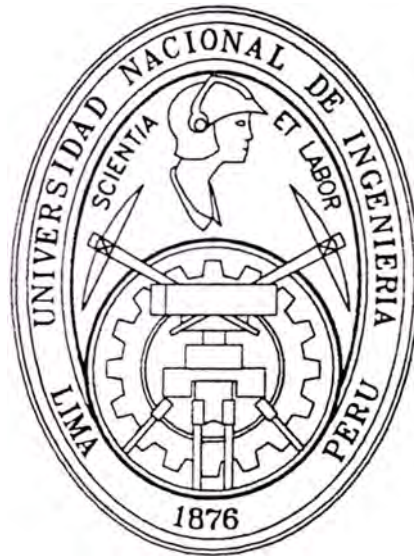


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“GESTIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR EN MINERA  
YANACOCHA S. R. L.”**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO**

**CARLOS MARIO SANTIVÁÑEZ ZANABRIA**

PROMOCION 1997-II

LIMA-PERU

2003

## **PRESENTACIÓN**

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica; Señor Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Señores integrantes del jurado.

Como Bachiller en Ingeniería Mecánica, y de conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos vigente a la fecha, presento el Informe de Ingeniería, obtenida como fruto de mi trabajo en la Empresa: FERREYROS S.A.A. al Jurado Dictaminador corresponde, esperando se me permita obtener el Título Profesional en Ingeniería Mecánica.

Lima, AGOSTO DEL 2003

Bachiller: CARLOS MARIO SANTIVÁÑEZ ZANABRIA

## **DEDICATORIA**

Un eterno agradecimiento a un gran amigo quien supo guiarme en los momentos difíciles y que en ningún momento de mi vida lo olvidaré. Mi Papá.

También quiero agradecer a mi Familia, compañeros de trabajo y a la Sra. Carolina Haro por su gran estima y cariño.

## INDICE

### CAPITULO I

#### I.- INTRODUCCIÓN

1.1	Introducción	01
1.2	Antecedentes	02
1.3	Objetivos	02

### CAPITULO II

#### II.- FUNDAMENTO TEORICO Y TÉCNICO

2.1	Fundamento teórico	04
2.2	Áreas de Gestión de Mantenimiento	05
2.2.1	Planeamiento	05
2.2.2	Mantenimiento	07
2.2.3	Logística	08
2.3	Control de Mantenimiento	10
2.3.1	Orden de trabajo	10
2.3.2	Registro de la historia del equipo	13
2.4	Mantenimiento Planeado	14
2.4.1	Mantenimiento preventivo	14
2.4.2	Mantenimiento predictivo	16
2.4.3	Mantenimiento proactivo	18
2.4.4	Cambio de componentes	19
2.5	Mantenimiento Correctivo	20



2.6	Indicadores de Rendimiento del Mantenimiento	21
2.6.1	Historial del equipo	22
2.6.2	Disponibilidad	23
2.6.3	Utilización	23
2.6.4	Tiempo Medio entre Paralizaciones ( MTBS )	24
2.6.5	Tiempo Medio para Reparar ( MTTR )	24
2.6.6	Relación de Mantenimiento ( Maintenance Ratio )	25
2.6.7	% de trabajos programados	26
2.6.8	Precisión de servicio	26
2.6.9	10 Principales problemas y paralizaciones por sistema	27
2.7	Reporte Mensual	27

### **CAPITULO III**

#### **III.- PLANTEAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA GESTION DE MANTENIMIENTO**

3.1	Antecedentes	29
3.2	Manejo Convencional del Mantenimiento	30
3.2.1	Mantenimiento preventivo	30
3.2.2	Mantenimiento correctivo	31
3.2.3	Cambio de componentes	32
3.2.4	Áreas de mantenimiento	34
3.3	Adquisición de Equipos Caterpillar	36
3.3.1	Problemática sobre manejo de nuevas tecnologías	
3.3.2	Módulos computarizados de monitoreo	37

## **CAPITULO IV**

### **IV.- DESARROLLO DE LA GESTION DE PLAN DE MANTENIMIENTO**

4.1	Antecedentes	39
4.2	Manejo de Mantenimiento Tipo Caterpillar	40
4.2.1	Mantenimiento programado	40
4.2.2	Mantenimiento no programado	43
4.2.3	Programa de cambio de componentes	44
4.3	Uso de Computadores en Mantenimiento	46
4.3.1	Modulo Computarizado Electrónico ( ECM )	46
4.3.2	Software Caterpillar para monitoreo	47
4.3.3	Herramientas Electrónicas	50
4.3.4	Softwares adquiridos por Minera Yanacocha S. R. L.	52
4.4	Administración Computacional de Fallas	86
4.3.1	Mantenimiento predictivo con Sistema de Manejo de Información Vital ( VIMS )	86
4.3.2	Mantenimiento correctivo con Técnico Electrónico ( ET )	89
4.3.3	Administración de fallas	90
4.5	Planificación del Mantenimiento	91
4.5.1	Control de mantenimiento	91
4.5.2	Administración de backlogs	95
4.5.3	Administración de componentes	97
4.5.4	Evaluación de la gestión del mantenimiento	98
4.6	Administración de Repuestos	99

4.7. Mejoras Obtenidas con la Implementación de Gestión de Mantenimiento Maquinaria Pesada Caterpillar en Minero Yanacocha S.R.L	101
---	-----

## **CAPITULO V**

<b>V.- ESTRUCTURA DE COSTOS</b>	103
---------------------------------	-----

5.1. Reducción de paradas no programadas	104
--	-----

5.2. Incremento de la vida útil de los componentes	105
--	-----

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	108
---------------------------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	110
---------------------	-----

## **ANEXO**

## **CAPITULO I**

### **I. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Introducción**

En el presente siglo el concepto sobre el mantenimiento a mejorado ampliamente, los conceptos anteriores sobre mantenimiento que lo definían como: 1. mal necesario, 2. sistema creado por la producción y 3. sistema difícil de medir y cuantificar; no existen en las mentes de quienes manejan negocios exitosos.

Una buena gestión de mantenimiento, ayuda a una organización en la reducción de costos, minimizar el tiempo muerto de los equipos, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con equipo confiable.

Los modelos analíticos han sido introducidos recientemente a los sistemas de mantenimiento a pesar de que en el pasado se reconoció el protagonismo del mantenimiento en la rentabilidad a largo plazo de una organización

He sido testigo presencial de grandes cambios dentro de la organización de Minera Yanacocha S.R.L., en lo que respecta al concepto de mantenimiento y es que se toma en cuenta, como un sistema integrado que ofrece una gran ventaja en la capacidad de producción minera de Yanacocha.

## **1.2 Antecedentes**

Minera Yanacocha SRL viene operando en Cajamarca desde 1990 y recientemente están aplicando métodos y técnicas de mantenimiento que Caterpillar ha introducido en sus equipos desde la creación de los mismos.

Sus procedimientos de mantenimiento radicaban básicamente en la reparación eventual de fallas, lo que comúnmente llaman correctivos, y ejecución de mantenimientos programados.

A largo plazo esto repercutía básicamente en altos costos y baja confiabilidad de equipo, ambos términos claves en el éxito de Yanacocha que pretende ser altamente competitiva y como su visión indica que es la de “convertirse en el productor de metales de mayor importancia a nivel mundial”.

## **1.3 Objetivos**

El presente Informe de Ingeniería tiene por objetivos los siguientes:

- 1.3.1 Presentar las técnicas empleadas, en los diferentes Proyectos Mineros tipo MARC, por Caterpillar para la administración óptima

del mantenimiento de su maquinaria pesada logrando obtener la confianza del cliente mediante un soporte de ingeniería post-venta de sus equipos. Desarrollo de procedimientos que optimicen la gestión del mantenimiento mediante el adecuado manejo de técnicas computacionales que el cliente provee tales como MIMS y Dispatch. (sistema de manejo de información de equipo )

- 1.3.2 Presentación, interpretación y manejo de reportes periódicos, que sirvan como una herramienta adicional y fundamental para una adecuada administración de un plan de mantenimiento de maquinaria pesada en la que se observe puntos de mejora o ventanas de oportunidad para la óptima modificación e implementación de determinadas labores que optimicen la gestión realizada anteriormente con el fin de una continua mejora.

## **CAPITULO II**

### **II. FUNDAMENTO TEÓRICO Y TÉCNICO**

#### **2.1 Fundamento teórico**

La estrategia de la gestión de mantenimiento de equipos es un esfuerzo mutuamente coordinado y soportado por cada grupo e individuo perteneciente a la organización, para que mediante una *determinada* combinación de actividades realizadas en un equipo, se le mantenga o se le restablezca a un estado en el que pueda realizar las funciones para lo cual fue diseñada, con una máxima confiabilidad y capacidad productiva.

Se definen, por lo tanto, grupos diferenciados por especialidad que contribuyen al éxito y desarrollo de toda la gestión de mantenimiento, ya que sin el aporte de estos pilares cualquier programa de mantenimiento, o mejor aun, el mejor grupo de mantenimiento fracasaria rotundamente.

Estos grupos son el Área de Planeamiento, el Área de Mantenimiento y el Área de Logística, que a continuación se describirá.

## **2.2 Áreas de Gestión de Mantenimiento**

### **2.2.1 Planeamiento**

Esta área se encarga de realizar la planeación y programación, seguimiento y control de los trabajos realizados por mantenimiento. Programa los mantenimientos preventivos, correctivos basado en las inspecciones periódicas, intercambio de componentes, realización de backlogs (orden de trabajo pendiente ), apertura y cierre de ordenes de trabajo, realiza el seguimiento de las horas de los componentes, calcula las disponibilidades mecánicas, disponibilidades y reportes de las horas hombre H-H, Horas Máquina H-M, demoras, precisión del servicio, se comunica permanentemente con fábrica mediante el comunicador técnico, sobre anomalías encontradas en operación. Cruza información mediante el Supervisor con mantenimiento.

#### **Funciones Tácticas del Planeamiento**

- Comunicar metas y objetivos del programa de mantenimiento  
Producir reportes detallados de mantenimiento (diario, semanal, mes )
- Investigar cada paralización análisis de falla



- Definir el programa de inspecciones y monitoreo de condiciones
- Registrar las practicas y condiciones operativas
- Definir y actualizar el programa de reemplazo de componentes
- Definir kits de repuestos para PM's kits para remoción e instalación.
- Establecer y actualizar el inventario de componentes y repuestos
- Producir reportes mensuales de resultados de gestión
- Desarrollar el programa anual de entrenamiento técnico
- Crear & actualizar la librería técnica
- Participar en las reuniones con los operadores de equipo
- Participar en el proceso de administración de problemas
- Desarrollar un programa de reemplazo de equipo (largo plazo).

### **Funciones Logísticas del Planeamiento**

- Abrir y cerrar órdenes de trabajo
- Establecer trabajos y tiempos estándar.
- Producir un detallado seguimiento diario de taller y campo
- Producir el plan de actividad semanal:  
Inspecciones, PM's reparaciones programadas, Intercambio Componentes.

Recursos: mano de obra, repuestos / Componentes.

- Ayudar a priorizar las reparaciones no programadas
- Producir los reportes de rendimiento y precisión
- Actualizar y registrar edad de backlog, requerimiento de MO:
- Implementar correcciones a los principales y repetitivos problemas
- Disponer de: repuestos, herramientas e instrucciones por trabajo
- Participar en las reuniones con los operadores de equipo
- Participar en el proceso de administración de problemas.

### **2.2.2 Mantenimiento**

Esta jefatura esta dividida en dos sub-jefaturas, la de mantenimiento de equipo de producción (camiones y cargadores frontales ) y la de mantenimiento de equipo auxiliar. Ambos tienen a su cargo 4 grupos de trabajo conformado por un jefe de guardia cada una, con 45 personas a su cargo organizado en 4 guardias que trabajan las 24 horas del día alternadamente , ellos se encargan de las tareas de mantenimiento y reparación del equipo pesado, intercambio de componentes, cambio de herramientas de corte. En base a la programación de planeamiento y los reportes recibidos por el Supervisor.

Podemos por ejemplo citar con cifras la comparación de disponibilidad de 2 minas en producción y como mantenimiento influye decisivamente en los resultados.

Mina A	Mina B
92% Disponibilidad	78% Disponibilidad
65 Horas de MTBS	17 Horas de MTBS
4.7 Horas de MTTR	4.9 Horas de MTTR.

Donde:

MTBS: es el tiempo promedio entre paralizaciones (Horas trabajadas / Número de paradas).

MTTR: Es el tiempo promedio de reparación (Horas por detención / Número de paradas).

### 2.2.3 Logística

Se encarga del abastecimiento y mantenimiento del stock de repuestos, en consignación, en trabajos por realizar, herramientas de corte, componentes para intercambio. También tiene la responsabilidad del envío de componentes para reparación a Lima CRC ( centro de reparación de componentes ), abastecimiento de

insumos para soldadura, oxígeno, acetileno, nitrógeno líquido y funciones propias como el control de inventarios.

Dentro de los procesos que realiza el departamento de logística citaremos los principales.

- Compras de material de consumo ( consumibles ).
- La correcta administración de inventarios.
- Recepción de repuestos y su correcto almacenaje.
- Selecciona adecuadamente a los proveedores.
- Tiene una coordinación y comunicación permanente con el transportista.
- Realiza el despacho de los repuestos.
- Envía los repuestos a reparación.

Tocaremos el tema de administración de inventarios, en esta parte lo que se quiere es:

- Mantener el stock de repuestos adecuado considerando la rotación de estos.
- Evitar las demoras en el abastecimiento para no tener equipos parados por falta de repuesto.
- Planificar las compras de material lo que denominamos consumibles de acuerdo a requerimiento.

- Tener los inventarios de componentes ( motores, convertidores, cilindros ), siempre actualizados considerando su ubicación , si se encuentra en reparación , en mina, en traslado, etc.

## **2.3 Control de Mantenimiento**

### **2.3.1 Orden de Trabajo**

Parte fundamental de una adecuada administración de mantenimiento es documentar absolutamente todo lo que está sucediendo alrededor de los trabajos de los mantenedores, es por ello que ya no se concibe la idea de realizar una determinada labor sin antes o haberlo planeado o posteriormente registrarlo, y esto se concreta con la creación de una Orden de Trabajo.

Entonces, una Orden de Trabajo es una herramienta fundamental para planear y controlar el trabajo de mantenimiento.

Caterpillar tiene para esto su Orden de Trabajo la cual fue diseñada para que, cubra todo lo referente a la información requerida para la planeación y la programación de los trabajos de su maquinaria pesada, así como también, para el control.

Así la Orden de Trabajo diseñado por Caterpillar consta de dos partes principales, que son: el encabezado y el cuerpo.

En la parte del encabezado podemos distinguir los siguientes puntos:

- Identificación del equipo
- Serie Caterpillar del equipo
- Número de OT (orden de trabajo) padre del equipo
- Segmento u número de OT hija del equipo
- Horómetro inicial y final
- Fecha de inicio y fin del trabajo
- Hora de inicio y fin del trabajo
- Hora total de trabajo
- Condición de trabajo ( Programado o No Programado )
- Descripción del trabajo
- Tipo de trabajo
- Código SMCS ( Código Caterpillar por sistema a trabajar )
- Identificador ( posición en la maquina del trabajo )
- Cargo del trabajo

Esta es la parte que interesa al departamento de Planeación, porque aquí se registra todos los datos que son de interés para planear y programar.

La parte del cuerpo consta de:

- Fecha de inicio de tarea
- Hora de inicio de tarea

- Turno
- Número de tarea
- Descripción de la tarea
- Tiempo total consumido por tarea
- Tiempo de demoras
- Código de trabajador
- Descripción de componentes
- Código de componente saliente
- Código de componente instalado
- V°B° del Cliente
- V°B° del Mantenedor
- V°B° de Planeamiento

Esta es la parte que interesa al Departamento de Mantenimiento para poder realizar el control de la maquinaria, así como para tener presente todos los eventos operacionales a los cuales fueron expuestos determinado equipo, es decir accidentes, pruebas, cambios de componentes y todo lo relacionado con lo que interesa al mantenedor para una posterior evaluación de rendimientos de determinada tarea ejecutada.

### 2.3.2 Registro de la historia del equipo

Mediante una Orden de Trabajo se puede registrar los trabajos realizados en un determinado equipo, pero luego esta OT pasa a Planeación para ser archivada, entonces para el mantenedor, a quien le interesa el historial de la máquina de manera inmediata, recurre a una base de datos con los mismos puntos descritos que para una OT, en la cual encuentra de una manera filtrada, información necesaria que requiere para el diagnóstico o reparación de un equipo.

Estos registros o bases de datos han sido desarrollados por mi persona para facilitar la tarea de los mantenedores, y también ha sido desarrollado por Caterpillar para el manejo histórico tanto de sus equipos en diferentes partes del mundo, en lo que se refiere a fallas de componentes, fallas de sistemas y registro de eventos operacionales.

El programa que se desarrolló para el registro de la historia del equipo, fue inicialmente realizado en una hoja de cálculo, lo que posteriormente fue mejorado en una hoja de bases de datos para manejar de una manera más óptima los datos registrados.

En ella se registraba todos los datos que interesaba al mantenedor, ejemplo de esto son: abusos de operación, accidentes del equipo, cambio de componentes, realización de determinadas tareas, ejecución



de trabajos programados, ejecución de trabajos correctivos, registro de fallas de sistema, registro de fallas de componente, etc. Es decir todos aquellos sucesos que usa el mantenedor para realizar una adecuada reparación y/o diagnóstico de falla de un equipo.

## **2.4 Mantenimiento Planeado**

### **2.4.1 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo se define como todas las actividades que deberán realizarse en un determinado equipo, en forma previamente planeada, con la finalidad de mermar o contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para lo cual fue diseñado el equipo.

Este concepto, de mantenimiento preventivo, es generalmente el más aceptado por las empresas como MYSRL (Minera Yanacocha Sociedad de Responsabilidad Limitada) para el manejo de sus activos, y predomina en lo que respecta al mantenimiento correctivo debido a las siguientes razones:

La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, cambios de aceites, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.

- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el

posible efecto dominó en otros componentes del equipo, reduciendo de esta forma las consecuencias negativas para la disponibilidad y confiabilidad del equipo.

- En donde podamos vigilar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la disponibilidad o el desgaste prematuro de un componente.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos ( por ejemplos repuestos ) como indirectos ( por ejemplo, pérdidas de disponibilidad y de producción ) debido a que una interrupción no planeada provoca un gran daño a los programas de mantenimiento y de producción, y debido también al costo real de mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado y a que la calidad de la reparación pueda verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

Caterpillar implementa constantemente sus programas de mantenimiento para cada maquina, y además, para cada caso aplicativo en los diferentes lugares en donde sus equipos trabajan, dando un total respaldo post-venta de sus equipos, garantizando de esta manera una alta disponibilidad y confiabilidad.

Adicionalmente, como todo programa de mantenimiento preventivo, cualquier falla recurrente, demoras de los trabajos de mantenimiento,

o anomalías en el funcionamiento de un determinado diseño Caterpillar recurre a la retroalimentación, mediante sus distribuidores en cada región para la mejora de estas tareas y maximizar la calidad de sus mantenimientos.

Principalmente Caterpillar define mantenimiento preventivo a sus tareas periódicas que deberán realizarse acorde con las especificaciones que definen, como por ejemplo; realizar tareas de mantenimiento dentro de un grupo denominado PM50 (mantenimiento programado 50 horas) para un determinado camión nuevo de 250 TN (toneladas métricas) Modelo 793C a las 50 horas de operación, en las cuales se realizaran pruebas operacionales, para lo cual deberá contarse con absolutamente todas las facilidades de mantenimiento como el lavado de la unidad, disposición de repuestos, registro de todas las observaciones encontradas, programa de control de la contaminación y una detallada inspección mecánica; conforme las normas Caterpillar que son supervisadas por una persona calificada por Caterpillar.

#### **2.4.2 Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo consta de una serie de tareas conducentes a contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para lo cual fue diseñado un determinado equipo, con la diferencia de que estas tareas no son funciones del tiempo, como lo es

en el mantenimiento preventivo, sino de que son funciones de las condiciones a las que se encuentra trabajando un equipo; entonces si la probabilidad de falla es constante, independientemente del tiempo, y existe una degradación gradual desde el principio de una falla, las tareas de mantenimiento serán denominadas tareas de mantenimiento predictivo.

Las tareas del mantenimiento predictivo, justificadas cuando se desconoce el enfoque de prevención de fallas, se centran en la medición de un parámetro que indique un deterioro o una degradación en el rendimiento funcional de un equipo. Las mediciones y las inspecciones mismas pueden programarse regularmente pero no las tareas de restauración o preventivas. Estas mediciones pueden relacionarse directamente con la operación del equipo o puede ser una medida sustituta de la operación de la maquina.

Para la ejecución de estas tareas el mantenedor se apoya en técnicas de diagnóstico que se han venido desarrollándose y que se implementan de acuerdo a la necesidad de cada operación en particular.

Se cuenta entre estas el análisis de aceites, denominado en Caterpillar como S.O.S. ( Muestreo de aceite programado ), el ultrasonido, la termografía y el análisis de líquidos penetrantes; los cuales son

herramientas esenciales para la inspección del desarrollo de fallas que no son dependientes del tiempo.

### **2.4.3 Mantenimiento proactivo**

Existen trabajos que no se enmarcan dentro de lo que es el concepto de mantenimiento planeado pero que son producto de la ejecución de las tareas planeadas, esto es trabajos correctivos que se realizan dentro de una estructura de trabajos planeados.

Un claro ejemplo de esto es el cambio de un filtro de aire de un equipo que al llegar al taller presenta alta contaminación, rotura o deterioro.

Se presenta casos en que las fallas son recurrentes y el mantenedor mediante una serie de evaluaciones determina la corrección de ellas, estas evaluaciones pueden darse desde una simple inspección hasta una evaluación compleja que implique el historial del equipo, la importancia fundamental de este tipo de mantenimiento es realizar una tarea que implique la anulación del origen de la falla de raíz.

En determinadas inspecciones realizadas por personal en cualquier momento de la operación del equipo, y no necesariamente durante un mantenimiento preventivo, se pueden dar casos de fallas que requieran una para inmediata del equipo pero que no es considerado como mantenimiento correctivo, sino como planeado debido a que se realizó

la inspección dentro de un marco de inspecciones programadas en un equipo.

#### **2.4.4 Cambio de componentes**

El concepto de cambio de componentes se puede definir como el cambio de partes del equipo, en condiciones óptimas que sea favorable en la economía y productividad de una empresa; para esto se requiere un examen de los costos del ciclo de vida total del componente. Se consideran todos los costos desde la compra inicial, instalación, reparación, reemplazos, actualización, movimiento hacia y desde las instalaciones de reparación, remoción del servicio, desmantelamiento y eliminación.

Caterpillar tiene estandarizado en términos de tiempo de trabajo, el momento más adecuado para el cambio de determinado componente, que es el más económico.

El objetivo primordial del cambio de componentes es mantener un nivel de gastos en la reparación del componente saliente lo más bajo posible, lo que quiere decir que al cambiar un componente en el momento adecuado se mantendría un bajo costo con una alta productividad del equipo lo que se refleja en términos de disponibilidad y confiabilidad.

Estos cambios obedecen a una estructura de diseño del componente que definen el cambio tanto para ofrecer una buena confiabilidad del equipo, así como para tener un costo de reparación lo más bajo posible que permita que el componente reparado tenga las mismas propiedades de operación que uno nuevo pero con la ventaja de tenerlo con un costo mucho más bajo.

## **2.5 Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo constituye todas las tareas no planeadas que deberán realizarse en el mismo momento en que ocurre una falla que hace al equipo incapaz de seguir operando.

El mantenimiento correctivo, por su naturaleza, permite muy poco tiempo para su planeación.

El área de mantenimiento deberá tener una firme política para el manejo del mantenimiento correctivo; así se tiene dos posibilidades:

- Introducir el mantenimiento correctivo en el programa regular y luego escoger los trabajos pendientes con tiempo extra, trabajadores temporales o mantenimiento por contrato.
- Estimar la cantidad de mantenimiento de emergencia y asignar trabajadores hábiles y dedicados para la orden de trabajo de este tipo.

