, modelo R1300G con 520 horas trabajadas en un mes.

$$\text{dolares / hora} = \frac{520 \text{ horas}}{\text{mes}} * \frac{4 \text{ gal}}{\text{hora}} * \frac{2.5\$}{\text{galon}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ dias}} * \frac{1 \text{ dia}}{19 \text{ horas}} = 9.12\$ / \text{hora}.$$

equipo	h/mes	Gal/hora	\$/gal	Días/mes	h/día	\$/hora
Scoop	520	4	2.5	30	19	9.12
Dumper	520	4	2.5	30	19	9.12
Jumbo	400	3	2.5	30	19	5.26

Aplicando la fórmula se calcula costos de operación para Scoop, Dumper y Jumbo.

#### Antes:

$$COP(\text{Scoop}) = \frac{1}{0.73} (4.80 + 6.12 + 20.02 + 0.98 + 1.01 + 11.85) = 61.34\$ / \text{hora}$$

$$COP(\text{Dumper}) = \frac{1}{0.70} (6.52 + 7.02 + 20.02 + 0.89 + 1.22 + 12.01) = 68.11\$ / \text{hora}$$

$$COP(\text{Jumbo}) = \frac{1}{0.72} (5.80 + 4.60 + 20.02 + 0.80 + 1.04 + 6.21) = 53.43\$ / \text{hora}$$

#### Actual

$$COP(\text{Scoop}) = \frac{1}{0.93} (3.92 + 5.49 + 16.16 + 0.27 + 0.39 + 9.12) = 38.01\$ / \text{hora}$$

$$COP(\text{Dumper}) = \frac{1}{0.93} (5.32 + 5.71 + 16.16 + 0.37 + 0.53 + 9.12) = 40.01\$ / \text{hora}$$

$$COP(\text{Jumbo}) = \frac{1}{0.93} (4.25 + 2.77 + 16.16 + 0.29 + 0.42 + 5.26) = 31.34\$ / \text{hora}$$

## **CAPÍTULO V**

### **SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE**

#### **5.1. Seguridad.**

##### **Reglamento interno:**

**Art. 1.-** Todos los trabajadores y supervisores de perfil técnico y ingeniero de la compañía de Minas Buenaventura S.A.A – Unidad de producción Uchucchacua están obligados a su acatamiento y la responsabilidad de dar cumplimiento a las disposiciones contenidas en el reglamento interno.

**Art. 2.-** El reglamento tiene por objetivo:

- a). Eliminar practicas peligrosas (actos Subestándares), trabajando de una manera segura en todo momento
- b). Eliminar y restringir las posibilidades de actos destructivos y entre otros.

**Art. 88.-** todos los letreros, etiquetas, mensajes, y señales de seguridad deben ser colocadas directamente en los equipos y en los labores de trabajo en los lugares visibles.

**Art. 226.-** Si algún equipo ha de ser reparada en interior mina, deberá realizarse en los lugares asignados como áreas de mantenimiento, libre de desprendimiento de rocas y que ofrezca buena ventilación.

### 5.1.1. Etiquetas, mensajes y señales de Seguridad de los equipos.

La administración moderna obliga de equipar con etiquetas, mensajes y señales de seguridad a todos los equipos para evitar los posibles riesgos. Esta sección incluye explicaciones de los símbolos, los signos, las señales las etiquetas de seguridad utilizados sobre el equipo y las informaciones de utilización.

### 5.1.2. Palabras de señalización.

Los siguientes símbolos y palabras de señalización se emplean para identificar los mensajes de seguridad para no cometer incidentes, se tiene los siguientes.



La palabra "PELIGRO" indica una situación peligrosa que, de no sé, causaría graves daños personales o incluso la muerte. Como por ejemplo tocar los faros, arrancador, etc.



La palabra "ADVERTENCIA" indica una situación peligrosa que, de no evitarse, podría llegar a causar graves daños personales o incluso la muerte.

### NOTA

La palabra "NOTA" indica una situación que, de no evitarse, podría llegar a causar daños a la propiedad.

### 5.1.3. Símbolo general de peligro.



Este símbolo general de peligro acompaña en todo los equipos dando los mensajes importantes en materia de seguridad.

Cuando vea este símbolo, manténgase alerta porque está en juego su seguridad. Lea atentamente el mensaje que lo acompaña e informe a los demás usuarios.

#### 5.1.4. Símbolos de acciones obligatorias.

Todo el personal trabajador de mina tiene en conocimiento sobre los símbolos de los implementos de seguridad, que está en todo las labores como por ejemplo los equipos eléctricos, herramientas que son de alto riesgo. Como las cajas de la energía eléctrica, etc. que especifican las acciones a tomar para evitar peligros. Los símbolos de las acciones obligatorias están colocadas en todos los labores de mina, que están marcadas con símbolos blancos sobre fondo azul.



Usar guantes



Usar protección ocular



Usar casco



Usar arnés



Usar protección auditiva



Usar calzados con punta de acero



Usar ropa ajustada



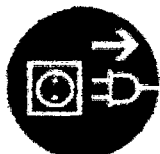
Usar chalecos de alta visibilidad



apagar y bloquear el equipo



Usar máscara



desconectar el aparato de la corriente



leer el manual

### 5.1.5. Símbolos de acciones prohibidas.

Los símbolos de acciones prohibidas son las que indican las acciones que están prohibidas a fin de evitar peligros. Las acciones prohibidas se indican en negro sobre fondo blanco, dentro de un círculo rojo cruzado por una línea roja en diagonal. La acción que se prohíbe está siempre en negro



Prohibido trepar



Prohibido fumar



Prohibido tocar



Prohibida llama abierta



Acceso prohibido o limitado



Prohibido soldar

### 5.1.6. Símbolos de peligro.

Los símbolos de peligro se usan para indicar el tipo de peligro y las consecuencias potenciales. Estos símbolos aparecen con un triángulo amarillo con símbolos y recuadros negros.



Atención a las manos



Peligro de corrosión



Atención a los pies



Riesgo eléctrico



Descarga eléctrica



Peligro



Peligro de atrapamiento



Riesgo de caída



Caída de objetos



Peligro de incendio



Proyección de objetos



Riesgo de intoxicación

#### **5.1.7. Reglas de Seguridad durante la operación de los equipos.**

Usted es responsable de su propia seguridad y recuerde que debe.

- Leer, entender, conocer y seguir las características y dispositivos de seguridad de la máquina.
- Conocer la ubicación y funcionamiento de todos los sistemas e indicadores de advertencia.
- Seguir las Instrucciones del Manual de operación y Mantenimiento de la máquina que usted opera.
- Al subir y bajar de una maquina suba por los escalones.
- Mantenga los tres puntos de contacto.
- Nunca salte de las maquinas.
- En caso de tormentas no baje del equipo
- Conocer las reglas de tránsito.
- Usar implementos de seguridad.
- No llevar pasajeros.
- No usar el equipo como desquinchador.
- Nunca aplicar el freno de parqueo cuando el equipo está en movimiento.
- Manejar siempre a la defensiva.
- Nunca se pare de su asiento mientras está operando.
- Nunca opere el equipo si algún dispositivo de alarma está activado.
- Conozca su área de trabajo.

- Use su cinturón de seguridad. (consultar con seguridad)
- Cuando encuentre un transeúnte ceda el paso con la luz apagada.
- Cuando transite en una rampa positiva o negativa llevar la cuchara en sentido contrario. (cuchara hacia abajo).
- Cuando el equipo se estacione en una rampa colocar la parte de la cuchara hacia la roca o caja piso.
- Asegúrese de que todas las luces indicadoras, las alarmas y la alarma de marcha atrás funcionen correctamente.
- Siempre informe inmediatamente si hubiera cualquier daño o falla operativa.
- Siempre permanezca sentado cuando opere el equipo.
- Siempre haga sonar la bocina durante algunos segundos antes de poner en marcha.
- Siempre pruebe todos los frenos antes de iniciar el desplazamiento y antes de operar el equipo sobre terreno inclinados.
- Siempre mantenga las manos, los brazos, la cabeza, etc. Dentro del compartimiento del operador.
- Siempre transporte la caja volcadora completamente descendida.
- Nunca use el equipo para otros fines sin autorización alguno.
- El operario deberá estar alerta en todo momento y deberá detener la máquina si hubiera una persona en el área de peligro.
- También el operario debe mantener todo el tiempo puesto el cinturón de seguridad.
- Mantenga las manos, brazos, piernas y cabeza totalmente dentro del compartimiento de movimiento

## **5.2. Medio ambiente.**

### **5.2.1. Marco legal.**

- Constitución Política del Perú: Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales, Art. 66, Art. 67, Art.68 y Art.69.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales: Decreto Legislativo N° 613.

- Ley del Consejo Nacional del Medio Ambiente. Ley No 26410. (CONAM).
- Ley General de Aguas. Ley 17752.
- Reglamento Ambiental para las Actividades Minero Metalúrgicas. D.S. 016-93-EM. Modificatorias: D.S.059-93-EM; D.S.059-99 EM; D.S. 022-2002 EM
- Legislación de la Promoción a la Inversión Privada. D.L. 757, Art. 51.
- Ley 27446, Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Art. 3.
- Ley 26786, Ley de Evaluación Ambiental para obras y Actividades.
- Ley 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas.

## **5.2.2. Medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales.**

### **5.2.2.1. Aire.**

Para controlar los impactos de la calidad de aire se ha implementado las siguientes medidas durante el proceso de producción.

- La generación de polvo en las vías de transporte subterráneo que se genera durante trabajo del turno, es controlada por una cisterna mediana mediante la pulverización por aspersión, esto se realiza en horas de almuerzo por cada turno.
- Optimizar el movimiento de los vehículos para el desplazamiento del echadero de mineral hasta los frentes de mineral o cámaras de mineral.
- Durante el transporte, se controla los niveles de emisión de polvo mediante la disminución de la velocidad y manejo de los equipos cuando es necesario.
- Los monóxidos de carbono se mantienen por debajo de 500 ppm.

### **5.2.2.2. Ruido.**

- Llevar acabo las inspecciones y mantenimiento de los equipos con el fin de garantizar que estén en buen estado y que las partes gastadas sean reemplazadas, a fin de evitar ruidos por desperfectos en los equipos.

- Controlar los límites de velocidad de todos los equipos en relación con las condiciones de las vías.
- Prohibir el uso de las bocinas inadecuadas de todos los equipos que circulan en interior mina.
- Revisar que los dispositivos de atenuación de ruido, se encuentren en buen estado (tales como los frenos, silenciadores de escape, los PTX, etc.) durante el proceso de trabajo.
- Mantener apagado los equipos cuando su uso no sea necesario
- Calcular los niveles de ruido en la escala de ponderación aplicando siguiente

$$\text{fórmula. } T = (8/2^{(L-85)/3}) = T = \frac{(8)}{(2^{(L-85)/3})}$$

Donde:

T: es el tiempo de exposición máximo para el nivel de ruido

L: es el nivel de ruido en decibeles en la escala de ponderación A(dBA) para el cual, saber cuál es su tiempo de exposición máxima.

- Para calcular el porcentaje de dosis se aplica la siguiente fórmula.

$$\% \text{DOSIS} = (T/8)^{2(L-85)/3}.$$

- Para calcular el nivel equivalente resultante de varias mediciones de tiempos conocidos se deberá usar la siguiente fórmula.

$$LEQ = 10 \cdot \text{Log}_{10}(t_1 \cdot 10^{L1/10} + t_2 \cdot 10^{L2/10} + \dots + t_N \cdot 10^{LN/10} / t_1 + t_2 + \dots + t_N).$$

Donde:

t1: es el tiempo que duró el evento

L1: nivel de ruido equivalente continuo (dBA) medido para el tiempo t1.

### **5.2.2.3. Suelo.**

- Minimizar el área a ser alterada por las instalaciones de los talleres del área del mantenimiento durante el diseño y la planificación minera.
- Recuperar el suelo superficial o suelo orgánico (“Topsoil”) para la rehabilitación del proyecto como parte de las actividades de construcción.
- Asegurar la contención adecuada y la limpieza inmediata de los derrames y fugas de los hidrocarburos utilizando los paños absorbentes.
- Implementar tanques de almacenamiento de los hidrocarburos con pisos de concreto para evitar contacto directo con el suelo.
- Los suelos, residuos sólidos, envases contaminados que no puedan ser tratados en el sitio serán clasificados como residuos peligrosos y serán dispuestos fuera del sitio.

### **5.2.2.4. Hidrología.**

- El almacenamiento de agua superficial es generada en los tiempos de lluvia y filtrados a interior de mina, son monitoreados periódicamente por los especialistas.
- Es terminantemente prohibido el contacto directo de los hidrocarburos con el agua tanto en interior mina como en superficie.

### **5.2.2.5. Control de los agentes químicos.**

De acuerdo al reglamento de seguridad y salud ocupacional, D.S. 055 – 2010 – EM, se tiene lo siguiente.

<b>AGENTES QUÍMICOS</b>	
<b>AGENTES</b>	<b>MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Polvo inhalable	10mg./m <sup>3</sup>
Polvo respirable	3mg./m <sup>3</sup>
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	Mín. 19.5 %
Dióxido de carbono	Máx. 9000 mg /m <sup>3</sup> ó 5000ppm
Monóxido de Carbono	25ppm ó 29mg./m <sup>3</sup>
Metano (MH <sub>4</sub> )	Máx. 5000ppm
Hidrógeno sulfurado	Máx. 10ppm ó 14mg/m <sup>3</sup>
Gases nitrosos (NO <sub>2</sub> )	Máx. 5ppm ó 07mg/m <sup>3</sup>
Anhidrido sulfuroso	Más. 5ppm
Aldehídos	Máx. 5ppm
Hidrógeno (H)	Máx. 5000ppm
Ozono	Máx. 0.1ppm

**Cuadro. V-59.** Cuadro sobre el control de los agentes químicos y los niveles máximos permisibles en la minería subterránea.

### **5.2.3. Lugares adecuados para mantenimiento de equipos.**

El área de mantenimiento principal está ubicado en superficie en el punto donde que no hay mucha humedad, y las infraestructuras son techadas por la presencia constante de nevadas, y los áreas de reparaciones de emergencias en interior mina están ubicadas en labores secos donde que no hay mucha filtración de agua subterráneas. En el NV- 3990, se tiene un taller mecánico, así mismo en el NV- 3920 otro taller mecánica.

#### **5.2.4. Tratamiento adecuado de hidrocarburos.**

Los combustibles, lubricantes, refrigerante y entre otros. Es cuidadosamente utilizado en el consumo de los equipos; evitando todos los posibles derrames hacia el ambiente natural agua y/o suelo. Suelo, agua contaminada es inmediatamente retirado de los ambientes de trabajo hacia los lugares de relleno sanitario o canchas de volatilización.



**Fig. V-37.** Los representantes del área de medio ambiente haciendo monitoreo respectivo de tierras impregnadas con hidrocarburos de cancha de volatilización.

#### **5.2.5. Tratamiento adecuado de aceites de desecho.**

Recoja cuidadosamente cualquier aceite que caiga al suelo, incluso si es de tipo biodegradable.

Este aceite de desecho no deberá quemarse ni, en ningún caso, verterse en sistemas canalización de aguas o de drenaje.

Un litro de aceite es suficiente para contaminar un millón de litro de agua subterránea destinada al uso doméstico. El aceite de lubricación ya usado es un desecho peligroso y deberá procesarse siempre en una planta de tratamiento de desechos autorizados.

#### **5.2.6. Tratamiento de desechos sólidos que contienen aceites.**

Todos los accesorios que se cambia durante los mantenimientos tales como los filtros de aceite, trapos aceitosos, filtros de aceite y absorbentes de aceites deberán recogerse en depósitos adecuados. Existen embaces para clasificar todos los residuos.

#### **5.2.7. Recipientes para cada clase de desechos.**

Todo desecho o residuos son almacenados inmediatamente a los envases que le corresponde y son retirados a fines de cada semana por los encargados del área de medio ambiente, para luego ser tratados en las canchas de volatilización. Estos recipientes son recubiertos interiormente con brea para evitar derrames y/o corrosión de alguna sustancia química en el caso del cilindro rojo. Clasificar los residuos sólidos es respetar nuestro trabajo y el medio ambiente.

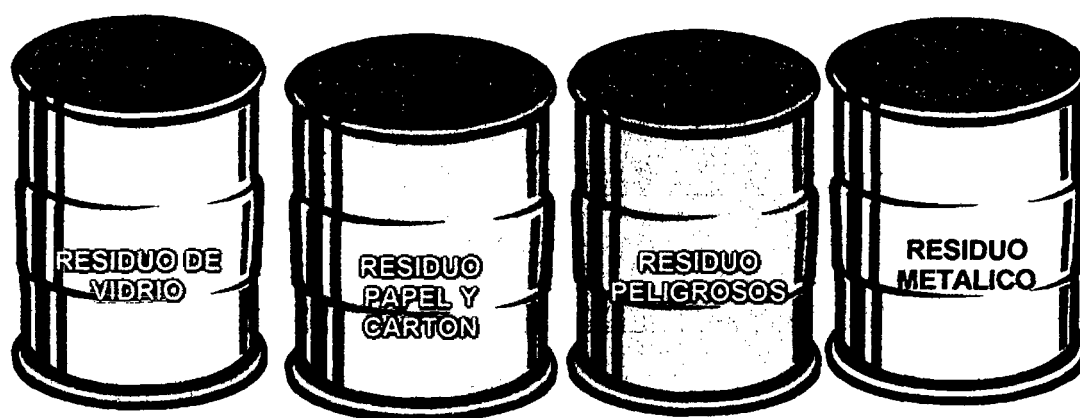


Fig. V-38. Recipientes de depósitos para residuos que deben ser colocados.

#### **5.2.8. Plan de monitoreo ambiental.**

El plan de monitoreo ambiental, que incluye el monitoreo de calidad de aire y ruido, agua superficiales y subterránea; flora, fauna y ecología acuática. Esto en cumplimiento con la normatividad vigente aplicable para cada aspecto.

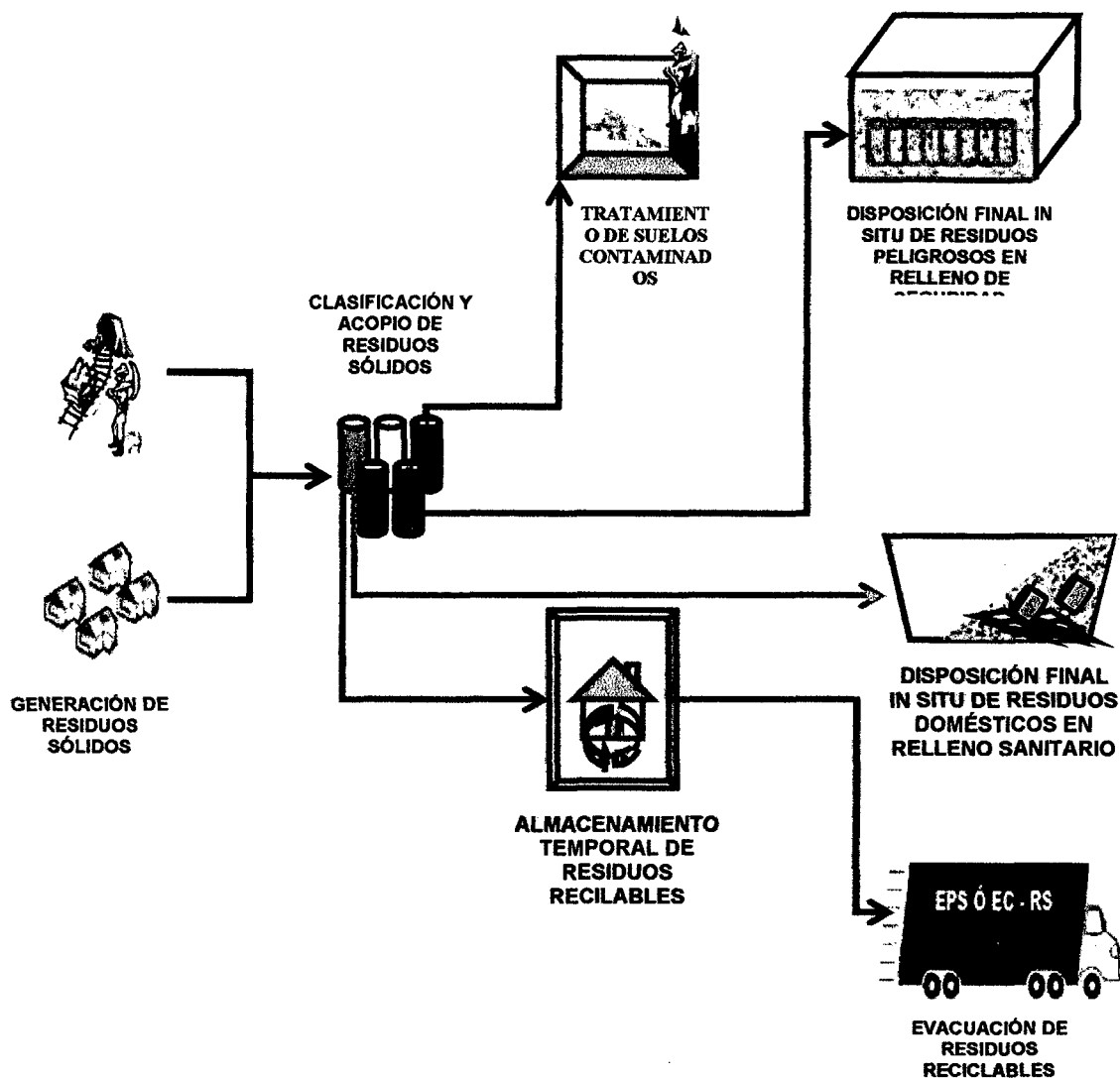
El propósito principal del programa de monitoreo es permitir a Compañía de Minas de Buenaventura contar con una información relacionada al cumplimiento de los límites máximos permisibles. Asimismo Buenaventura utilizara la información recogida en el programa de monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas de manejo aplicadas durante el proceso de explotación.



**Fig. V-39.** Los responsables del medio dando monitoreo de calidad de agua como parte del cumplimiento legal.



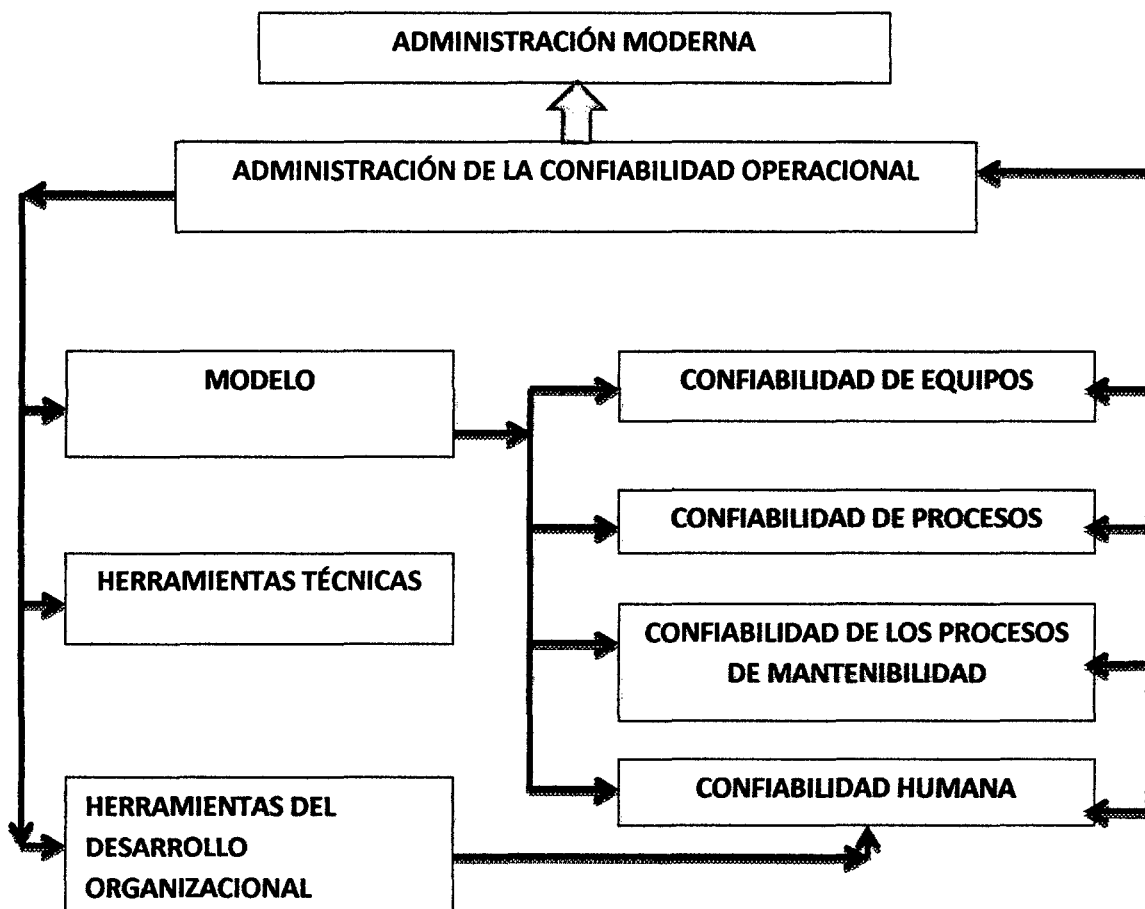
**Fig. V-40.** Monitoreo de calidad de aire como parte del cumplimiento legal



**Fig. V-41:** en la figura se muestra manejo de residuos sólidos y sustancias químicas peligrosos generados durante proceso de trabajo.

