



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR  
(UNTELS)

MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE BAJO PERFIL CATERPILLAR SCOOP  
R1600G

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
(MECÁNICO ELECTRICISTA)

PRESENTADO POR EL BACHILLER  
CUADROS ÑAUPARI YURI ILICH

VILLA EL SALVADOR

LIMA – PERÚ

2015

## DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a las personas que siempre estuvieron a mi lado y nunca dejaron de creer en mí, mi señora madre Clemencia Ñaupari, mis hermanos Ana, Carlos y Luis gracias por todos los consejos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco de corazón a mi señora madre y mis hermanos por haberme apoyado y confiar en mí y querer mi superación.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD .....	6
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.3.1 ESPACIAL.....	7
1.3.2 TEMPORAL.....	7
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.5 OBJETIVO .....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 ANTECEDENTES.....	9
2.2 BASES TEÓRICAS.....	9
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	12
3. DISEÑO Y MODELO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	25
3.1 ANÁLISIS DEL MODELO .....	25
3.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	25
3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE DATOS .....	33
CONCLUSIONES .....	37
RECOMENDACIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA .....	39
ANEXOS .....	40

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mantenimiento es una actividad que tiene no solamente un impacto directo sobre la capacidad productiva de un proyecto, sino que es un elemento clave para alcanzar unas condiciones de seguridad y de protección medioambiental acordes con las políticas de desarrollo sostenible de la empresa. Es por tanto y desde todo punto de vista, una actividad que adquiere un papel preponderante para obtener una alta disponibilidad y rendimiento de los equipos.

El Plan de Seguridad en la elaboración de los mantenimientos, contempla la delegación de funciones a todo el personal, de acuerdo a la delimitación del área de responsabilidad, con la finalidad de asignar responsabilidades y obligaciones a los diferentes niveles de la organización.

El presente manual, será de vital importancia en el quehacer diario de las operaciones en los cuales nos toca ser protagonistas para lograr las metas trazadas por la Empresa.

## 1) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El no elaborar un programa de mantenimiento adecuado para los equipos trae consigo la para inesperada de estos el cual conlleva a un mantenimiento correctivo el cual es mas costoso y por ende trae la paralización de las labores el cual genera gastos en la producción.

### 1.1) DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

En el centro minero Milpo-El Porvenir localizado en el departamento de Cerro de Pasco, en el área de mantenimiento se tiene dos equipos alquilados, estos equipos son dos Scoop el cual no tiene un programa de mantenimiento programado; y se pudo apreciar que estos equipos presentaban un bajo índice de disponibilidad mecánica dado que tenían paradas inesperadas continuamente, mientras los otros dos Scoop de la empresa si contaban con un programa de mantenimiento programado se pudo notar que el índice de su disponibilidad mecánica era muy bueno.

También se pudo apreciar que a pesar que se realizan programas semanales muchas veces no se podían realizar dichos mantenimientos en las fechas establecidas dado que el área de producción no nos facilitaban los equipos por tratar de alcanzar los metrajes establecidos y por ende no se podían cumplir dichos programas en las fechas acordadas, y esto traía consigo paradas inesperadas.

Por lo expuesto al no tener un programa de mantenimiento o al no cumplir nuestro programa de mantenimiento en las fechas acordadas presentamos paradas inesperadas en las labores y esto trae consigo una baja en nuestra disponibilidad mecánica, en el cual el área de mantenimiento se ve perjudicado

dado que es nuestra responsabilidad que los equipos estén perfectamente operativos.

### 1.2) JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.

Aquí buscamos elevar nuestro índice de la disponibilidad mecánica porque si tenemos una adecuada disponibilidad de nuestros equipos esto nos quiere decir que se encuentran operando perfectamente en la labores sin presentar paradas inesperadas y de esta manera elevamos la producción.

La programación y ejecución de los programas de mantenimiento son muy importantes dado que este equipo CAT. SCCOP R1600G se encarga del acarreo del mineral, limpiar las labores y también limpiar los accesos en interior mina.

Por lo expuesto si el equipo tiene una parada inesperada esto afectaría enormemente en la producción.

### 1.3) DELIMITACION

El presente trabajo se basa en la baja disponibilidad mecánica y utilización que puede mostrar un equipo que no cuenta con un programa de mantenimiento y con esto trae gastos innecesarios en su mantenimiento, paradas inesperadas y una baja en la producción, el cual afecta en gran escala a la empresa.

#### 1.3.1) DELIMITACION ESPACIAL

El siguiente inconveniente se observo en el Departamento PASCO Provincia PASCO, centro minero El-Porvenir, compañía minera MILPO.

#### 1.3.2) DELIMITACION TEMPORAL

El estudio se lleva acabo en el periodo 2013 en el cual se pudo apreciar que los equipos alquilados no contaban con una programa de mantenimiento, y que presentaban paradas inesperadas y largas.

### 1.4) FORMULACION DEL PROBLEMA

No contar con un programa de mantenimiento preventivo programado contrae consigo paradas inesperadas verificandose en el indise de la disponibilidad

mecanica la cual es muy baja de los equipos y con esto mayor costo en su mantenimiento.

- El no contar con un programa de mantenimientos preventivos afecta nuestro indice de disponibilidad mecanica y la utilizacion .
- No conocer los pasos lógicos para la implantación de un programa de Mantenimiento Preventivo puede generar dificultad en su elaboracion.

### 1.5) OBJETIVO

Garantizar la máxima disponibilidad mecanica de los equipos por medio de la implementacion de un programa de Mantenimiento Preventivo Programado que comprenda una metodología práctica de trabajo y que propicie una atmósfera orientada al mantenimiento preventivo logrando su realización al menor costo posible.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Proporcionar los conocimientos y una guía práctica para la implementacion de un programa de Mantenimiento Preventivo programado.
- Garantizar la máxima disponibilidad del equipo en función a la elaboración y ejecución de los Programas de Mantenimientos Preventivos realizados.
- Proporcionar los pasos lógicos para implantar un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- Prolongar y preservar la vida útil de los equipos ejecutando los Programas de Mantenimiento Preventivo.

## 2) MARCO TEORICO

### 2.1) ANTECEDENTES.

En el mes de agosto se pudo apreciar que debido al no llevarse a cabo los programas de mantenimiento del equipo SCOOP, modelo R1600G, marca CAT código SQM-03 tubo una parada inesperada en la guardia noche y con esto una baja en la producción pues no se pudo disparar en dos guardias, afectando drásticamente en los metrajes establecidos por compañía.

### 2.2) BASES TEORICAS

#### DEFINICION Y FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

La tendencia creciente de la capacidad de la maquinaria hace que ésta represente un elevado costo de capital por su adquisición a la vez que aumenta la responsabilidad de cada unidad en la obtención de la producción. Por todo ello el criterio es lograr un aumento de la disponibilidad mecánica de los equipos y por lo tanto de una utilización más saturada de ellos.

#### CLASES DE MANTENIMIENTO

La terminología que se utiliza para describir los distintos procedimientos de mantenimiento ha resultado un poco confusa por la ambigüedad de los términos. Vamos a dar aquí las definiciones más utilizadas, describiendo al mismo tiempo las distintas clases y los partes de control más habituales en el mantenimiento minero más frecuentes e importantes.

#### A) MANTENIMIENTO POR CORRECCIÓN DE AVERÍA O CORRECTIVO.

La máquina está en servicio hasta que no pueda desempeñar su trabajo normal. Una vez corregida la avería que produjo su parada no se la volverá a prestar atención hasta que no se produzca otro fallo. Existen algunos casos en los que este procedimiento puede estar justificado, como es el caso de las pequeñas canteras y obras públicas de corta duración, pero en general resulta caro y comprometido por no poder garantizarse, a medio plazo, ni las producciones ni los costos horarios por tonelada de una mina mediana o grande.

#### B) MANTENIMIENTO PROGRAMADO.

Consiste en la vigilancia e inspección de los puntos más débiles en unos períodos de tiempo predefinidos y que si no se realizan pueden dar lugar a una avería. Entre los diferentes tipos de mantenimientos programados destacan el preventivo y el predictivo.

#### C) MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Por medio de unas inspecciones periódicas se conoce el estado de la máquina y se programan las correcciones necesarias para ser realizadas en los momentos más oportunos y antes de que se lleguen a producir las averías.

#### D) MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es esencialmente un refinamiento del mantenimiento preventivo. Está basado en unas técnicas de inspección o de reconocimiento no destructivo que miden el progreso de los desgastes a lo largo del tiempo y, a través de extrapolaciones realizadas automáticamente por los ordenadores, predice el punto y momento del fallo de una forma más precisa y correcta que una fijación estadística del momento de sustitución, como ocurre en los programas normales de mantenimiento preventivo. Básicamente se realizan por el control con grandes programas de ordenador que no solo prevén los momentos y los elementos necesarios, sino que también coordinan con los

almacenes y suministradores de piezas para lograr una perfecta coincidencia en tiempo de las operaciones de sustitución de conjuntos.

#### E) MANTENIMIENTO CON PROYECTO O INGENIERÍA PREVENTIVA.

También llamado D.O.M. (Designing Out Maintenance). Consiste en trabajar y estudiar sobre aquellos puntos o zonas de las máquinas o sistemas que originan las anomalías más frecuentes con objeto de diseñarlos de una nueva forma o con un material que reducen éstas y por tanto el tiempo y volumen del mantenimiento y su costo. Es el proceso más ingenieril y empieza por el croquizado de todas las piezas del equipo y su posible nacionalización o construcción de las partes en el país de la operación minera o en el propio taller.

En general en las minas es siempre necesario reforzar el diseño de algunas de las partes de las máquinas con mayor uso o desgaste, de acuerdo con las especiales características de la roca que tiene cada mina.

#### F) MANTENIMIENTO DE REACONDICIONAMIENTO SISTEMÁTICO.

Se ocupa de remozar o recomponer aquellas máquinas o componentes que por su elevada utilización u horas de trabajo están en tales condiciones que hacen muy difícil poder conseguir un adecuado funcionamiento correcto de los mismos. Es también denominado Mantenimiento General, Reconstrucción Hiperanual o "Rebumping" para volver a reacondicionar las máquinas de muy larga vida, como en el caso de las grandes perforadoras, excavadoras o Dragalinas. Es muy utilizado en el mantenimiento de la aviación comercial y en los barcos de guerra.