Caterpillar le da una gran importancia a las tareas de este mantenimiento debido a que exige el registro de cada una de estas tareas, su clasificación y envió de las 10 más comunes tareas que se realiza en determinado sistema para un posterior estudio o rediseño según sea el caso.

Se ha establecido un sistema de solicitud de repuesto de acuerdo a las exigencias de los requerimientos de los equipos, los cuales se denominan Backlogs, que se pueden denominar trabajos pendientes programados, en los que la solicitud de repuestos tiene una mayor importancia que de los demás repuestos requeridos.

## **2.6 Indicadores de Rendimiento del Mantenimiento**

Es un conjunto de medidas que se usan para realizar la medición de la eficacia y eficiencia del mantenimiento, es decir, son medidas usados para medir el rendimiento de una función, operación o actividad relativo a otros o metas.

Estos indicadores nos pueden dar una referencia sobre los puntos en que se puede realizar alguna mejora y enfoca los esfuerzos de análisis. Se deberá tener en cuenta que estos indicadores sean entendibles para efectos de análisis posteriores que permitan, como arriba mencionado, atacar los puntos débiles de una administración de mantenimiento. Adicionalmente nos pueden indicar el rendimiento de una determinada organización bajo



condiciones de operación específicas, características de una mina o edad del equipo.

La filosofía que se señala con estos indicadores es que “ lo que se puede medir, se puede administrar “.

Para lo arriba mencionado se han definido los siguientes indicadores:

#### **2.6.1 Historial del equipo**

El historial del equipo es una de las columnas fundamentales en la administración del mantenimiento y deberá de constar de datos reales y precisos, para un manejo de dicha información; aquí se pueden distinguir datos como horas del equipo ( SMU ), registro de mantenimiento, datos de vida de componentes, datos de eventos de cada turno, accidentes, etc.

Esto se puede manejar mejor en una base de datos para tal fin, el cual sea accesible a todo el personal de mantenimiento en tiempo real, para una efectiva respuesta a las eventualidades y/o reparaciones.

Benchmark (patrón de referencia): SI.

### 2.6.2 Disponibilidad

Índice que evalúa la eficiencia del departamento de mantenimiento. Esta índice muestra el porcentaje del tiempo total que el equipo está disponible para ser utilizado por operaciones.

Presenta dos tipos:

Horas Prg. – Horas de Parada

- **Disponibilidad Física** = 
$$\frac{\text{Horas Prg.} - \text{Horas de Parada}}{\text{Horas Prg.}}$$

- **Disponibilidad Mecánica** = 
$$\frac{\text{Horas Operación}}{\text{Horas Operación} + \text{Horas de Parada}}$$

Benchmark: D.M. = 88 a 92 % ( madura / nueva )

### 2.6.3 Utilización

Índice que evalúa la eficiencia con que se utilizan los equipos.

Es un indicador que mide el uso de activos, uso de repuestos y responsabilidad de la mano de obra.

Muestra el porcentaje del tiempo disponible que el equipo es aprovechado por operaciones.

Horas Operación

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Horas Operación}}{\text{Horas Prg.} - \text{Horas de Parada}}$$

Benchmark : Utilización = 90%

#### 2.6.4 Tiempo Medio entre Paralizaciones ( MTBS )

Las siglas en inglés significan el Tiempo Medio Entre Paralizaciones y es un indicador que mide el grado de confiabilidad del equipo y de la efectividad del mantenimiento.

Para este cálculo las paralizaciones pueden ser programadas y no programadas, pero excluye las demoras operativas, cambios de turno, almuerzo, etc.

Horas Operación

$$\text{MTBS} = \frac{\text{Horas Operación}}{\text{Número de Paralizaciones}}$$

Benchmark : 60 a 80 Horas ( Madura / Nueva )

#### 2.6.5 Tiempo Medio para Reparar ( MTTR )

Las siglas en inglés significan Tiempo Medio para Reparar y es un indicador que mide la facilidad y eficiencia del mantenimiento.

El criterio de paralizaciones tiene reglas iguales que el MTBS.

MTTR < 3 horas indica alto porcentaje de reparaciones no programadas.

MTTR > 6 horas indica ineficiencias y/o excesivas demoras.

Horas de Paralización

**MTTR =** \_\_\_\_\_

Número de Paralizaciones

Benchmark : 3 a 6 horas ( nueva/ madura )

#### **2.6.6 Relación de Mantenimiento ( Maintenance Ratio )**

La relación de mantenimiento es un indicador que nos da una buena referencia para el presupuesto de mano de obra y mide la eficiencia de la fuerza laboral.

Se presenta en relación de mantenimiento directo que incluye la mano de obra de todas las ordenes de trabajo.

La relación de mantenimiento total incluye las horas de las ordenes de trabajo más las horas de administración, staff, supervisión y horas muertas.

Horas – hombre de mantenimiento

$$\text{MR} = \frac{\text{Horas – hombre de mantenimiento}}{\text{Horas Operación}}$$

Benchmark : MR = 0.20 a 0.30 ( directo )

0.50 ( total )

### 2.6.7 % de trabajos programados

El porcentaje de trabajos programados es un indicador que mide el grado de quién o qué está controlando la situación.

Paralizaciones programadas ( horas )

$$\% \text{ Programado} = \frac{\text{Paralizaciones programadas ( horas )}}{\text{Total de horas de paralización}}$$

Benchmark : 80 % horas programadas

### 2.6.8 Precisión de servicio

La precisión de servicio es una indicación de la eficiencia de planeamiento y programación.

En sí la precisión de servicio es la medición de la ejecución de los mantenimientos preventivos a tiempo y dentro de un margen del 10 % tanto para arriba como para debajo de la hora objetivo.

Benchmark : 95 % dentro del + / - del intervalo en horas “ objetivo “

#### **2.6.9 10 Principales problemas y paralizaciones por sistema**

Es el registro de los principales problemas identificados y que tienen que ser priorizados de acuerdo al número de paralizaciones y tiempos de paralización y ordenados por componente y por sistema.

Es considerado como un esfuerzo enfocado a la administración de equipo.

Estos problemas son posteriormente analizados para mitigarlos en lo posible, de acuerdo con técnicas que pueden ser desde el rediseño del componente hasta un simple cambio en las condiciones de operación del equipo.

Tales problemas son clasificados de acuerdo al modelo del equipo periódicamente para monitorear los avances realizados en las mejoras implementadas con el periodo anterior.

### **2.7 Reporte Mensual**

Es un informe detallado en el cual se plasma periódicamente, de forma minuciosa, todos los puntos explicados anteriormente para cada tipo de equipo, complementándose con la información de las tareas a implementar

en el siguiente periodo, así como también el mejoramiento del equipo que se ofrece como garantía o soporte técnico del equipo.

Esta información es realizada por el área de planeamiento en base a toda la información que es entregada por el área de mantenimiento, pero que es previamente procesada por planeamiento para una correcta interpretación posterior, lo que es finalmente su fundamental objetivo. Se presenta tanto como cuadros tabulares, gráficos, tendencias, etc.

## **CAPITULO III**

### **III. PLANTEAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

#### **3.1 Antecedentes**

En el transcurso de las actividades de mantenimiento convencional a través de los proyectos mineros, en los que las tareas de mantenimiento se viene desarrollando de una manera progresiva, con un enfoque al mejoramiento y calidad de todas sus trabajos; es que a MYSRL esto no le es ajeno.

Durante estos últimos años la tarea de la Gerencia de Mantenimiento de MYSRL, viene implementando técnicas de última generación para el mejoramiento total de todos sus trabajos, dándole una absoluta importancia a la gestión de seguridad y medio ambiente, sin descuidar, claro está, el fin fundamental que persigue, que es el brindar un gran soporte técnico – operativo de sus activos, que vienen a ser los equipos de producción minera.



Caterpillar comprende esto, como vendedor de sus productos, y brinda a sus clientes toda una gama de soporte tecnológico en su maquinaria, así como el soporte técnico que es de fundamental interés para la manutención de los equipos de última generación.

Mediante una comunicación recíproca y permanente, es que el distribuidor, en este caso Ferreyros S.A.A., recibe y entrega información actualizada de los problemas en los equipos a Caterpillar para una continua mejora en las labores de mantenimiento, para una total satisfacción del cliente. Todo lo cual no sólo consiste de intercambio de información técnica, sino que también, realiza auditorias permanentes para supervisar el desarrollo de las tareas de mantenimiento y un constante entrenamiento de personal referente a técnicas y maquinaria Caterpillar .

## **3.2 Manejo Convencional del Mantenimiento**

### **3.2.1 Mantenimiento preventivo**

MYSRL al inicio de sus operaciones contaba con programas de mantenimiento preventivo básico, lo cual limitaba de manera consistente un posible desarrollo, esto debido básicamente a que el personal para tales tareas no se encontraban capacitados en las técnicas de registros de sus labores adecuadamente, lo que redundaba en planes de labores inadecuados y fuera de tiempo, produciéndose un alto costo de mantenimiento en general.

Las labores de inspecciones eran prácticamente nulas, resultando en un elevado índice de paralizaciones, esto traducido como un bajo MTTR. Como consecuencia de que en términos de mantenimiento predictivo no se encontraba desarrollado adecuadamente, se podría citar que los análisis de aceite no eran tomados en consideración para una programación adecuada de labores de corrección o trabajos en determinados componentes en el momento adecuado; lo cual, siempre es altamente económico, porque se aprovecharía partes de los componentes que se encuentran en buenas condiciones y no perder por completo el componente con un alto costo de reemplazo.

No se contaba con buenas herramientas computacionales, software y hardware, con las cuales el manejo o registro de estas tareas son eficientemente ejecutadas.

No se contaba con técnicas adecuadas para el seguimiento de fallas recurrentes, lo que incrementaba las paradas de los equipos por problemas similares durante periodos de tiempo seguidos, lo que producía una baja disponibilidad del equipo.

### **3.2.2 Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento es realizado como los clásicos conceptos del mantenimiento correctivo, es decir, las tareas se realizan apenas ocurra una falla debido a que el equipo no puede seguir operando,

hasta que se le reestablezca sus funciones para las cuales fueron diseñados.

No se llevaba una contabilización de las tareas más comunes para su posterior análisis, lo que llevaba a un alto índice de paradas lo que se reflejaba en el indicador MTTR.

Al no haber un programa adecuado de mantenimiento predictivo, las tareas del mantenimiento correctivo se incrementaban, y personal adicional se programaba para poder tener una disponibilidad que operaciones exigía.

Cuando ocurría una falla que requería de la adquisición de repuestos estos se solicitaban en ese momento, lo que indicaba una inadecuada precaución ante las posibles eventualidades que pudiesen presentarse.

### **3.2.3 Cambio de componentes**

El cambio de componentes se realizaba con una política de cambiar cuando fallen, esto era muy inconveniente porque producía una excesiva demora en la entrega del equipo cuando estos ingresaban por cambio de componentes. Todo esto traducido como un desinterés en la programación del cambio de componentes.

En los programas actuales de mantenimiento en lo que se refiere al cambio de componentes, se cuenta con un respaldo de componentes en stock lo que reducía de manera dramática los tiempos de estos cambios, pero en los inicios esto no era real, lo que se realizaba era, al momento de la falla retirar el componente que fallo enviarlos al centro de reparaciones y esperar el regreso para que se instale, esto era no sólo altamente costoso, debido a que los componentes llegaban dañados sin posibilidades a reutilización, sino que también influían de manera negativa en el índice de disponibilidad del equipo.

El envío de estos componentes no iba acompañado de una evaluación técnica completa para el respectivo análisis de falla, esto generaba que al retorno del componente se corría el riesgo, de que al ser reinstalados, pudiesen fallar por el mismo problema. Esto quiere decir que la retroalimentación de información referente al componente era incompleta, lo que como ya se vio anteriormente, era perjudicial para una buena gestión de mantenimiento.

Finalmente no se llevaba un control o historial de los cambios de componentes, ni la respectivo identificación de los mismos con el fin de tener una adecuada y detallada edad de cada componente, que es muy importante en el caso de un reclamo posterior ya sea por garantía o por deterioro durante el transporte.

### 3.2.4 Áreas de mantenimiento

Se podían identificar áreas desarrolladas inadecuadamente tales como mantenimiento, planeamiento y logística, dentro de las cuales la comunicación externa era una actividad poco común.

El área de mantenimiento carecía de técnicas con las que pudiesen realizar su labor, adecuadamente, a mencionar la tecnología informática, el registro de trabajos en forma completa y/o detallada. El personal no se encontraba actualizado con los nuevos métodos e innovaciones que en los equipos se desarrollaban, el entrenamiento no era permanente ni se tenía un programa, lo cual disminuía la capacidad técnica de los mantenedores, con el consiguiente aumento en los tiempos de las tareas de mantenimiento.

El personal para el mantenimiento predictivo y proactivo, era el mismo que para el mantenimiento preventivo reduciendo de esta forma las habilidades que para cada tarea en particular se requería, se destaca en este punto que los trabajos que requerían atención inmediata eran postergados inadecuadamente, produciéndose posteriormente demoras no programadas y trabajos de mala calidad debido a que los trabajos del mantenimiento correctivo eran las de mayor volumen. No se encontraba registrado adecuadamente el seguimiento de componentes.

El área de planeamiento se encontraba en un gran desfase, no se presentaban reportes en tiempo real, el registro de las paradas de los equipos era una actividad poco desarrollada, no se realizaba labores de mejoras en base a los resultados debido a que estos no representaban las condiciones a las cuales se desarrollaban las tareas de mantenimiento por lo que no se producía propuestas de desarrollo o ventanas de oportunidad en el momento oportuno.

Se presentaban indicadores que no cubrían por completo la gestión de mantenimiento, afectando así, el correcto enfoque para la eliminación de malas prácticas y metodologías.

Sobre las coordinaciones para la solicitud inmediata de repuestos por maquina parada con el área de logística, terminaban por perderse información debido, principalmente, por el mal seguimiento y registro de tales tareas.

El área de logística era una especie de empresa privada que sólo mantenía al día su stock de máximos y mínimo , y no coordinaba adecuadamente sus labores de solicitud de repuestos de emergencia, como es cuando una máquina se encuentra inoperativo por la falta de un repuesto.

### **3.3 Adquisición de Equipos Caterpillar**

Ante toda esta situación que venía desarrollándose en MYSRL los indicadores de disponibilidad, que era el más crítico, venía disminuyendo de manera progresiva, lo que como es lógico perjudicaba de manera sistemática los objetivos de producción trazados por el área de mina. Entonces se necesitaba, con urgencia, equipos que cubran estas necesidades de producción al más corto y, adicionalmente, con un fuerte respaldo tanto de garantía como de repuestos, y con una disponibilidad alta, todo lo cual nos daba una indicación de adquisición de equipos de alta tecnología y sobre todo confiables para los trabajos de la gran minería a tajo abierto.

#### **3.3.1 Problemática sobre manejo de nuevas tecnologías**

El contar con estos equipos de avanzada, traía consigo que los mantenedores adquirieran nuevas técnicas para el mantenimiento de tales equipos, los cuales eran de características totalmente diferentes a sus homologos anteriores. Esto trajo como consecuencia que al adquirir estos equipos se implantara un nuevo tipo de gestión de mantenimiento, diferente desde todo punto de vista, al que venía ejecutándose.

Este nuevo tipo de gestión de mantenimiento se le denomina MARC (mantenimiento y reparación de componentes) por sus iniciales en ingles que significa Mantenimiento y Reparación de Componentes.

Las nuevas tecnologías que estos equipos presentaban son principalmente, mejoras con adicional de las tecnologías informáticas, es decir la inclusión de computadores que se encargan en cierta manera del manejo y monitoreo del equipo durante su régimen de operación para facilitarle al operador, el manejo en condiciones más seguras y eficientes, tanto para el equipo, el operador e incluso para el mantenedor.

El manejo y utilización de tales equipos, requería de mano de obra calificada, para el mantenimiento, el planeamiento y su respectiva logística. Es por ello que la nueva gestión de mantenimiento tipo MARC incluía un completo programa, que abarcaba todo lo anteriormente expuesto, en el cual se ofrecía una buena disponibilidad inmediatamente los equipos Caterpillar se pusieran a operar.

Entonces, se puede apreciar la gestión de mantenimiento tipo MARC es un producto de venta adicional al equipo, que es en sí el mantenimiento del mismo luego de la compra de estos activos.

### **3.3.2 Módulos computarizados de monitoreo**

Estos vienen a ser las computadoras mencionadas en el punto anterior, las cuales forman parte del equipo y que su función primordial es la de monitorear las condiciones a las cuales se encuentra sometidos las diferentes partes del equipo, con la finalidad



de indicar al operador, al mantenedor o al despachador, el estado real de la unidad en tiempo real. Esto con el objetivo de manejar, con la ayuda de herramientas informáticas, eficientemente y de manera más confiable el mantenimiento, y seguir con la visión que se persigue, en el mismo, que es “ la gestión de mantenimiento registrará al equipo y el equipo no registrará a la gestión de mantenimiento “.

Los módulos computarizados pueden estar presentes en un equipo desde uno hasta seis, es decir un equipo puede presentar hasta seis computadoras que pueden monitorear al equipo en su totalidad, lo cual puede cubrir sistemas como frenos, dirección transmisión y el primordial que es el del motor, para ello la computadora instalada obtiene información de las diferentes condiciones en las que se encuentra actualmente, a través de sensores, transductores, switches e incluso computadoras.

Actualmente se viene implementando una tecnología que permita el monitoreo del equipo de manera satelital, esta nueva tecnología combina técnicas del monitoreo a bordo con satélite, para monitorear la unidad desde una computadora instalada en una oficina.

## **CAPITULO IV**

### **IV. DESARROLLO DE LA GESTIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO**

#### **4.1 Antecedentes**

En la adquisición de un nuevo tipo de gestión de mantenimiento, se veía una modificación tanto en las labores de mantenimiento como en las interrelaciones de los departamentos involucrados con mantenimiento.

Por un lado un inmediato control sobre todas las tareas de mantenimiento, y el seguimiento efectivo de las condiciones de los equipos mediante la aplicación de las nuevas técnicas informáticas, adicionalmente se encontraban mejoras con la continua comunicación entre los diversos departamentos involucrados.

La periódica y permanente evaluación de la gestión mediante la entrega de los informes mensuales, resaltaba los puntos de mejora continua que se utilizaban como herramientas para corregir fallas que se producían durante la operación de los equipos en determinadas condiciones.

## **4.2 Manejo de Mantenimiento Tipo Caterpillar**

En la aplicación de este nuevo tipo de gestión de mantenimiento, se vienen ejecutando técnicas desarrolladas por Caterpillar en todas sus operaciones a nivel mundial con la particularidad de que las mejoras conducidas en este proyecto son tomadas por Caterpillar como modelo para sus demás puntos de operación a nivel mundial.

Entonces los reportes mensuales de la gestión de mantenimiento son enviadas también a Caterpillar para su posterior análisis por parte de ellos, los que a su vez son enviadas de regreso al MARC Yanacocha con las respectivas mejoras para ser inmediatamente aplicadas, lo que es muy efectivo porque se cuenta con el respaldo y experiencia global en donde se encuentran operando con maquinaria Caterpillar.

Se presentará seguidamente la estructura de cómo está conformado este tipo de gestión, la descripción de sus computadoras y su administración en mantenimiento y la planificación del mantenimiento en cada uno de sus centros operacionales.

### **4.2.1 Mantenimiento programado**

La estructura básica de un mantenimiento preventivo, según la visión Caterpillar, consiste de un riguroso seguimiento a las tareas que mantenimiento a través del personal mecánico deberá cumplir para el correcto desempeño de las funciones del equipo, lo cual se registra por

una cartilla de control de tarea llamado Check List o lista de chequeo que consiste de tareas, que previamente habiendo sido estudiadas para aprovechar al máximo el tiempo del mantenimiento, son conducentes a mantener al equipo operando en las condiciones para las cuales fueron diseñados hasta un aproximado de tiempo que es un periodo en que se efectuará el siguiente mantenimiento preventivo. Otra de las características de esta lista de chequeo es que, se encuentra en permanente estudio por personal especializado, para la reducción de tiempos en cada caso aplicativo, vale decir las mejoras se implementan de acuerdo a las condiciones particulares de cada núcleo operacional.

Aquí también se incluye a personal de monitoreo llamado inspectores, cuya función principal es la de realizar tareas específicas que se enmarcan dentro del concepto de mantenimiento predictivo, para lo cual cuentan con información y herramientas especializadas para tal fin. Entre otras tareas se pueden resaltar las labores de inspección de fisuras en las súper estructuras de los equipos y su respectivo registro, desgaste de componentes y juegos de secciones articuladas, muestreo de los aceites, información histórica de muestras de los tapones magnéticos, información histórica de chequeo de las muestras de los filtros.

Adicionalmente estos inspectores realizan diariamente inspecciones durante la operación del equipo, tanto generales como específicas si es que se requiera para hacer una evaluación de alguna falla en particular, luego esta información es entregada al personal de mantenimiento de taller para la respectiva toma de acción.

Si es que el plan diario de trabajos requiere alguna mejora, se realiza la evaluación in situ, para el registro adecuado y la posterior modificación, esto es lo que Caterpillar maneja de una manera eficaz, dándole un soporte a sus equipos a nivel mundial.

El área de planeamiento programa las órdenes de trabajo para ejecutarlas de acuerdo al plan diario y registra todas estas órdenes, mediante los horómetros de los equipos que estas indicadas en tales órdenes se saca la precisión de servicio para su posterior reporte en el reporte mensual.

El área de logística entrega un kit de repuestos el cual consta de un completo conjunto de repuestos e insumos para la ejecución del mantenimiento programado.

#### **4.2.2 Mantenimiento no programado**

El mantenimiento no programado, según la visión Caterpillar, son todas aquellas actividades que deberán ser ejecutadas en el momento en que ocurra la falla y que deberán tomarse como uno de los puntos importantes para desarrollar métodos que minimicen, anulen o contrarresten estas fallas; se trata de buscar las raíces por las cuales son originadas las fallas en los equipos con la finalidad esencial de analizarlas, registrarlas y dar una solución posterior.

Mantenimiento como área ejecuta labores para reestablecer las funciones de los equipos cuando una falla ocurre, esto es realizar tareas correctivas las cuales deberán ser detalladas en las órdenes de trabajo y la respectiva evaluación posterior realizada para que no ocurran nuevamente.

En determinadas ocasiones no se cuenta con los repuestos a disposición por lo cual se crean unos trabajos correctivos que deberán realizarse posteriormente en forma programada, los cuales se denominan backlogs, en los cuales se especifican los repuestos que faltan y las labores que serán ejecutadas apenas se cuente con la disposición de tales repuestos. El seguimiento y registro de estos backlogs son realizados de forma detallada por el área de logística y planeamiento. Cuando uno de estos backlogs se encuentra a disposición para su respectiva ejecución, es decir el pedido de

repuestos se encuentra en almacenes, inmediatamente mantenimiento es comunicado para la respectiva programación y ejecución de dichas tareas.

Dentro de todo este marco, es que ingresa a tallar el monitoreo de condiciones, el cual al detectar una falla ya sea dependiente con el tiempo o en base a las condiciones programa tareas que deberán ser ejecutadas si es que no se quiere que esta falla ocurra de manera no controlada, con la finalidad de manejar las consecuencias que pudiesen resultar en un alto costo y tiempo de parada de equipo.

El área de planeamiento, entonces, registra estas fallas y las agrupa por sistemas, para posteriormente reportarlas en el reporte mensual. Estos datos son evaluados por mantenimiento para anular las posteriores ocurrencias. Caterpillar solicita también, estos datos para analizarlas y dependiendo de los registros de los demás núcleos operacionales, entregar modificaciones a sus diseños o cambios de componentes, en una régimen de entregar a sus equipos una máxima disponibilidad.

#### **4.2.3 Programa de cambio de componentes**

Esto viene a ser un programa, tipo mantenimiento predictivo, analizado completamente por Caterpillar para todos sus componentes los cuales tienen un tiempo de vida promedio, en el cual no se

producirán fallas catastróficas en las partes internas del componente. Durante este período el componente trabajará sin problemas pero al término de este tiempo es conveniente cambiarlo con la finalidad de controlar las fallas por desgaste excesivo del componente, evitando de esta forma paradas inesperadas y elevados costos de reparación del componente.