**CAPÍTULO VI**  
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

**6.1. Administración moderna.**



**Cuadro. VI-60.** Muestra la estructura de la administración moderna de las maquinarias pesadas.

**GENTE**

**Procesos orientados al mejoramiento**

**Organización centrada en equipos de trabajo**

**Compromiso gerencial**

**PROCESOS**

**Integración con proveedores**

**Procesos proactivos planificación y programación**

**Contratistas orientados a la productividad**

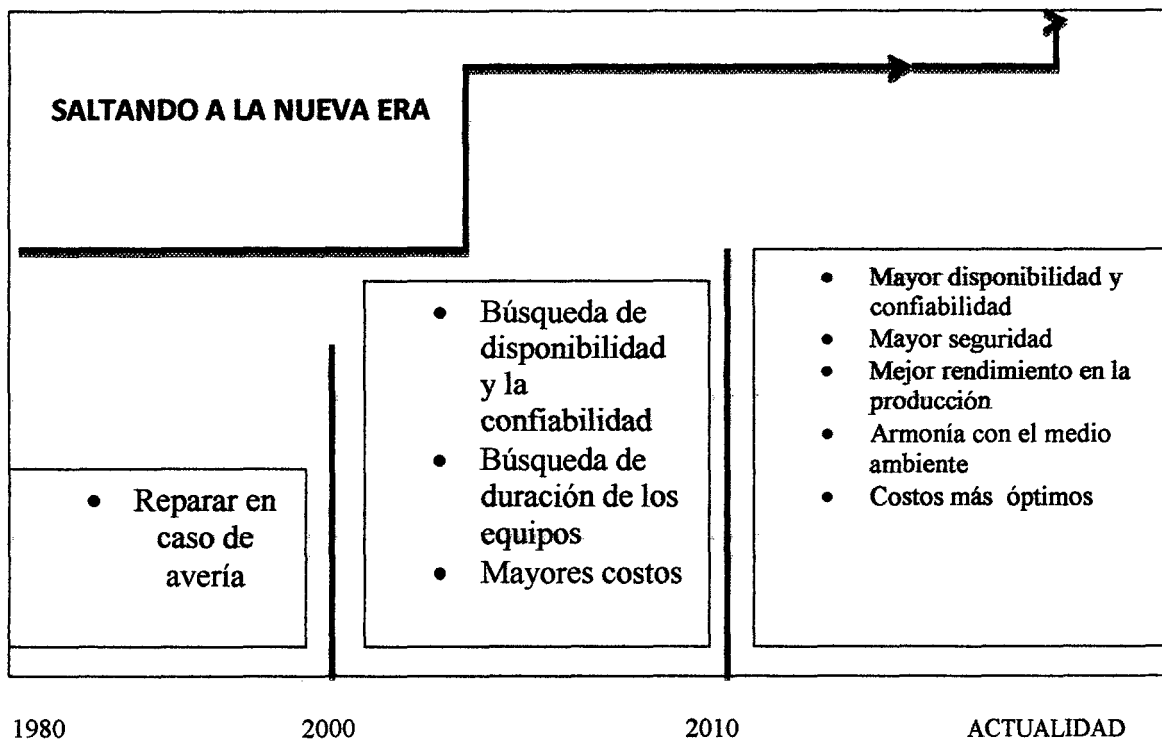
**Simplificación de procesos**

**Gerencia disciplinada**

**TECNOLOGÍA**

**Compromiso gerencial**

**Optimización confiabilidad operacional**



**Cuadro. VI-61.** Muestra los cambios significativos desde el año 1980 hasta la actualidad.

### 6.1.1. mantenimiento de las maquinarias pesadas.

<b>ANTES</b>	<b>AHORA</b>
Es para preservar el activo físico	Con la administración moderna es para preservar la función de los activos
El mantenimiento rutinario es para prevenir fallas	El mantenimiento programado es para evitar, reducir o eliminar las consecuencias de las fallas
El objetivo primario de la función de mantenimiento rutinario es para optimizar la disponibilidad al mínimo costo.	El mantenimiento programado optimiza a todos los aspectos de seguridad, integridad ambiental. No solo la disponibilidad y los costos.

**Cuadro. VI-62.** Muestra la diferencia de la administración en el área de mantenimiento.

### ¿ Quién y como debe formular los programas de mantenimiento?

<b>ANTES</b>	<b>AHORA</b>
Las políticas de mantenimiento deben ser formuladas por los gerentes y los programas deben ser desarrolladas por especialistas calificados, contratados a consultores externos	Las políticas de mantenimiento programado son formuladas por las personas más cercanas e involucradas por los activos. El rol gerencial es proveer las herramientas.
La organización de mantenimiento por si misma puede desarrollar un exitoso y duradero programa de mantenimiento con consultores externos	Un exitoso y duradero programa de mantenimiento, solo puede ser desarrollado por especialistas trabajando juntos.
Los fabricantes de equipos son los que están en mejor posición de recomendar un plan de mantenimiento.	Los fabricantes de equipos pueden jugar solo un importante pero limitado papel en el desarrollo de un programa de mantenimiento
La mayoría de los equipos su probabilidad de falla a medida que envejece	La probabilidad de fallas de la mayoría de los equipos no aumenta en función de su envejecimiento.

**Cuadro. VI-63.** Muestra cambios en la responsabilidad y tomar las decisiones.

Se ha demostrado que la administración moderna de las maquinarias pesadas es una herramienta poderosa para efectuar un programa de mantenimiento preventivo de las maquinarias pesadas, requiriéndose efectuar mayores pruebas marcas y modelos de máquinas para mejorar los resultados obtenidos en este estudio.

## 6.1.2. Tipos de mantenimiento.

### 6.1.2.1. Resultados de eventos de mantenimiento preventivo de Scoop.

Fecha de ejecución	28/02/2011	15/03/2011	03/04/2011	20/04/2011	18/05/2011	15/06/2011	02/07/2011	20/07/2011
Tipo de mantenimiento	MP1	MP2	MP1	MP3	MP1	MP2	MP1	
Mantenimiento programado(horas)	12850	13100	13350	13600	13850	14100	14350	14600
Mantenimiento ejecutado(horas)	12845	13106	13360	13616	13867	14123	14381	14641
Diferencia de horas	256	252	254	256	251	256	258	260

Cuadro. VI-64. Muestra los eventos de los mantenimientos preventivos y la diferencia de horas de ejecución.

### 6.1.2.2. Resultado de eventos de mantenimiento preventivo de Dumper.

Fecha de ejecución.	10/01/2011	18/01/2011	26/01/2011	05/02/2011	15/02/2011	23/02/2010	30/02/2011	08/03/2011
Tipo de mantenimiento.	MP1	MP1	MP1	MP2	MP1	MP1	MP1	MP3
Mantenimiento programado (horas)	175	300	425	550	675	800	925	1050
Mantenimiento ejecutado (horas)	177	306	433	561	696	830	967	1099
Diferencia de horas.	128	129	127	128	135	134	137	132

16/03/2011	24/03/2011	02/04/2011	10/04/2011	18/04/2011	26/04/2011	04/05/2011	12/05/2011
<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP2</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	
<b>1175</b>	<b>1300</b>	<b>1404</b>	<b>1529</b>	<b>1654</b>	<b>1779</b>	<b>1904</b>	<b>2029</b>
1238	1365	1494	1621	1756	1885	2009	2137
139	127	129	127	135	129	124	128

**Cuadro. VI-65.** Muestra los eventos de los mantenimientos preventivos y la diferencia de horas de ejecución.

### 6.1.2.3. Resultado de eventos de mantenimiento preventivo de Jumbo.

Fecha de ejecución.	10/02/11	16/02/11	22/02/11	30/02/11	06/03/11	13/03/11	20/03/11	27/03/11
Tipo de mantenimiento.	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP2</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP3</b>
Mantenimiento programado(horas)	<b>1125</b>	<b>1150</b>	<b>1275</b>	<b>1400</b>	<b>1525</b>	<b>1650</b>	<b>1775</b>	<b>1900</b>
Mantenimiento ejecutado(horas)	<b>1130</b>	<b>1260</b>	1388	1520	1646	1777	1911	2040
Diferencia de horas.	<b>130</b>	<b>130</b>	128	132	126	131	134	129

05/04/11	12/04/11	18/04/11	25/04/11	02/05/11	09/05/11	16/05/11	21/05/11
<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP2</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	<b>MP1</b>	
<b>2025</b>	<b>2150</b>	<b>2275</b>	<b>2400</b>	<b>2525</b>	<b>2650</b>	<b>2775</b>	<b>2900</b>
2169	2291	2419	2551	2682	2802	2923	3043
129	122	128	132	131	120	121	120

**Cuadro. VI-66.** Muestra los eventos de los mantenimientos preventivos y la diferencia de horas de ejecución.

#### 6.1.2.4. Resultado de los indicadores de los equipos.

Se tiene los resultados de mantenimiento de los equipos con la administración moderna, con los indicadores. Como la disponibilidad mecánica por encima de 91%, eficiencia o porcentaje de utilización por encima de 90%.

MODELO	MES DE JULIO					DMR %	DMP %	UTIL %	TMEP (Hr)	TMEP (Hr)	TMEP (Hr)	TMPR (Hr)	TMPR (Hr)	TMPR (Hr)
	EQUIPOS	HRS PROG	HRS TRAB	HRS PARAD	N° PARAD									
R1300G	SCOOP 01	570	520.0	38.0	8	93	85	91	66.0	60	80	4.8	3	6
R1300G	SCOOP 03	570	518.0	41.0	7	93	85	91	74.0	60	80	5.9	3	6
R1300G	SCOOP 04	570	515.0	45.0	8	92	85	90	64.4	60	80	5.6	3	6
R1300G	SCOOP 05	570	521.0	42.0	8	93	85	91	65.1	60	80	5.3	3	6
R1300G	SCOOP 06	570	508.0	40.0	8	93	85	89	63.5	60	80	5.0	3	6
R1300G	SCOOP 07	570	504.2	38.0	7	93	85	88	72.0	60	80	5.4	3	6
EJC 417	DUMPER 01	570	510	40.0	7	93	85	89	72.9	60	80	5.7	3	6
EJC 420	DUMPER 02	570	502	42.0	8	93	85	88	62.8	60	80	5.3	3	6
MT 420	DUMPER 04	570	518	40.0	7	93	85	91	74.0	60	80	5.7	3	6
PMKT 8000	DUMPER 05	570	525	44.0	8	92	85	92	65.6	60	80	5.5	3	6
PMKT 8000	DUMPER 06	570	498	47.0	8	92	85	87	62.3	60	80	5.9	3	6
TH 320	DUMPER 07	570	498	38.0	9	93	85	87	55.3	60	80	4.2	3	6
AYC 2H	SCOOP 08	570	521	38.0	7	93	85	91	74.4	60	80	5.4	3	6
EJC 415	DUMPER120	570	510	38.0	7	93	85	89	72.9	60	80	5.4	3	6
EJC 415	DUMPER125	570	490	36.0	7	94	85	86	70.0	60	80	5.1	3	6
S 1D	JUMBO 01	450	398	36.0	6	92	85	88	66.3	60	80	6.0	3	6
S 1D	JUMBO 02	450	350	30.0	5	93	85	78	70.0	60	80	6.0	3	6
DD 310	JUMBO 06	450	398	31.0	6	93	85	88	66.3	60	80	5.2	3	6

**Cuadro. VI-67.** Muestra los resultados de la disponibilidad mecánica, la eficiencia y la confiabilidad. Ver anexo, cuadros de graficas de III-34 al III-39.

**6.1.2.5. Resultado de dispersión de mantenimiento preventivo de los equipos.**

MODELO	EQUIPO	FECHA DE EJECUCIÓN	DISPERSIÓN	-10%	-5%	5%	10%
R1300	SCOOP 01	24/06/2011	260.0	225	237.5	262.5	275
R1300	SCOOP 01	12/07/2011	259.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 03	11/07/2011	255.2	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 04	05/07/2011	256.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 04	23/07/2011	251.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 05	03/07/2011	253.6	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 05	21/07/2011	256.4	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 06	26/06/2011	258.9	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 06	13/07/2011	253.9	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 07	25/06/2011	260.0	225	237.5	262.5	275
R1300G	SCOOP 07	10/07/2011	248.7	225	237.5	262.5	275
EJC 417	DUMPER 01	13/07/2011	265.7	225	237.5	262.5	275
MT 420	DUMPER 04	14/07/2011	263.7	225	237.5	262.5	275
MODELO	EQUIPO	FECHA DE EJECUCIÓN	DISPERSION	-10%	-5%	5%	10%
PAUSS	DUMPER 05	24/06/2011	128.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 05	02/07/2011	130.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 05	11/07/2011	126.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 05	22/07/2011	128.0	112.5	118.75	131.25	137.5
PAUSS	DUMPER 06	30/06/2011	130.0	112.5	118.75	131.25	137.5
TH 320	DUMPER 07	01/11/2010	131.0	112.5	118.75	131.25	137.5
MODELO	EQUIPO	FECHA DE EJECUCIÓN	DISPERSIÓN	-10%	-5%	5%	10%
S 1D	JUMBO 02	26/06/2011	128	112.5	118.75	131.25	137.5
DD310	JUMBO 02	24/06/2011	130	112.5	118.75	131.25	137.5
DD310	JUMBO 04	02/11/2010	138	112.5	118.75	131.25	137.5
DD310	JUMBO 04	02/11/2010	143	112.5	118.75	131.25	137.5

**Cuadro. VI-68.** Muestra los resultados de la dispersión de las horas ejecutadas. Ver anexo, cuadros de graficas de III-43 al III-44.

### 6.1.2.6. Resultados de producción horaria de Scoop.

<b>Resultados de estimación de la producción horaria y distancia económica de Scoop</b>									
Distancia(m)	TM/hr	TM/hr	Diferencia	\$/TM	\$/TM	Diferencia	T. ciclo	T. ciclo	Diferencia
	Antes	Actual	TM/hr	61.34\$/hr	38.01\$/hr	\$/hr	Antes	Actual	minutos
100	120.00	273.00	153.00	0.22	0.14	0.09	1.67	1.02	0.66
200	60.00	136.50	76.50	0.45	0.28	0.17	3.33	2.03	1.30
300	40.00	91.00	51.00	0.67	0.42	0.26	5.00	3.05	1.96
400	30.00	68.25	38.25	0.90	0.56	0.34	6.67	4.06	2.61
500	24.00	54.60	30.60	1.12	0.70	0.43	8.33	5.08	3.26
600	20.00	45.50	25.50	1.35	0.84	0.51	10.00	6.09	3.91
700	17.14	39.00	21.86	1.57	0.97	0.60	11.67	7.11	4.56
800	15.00	34.13	19.13	1.80	1.11	0.68	13.33	8.12	5.21
900	13.33	30.33	17.00	2.02	1.25	0.77	15.00	9.14	5.87
1000	12.00	27.30	15.30	2.25	1.39	0.85	16.67	10.15	6.52
1100	10.91	24.81	13.90	2.47	1.53	0.94	18.33	11.17	7.17
1200	10.00	22.75	12.75	2.70	1.67	1.03	20.00	12.18	7.82
1300	9.23	21.00	11.77	2.92	1.81	1.11	21.67	13.20	8.47
1400	8.57	19.50	10.93	3.15	1.95	1.20	23.33	14.21	9.12
1500	8.00	18.20	10.20	3.37	2.09	1.28	25.00	15.23	9.78
1600	7.50	17.06	9.56	3.60	2.23	1.37	26.67	16.24	10.43
1700	7.06	16.05	8.99	3.82	2.37	1.45	28.33	17.26	11.08
1800	6.67	15.16	8.49	4.05	2.51	1.54	30.00	18.27	11.73

Cuadro. VI-69. Muestra la diferencia de los resultados de la producción horaria.

**6.1.2.7. Resultados de producción horaria de Dumper.**

<b>Resultados de estimación de la producción horaria y distancia económica de Dumper</b>									
Distancia(m)	TM/hr	TM/hr	Diferencia	\$/TM (Antes)	\$/TM (Actual)	Diferencia	T. ciclo (min)	T. ciclo (min)	Diferencia
	Antes	Actual	TM/hr	68.11\$/hr	40.01\$/hr	\$/hr	Antes	Actual	minutos
200	360.00	470.00	110.00	0.19	0.09	0.10	3.43	2.57	0.86
400	175.00	236.25	61.25	0.39	0.17	0.22	6.86	5.14	1.72
600	116.67	157.50	40.83	0.58	0.25	0.33	10.29	7.71	2.58
800	87.50	118.13	30.63	0.78	0.34	0.44	13.72	10.28	3.44
1000	70.00	94.50	24.50	0.97	0.42	0.55	17.15	12.85	4.30
1200	58.33	78.75	20.42	1.17	0.51	0.66	20.58	15.42	5.16
1400	50.00	67.50	17.50	1.36	0.59	0.77	24.01	17.99	6.02
1600	43.75	59.06	15.31	1.56	0.68	0.88	27.44	20.56	6.88
1800	38.88	52.50	13.62	1.75	0.76	0.99	30.87	23.13	7.74
2000	35.00	47.25	12.25	1.95	0.85	1.10	34.30	25.70	8.60
2200	31.82	42.95	11.13	2.14	0.93	1.21	37.73	28.27	9.46
2400	29.17	39.37	10.20	2.33	1.02	1.32	41.16	30.84	10.32
2600	26.92	36.35	9.43	2.53	1.10	1.43	44.59	33.41	11.18
2800	25.00	33.75	8.75	2.72	1.19	1.54	48.02	35.98	12.04
3000	23.33	31.50	8.17	2.92	1.27	1.65	51.45	38.55	12.90
3200	21.88	29.53	7.65	3.11	1.35	1.76	54.88	41.12	13.76
3400	20.50	27.79	7.29	3.32	1.44	1.88	58.31	43.69	14.62
3600	19.44	26.25	6.81	3.50	1.52	1.98	61.74	46.26	15.48

**Cuadro. VI-70.** Muestra la diferencia de los resultados de la producción horaria.

### 6.1.2.8. Resultados de la distancia económica de Scoop.

Distancia de transporte económica de Scoop			
Distancia	TM/hr (A)	\$/TM (B) 61.34\$/hr	\$/TM (C) 38.01\$/hr
100	273	0.22	0.14
200	136.5	0.45	0.28
300	91	0.67	0.42
400	68.25	0.90	0.56
500	54.6	1.12	0.70
600	45.5	1.35	0.84
700	39	1.57	0.97
800	34.13	1.80	1.11
900	30.33	2.02	1.25
1000	27.3	2.25	1.39
1100	24.81	2.47	1.53
1200	22.75	2.70	1.67
1300	21	2.92	1.81
1400	19.5	3.15	1.95
1500	18.2	3.37	2.09
1600	17.06	3.60	2.23
1700	16.05	3.82	2.37
1800	15.16	4.05	2.51

**Cuadro. VI-71.** Muestra los resultados de la distancia económica de transporte. Ver anexo, cuadro VI-70.

Si graficamos las columnas (A), (B) y (C) obtenemos las curvas (A), (B) y (C) del cuadro VI-70.

La curva (A) muestra la variación de la producción horaria del Scoop según la distancia de transporte.

La curva (B) muestra la variación de costo por tonelada a diferentes distancias de transportes a partir de un costo.

La curva (C) muestra la variación de costo por tonelada a diferentes distancias a partir de un costo total directo.

La intersección de la curva (A) y (B) nos permite ubicar la distancia máxima de transporte.

La intersección de la curva (A) y (C) a su vez nos permite ubicar la distancia económica de transporte. Ver anexo cuadro VI-70.

#### 6.1.2.9. Resultados de la distancia económica de Dumper.

Distancia de transporte económica de Dumper			
Distancia	TM/hr (A)	\$/TM (B) 68.11\$/hr	\$/TM (C) 40.01\$/hr
200	470	0.14	0.09
400	236.25	0.29	0.17
600	157.5	0.43	0.25
800	118.13	0.58	0.34
1000	94.5	0.72	0.42
1200	78.75	0.86	0.51
1400	67.5	1.01	0.59
1600	59.06	1.15	0.68
1800	52.5	1.30	0.76
2000	47.25	1.44	0.85
2200	42.95	1.59	0.93
2400	39.37	1.73	1.02
2600	36.35	1.87	1.10
2800	33.75	2.02	1.19
3000	31.5	2.16	1.27
3200	29.53	2.31	1.35
3400	27.79	2.45	1.44
3600	26.25	2.59	1.52

**Cuadro. VI-72.** Muestra los resultados de la distancia económica de transporte. Ver anexo, cuadro VI-72.

Si graficamos las columnas (A), (B) y (C) obtenemos las curvas (A), (B) y (C) del cuadro VI-72.

La curva (A) muestra la variación de la producción horaria del Dumper según la distancia de transporte.

La curva (B) muestra la variación de costo por tonelada a diferentes distancias de transportes a partir de un costo.

La curva (C) muestra la variación de costo por tonelada a diferentes distancias a partir de un costo total directo.

La intersección de la curva (A) y (B) nos permite ubicar la distancia máxima de transporte.

La intersección de la curva (A) y (C) a su vez nos permite ubicar la distancia económica de transporte. Ver anexo, cuadro VI-72.

#### 6.1.2.10. Costo horario de operación.

**Antes:**

$$COP(Scoop) = \frac{1}{0.73} (4.80 + 6.12 + 20.02 + 0.98 + 1.01 + 11.85) = 61.34\$ / hora$$

$$COP(Dumper) = \frac{1}{0.70} (6.52 + 7.02 + 20.02 + 0.89 + 1.22 + 12.01) = 68.11\$ / hora$$

$$COP(Jumbo) = \frac{1}{0.72} (5.80 + 4.60 + 20.02 + 0.80 + 1.04 + 6.21) = 53.43\$ / hora$$

**Actual**

$$COP(Scoop) = \frac{1}{0.93} (3.92 + 5.49 + 16.16 + 0.27 + 0.39 + 9.12) = 38.01\$ / hora$$

$$COP(Dumper) = \frac{1}{0.93} (5.32 + 5.71 + 16.16 + 0.37 + 0.53 + 9.12) = 40.01\$ / hora$$

$$COP(Jumbo) = \frac{1}{0.93} (4.25 + 2.77 + 16.16 + 0.29 + 0.42 + 5.26) = 31.34\$ / hora$$

### 6.1.2.11. Cuadro comparativo de los costos de operación antes y actual.

EQUIPOS	COSTO DE OPERACIONES (\$/hr)		DIFERENCIA (\$/hr)
	ANTES	ACTUAL	
SCOOP	61.34	38.01	23.33
DUMPER	68.11	40.01	28.1
JUMBO	53.43	31.34	22.09

### 6.1.2.12. Tiempos de perforación.

Los Jumbos perforaban los 45 taladros, de 14 pies de longitud en un tiempo de dos horas con 30 minutos.

Ahora los Jumbos perforan los 45 taladros de 14 pies de longitud en un tiempo de una hora con 7 minutos, equivalente 1.5 minutos por taladro el ciclo completo.

Como alternativa de solución.

- Iniciar la perforación en percusión baja de 100 a 150 bares hasta 40 cm de longitud aproximadamente y finalmente perforar en percusión alta hasta los 250 bares.
- El emboquillado violento desde el inicio ocasiona flexión del barreno, causando la destrucción de la columna de perforación.

### 6.1.2.13. Calculando tiempo de exposición con maquinarias.

Para un equipo tiene un nivel de ruido de 88 decibeles, el tiempo de exposición es:

Aplicando la formula.

$$T = \frac{(8)}{(2^{(L-85)/3})} = \frac{(8)}{(2^{(88-85)/3})} = 4 \text{ horas / dia}$$

Para un ruido de 82 decibeles, tiempo de exposición es 16 horas por día

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **7.1. CONCLUSIONES.**

1.- La falta de una administración moderna y una supervisión directa, de las maquinarias pesadas. Dejando al criterio o la experiencia de los operadores dará como resultado una administración ineficiente.