La generación de un programa de mantenimiento obedece a una necesidad. Toda necesidad genera la asignación de recursos y toda asignación de recursos genera erogaciones de dinero. Dicho de otra manera, se generarán costos de implementación de manera que los costos generales se vean reducidos en el largo y mediano plazo. Puede ocurrir que los costos de mantenimiento se vean aumentados, pero en la ecuación general, de costos de

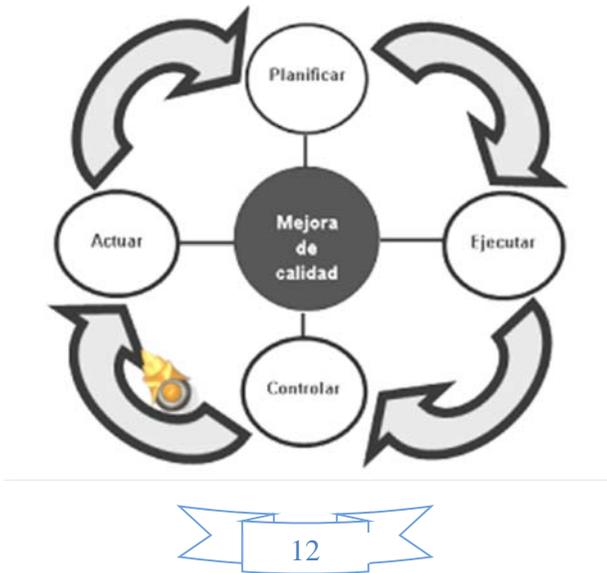
la empresa, éstos tenderán a bajar y a contribuir a una mayor rentabilidad. Además la rentabilidad se verá ampliada en muchos casos por la eliminación de los costos ocultos que casi nunca se tienen en cuenta cuando se analizan los costos de mantenimiento, tales como evitar reprocesos, bajas calidades de productos o servicios, etc.

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL

#### GENERACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento ha crecido a un ritmo vertiginoso en la industria, especialmente en aquellas que utilizan activos de precios elevados y altos lucros cesantes tales como las constructoras, mineras, petroleras, etc. Todas estas empresas tienen un denominador común: el uso de máquinas pesadas tales como cargadoras, camiones, topadoras, etc. Debe quedar claro que el mantenimiento hace al negocio y a la rentabilidad del mismo, por lo que si realmente se lo comprende, debe ser incluido dentro de la estrategia global de la empresa, pues como ya se expresó tiene directa incidencia en la cantidad, calidad de los productos y / o servicios que una empresa ofrece en el mercado, también en la seguridad de los trabajadores involucrados en los diferentes procesos. Se remarca: el mantenimiento es en realidad una fuente de ingresos con incidencia directa en el resultado de una empresa.

Rueda de Deming.



<b>Planificar</b>	Definir los objetivos que se deben alcanzar.
	Determinar las tareas que deben llevarse a cabo para alcanzar los objetivos.
	Determinar el cronograma de aplicación
	Determinar los recursos que deben disponerse para alcanzar los objetivos.
	Determinar los costos ligados a los puntos anteriores.
	Determinar los indicadores que monitorearán la marcha del plan.
<b>Ejecutar</b>	Implementación de las tareas.
	Disponer de los recursos para que las tareas puedan llevarse a cabo.
<b>Controlar</b>	Verificar la implementación del plan.
	Verificar los resultados.
	Verificar resultados de cambios implementados.
	Verificar resultados parciales y globales del plan
<b>Actuar</b>	Implementar cambios.
	Reforzar procedimientos exitosos.

Diseñar e implementar el programa mantenimiento que describa las tareas de mantenimiento preventivo, las acciones y plazos para la limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas para la maquinaria pesada, este programa tiene como finalidad asegurar la funcionalidad a niveles de eficiencia óptimo para los equipos que lo componen.

### MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BAJO PERFIL

La instalación, operación y mantenimiento de equipos mecánicos fijos y móviles deberán hacerse de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, con especial atención a su programa de mantenimiento, descarga de gases contaminantes, calidad de repuestos y lubricación.

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

## PLAN DE MANTENIMIENTO

La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo. La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las ordenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance. Es obvio que una buena planeación es un requisito previo para la programación acertada.

La planeación y la programación son los aspectos más importantes de una correcta administración del mantenimiento. Una planeación y programación eficaces contribuyen de manera significativa a lo siguiente:

- Reducción en los costos de mantenimiento. Los estudios desarrollados por varios investigadores, han demostrado que existe un vínculo claro entre el mantenimiento planeado y la reducción de costos.
- Mejor utilización de la fuerza de trabajo de mantenimiento al reducir demoras e interrupciones. También proporciona un buen medio para mejorar la coordinación y facilitar la supervisión.
- Mejor calidad del trabajo de mantenimiento al adoptar los mejores métodos y procedimientos y asignar a los trabajadores mas calificados para el trabajo.

El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de la planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo.

Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente:

- Una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse).
- El programa maestro de producción y estrecha coordinación con la función de operaciones.
- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador desea.
- Flexibilidad en el programa (el programador debe entender que se necesita flexibilidad, especialmente en el mantenimiento; el programa se revisa y actualiza con frecuencia).

#### VENTAJA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Un programa de mantenimiento tiene entre otras las siguientes ventajas:

1. Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos.
2. Se mejora notoriamente la eficiencia de equipos y por lo tanto de la producción.
3. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtienen una reducción real de costos.

#### DEFINICIÓN DE FALLA

Es el cese de una entidad para realizar una función específica. El término entidad equivale en términos generales a equipo, conjunto, sistema, máquina o ítem. En un equipo pueden fallar las funciones principales: Que son aquellas para las que fue diseñado el equipo. O bien las funciones Secundarias Que son las que cumplen funciones de apoyo a las principales. Funciones Terciarias son las que cumplen aspectos de estética.

## ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Dentro del organigrama general de una mina, el mantenimiento puede estar relacionado con la operación de diversas formas, pero, el propio mantenimiento tiene su propia organización. El criterio de organización de las funciones más extendido en las grandes explotaciones mineras es el de la subdivisión de las funciones basada en la especialización del personal.

## DEFINICIÓN DE LOS ÍNDICES DE RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS MINEROS

### DISPONIBILIDAD MECANICA

Esta es una medida de tiempo de operación o de manera alterna, una duración de la medida del tiempo muerto definido como.

DM =	H TOTAL - (INSP + PREV - PROG - CTVO)
	H TOTAL

### UTILIZACION

Viene hacer el tiempo programado entre el tiempo calendario.

% UTIL =	HORAS TRABAJO
	H TOTAL - (INSP + PREV + PROG + CTVO)

### MEJORA DE CONFIABILIDAD

Un programa de mejora de la continuidad ofrece una alternativa inteligente para mejorar la función de mantenimiento. Se deben de mantener archivos históricos de los equipos críticos e importantes, y hacer estimaciones del Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y Tiempo Medio Por Reparación (MTTR).

## TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

MTBF =	HORAS TRABAJO
	N° FALLAS

Esta es la medida de frecuencia de una falla.

## TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACION (MTTR)

MTTR =	PREV + PROG + CTVO
	N° FALLAS

Esta es una medida del tiempo que dura la reparación. La mantenibilidad es la probabilidad de realizar la reparación en un tiempo dado o en el MTTR.

No existe otra solución, para un trabajo planificado como es el minero, que disminuir las horas de parada en el taller o en el campo y para conseguirlo la mejor solución es prevenir las averías mediante un sistema lo más perfecto de mantenimiento preventivo (MP), esto es, sacrificando unas horas programadas para evitar unas paradas incontroladas.

Un avanzado programa de mantenimiento de los equipos mineros para obtener la producción con las menores paradas y costos, así como para reducir los inmovilizados en el almacén, rentabilizar la gran inversión y alargar la vida útil de la maquinaria debe considerar los siguientes aspectos:

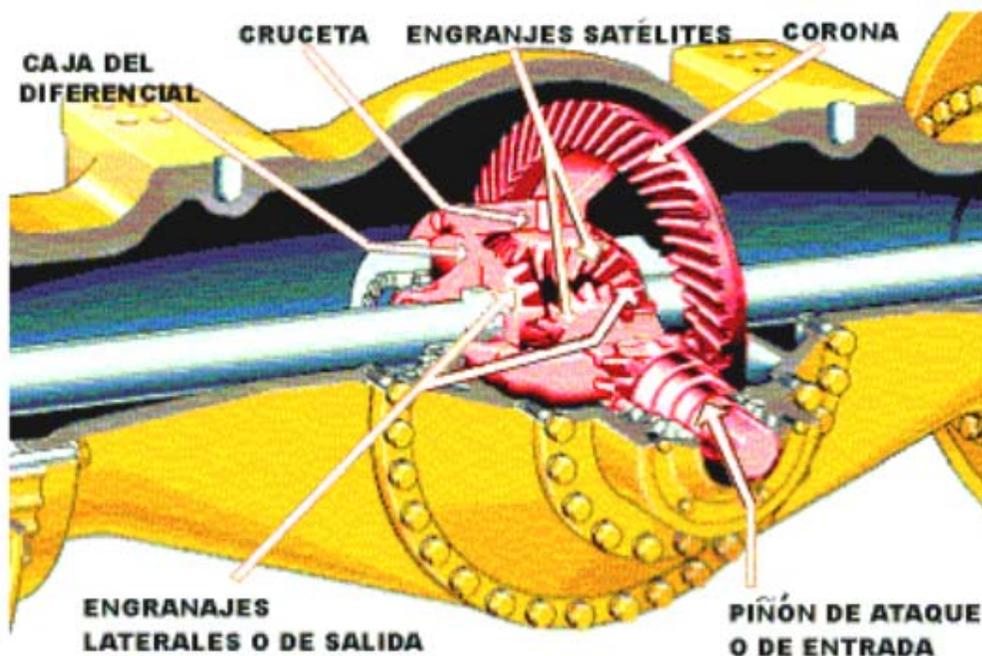
- Una selección adecuada de los equipos para obtener la producción programada.
- Un buen entrenamiento y motivación del personal.
- Una disponibilidad de talleres adecuados.