Estos cambios son programados de acuerdo a la disponibilidad de componentes en el área de trabajo y las horas del componente, todo lo cual es coordinado en conjunto con mantenimiento, planeamiento y logística, a señalar es que mantenimiento debe de tener conocimiento de estas labores para preparar facilidades y ejecutar el cambio, el área de planeamiento se encarga de registrar, programar y mantener la comunicación entre las demás áreas, finalmente logística señalará la respectiva disponibilidad de componentes, el envío y recepción de los mismos del centro de reparación de componentes.

Ocasionalmente ocurre fallas que escapan a este programa, por condiciones que se establecen posteriormente, en un análisis de falla del componente. Entonces se toma como un mantenimiento correctivo, pero con una gran similitud al cambio del componente programado, es decir, todas las labores son idénticas para el respectivo cambio con la única diferencia, que se tiene que entregar por parte de mantenimiento un informe detallando el motivo del cambio o de la



falla del componente luego del cual planeamiento actualiza la información del componente en una red informática interna para poder establecer de cierto grado si es una falla para un reclamo por garantía o por exceso en el tiempo de cambio programado.

Los componentes llevan grabados unos códigos que son sus identificadores, una especie de nombre propio, para evitar errores posteriores si es que no se ha registrado adecuadamente el cambio de un componente, también se usa para poder tener una mejor referencia de los componentes si por algún motivo se hace seguimiento a un componente en particular, y de esta manera un tercero puede monitorear a determinado componente.

### **4.3 Uso de Computadoras en Mantenimiento**

A continuación se describirá cada uno de las computadoras, equipos electrónicos y software usados por Caterpillar para monitorear sus equipos, así como también se describirá los paquetes informáticos que MYSRL a implementado en el manejo tanto operacional como de mantenimiento de los equipos que ha comprado.

#### **4.3.1 Módulo Computarizado Electrónico ( ECM )**

Se describe ECM por su denominación en ingles que significa modulo computarizado electrónico, el cual es en sí una computadora que presenta un sistema operativo y un programa para que pueda operar

adecuadamente y en el que se pueden encontrar desde datos, programas hasta diferentes transductores los que cumplen una función específica dentro de su estructura para lo cual fue diseñado.

Cabe resaltar que no todos los equipos Caterpillar llevan el mismo tipo de computadoras, equipos electrónicos ni software, sino que se usan cada uno de ellos de acuerdo al régimen operativo de la unidad por lo cual deberá contarse con la instrucción para cada una de estas herramientas tanto para el operador como para el mantenedor.

El ECM como un computador recibe señales de las diversas partes del equipo para que luego puedan ser procesados, analizados y de acuerdo a un programa establecido y grabado en el modulo, puedan entregar una respuesta determinada para el adecuado uso del equipo en el cual se encuentra instalado.

En algunas ocasiones los ECM están diseñadas exclusivamente para un determinado sistema , esto es, que tiene órdenes, gráficos y programas que obedecen particularmente a las características de un particular sistema ya sea transmisión, frenos o motor.

#### **4.3.2 Software Caterpillar para monitoreo**

Estos softwares están diseñados para el monitoreo de funciones vitales del equipo tales como temperatura de refrigerante, temperatura de

aceite hidráulico, temperatura de aceite de transmisión, nivel de combustible, etc. Dentro de la denominación de cada uno está incluido el computador o el hardware donde almacena y opera sus funciones.

Estas funciones vitales son visibles permanentemente por el operador para que pueda monitorear en todo momento estas funciones y de esta manera evitar alguna falla catastrófica en los componentes vitales del equipo.

Cuando alguna de estas funciones alcance un determinado valor crítico para el equipo el software arroja una señal de alarma para que el operador identifique primariamente la falla a la que está operando el equipo, estas alarmas son de tres niveles:

- **Primer nivel:** Solamente parpadea un indicador de alerta. No se requiere acción inmediata. Este nivel avisa al operador que un sistema necesita pronta atención.
- **Segundo nivel:** El indicador de alarma y la lámpara de acción parpadean. Este nivel requiere que el operador cambie la operación de la máquina o que realice un mantenimiento al sistema. El cambio de operación de la máquina reducirá las temperaturas excesivas o la sobre revolución del motor. De no ser así se ocasionara un daño severo en los componentes.

- **Tercer nivel:** El indicador de alarma y la lámpara de acción parpadean y la alarma de acción suena. Este nivel requiere que el operador apague la máquina de manera segura. Este nivel puede resultar en un posible daño al operador o un daño severo a los componentes.

La descripción de cada software se detallará a continuación:

- **VIMS:** Sus iniciales en inglés significan Sistema de Monitoreo de Información Vital, este software es el más completo con el que se cuenta actualmente para cubrir una gran cantidad de funciones de monitoreo, y funciones que el mantenedor activándolo oportunamente puede utilizarlo como una herramienta potencial para detectar fallas operacionales o del sistema. En los equipos tales como camiones y cargadores frontales cuenta con la ayuda de los demás ECM para poder realizar funciones básicas de monitoreo y adicionalmente de detección de fallas que el mantenedor puede usarlos para diagnóstico. Cuenta con una capacidad de memoria capaz de guardar datos del equipo durante 30 minutos, esto es puede guardar datos registrados por todos los sensores que se encuentran registrados de todos los ECM para poder realizar, por parte del mantenedor, evaluación, pruebas y diagnósticos.

- **VIDS:** Sus iniciales en ingles significan Sistema en Pantalla de Información Vital, es muy similar al VIMS pero no cuenta con la capacidad para guardar datos durante 30 minutos, sólo se limita a guardar datos tales como configuraciones de propiedades del equipo, calibraciones, etc. El operador cuenta con un teclado adicional del que presenta el VIMS, para poder realizar sus funciones de calibración y configuración.
- **CMS:** Sus iniciales en ingles significan Sistema de Monitoreo Caterpillar, es muy similar al VIDS pero no cuenta con funciones de configuración.

El TPM sus iniciales en ingles significan Monitoreo de Peso de Carga Total, es diferente al los conceptos anteriores pero presenta su misma estructura, esto es sólo registra todos los datos de carga del equipo tales como número de ciclos, total de carga, toneladas por número de ciclos, etc. Esta información es básica para los camiones y cargadores y es descargada por el VIMS a través de una computadora personal.

#### **4.3.3 Herramientas Electrónicas**

Estas son herramientas electrónicas que son utilizadas por el mantenedor para realizar pruebas, diagnosticar fallas, realizar calibraciones y configuraciones de parámetros, para ello necesitan herramientas no convencionales para el técnico de mantenimiento.

Se pueden distinguir dos herramientas básicas las cuales son:

- **ET:** Sus iniciales en inglés significan Técnico Electrónico, es casi aplicable a todas las máquinas Caterpillar, esta herramienta es capaz de detectar fallas eléctricas o de máquina, sin necesidad de recurrir a planos o a otras herramientas de diagnóstico. Realiza pruebas, diagnóstica fallas, realiza calibraciones y configuraciones de parámetros. Las mediciones que se puede realizar con esta herramienta son más precisas para poder realizar algún diagnóstico que con herramientas convencionales podría ser muy tedioso o inexacto. Uno de las resaltantes características es el poder realizar un corte de inyectores para poder evaluar un motor electrónico, y así de esta manera se vienen implemento año tras año las versiones de esta herramienta electrónica adicionando más opciones de diagnóstico y evaluación. Para realizar este tipo de labores el ET que es en si un software instalado en un computador convencional, necesita estar conectado al equipo que cuente con este sistema para comunicarse con los ECM a diagnosticar.
- **Data View:** Esta herramienta se creo con el fin de poder evaluar en forma más precisa equipos que no cuentan con ECM que realicen monitoreo continuo de partes básicas del equipo. Se puede mencionar si es que se desea evaluar la

pérdida de fuerza de un motor que no es electrónico entonces se reemplazan sus sensores por otros que están adaptados a una maleta electrónica capaz de realizar las veces del ET pero con ciertas limitaciones que son las de calibraciones, configuraciones y pruebas. Por el contrario realiza cuadros comparativos en diversos regímenes del equipo que son fácilmente interpretados por el mantenedor para un correcto diagnóstico de la maquina y de una manera precisa.

#### **4.3.4 Softwares adquiridos por Minera Yanacocha S. R. L.**

Estos softwares han sido desarrollados por empresas diferentes a Caterpillar, las cuales no han tenido dificultad alguna para poder adaptarse una de la otra, muy por el contrario cada una de estas se han adaptado de manera que el beneficio que se ha ganado es muy favorable si se compara con la inversión hecha por MYSRL.

A continuación se describirá cada uno de estos software y el propósito de su aplicación en mantenimiento.

##### **4.3.4.1. Sistema de Manejo de la Información Mincom ( MIMS )**

Muchas definiciones podemos dar a MIMS, pero para ser más breve debemos conocer su origen de nombre. MIMS es MINCOM INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM

Para mejorar más nuestra visión de MIMS, definiremos que es un poderoso y moderno sistema integrado de información computacional desarrollado para compañías de intensivo nivel de capital que compiten a nivel mundial, estas empresas deben realizar grandes esfuerzos para coordinar el cumplimiento de objetivos de materiales, estadísticas, finanzas, mantenimiento y otras especialidades para lograr con éxito todos los esfuerzos entregados al negocio y se esa manera cumplir con la confianza entregada por accionistas que requieren utilidades por sus inversiones y como consecuencia seguir avanzando en un mundo con mercados cada día más competitivos.

MIMS es usado por empresas y organizaciones de todo tipo, desde la industria minera, petróleo y combustibles, empresas de servicios, aéreas, manufacturas e incluso organismos de defensa.

Desde el punto de vista de las personas que trabajan en minería, para la mayoría el sistema MIMS ha generado en forma automática mejores y potenciales expectativas de desarrollo en el ambiente minero, esto desde el momento en que comienzan a desarrollar sus trabajos apoyados por la herramienta, si bien es bastante conocido que las grandes



compañías mineras están usando MIMS como un estándar, han adoptado procesos como parte de la implantación, todos ellos son privilegiados al momento que se instala una nueva empresa minera y llama a su postulación en su proceso de reclutamiento, a personas con algunos años de experiencia en minería conocimiento del idioma inglés, conocimientos de herramientas del MS office y conocimiento de MIMS.

El acceso al sistema esta determinado por la posición que los empleados tienen en la compañía, esta posición tiene privilegios y montos asignados que permiten a los usuarios del sistema mantener la seguridad y la integridad de los datos del negocio, que son administrados con el sistema MIMS.

Para entrar al sistema se debe poseer un código de usuario, definido para identificar a cada persona que intente conectarse a MIMS, de la misma manera, el código de usuario no le garantiza que usted ya esta habilitado para trabajar, se requiere una definición de su perfil o ámbito de trabajo permitido en los diversos módulos disponibles para su trabajo.

Finalmente quienes tengan definidos todos estos elementos necesitan mantener su propia clave (password), que como se

sabe es la llave para realizar todas las transacciones electrónicas, MIMS también requiere se este elemento de permiso de acceso al sistema.

Userid	Codificación usada para identificar a los diferentes usuarios
Password	entre 5 y 10 caracteres
Posición	Una de las posiciones que usted tiene en la compañía

El Password es la clave actual, no obstante por ser esta la primera vez que se conecta, debe ingresar el mismo USERID. El New Password es la clave actual nueva que usted va a usar ( debe ser secreta y es intransferible ). Confirm es cuando, nuevamente, el sistema le pide que se ingrese otra vez su nueva clave para una confirmación.

## Pantalla 1

The screenshot shows a login dialog box titled "MIMS Open Enterprise Logm". At the top, there is a "Profile" dropdown menu set to "EDWIN SAIRE". Below this are two main sections:

- Host Login:**
  - Host Name ID: 192.168.138.1
  - Connection Info: 6000
  - User: mims
  - Password: (empty)
- MIMS Login:**
  - User: ESAI2806
  - Password: (empty)
  - District: fesa
  - Position: (empty)

At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons.

El sistema MIMS opera en forma estándar, a través de “pantallas “, es aquí donde con el pasar del tiempo las personas usuarias adquieren un lenguaje bien típico y simple, MIMS está tan bien estructurado que para el usuario no será difícil ubicar rápidamente un nombre de archivo, de reporte, programa etc. Por ejemplo la siguiente es una estructura de trabajo de MIMS.

Los usuarios primero van a manejar nombres de archivos, programas, reportes, etc. Que se forman con las letras MS, esto se forma solamente de:

MIMS

SYSTEM

Después puede ver que la tercera letra corresponde a las siguientes normas:

- M Si es una pantalla “ Mapping “
- O Si es un Operador en línea
- R Si es un Reporte
- F Si es un archivo “ File “

Después viene una serie de números o letras que definen justamente “LA SERIE “, es decir , a modo de ejemplos:

- 600 Serie correspondiente a registros de equipos
- 620 Serie de las órdenes de trabajo, en esta serie también se usan letras.
- 700 Serie de programación de la manutención
- 100 Serie referida a la catalogación.

Con esta estructuración, se forman por ejemplo los siguientes combinaciones y significados:

- MSO600 De acuerdo a lo explicado este es un programa de registro de equipos.
- MSF600 Este es el archivo de registro de equipos.
- MSB600 Es un Batch o paquete de registro de equipos.
- MSR620 Es un reporte de orden de trabajo.

MSM700 es un interfaz, mapping.

También existe un estándar respecto de “Que hace” cada uno de los programas MSO, en ese sentido, por lo normal aquellos que terminan en “O” son los que permiten actualizar mientras que los terminan en “1” , permiten revisar información, por ejemplo:

- MSO600 Permite actualizar o registrar
- MSO601 Permite revisar información de equipos
- MSO620 Permite actualizar o crear ordenes de Trabajo.
- MSO621 Permite revisar información de órdenes de trabajo

En las actuales versiones de MIMS se tiene la oportunidad de trabajar con pantallas objetos, estos son los llamados MSQ's, los cuales son más visuales, estos nuevos objetos que son de interfase entre el usuario y MIMS son más gráficos, y su estructura también tiene inserto un factor de agrupación, por ejemplo, el usuario puede navegar desde MSQ por toda una serie de las nombradas más arriba, es decir:

- MSQ600 Permite navegar desde la creación de un nuevo equipo, hasta la revisión, cosa que con lo

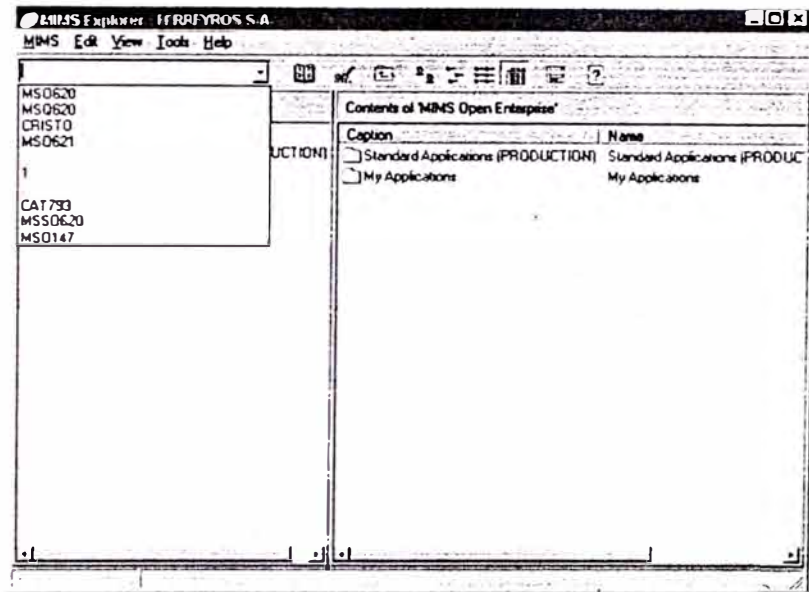
MSO's se hace activando el programa MSO620 y el programa MSO601.

MSQ620 Permite trabajar desde la creación de una orden de trabajo, hasta la revisión, tarea que con los MSO's lo haría con el programa MSO620 y con el MSO621.

La orden de trabajo es el registro de un trabajo individual de manutención para un equipo. El propósito principal de la orden de trabajo es planificar y posteriormente registrar las circunstancias operacionales y los costos asociados con el trabajo.

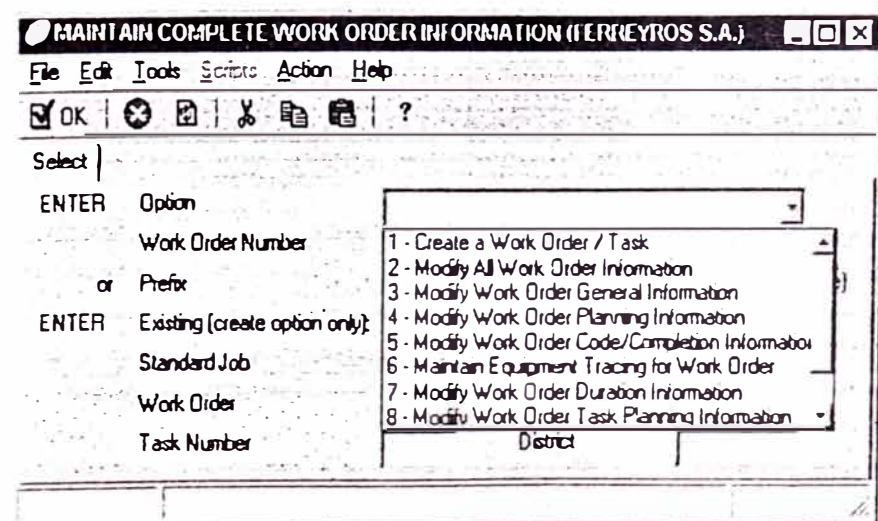
La orden de trabajo es el principal elemento usado para iniciar y encausar un trabajo en el sistema MIMS. Primeramente ingresamos a la Categoría MSO620 del MIMS. Pantalla 2.

## Pantalla 2



Posteriormente el sistema nos arrojará por defecto la ventana con todas las opciones para navegar y poder crear, modificar y eliminar cualquier orden de trabajo de acuerdo a la necesidad en el momento indicado. Como podemos observar en el cuadro siguiente Pantalla 3.

## Pantalla 3



El sistema una vez que escogemos la opción crear una orden de trabajo generará automáticamente una orden de trabajo hija la misma que consignará datos como la Orden de Trabajo padre única para cada equipo que tiene un duración de un mes que será el identificador de cada trabajo realizado.

Una vez generada la OT hija podemos ingresar los datos para poder completar la información requerida por el sistema como detallaremos a continuación: Pantalla 4.

- Descripción del trabajo
- Identificación del equipo ( ejemplo 12058 )
- Centro de costo
- Tipo de orden de trabajo
- Tipo de mantenimiento
- Grupo al que pertenece el equipo
- Orden de trabajo padre
- Tipo de documento originado ( IM inspección del mantenedor ).
- Identificador de sistema (1400 identificador sistema eléctrico).

Datos adicionales como la fecha de creación de la orden de trabajo, originador, localización, estado las asigna el sistema por defecto en función del identificador del equipo.



Posteriormente mediante la opción “ T “ que es la opción de escoger la tarea a realizar que pueden ser varias dentro de una misma OT. Aquí consignamos la tarea en forma correlativa, ingresamos también la descripción del trabajo a realizar, el grupo al que pertenece el equipo, también el código de la tarea que puede ser cambiar ( CA ), instalar, limpiar, calibrar etc. Pantalla 5.

Pantalla 4

WORK ORDER - GENERAL INFORMATION (FERREYROS S.A.)			
File Edit Tools Scripts Action Help			
OK   [Icons]   ?			
Information			
Work Order Number	00065428	Prefix	Standard Job District
Description of Job	cambio de bulbos stop		
Capital Work Order	N	(Y/N)	
Equipment Number or Reference	CAMION CATERPILLAR 785C-05A200111		
	012058	N° SERIE 05A200111	
Equipment Status	OP	OPERATIVO	Location MINA MINA
Cost Centre/Account	11014121	CD PRODUCCION CARACHUGO MANTEN	
Originator	000002806	SAIRE CHANI EDWIN	
Date Raised	14/01/03	Date Required	
Originator Priority		User Status	
Work Order Type	CC	CARGO CLIENTE	
Maintenance Type	CN	CORRECTIVO NO PROGRAMADO	
Component Code			
Modifier Code			
Work Group or	CAM	GRUPO MANTENIMIENTO CAMIONES	
Assign to Individual	000002806	SAIRE CHANI EDWIN	
Project			
Parent Work Order	YA008829	MISCELANEOS Y CORRECTIV	Related WO
Originating Doc Type	IM	and No.	1400
Action	T	Printer	CUNPFESUT

## Pantalla 5

The screenshot shows a software window titled "WORK ORDER TASK INFORMATION SERVICIOS S.A.". The interface includes a menu bar (File, Edit, Tools, Reports, Action, Help) and a toolbar. The main area is divided into several sections:

- Information:**
  - Work Order Number: 00055428
  - Work Order Task: 001
  - Work Group or Centre: CAM
  - Assign to Individual: (empty)
  - Job Description Code: CA
  - Safety Instr. Code: (empty)
  - Completion Instr. Code: (empty)
  - Completion Text Code: (empty)
- Planning:**
  - Plan: (empty)
  - Start Date: (empty)
  - Finish Date: (empty)
  - Offret Days: (empty)
  - Unit of Work: (empty)
  - Sched. Units/Day: (empty)
  - % Complete: (empty)
  - Units Required: (empty)
  - Units Complete: (empty)
  - Est. Mach. Hrs: (empty)
- Resource Table:**

Type	(E/G)	Component	Modifier	Sequence
* Rercc	Crew	RSC	Est. Hrs	Act. Hrs
1	MEC	1	1	2
- Action:**
  - Printer: (empty)

En este cuadro consignamos el recurso a ser utilizado, tipo de personal que ejecutará la tarea, que puede ser un mecánico, electricista, inspector, supervisor, cantidad de personal así como el tiempo estimado de la tarea a realizar.

Una vez ingresado a la tarea escogemos la opción "i" para poder generar el requerimiento de almacén en el caso que se necesite repuestos para ejecutar la tarea, aquí se consigna el tipo de transacción NM (normal) y para poder identificar el personal se consigna el nombre del mismo pantalla 6.

Una vez que ingresamos a pantalla de generación del vale de almacén. Ingresamos la cantidad de repuestos, definimos la

unidad de medida que puede ser piezas, kits, conjuntos, metros, y el número de parte del repuesto, pantalla 7.

### Pantalla 6

The screenshot shows a 'WAREHOUSE REQUISITION' form with the following fields and values:

- Warehouse: FESA
- Tran. Type: NM
- Requested By: SAIRE CHAN EDWIN
- Date Required: 14/01/03
- Priority: [blank]
- Delivery Location: [blank]
- Wk. Ord./Proj: 0005428
- Equip. Ref.: [blank]
- Cost Centre: [blank]
- Albc: 100.0
- Albc: [blank]
- Picking Slip/Delivery Instructions: Lopez Carlos
- Mater. Instr.: M
- Issue Question 3: [blank]
- Issue Question 4: [blank]
- Material Group Code: [blank]
- Partial Issues Allowed: Y (Y/N)
- Protected Requisition: [blank]
- Action: [blank]

Una vez concluido el ingreso de todos los repuestos que se van a solicitar a almacén, el sistema nos genera el vale de salida con el cual el mecánico podrá retirar los mismos del almacén, pantalla 8.

El sistema MIMS provee la forma potencial de búsqueda de órdenes de trabajo, esto tiene ventajas que podemos señalar para la optima utilización del sistema, también es útil el uso de las revisiones de órdenes de trabajo para evitar la duplicidad en el sistema, para poder saber en que estado se encuentran los requerimientos de trabajos elevados en el

sistema y también para tomar medidas de ejecución de aquellos que estén pendientes en algunas operaciones.