2.- La administración moderna de las maquinarias pesadas, es planteada como una alternativa de solución, para tener como resultados, un rendimiento eficiente, mayor confiabilidad, minimizando costos de operación y optimizando tiempos de operación.

3.- El trabajo de investigación empezó sus pruebas en Febrero 2011, las cuales en el mes de Junio del dicho año se obtuvieron buenos resultados sistemáticos, optimizando mejor rendimiento de trabajo, mayor confiabilidad, mayor producción de mineral y más vida útil de los equipos.

4.- Los costos de operación u horario con una administración tradicional de Scoop es de 61.34 \$/hr con un rendimiento de 23.30 TM/hr en promedio, que cuesta 2.13 \$/TM en un tiempo de 15.83 min/ciclo en promedio. Ahora con la administración moderna costo de operaciones es de 38.01 \$/hr con un rendimiento de 53.00 TM/hr, que cuesta 1.32 \$/TM en un tiempo de 9.64 min/ciclo en promedio.

5.- Los costos de operación u horario con una administración tradicional de Dumper es de 68.11\$/hr con un rendimiento de 68.51 TM/hr en promedio, que cuesta 1.85 \$/Tm en un tiempo de 32.59 min/ciclo en promedio. Ahora con la administración moderna costo de operación es de 40.01 \$/hr con un rendimiento de 91.61 TM/hr en promedio, que cuesta 0.80 \$/TM en promedio, en un tiempo de 24.42 min/ciclo.

6.- Los Jumbos perforaban los 45 taladros de 14 pies de longitud en un tiempo de 2 horas con 30 minutos, ahora los Jumbos perforan los 45 taladros de 14 pies de longitud en un tiempo de 1 hora con 7 minutos, equivalente a 1.5 minutos por taladro el ciclo completo.

7.- con la administración moderna las horas trabajadas superan las 18 horas por día y los indicadores mecánicos como la disponibilidad mecánica, la eficiencia o el % de utilización superan en 90%.

Uchucchacua como Unidad de producción, cuenta con un sistema de seguridad SIB ganador en la Categoría Minas Subterráneas, premio en las capacitaciones en todas las áreas ISEM (Instituto de Seguridad Minera) en el año 2011.

## **7.2. RECOMENDACIONES.**

Para obtener buenos resultados con la aplicación de una administración moderna, se recomienda capacitar de manera integral a los trabajadores de la empresa y contratistas como CONGEMIN, CRISTOBAL, OSORIO y entre otros.

Se recomienda realizar un seguimiento por parte de la supervisión el programa de mantenimiento preventivo en las maquinarias pesadas involucrándolos para mejorar los rendimientos, minimizar costos de operación y optimizar los tiempos de operación.

Se recomienda implementar el departamento de planeamiento de maquinarias pesadas, para encargarse de los seguimientos de los programas de mantenimiento, distancias económicas de las maquinarias pesadas.

Se recomienda implementar el programa PLANER creado en Excel, que es una herramienta fundamental para controlar los indicadores de los equipos pesados.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ALAJANDRO NOVITZKY (1966), transporte y extracción en minas subterráneas. Lima. Edit. UNI.
- 2.- CATARPILAR Inc. editor. (1994), Manual de rendimiento Catarpilar. Lima. Edit. Ferreyros.
- 3.- ELESCANO M (2010), Equipamiento de minas subterráneas. Lima. Edit. UNI.
- 4.- FELIPE MIRANDA (1998), investigando en ingeniería. Arequipa. Edit. UNSA.
- 5.- GONZALES CACHO L (1995), Selección de equipo y maquinaria en la industria minera. Lima, edit. UNI.
- 6.- JORGE GORRITTI R (2005), Manual de estudiante- bajo perfil LHD. Lima. Edit. UNI.
- 7.- JORGE GORRITTI R (2005), Avances tecnológicos R1300G. Lima. Edit. UNI.
- 8.- JAMES R. Gronseth (1980), How modern mine hoists are selected, Engineering mining journal. Lima. Edit. Macro.
- 9.- MAYTA LINO M (1988), Maquinaria Minera. Lima. Edit. UNSAC.
- 10.- RESEMIN C (2011), Manual de operación Bolter 77- JB77 128. Lima. Edit. UNI.
- 11.- RIVERA MANTILLA H (2011), Geología general. Lima, Edit. Megabyte.
- 12.- SANDVIK M (2011), manual de operadores de maquinarias pesadas. Suiza. Edit. Revert
- 13.- SANDVIK M (2011), Manual de operación TH320- 4194. Suiza. Edit. Revert.
- 14.- TECSUP (2004), Gestión de Maquinarias Pesadas. Lima. Edit. Tecsup.
- 15.- VAN DER BERGHE E (2005), Gestión y Gerencia. Lima. Edit. UNI.
- 16.- W.W. Staley (1949), mine plant Design. Lima. Edit. UNI.

## **ANEXOS**

## **ANEXO DE FIGURAS.**

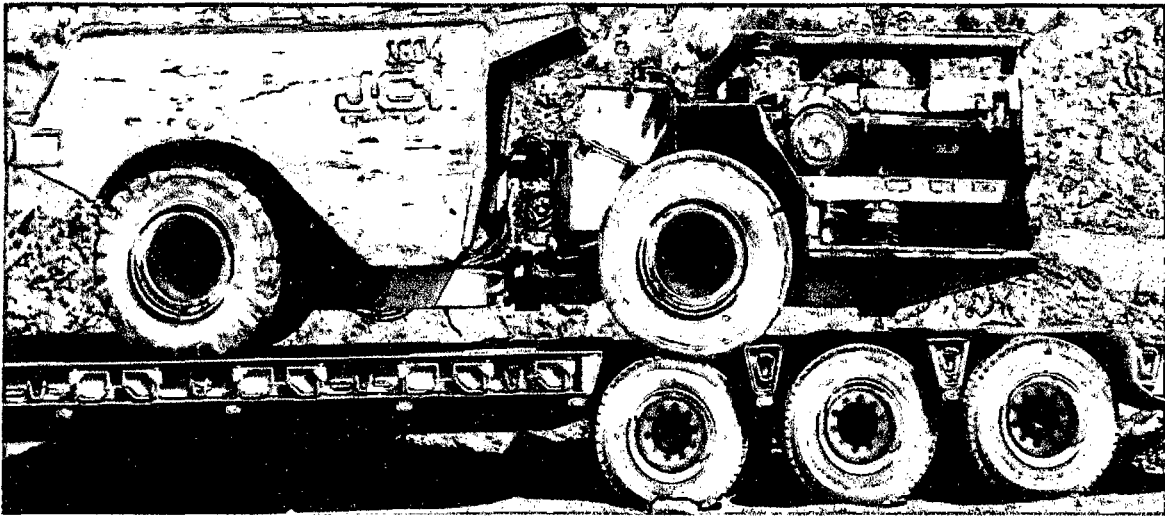
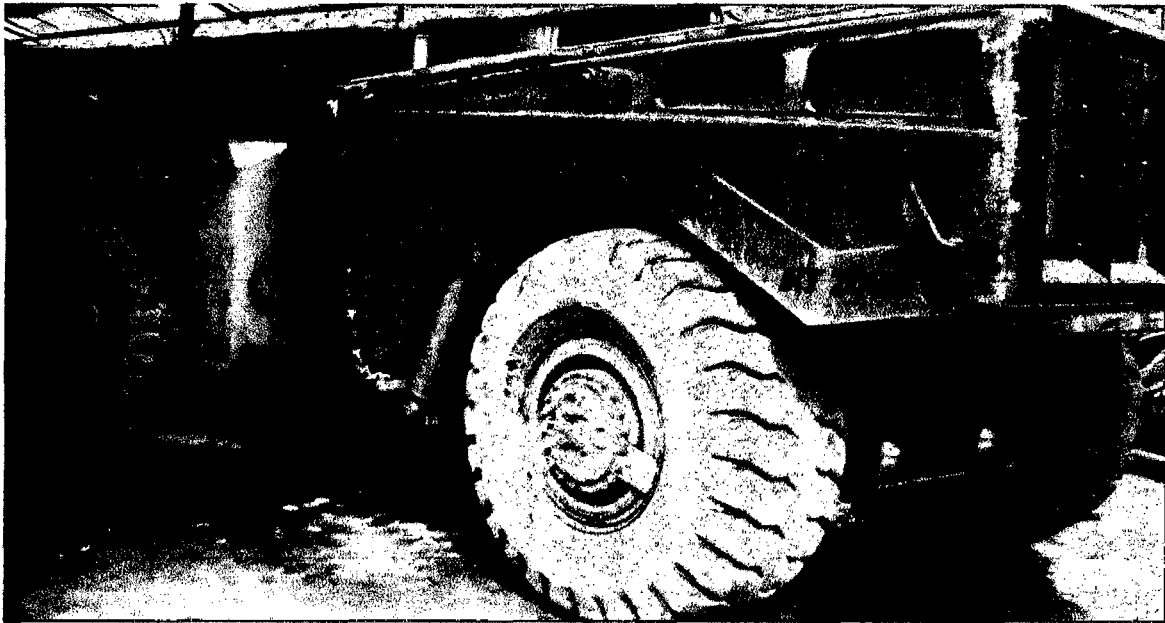


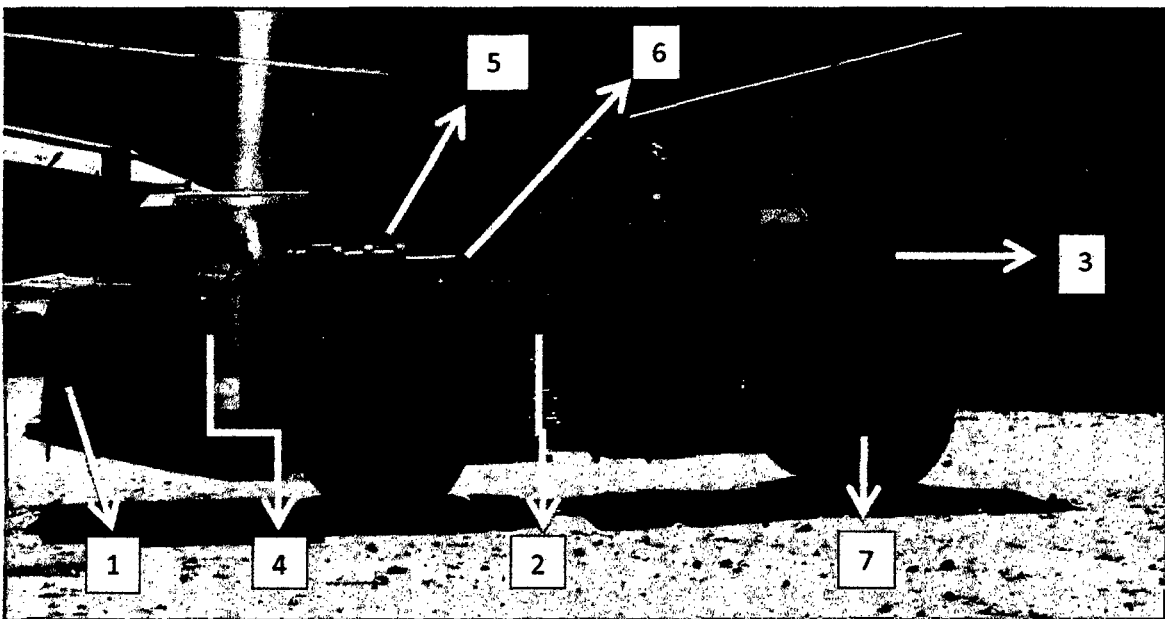
Fig. III-07. Se muestra camión de bajo perfil de marca Tamrock, modelo JCI 1804 de capacidad de 15 Tm de origen Alemán, llegando de la ciudad de lima.



Fig. III-08. El operador haciendo pruebas respectivas de haber hecho su mantenimiento preventivo al camión de bajo perfil de marca Sandvik, modelo TH320 de capacidad de 20 Tm de origen Suiza.



**Fig. III-09.** Los técnicos haciendo las inspecciones para realizar el mantenimiento del camión de bajo perfil de marca Paus, modelo MT 2000 de capacidad de 20 Tm de origen Alemán.



**Fig. III-10.** Muestra enumerados los componentes principales del camión de bajo perfil en forma genérico.



Fig. III-14. Muestra enumerado los componentes principales de 1 al 4 del cargador de bajo perfil.

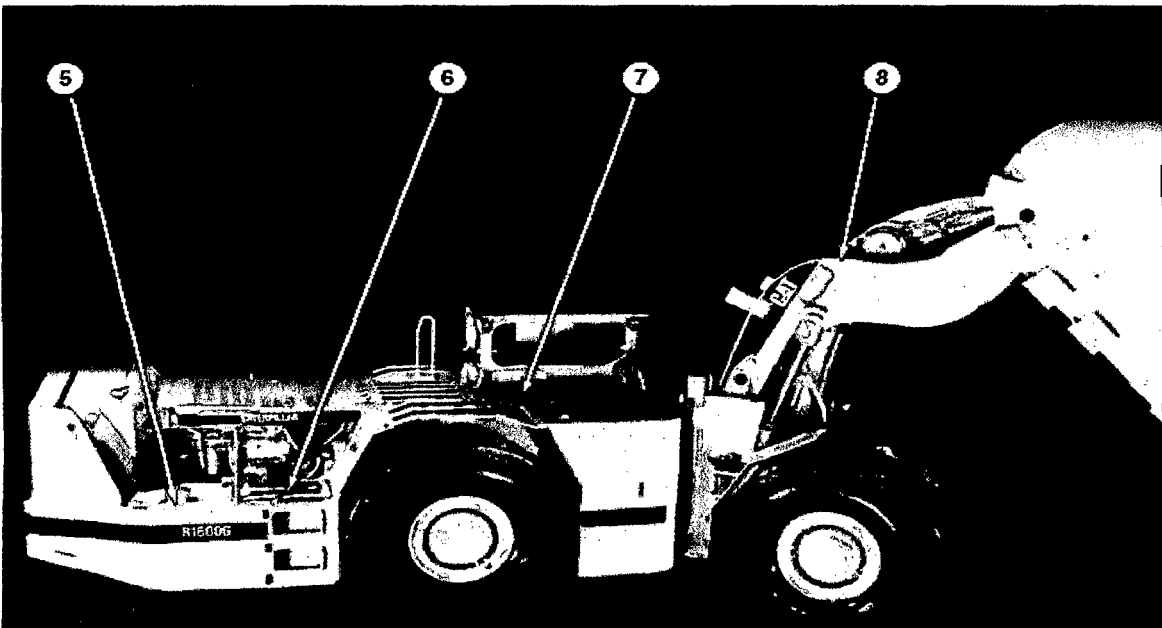
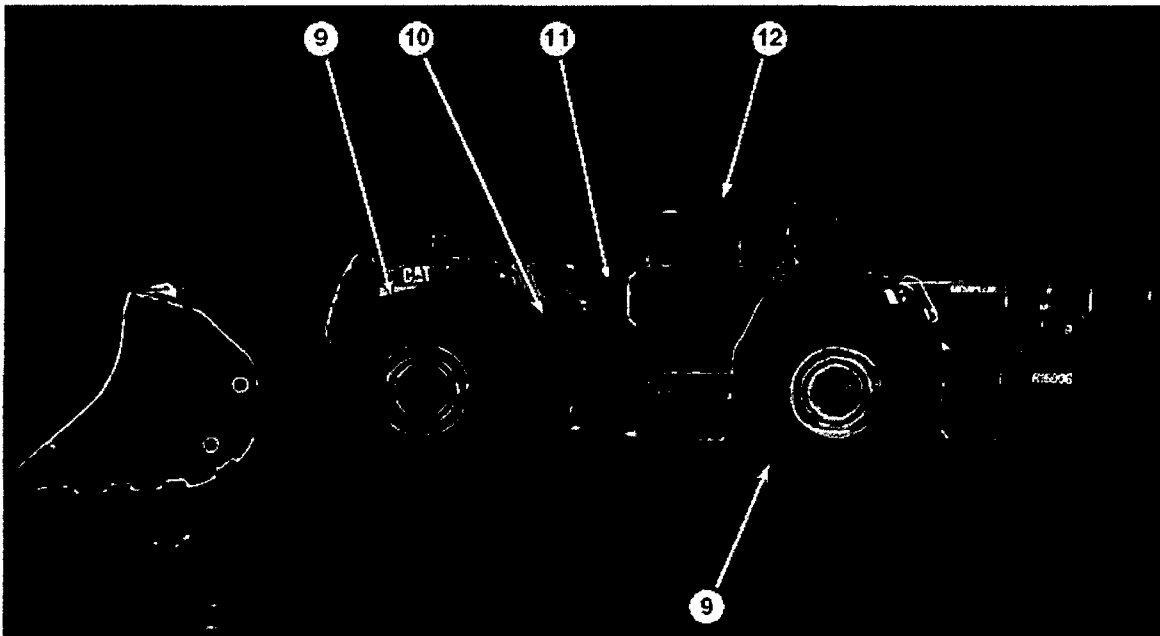
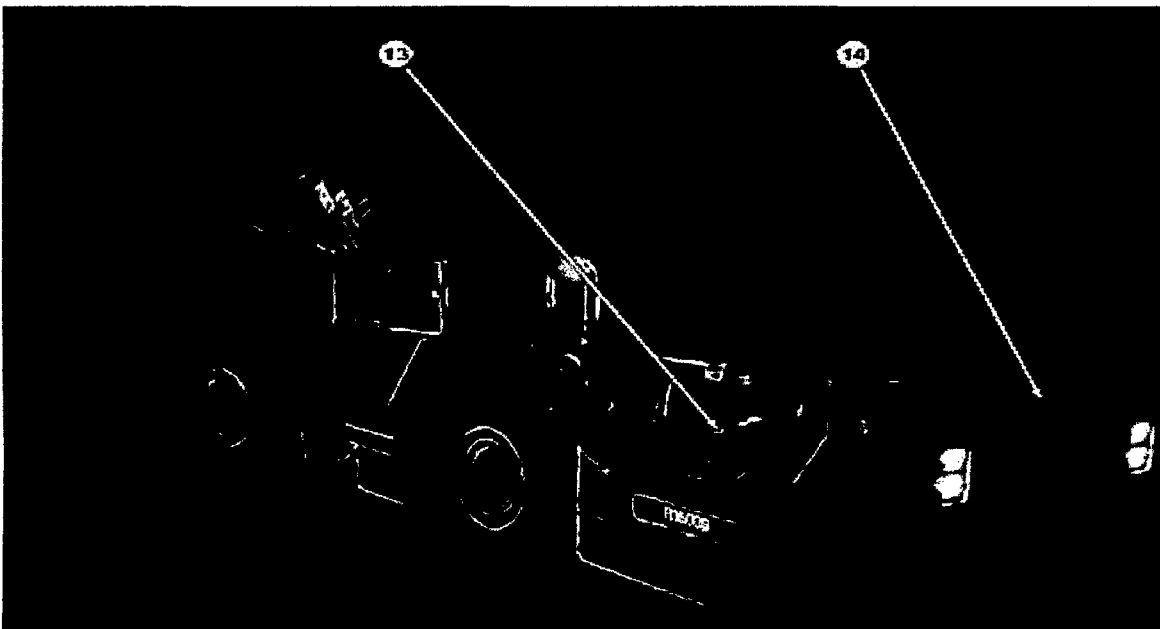


Fig. III-15. Muestra enumerado los componentes principales de 5 al 8 del cargador de bajo perfil.



**Fig. III-15.** Muestra enumerado los componentes principales de 9 al 12 del cargador de bajo perfil.



**Fig. III-16.** Muestra enumerado los componentes principales de 13 al 14 del cargador de bajo perfil.

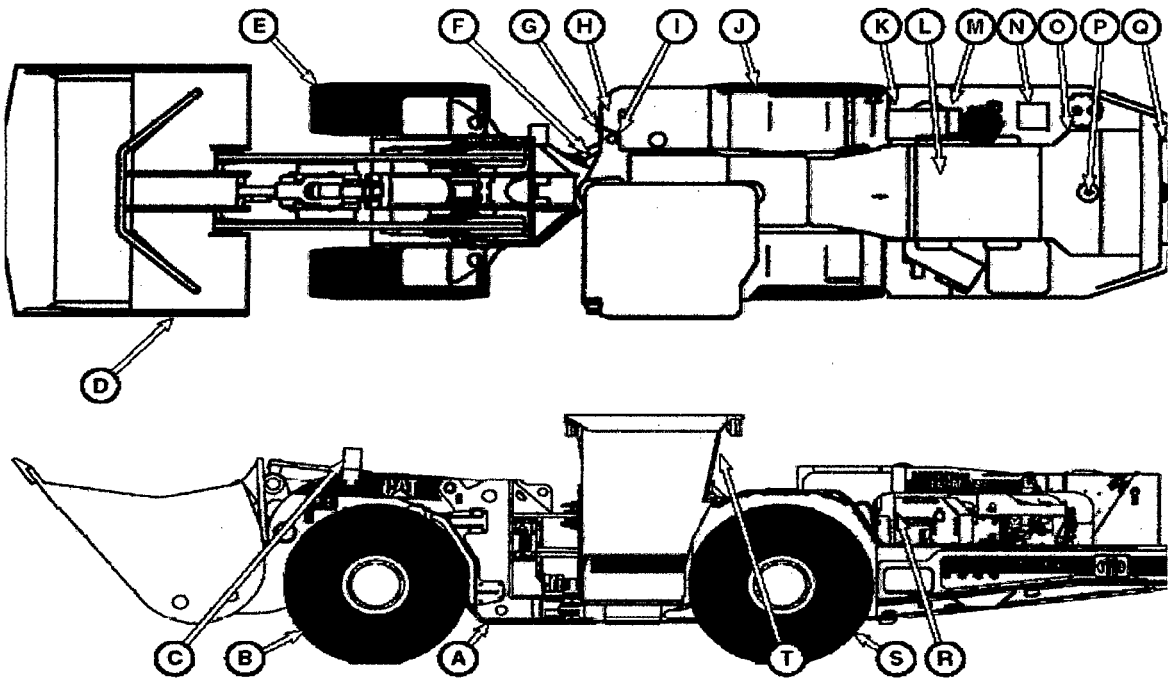


Fig. III-17. Muestra enumerado los componentes adicionales de la A al T del cargador de bajo perfil.

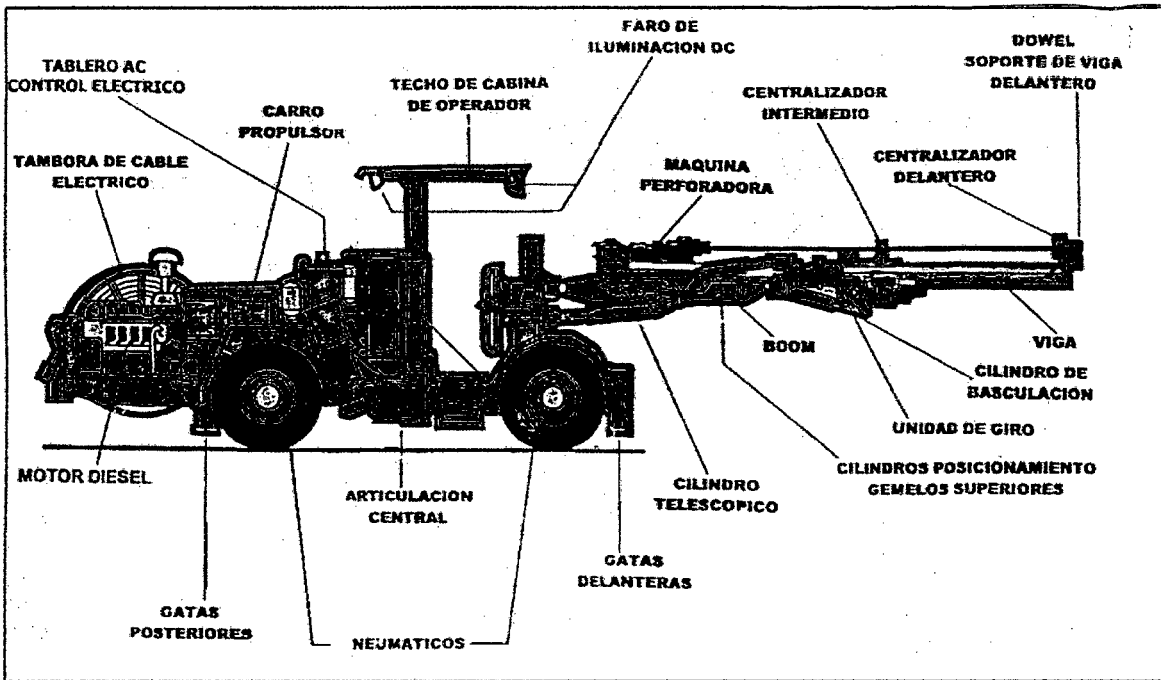


Fig. III-18. Muestra los componentes principales del jumbo electrohidráulico.