- Un buen programa de mantenimiento preventivo.
- Un gran apoyo y respaldo de un buen almacén y de la logística correspondiente.
- Una razonable cooperación entre los departamentos de operación y mantenimiento.
- Un sistema de comunicaciones efectivo.
- El apoyo del centro de documentación y recopilación de datos (computadoras, etc.).

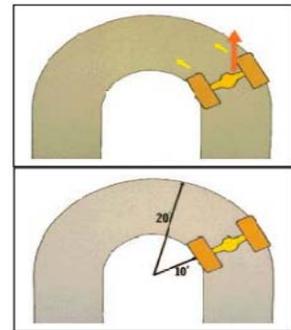
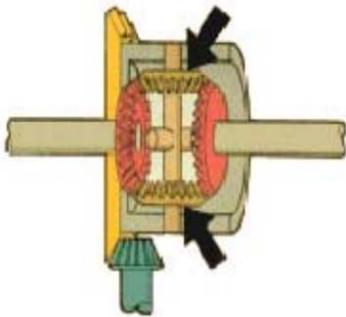
## DIFERENCIALES

El diferencial proporciona potencia equilibrada a las ruedas y transfiere potencia a los mandos finales, reduciendo el desgaste de los componentes del tren de potencia.

Los componentes principales del conjunto de diferencia son:



Durante un giro, las ruedas interiores ofrecen mayor resistencia a la rodadura que las ruedas exteriores. Esta resistencia origina diferentes torques en ambos engranajes laterales. Cuando uno de los ejes se detiene, los piñones diferenciales giran alrededor del engranaje lateral detenido. El movimiento de los piñones diferenciales transfieren la potencia y la velocidad sobrante al otro engranaje lateral aumentando su velocidad, esto provoca que ambos ejes giren a diferentes velocidades. Cuando una rueda presenta mayor tracción que la otra el diferencial opera de la misma manera que si la maquina estuviera girando. La misma cantidad de torque es enviada a ambas ruedas. Este torque es solamente igual a la cantidad que es necesaria para girar la rueda con menos resistencia, la externa.

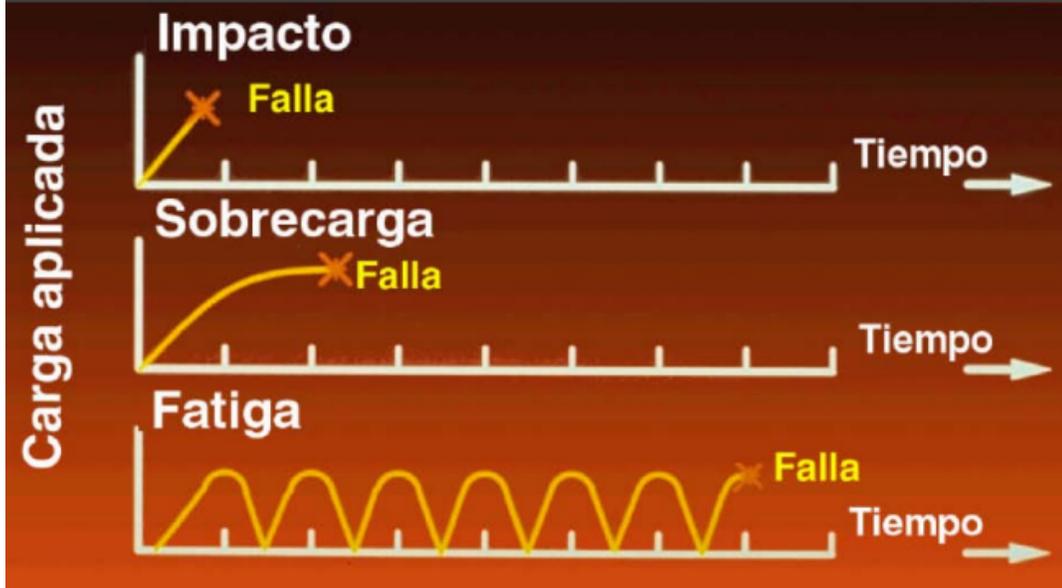


## FRACTURAS

Existen tres tipos de fracturas:

- 1.- Impacto
- 2.- Sobrecarga
- 3.- Fatiga

# CARGA DEL METAL



CARACTERISTICAS:

FRACTURAS FRAGILES (IMPACTO)

- Rápida
- Cristalina
- No hay deformación plástica

Metales Fraguados

- Muchos chevrones
- Brillante



Metales Fundidos

- Metales fundidos
- Opaco



### FRACTURAS DUCTILES

- Rápida
- Labios de corte
- Oscura
- Superficie rugosa y leñosa
- Deformación plástica
- Superficie rasgada



### FRACTURA POR FATIGA

- Color claro
- Lento
- Marcas de playa
- Planas y lisas

## CARGADOR DE BAJO PERFIL R1600G

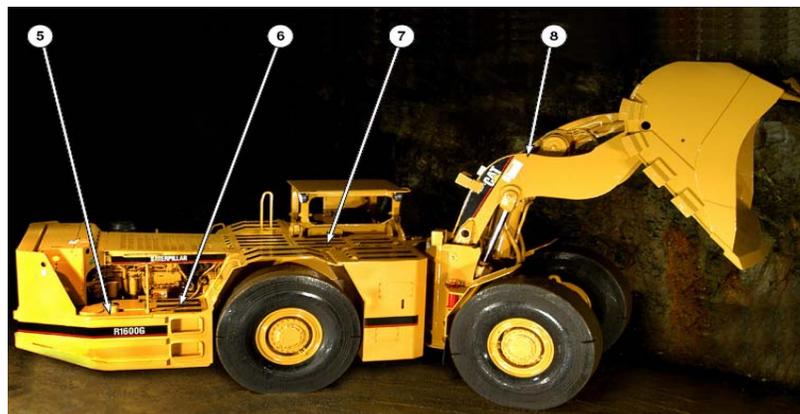
Es un cargador para minería subterránea de carga, acarreo y descarga esta diseñado específicamente para la extracción y acarreo de minerales de roca dura en trabajos de minería subterránea.

### CARACTERISTICAS

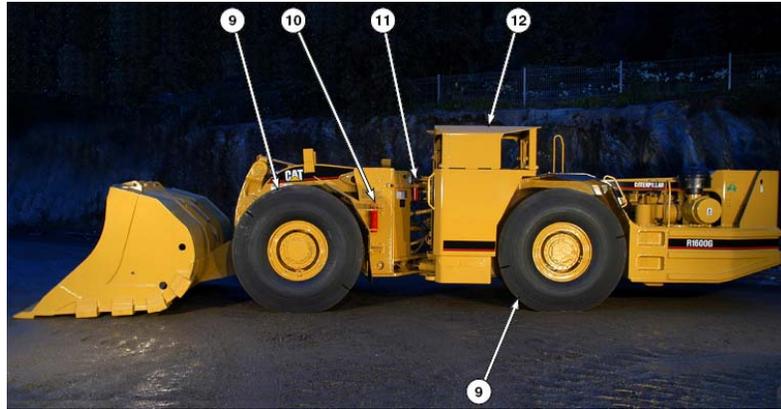
- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1) Compartimiento del motor     | 3) Cilindro de inclinación |
| 2) Tanque del aceite hidráulico | 4) Cucharón                |



- |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 5) Tanque de combustible          | 7) Compartimiento de la transmisión |
| 6) Compartimiento de las baterías | 8) Brazo de levante                 |

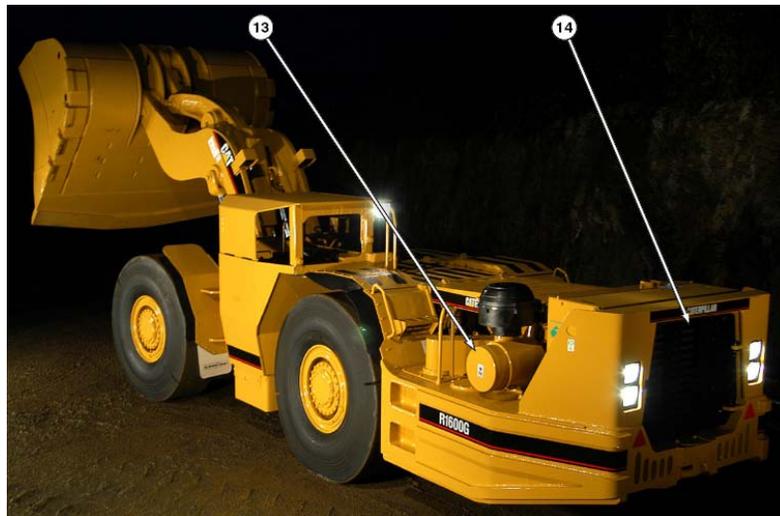


- |  |   |
|--|---|
| 9) Ejes, mandos finales                                    | 11) Pasador de traba del bastidor de la dirección |
| 10) Pasador de seguridad del grupo de control del cucharón | 12) Cabina del operador                           |



13) Filtro de aire del motor

14) Sistema de enfriamiento



Cuando sea necesario Cada 10 horas o cada día se lleva acabo una inspección en el cual se puede realizar los siguientes pendientes.

- alarma de retroceso (probar)
- nivel del refrigerante (comprobar)
- Nivel del aceite motor
- nivel del aceite de la transmisión
- nivel del aceite hidráulico
- indicador de filtro de aire inspeccionar
- drenar el filtro primario de combustible

## CAPACIDADES DE LLENADO

Compartimiento o sistema	Litros	Galones EE.UU.	Galones imperiales
Cárter del motor	36,1	9,5	7,9
Transmisión	36	9,5	7,9
Tanque hidráulico	125	33	27,5
Sistema de enfriamiento	53	14	11,7
Dif. Mandos finales delant.	70	18,5	15,4
Dif. Mandos finales traseros	70	18,5	15,4
Dif. Mandos finales delant. (c/enfriador / aceite del eje)	80	21,1	17,6
Dif. Mandos finales traseros (c/enfriador / aceite del eje)	80	21,1	17,6
Tanque de combustible	400	105,7	88
Tanque secundario de combustible (si tiene)	330	87,2	72,6

## CARTILLA DE MANTENIMIENTO SCOOP R1600

Anexo 1.