### Pantalla 7

The screenshot shows a window titled 'REQUISITION ITEM DETAILS (FERREYROS S.A.)'. It contains a menu bar (File, Edit, Tools, Search, Action, Help) and a toolbar with icons for Save, Print, and Cancel. The main area is divided into sections for 'Warehouse Req.' and 'Purchase Req.'. The 'Warehouse Req.' section shows 'Items' with 'Qty.' 2, 'UOM' 'PZA', and 'Type' 'P'. The 'Purchase Req.' section shows 'Type Id/Description' '9K3463' and 'Act.' '-'. Below this, there are fields for 'Part Issues' (checked), 'PURCH.REQ.' Mnemonic, 'Part No.', and 'Proc. Est. Price'. The second item shows 'Qty.' 1, 'UOM' 'PZA', 'Type' 'P', and 'Type Id/Description' '9K4492'. It also has 'Part Issues' checked and 'PURCH.REQ.' Mnemonic. At the bottom, it says '(Type A/C/D/G/M/P/S)'. The page number 'Page 001/001' is visible at the bottom left.

### Pantalla 8

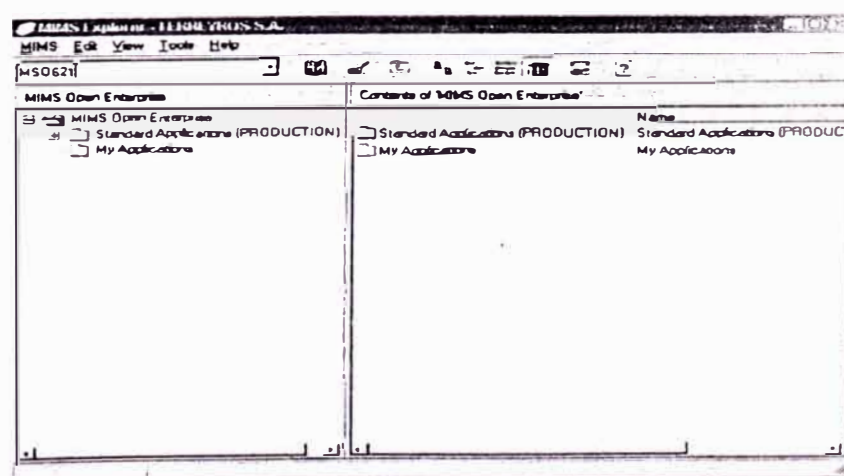
The screenshot shows a window titled 'REQUISITION ITEM DETAILS (FERREYROS S.A.)'. It contains a menu bar (File, Edit, Tools, Search, Action, Help) and a toolbar with icons for OK, Print, and Cancel. The main area is divided into sections for 'Warehouse Req.' and 'Purchase Req.'. The 'Warehouse Req.' section shows 'Items' with 'Qty.' 1, 'UOM' 'PZA', and 'Type' 'S'. The 'Purchase Req.' section shows 'Type Id/Description' '000296814' and 'Act.' '-'. Below this, there are fields for 'Part Issues' (checked), 'Actual Price' '12.4300', and 'PURCH.REQ.' Mnemonic. The second item shows 'Qty.' 2, 'UOM' 'PZA', 'Type' 'S', and 'Type Id/Description' '000296814'. It also has 'Part Issues' checked and 'Actual Price' '4.8400'. The page number 'Page 001/001' is visible at the bottom left.

Los programas de revisión tienen un sinnúmero de utilidades, algunas son descubiertas por el propio usuario y son

agregadas a nuevos programas de entrenamiento mediante MSO621 las pantallas se muestran a continuación.

El programa de MIMS MSO621 revisa órdenes de trabajo en forma específica o como resumen de acuerdo a ciertas condiciones, por grupos de trabajo y también por medio de tareas en particular. La búsqueda a través del programa es simple, se requiere conocer como utilizar los filtros que el sistema proporciona y como antecedentes importantes para el manejo de rangos, el uso optimo de esta pantalla tiene que ver, con una mayor práctica o uso de ella. Se activa desde un icono en la pantalla 9.

### Pantalla 9



Al hacer click en la caja de dialogo se despliegan las opciones para la revisión de las órdenes de trabajo:



- Specific work order information
- Work order task(s) information
- Work order summary information
- Work group task information
- Search by reference codes.

Nosotros veremos esta opción.

### **Work order summary information.**

Esta opción muestra la información de una o varias órdenes de trabajo, existen varias condiciones de búsqueda, podemos utilizar la opción 3. Para observar mejor pantalla 10.

**MINCOM WO/task stat:** se utiliza para filtrar aquellas órdenes de trabajo de acuerdo al estado de estas:

“ O ”	Open Abiertas
“ C ”	Completed Terminadas y cerradas
“ A ”	Authorised Autorizadas y abiertas
“ U ”	Uncomplete No completadas que e. tén abi rtas y autorizadas.

**Equip Search Type / equip search key:** son dos campos que se usan juntos. El primero indica clase de búsqueda de equipo. las alternativas son :

- E : Para indicar que la búsqueda será por equipo.
- C : Para realizar la búsqueda a través del equipment class.
- G : para realizar la búsqueda a través de Equipment group identifier EGI (identificador de grupo de equipo)
- I : Para realizar la búsqueda a través de una lista de equipos.
- N : Para realizar la búsqueda a través de ubicación de equipo.
- P : Para indicar que la búsqueda a través de la unidad productiva.
- S : Para realizar la búsqueda de los equipos por equipment status.

**Equip Search key:** este filtro se utiliza para buscar los equipos por equipment status.

**Originator:** es otro filtro disponible para realizar una búsqueda de orden de trabajo a través de la persona que inicio la orden de trabajo, ingresando su userID. En caso de no recordar el código de usuario, el signo de interrogación proporciona la información en línea desde las tablas de donde esta almacenada la información.

**Account / cost Centre:** Ingrese la cuenta o el centro de costo al que han sido cargadas las órdenes de trabajo que se requieren revisar.

**Parent Work order:** Ingrese el número para filtrar las órdenes de trabajo pertenecientes a una orden de trabajo padre.

**Work Order:** El work group es otro parámetro que puede utilizarse como filtro o condición para realizar la búsqueda. Ingrese el grupo de trabajo al cual han sido cargados los trabajos a revisar.

**Assign To Individual:** Ingrese el userID de la persona a la cual le ha sido signada la orden de trabajo a revisar.

**Project Number:** Ingrese el número de proyecto para buscar las órdenes de trabajo pertenecientes a dicho proyecto.

**Raised Dates / Planned Start dates / To:** Las fechas de origen y fecha planificada tanto de partida como así también de termino en ambos casos pueden utilizarse como filtros de revisión, pueden utilizarse como filtros de revisión, pueden ingresarla a través del siguiente formato:



Día	mes	año	Formato
30	Enero	1996	300196
30	enero	1996	30/01/96

**Current District Only:** Distrito actual, No modificar.

**Additional Filters:** existen estos parámetros que pueden ser usados para condicionar la búsqueda de una orden de trabajo, al digitar una Y, el sistema va a la pantalla MSO621B y muestra los campos de búsqueda por prioridad del originador, prioridad del planificador, component code, Modifier code, Standar Job, District, Work order Type, Maintance Type, Shutdown Type, Part causing Failure y Work Order Classifications.

Pantalla 10

The screenshot shows a software window titled "REVIEW WORK ORDER INFORMATION (FERRETIROS S.A.)". The window contains a menu bar (File, Edit, Tools, Search, Action, Help) and a toolbar with icons for OK, Cancel, and other functions. Below the toolbar, there is a "Select" field and a "3 - Work Orders Summary Information" section. The section is divided into two columns of input fields. The right column has a note "(End in \* for partial)".

Option	Value	Option	Value
Work Order	[ ]	Work Order Task	[ ] (Opt 2)
Minimo WO/Task Size	[ ] (0/A/CAU)	User WO Status	[ ]
Equip Search Type	[E] (E/C/G/L/N/P/S)	List Type	[ ]
Equip Search Key	22074	Ind	[ ] (A/L)
Originator	[ ]	Acct/Cost Centre	[ ]
Parent Work Order	[ ]	Work Group	[ ] (Opt 4)
Assign To Individual	[ ]		
Project Number	[ ]	Shutdown Number	[ ]
Raised Dates	11/01/03	To	13/01/03
Planned Start Date	[ ]	To	[ ]
Current District Only	[Y] (Y/N)		
Additional Filters	[ ] (Y/N)		

Una vez ingresado todos los datos de la pantalla 10 aceptamos mediante un enter enseguida el sistema nos envía a la pantalla 11 donde podemos observar todas las órdenes de trabajo creadas de acuerdo a los parámetros establecidos, En el ejemplo en particular hemos ingresado datos para revisar ordenes en resumen, por equipo del cargador frontal de ruedas 22014 dentro de las fechas 11/01/03 al 13/02/03.

El sistema nos arroja la información solicitada que describiremos a continuación. Los más importantes, Proporciona datos como la orden de trabajo hija correspondiente, descripción del trabajo, y código de la persona que esta revisando las órdenes de trabajo, aquí podemos revisar todas las órdenes para un periodo dado.

### Pantalla 11

Item	Work Ord/ Desc.	Equipment	Wk Grp/ Cmp Cde	Raised/ Planned	Dep. By/ Assign To	ST PP
1	00065384 Cambio aceite de barn	022014	CAR	13/01/03	0000013525	A
2	00065385 cambio plumilla impermeabilizante	022014	CAR	13/01/03	0000013525	A
3	00065412 cambio aceite de grasa	022014	CAR	13/01/03	0000013525	A
4	00065414 Cambio de pin A	022014	CAR	13/01/03	000002805	A
5	00065209 Cambio de hose de grasa	022014	CAR	11/01/03	0000067450	C
6	00065331 cambio de bucket	022014	CAR	13/01/03	0000041554	C

En la pantalla 11 tenemos 6 ítems , mediante el programa MSO621 podemos revisar cada uno de los ítem para saber que repuestos se han cargado a cada una de las ordenes de trabajo, para realizar esto, con el puntero del Mouse hacemos doble clic sobre la orden hija seleccionada y escogemos en Acción la opción “ i “ para poder revisar el requerimiento y los vales generados para almacén, lo podemos observar en la pantalla 12.

Pantalla 12

Req.No	Typ	Record By	Auth. By	Date Ent.	Date Req.	Pl	Mater. Group	Act
107459	Pd	000001 3525	000001 3525	13/01/03	13/01/03			

(M- Normal Inst, PR- Pucion Req, RD- Refier Dest, RN- Rotacion, CR- Caudal, SF- Short Form)  
(SS- Sdca, TR- Oat, XH- WH, Mter)

Page 001 / 001

Posteriormente avanzamos hacia la pantalla 13 donde observamos el vale generado para almacén y los repuestos cargados. De esta manera no generamos vales dobles con los mismos repuestos, y podemos saber con fechas anteriores cuando fue que se cambio un repuesto por ejemplo, o cuando

se realizo una tarea, una inspección, una calibración. Así como saber con que frecuencia se cambian bulbos de las lámparas por ejemplo.

Pantalla 13

Item	Stock Code	Whse	UOI	Req. Type	Normal Requisition	Qty(UOI)	Current Status
0001	000221 894 COUPLING;	FESA	PZA			2	Complete
0002	000221 274 HOSE, ASSEMBLY, TYPE: HYDRAULIC	FESA	JIN		-1100	199	Complete
0003	000423 17 HARNES, ASSEMBLY;	FESA	PZA		-500	4	Complete

#### 4.3.4.2. Sistema de Manejo de Información de Equipo ( Dispatch )

El sistema dispatch es un completo sistema de control, monitoreo, distribución de equipo pesado. En si es una central de comunicaciones que controla toda la operación minera, ya sea asignado equipo a las zonas de carga , zonas de descarga , determina y calcula las distancias de recorrido de los equipos de acarreo , verificando y controlando a cada minuto las ubicaciones dentro de la mina.

La central Dispatch recibe la comunicación de todos los equipo de mina, ya sea camiones HT, cargadores frontales

LD, Palas Hidráulicas SH, como equipos principales, también de los equipos auxiliares como moto niveladoras GR, tractores de oruga DZ, tractores de ruedas RT.

Cada unidad esta equipada con un transmisor GPS que envía la información en forma telemétrica hacia la central dispatch la cual mediante un conversor transfiere la información a un CPU (unidad de procesamiento central o computador) principal, que a su vez la distribuye hacia los terminales que utilizan esta información, como mantenimiento, planeamiento, llantas, soldadura, etc.

Mediante el sistema dispatch se puede monitorear estado de los equipos, ubicación geográfica en las rutas predefinidas por el área de operaciones, los equipo que tienen instalado sistema VIMS ( Vital Información Management System ) pueden enviar también sus códigos de falla de cualquier sistema ( revoluciones del motor, temperatura de frenos etc.)

Ingresamos al sistema dispatch mediante un código de acceso , y un password que es único para cada usuario así podemos observar en la pantalla l el panel de control que contiene iconos de ingreso a cada opción ( teclado , teclado grande ) con las que se realizan todas las demás operaciones,

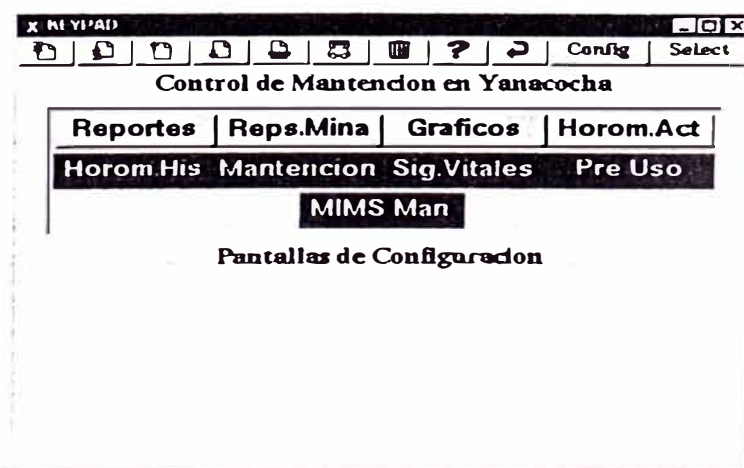
contamos también con una calculadora de apoyo para realizar cualquier calculo matemático que se necesite, y el icono de control al que solo tiene acceso el administrador del sistema.

Pantalla 1



Escogemos la opción “teclado “, así ingresamos a la pantalla 2, la que describiremos a continuación. Aquí se nos presentan ocho opciones como son:

Pantalla 2



## Reportes

Aquí describiremos cada reporte que podemos emitir desde dispatch dentro de los más útiles tenemos :



- Reportes de tonelada por hora.
- Reportes de combustible
- Reportes de velocidad por hora
- Reportes de disponibilidad
- Reportes de status de equipo
- Reportes de espera.

Podemos ver en la pantalla 3 gráficamente los diferentes reportes.

Pantalla 3

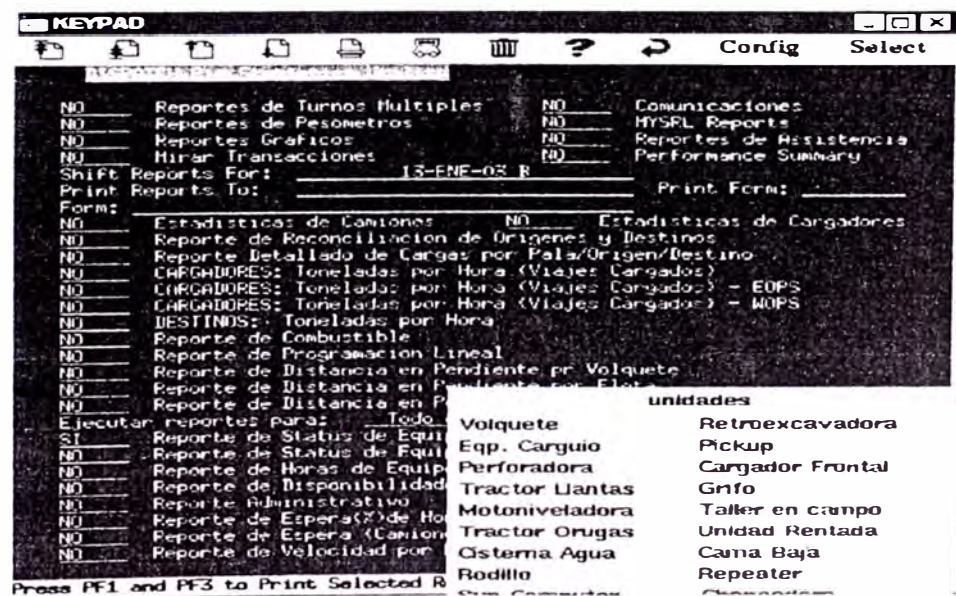


Describiremos más detalladamente los reportes de equipo de status de equipo donde podemos sacar el detalle de lo que sucedió dentro de un turno de 12 horas, para cada equipo, podemos escoger la revisión de diferentes equipos como

camiones , cargadores, palas, motoniveladoras como podemos observar mas claramente estas opciones en la pantalla 4.

Aquí escogemos la opción volquete y lo podemos ver en la pantalla 5, apreciamos como se desarrolla la operación minuto a minuto. Aquí se observa al equipo en operación, la demora por cambio de operador, revisión y chequeo, falla mecánica etc.

Pantalla 4



El reporte de disponibilidad de equipos para camiones lo tenemos en la pantalla 6. Donde observamos en porcentajes los valores utilizados para cada unidad, así tenemos el porcentaje de equipo listo en operación, los retrasos, las



demoras operativas, la disponibilidad, el valor de uso de la máquina.

Pantalla 5

Equipo	Hora	Duración	Status	Codi	Categoría	Razon	Comentarios
Cambio de status para Volumen							
HTW1	20:00:00	00:00:00	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
	21:00:00	01:00:00	Delay	017	Operating	REVISION Y CHEQUEO	
	22:00:00	11:00:00	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
Subtotal		12:00:00					
HTW2	20:00:00	01:31:33	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
	21:31:33	00:06:24	Delay	016	Operating	CAMBIO OPERADOR	
	21:38:07	00:00:15	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
	21:38:15	00:00:11	Delay	101	Operating		
	21:38:24	00:04:30	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
	22:00:00	00:00:00	Maintena	064	Prog. NoHarc	FALLA MECANICA NH	
Subtotal		12:00:00					
HTW3	20:00:00	00:00:00	Delay	016	Operating	REVISION Y CHEQUEO	
	22:00:00	11:00:00	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
Subtotal		12:00:00					
HTW4	20:00:00	00:00:45	Ready	101	Ready	PRODUCTION	
	20:00:45	00:00:10	Maintena	064	Prog. NoHarc	FALLA MECANICA NH	FALLA REPTERENTE

Pantalla 6

Equipo	Ready	Delay	Standby	Down	Total	Avail.	Usage	Utiliza	Utiliza	Utiliza
HTW1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW2	1	1	0	0	2	1	1	50	50	50
HTW3	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW4	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW5	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW6	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW7	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW8	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW9	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW10	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW11	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW12	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW13	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW14	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW15	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW16	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW18	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW19	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW20	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW21	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW22	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW23	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW24	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW25	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW26	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW27	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW28	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW29	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW30	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW31	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW32	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW33	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW34	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW35	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW36	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW37	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW38	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW39	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW41	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW42	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW43	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW44	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW45	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW46	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW47	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW48	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW49	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
HTW50	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0

### Horómetro actual

En esta opción el sistema nos envía los horómetros de los equipos en el turno pero al inicio, en el turno A es a las 8:00 horas y en el turno B a las 20:00 horas. Este dato nos sirve



## Horómetro histórico

Esta opción del sistema nos proporciona el horómetro en cualquier fecha y Hora. Esto nos sirve para poder verificar y compararlos con las órdenes de trabajo que entrega mantenimiento.

Pantalla 8

Equipo	Nombre del Operador	Horometro	Fecha Ingreso	Hora Ingreso
CAMIONES	ORTIZ PÉREZ L. SEBASTIÁN	90234	13 de ENE 03	20:47:13
CAMIONES	NINGUNA	90245	13 de ENE 03	20:41:28
CAMIONES	VILLANUEVA JUAN	274923	13 de ENE 03	20:44:14
CAMIONES	TRICHARINA SEBASTIÁN	206313	13 de ENE 03	20:42:52
CAMIONES	BISCA JUAN	270154	13 de ENE 03	20:45:12
CAMIONES	CAGNE JO. EILONENS	282774	13 de ENE 03	20:45:37
CAMIONES	VÁSQUEZ RICHARD	154042	13 de ENE 03	20:45:20
CAMIONES	CASTAÑEDA JOSÉ	154507	13 de ENE 03	20:45:56
CAMIONES	DUBRA DILMER	304234	13 de ENE 03	20:45:07
CAMIONES	NINGUNA	237854	13 de ENE 03	20:47:50
CAMIONES	HUAMAN JULIO	13827	13 de ENE 03	20:42:15
CAMIONES	TELIS VEGA JOSÉ	224255	13 de ENE 03	20:47:49
CAMIONES	WILCA ELEDORO	322950	13 de ENE 03	20:42:58
CAMIONES	OCOS ALEJANDRO	291681	13 de ENE 03	20:44:15
CAMIONES	RAFAEL TEJADA CHILÓ	150281	13 de ENE 03	20:42:41
CAMIONES	PAUL JOSÉ VALDIVIA	592300	13 de ENE 03	20:22:16
CAMIONES	ALVARO CONTRERAS	558230	13 de ENE 03	20:41:24

## Mantención

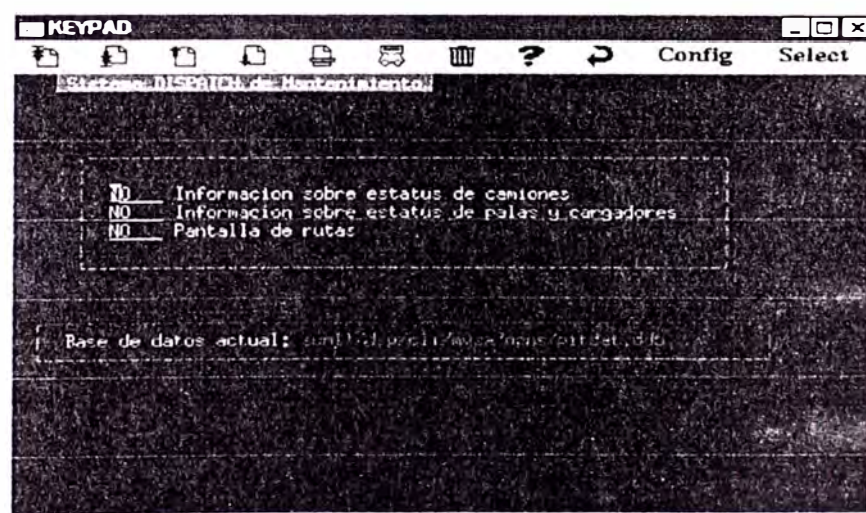
Ingresando a esta ventana podemos observar que nos muestra tres opciones, estatus de camiones, cargadores y palas, y por último la pantalla de rutas. Pantalla 9.

Escogemos la opción información sobre estatus de camiones y el sistema nos envía a la pantalla 10. Donde observamos todos los camiones que están en operación. Aquí podemos visualizar el número de equipo, nombre del operador, como



todos son equipos de acarreo tienen un origen o ubicación lo que el sistema reconoce como “ última “, así mismo tiene un destino final lo que se denomina “ próxima “. Esta información se actualiza cada minuto y es en tiempo real, es decir que a cada minuto que pasa las ubicaciones van cambiando continuamente, esto nos permite poder determinar su ubicación geográfica con mucha precisión.

Pantalla 9



Ahora si el equipo esta en taller o esta detenido en campo por alguna falla el sistema nos dará la última ubicación que fue enviada por el GPS, también nos proporciona el tipo de mantenimiento que se realiza mediante códigos predeterminados, que pueden ser fallas en el sistema de dirección, llantas o mantenimiento preventivo.

Así mismo podemos ingresar un comentario para ser mas específico en los datos para poder determinar los tiempos que pertenecen a mina y los que pertenecen a Ferreyros al momento de la conciliación para determinar la disponibilidad contractual.