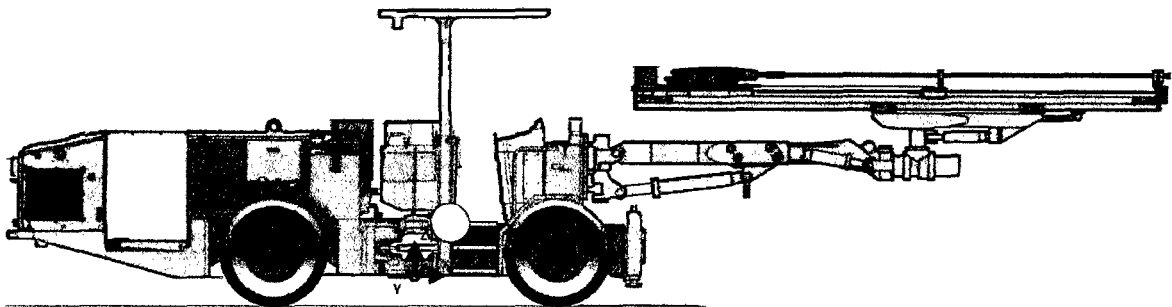
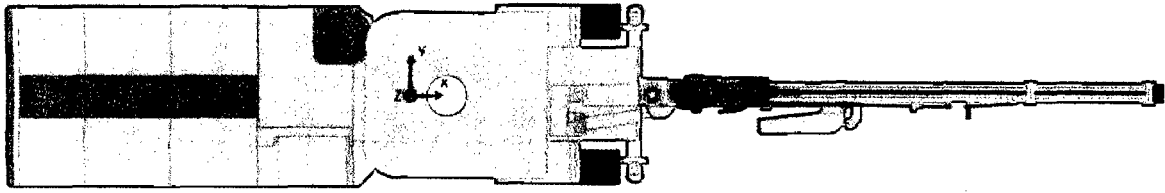


Fig. III- 19. Muestra centro de gravedad es el punto amarillo se encuentra en el eje de la articulación central de la máquina sin protectores de la cabina.

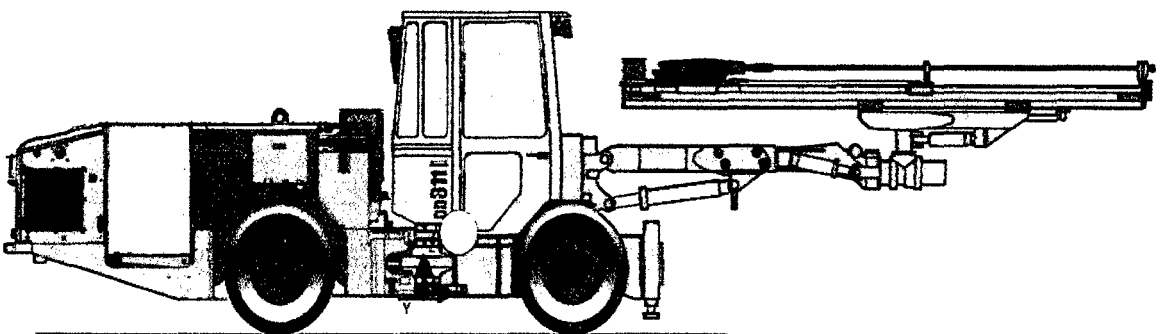
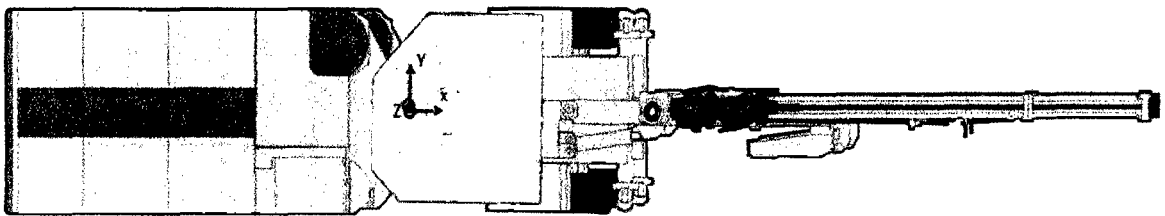


Fig. III-20. Muestra centro de gravedad es el punto amarillo se encuentra en el eje de la articulación central de la máquina con protectores de la cabina.

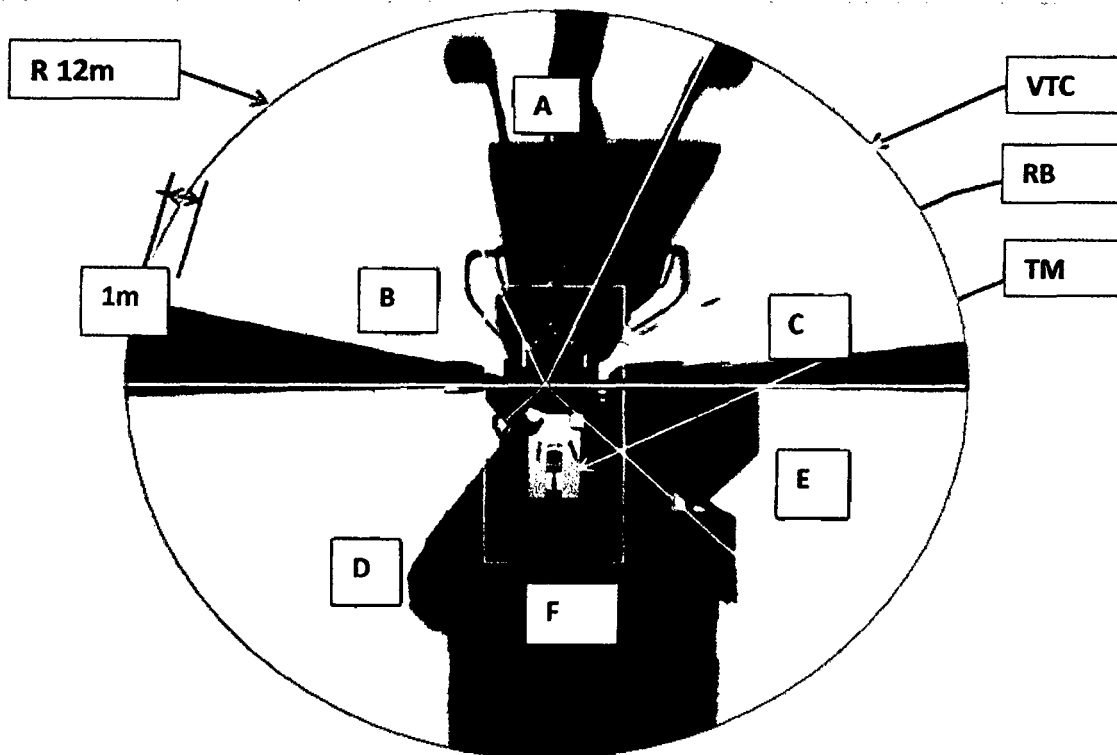


Fig. III-23. Muestra la visibilidad del operador con cabina baja en funcion a la sección de la labor.

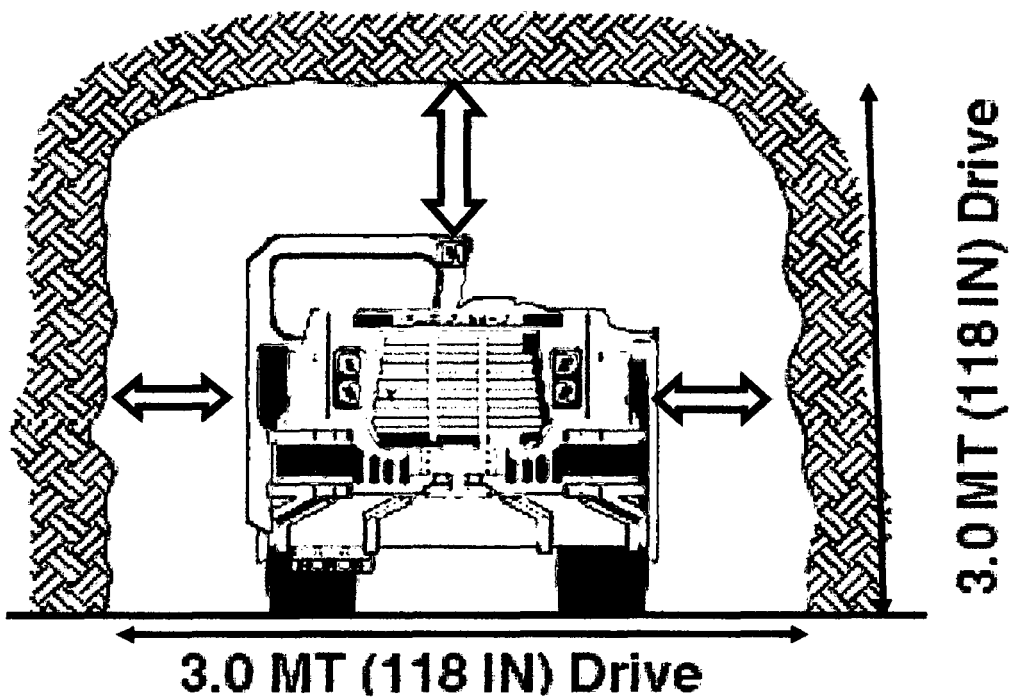


Fig. IV-25. Meustra el tamaño del equipo y la sección de la labor donde los astiales como minimo debe tener 0.50 m

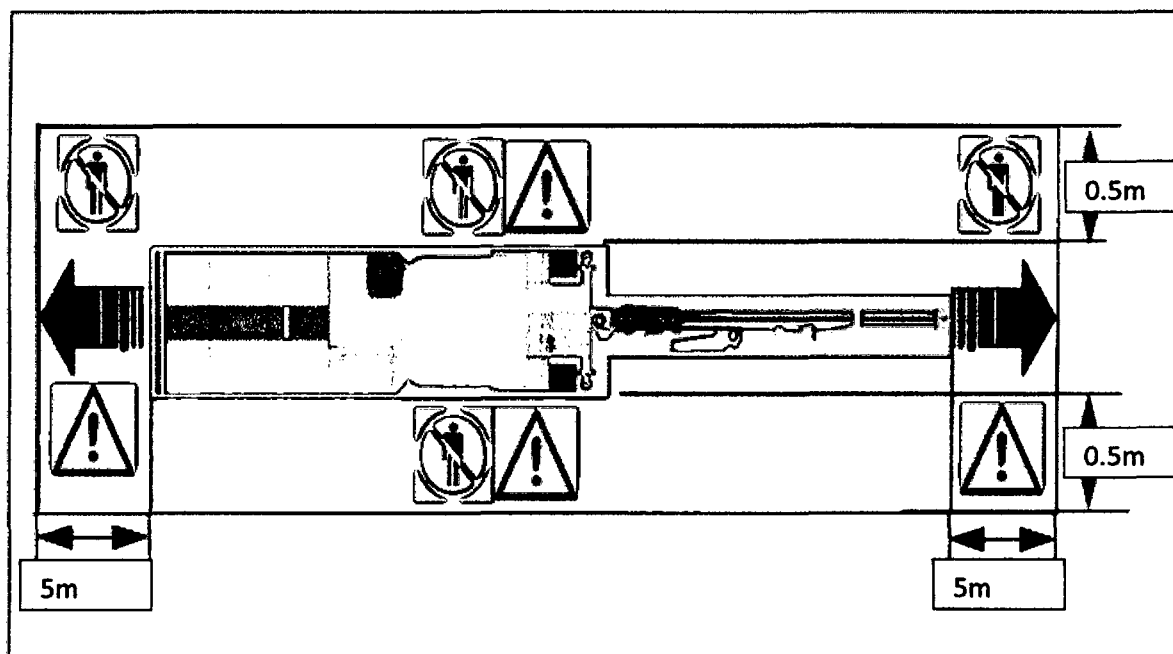
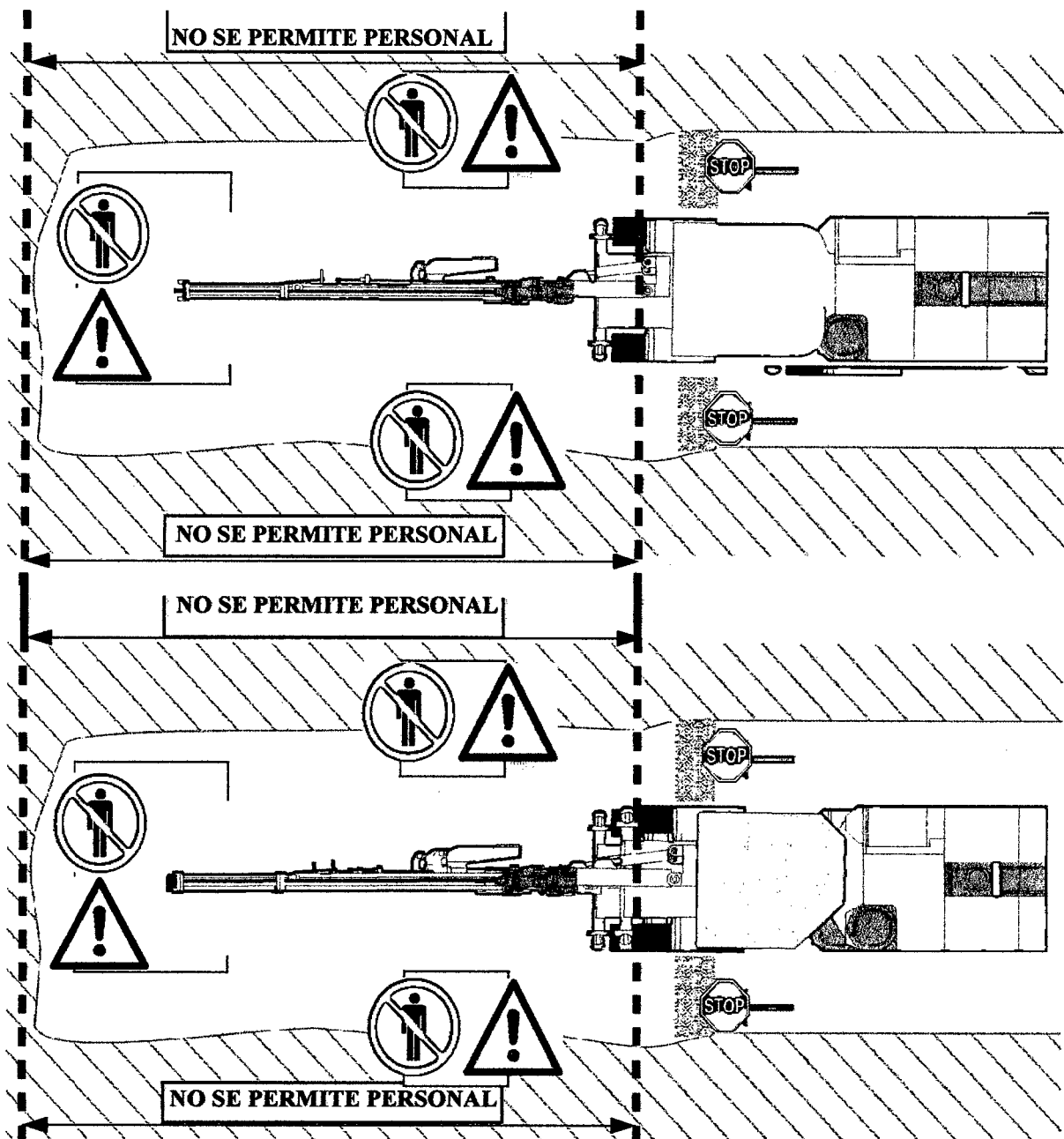


Fig. III- 26. Toda presencia no autorizada en la zona de funcionamiento de la máquina es absolutamente PROHIBIDA.



**Fig. III-27.** Durante la operación de perforación, no permita que el personal permanezca de pie entre el compartimiento de perforación y la zona perforada. La máquina no debe encontrarse nunca en una zona cuya cubierta no haya sido saneado cuidadosamente.

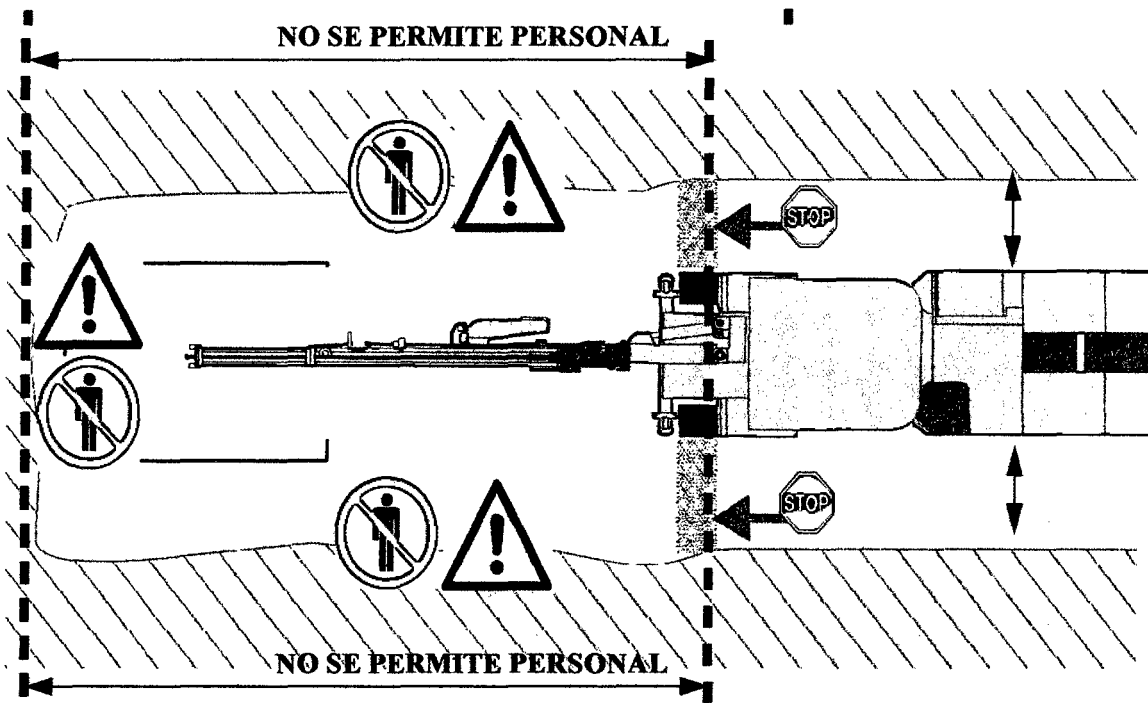


Fig. III-28. Muestra el posicionamiento de la perforadora. El compartimento de trabajo nunca debe ir más allá del área asegurada por los bulones.

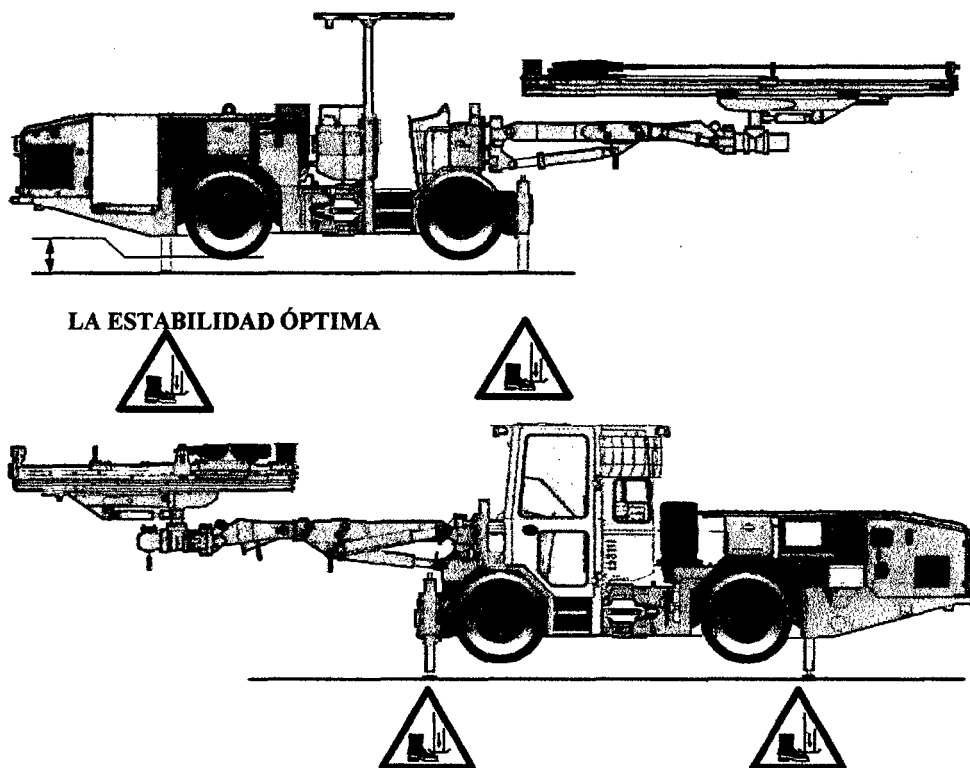
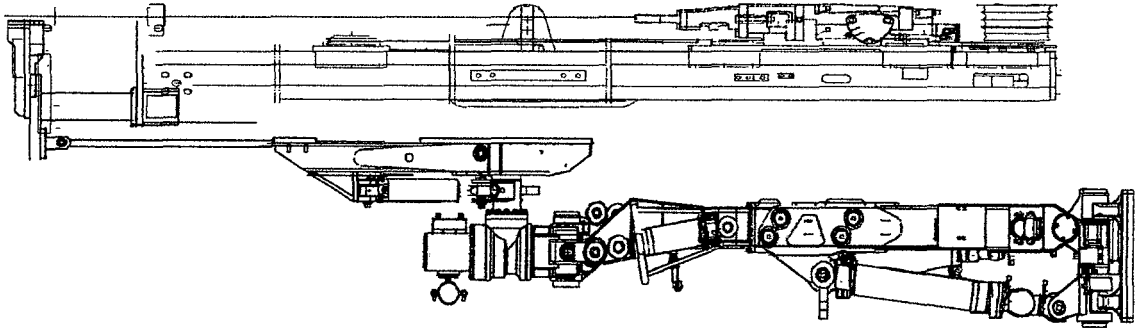
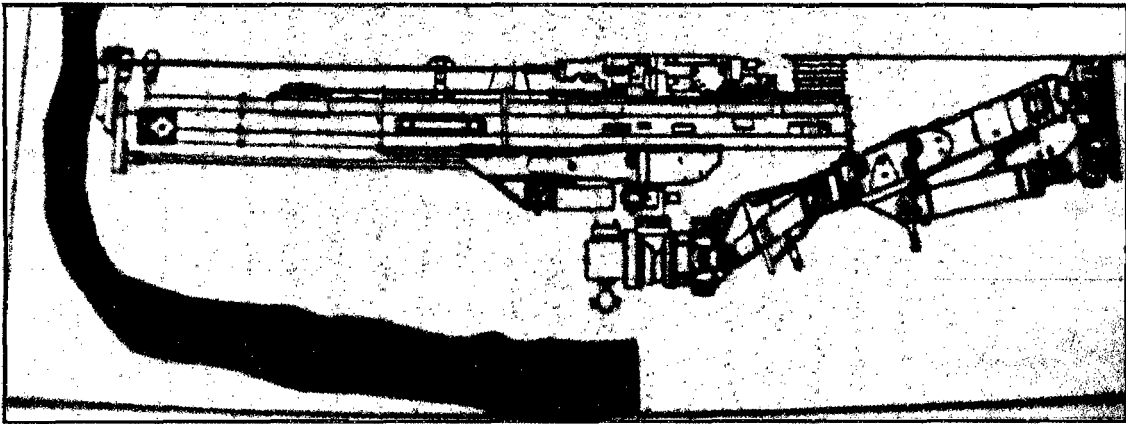


Fig. III- 29: Muestra el posicionamiento correcto de las gatas hidráulicas. Al colocar los gatos de estabilización, preste atención a que nadie se encuentra cerca de ellos.



**Fig. III- 30:** Muestra el paralelismo del brazo ajustado entre la viga y el brazo de perforación.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operadores.



**Fig. III- 31:** Muestra el desparalelismo del brazo ajustado entre la viga y el brazo de perforación.

Fuente: Sandvik M (2011), manual de operadores.