### 3) MODELO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

#### 3.1) ANALISIS DEL MODELO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Nuestro programa de mantenimiento se debe de dar con las recomendaciones establecidas por el fabricante de nuestro equipo, en este caso CAT nos recomienda elaborar nuestro mantenimiento cada 250horas:

El cual consiste en indicar que tipo de mantenimiento se debe de realizar en el transcurso de la semana y que no suceda paradas inesperadas y de esta manera no afecte la disponibilidad mecánica y el rendimiento de la producción.

#### INTERVALOS DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDOS POR CAT

Cada 250 horas o cada mes

Cada 500 horas o cada 3 meses

Cada 1000 horas o cada 6 meses

Cada 2000 horas o cada año

#### 3.2) CONSTRUCCION DEL MODELO DEL PROGRAMA DEMANTENIMIENTO

Nuestro programa de mantenimiento es elaborado con la ayuda de nuestro performance, el cual es actualizado diariamente.

#### PERFORMANCE DE EQUIPOS

El performance viene hacer la recopilación diaria de los horometros, averías y los pendientes al iniciar y al finalizar cada guardia.

Aquí se muestra los horometros de percusión, eléctrico y diesel en lo que es equipo de perforación y horometros diesel en lo que es equipo de acarreo.

A continuación se muestran modelos:


**PERFORMANCE DE EQUIPO DE ACARREO LQMI**

FECHA	CODIGO DEL EQUIP	TURNO	HOROMETROS			Hrs: inicio de parada	Hrs. Fin de parada	HORAS DE PARADA					N° PARADA	Horas No t Stand By
			H. INI.	H. FIN.	Horas De Trabajo			Mtto PREV	Inspecc	Mtto Correc en Operación	Mtto Correc. Program.	Horas Espera Respuesta		
10/07/2013	SQM-03	Dia	9974.6	9980.3	5.7	07:00	07:00		0.5					4.3
10/07/2013	SQM-03	NOCHE	9980.4	9987.4	7	07:00	07:00		0.5					3
11/07/2013	SQM-03	Dia	9987.4	9992.4	5	07:00	07:00		0.5	0.3			1	4.7
11/07/2013	SQM-03	NOCHE	9992.5	9996.8	4.3	07:00	07:00		0.5					5.7
12/07/2013	SQM-03	Dia	9996.8	10001.4	4.6	07:00	07:00		0.5					5.4
12/07/2013	SQM-03	NOCHE	10001.7	10007.3	5.6	07:00	07:00		0.5	1			1	3.4
13/07/2013	SQM-03	Dia	10007.3	10011.9	4.6	07:00	07:00	3					1	2.9
13/07/2013	SQM-03	NOCHE	10012	10019	7	07:00	07:00		0.5	0.2			1	2.8
14/07/2013	SQM-03	Dia	10019.2	10023.8	4.6	07:00	07:00		0.5					5.4
14/07/2013	SQM-03	NOCHE	10023.9	10028.5	4.6	07:00	07:00		0.5					5.4
15/07/2013	SQM-03	Dia	10028.6	10033.1	4.5	07:00	07:00		0.5					5.5
15/07/2013	SQM-03	NOCHE	10033.1	10038.5	5.4	07:00	07:00		0.5					4.6
16/07/2013	SQM-03	Dia	10038.5	10045.9	7.4	07:00	07:00		0.5					2.6
16/07/2013	SQM-03	NOCHE	10045.9	10051.7	5.8	07:00	07:00		0.5					4.2
17/07/2013	SQM-03	Dia	10051.7	10057.7	6	07:00	07:00		0.5					4
17/07/2013	SQM-03	NOCHE	10057.8	10063.8	6	07:00	07:00		0.5					4
18/07/2013	SQM-03	Dia	10064	10071.3	7.3	07:00	07:00		0.5					2.7
18/07/2013	SQM-03	NOCHE	10071.3	10074.7	3.4	07:00	07:00		0.5					6.6
19/07/2013	SQM-03	Dia	10074.8	10084	9.2	07:00	07:00		0.5					0.8
19/07/2013	SQM-03	NOCHE	10084	10091.6	7.6	07:00	07:00		0.5					2.4
20/07/2013	SQM-03	Dia	10093.4	10099.2	5.8	07:00	07:00		0.5					4.2
20/07/2013	SQM-03	NOCHE	10099.2	10105.5	6.3	07:00	07:00		0.5					3.7
21/07/2013	SQM-03	Dia	10105.6	10115.5	9.9	07:00	07:00		0.5					0.1
21/07/2013	SQM-03	NOCHE	10115.5	10122.7	7.2	07:00	07:00		0.5					2.8



**LQMI**  
LA QUEVEDA INICIÓ SUS INVERSIONES

# PERFORMANCE DEL EQUIPO SCOOP SQM-04 LQM

MILO-PORVENIR



Date	Turno	Horometro Inicial	Horometro Final	Horas de Trabajo	Inpecc.	Mantto PREV	Mantto PROG	Mantto CTVO	Horas Stand By	Horas Totales	D.M.	% UTIL	H <sup>o</sup> PARADAS	Descripcion
03/06/2013	Noche	7141.3	7146.7	5.4	0.50				6.10	12.0	95.83%	46.96%		
04/06/2013	Dia	7147.0	7152.5	5.5	0.50			0.30	5.70	12.0	93.33%	49.11%	1	engrase de puños
04/06/2013	Noche	7152.7	7160.2	7.5	0.50				4.00	12.0	95.83%	65.22%		
05/06/2013	Dia	7160.2	7165.9	5.7	0.50			1.00	4.80	12.0	87.50%	54.29%	1	se engrasa toda la cuchara, el link y el boom, se acondiciona selector de marche
05/06/2013	Noche	7166.0	7173.6	7.6	0.50				3.90	12.0	95.83%	66.09%		
06/06/2013	Dia	7174.1	7181.5	7.4	0.50				4.10	12.0	95.83%	64.35%		
06/06/2013	Noche	7181.5	7187.5	6.0	0.50			0.20	5.30	12.0	94.17%	63.10%	1	cambio del filtro de admision y se inspecciona el nivel de aceite
07/06/2013	Dia	7187.5	7195.1	7.6	0.50				3.90	12.0	95.83%	66.09%		
07/06/2013	Noche	7195.1	7201.3	6.2	0.50				5.30	12.0	95.83%	63.91%		
08/06/2013	Dia	7201.3	7209.1	7.8	0.50				3.70	12.0	95.83%	67.83%		
08/06/2013	Noche	7209.1	7216.3	7.2	0.50				4.30	12.0	95.83%	62.61%		
09/06/2013	Dia	7216.3	7223.6	7.3	0.50				4.20	12.0	95.83%	63.48%		
09/06/2013	Noche	7223.6	7230.4	6.8	0.50				4.70	12.0	95.83%	59.13%		



**LQMI**  
LA QUEVEDA INICIÓ SUS INVERSIONES

# PERFORMANCE DEL EQUIPO SCOOP SQM-04 LQM

MILO-PORVENIR



Date	Turno	Horometro Inicial	Horometro Final	Horas de Trabajo	Inpecc.	Mantto PREV	Mantto PROG	Mantto CTVO	Horas Stand By	Horas Totales	D.M.	% UTIL	H <sup>o</sup> PARADAS	Descripcion
15/06/2013	Noche	7305.1	7307.6	2.5	0.50			7.30	1.70	12.0	35.00%	59.52%		
<b>Totales</b>			<b>7,307.6</b>	<b>294.1</b>	<b>23.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>18.50</b>	<b>216.17</b>	<b>552.0</b>	<b>92.44%</b>	<b>57.63%</b>	<b>9</b>	

DMP	Disponibilidad Mecanica programada
DMR	Disponibilidad Mecanica real
MTBF	Tiempo medio entre fallas (TMEF)
MTTR	Tiempo medio por reparacion (TMPR)

$$DM = \frac{\text{TOTAL} - (\text{INSP} + \text{PREV} + \text{PROG} + \text{CTV})}{\text{H TOTAL}} = 85.00\% \quad \mathbf{92.44\%}$$

$$\% \text{ UTIL} = \frac{\text{HORAS TRABAJO}}{\text{TOTAL} - (\text{INSP} + \text{PREV} + \text{PROG} + \text{CTV})} = 57.63\%$$

$$\text{MTBF} = \frac{\text{HORAS TRABAJO}}{\text{N}^{\circ} \text{ FALLAS}} = 32.68$$

## PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO SEMANAL

Aquí se plasma todos los mantenimientos que se van a realizar en toda la semana a cada equipo para evitar paradas inesperadas en la labor.

En esta unidad minera el equipo CAT R1600G trabaja por guardia un aproximado de 10.5 horas y los mantenimientos se realizan cada 250 horas.

Muy importante en un día solo se debe de programar un equipo, pues la para de mas equipos contrae mayor costo a producción y una baja en nuestra disponibilidad mecánica.