Pantalla 10

Estatus	Codigo	Ubicacion	Estado	Codigo	Codigo	Comentario
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	FALLA MECANICA
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	SPED. ENGINE SYSTEMS
	1-FULLDARG	1-FULLDARG	Maintenance	1884	1884	FALLA MECANICA
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	LAVADO	LAVADO	Maintenance	1884	1884	PROBLEMA CON BOMBAS
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	SPED. SUSPENSION SYSTEM
	LAVADO	LAVADO	Maintenance	1884	1884	SPED. SUSPENSION SYSTEM
	30149 3019	30149 3019	Maintenance	1884	1884	STEERING SYSTEM
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	FALLA MECANICA
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	TIPES RING AND LOCKING
	Z-CH, YMA	Z-CH, YMA	Maintenance	1884	1884	MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ready: 7 Maintenance: L Delay: Standby: Shift Change: 0

También tenemos la pantalla de status de equipo para los cargadores frontales y las palas hidráulicas denominados ambos como equipos de carguío, debemos señalar que por lo general durante un turno casi siempre tienen ubicaciones fijas. Por ello la ubicación es una sola para el sistema, como en la anterior pantalla nos indica el número de equipo, nombre del operador, ubicación, zona donde fue la voladura del material, tipo de material que envía a la descarga: que

puede ser mineral ( oro), o material de desecho como argilico por ejemplo.

También nos muestra el estado de la unidad como veremos por colores podemos indicar que:

- Color rojo            Equipo en mantenimiento ( inoperativo )
- Color azul            Equipo en operación ( operativo )
- Color Amarillo      Equipo con alguna demora (relleno de combustible)

Nos muestra también el motivo de la detención y un comentario para mejor explicación. En la Pantalla 11 observamos todo lo mencionado.

Pantalla 11

Pa.'s	Codigo	Nombre	Polvoras	Material	Estado	Codigo Equip	Comentario
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Standby	140	FALTA EQUIPO DE MANEJO
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Maintenance	100	TRANSMISION SYSTEMS - CABLO TRANSMISION
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Maintenance	175	ACTIVIST SWRKE
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Maintenance	158	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Maintenance	158	PALLA MECANICA M
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Ready		
	INSTALACION	FLAJO	FLAJO	FLAJO	Delay	100	RELLENO COMBUSTIBLE

Ready: 11    Maintenance: 5    Delay: 1    Standby: 1    Shift Change:

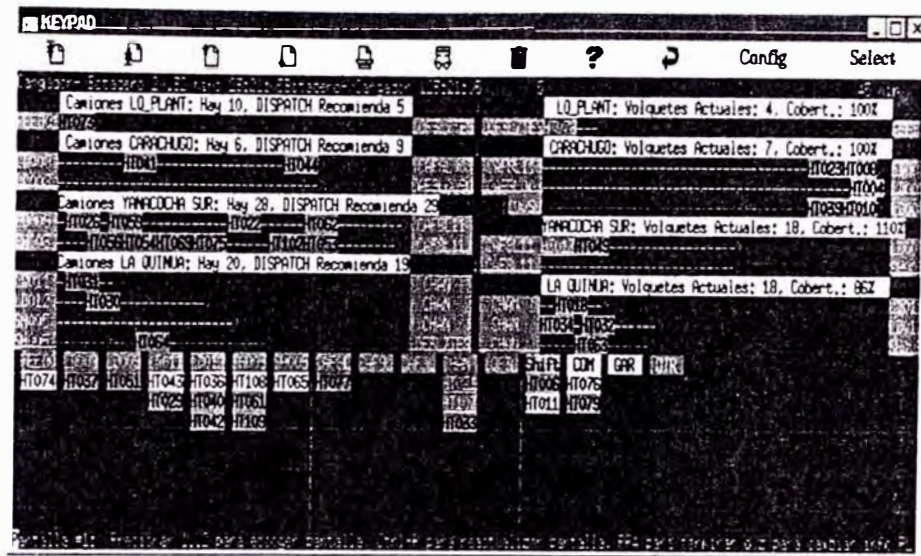
Color Verde	Equipo en traslado ( Operativo ) ciclo normal
Color guinda	Equipo en traslado Ciclo anormal con retraso
Color blanco	equipo cargando
Color azul	equipo en traslado ciclo normal, equipo de carguío.
Color amarillo	equipo con demora.

Esta pantalla es de gran utilidad para poder observar las ocurrencias de los equipos ya que se actualizan cada 30 segundos. Lo que nos ayuda en la solicitud de los equipo para mantenimiento. Lo podemos ver más claramente en la pantalla 12.

Al ingresar a esta opción del sistema dispatch podemos monitorear en forma permanente las fallas de los equipos y podemos determinar si realmente el equipo esta con alguna anomalía, de esta manera compararla con el reporte del operador.



Pantalla 12



En la pantalla 13 veremos:

- Número del equipo
- Descripción de la falla o problema
- Nivel de advertencia de la falla ( puede ser nivel 1, 2, 3. )
- Ubicación donde ocurrió la falla
- Fecha y hora de la ocurrencia de la falla
- Limite superior del parámetro
- Unidad de medida del parámetro
- Duración de la falla
- Evento y código de falla que son predefinidos por sistema.

Esta información es proporcionada por el sistema permanentemente:



## Pantalla 13

ID	Descripción	Unidad	Ubicación	Estado	Valor 1	Valor 2
H060	LF Brake Temp	°C	Node BR/SUP-1	15-ENC-03 20:03:47	255.2	Reg. C 00:00:10 711/461
H062	LF Brake Temp	°C	Node OS/B	15-ENC-03 20:03:47	255.2	Reg. C 00:00:05 711/461
H070	Parking Brake		Node CRU	15-ENC-03 21:08:06		Reg. C 00:00:02 84/459
H071	TC Out Temp	°C	Node CRU/FASH	15-ENC-03 20:14:05	255.2	Reg. C 00:00:13 1063/313
H071	TC Out Temp	°C	Node CRU/FASH	15-ENC-03 20:14:03	255.0	Reg. C 00:00:11 705/462
H074	FF Brake Temp	°C	Node CRU/FEEDER	15-ENC-03 21:00:05	255.2	Reg. C 00:00:03 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Node CRU/FEEDER	15-ENC-03 21:00:01	255.2	Reg. C 00:00:07 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Stockpile FLAQLO	15-ENC-03 21:00:06	255.2	Reg. C 00:00:04 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Pad LOPB/TEST	15-ENC-03 21:00:41	255.2	Reg. C 00:00:12 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Pad LOPB/TEST	15-ENC-03 21:00:38	255.2	Reg. C 00:00:12 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Pad LOPB/TEST	15-ENC-03 21:00:31	255.2	Reg. C 00:00:10 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Pad LOPB/TEST	15-ENC-03 21:00:28	255.2	Reg. C 00:00:11 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Stockpile FLAQLO	15-ENC-03 21:00:19	255.2	Reg. C 00:00:09 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Stockpile FLAQLO	15-ENC-03 21:00:15	255.2	Reg. C 00:00:02 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Stockpile FLAQLO	15-ENC-03 21:00:12	255.2	Reg. C 00:00:01 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Stockpile FLAQLO	15-ENC-03 21:00:10	255.2	Reg. C 00:00:02 703/462
H074	FF Brake Temp	°C	Stockpile FLAQLO	15-ENC-03 21:00:07	255.2	Reg. C 00:00:02 703/462

#### 4.4 Administración Computacional de Fallas

Existen ahora técnicas para la administración computacional de fallas en base a los registros de las computadoras que se encuentran a bordo de los equipos, estos registros con la ayuda de los paquetes informáticos desarrollados por Caterpillar es de vital importancia para el mantenedor para el diagnóstico de fallas potenciales en lo equipos.

A continuación se describirá las respectivos ventajas que resultan del manejo de estos paquetes informáticos en equipos Caterpillar.

##### 4.3.1 Mantenimiento predictivo con Sistema de Manejo de Información Vital ( VIMS )

Como se mencionó anteriormente el mantenimiento predictivo consiste de una serie de tareas destinadas a contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales en las funciones de los equipos,

entonces bien cuando una falla es constante el mantenedor haciendo uso del VIMS puede seguir durante la operación normal del equipo y en las condiciones que este crea conveniente, realizar o ejecutar una orden o programa en el cual se registre los datos relacionados con la falla para poder realizar un diagnóstico y predecir cual es el problema raíz de determinada falla.

Se puede mencionar algunos de los parámetros que el VIMS puede registrar durante la ejecución de una orden señalada por el mantenedor, entre las cuales podemos destacar: velocidad del motor, presión de refuerzo del motor, temperatura de gases de escape derecho, temperatura de gases de escape izquierdo, restricción de filtro de aire, nivel de combustible en porcentaje, presión de gases del cárter, etc.

Dependiendo de la configuración del VIMS en cada máquina se cuenta con una serie de parámetros que son características del equipo.

Citare un ejemplo, a grandes rasgos, característico para el diagnóstico de fallas con la ayuda de este paquete informático: durante la operación de un camión, cuando este ingresa a cargar ya sea con una pala o un cargador, el equipo tiene que realizar maniobras para poder cuadrarse para ser efectivo el trabajo de carga de la pala o del cargador, es entonces cuando el operador termina de realizar esta

manobra el VIMS le arroja una alarma de tercer nivel indicándole que la presión de aceite de dirección es baja, entonces el operador reporta a mantenimiento que el equipo está presentando esta falla y que por consiguiente no puede seguir operando. ¿ Qué es lo que esta sucediendo ? A primera vista lo que el operador realiza es completamente natural a la operación del equipo ¿ Pero en realidad el equipo esta fallando ? La respuesta del mantenedor que utilice adecuadamente todas sus herramientas de forma efectiva es no. Al analizar los datos del VIMS y al ejecutar un registro de número de cambios que el operador realizó para realizar el cuadro, se detectó que los cambios de marcha hacia atrás y hacia delante fueron aproximadamente de tres cambios direccionales, se corroboró esto con la evaluación de los registros en ese momento del número de aplicaciones del freno de servicio y de la velocidad sobre el terreno de equipo, todo esto sumado nos da una indicación de una mala operación del operador que al ejecutar inadecuadamente esta operación consume de forma indebida la presión almacenada en el acumulador de dirección del camión, al realizar demasiados giros con la volante de dirección y es por este motivo que el VIMS registro de manera real una baja presión en le sistema de dirección, por lo que la parada no se considera a mantenimiento sino a operaciones.

Se puede predecir entonces que una posterior falla de bomba hidráulica de dirección puede ser ocasionado por una mala operación

ya que cuando es exigida esta bomba comienza a recalentar produciéndose deterioro en su componentes internos.

#### **4.3.2 Mantenimiento correctivo con Técnico Electrónico ( ET )**

Básicamente con la aplicación de esta herramienta electrónica se pueden detectar fallas eléctricas, monitorear condiciones de abuso de operación y realizar calibraciones de algunos sistemas.

Se pueden presentar en equipos fallas que sólo obedecen a un abuso de operación característico o a una falla eléctrica entonces se procede a ingresar con la computadora e ejecutar el programa ET detectándose de manera inmediata la falla para proceder a su corrección.

Ahora también se puede resaltar que la falla puede ser producto de una falla de calibración de algún componente del equipo por lo que sólo requiere una calibración de tipo electrónico que se realiza también con esta herramienta sin necesidad de realizar exhaustivos análisis.

Los datos de las fallas se registra en la memoria de cada ECM del equipo, es entonces cuando el ET puede mostrarnos el momento exacto, el numero de veces que se presentó esta falla y el tipo de falla, por lo que podemos registrar y posteriormente determinar el origen de otras fallas relacionadas. El buen análisis de estas fallas pueden llevarnos a cambiar métodos de operación, de diagnósticos para la

correcta solución o eliminación de causas potenciales de las fallas de las funciones de los equipos. Esto se puede presentar a la jefatura de operaciones para que también cambien sus practicas operacionales para un efectivo uso del equipo.

El ET presenta algunas pruebas operacionales para detectar fallas en el motor como es la prueba de corte de inyectores en el cual se procede a cortar el suministro de energía hacia un inyector, para que no pueda inyectar combustible, entonces se mide la caída de RPM (revoluciones por minuto) del motor, y así hasta cortar uno por uno todos los inyectores. Al término del cual se comparan las caídas de RPM del motor de todos lo inyectores obteniendo una referencia de que inyector esta operando de una manera incorrecta. Esto sirve también predecir la falla en un motor.

#### **4.3.3 Administración de fallas**

Todos estos evaluaciones que se realizan con herramientas electrónicas pueden ser almacenadas en un computador, personal de monitoreo de condiciones realiza esto, para determinar futuros efectos en otros componentes de las malas practicas operacionales que se producen a temprana edad del equipo.

El formato en el que se guarda solo se puede abrir y leer con programas como el ET o VIMS, y pueden presentarse de una manera

entendible para el mantenedor que tiene que manejar, de esta manera, nuevas tecnologías y adquirir mayor habilidades de las que conoce a nivel mecánico.

Adicionalmente el VIMS como herramienta de mayor alcance, puede mostrar la producción que realiza mostrando cuadros, histogramas, que presentan su producción expresados en peso por ciclo de carga, número de ciclos con determinada carga, tiempo de ciclo, etc, los que pueden presentarse a operaciones para que lleven su nivel de producción mensual.

#### **4.5 Planificación de Mantenimiento**

Los puntos primordiales en la gestión de mantenimiento tipo MARC se basa exclusivamente en la planificación del mantenimiento, lo que se considera como la base fundamental para que este manejo sea exitoso, los puntos de mejora pueden darse desde la alta gerencia o desde la parte operativa que constituye el ente que se encuentra más en contacto con el trabajo, por lo que no se deberá descartar ninguna propuesta de mejora desde ningún punto de vista. Así se presentará los puntos básicos de una buena gestión:

##### **4.5.1 Control de mantenimiento**

El control del mantenimiento es un concepto que abarca casi todo lo que es la gestión en sí. actualmente no se concibe alguna gestión con éxito si es que no se tiene algún registro de la misma. Las órdenes de

trabajo constituyen por esto la herramienta básica número uno para mantener un registro de las labores permanentemente.

Pero esto no es del todo sencillo, como en cualquier otro lugar, ya que deberá tenerse presente que para que una orden de trabajo refleje los trabajos que se están realizando, deberá contarse con la ayuda de una persona quien controlará el paso de tal orden conforme los lineamientos de los trabajos realizados hacia sus destino final que es planeamiento, esta persona adquiere una gran importancia en este tipo de gestión tipo MARC, el nombre de este cargo es el Despachador o denominado Supervisor Dispatch, y que a continuación se describirá sus funciones básicas.

El Supervisor Dispatch cumple las siguientes funciones:

- Coordinar sobre los ingresos de los equipos a taller para trabajos programados y correctivos en general, y las paradas de equipo en campo. Así como informar a mina cuando los trabajos ya se hayan culminado y considerarlos operativos.
- Informar a mantenimiento de todas las incidencias que ocurren en los equipos que están a nuestro cargo. Controlando paradas, horas de operatividad.

- Mantener un control y registro permanente en el sistema CONTROLADOR de access toda la información de las incidencias.
- Mantener un Cruce de información entre mantenimiento y planeamiento para los efectos de conciliación con mina.
- Monitorear los trabajos de mantenimiento, considerando para esto las horas estimadas para los trabajos programados, así como las demoras ya sean operativas o mecánicas.
- Entrega y verifica la devolución de las órdenes de trabajo en función del plan diario elaborado por los planeadores, así como las órdenes de trabajo de los trabajos no programados. Generando un reporte para control.
- Genera mediante el sistema MIMS, vales de salida de almacén, de repuestos menores y componentes para intercambio, llevando un registro de estos.
- Controla los Horómetros de los equipos para poder calcular la precisión del servicio y mantenerlos dentro de los rangos permisibles.



- Brindar toda la información que necesite mantenimiento cuando le sea solicitada, como son horas de componentes, plaqueteados, databank, estado de backlogs, horas de parada, disponibilidades, demoras.

Adicionalmente se encuentra definido como un paquete informático de único uso por el Supervisor Dispatch, que se denomina como CONTROLADOR en el cual toda la información sobre las incidencias de los equipos se debe ingresar en el sistema controlador del access y llenar todos los campos: equipo, Status, FchRcp, Motivo, FchAlta, SupEnt, SMU. Etc.

En el campo motivo debemos colocar toda la descripción necesaria para poder conciliar especialmente cuando hay demoras por falta de facilidades.

El Supervisor Dispatch recibirá del Planeador el paquete de OTs que se coordinó con el jefe de mantenimiento, junto con el plan diario de trabajo. El cual entregará al supervisor de guardia para su ejecución, pero deberá monitorear su cumplimiento.

El Supervisor Dispatch deberá recibir y revisar las OTs que le son entregadas por mantenimiento en su turno y devolverlas al supervisor si no están conformes.

Debe hacer un seguimiento del programa diario, tomando en cuenta la programación diaria, para los trabajos programados como PM's, intercambio de componentes, backlogs, y para los no programados debe tener un registro de control de las OT's que se aperturan en MIMS.

Esto es en sí el trabajo en que se estuvo trabajando para poder realizar un seguimiento real de absolutamente todos los trabajos en mantenimiento sin tener que cubrir nada que fuera realizada sin tenerse algún registro de ello. Luego lo demás seguirá el curso normal de control como se ha definido anteriormente.

#### **4.5.2 Administración de backlogs**

Esta es también considerada como una de las innovaciones desarrolladas por el MARC y adquirido por Caterpillar recientemente.

La administración de backlogs es ejecutada por todas las áreas involucradas en mantenimiento, y vienen a ser un conjunto de tareas que están pendientes de ser realizadas en el equipo. Cuando se habla de pendientes vale decir que no se cuentan con los repuestos requeridos para realizar determinado trabajo en ese momento por lo cual se genera un trabajo pendiente con solicitud de repuestos lo cual se denomina backlog.

Ahora como los trabajos se realizan por guardias podría detectarse duplicidad de pedidos si es que no hubiera un control detallado de las tareas que se generan o backlogs, los cuales una vez generado se ingresan a una base de datos que los agrupa por equipo, tarea, prioridad, etc. Lo cual puede ser bien controlado por el Supervisor Dispatch.

Esta base de datos cuenta con una columna que indica en que situación se encuentra el backlog generado permanentemente, para que el mantenedor tenga presente aproximadamente una noción de tiempo de la ejecución de la tarea pendiente.

Esta columna tendrá cuatro indicadores que son colores: amarillo, rojo, azul y verde, los que a continuación se detallará.

Un backlog se considerará amarillo cuando la tarea ya ha sido ejecutada por el personal de mantenimiento.

Un backlog se considerará rojo cuando la tarea recientemente ha sido generada y está pendiente de ser solicitado todos los repuestos requeridos.

Un backlog se considerará azul cuando parte de los repuestos han llegado a los almacenes pero en su totalidad.

Un backlog se considerará verde cuando la totalidad del pedido se encuentra en almacén y está listo para ser despachado, para que la tarea programado sea ejecutada.

El cambio en el tipo de estado esta, obviamente, a cargo de logística quien permanentemente actualiza estos datos, mientras mantenimiento ejecutará los backlogs en verde de acuerdo a una programación en el menor tiempo posible y planeamiento registrará estos trabajos para detallarlos en su reporte mensual.

#### **4.5.3 Administración de componentes**

La administración de componentes se viene desarrollando de manera efectiva dentro de la gestión MARC debido a que como es una estructura variable, dependiente del cliente, se ven mejoras permanentemente.

La estructura en sí es idéntica al programa de cambio de componentes, pero las diversas maneras de enfocarla son funciones de los trabajos en el momento en que estos se están ejecutando.

Señalaremos que una de las innovaciones es el registro diario de las horas acumuladas por los componentes y de lectura inmediata por el mantenedor el cual puede diagnosticar e incluso tomar decisiones de cambio de forma rápida y oportuna sin tener que recurrir a la base de

datos que nos puede tomar un tiempo sin tomar ninguna acción correctiva.

Los trabajos de cambio de componentes para una estructura de MARC con más de 30 000 horas de trabajo en sus máquinas toma un giro total, ya que se convierte como una nueva estructura de la gestión de mantenimiento que toma al cambio de componentes como su principal fuente de ingresos y utilidades. Cabe señalar que todo esto se basa también en la colaboración conjunta de todas las áreas de la gestión de mantenimiento. Las facturaciones mensuales nos permiten ver la realidad de este tipo de manejo actual.

#### **4.5.4 Evaluación de la gestión de mantenimiento**

Mensualmente se reúnen todas las áreas de la gestión de mantenimiento para realizar un diagnóstico riguroso de la gestión, lo cual consiste en un completo estudio detallado del reporte mensual, en el cual cada área da aportes para mejorar la situación ya que absolutamente todo es perfectible. Se presenta parte del reporte mensual del mes de Julio 2003 en la sección de Anexo.

Cuando las propuestas son efectivas se realizan de manera inmediata y el resultado es evaluado en el siguiente periodo. La gerencia de minería de Ferreyros S. A. A. con sede en Lima viene a realizar una inspección visual del desarrollo del proyecto de manera trimestral e

ingresa en su momento en la evaluación de la gestión. Diariamente se entrega a todo el personal y se publica las metas a alcanzar y el avance que se está realizando a manera de incentivar al personal en el alcance de los objetivos, semanalmente se entrega al personal de supervisión informe sobre la disponibilidad del equipo y la precisión de servicio para que de cierta manera tengan un panorama de la gestión que vienen desarrollando.

Se presenta en el siguiente capítulo una evaluación de costos antes y después de la gestión de mantenimiento Caterpillar entre el año de 1999 y 2000.

#### **4.6 Administración de Repuestos**

Sobre este punto el desarrollo es permanente debido a que cuando un determinado sistema de equipo falla, y que además no es común dicha falla, por lo general los repuestos involucrados en la reparación del mismo no se encuentran en stock, y es en ese momento que mantenimiento en un completo dialogo con logística coordinan acciones para abastecer de manera inmediata tales repuestos para evitar a futuro maquinas paradas por repuestos.

Cuando se generan backlogs para máquinas paradas, logística da prioridad a la coordinación del abastecimiento de tales repuestos, atendiendo el seguimiento de forma personalizada con el abastecedor. Además los

backlogs de registro normal estos son procesados e ingresados de manera que se le da prioridad sobre cualquier otra atención similar.

Sobre el cambio de componentes logística coordina directamente con el centro de reparaciones sobre la disponibilidad de los componentes en las fechas señaladas por ellos para la entrega de los mismos, y comunica de esto a planeamiento para la respectiva generación de base de datos de componentes disponibles y reparados, como para la programación del cambio de componentes.

Todo lo que se ve reflejado en mejoras de lo que es considerado como un manejo tradicional de los repuestos, que va más allá de reposición de sus máximos y mínimos, abastecimiento, recepción y despacho de componentes.

Caterpillar tiene un software para el manejo de sus repuestos en stock de sus distribuidores denominado DBS ( Dealer Business System o Sistema de Negocios del Distribuidor ), el cual es una poderosa herramienta para verificar ubicaciones físicas del tránsito de los repuestos en la diferentes locaciones.

Semestralmente se genera una inspección, como una especie de auditoría de los activos que se poseen en almacenes, corroborando lo que se encuentran en físico con lo que indica el sistema DBS de Caterpillar.

#### 4.7 Mejoras obtenidas con la implementación de gestión de mantenimiento maquinaria pesada Caterpillar en Minera Yanacocha S. R. L.

##### ANTES DE GESTIÓN

##### MANTENIMIENTO

Sólo se realizaba tareas de mantenimiento preventivo básico.

No se registran adecuadamente las labores.

No había registro de problemas recurrentes.

Cambio de componentes cuando fallen.

Envío de componentes al CRC sin información técnica adecuada.

##### DESPUES DE GESTION

Mantenimiento preventivo que involucra el predictivo y proactivo

Registro detallado de las labores en software adecuado.

Registro y análisis de las 10 tareas de mayor incidencia.

Cambio de componentes de acuerdo a un seguimiento y monitoreo de condiciones

Envío de componentes al CRC con información técnica detallada.



No había control de trabajos con técnicas informáticas de diagnóstico y evaluación.

Cuenta con múltiples herramientas informáticas para diagnóstico y evaluación de fallas

No existía un área de entrenamiento.

Entrenamiento periódico de personal.

### **PLANEAMIENTO**

Entrega de reportes de gestión fuera de tiempo.