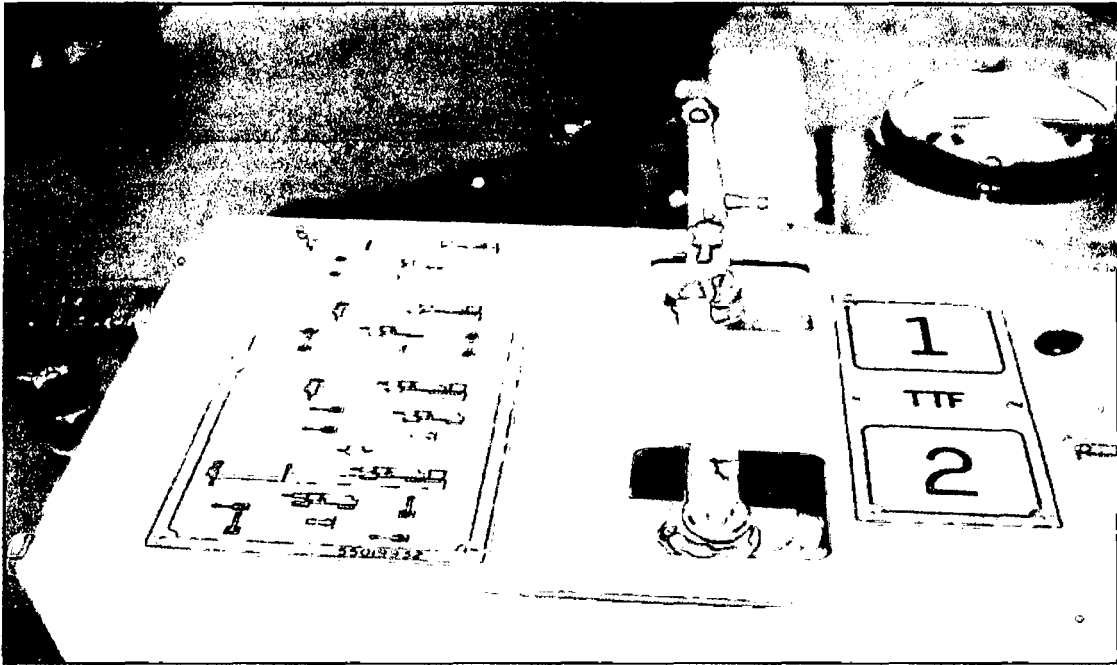


Fig. III-32. Muestra que se deben abrir completamente las válvulas 1 y 2.

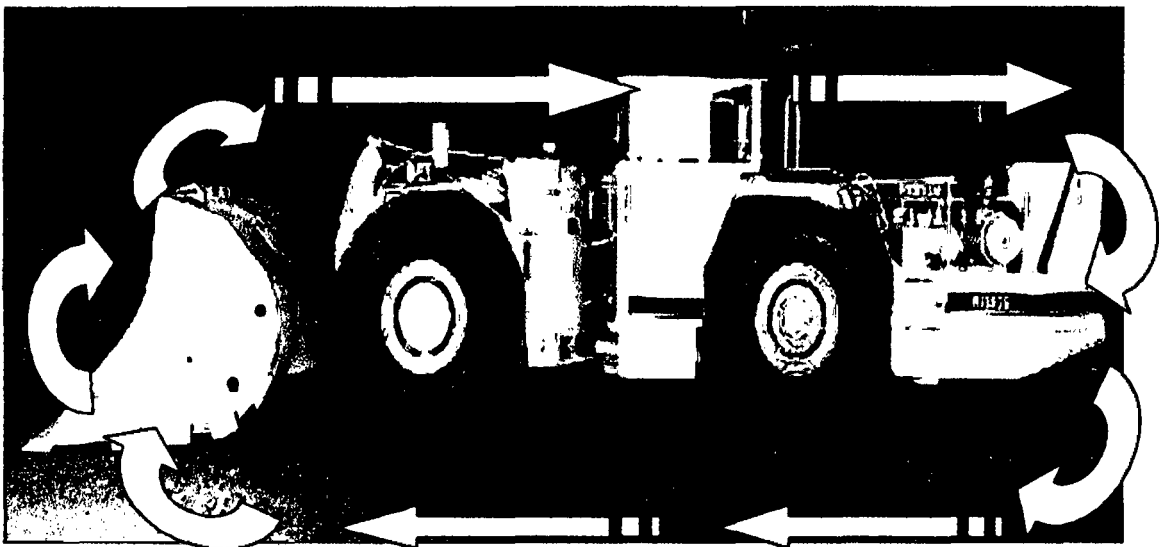
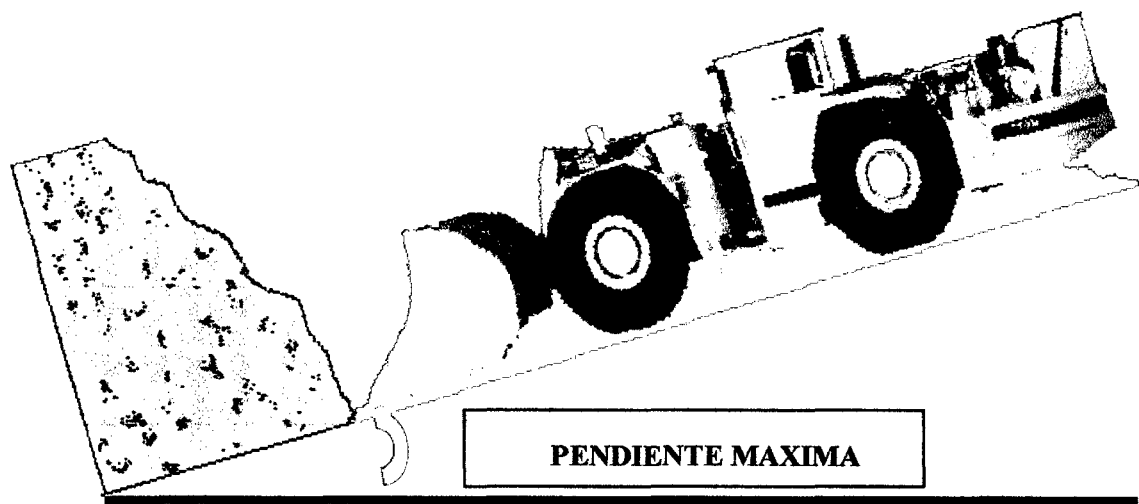


Fig. III-33. La forma correcta de como se hace las inspecciones por los operadores y supervisores al inicio y después de cada turno por cada día. Con la finalidad de detectar algunas síntomas de fallas que podría haber en ella.



**Fig. III-34.** La operación en cuesta abajo en un pendiente máximo de 15%, pasando a esto ya no es recomendable porque el comportamiento de los fluidos ya no es normal.



**Fig. III-35.** La operación en cuesta subida en un pendiente máximo de 15%, donde la altura máxima de la cuchara debe estar 15" del piso.

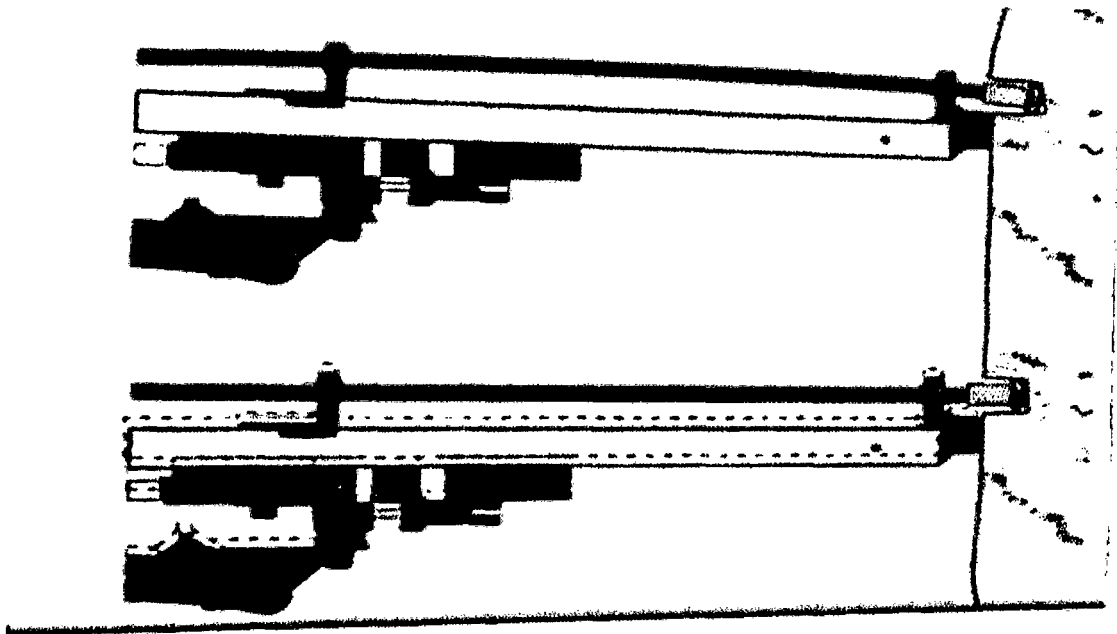
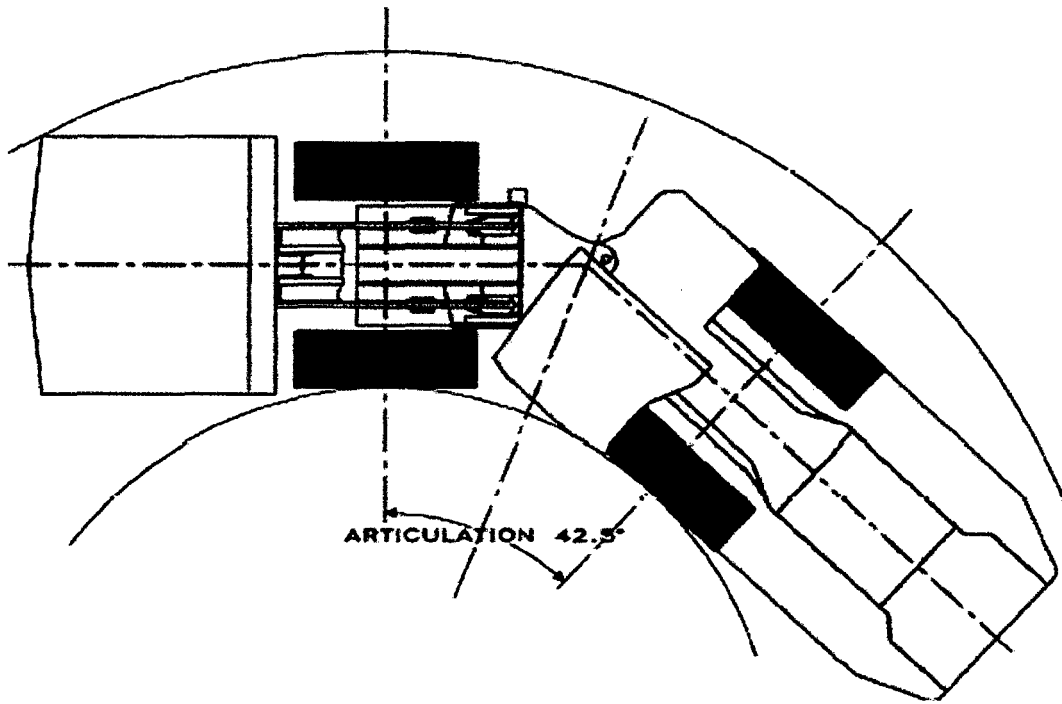


Fig. III-36. La operación correcta perforación primero con baja percusión hasta una longitud de 40 cm, luego perforar en alta percusión.



**Fig. III-37.** Muestra el angulo de giro de 42.5° de Scoop.

## **ANEXO DE CUADROS.**



**CONTROL DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL**

RESUMEN

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 18/10/2011  
 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN: Ing. J. Rodríguez y J. Guavara  
 SEMANA: N.º 42

Del 17 al 23 OCTUBRE del 2011

SEMAFORO		COLORES
URGENTE	MENOS DE 3 DIAS	
FRECUALCIÓN	ENTRE 3 Y 7 DIAS	
NO CRIVAL	MAS DE 7 DIAS	

ITEM	EQUIPO	Nº ACTIVO	MODELO	TIPO U.L.T. MITO	HORIMETRO U.L.T. MITO	FECHA U.L.T. MITO	FRECUENCIA MITO (H)	HORIMETRO ACTUAL	FECHA ACTUAL	HORAS X DIA	TIPO PROX MITO	HORIMETRO PROX MITO	HORAS FALTANTES	DIAS FALTANTES	FECHA PROX MITO
1	SCOOPCAT Nº 1	ARE51094109	R 1300	MP1	36691.8	09/10/2011	250	33692.0	19/10/2011	19	MP1	36841.8	-149.8	1	29/10/2011
2	SCOOPCAT Nº 2	ARE51094110	R 1300 G	MP1	22010.0	22/05/2011	250	22024.8	19/10/2011	19	MP2	22260.0	-235.4	1	29/10/2011
3	SCOOPCAT Nº 3	ARE51094110	R 1300 G	MP1	14302.3	04/10/2011	250	14482.0	19/10/2011	19	MP2	14662.3	-50.3	1	20/10/2011
4	SCOOPCAT Nº 4	ARE51094111	R 1300 G	MP3	13420.0	29/09/2011	250	13483.5	19/10/2011	19	MP1	13570.0	-208.5	91	29/10/2011
5	SCOOPCAT Nº 5	ARE51094111	R 1300 G	MP1	7321.0	02/10/2011	250	7524.8	19/10/2011	19	MP2	7571.0	-46.4	1	19/10/2011
6	SCOOPCAT Nº 6	ARE51094111	R 1300 G	MP1	8370.5	05/10/2011	250	8330.9	19/10/2011	19	MP2	8620.5	-229.6	18	29/10/2011
7	SCOOPCAT Nº 7	ARE51094112	R 1300 G	MP1	9639.7	03/10/2011	250	10033.1	19/10/2011	19	MP2	10089.7	-50.6	1	19/10/2011
8	SYNOME	ARE51094113	ADY - 2H	MP3	9922.1	05/09/2011	125	9940.0	19/10/2011	19	MP3	9947.1	-107.1	1	21/10/2011
9	DUMERN Nº 1	ARE51094113	EJC - 417	MP2	664.5	09/10/2011	250	734.3	19/10/2011	19	MP4	914.5	-180.2	99	29/10/2011
10	DUMERN Nº 2	ARE51094118	EJC - 20	MP1	1350.0	09/10/2011	125	1413.9	19/10/2011	19	MP1	1475.0	-61.1	1	19/10/2011
11	DUMERN Nº 3	ARE51094117	EJC - 416	MP0	0.0	19/11/2010	250	184.4	19/10/2011	19	MP1	250.0	-65.6	1	19/10/2011
12	DUMERN Nº 4	ARE51094115	MT - 420	MP2	3692.3	11/10/2011	250	4051.0	19/10/2011	19	MP1	4242.3	-191.3	100	29/10/2011
13	DUMERN Nº 5	ARE51094115	PALB	MP1	4698.0	03/10/2011	125	4915.6	19/10/2011	19	MP1	5123.0	-204.4	100	29/10/2011
14	DUMERN Nº 6	ARE51094115	PALB	MP1	1090.0	22/09/2011	125	1115.2	19/10/2011	19	MP1	1165.0	-69.8	100	19/10/2011
15	DUMERN Nº 7	ARE51094116	TI-620	MP3	1150.0	09/09/2011	125	1130.8	19/10/2011	19	MP1	1315.0	-184.2	100	29/10/2011
16	DUMERN Nº 120	ARI111111111	EJC - 415	MP1	7181.0	14/10/2011	200	7202.8	19/10/2011	19	MP2	7381.0	-178.4	1	29/10/2011
17	DUMERN Nº 121	ARI111111111	EJC - 415	MP1	2175.0	13/09/2011	200	2182.0	19/10/2011	19	MP2	2375.0	-199.0	100	29/10/2011
18	DUMERN Nº 122	ARI111111111	EJC - 415	MP1	2910.0	09/10/2011	200	3007.8	19/10/2011	19	MP1	3110.0	-102.4	1	21/10/2011
19	DUMERN Nº 125	ARI111111111	EJC - 415	MP1	4345.0	29/09/2011	200	4368.7	19/10/2011	19	MP2	4645.0	-157.3	100	24/10/2011
20	JUMBO Nº 1 (Diesel)	ARE51094118	FB910		779.0	11/08/2011	125	790.0	19/10/2011	19	MP3	904.0	-124.0	1	22/10/2011
	JUMBO Nº 1 (Pera)	ARE51094118	FB910	MP4	123.0	31/01/2010	400	320.0	19/10/2011	19	MP1	525.0	-205.0	100	29/10/2011
21	JUMBO Nº 2 (Diesel)	ARE51094119	FB910		672.0	21/09/2011	125	619.7	19/10/2011	19	MP1	687.0	-77.3	100	20/10/2011
	JUMBO Nº 2 (Pera)	ARE51094119	FB910	MP2	2794.0	21/09/2011	400	2839.0	19/10/2011	19	MP4	3194.0	-255.0	100	29/10/2011
22	JUMBO Nº 3 (Diesel)	ARE51094119	FB281		1089.9	12/02/2011	125	1130.0	19/10/2011	19	MP1	1211.9	-81.9	100	20/10/2011
	JUMBO Nº 3 (Pera)	ARE51094119	FB281	MP1	3543.2	16/11/2010	400	3780.0	19/10/2011	19	MP1	3943.2	-166.2	100	24/10/2011
23	JUMBO Nº 4 (Diesel)	ARE51094119	DD310		1279.0	22/09/2011	125	1322.8	19/10/2011	19	MP1	1404.0	-81.4	100	20/10/2011
	JUMBO Nº 4 (Pera)	ARE51094119	DD310	MP4	1621.0	01/09/2011	500	1630.0	19/10/2011	19	MP2	2121.0	-281.0	100	29/10/2011
24	JUMBO Nº 5 (Diesel)	ARE51094119	DD310		1231.0	22/09/2011	125	1255.4	19/10/2011	19	MP1	1366.0	-120.6	100	22/10/2011
	JUMBO Nº 5 (Pera)	ARE51094119	DD310	MP4	1433.2	13/07/2011	500	1738.3	19/10/2011	19	MP2	1933.2	-195.0	100	29/10/2011
24	JUMBO Nº 7 (Diesel)	ARE51094119	DD310		107.0	23/09/2011	125	81.2	19/10/2011	19	MP1	232.0	-150.8	100	23/10/2011
	JUMBO Nº 7 (Pera)	ARE51094119	DD310	MP1	1014.0	07/01/2011	500	1080.2	19/10/2011	19	MP2	1614.0	-439.8	100	07/11/2011

Cuadro. III-27. Muestra control de programa de mantenimiento preventivo semanal.




Código: COM-LCH-GP-012  
Versión: 01

SEMANA 42 DEL 17/10/11 AL 23/10/2011

CONTROL DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

(CD)	MOTOR	MP	FECHA MANTO	CANTO MOTOR MANTAS	REQUERIDO			DAYS	MANTOS	MANTOS	DAYS	VIOLAS	MANTO	MANTO
					Mantenimiento Actual	Mantenimiento Requisito	Diferencia							
<b>SCOOPS</b>														
CAT01	R1300G	IT	23-oct	6	36632.00	36,841.80	-149.8							
CAT02	R1300G	MP2	28-oct	10	22024.60	22,161.60	-137.0							
CAT03	R1300G	MP2	20-oct	10	14462.00	14,562.30	-90.3							
CAT04	R1300G	IT	26-oct	8	13463.50	13,670.00	-206.5							
CAT05	R1300G	MP2	18-oct	10	7524.60	7571.00	-46.4							
CAT06	R1300G	IT	28-oct	6	8390.90	8,620.50	-229.6							
CAT07	R1300G	MP4	18-oct	16	10039.10	10,089.70	-50.6							
SYNOME	ACY-2H	MP1	21-oct	8	9840.00	9,947.10	-107.1							
<b>DUMPERS</b>														
D01	EJC 417	IT	25-oct	6	734.30	914.50	-180.2							
D02	EJC 420	MP1	19-oct	8	1413.90	1,475.00	-61.1							
D03	EJC 417	MP1	19-oct	6	184.40	250.00	-65.6							
D04	MT420	IT	26-oct	8	4051.00	4,242.30	-191.3							
D05	PAUS	IT	26-oct	6	4918.60	5,123.00	-204.4							
D06	PAUS	MP1	19-oct	8	1115.20	1,185.00	-69.8							
D07	TH320	IT	26-oct	6	1130.80	1,315.00	-184.2							
D120	EJC 415	IT	25-oct	6	7202.60	7,381.00	-178.4							
D121	EJC 415	IT	26-oct	6	2182.00	2,375.00	-193.0							
D122	EJC 415	MP4	21-oct	16	3007.60	3110.00	-102.4							
D125	EJC 415	IT	24-oct	6	4388.70	4,546.00	-157.3							

Cuadro. III-28. Muestra la programación de mantenimiento preventivo de la semana para ejecutar.

										Código: COM-UCHGPG012 Versión: 01										
<b>SEMANA 42 DEL 17/10/11 AL 23/10/2011</b>																				
<b>CONTROL DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																				
COD	MANTEN	MP	FECHA MANTEN	DÍAS PARA MANTEN	CANTIDAD			CODS	MANTEN	MANTEN	DÍAS	MANTEN	MANTEN							
					Operación (Act)	Operación (Experto)	Mantenimiento													
<b>JUEVES</b>																				
J01	RBSID	MP1-D	22/10/2012	8	780	904	-124.0													
J01	RBSID	IT-P	26/10/2011	6	320	525	-205.0													
J02	RBSID	MP3-D	20/10/2011	12	620	697	-77.3													
J02	RBSID	IT-P	29/10/2011	6	2939.00	3,194.00	-255.0													
J03	FB281	MP2-D	20/10/2011	10	1130	1212	-81.9													
J03	FB281	IT-P	24/10/2011	6	3780	3946	-166.2													
J04	ED310	MP1-D	20/10/2011	8	1323	1404	-81.4													
J04	ED310	IT-P	29/10/2011	6	1860.00	2,121.00	-261.0													
J05	ED310	MP1-D	22/10/2011	8	1265.40	1,386.00	-120.6													
J05	ED310	IT-P	26/10/2011	6	1738.25	1,933.20	-195.0													
J07	ED310	MP1-D	23/10/2011	8	81.2	232	-150.8													
J07	ED310	IT-P	29/12/2011	6	1080.20	1,514.00	-433.8													
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><b>MANTENIMIENTO</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>INSPECCIONES</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IT</td> <td style="text-align: center;">inspeccion tecnica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MP</td> <td style="text-align: center;">mantenimiento preventivo</td> </tr> </table>														<b>MANTENIMIENTO</b>		<b>INSPECCIONES</b>	IT	inspeccion tecnica	MP	mantenimiento preventivo
	<b>MANTENIMIENTO</b>																			
	<b>INSPECCIONES</b>																			
IT	inspeccion tecnica																			
MP	mantenimiento preventivo																			
Mantenimiento					Operaciones															

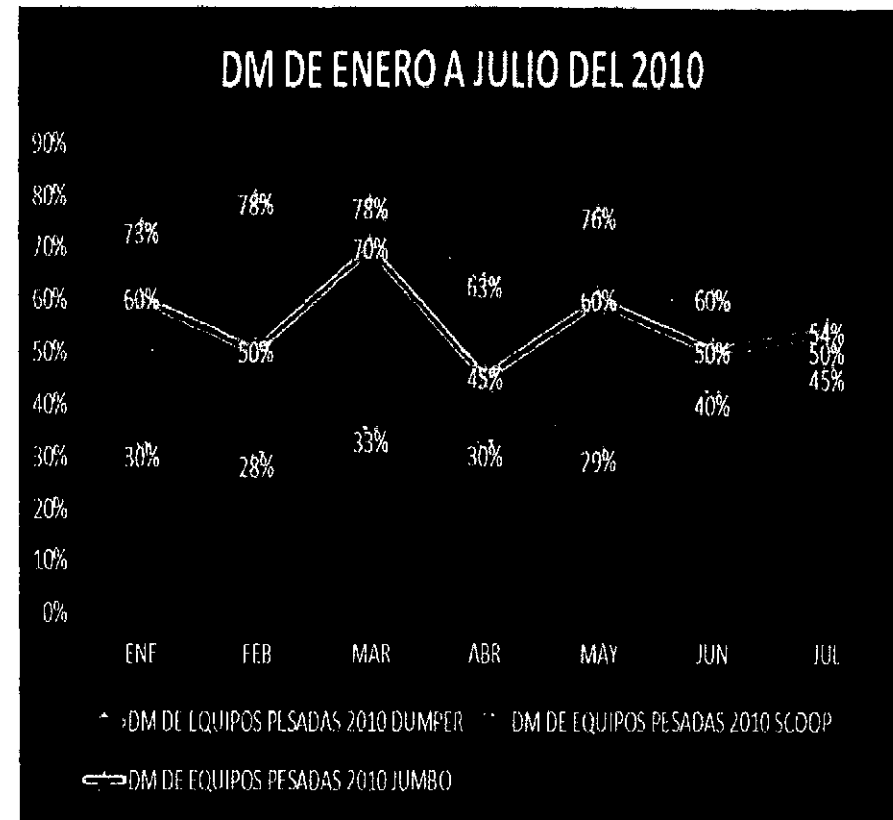
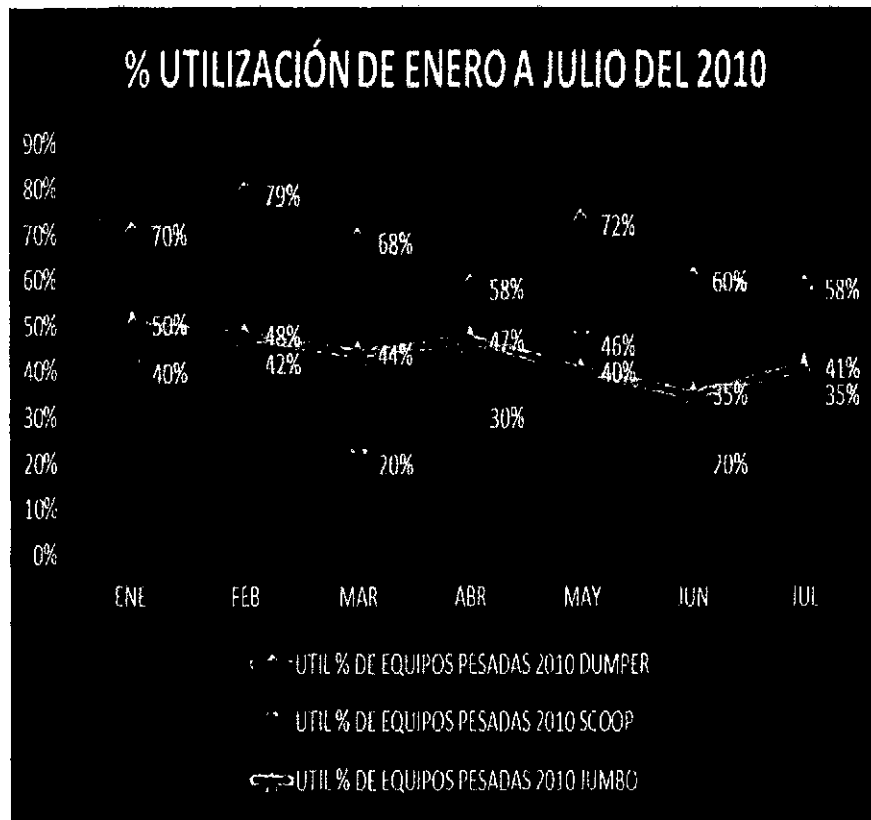
Cuadro. III-28. Muestra la programación de mantenimiento preventivo de la semana para ejecutar.