**LA QUINTA MONTANA INVERSIONES**  
PROGRAMA MTTT SEMANA 04 DE EQUIPOS LQMI / EL PORVENIR  
16/07/13 AL 22/07/13

CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES/MTTO	HRS MP-MCP	GUARDIA	HORAS PROG.	SIST.	HORÓMETRO			MARTES	MÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES
						ACTUAL LUNES. NOCHE	PROGRAMAD O	DIFERENCIA	16-jul	17-jul	18-jul	19-jul	20-jul	21-jul	22-jul
<b>JUMBOS-EMPERNADORES</b>															
JHI-04	Preventivo del sistema hidraulico (verificacion y cambios de mangueras en mal estado)	6		6	M			0							
					P			0	P2						
					E			0							
EQM-01	Mantto programado del motor de 1000hrs y mantto programado de la perforadora de 500hrs	5 5		10	M	986.5	1000.0	13.50					M4		
					P	466	500.0	34.00					P3		
					E	1646.6	1750.0	103.40							
<b>SCOOPTRAM</b>															
SQM-03	Mantto programado por ferreyros de 2000hrs	48		48	M			0.00		PM4	PM4				
<b>DUMPER</b>															
DQM-01	Mantto programado de 250hrs	8		8	M	1744.8	1750.00	5.20				M2			
DQM-03	Mantto programado de 2000hrs	12		12	M	1928.2	2000	71.80						M5	
<b>LEYENDA:</b>															
C.F.A	Cambio de Filtro admisión														
CA	Cambio de aceite motor														
M1	Mantenimiento 125 horas														
M2	Mantenimiento 250 horas														
M3	Mantenimiento 500 horas														
M4	Mantenimiento 1000 horas														
M5	Mantenimiento 2000 horas														
MCP	MTTO. correctivo program.														
M: Horometro Diesel.															
P: Horometro percusion.															
E: horometro electrico.															
<b>LEYENDA DE JUMBO DD 311 PERCUCION</b>						<b>LEYENDA DE CATERPILLAR</b>									
P1	Mantenimiento de 50 Hr de perforadora					4 horas	C.F.A	Cambio de Filtro admisión							
P2	Mantenimiento de 100 Hr de perforadora					8 horas	PM1	Mantenimiento 250 horas							
P3	Mantenimiento de 500 Hr de perforadora					12 horas	PM2	Mantenimiento 500 horas							
P4	Mantenimiento de 1000 Hr de perforadora					16 horas	PM3	Mantenimiento 1000 horas							
CFC	Cambio filtro de compresor (Hr elect.)					15 minutos	PM4	Mantenimiento 2000 horas							
Frecuencia mantenimiento diesel						JUMBO DD311	125 horas								
Frecuencia mantenimiento diesel						BOLTER	125 horas								
Frecuencia mantenimiento diesel						TH 315	250 horas								
Frecuencia mantenimiento diesel						CATARPILLAR	250 horas								

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL

Aquí se pone los mantenimientos mas importantes que se deben de realizar como son los mantenimientos de 1000horas, 2000horas.



### CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MENSUAL - EQUIPO PESADO - MARZO

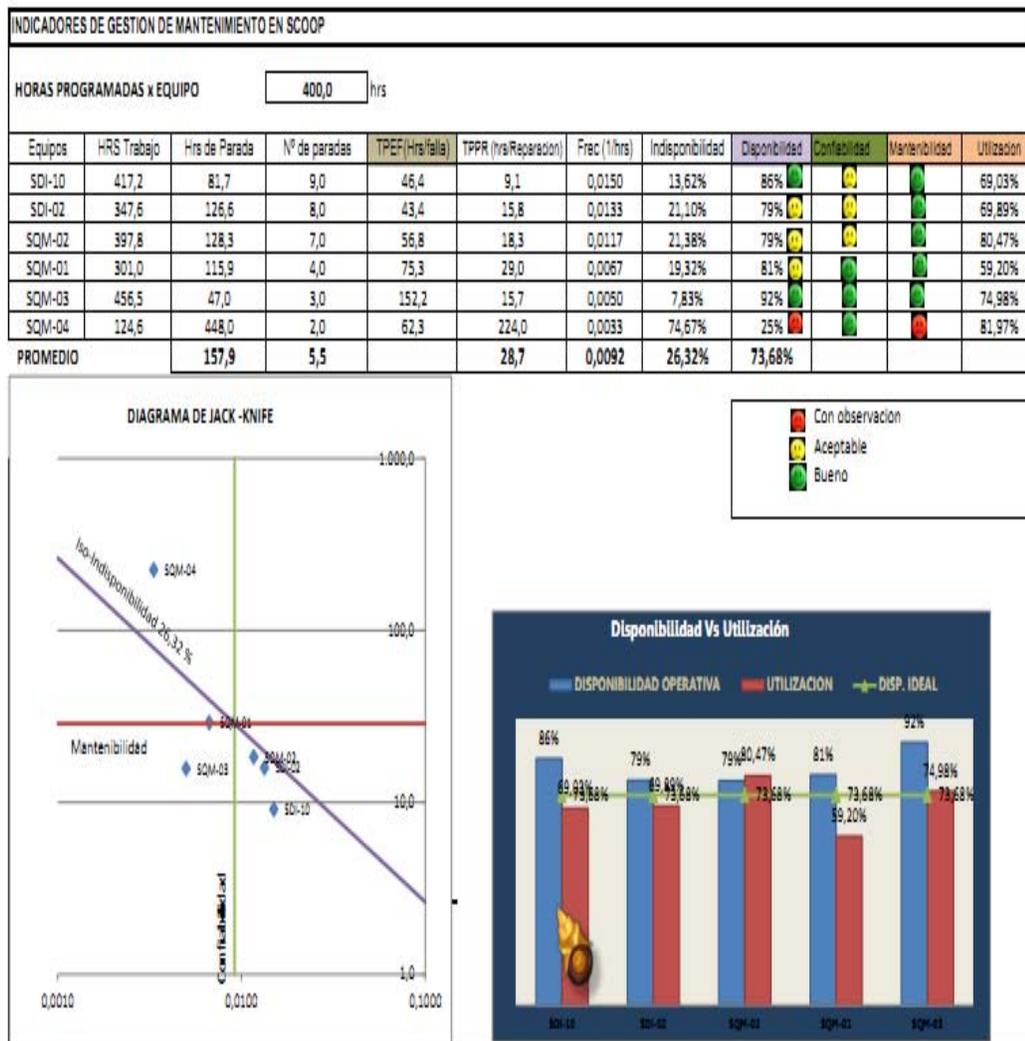
Cta	Equipo	DESCRIPCION	MARZO																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
			V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D							
1	SQM-01 LH 307	Estado / TIPO			M2							M1							M3							M1							
		Horómetro Programado			###								16558							###							16756						
		Tipo de Mantenimiento																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
2	SQM-02 LH 307	Estado / TIPO									M1											M2											
		Horómetro Programado										###										13705											
		Tipo de Mantenimiento																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
3	SQM-03 R1600G	Estado / TIPO																															
		Horómetro Programado																															
		Tipo de Mantenimiento																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
4	SDI-01 EJC 145	Estado / TIPO																															
		Horómetro Programado																															
		Tipo de Mantenimiento																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
5	SDI-02 EJC-145	Estado / TIPO																															
		Horómetro Programado																															
		Tipo de Mantenimiento																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
6	SDI-10 R1300G	Estado / TIPO																															
		Horómetro Programado																															
		Tipo de Mantenimiento																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
7	JQM-02 DD210	Estado / TIPO																															
		Horómetro Programado(MD)																															
		Tipo de Mantenimiento (MD)																															
		Horómetro Programado(Parc)																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															
8	JQM-03 DD210	Estado / TIPO																															
		Horómetro Programado(MD)																															
		Tipo de Mantenimiento (MD)																															
		Horómetro Programado(Parc)																															
		Mtto Correctivo Tiempo																															

## INFORME MENSUAL DE DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION

Aquí mostramos nuestra disponibilidad mecánica y utilización que mandaremos mensualmente a la gerencia.

A continuación se muestran dos modelos diferentes de informes mensuales que se pueden presentar a gerencia.

INFORME MENSUAL DE INDICADORES DE TIEMPO DE LA FLOTA DE EQUIPOS MES NOVIEMBRE LQMI-RELIQUIAS



**TRABAJOS RELEVANTES EN SCOOP EN EL MES DE NOVIEMBRE**

<p><b>SQM-01</b>                  Fecha: 26-10-12 al 29-10-12                  Horómetros: HD: 14986  <b>PROBLEMA:</b> Rajadura en la cuchara y fuga de aceite por el cilindro de volteo ( Fisura en el cilindro)  <b>ACCIONES CORRECTIVA:</b> se reforzo la cuchra y cambio del cilindro de volteo con el Stand by Reparado</p>
<p><b>SDI-02</b>                  Fecha: 18-11-12                  Horómetros: HD: 4473,2  <b>PROBLEMA:</b> Falla de la bomba de agua  <b>ACCIONES CORRECTIVA:</b> se cambio una bomba de agua nueva</p>
<p><b>SQM-02</b>                  Fecha: 14-11-12 al 18-11-12                  Horómetros: HD: 1200  <b>PROBLEMA:</b> Rajadura del link  <b>ACCIONES CORRECTIVA:</b> se hace la reconstruccion del link</p>
<p><b>SQM-04</b>                  Fecha: 03-11-12 al 25-11-12                  Horómetros: HD: 4699,5  <b>PROBLEMA:</b> Falla de la bomba hidraulica  <b>ACCIONES CORRECTIVA:</b> se cambia la bomba y se realiza la limpieza de todo los componentes afectados por garantia</p>



**TRABAJOS DE RELEVANCIA MES DE MAYO**

- 1.- Montaje de Eje oscilante, cambio de cilindro y cilindro de direccion del SDI-02
- 2.- Fallo la bomba hidraulica reparada por ferreyros y contamino toda linea hidraulica, se cambio la bomba y limpieza general de la linea hidraulica del SDI-10
- 3.- Se realizo mantenimiento preventivo de 500 horas, se cambio las uñas del lampon SQM-02
- 4.- Se realizo Mantenimiento de MP 4 2000 horas SQM-03
- 5.- Se cambio el motor diesel el 03 de Mayo, se ccambio acumuladores de la perforadora JHI-02
- 6.- Se realizo mantenimiento preventivo de 1000 horas de la perforadora, se raparo el cilindro de avance de perforadora JQM-04
- 7.- Se cambio acumuladores de la perforadora del JQM-03
- 9.-

**DISPONIBILIDAD MECANICA Y UTILIZACION MES DE MAYO**

CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION	HORAS MAHTTO PREVENTIVO	HORAS MAHTTO CORRECTIVO	HORAS MAHTTO IISPECCION	HORAS DE ACCIDENTE	HORAS OPERACIÓN	DISPONIBILIDAD MECANICA	UTILIZACION DEL EQUIPO
SQM-01	SCOOPTAM LH307				0			
SQM-02	SCOOPTAM LH307	11.5	14	29.5	0	400.4	91.94%	63.9%
SQM-03	SCOOPTAM R1600G	22.5	6.5	33	0	493.7	90.91%	79.6%
SDI-10	SCOOPTAM R1300G	10	196	15.5	0	227.5	67.52%	49.4%
SMQ-04	SCOOPTAM R1600G	8.8	0	32		528	94.02%	82.3%
SDI-02	SCOOPTAM EJC 145	16.5	172	21.5		311.1	69.21%	65.9%
JQM-03	JUMBO DD210 : DIESEL	2	2	13	0	109.63	96.08%	42.62%
	JUMBO DD210 : PERCUSION	4	5.3	14.5		174.84	94.52%	
JQM-04	JUMBO DD210 : DIESEL	4	4	16	0	86.84	94.47%	43.82%
	JUMBO DD210 : PERCUSION	9.5	7.55	13		177.01	93.08%	
JHI-02	JUMBO DD210 : DIESEL	2	8	14	0	101.92	94.47%	42.55%
	JUMBO DD210 : PERCUSION	4	15.6	16.5		169.24	91.64%	

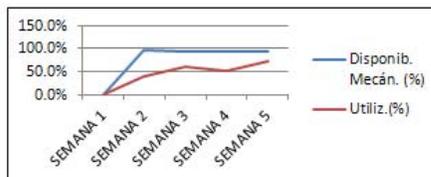
## INFORME SEMANAL DE DISPOIBILIDAD MECANICA Y UTILIZACION

Aquí se muestra la disponibilidad mecánica y utilización semanal de cada equipo que se debe de presentar a gerencia.