Entrega de reportes mensual y actualizado.

Reportes no reflejan lo real.

Reportes con indicadores adecuados de gestión.

### **LOGÍSTICA**

No existe comunicación con las demás áreas.

Comunicación permanente con el área de mantenimiento y planeamiento

## CAPITULO V

### V. ESTRUCTURA DE COSTOS

Con la implementación de las técnicas Caterpillar es que se puede realizar un estudio comparativo de los costos de mantenimiento antes y después de la aplicación de algunos métodos que a continuación se describirán.

Con la ayuda de datos reales anterior y posterior a la implementación de las mejoras y sobre equipos que ya se encontraban en operación se realizará el estudio económico. Esto es se realizará el estudio sobre los camiones que se encontraban en operación anterior a la adquisición de equipo Caterpillar durante los años de 1999 y 2000.

Los beneficios económicos a determinar, que fueron obtenidos mediante la implementación del mantenimiento preventivo, en los cuales se hacen referencia del mejoramiento de técnicas como el análisis de aceite y del monitoreo de condiciones; se basan en dos criterios principales que están orientado al mantenimiento predictivo, los cuales son :

### 5.1 Reducción de paradas no programadas

La reducción de paradas no programadas se traduce en el incremento de las horas efectivas de trabajo de la flota de camiones, por ello, para calcular el ahorro por reducción de paradas no programadas, nos hemos basado en el siguiente cuadro:

Cuadro resumen de Horas Anuales recorridas por cada camión 330M:

	10.01	10.02	10.03	10.04	10.05	10.06	10.07	10.08	10.09	10.10
<b>1999</b>	6,747	0	7,279	7,014	7,264	5,606	6,573	6,187	7,095	7,406
<b>2000</b>	7,435	0	7,248	7,340	7,135	7,515	7,195	7,253	7,515	7,620
<b>Var</b>	9%	0%	9%	4%	-2%	25%	9%	15%	6%	3%

	10.11	10.12	10.13	10.14	10.15	10.16	10.17	10.18	10.19	10.20
<b>1999</b>	7,359	7300	7,065	6,883	7,256	7,415	7,126	7,122	7,370	7,460
<b>2000</b>	7,371	7360	7,519	7,678	7,376	7,106	7,508	7,508	6,771	7,349
<b>Var</b>	0%	1%	6%	10%	2%	-4%	5%	5%	6%	-2%

	10.21	10.22	10.23	10.24	10.25	10.26	10.27	Total
<b>1999</b>	7,077	7328	7,790	7,339	7,014	7,061	6,744	183,875
<b>2000</b>	7,365	4675	6,961	7,180	7,545	7,004	7,226	187,768
<b>Var</b>	4%	-57%	-12%	-2%	7%	-1%	7%	2%

\* Var : variación

En conclusión, se comprueba que la flota de camiones Haulpack 300M tuvo un significativo incremento en su disponibilidad; mismo que le permitió acumular 3,893 horas adicionales de operación en el año 2000 con respecto al año 1999.

## 5.2 Incremento de la vida útil de los componentes

Enfocado en la evaluación del tiempo entre el overhaul de los motores de la flota de acuerdo a las siguientes estadísticas:

Resumen de Overhaul de motores ( miles de horas vs. año )

Año	De 500 a 5000 horas			De 5000 a 10000 horas			Más de 10000 horas			Total
	Horas	Unidades		Horas	Unidades		Horas	Unidades		Unid
1999	2,673	7	29%	8,187	9	38%	11,490	8	33%	24
2000	2.037	4	24%	-		0%	11,761	13	76%	17

El número de motores reparados con menos de 10 mil horas de funcionamiento se redujo de un 67% en 1999 a sólo 24% en el 2000.

En conclusión, se comprueba que la flota de camiones Haulpack 300M tuvo un significativo aumento en el tiempo entre overhauls de motor: 1,793 horas adicionales por motor antes de una reparación en el año 2000 con respecto al año 1999.

Los beneficios se calculan a partir de estos dos criterios de mejora ya desarrollados:

- Ahorro por incremento de la disponibilidad de equipos: variación de horas trabajadas por costo horario del movimiento de tierra.

Costo de disponibilidad de equipo	1.05	US\$/TM
Movimiento de tierra horario	171	TM/Hora

Costo Horario = Costo de Disponibilidad x Movimiento de Tierra Horario

Costo horario de disponibilidad de equipo 179.55 US\$/Hora

Variación horas acumuladas 2000 vs 1999 3,893 Horas

Beneficio por incremento de Disponibilidad = Costo Horario x Var. Anual

**Beneficio por incremento de disponibilidad 698,988 US\$**

- Incremento de la vida útil: variación del tiempo entre overhauls para los motores de la flota de camiones.

Costo por overhaul de motor	66,500	US\$
Tiempo entre overhaul promedio 1999	7,680	Horas
Tiempo entre overhaul promedio 2000	9,473	Horas
Horas acumuladas 1999	183.875	Horas

Horas acumuladas 2000

187,768 Horas

$$\text{Beneficio} = \left\{ \frac{\text{Horas Acum. 1999}}{\text{Tiempo Overh. 1999}} - \frac{\text{Horas Acum. 2000}}{\text{Tiempo Overh. 2000}} \right\} \times \text{Costo Overh.}$$

**Beneficio por incremento del tiempo entre overhauls 274,025 US\$**

Por lo tanto, el beneficio económico anual obtenido por la implementación del mantenimiento predictivo en el taller Komatsu para la flota de camiones Haulpack 330M es:

**Beneficio total anual      US\$    973,013**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para que una gestión de mantenimiento o proyecto pueda subsistir es necesario que exista una planeación adecuada, un mantenimiento apropiado, logística debe mantener siempre sus almacenes aprovisionados manteniendo el stock adecuado de acuerdo a los índices de rotación, y la seguridad ante todo. Por esta razón es que la Gestión de Mantenimiento tipo MARC Yanacocha no sólo ha podido subsistir en mina por más de 5 años que es el periodo de vida que tiene un proyecto según Caterpillar en el mundo, sino que además es un modelo que Caterpillar ha tomado para futuros proyectos MARC.
- La tecnología informática es la base del éxito de las empresas de este siglo y lo podemos ver así: en el MARC Yanacocha manejamos un sistema completo llamado MIMS con el que tenemos control sobre todos nuestros procesos, control de órdenes de trabajo, control de inventarios, control de personal, etc. Así mismo podemos monitorear todo el sistema de mantenimiento mediante el sistema Dispatch, con el cual tenemos acceso a los motivos de parada de equipo, trabajos realizados, tiempos de parada, estos datos nos permiten poder controlar los equipos a cargo del MARC Yanacocha.
- El área de minería de Ferreyros al momento de firmar el contrato de implementación del MARC Yanacocha se compromete básicamente a proporcionar dos cosas: precisión del servicio de mantenimiento preventivo y

disponibilidad mecánica (contractual), las cuales se cumplieron satisfactoriamente.

- Una recomendación práctica sería que el proyecto MARC Yanacocha sirva como base para implementar otros proyectos similares tomando como patrón su organización, funcionabilidad, y cumplimiento de metas.



## **BIBLIOGRAFIA**

### **1.- EQUIPMENT MANAGEMENT**

Paul D. Tomlison

Kendall / Hunt Publishing Company 1998

### **2.- SISTEMAS DE MANTENIMIENTO**

Duffuaa, Raouf y Dixon

LIMUSA WILEY 2000

### **3.- REPORTE DE BENEFICIOS MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Biblioteca Minera Yanacocha S.R.L. 2001

### **4.- WHEN A CONTRACT MAKES SENSE**

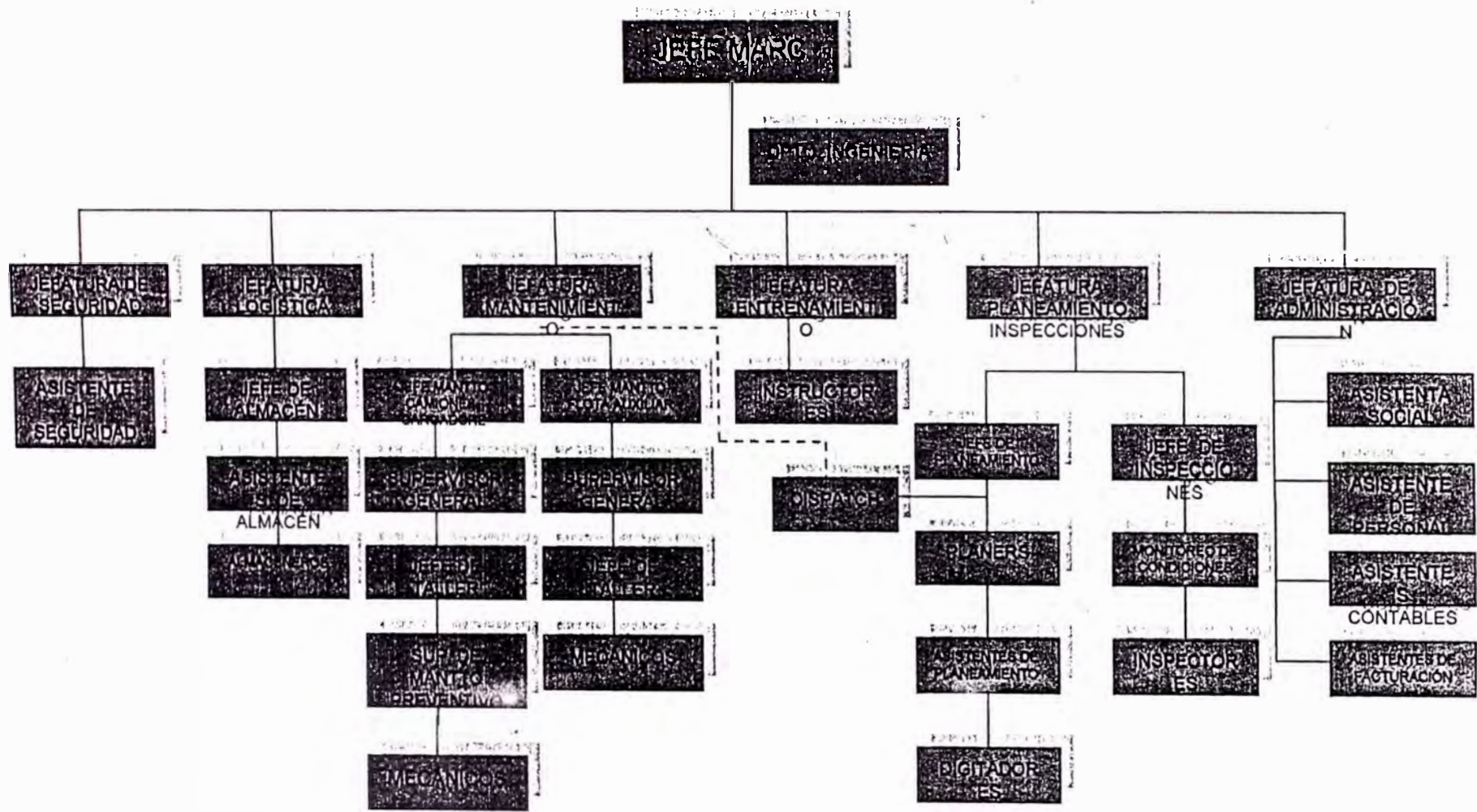
Joseph P. Goett

Biblioteca Caterpillar MARC Yanacocha 1999

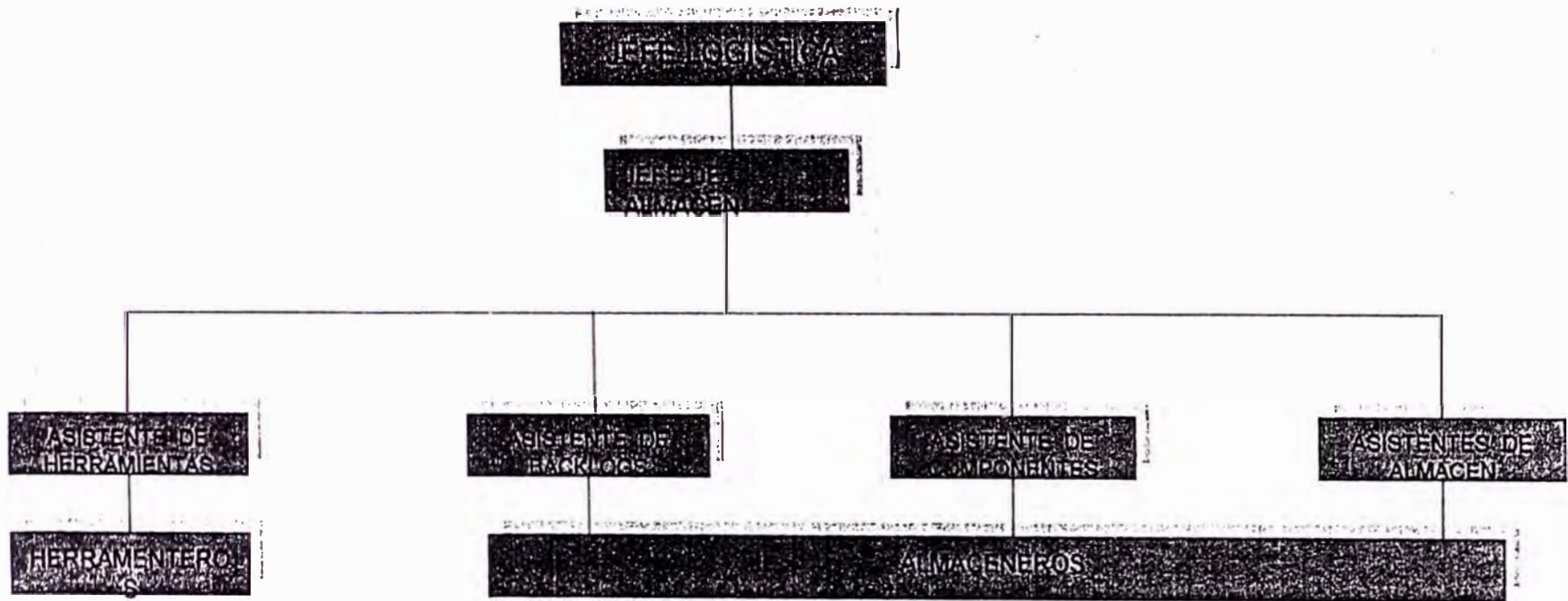
### **5.- APORTES PROPIOS**

## **ANEXO**

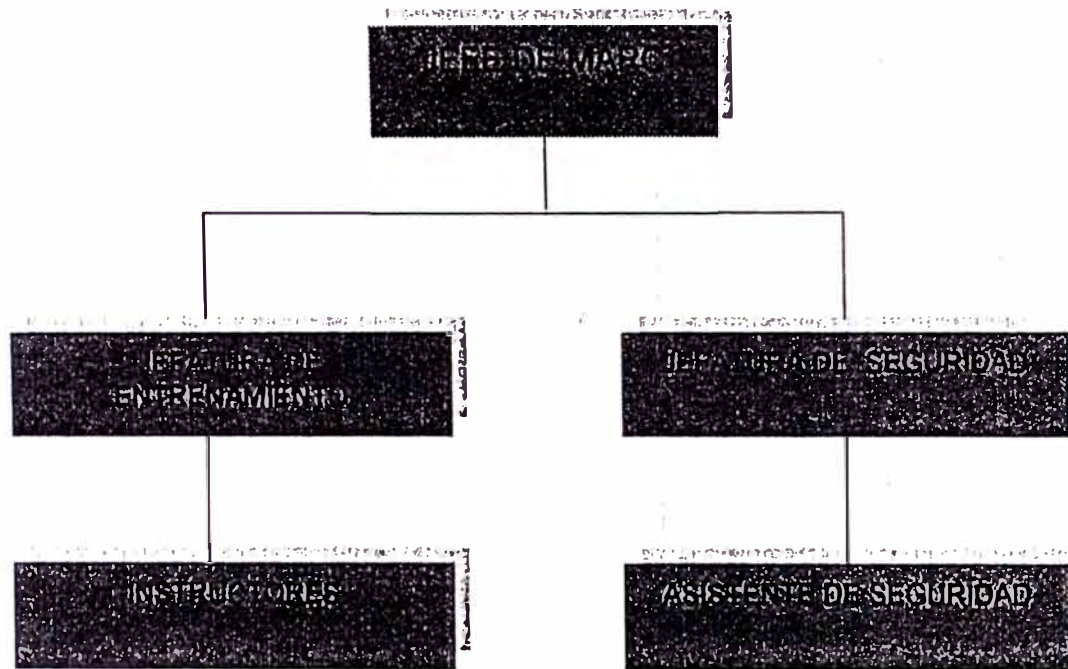
# ORGANIGRAMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO CATERPILLAR