Compañía de Minas Buenaventura		SEMANA 42 DEL 17/10/11 AL 23/10/2011										Codigo: COMUCHGPG-012 Versión: 01		
CONTROL DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO														
COD	MODELO	MP	FECHA MANTO	HORAS REQUERIDAS	HORARIO			LUNES	MARIES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
					Horario Actual	Horario Requerido	Diferencia	17-oct	18-oct	19-oct	20-oct	21-oct	22-oct	23-oct
<b>SOCOPS</b>														
CAT 01	R1300G	IT	23-oct	6	38662.00	38,841.80	-149.8							RECORJA
CAT 02	R1300G	MP2	28-oct	10	22024.60	22,161.60	-137.0						EJECUTADO	
CAT 03	R1300G	MP2	20-oct	10	14462.00	14,552.30	-90.3				EJECUTADO			
CAT 04	R1300G	IT	25-oct	8	13463.50	13,670.00	-206.5				EJECUTADO			
CAT 05	R1300G	MP2	18-oct	10	7524.60	7,671.00	-46.4		EJECUTADO					
CAT 06	R1300G	IT	28-oct	6	8390.90	8,620.50	-229.6					EJECUTADO		
CAT 07	R1300G	MP4	18-oct	16	10039.10	10,089.70	-50.6			EJECUTADO				
SYNOME	ACY-2H	MPI	21-oct	8	9840.00	9,947.10	-107.1					EJECUTADO		
<b>DUMFERS</b>														
D01	EJC 417	IT	25-oct	6	734.30	914.50	-180.2					EJECUTADO		
D02	EJC 420	MPI	19-oct	8	1413.90	1,475.00	-61.1			EJECUTADO				
D03	EJC 417	MPI	19-oct	6	184.40	250.00	-65.6						EJECUTADO	
D04	MT 420	IT	25-oct	8	4061.00	4,242.30	-191.3				EJECUTADO			
D05	PALS	IT	25-oct	6	4918.60	5,123.00	-204.4					EJECUTADO		
D06	PALS	MPI	19-oct	8	1115.20	1,185.00	-69.8			EJECUTADO				
D07	TH320	IT	25-oct	6	1130.80	1,315.00	-184.2					EJECUTADO		
D120	EJC 415	IT	25-oct	6	7202.60	7,381.00	-178.4				EJECUTADO			
D121	EJC 415	IT	25-oct	6	2182.00	2,375.00	-193.0						EJECUTADO	
D122	EJC 415	MP4	21-oct	16	3007.60	3110.00	-102.4					EJECUTADO		
D125	EJC 415	IT	24-oct	6	4388.70	4,546.00	-157.3			EJECUTADO				

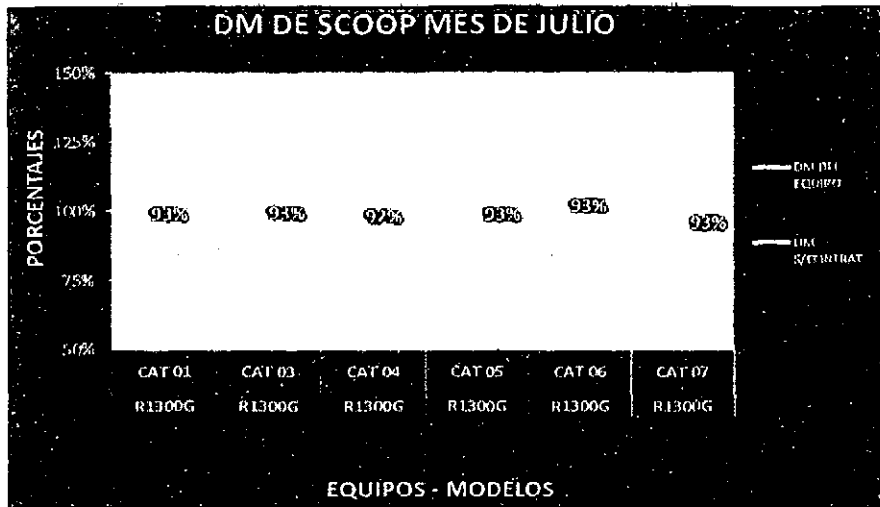
Cuadro. III-29. Muestra control de registro de mantenimiento preventivo ejecutado durante la semana

Componentes	MARCA: CATERPILAR / MODELO: R1300G / N-S: LB01206									observación
	Horas de Vida y/o Mantenimiento	Vida Útil de Comp reparado	Actual		Instalación		Próximo Recambio			
			Fecha	Horómetro	Fecha	Horómetro	Fecha	Horómetro	Fecha	
Cilindro de Dirección	5,000.00	2,500.00	4-dic-11	37,004.10	2-mar-10	30,020.00	9-ago-11	6,984.10	ago-11	nueva
Cilindro de Lavante I	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	3-abr-10	31,032.00	24-abr-11	5,972.10	abr-11	nueva
Cilindro de Lavante D	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	26-feb-10	32,712.20	1-ago-11	4,291.90	ago-11	usado
Cilindro de Voiteo	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	18-dic-09	32,485.00	19-jul-11	4,519.10	jul-11	reparada
Cilindro de Voiteo	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	3-ene-11	34,789.60	1-dic-11	2,214.50	dic-11	usado
Cilindro de Voiteo	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	23-ene-11	35,035.40	16-dic-12	1,968.70	dic-12	reparada
Bomba Hidráulica	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	24-sep-10	34,000.50	16-oct-12	3,003.60	oct-12	reparada
Bomba Hidráulica	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	26-oct-10	34,441.30	11-nov-12	2,562.80	nov-12	reparada
Bomba Hidráulica	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	14-dic-10	34,550.20	17-nov-11	2,453.90	nov-11	nueva
Tanque Hidráulico	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	22-dic-09	32,485.00	19-jul-11	4,519.10	jul-11	reparada
Bomba de Inyección	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	12-ago-09	31,232.00	6-may-11	5,772.10	May-11	usado
Bomba de Inyección	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	4-sep-09	31,524.40	23-may-12	5,479.70	may-12	reparada
Bomba de Inyección	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	7-nov-09	32,183.00	1-jul-12	4,821.10	jul-12	nueva
Bomba de Inyección	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	7-sep-10	32,980.00	17-ago-11	4,024.10	ago-12	nueva
Bomba de Agua	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	8-ene-10	32,483.30	19-jul-11	4,520.80	jul-11	nueva
Bomba de Agua	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	5-may-10	33,520.00	18-sep-12	3,484.10	sep-12	nueva
Turbo Compresor	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	10-jul-09	30,822.70	12-abr-11	6,181.40	abr-11	reparada
Turbo Compresor	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	27-jul-09	31,055.00	26-abr-11	5,949.10	abr-11	reparada
Turbo Compresor	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	27-jun-10	34,169.40	26-oct-11	2,894.70	oct-11	reparada
Inyectores	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	27-sep-09	31,754.30	6-jun-11	5,249.80	jun-11	usadas
Inyectores	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	14-mar-10	32,854.80	9-ago-11	4,149.30	ago-11	usadas
Inyectores	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	10-abr-10	33,235.20	1-sep-11	3,768.90	sep-11	nueva
Radiador	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	6-mar-10	34,210.00	28-oct-12	2,794.10	oct-12	nueva
Enfriadores de Motor	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	4-jul-10	33,989.00	15-oct-12	3,015.10	oct-12	nueva
Enfriador Hidráulico	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	3-ago-10	31,500.00	22-may-11	5,504.10	may-11	nueva
Bomba de Engrase	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	6-sep-10	31,250.00	7-may-11	5,754.10	may-11	nueva
Alternador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	8-oct-10	34,448.50	19-may-12	2,555.60	may-12	reparado
Alternador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	28-oct-10	34,455.50	19-may-12	2,548.60	may-12	reparado
Alternador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	19-dic-10	34,619.80	29-may-12	2,384.30	may-12	reparado
Alternador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	3-ene-11	34,789.60	8-jun-12	2,214.50	jun-12	reparado
Alternador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	23-ene-11	34,743.90	5-jun-12	2,260.20	jun-12	reparado
Alternador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	2-jul-11	35,464.00	17-jul-12	1,540.10	jul-12	reparado
Arrancador	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	19-ago-11	36,108.60	24-ago-11	895.50	ago-11	reparado
Bomba de Freno o Cardich	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	21-nov-09	32,331.70	14-ene-12	4,672.40	ene-12	reparado
Bomba de Freno o Cardich	3,000.00	1,000.00	23-abr-01	37,004.10	27-ago-11	36,206.20	30-ago-11	797.90	ago-11	nueva
Válvula de Pilotaje	6,000.00	3,000.00	23-abr-01	37,004.10	18-ene-11	34,638.40	22-nov-12	2,365.70	nov-12	nueva

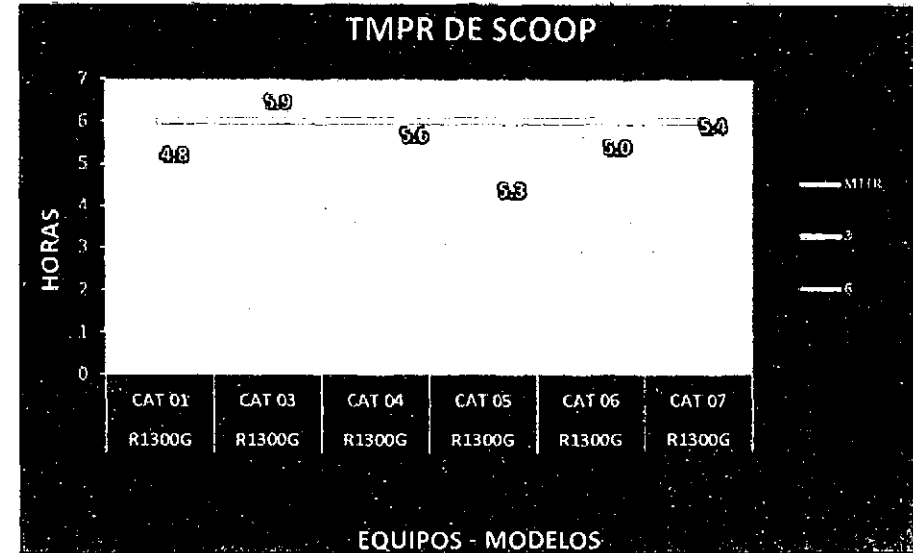
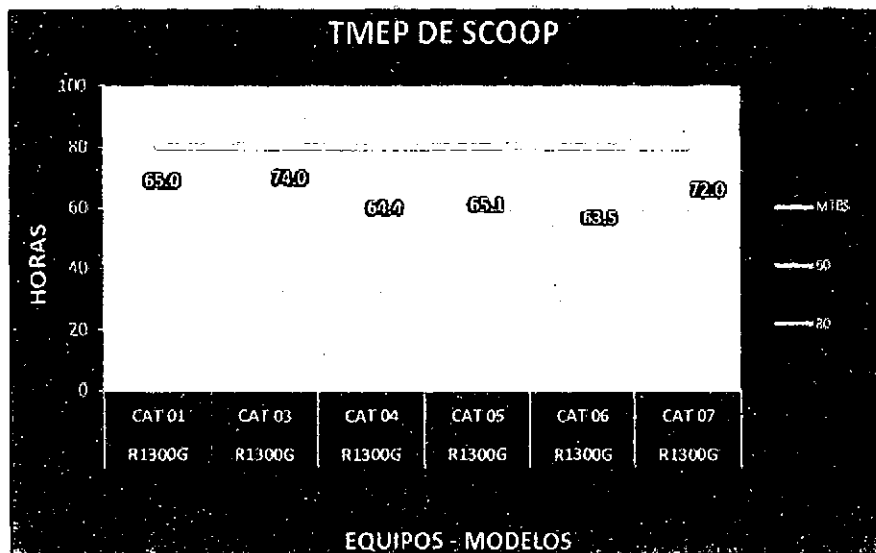
Cuadro. III-30. Muestra control de la vida útil, de los componentes recomendados por los fabricantes y los próximos recambios como lo indican los colores tales como el color rojo es de emergencia, color anaranjado es de alerta y color verde es normal.



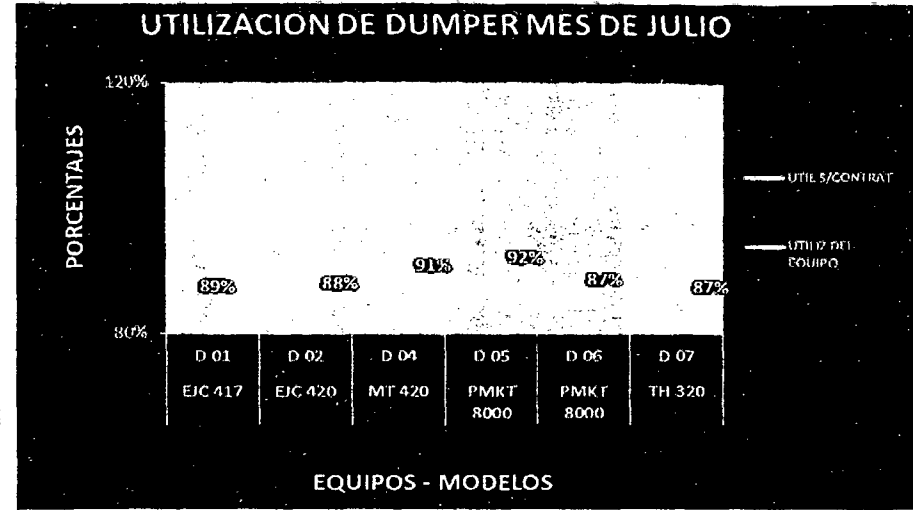
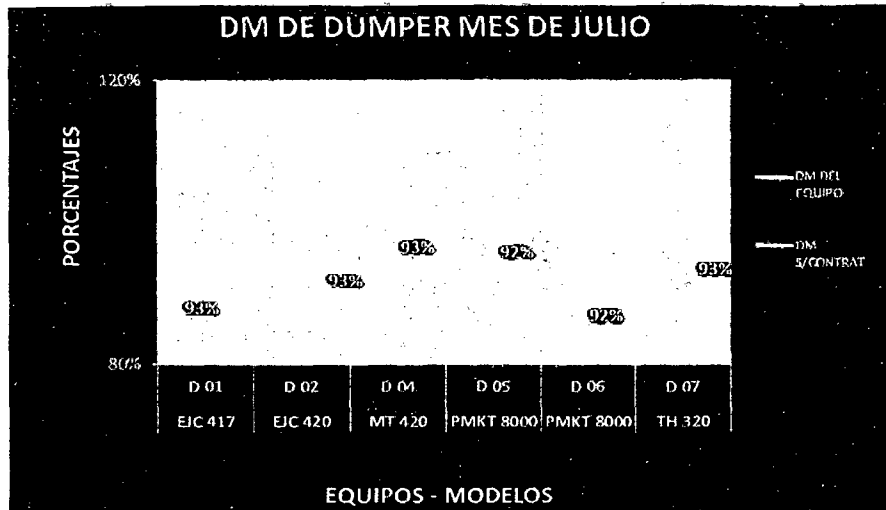
**Cuadro. III-32.** Muestra cuadro de resultados gráficamente de los indicadores de los equipos de enero a julio 2010.



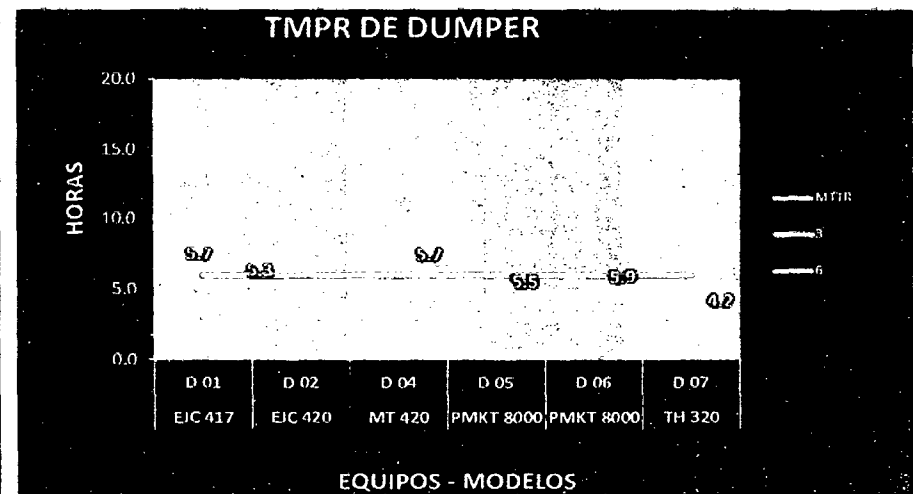
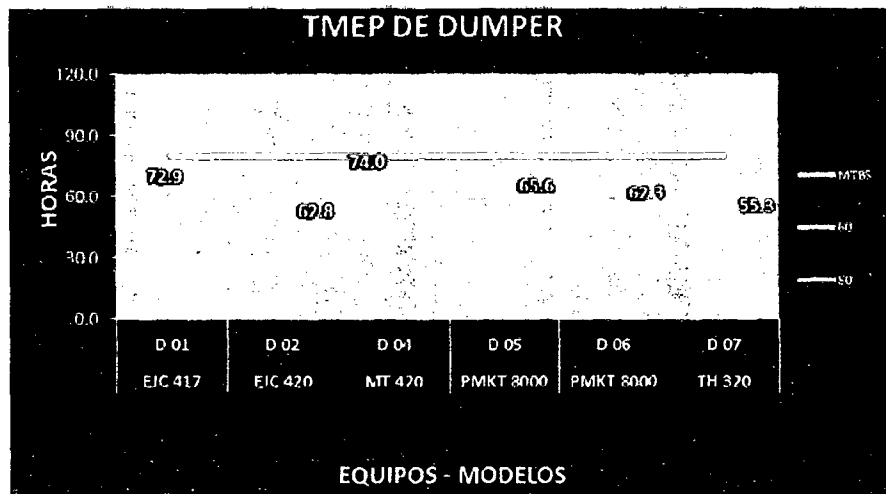
Cuadro. III-34. Disponibilidad mecánica y la utilización gráficamente del Scoop, la línea roja indica el 85% la DMP y la línea azul la DMR.



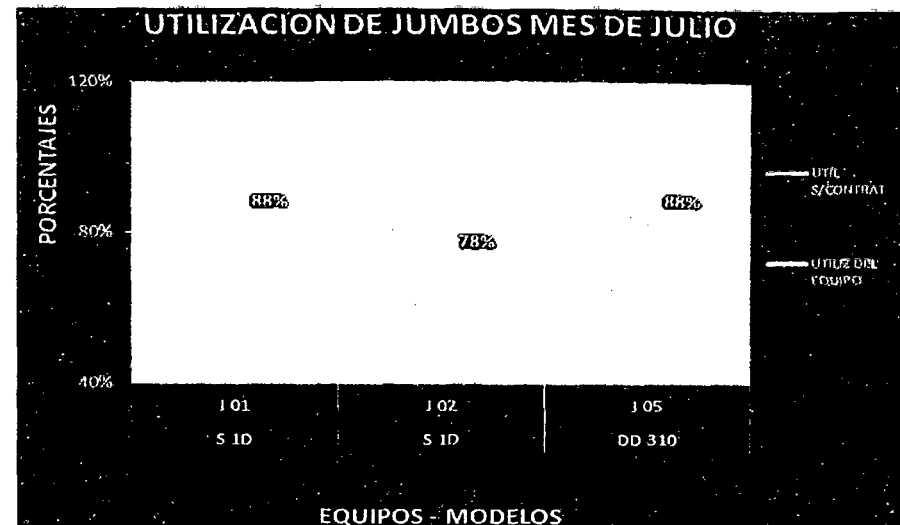
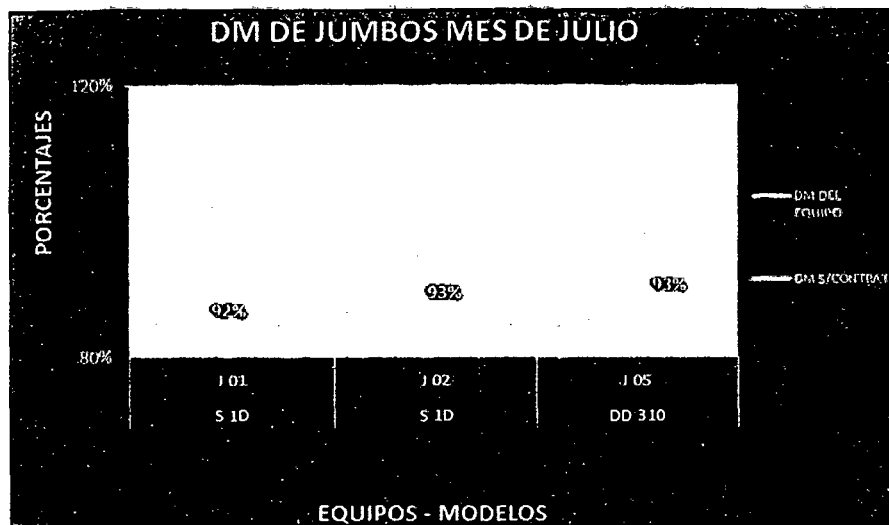
Cuadro. III-35. Muestra TMEP y TMPR del Scoop, las líneas azul y verde son los intervalos entre 60 y 80 horas; y la línea azul la dispersión.