**CUADRO DE DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN DE EQUIPOS**

Equipo	Código	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		TOTAL	
		Disponib. Mecán. (%)	Utiliz.(%)										
SCOOP	SQM-03	0.0%	0.0%	95.9%	38.3%	95.2%	60.9%	92.5%	53.0%	95.2%	72.2%	48.0%	19.1%
DUMPER	DQM-01	96.4%	59.8%	94.2%	59.8%	90.1%	67.6%	95.3%	69.0%	95.2%	71.4%	95.3%	59.8%
DUMPER	DQM-03	50.5%	46.6%	70.7%	36.1%	78.6%	59.7%	76.9%	55.2%	33.3%	108.6%	60.6%	41.3%
JUMBO	JHI-04	88.3%	64.8%	85.4%	49.2%	73.2%	81.4%	86.3%	70.1%	81.8%	102.9%	86.9%	57.0%
BOLTER	EQM-01	90.4%	51.0%	72.8%	30.0%	78.6%	100.3%	77.5%	53.8%	68.6%	49.6%	81.6%	40.5%
PROMEDIO		65.1%	44.4%	83.8%	42.7%	83.1%	74.0%	85.7%	60.2%	74.8%	80.9%	74.5%	43.6%

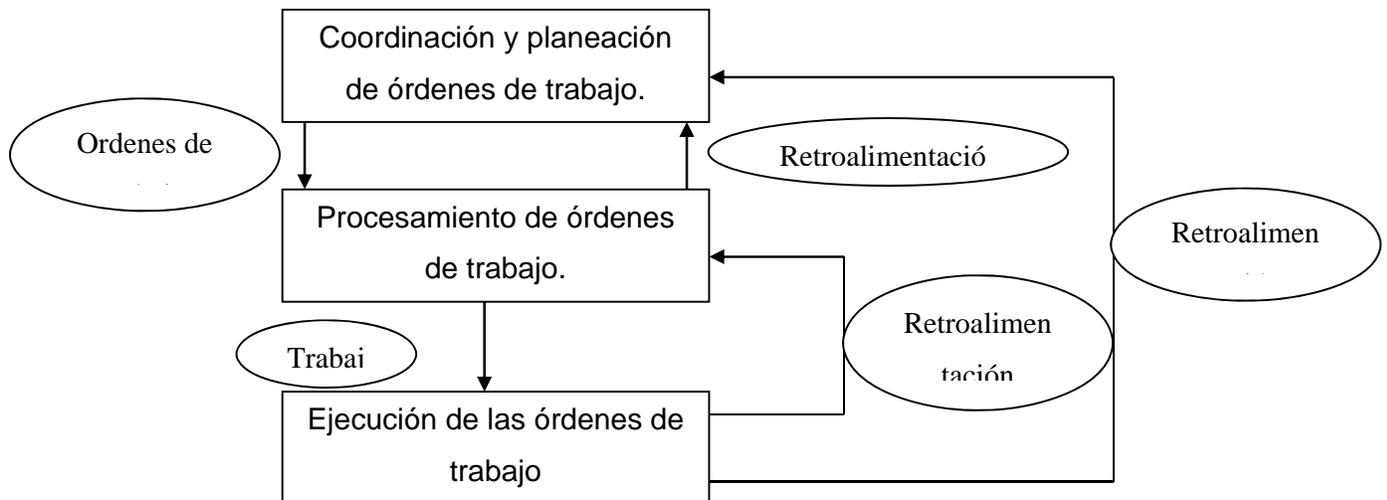
SQM-03	Disponib. Mecán. (%)	Utiliz.(%)
SEMANA 1	0.0%	0.0%
SEMANA 2	95.9%	38.3%
SEMANA 3	95.2%	60.9%
SEMANA 4	92.5%	53.0%
SEMANA 5	95.2%	72.2%



## ESTRUCTURA DEL CONTROL DE MANTENIMIENTO

El control de mantenimiento comprende las tres grandes funciones:

- 1.- Coordinación y planeación de las órdenes de trabajo.
- 2.- Procesamiento de las órdenes de trabajo.
- 3.- Retroalimentación de información y acción correctiva.



### 3.3) REVISION Y CONSOLIDACION DE RESULTADOS

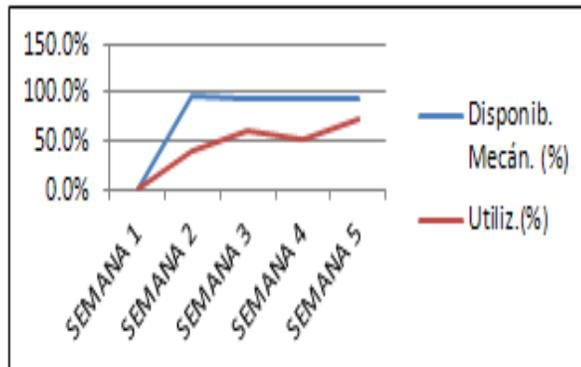
Los resultados se pueden demostrar en una gráfica donde se muestra una óptima disponibilidad de nuestros equipos.

## REPORTE SSOMA - U.E.A. MILPO - MINA PORVENIR

### CUADRO DETALLADO POR EQUIPO - Semana 03

Equipo	Código	Condición	Zona	Hrs. Total	Hrs. Mnnto	Hrs. Reparación	Hrs. Disponible	Hrs. Stand By	Hrs. Real	Disponib. Mecán. (%)	Utiliz.(%)	Confiabilidad
SCOOP	SQM-03	PROPIO		101.10	7.00	-	38.90	38.90	101.10	95.2%	72.2%	
DUMPER	DQM-01	PROPIO		99.90	7.00	-	40.10	40.10	99.90	95.2%	71.4%	
DUMPER	DQM-03	ALQUILADO		53.20	3.50	94.50	-4.20	-4.20	53.20	33.3%	108.6%	
JUMBO	JHI-04	PROPIO		-	7.00	8.30	68.70	68.70	70.70	81.8%	102.9%	
EMPERNADOR	EQM-01	PROPIO		27.50	13.45	12.90	30.15	30.15	28.60	68.6%	49.6%	

SQM-03	Disponib. Mecán. (%)	Utiliz.(%)
SEMANA 1	0.0%	0.0%
SEMANA 2	95.9%	38.3%
SEMANA 3	95.2%	60.9%
SEMANA 4	92.5%	53.0%
SEMANA 5	95.2%	72.2%



EJEMPLO DE COMO SE DEBE ELABORAR UM INFORME POR UMA PARADA INESPERADA.

RUPTURA DEL PIÑÓN DE ATAQUE  
DATOS GENERALES DE EQUIPO

EQUIPO : SCOOP  
MODELO : R1600G  
MARCA : CAT  
CODIGO : SQM-03  
HOROMETRO D.: 10 271 Horas.

Al acudir al equipo y luego de revisar la falla se encontró los siguientes componentes dañados:

- Piñón de ataque
- Cruceta de cardan delantero
- Cubierta de piñón (Retainer seal)
- 03 mangueras de levante(02 de izquierdo y 01 derecho)
- 02 Retenes de chumacera de articulación central

Pernos anclaje de cruceta

Al ocurrir la rotura del piñón con la cruceta, el eje cardan de esta línea llega a afectar las mangueras, y los retenes entre otras partes, a causa del impacto por rotación del eje.



Cruceta de cardan y pernos de anclaje con rotura



Cabe señalar que este tipo de rotura del piñón, podría deberse a una fatiga del material, por las horas de trabajo y a los esfuerzos a que está sometido este componente, en forma constante, cuando está en operación.

## CONCLUSIONES.

- El mantenimiento de la maquinaria pesada se hace más sencillo si se lleva el orden adecuado y los insumos necesarios, utilizando una guía de mantenimiento.
- La actualización y capacitación continua del personal a cargo del mantenimiento preventivo es muy importante, ya que de esa buena labor va a depender la vida útil de la maquinaria, debido a la alta criticidad de los equipos.
- Toda actividad programada presenta ahorro para la empresa, tanto en tiempo como en recursos. Los mayores gastos de mantenimiento se presentan en mantenimientos correctivos, por lo cual se hace evidente evitar su ocurrencia al máximo mediante los reportes a tiempo de fallos potenciales. Mientras en un mantenimiento preventivo se reacondiciona y se cambia una pieza para evitar que falle, en un mantenimiento correctivo se debe reparar y cambiar una parte dañada que en su mal funcionamiento pudo haber afectado otros componentes.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario que se hagan revisiones de los procedimientos de mantenimiento cada seis meses, para verificar si están funcionando adecuadamente, de lo contrario hay que hacer los ajustes necesarios.
- Cuando se tome la decisión de tomar un modelo de gestión del mantenimiento basado en las Normas ISO 9000, tomar en cuenta que el responsable del proceso documentado es quien tiene que redactarlo, para evitar contrariedades, ya que se debe partir de la premisa “Escríbalo como lo hace y hágalo como lo escribió”.
- Debido a que los servicios de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada, son revisiones, limpieza y cambio de fluidos hidráulicos, y debido a la cantidad de maquinaria, se recomienda la compra de un camión de servicios, el cual deberá contar con, aire comprimido para sopletear filtros y accionamiento de las bombas de despacho de los distintos aceites, con sus carretes y mangueras respectivas.
- Se recomienda analizar los índices de mantenimiento propuestos cada mes, y llevar un control de tendencia para mejorar los equipos en donde haya deficiencia, y priorizar las intervenciones.
- Para llevar controles de gestión de calidad del mantenimiento, no necesariamente es obligatorio utilizar software especializado, ya que se pueden hacer de forma sencilla, utilizando bases de datos de las existentes en los paquetes que traen las PC, aunque esto signifique un poco más de esfuerzo, todo dependerá de la velocidad de respuesta de las intervenciones de mantenimiento que se deseen.