# JEFATURA DE LOGISTICA

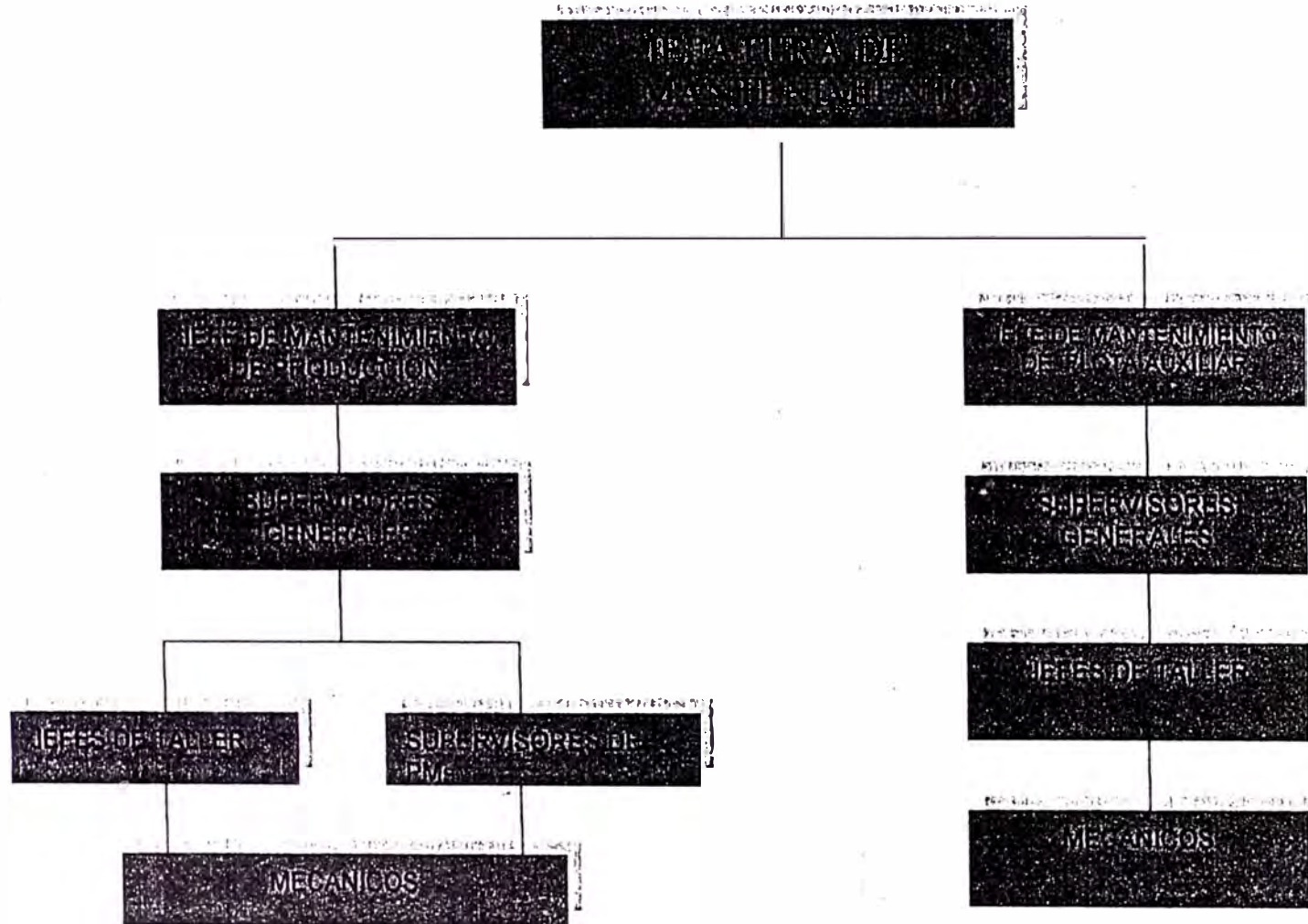


# JEFATURAS DE ENTRENAMIENTO Y SEGURIDAD

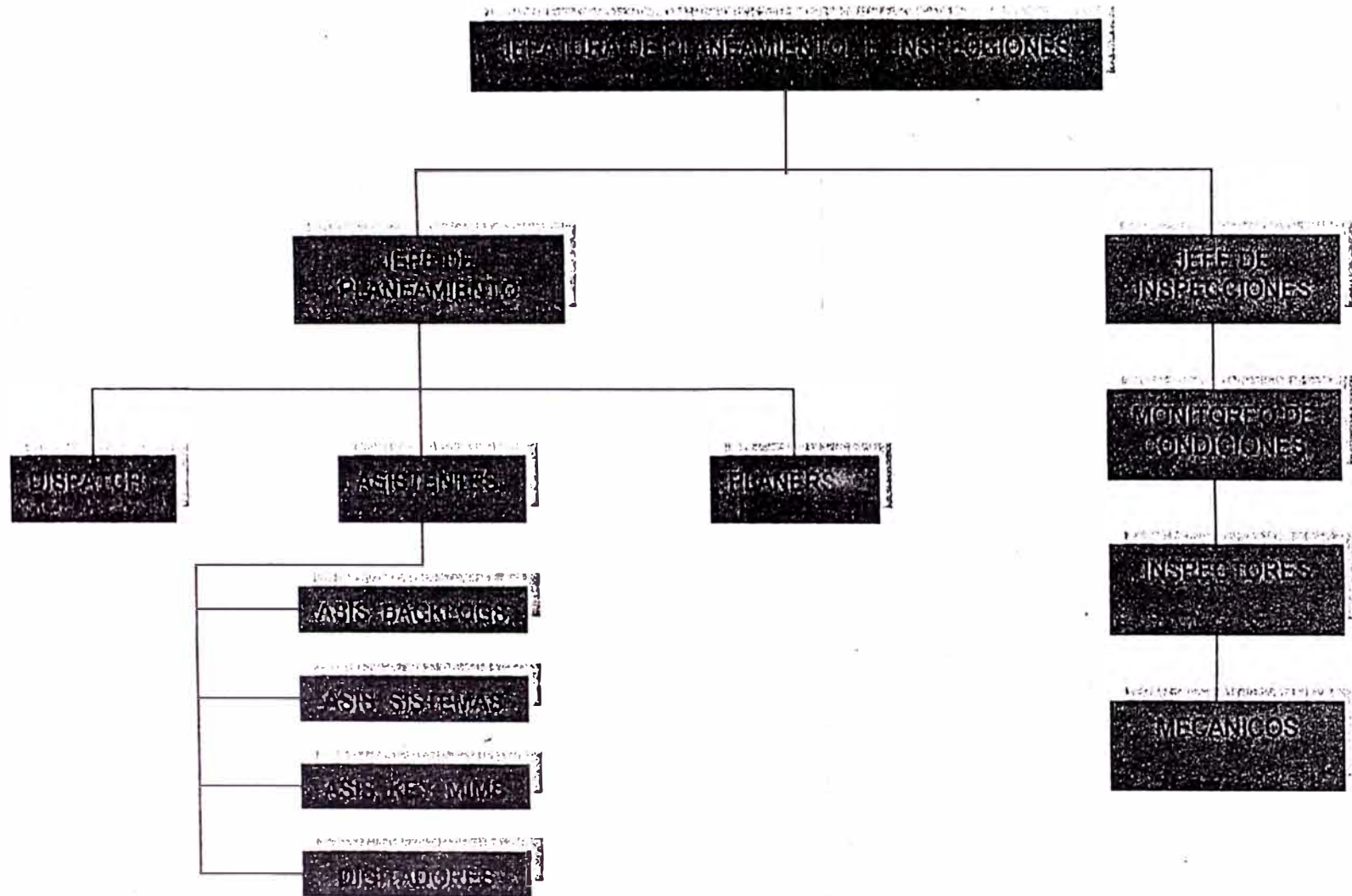




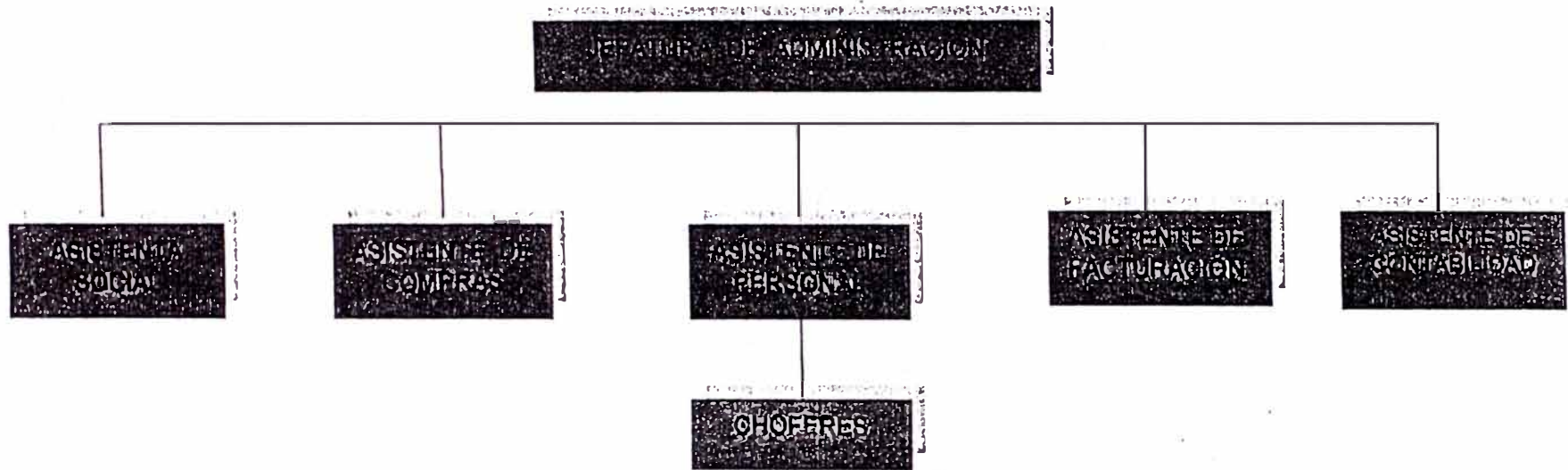
# ORGANIGRAMA DE LA JEFATURA DE MANTENIMIENTO



# ORGANIGRAMA DE PLANEAMIENTO E INSPECCION

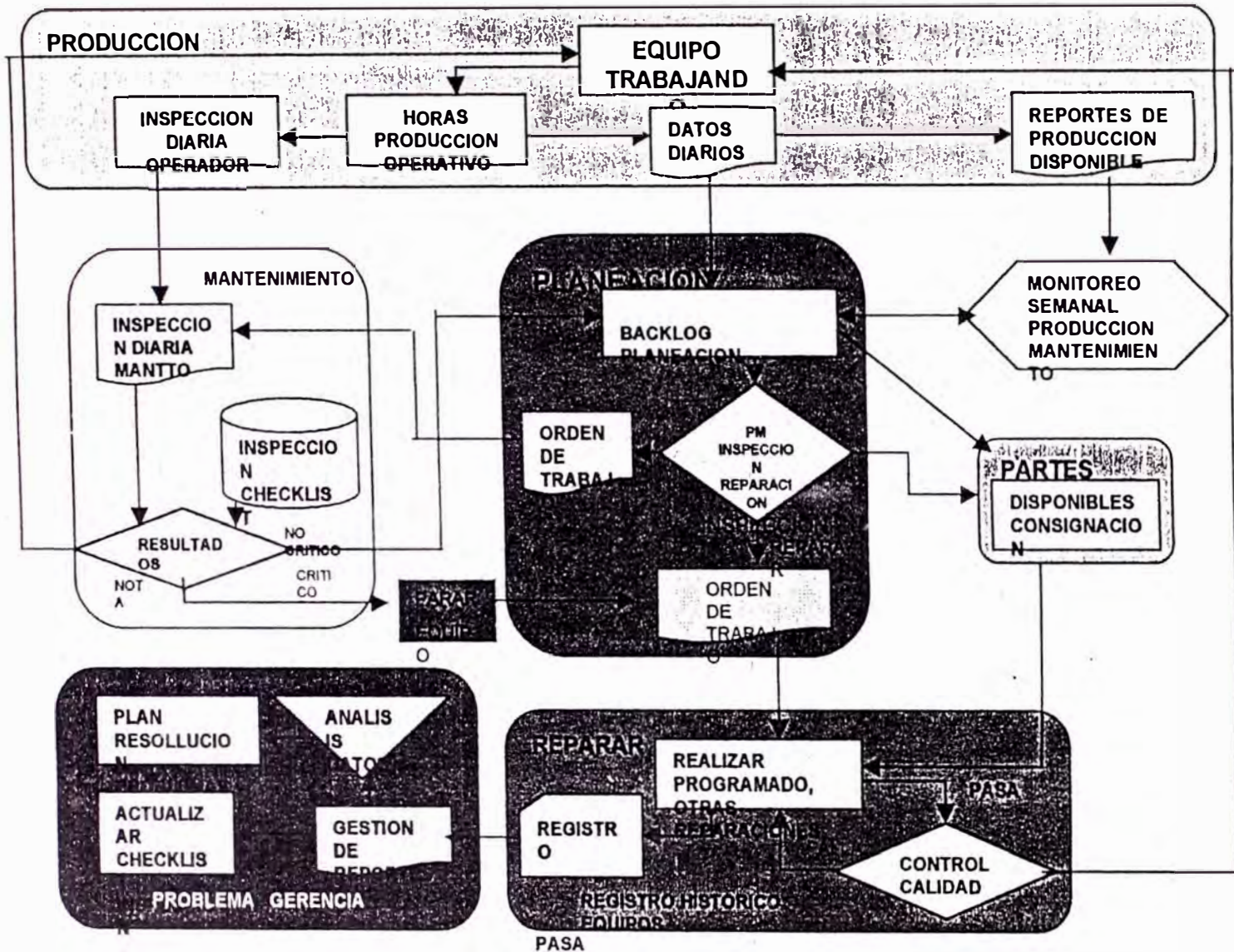


# ORGANIGRAMA DE LA JEFATURA DE ADMINISTRACION





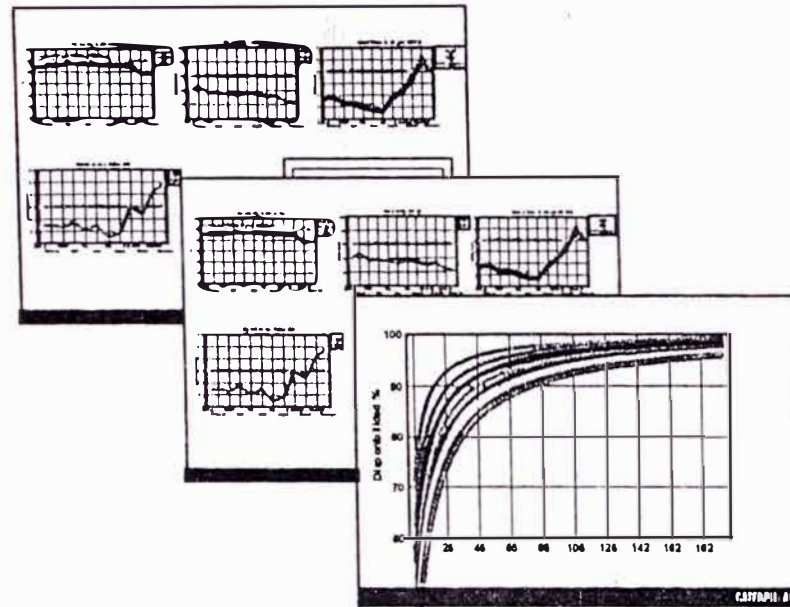
# FLUJOGRAMA DE ACTIVIDAD DEL EQUIPO





# MARC MANAGEMENT REPORT

## JULY 2003



MARC YANACOCHA PERU

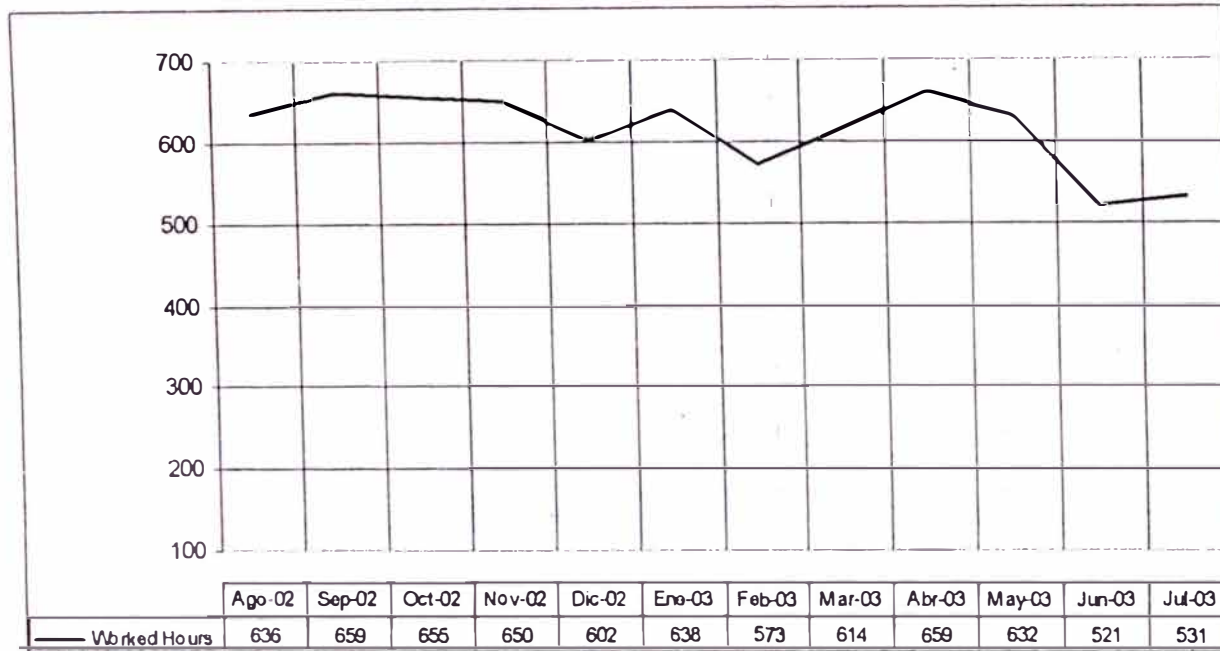
## DISPONIBILIDAD CONTRACTUAL DE EQUIPOS CAT

Orden	Mod	Data	Hrs. acum. Del 01/08/02 al 31/01/03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03	TOTAL
1	777D	DISPONIBILIDAD OFRECIDA DISPONIBILIDAD CONTRACTUAL Horas entregadas - Horas ofrecidas	1164.38							1164.38
2	786C	DISPONIBILIDAD OFRECIDA DISPONIBILIDAD CONTRACTUAL Horas entregadas - Horas ofrecidas	6714.81	88.50 91.50 644.11	88.50 91.24 560.00	88.50 90.28 346.75	88.50 89.95 290.87	88.50 90.95 459.10	88.50 90.95 459.10	9364.74
3	793C	DISPONIBILIDAD OFRECIDA DISPONIBILIDAD CONTRACTUAL Horas entregadas - Horas ofrecidas	493.47	87.50 87.74 14.29	87.50 89.07 128.50	87.50 89.42 124.37	88.50 87.62 -58.91	89.73 88.06 -161.10	89.73 88.09 -158.91	381.71
5	992Q	DISPONIBILIDAD OFRECIDA DISPONIBILIDAD CONTRACTUAL Horas entregadas - Horas ofrecidas	2681.90							

Orden	Mod	Data	Hrs. acum. Del 01/08/02 al 31/01/03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03	TOTAL
5	834B / 16H / D10R / 844	DISPONIBILIDAD OFRECIDA DISPONIBILIDAD CONTRACTUAL Horas entregadas - Horas ofrecidas	3785.39							3785.39

# **I. FLEET TRUCKS 777D**

## WORKED HOURS TRUCKS FLEET 777D



	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135
Hrs.Acumuladas	41767.9	42664.7	42257	42359.6	42011	42568.1	42914	41348.5

	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143
Hrs.Acumuladas	42236.6	41699	42666.9	42063.4	38446.1	38025.6	41709.4	40300.2



## AVAILABILITY TRUCKS FLEET 777D

		Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03	
11028	Horas Mes	624	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	670 90	615 10	694 20	676 10	609 60	672 90	462 60	641 30	661 80	645 50	588 40	257 80	
	Horas Manito Marc	26 38												
	Horas Manito Cliente	16 76												
	Horas Manito Total	43 15	97 50	43 30	84 53	81 85	75 30	136 76	65 62	51 23	102 76	107 54	425 53	
	Total de Paradas	7	16	11	14	14	17	19	12	7	9	8	14	
	Disponibilidad Objetivo	88 50												
	Disponibilidad Mensual	95 77												
	Disponibilidad Mecánica	93 09	86 46	94 18	88 26	89 00	89 88	79 65	91 18	92 88	86 19	85 06	42 81	
Disponibilidad Acumulada	90 20													
11029	Horas Mes	216	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	514 40	786 70	634 60	673 20	537 60	563 50	638 10	584 40	712 10	578 40	533 50	578 60	
	Horas Manito Marc	19 30												
	Horas Manito Cliente	70 83												
	Horas Manito Total	90 13	61 45	52 25	112 29	43 87	58 54	83 90	63 44	62 19	90 55	40 14	79 42	
	Total de Paradas	11	9	17	14	10	7	14	5	13	9	6	14	
	Disponibilidad Objetivo	88 5												
	Disponibilidad Mensual	91 06												
	Disponibilidad Mecánica	58 27	91 47	92 98	84 40	94 10	92 13	87 51	91 47	91 36	87 83	94 43	89 33	
Disponibilidad Acumulada	89 61													
11030	Horas Mes	504	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	657 80	677 90	743 60	559 80	619 70	660 40	563 90	642 80	638 40	622 80	509 70	498 50	
	Horas Manito Marc	19 18												
	Horas Manito Cliente	34 71												
	Horas Manito Total	53 90	35 53	59 65	86 83	77 73	101 11	75 96	95 37	35 19	60 44	167 41	114 17	
	Total de Paradas	4	7	11	21	13	22	14	17	7	14	15	15	
	Disponibilidad Objetivo	88 5												
	Disponibilidad Mensual	96 19												
	Disponibilidad Mecánica	89 31	95 06	91 98	87 94	89 55	86 41	88 70	87 18	95 11	91 88	76 75	84 65	
Disponibilidad Acumulada	88 00													
11031	Horas Mes	144	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	624 40	630 20	653 30	713 10	582 60	665 30	603 80	558 50	677 40	683 40	424 60	614 60	
	Horas Manito Marc	0 07												
	Horas Manito Cliente	107 15												
	Horas Manito Total	107 22	82 80	42 73	45 59	130 42	104 91	41 00	135 50	94 25	47 10	246 41	91 63	
	Total de Paradas	9	14	10	3	9	13	9	9	15	13	29	20	
	Disponibilidad Objetivo	88 5												
	Disponibilidad Mensual	99 95												
	Disponibilidad Mecánica	25 54	88 50	94 25	93 67	82 27	85 90	93 90	81 79	86 91	93 67	65 78	87 68	
Disponibilidad Acumulada	90 55													

		Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03
11032	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	541.30	701.00	696.00	664.00	632.70	674.20	569.80	598.70	649.20	672.10	575.20	625.80
	Horas Manito Marc	76.90											
	Horas Manito Cliente	9.02											
	Horas Manito Total	85.92	113.85	46.25	94.03	69.63	76.18	89.90	72.00	125.70	73.72	80.56	37.73
	Total de Paradas	6	12	9	18	8	16	12	14	18	8	13	15
	Disponibilidad Objetivo	88.5											
	Disponibilidad Mensual	89.66											
	Disponibilidad Mecánica	88.45	84.19	93.78	86.94	90.64	89.76	86.62	90.32	82.54	90.09	88.81	94.93
	Disponibilidad Acumulada	89.96											
11033	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	553.70	656.60	685.00	639.40	540.00	672.80	618.20	502.50	688.00	557.50	426.10	624.40
	Horas Manito Marc												
	Horas Manito Cliente												
	Horas Manito Total	199.00	54.00	37.60	100.20	154.54	95.62	52.57	121.26	86.60	128.13	244.74	93.25
	Total de Paradas	10	11	17	19	26	13	10	17	8	12	28	12
	Disponibilidad Objetivo												
	Disponibilidad Mensual												
	Disponibilidad Mecánica	73.25	92.50	94.95	86.08	79.23	87.15	92.18	83.70	87.97	82.78	66.01	87.47
	Disponibilidad Acumulada												
11034	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	702.00	655.00	642.90	696.10	619.00	686.20	546.80	661.00	654.00	714.80	476.20	568.00
	Horas Manito Marc												
	Horas Manito Cliente												
	Horas Manito Total	20.70	35.78	86.22	55.37	112.87	41.82	89.40	54.26	77.29	43.37	49.08	54.34
	Total de Paradas	2	11	8	7	20	10	13	7	6	8	9	9
	Disponibilidad Objetivo												
	Disponibilidad Mensual												
	Disponibilidad Mecánica	97.22	95.03	88.41	92.31	84.83	94.38	86.70	92.71	89.27	94.17	93.18	92.70
	Disponibilidad Acumulada												
11035	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	671.00	692.50	624.50	634.50	621.50	636.00	542.00	700.50	650.40	677.80	580.80	377.50
	Horas Manito Marc	44.87											
	Horas Manito Cliente	0.17											
	Horas Manito Total	45.03	46.90	120.17	108.31	75.35	111.55	52.57	52.04	113.92	41.57	75.93	271.49
	Total de Paradas	10	13	14	13	17	24	14	8	18	4	10	29
	Disponibilidad Objetivo	88.5											
	Disponibilidad Mensual	93.97											
	Disponibilidad Mecánica	93.95	93.49	83.05	84.96	89.87	85.01	92.18	93.01	84.18	94.41	89.45	63.51
	Disponibilidad Acumulada	89.19											



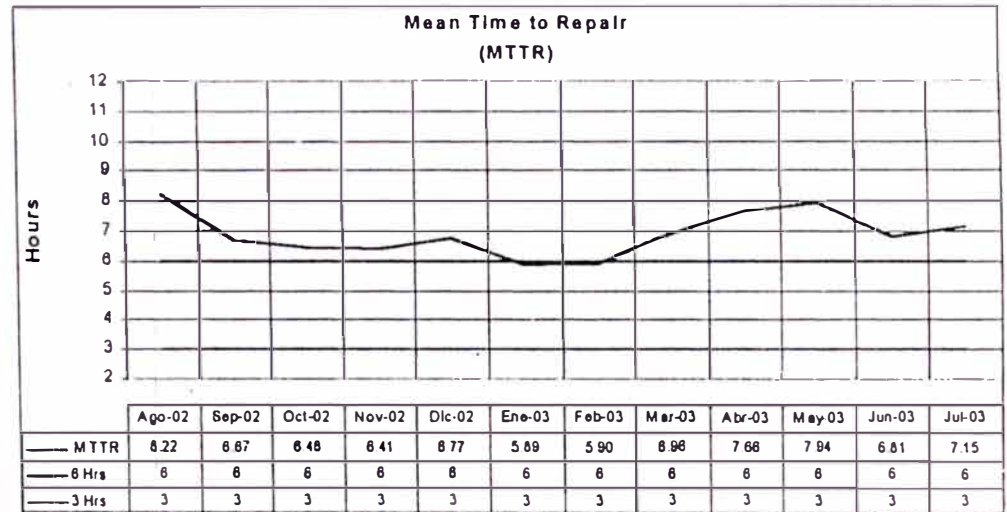
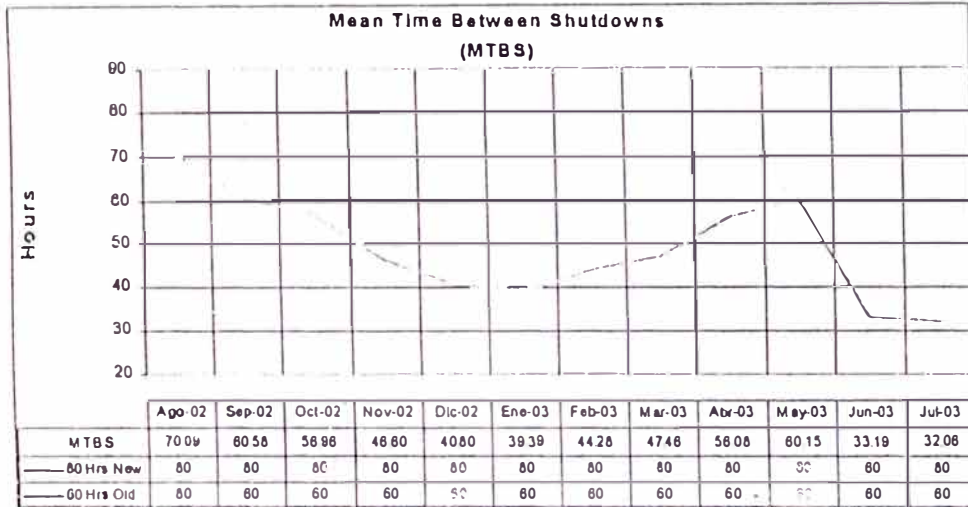
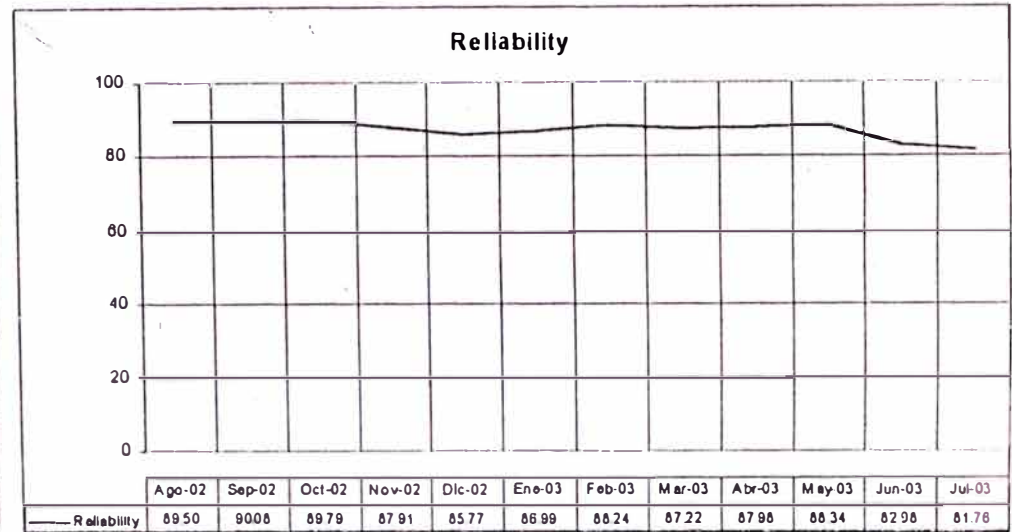
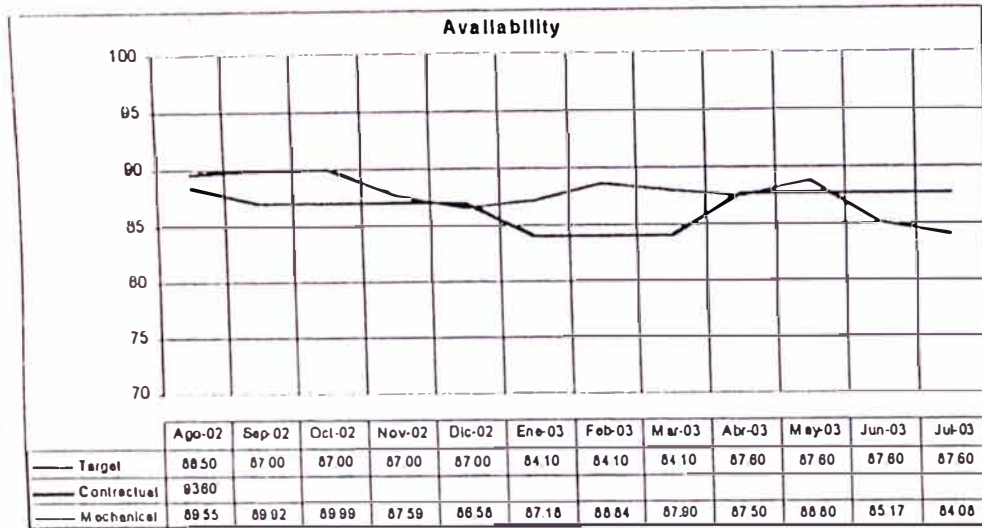
		Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03	
11036	Horas Mes	336	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	667.00	634.00	592.20	567.60	516.20	615.20	594.60	654.90	638.70	676.10	558.00	601.00	
	Horas Manito Marc	5.15												
	Horas Manito Cliente	52.83												
	Horas Manito Total	57.98	97.62	135.28	164.10	214.14	94.80	66.66	84.23	121.34	31.98	94.16	37.69	
	Total de Paradas	6	14	10	20	24	16	11	14	9	5	15	5	
	Disponibilidad Objetivo	88.5												
	Disponibilidad Mensual	98.47												
	Disponibilidad Mecánica	82.74	86.44	81.82	77.21	71.22	87.26	90.08	88.68	83.15	95.70	86.92	94.93	
Disponibilidad Acumulada	89.77													
11037	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	684.80	623.10	675.00	632.00	658.00	652.00	575.00	557.00	691.30	647.70	545.00	493.00	
	Horas Manito Marc	39.82												
	Horas Manito Cliente	17.12												
	Horas Manito Total	56.93	84.20	69.62	106.77	55.25	71.76	98.09	101.85	98.51	117.88	35.40	161.08	
	Total de Paradas	7	12	13	13	6	13	13	12	17	18	7	25	
	Disponibilidad Objetivo	88.5												
	Disponibilidad Mensual	94.65												
	Disponibilidad Mecánica	92.35	88.31	90.64	85.17	92.57	90.35	85.40	86.31	86.32	84.16	95.08	78.35	
Disponibilidad Acumulada	89.68													
11038	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	694.80	643.00	619.60	731.00	610.80	532.00	499.60	591.10	655.10	666.10	551.80	471.00	
	Horas Manito Marc													
	Horas Manito Cliente													
	Horas Manito Total	39.08	90.70	80.38	58.49	74.49	226.31	139.83	70.55	92.97	36.81	114.93	78.14	
	Total de Paradas	10	6	10	11	17	16	22	12	9	9	30	21	
	Disponibilidad Objetivo													
	Disponibilidad Mensual													
	Disponibilidad Mecánica	94.75	87.40	89.20	91.88	89.99	69.58	79.19	90.52	87.09	95.05	84.04	89.50	
Disponibilidad Acumulada														
11039	Horas Mes	696	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744	
	Horas trabajadas	681.10	671.10	686.40	665.30	625.60	595.00	542.00	679.00	625.20	621.30	593.20	558.40	
	Horas Manito Marc	38.87												
	Horas Manito Cliente	18.78												
	Horas Manito Total	57.65	51.77	39.57	37.44	96.64	154.27	55.75	52.69	93.63	65.25	78.80	188.16	
	Total de Paradas	10	6	8	4	14	19	7	17	15	7	15	30	
	Disponibilidad Objetivo	88.5												
	Disponibilidad Mensual	94.42												
	Disponibilidad Mecánica	91.72	92.81	94.68	94.80	87.01	79.26	91.70	92.92	87.00	91.23	89.06	74.71	
Disponibilidad Acumulada	89.20													