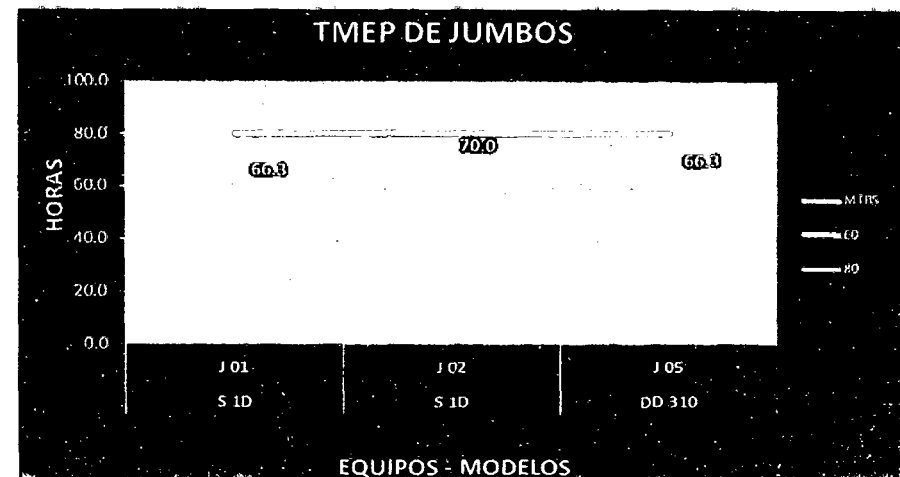
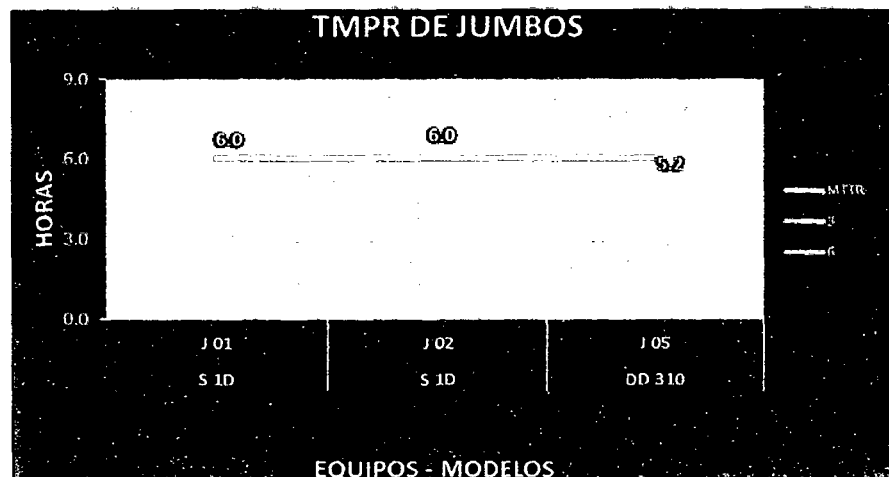
Cuadro. III-36. Disponibilidad mecánica y la utilización gráficamente del Dumer, la línea roja indica el 85% la DMP y la línea azul la DMR.



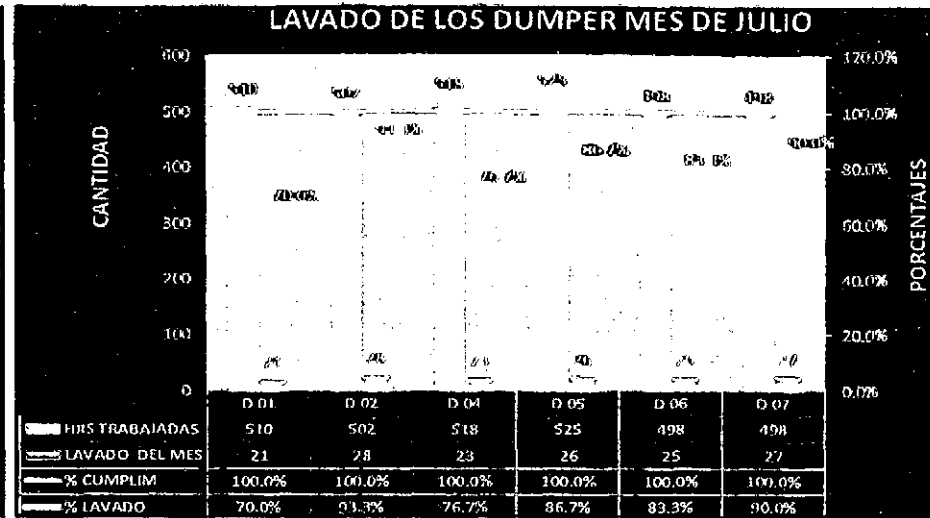
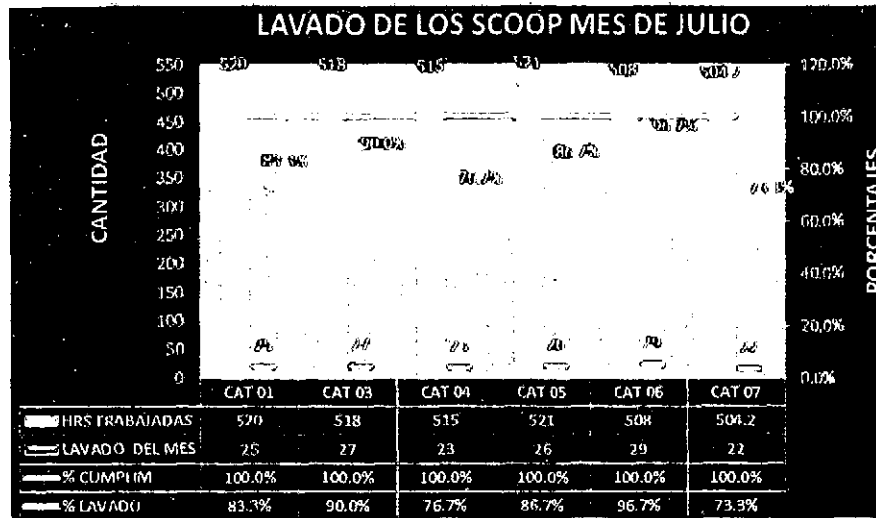
Cuadro. III-37. Muestra TMEP y TMPR del Dumper, las líneas azul y verde son los intervalos entre 60 y 80 horas; y la línea azul la dispersión.



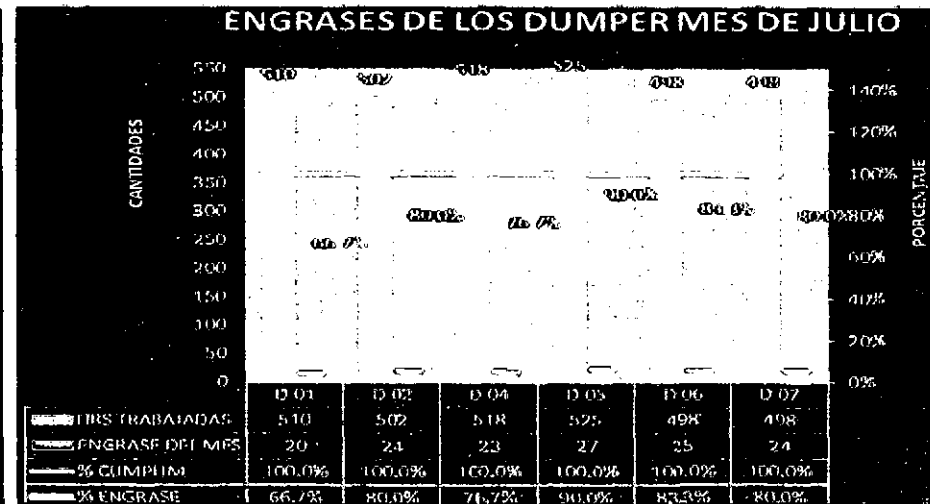
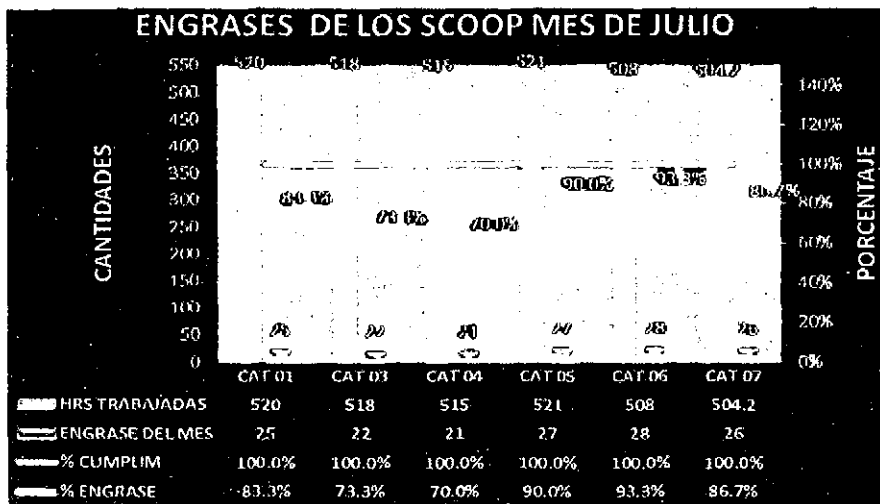
Cuadro. III-38. Disponibilidad mecánica y la utilización gráficamente del Jumbos, la línea roja indica el 85% la DMP y la línea azul la DMR.



Cuadro. III-39. Muestra TMEP y TMPR del Dumper, las líneas azul y verde son los intervalos entre 60 y 80 horas; y la línea azul la dispersión.

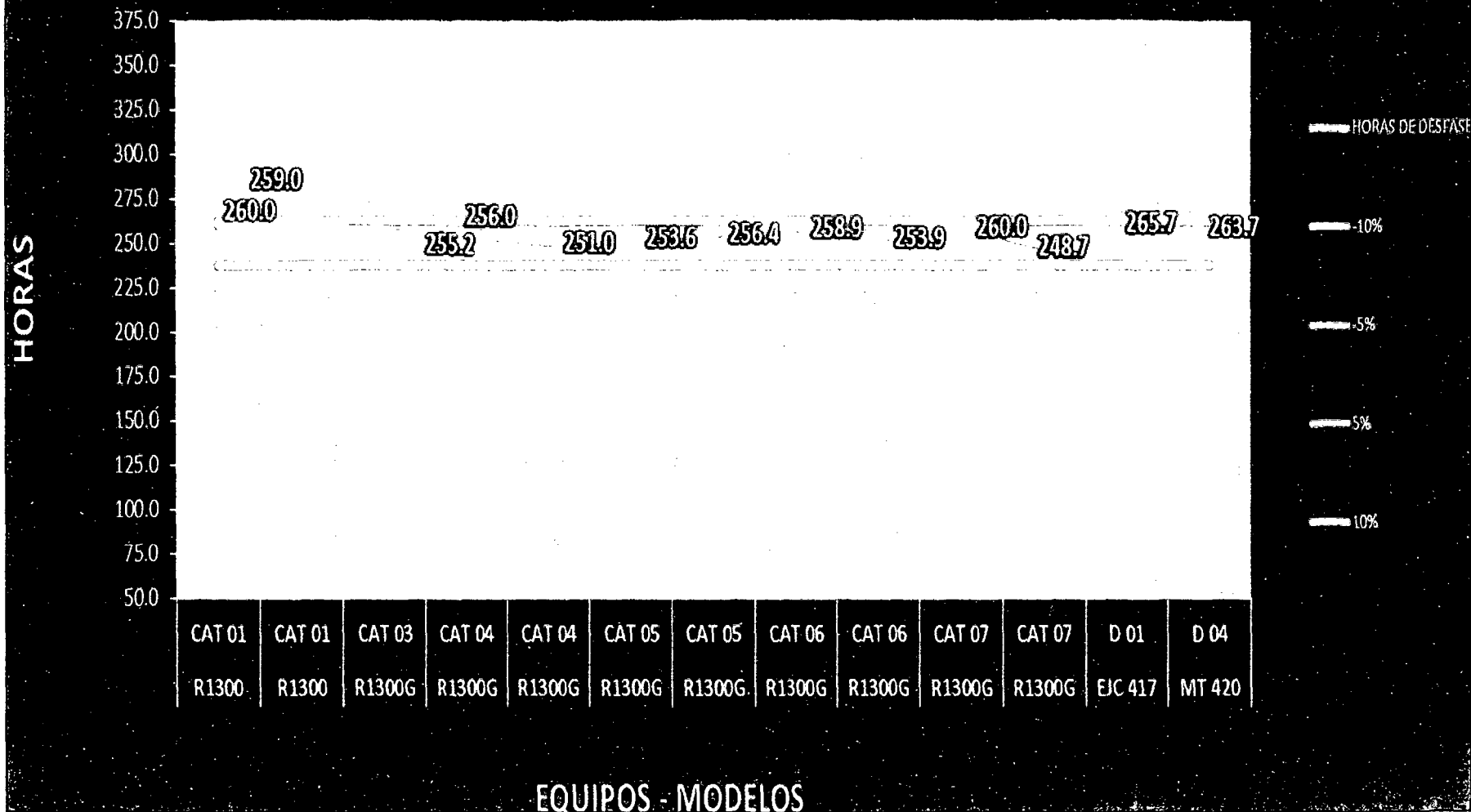


Cuadro. III-40. Muestra el cumplimiento de lavado durante el mes de los equipos, la línea morado indica porcentaje de lavado.

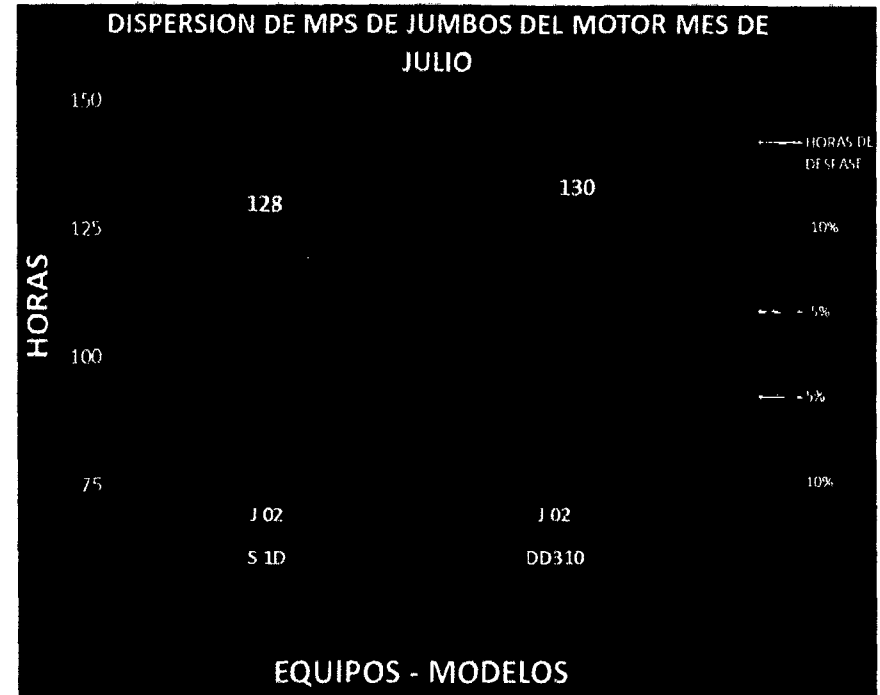
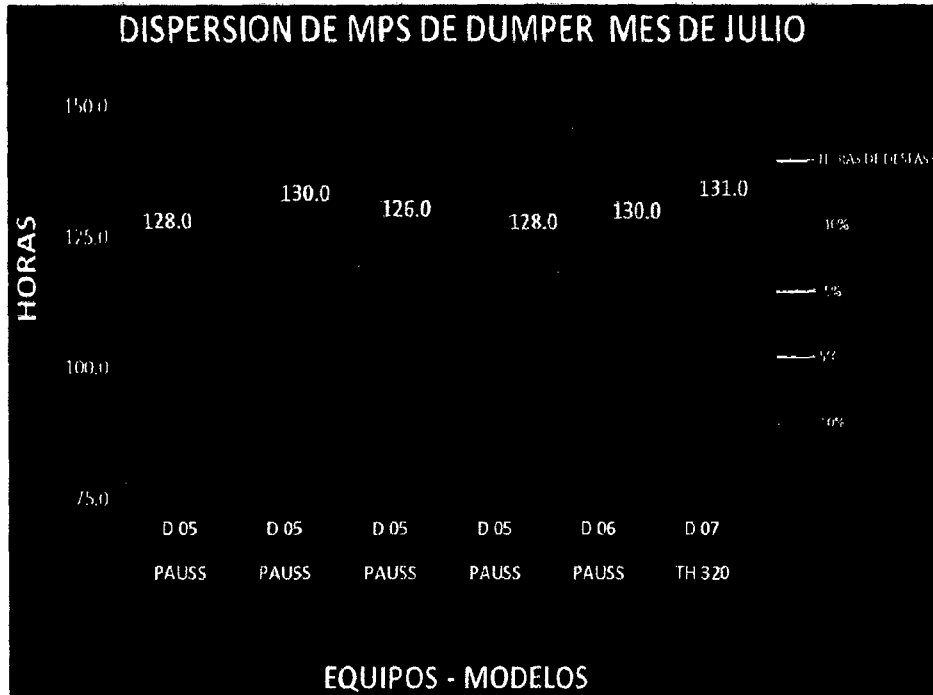


Cuadro. III-41. Muestra el cumplimiento de engrases durante el mes de los equipos, la línea morado indica porcentaje de engrases.

## DISPERSION DE MPS DE LOS SCOOP MES DE JULIO



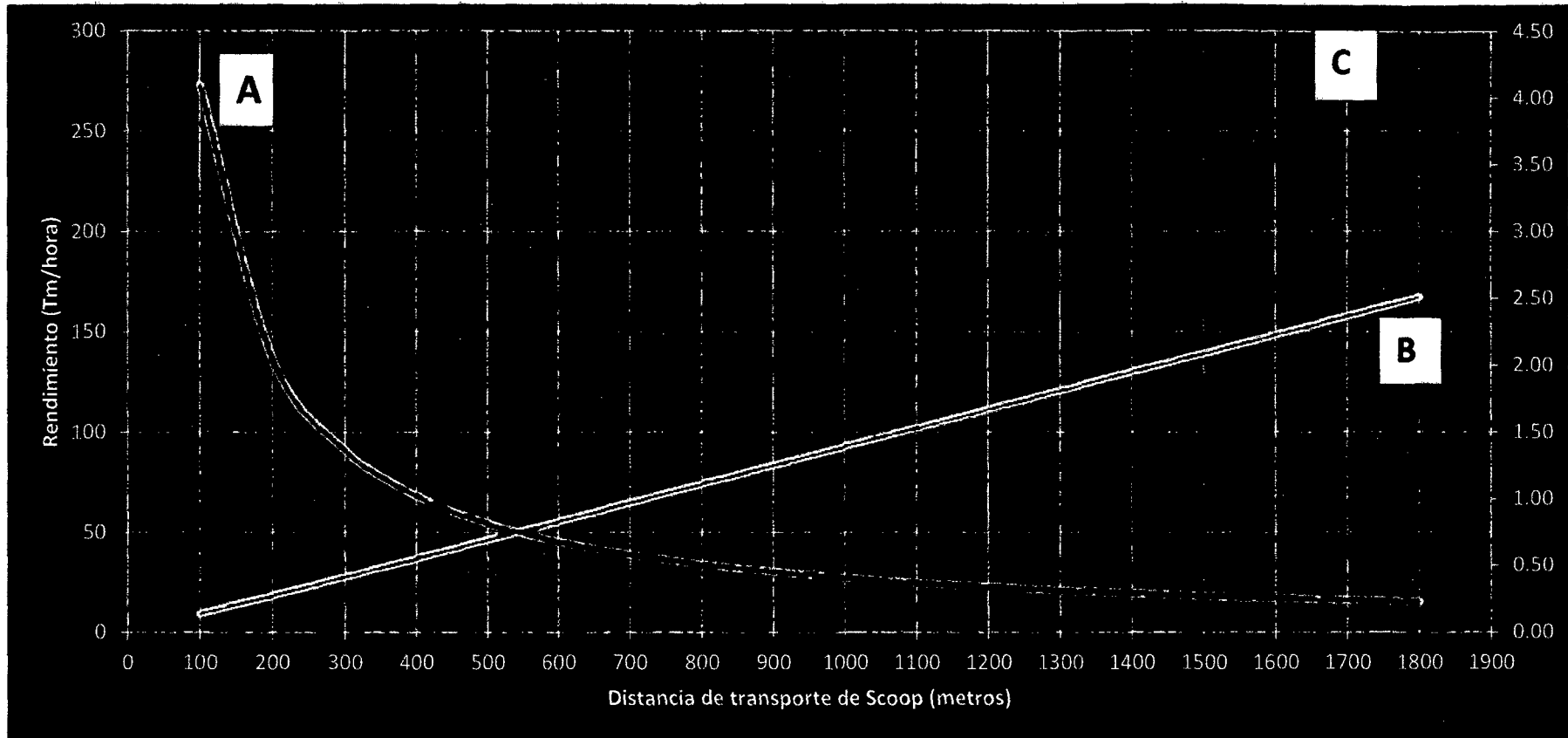
**Cuadro. III-43.** Muestra la dispersión del Scoop durante el mes de julio, la línea azul indica la calidad de administración.



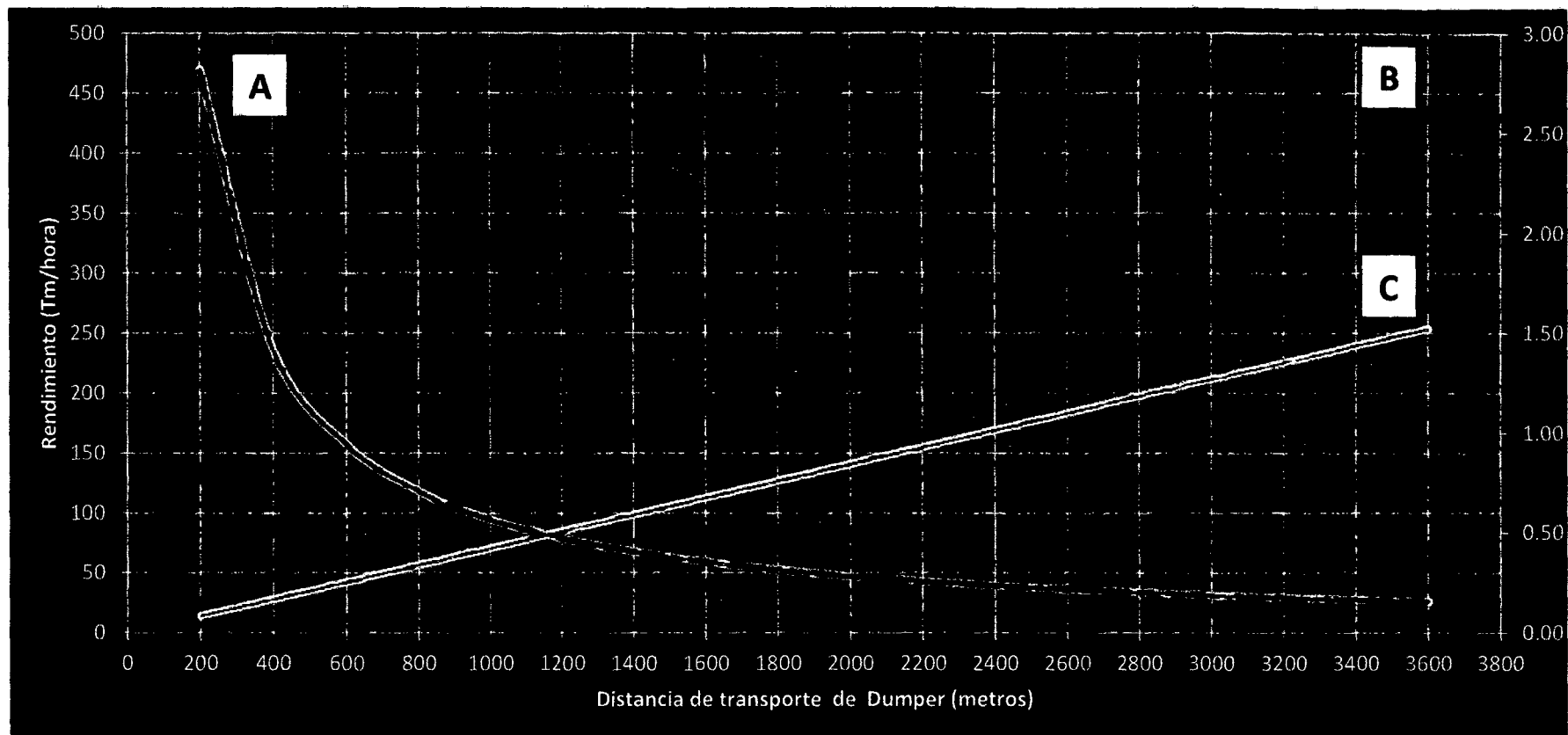
**Cuadro. III- 44.** Muestra la dispersión del Dumper y Jumbos durante el mes de julio, la línea azul indica la calidad de administración.

grad. %	1º velocidad		2º velocidad		3º velocidad		4º velocidad		5º velocidad		6º velocidad	
	kph. Pro	kph. Real	kph. Pro	kph. Real	kph. Pro	kph. Real	kph. Pro	kph. Real	kph. Pro	kph. Real	kph. Pro	kph. Real
0	6.5	6	9.2	8.5	12.6	12	18.2	16	23.9	20	34	30
2	6.4	5.8	9.3	8.2	12.1	11.5	17.2	15.3	22.5	19	31	25
4	6.3	5.6	9	7.9	11.7	11.1	16.6	14.2	21.3	17		
6	6.1	5.2	8.8	7.7	11.3	10.5	15.9	12.8	17.8	15		
8	6	4.8	8.6	7.5	11	10	14.3	11				
10	5.9	4.2	8.4	7.3	10.7	9.7	12.4	9.5				
12	5.8	4	8.2	7	10.3	9.2						
14	5.7	3.7	8.1	6.9	9.3	8						
16	5.7	3.5	7.9	6.6	8.5	7.5						
18	5.6	3.3	7.5	6.3								
20	5.5	3.1	6.9	5								
25	5.3	3										
30	4.8	2.9										

**Tabla. III-04.** Tabla comparativa por los fabricantes de las maquinarias pesadas para mina Uchucchacua y los datos reales tomados en interior mina desde el NV-3920 hasta el echadero ubicado en NV-4240. Donde kph.pro= kilómetro por hora programada por los fabricantes y kph. Real= kilómetro por Hora real realizada en interior mina.