## BIBLIOGRAFIA

- Sistema de mantenimiento planeación y control (Duffuaa Raouf Dixon).
- Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Implementación de un programa de preventivo para la maquinaria pesada (Jose Daniel Ruiz).
- Mantenimiento de maquinarias pesadas (Ruben Klimasauskas).
- Manual de mantenimiento preventivo programado.

## ANEXOS

### Anexo 1- Cartilla de mantenimiento Scoop R1600

		<b>CARTILLA DE MANTENIMIENTO</b>			<b>MTTO - LQMI</b>	
<b>TIPO DE PM</b>		<b>PM1</b>		<b>FRECUENCIA</b>		
				250 Hr		
Modelo	R1600 G	Fecha		Cliente		
N° de Serie	9YZ00 726	Horómetro		OT		
Cod. Equipo	SQM-04	Ubicación		Hora: Inicio/Final	/	
<p>Nota .- Antes de realizar cualquier operación o procedimiento de mantenimiento, revise el Manual de Operación y Mantenimiento para este equipo</p>						
<b>INSUMOS Y REPUESTOS A UTILIZAR</b>						
IT	DESCRIPCIÓN	CAN T.	N° PARTE	OK	NOTA	
1	Element As-Primary	1	132716 7		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)	
2	Element As-Secondary	1	612510		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)	
3	Filtro de cabina (aire acondicionado)	1	186- 8228		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)	
4	Filtro exterior (aire	1	163- 5865		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)	

		acondicionado)			
5		Gasket	2	186968 6	EMPAQUES DEL PTX
6		Element - Filter	1	133567 3	FILTRO SEPARADOR DE AGUA - FUEL
7		Kit - Fuel Filter & Waterse	1	141028 4	SELLOS DE FILTRO SEPARADOR DE COMB.
8		Filter As - Fuel	1	1R0749	FILTRO DE COMBUSTIBLE
9		Filter As - Engine Oil	1	1R0716	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
10		Cat DE0 CH4 15W40 5gl.	2	3E9713	ACEITE DE MOTOR (CAP: 9.5 GL)
TRABAJOS A REALIZAR				OK	COMENTARIO
1	LIMPIEZA	Lavado del equipo			
2		Lavado del catalizador			
3		Limpieza del pre cleaner			
4	FILTROS/SOS	Obtener muestra de aceite de motor			
5		CAMBIAR aceite y filtro del motor			
6		REEMPLAZAR filtro primario del sistema de combustible			
7		REEMPLAZAR filtro secundario del sistema de combustible			
8	CABIN A	Inspeccionar cabina de operador			

9		Inspeccionar el asiento y cinturón de seguridad.		
10		Probar indicadores y medidores de cabina.		
11		Registrar códigos activos del monitor caterpillar		
12		Registrar reportes con el E.T.		
13		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con hidráulico		
14		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con transmisión		
15		Probar operación de la traba de dirección y transmisión		
16		Probar Sistema de Frenos (servicio y parqueo)		
17		Probar Sistema de aplicación automática de frenos		
18	ELECTRICO	Revisar baterías (comprobar nivel de electrolitos)		
19		Inspeccionar y limpiar los bornes de las baterías.		
20		Inspeccionar y ajustar fajas del ventilador y del alternador.		
21		Probar alarma de retroceso y bocina.		
22		Revisar alternador		
23		Revisar arrancador de motor		
24		Revisar el sistema de luces / Circulina		

25	LUBRICACION	Inspeccionar Sistema de Lubricación Automática.		
26		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y Brazo de Dirección		
27		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y del Brazo de Levante		
28		Verificar y lubricar - Cojinete del Cilindro y Brazo de Inclinación		
29		Verificar y lubricar - Articulación central (superior e inferior).		
30		Verificar y lubricar - Eje oscilante		
31		Verificar y lubricar - Cojinetes del Varillaje de Inclinación.		
32		Verificar y lubricar - Pivote del Cucharón.		
33		Verificar y lubricar - Cojinetes del Mando del Ventilador.		
34		Verificar y lubricar - Crucetas, estrías y cojinetes del Eje Motriz.		
35	INSPECCION VISUAL	Revisar el nivel de Aceite hidráulico.		
36		Revisar el nivel de Aceite de la Transmisión.		
37		Revisar el nivel de Aceite de los Mandos Finales (DD-DI-PD-PI)		

38	Revisar el nivel de Aceite de los Diferenciales (Delantero y Posterior)		
39	Revisar nivel de Refrigerante en Sistema de Enfriamiento de Motor		
40	Revisar enfriadores (aceite motor, refrigerante motor, aceite hidráulico, aire, aceite de ejes)		
41	Inspeccionar fugas externas del motor (mangueras, empaque, oring)		
42	Inspeccionar fugas externas del sistema hidráulico (mangueras, cilindros, empaque, oring)		
43	Inspeccionar fugas externas en sistema de frenos (mangueras, empaque, oring)		
44	Inspeccionar fugas externas en sistema de dirección (mangueras, empaques, oring)		
45	Inspeccionar fugas externas del tren de potencia (mangueras, empaques, oring)		
46	Inspeccionar fugas externas ejes de transmisión (mangueras, empaques, oring)		
47	Inspeccionar soportes de motor.		
48	Inspeccionar montajes de la transmisión.		

49	Inspeccionar montaje de ejes de transmisión		
50	Inspeccionar montaje de tanque hidráulico		
51	Inspeccionar montaje de cilindros hidráulicos		
52	Inspeccionar llantas		
53	Inspeccionar tuercas y espárragos de llantas		
54	Inspeccionar el chasis		
55	Revisar topes de dirección		
56	Revisar cuchara en general (topes, cutting)		

		CARTILLA DE MANTENIMIENTO			MTTO - LQMI
TIPO DE PM		PM2		FRECUENCIA	500 Hr
Modelo	R1600 G	Fecha		Cliente	
N° de Serie	9YZ00 726	Horómetro		OT	
Cod. Equipo	SQM- 04	Ubicación		Hora: Inicio/Final	/

Nota .- Antes de realizar cualquier operación o procedimiento de mantenimiento, revise el Manual de Operación y Mantenimiento para este equipo

INSUMOS Y REPUESTOS A UTILIZAR					
IT	DESCRIPCIÓN	CAN T.	N° PARTE	OK	NOTA
1	Element As - Primary	1	132716 7		(Inspeccionar / Reemplazar)
2	Element As Secondary	1	6I2510		(Inspeccionar / Reemplazar)
3	Filtro de cabina (aire acondicionado)	1	186-8228		(Inspeccionar / Reemplazar)
4	Filtro exterior (aire acondicionado)	1	163-5865		(Inspeccionar / Reemplazar)
5	Gasket	2	186968 6		EMPAQUETADURA DEL PTX
6	Kit Fuel Filter & Waterse	1	141028 4		SELLOS DE FILTRO SEPARADOR DE COMB.
7	Element - Filter	1	133567 3		FILTRO SEPARADOR DE AGUA - FUEL
8	Filter As - Fuel	1	1R074 9		FILTRO DE COMBUSTIBLE
9	Kit - Cap Filter	1	9X220 5		JUEGO DE TAPA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE
10	Filter As- Engine Oil.	1	1R071 6		FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
11	Gasket - Breather	1	9Y175 8		EMPAQUETADURA DE RESPIRADOR DE CARTER

12	Seal - O - Ring	1	2S843 9	O-RING DE FILTRO DE TRANSMISION
13	Seal - O - Ring	1	3J1907	O-RING DE CONECTOR DE COMBUSTIBLE
14	Element As-Hydraulic	1	1R071 9	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISION
15	Seal-O-Ring	2	6D915 7	O-RING DE FILTRO HIDRAULICO
16	Element As-Hyd Reverse FL	4	1R072 2	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO
17	CH4 15W40 5GL	2	3E971 3	ACEITE DE MOTOR (CAP: 9.5 GL)
TRABAJOS A REALIZAR			OK	COMENTARIO
1	LIMPIEZA	Lavado del equipo		
2		Lavado del catalizador		
3		Limpieza del pre cleaner		
4	FILTROS / SOS	Obtener muestra de aceite de motor		
5		Obtener muestra de aceite de transmisión		
6		Obtener muestra de aceite hidráulico		
7		Obtener muestra de aceite de diferenciales y mandos finales		
8		Obtener muestra de refrigerante		
9	Cambiar aceite y filtro del motor			

10		Reemplazar filtro primario del sistema de combustible		
11		Reemplazar filtro secundario del sistema de combustible		
12		Limpiar respiradero del cárter		
13		Limpiar tapa y colador del tanque de combustible		
14		Cambiar filtros de aceite hidráulico		
15		Cambiar filtro de aceite de transmisión		
16	CABINA	Inspeccionar cabina de operador		
17		Inspeccionar el asiento y cinturón de seguridad.		
18		Probar indicadores y medidores de cabina.		
19		Registrar códigos activos del monitor caterpillar		
20		Registrar reportes con el E.T.		
21		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con hidráulico		
22		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con transmisión		
23		Probar operación de la traba de dirección y transmisión		
24		Probar Sistema de Frenos (servicio y parqueo)		
25		Probar Sistema de aplicación		

		automatica de frenos		
26	ELECTRICO	Revisar baterias (comprobar nivel de electrolitos)		
27		Inspeccionar y limpiar los bornes de las baterías.		
28		Inspeccionar y ajustar fajas del ventilador y del alternador.		
29		Probar alarma de retroceso y bocina.		
30		Revisar alternador		
31		Revisar arrancador de motor		
32		Revisar el sistema de luces / Circulina		
33	LUBRICACION	Inspeccionar Sistema de Lubricación Automática.		
34		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y Brazo de Dirección		
35		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y del Brazo de Levante		
36		Verificar y lubricar - Cojinete del Cilindro y Brazo de Inclinación		
37		Verificar y lubricar - Articulación central (superior e inferior).		
38		Verificar y lubricar - Eje oscilante		
39		Verificar y lubricar - Cojinetes del Varillaje de Inclinación.		

40		Verificar y lubricar - Pivote del Cucharón.		
41		Verificar y lubricar - Cojinetes del Mando del Ventilador.		
42		Verificar y lubricar - Cruquetas, estrías y cojinetes del Eje Motriz.		
43	INSPECCION VISUAL	Revisar el nivel de Aceite hidráulico.		
44		Revisar el nivel de Aceite de la Transmisión.		
45		Revisar el nivel de Aceite de los Mandos Finales (DD-DI-PD-PI)		
46		Revisar el nivel de Aceite de los Diferenciales (Delantero y Posterior)		
47		Revisar nivel de Refrigerante en Sistema de Enfriamiento de Motor		
48		Revisar enfriadores (aceite motor, refrigerante motor, aceite hidráulico, aire, aceite de ejes)		
49		Inspeccionar fugas externas del motor (mangueras, empaque, oring)		
50		Inspeccionar fugas externas del sistema hidráulico (mangueras, cilindros, empaque, oring)		

51	Inspeccionar fugas externas en sistema de frenos (mangueras, empaque, oring)		
52	Inspeccionar fugas externas en sistema de direccion (mangueras, empaques, oring)		
53	Inspeccionar fugas externas del tren de potencia (mangueras, empaques, oring)		
54	Inspeccionar fugas externas ejes de transmisión (mangueras, empaques, oring)		
55	Inspeccionar soportes de motor.		
56	Inspeccionar montajes de la transmisión.		

		<b>CARTILLA DE MANTENIMIENTO</b>		<b>MTTO - LQMI</b>	
<b>TIPO DE PM</b>		<b>PM3</b>		<b>FRECUENCIA</b>	
				1000 Hr	
Modelo	R1600G	Fecha		Cliente	
N° de Serie	9YZ0072 6	Horómetro		OT	
Cod. Equipo	SQM-04	Ubicación		Hora: Inicio/Final	/

Nota .- Antes de realizar cualquier operación o procedimiento de mantenimiento, revise el Manual de Operación y Mantenimiento para este equipo

INSUMOS Y REPUESTOS A UTILIZAR					
IT	DESCRIPCIÓN	CAN T.	N° PART E	OK	NOTA
1	Element As - Primary	1	13271 67		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)
2	Element As Secondary	1	6I2510		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)
3	Filtro de cabina (aire acondicionado)	1	186- 8228		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)
4	Filtro exterior (aire acondicionado)	1	163- 5865		(Inspeccionar / REEMPLAZAR)
5	Gasket	2	18696 86		EMPAQUETADUR A DEL PTX
6	Kit Fuel Filter & Waterse	1	14102 84		SELLOS DE FILTRO SEPARADOR DE COMB.
7	Element - Filter	1	13356 73		FILTRO SEPARADOR DE AGUA - FUEL
8	Filter As - Fuel	1	1R074 9		FILTRO DE COMBUSTIBLE
9	Kit - Cap Filter	1	9X220 5		JUEGO DE TAPA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE
10	Filter As- Engine Oil.	1	1R071 6		FILTRO DE ACEITE DE MOTOR
11	Gasket - Breather	1	9Y175 8		EMPAQUETADUR A DE

					RESPIRADOR DE CARTER
12	Seal - O - Ring	1	2S843 9		O-RING DE FILTRO DE TRANSMISION
13	Seal - O - Ring	1	3J190 7		O-RING DE CONECTOR DE COMBUSTIBLE
14	Element As-Hydraulic	1	1R071 9		FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISION
15	Seal - O - Ring	2	6D915 7		O-RING DE FILTRO HIDRAULICO
16	Element As-Hyd Reverse FL	4	1R072 2		FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO
17	Filter Oil	2	1G887 8		FILTRO DE ACEITE DE EJES
18	Gasket	1	7L311 1		EMPAQUE DE REJILLA DE CONV. DE TORQUE
19	Seal - O - Ring	1	8H752 1		O-RING DE REJILLA DE CAJA DE TRANSFER
20	KIT-FUEL FILTER & WATERSE	1	14102 84		SELLOS DE BASE DE FILTRO SEPARADOR
21	CH4 15W40 5GL	2	3E971 3		ACEITE DE MOTOR (CAP: 9.5 GL)
22	TDTO SAE 30 5GL	3	8T957		ACEITE DE

			2		TRANSMISION (CAP: 12.4 GL)
23	TDTO SAE 50 5GL	9	8T957 6		ACEITE DE DIF. Y MANDOS FINAL (CAP: 42.2GL)
TRABAJOS A REALIZAR				OK	COMENTARIO
1	LIMPIEZA	Lavado del equipo			
2		Lavado del catalizador			
3		Limpieza del pre cleaner			
4	FILTROS / SOS / TRABAJOS	Obtener muestra de aceite de motor			
5		Obtener muestra de aceite de transmisión			
6		Obtener muestra de aceite hidráulico			
7		Obtener muestra de aceite de diferenciales y mandos finales			
8		Obtener muestra de refrigerante			
9		CAMBIAR aceite y filtro del motor			
10		REEMPLAZAR filtro primario del sistema de combustible			
11		REEMPLAZAR filtro secundario del sistema de combustible			
12		Limpiar respiradero del cárter			
13		Limpiar tapa y colador del tanque de combustible			
14	CAMBIAR filtros de aceite hidráulico				
15	CAMBIAR filtro de aceite de transmisión				
16	CAMBIAR aceite de transmisión				

17		CAMBIAR filtros y aceite de diferenciales y mandos finales		
18		Comprobar presión de acumulador del freno		
19	CABINA	Inspeccionar cabina de operador		
20		Inspeccionar el asiento y cinturón de seguridad.		
21		Probar indicadores y medidores de cabina.		
22		Registrar códigos activos del monitor caterpillar		
23		Registrar reportes con el E.T.		
24		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con hidráulico		
25		Evaluar y registrar las RPM de calado del motor con transmisión		
26		Probar operación de la traba de dirección y transmisión		
27		Probar Sistema de Frenos (servicio y parqueo)		
28		Probar Sistema de aplicación automática de frenos		
29	ELECTRICO	Revisar baterías (comprobar nivel de electrolitos)		
30		Inspeccionar y limpiar los bornes de las baterías.		
31		Inspeccionar y ajustar fajas del ventilador y del alternador.		
32		Probar alarma de retroceso y bocina.		
33		Revisar alternador		

34		Revisar arrancador de motor		
35		Revisar el sistema de luces / Circulina		
36	LUBRICACION	Inspeccionar Sistema de Lubricación Automática.		
37		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y Brazo de Dirección		
38		Verificar y lubricar - Cojinetes del Cilindro y del Brazo de Levante		
39		Verificar y lubricar - Cojinete del Cilindro y Brazo de Inclinación		
40		Verificar y lubricar - Articulación central (superior e inferior).		
41		Verificar y lubricar - Eje oscilante		
42		Verificar y lubricar - Cojinetes del Varillaje de Inclinación.		
43		Verificar y lubricar - Pivote del Cucharón.		
44		Verificar y lubricar - Cojinetes del Mando del Ventilador.		
45		Verificar y lubricar - Cruquetas, estrías y cojinetes del Eje Motriz.		
46	INSPECCION VISUAL	Revisar el nivel de Aceite hidráulico.		
47		Revisar el nivel de Aceite de la Transmisión.		
48		Revisar el nivel de Aceite de los Mandos Finales (DD-DI-PD-PI)		
49		Revisar el nivel de Aceite de los Diferenciales (Delantero y Posterior)		
50		Revisar nivel de Refrigerante en		

	Sistema de Enfriamiento de Motor		
51	Revisar enfriadores (aceite motor, refrigerante motor, aceite hidráulico, aire, aceite de ejes)		
52	Inspeccionar fugas externas del motor (mangueras, empaque, oring)		
53	Inspeccionar fugas externas del sistema hidráulico (mangueras, cilindros, empaque, oring)		
54	Inspeccionar fugas externas en sistema de frenos (mangueras, empaque, oring)		
55	Inspeccionar fugas externas en sistema de direccion (mangueras, empaques, oring)		
56	Inspeccionar fugas externas del tren de potencia (mangueras, empaques, oring)		
57	Inspeccionar fugas externas ejes de transmisión (mangueras, empaques, oring)		
58	Inspeccionar soportes de motor.		
59	Inspeccionar montajes de la transmisión.		
60	Inspeccionar montaje de ejes de transmisión		
61	Inspeccionar montaje de tanque hidráulico		
62	Inspeccionar montaje de cilindros hidráulicos		
63	Inspeccionar llantas		

64		Inspeccionar tuercas y espárragos de llantas		
65		Inspeccionar el chasis		
66		Revisar topes de dirección		
67		Revisar cuchara en general (topes, cutting)		
68	STW	Filtrografía de filtro de aceite de motor		
69		Filtrografía de filtro de combustible		
70		Filtrografía de filtro de transmisión		
71		Filtrografía de filtro hidráulico		
72		Filtrografía de filtro de aceite de diferenciales		

Observaciones:	

REGISTRO CONTROL DE CONTAMINACION			PERSONAL MTTO	
¿Se tomó muestra de aceite a CAMBIAR?	S I	N O	Supervisor/Técnicos	Cargo
¿Cuántas muestras de aceite a CAMBIAR se tomaron?				
¿Cuántas muestras de aceite sin CAMBIAR se tomaron?				
PERSONAL CLIENTE				
Supervisor				