**Cuadro. VI-70.** Muestra la intersección de la curva A y B, que nos permite ubicar la distancia máxima de transporte a 540 metros y la intersección de la curva A y C a su vez nos permite ubicar la distancia económica de transporte a 430 metros de Scoop.



**Cuadro. VI-72.** Muestra la intersección de la curva A y B, que nos permite ubicar la distancia máxima de transporte a 1200 metros y la intersección de la curva A y C a su vez nos permite ubicar la distancia económica de transporte a 830 metros de Dumper.

## **ANEXO DE FORMATOS**

Reporte de pre-uso y uso de equipo – Jumbo / scaler

Reporte de pre-uso y uso de equipo – Scoop / Dumper

Inspección general de equipo – Dumper

Inspección general de equipo – Scoop

Inspección general de equipo – Jumbo

Cartilla de mantenimiento de Dumper

Cartilla de mantenimiento de Scoop

Cartilla de mantenimiento de Jumbo

Reporte diario de los equipos





## INSPECCION GENERAL DE EQUIPO - DUMPER



FECHA		OPERADOR	
EQUIPO		EVALUADOR	
HOROMETRO		SUPERVISOR	

IT	DESCRIPCION	ESTADO		VALORES	OBSERVACIONES
		BUENO	MALO		
<b>INSPECCION ARTES DEL ARRANQUE</b>					
1	NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR				
2	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO				
3	NIVEL DE ACEITE DE CAJA DE TRANSFERENCIA				
4	NIVEL DE PETROLEO				
5	NIVEL DE REFRIGERANTE				
6					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE MOTOR</b>					
7	MOTOR				
8	TURBO				
9	BOMBA DE AGUA				
10	MANGUERAS DE AGUA				
11	MANGUERAS DE ACEITE				
12	MANGUERAS DE AIRE				
13	MANGUERAS DE PETROLEO				
14	INYECTORES				
15	BOMBA DE INYECCION				
16	GOMAS DE SOPORTE				
17	VENTILADOR				
18	FAJAS DE VENTILADOR				
19	LUBRICACION DE MOTOR				
20	ESTADO DE CONSERVACION EXTERNA DE MOTOR				
21	TERMOSTATO				
22	ESTADO PTX				
23	ENFRIADOR DE ACEITE DE MOTOR				
24					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE ELECTRICO</b>					
25	ARRANCADOR				
26	ALTERNADOR				
27	PEDALES (ACELERACION Y FRENO)				
28	LUCES DELANTERAS				
29	LUCES POSTERIORES				
30	LUCES DE SERVICIO DE TOLVA				
31	CIRCULINA				
32	ALARMA DE RETROCESO				
33	LUCES DE TABLERO				
34	ARNES EN GENERAL				
35	BATERIAS				
36	CABLES DE BATERIAS				
37	BORNES DE BATERIAS				
38	CAJA DE FUSIBLES				
39					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE TRANSMISION</b>					
39	CRUCETAS DE CAJA MOTOR				
40	CRUCETAS DE CAJA A EJE DELANTERO				
41	CRUCETA DE LA CAJA ARTICULACION CENTRAL Y POSTERIOR				
42	CONVERTIDOR				
43	BOMBA DE TRANSMISION				
44	VALVULA RELIF				
45	MANGUERAS				
46	VALVULA DE CARGA				
47	MANOMETROS				
48	SENSOR DE TEMPERATURA				
49	ENFRIADOR DE TRANSMISION				
50	CAJA DE CAMBIOS				
51	ARTICULACIONES DE PALANCAS				
52	RESPIRADORES				
53					





FECHA		OPERADOR	
EQUIPO		EVALUADOR	
HOROMETRO		SUPERVISOR	

IT	DESCRIPCION	ESTADO		VALORES	OBSERVACIONES
		BUENO	MALO		
<b>INSPECCION ANTES DEL ARRANQUE</b>					
1	NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR				
2	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO				
3	NIVEL DE ACEITE DE CAJA DE TRANSFERENCIA				
4	NIVEL DE PETROLEO				
5	NIVEL DE REFRIGERANTE				
6					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE MOTOR</b>					
7	MOTOR				
8	TURBO				
9	BOMBA DE AGUA				
10	MANGUERAS DE AGUA				
11	MANGUERAS DE ACEITE				
12	MANGUERAS DE AIRE				
13	MANGUERAS DE PETROLEO				
14	INYECTORES				
15	BOMBA DE INYECCION				
16	GOMAS DE SOPORTE				
17	VENTILADOR				
18	FAJAS DE VENTILADOR				
19	LUBRICACION DE MOTOR				
20	ESTADO DE CONSERVACION EXTERNA DE MOTOR				
21	TERMOSTATO				
22	ESTADO PTX				
23	ENFRIADOR DE ACEITE DE MOTOR				
24					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE ELECTRICO</b>					
25	ARRANCADOR				
26	ALTERNADOR				
27	PEDALES (ACELERACION Y FRENO)				
28	LUCES DELANTERAS				
29	LUCES POSTERIORES				
30	LUCES DE SERVICIO DE TOLVA				
31	CIRCULINA				
32	ALARMA DE RETROCESO				
33	LUCES DE TABLERO				
34	ARNECES EN GENERAL				
35	BATERIAS				
36	CABLES DE BATERIAS				
37	BORNES DE BATERIAS				
38	CAJA DE FUSIBLES				
39					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE TRANSMISION</b>					
39	CRUCETAS DE CAJA MOTOR				
40	CRUCETAS DE CAJA A EJE DELANTERO				
41	CRUCETA DE LA CAJA ARTICULACION CENTRAL Y POSTERIOR				
42	CONVERTIDOR				
43	BOMBA DE TRANSMISION				
44	VALVULA RELIF				
45	MANGUERAS				
46	VALVULA DE CARGA				
47	MANOMETROS				
48	SENSOR DE TEMPERATURA				
49	ENFRIADOR DE TRANSMISION				
50	CAJA DE CAMBIOS				
51	ARTICULACIONES DE PALANCAS				
52	RESPIRADORES				
53					



# INSPECCION GENERAL DE EQUIPO- JUMBO



FECHA: \_\_\_\_\_ OPERADOR: \_\_\_\_\_  
 EQUIPO: \_\_\_\_\_ EVALUADOR: \_\_\_\_\_  
 HOROMETRO: \_\_\_\_\_ SUPERVISOR: \_\_\_\_\_

IT	DESCRIPCION	ESTADO		VALORES	OBSERVACIONES
		BUENO	MALO		
<b>INSPECCION ANTES DEL ARRANQUE</b>					
1	NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR				
2	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO				
3	NIVEL DE ACEITE DE CAJA DE TRANSFERENCIA				
4	NIVEL DE PETROLEO				
5	NIVEL DE REFRIGERANTE				
6					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE MOTOR</b>					
7	MOTOR				
8	TURBO				
9	BOMBA DE AGUA				
10	MANGUERAS DE AGUA				
11	MANGUERAS DE ACEITE				
12	MANGUERAS DE AIRE				
13	MANGUERAS DE PETROLEO				
14	INYECTORES				
15	BOMBA DE INYECCION				
16	GOMAS DE SOPORTE				
17	VENTILADOR				
18	FAJAS DE VENTILADOR				
19	LUBRICACION DE MOTOR				
20	ESTADO DE CONSERVACION EXTERNA DE MOTOR				
21	TERMOSTATO				
22	ESTADO PTX				
23	ENFRIADOR DE ACEITE DE MOTOR				
24					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE ELECTRICO</b>					
25	ARRANCADOR				
26	ALTERNADOR				
27	PEDALES (ACELERACION Y FRENO)				
28	LUCES DELANTERAS				
29	LUCES POSTERIORES				
30	LUCES DE SERVICIO DE TOLVA				
31	CIRCULINA				
32	ALARMA DE RETROCESO				
33	LUCES DE TABLERO				
34	ARNECES EN GENERAL				
35	BATERIAS				
36	CABLES DE BATERIAS				
37	BORNES DE BATERIAS				
38	CAJA DE FUSIBLES				
39					
<b>INSPECCION DE SISTEMA DE TRANSMISION</b>					
39	CRUCETAS DE CAJA MOTOR				
40	CRUCETAS DE CAJA A EJE DELANTERO				
41	CRUCETA DE LA CAJA ARTICULACION CENTRAL Y POSTERIOR				
42	CONVERTIDOR				
43	BOMBA DE TRANSMISION				
44	VALVULA RELIF				
45	MANGUERAS				
46	VALVULA DE CARGA				
47	MANOMETROS				
48	SENSOR DE TEMPERATURA				
49	ENFRIADOR DE TRANSMISION				
50	CAJA DE CAMBIOS				
51	ARTICULACIONES DE PALANCAS				
52	RESPIRADORES				
53					





Modelo	TH 320	No de O.T.	Intervalo	MP1
No Interno		Fecha		
No de Serie		Unidad	Tecnico	
Horometro		Cliente	Firma	

Nota .- Antes de realizar cualquier operacion o cualquier procedimiento de mantenimiento referirse al Manual de Operacion y Mantenimiento suministrado para esta maquina

### MOTOR DIESEL: MERCEDES BENZ

ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar el ECM del motor	
2	Sacar muestra de aceite de motor.	
3	Cambiar aceite de motor. SAE 15W-40 (API CI-4) - 8 Galones.	
4	Cambiar filtros de aceite de motor.	
5	Cambiar filtro primario de petróleo.	
6	Cambiar filtro separador de agua comb.	
7	Cambio de filtro primario de aire.	
9	Limpiar colector de polvo en forma general.	
10	Limpieza del enfriador de aire.	
12	Limpieza del catalizador.	
13	Medir las restricciones del sistema de escape (no debe exceder 40 pulg de H2O) caso contrario limpiar o reemplazar	
14	Testeo de Refrigerante de motor.	
15	Limpieza del enfriador de refrigerante.	

### SISTEMA HIDRÁULICO

ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar pre-carga de acumuladores. 1150 PSI(79 bar)	
2	Verificar sujeción de bomba hidráulica de dirección.	
3	Verificar sujeción de bomba hidráulica de levante, recojo y freno.	
4	Verificar fugas de aceite por componentes hidráulicos: Bombas hidráulicas, Cilindros hidráulicos.	
5	Limpieza del enfriador de aceite hidráulico.	
6	Limpieza del pedal de freno.	
7	Verificar funcionamiento de freno de parqueo.	
8	Verificar funcionamiento de freno de servicio.	

### TRANSMISION

ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES				
1	Chequear condición de estructura de convertidor					
2	Limpieza del respiradero de la transmision y del convertidor de torque					
3	Verificar estado de paletas de enfriador de aceite de transmisión.					
4	Verificar valores de ajuste de los pernos de montaje de los ejes delanteros y traseros 1300 Lb.pie (1782 NM)					
5	Chequear estado de las crucetas y cardán de convertidor a caja powershift.					
6	Verificar estado de los cardanes y crucetas entre: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Diferencial delantero y chumacera</td> </tr> <tr> <td>Chumacera y Caja de transmisión</td> </tr> <tr> <td>Caja de transmisión y diferencial posterior</td> </tr> </table>	Diferencial delantero y chumacera	Chumacera y Caja de transmisión	Caja de transmisión y diferencial posterior		
Diferencial delantero y chumacera						
Chumacera y Caja de transmisión						
Caja de transmisión y diferencial posterior						
7	Engrase general de crucetas y cardanes.					
8	Limpieza de solenoides en válvula de marcha de caja de transmisión.					
9	Sacar muestra en un papel de aceite de diferenciales.					
10	Sacar muestra en un papel de aceite de mandos finales.					
11	Verificar nivel de aceite de diferenciales y mandos finales.					
12	Verificar espárragos y tuercas de las llantas <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Posición 1:</td> </tr> <tr> <td>Posición 2:</td> </tr> <tr> <td>Posición 3:</td> </tr> <tr> <td>Posición 4:</td> </tr> </table>	Posición 1:	Posición 2:	Posición 3:	Posición 4:	
Posición 1:						
Posición 2:						
Posición 3:						
Posición 4:						
13	Verificar presión de aire de las llantas. 100 PSI					
14	Chequear estado de estructura de diferencial delantero por fugas de aceite.					
15	Chequear mandos finales y paquetes de freno delanteros por fugas de aceite.					
16	Chequear estado de estructura de diferencial posterior por fugas de aceite.					

17	Chequear mandos finales y paquetes de frenos posteriores por fugas de aceite.		
----	---	--	--

### ESTRUCTURA

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Inspeccionar daños en la estructura del equipo (golpes y rayaduras)		
2	Chequear carga de extintor y condición de asiento de operador.		
3	Limpieza de la grasa sobresaliente en los puntos de engrase.		
4	Comprobar engrase de eje oscilante.		
5	Verificar ajuste de los pernos de sujeción de todos los enfriadores.		
6	Verificar estado de la tolva.		
7	Chequear ajuste de pernos de ejes posterior y delantero.		
8	Chequear condición de topes de la tolva.		

### SISTEMA ELECTRICO

ÍTEM	PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
1	Limpieza general de la cabina del operador.		
2	Limpieza interna de panel de instrumentos.		
3	Revisar componentes eléctricos de tablero de control por partes sueltas.		
4	Revisar condición de baterías.		
5	Chequear funcionamiento y estado de conectores de master switch.		
6	Chequear condición de baterías, bornes, borneras y estructura.		
7	Verificar estado de los switch de presión de bloque de acumuladores y frenos.		
8	Verificar estado del switch de presión de la caja de transmisión.		
9	Chequear condición y conectores en switch de presión de motor.		
10	Verificar estado de los cables de la válvula shifter a la caja de transmisión.		
11	Verificar estado de los solenoides en la válvula de cambios de la caja de trans.		
12	Verificar condición de ECM y bornes de entrada.		
13	Verificar estado y hermeticidad de las cajas eléctricas		

### MCP POR EJECUTAR

Nº REQ	Nº OS	Trabajos a realizar	OT	Resultado de lo realizado

### MCP GENERADOS

Nº Inf. Tec	Nº BackLogs	Trabajos a realizar	OT	Fecha entrega PLANNER	FIRMA PLANNER

### Datos de Entrega de MUESTRAS al Almacén:

Nombre de la persona que rellena el sticker: (mantto) \_\_\_\_\_

Fecha y Hora de entrega de la muestra (Mantto): \_\_\_\_\_

Nombre y Firma de quien recibe las Muestras (Logística): \_\_\_\_\_

TEC. EJECUTOR

Nombre:

COORDINADOR

Nombre:

INSPECTOR

Nombre:



34	Revisar temperaturas (pruebas todos los sistemas)		
35	Mostrar las partículas de cada uno de los tapones en un papel		
36	Inspeccionar soportes de transmisión		
37	Revisar soportes de motor		
38	Dializar aceite de Mandos Finales y Diferenciales Delantero y Posterior		

**NOTA:** Para EJECUTAR EL DIALIZADO la última muestra del SOS debe ser amarillo o rojo. Si el aceite esta negro NO DEBE SER DIALIZADO DEBE SER CAMBIADO

**OBSERVACION:** Para efectuar el trabajo del dializado el aceite deberá estar caliente y con máquina parada (tiempo aprox de dializado: 1:30 hora)

**EL ACEITE DEL MOTOR NO SE DIALIZA**

**MCP POR EJECUTAR**

Nº REQ.	Nº OS	Trabajos a realizar	OT	Resultado de lo Realizado

**MCP GENERADOS**

Nº Inf.Tec.	Nº BackLogs	Trabajos a realizar	OT	Fecha entrega PLANNER	FIRMA PLANNER

**Datos de Entrega de MUESTRAS al Almacén:**

Nombre de la persona que rellena el sticker: (mantto) \_\_\_\_\_

Fecha y Hora de entrega de la muestra (Mantto): \_\_\_\_\_

Nombre y Firma de quien recibe las Muestras (Logística): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**TEC. EJECUTOR**  
 Nombre:

\_\_\_\_\_  
**COORDINADOR**  
 Nombre:

\_\_\_\_\_  
**INSPECTOR**  
 Nombre:

**SERVICIO DE 125 HORAS-MP1**

Fecha \_\_\_\_\_  
 Equipo \_\_\_\_\_  
 Horómetro \_\_\_\_\_  
 Técnico \_\_\_\_\_

Turno \_\_\_\_\_  
 Serie \_\_\_\_\_  
 H. Inicio \_\_\_\_\_  
 H. Final \_\_\_\_\_

N° interno

DD311-40

		ESTADO	
<b>Seguridad</b>	Usar los implementos de seguridad personales.		
	Lavar el equipo.		
	Aplicar el freno de parqueo.		
	Apagar el motor.		
	Bloquee las ruedas.		
	Revisar el sistema contra incendios y/o el extintor.		
	Colocar la tarjeta de seguridad en un lugar visible, indicando no operar.		
<b>Muestra</b>	Sacar muestra del aceite de motor.		
<b>Inspección de presiones</b>	Presión de bomba hidráulica brazo	Especificación	Lectura
		240 bares	
	Presión de pilotaje del sistema	Especificación	Lectura
		35 bares	
	Presión mínima de bomba hidráulica	Especificación	Lectura
		30 bares	
	Presión de rotacion en vacio	Especificación	Lectura
		35 bares	
	Presión de rotacion de trabajo	Especificación	Lectura
		50 bares	
	RPM del barreno de la perforadora	Especificación	Lectura
		175 RPM	
	Presión de avance en baja de la perforadora	Especificación	Lectura
		40-50 bares	
	Presión de avance en alta de la perforadora	Especificación	Lectura
		60-70 bares	
	Presión de máximo de avance de la perforadora	Especificación	Lectura
		180 bares	
	Presión piloto de retorno de la perforadora	Especificación	Lectura
		30 bar	
Presion a media potencia de percusion	Especificación	Lectura	
	100 bares		
Presión de emboquillado de la perforadora	Especificación	Lectura	
	100 bares		
Presión de percusión en alta para perforadora	Especificación	Lectura	
	160 bares		
Presión antiatasque de perforadora	Especificación	Lectura	
Presión de nitrógeno del acumulador de perforadora en alta	Especificación	Lectura	
	55 bar		
Presión de nitrógeno del acumulador de perforadora en baja	Especificación	Lectura	
	4 bar		
Presión de carga del sistema hidrostático	Especificación	Lectura	
	30 bar		
Presión de aire para el barrido	Especificación	Lectura	
	6 bares		
Presión de agua	Especificación	Lectura	
	15 bares		
	Cambiar el filtro de aceite de motor.		
	Cambiar el filtro de combustible.		
	Cambiar el aceite de motor.		
		5	gl

<b>Filtros y aceites</b>	Verificar y/o rellenar el nivel de combustible.		gl
	Verificar y/o rellenar el nivel del aceite la transmisión.		gl
	Verificar y/o rellenar el nivel del aceite hidráulico.		gl
	Verificar el nivel de aceite del compresor.		gl
	Revisar el nivel de aceite de los diferenciales.		gl
	Limpiar el pre - filtro de combustible.		
<b>Motor</b>	Limpiar el cartucho del filtro de aire.		
	Revisar si el filtro hidráulico está obturado.		
	Revisar fuga de gases de escape.		
	Revisar hermeticidad en abrazaderas en tubos de admisión después del filtro.		
	Revisar pernos sueltos del múltiple y tubos de escape.		
	Revisar fuga de aceite por empaque de tapa de balancines.		
	Revisar fuga por empaques de culata.		
	Revisar fuga del retén delantero del cigüeñal.		
	Revisar fuga de aceite por empaquetadura del cárter del motor.		
	Revisar fuga de aceite por la bomba de inyección de combustible.		
	Revisar fuga de combustible por cañerías.		
<b>Sistema Eléctrico</b>	Purgar el líquido condensado y limpiar la tapa del tanque de combustible.		
	Revisar la suspensión del motor.		
	Verificar el estado de las correas de transmisión.		
<b>S. Hidráulico Transmisión Diferenciales</b>	Limpiar el refrigerador de aceite		
	Limpiar las bridas de refrigeración.		
	Limpiar los terminales y conectores de la batería.		
	Revisar el voltaje de las baterías.		
<b>Brazo hidráulico</b>	Revisar el estado de los faros delanteros y traseros.		
	Revisar y limpiar el respirador del tanque hidráulico.		
	Revisar el estado de las mangueras hidráulicas.		
	Revisar y limpiar el respirador de la transmisión.		
	Purgar el líquido condensado del tanque hidráulico.		
	Revisar y limpiar el respirador de los diferenciales.		
	Lavar la parte delantera del brazo.		
	Revisar los daños y/o fugas en los cilindros.		
	Revisar los daños y/o fugas en las válvulas.		
	Revisar los daños y/o fugas en el bloque de válvulas.		
<b>Dispositivo de Avance</b>	Revisar fugas en las mangueras.		
	Revisar daños en los racores de lubricación.		
	Revisar estado de pines y bocinas.		
	Revisar estado de los protectores de cilindros.		
	Revisar el funcionamiento de la unidad de giro.		
	Revisar el ajuste de las juntas roscadas / ejes de expansión.		
	Verificar daños y/o fugas en todo el brazo.		
<b>Tambor</b>	Revisar las fugas de aceite.		
	Revisar los daños en la estructura.		
	Limpiar el dispositivo completo.		
	Revisar el desgaste y tensado de los cables de tracción y retorno.		
	Revisar el desgaste de los casquillos del barreno.		
	Revisar el desgaste de las piezas de deslizamiento.		
<b>Frenos</b>	Revisar el desgaste y los daños en la barra de deslizamiento.		
	Controlar el desgaste del resalte.		
<b>Ruedas</b>	Para evitar la formación de óxido, para evitar que salte la chispa en el colector, girar el tambor.		
	Limpiar el colector.		
	Revisar las fugas por las mangueras.		
<b>Bastidor</b>	Verificar el funcionamiento del freno de pie.		
	Verificar el funcionamiento del freno de parqueo.		
<b>Lubricación</b>	Revisar el apriete de tuercas.		
	Revisar el estado de las llantas.		
	Verificar la presión de cada llanta.		
	Revisar y el estado de las crucetas del cardán y de sus alojamientos.		
	Revisar el estado de los instrumentos del tablero de control del operador.		
	Revisar el estado de la alarma audible (claxon).		
	Lubricar las superficies de deslizamiento en el dispositivo de avance.		
	Lubricar la rueda de tracción (dispositivo de avance)		
	Lubricar el tambor de manguera (avance)		
	Lubricar los cilindros traseros y delanteros (brazo)		
Lubricar el cilindro del telescopio del brazo.			
Lubricar el cilindro de carrera del dispositivo de avance.			
Lubricar el cilindro saliente (brazo)			
Lubricar la articulación del brazo.			
Lubricar la articulación del cilindro.			
Lubricar el alojamiento del telescopio.			
Lubricar el eje de fijación del brazo.			
Lubricar la unidad de rotación del brazo.			
Lubricar la cadena del tambor.			
Lubricar el cojinete del tambor.			

Verificar el estado de las boquillas de lubricación.  
 Lubricar las crucetas del cardán.  
 Lubricar el diferencial delantero (1 grasera)  
 Lubricar el diferencial trasero (1 grasera)  
 Lubricar la junta universal del cardán.  
 Lubricar el cojinete de apoyo.  
 Verificar el estado del autolubricador central.


B Bien  
 X Mal

<b>OBSERVACIONES</b>	_____

V°B° \_\_\_\_\_  
 Cliente

V°B° \_\_\_\_\_  
 Mecánico de guardia congemin

V°B° \_\_\_\_\_  
 Supervisor de Mantto congemin