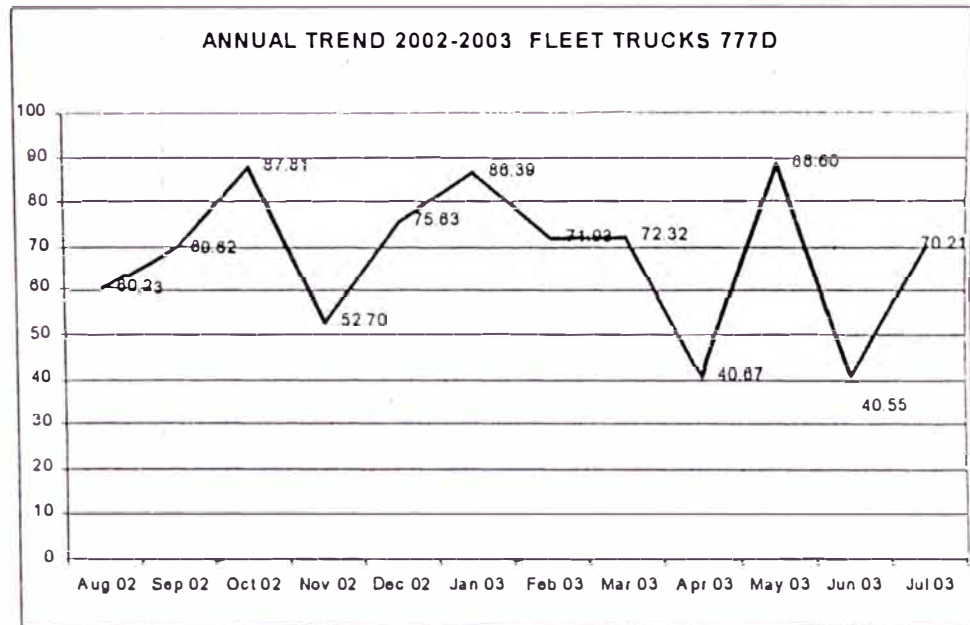
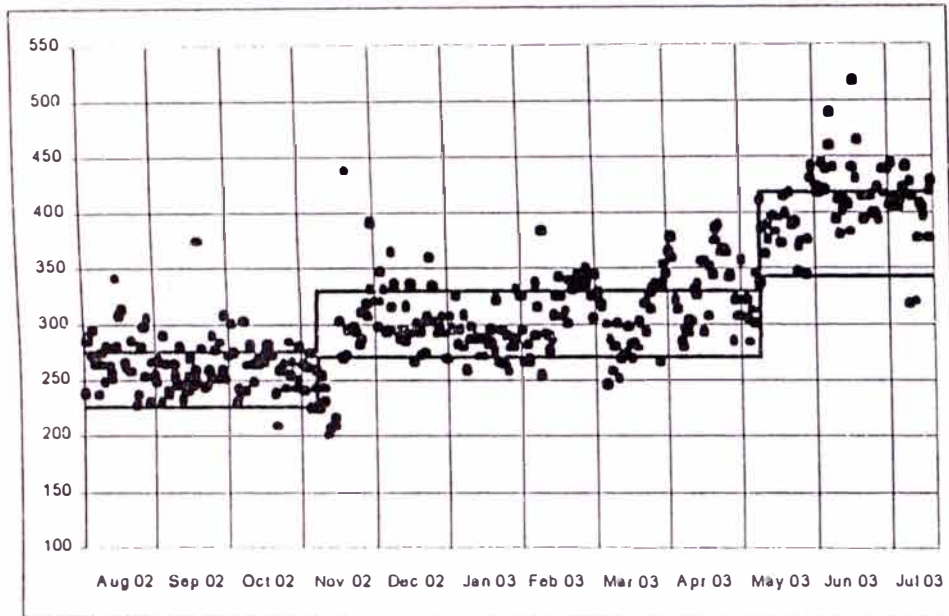
		Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03
11040	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	579.20	663.90	649.70	703.50	581.20	651.10	604.60	614.80	613.40	579.90	329.20	447.40
	Horas Manillo Marc	90.17											
	Horas Manillo Cliente	64.52											
	Horas Manillo Total	154.68	62.85	83.07	32.78	132.32	68.39	49.94	105.19	87.18	105.20	32.40	134.98
	Total de Paradas	14	14	15	8	16	14	17	15	14	9	8	25
	Disponibilidad Objetivo	88.5											
	Disponibilidad Mensual	87.88											
	Disponibilidad Mecánica	79.21	91.27	88.84	95.45	82.22	90.81	92.57	85.86	87.89	85.86	95.50	81.06
Disponibilidad Acumulada	87.33												
11041	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	656.40	586.10	633.80	617.20	627.80	634.70	569.50	589.00	699.30	590.70	593.30	583.60
	Horas Manillo Marc	57.00											
	Horas Manillo Cliente	15.12											
	Horas Manillo Total	72.12	124.82	111.28	55.36	142.86	79.44	86.48	139.50	76.95	111.88	59.83	19.76
	Total de Paradas	11	9	12	19	19	20	10	20	5	18	16	4
	Disponibilidad Objetivo	88.5											
	Disponibilidad Mensual	92.34											
	Disponibilidad Mecánica	90.31	82.66	85.04	92.31	80.80	89.32	87.13	81.25	89.31	84.96	91.69	97.34
Disponibilidad Acumulada	84.22												
11042	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	653.30	654.80	630.50	675.10	644.30	616.10	607.50	646.70	631.50	657.30	544.70	598.10
	Horas Manillo Marc	44.78											
	Horas Manillo Cliente	42.32											
	Horas Manillo Total	87.10	53.07	70.50	99.58	91.83	91.85	62.18	63.82	80.28	116.43	112.09	63.03
	Total de Paradas	15	9	5	19	12	27	15	11	8	12	30	18
	Disponibilidad Objetivo	88.5											
	Disponibilidad Mensual	93.98											
	Disponibilidad Mecánica	88.29	92.63	90.52	88.17	87.66	87.65	90.75	91.42	88.85	84.35	84.43	91.53
Disponibilidad Acumulada	86.83												
11043	Horas Mes	744	720	744	720	744	744	672	744	720	744	720	744
	Horas trabajadas	669.40	649.90	618.50	544.10	603.30	683.80	627.20	602.20	657.10	513.50	501.40	597.00
	Horas Manillo Marc	32.42											
	Horas Manillo Cliente	25.82											
	Horas Manillo Total	58.23	68.25	113.60	187.77	43.95	74.25	40.79	162.76	142.68	160.05	168.82	44.83
	Total de Paradas	8	11	14	20	11	12	7	17	19	13	12	9
	Disponibilidad Objetivo	88.5											
	Disponibilidad Mensual	95.64											
	Disponibilidad Mecánica	92.17	90.52	84.77	73.92	94.09	90.02	93.93	78.12	80.18	78.49	76.55	93.97
Disponibilidad Acumulada	89.35												

		Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03	Jul-03
FLEET	Horas Mes	7728	11520	11904	11520	11904	11904	10752	11904	11520	11904	11520	11904
	Horas trabajadas	8271.00	10540.90	10479.80	10392.00	9629.90	10201.20	9165.20	9824.40	10542.90	10104.90	8331.10	8494.70
	Horas Mantto Marc	494.90											
	Horas Mantto Cliente	475.14											
	Horas Mantto Total	970.04	1161.08	1191.47	1429.44	1597.74	1526.10	1221.78	1440.08	1439.91	1333.12	1708.24	1895.23
	Total de Paradas	118	174	184	223	236	259	207	207	188	168	251	265
	Disponibilidad Objetivo	88.5	87	87	87	87	84.1	84.1	84.1	87.6	87.6	87.6	87.60
	Disponibilidad Mensual	93.60											
	Disponibilidad Mecánica	89.55	89.92	89.99	87.59	86.58	87.18	88.64	87.90	87.50	88.80	85.17	84.08
	Disponibilidad Acumulada	89.08											

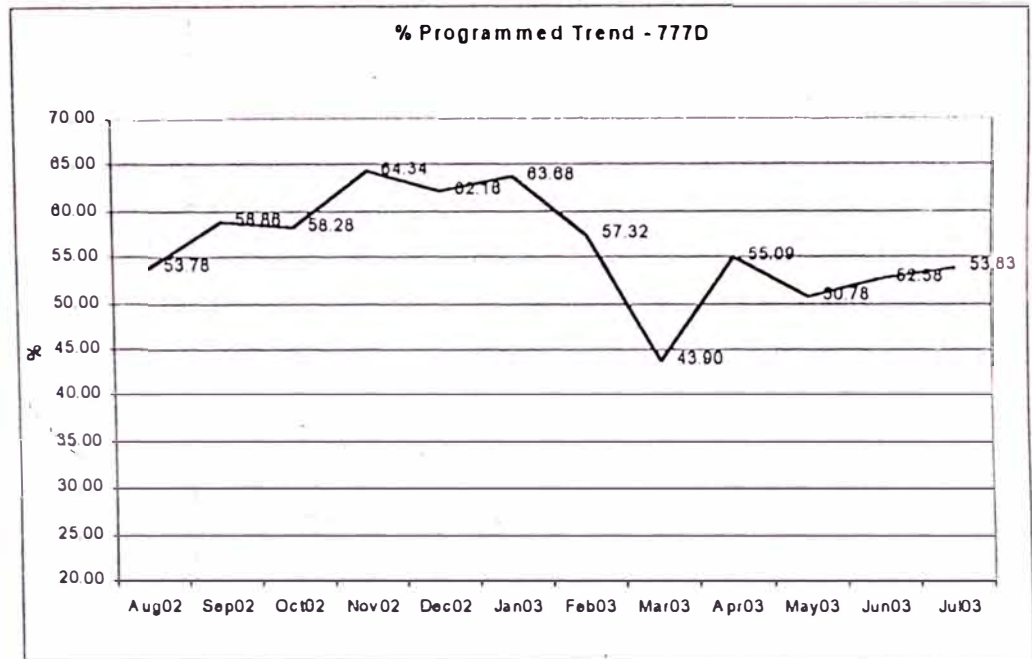
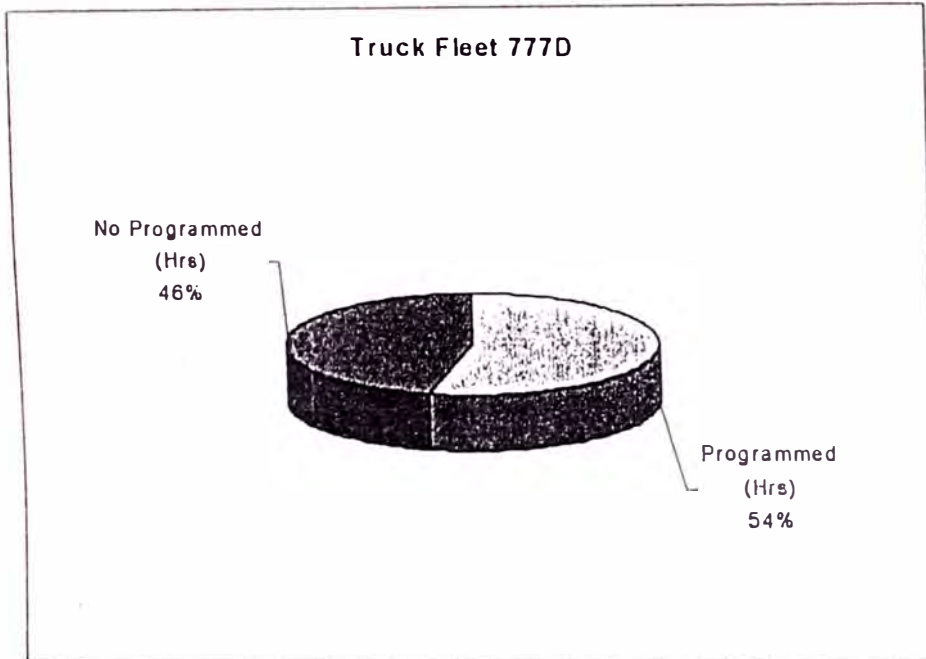
# GENERAL PERFORMANCE METRICS TRUCKS FLEET 777D



## SERVICE ACCURACY TRUCKS FLEET 777D



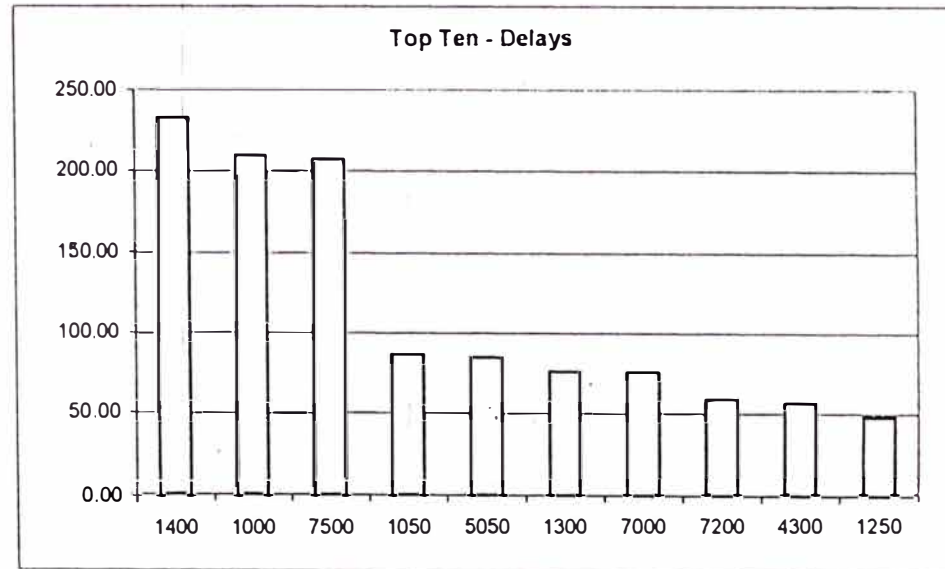
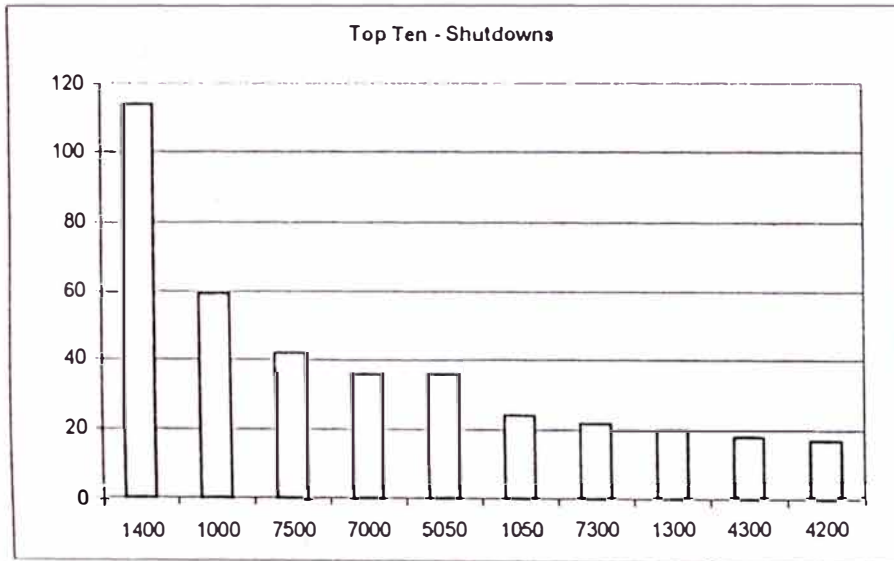
## PROGRAMMED / NO PROGRAMMED TRUCKS FLEET 777D



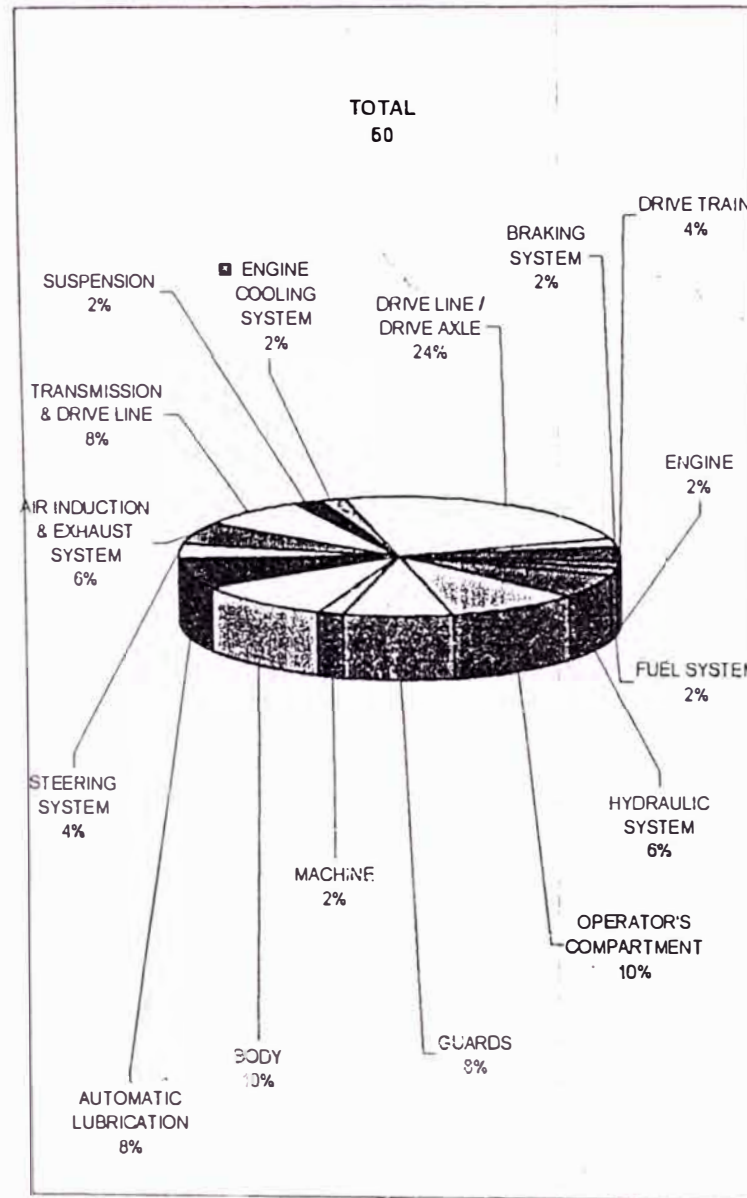


### TOP TEN- MODEL FLEET TRUCKS 777D

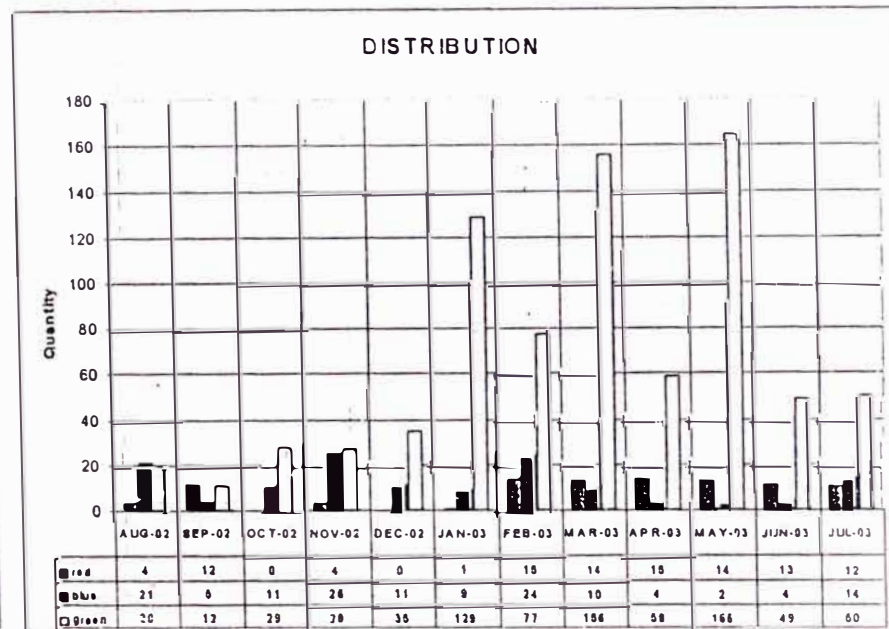
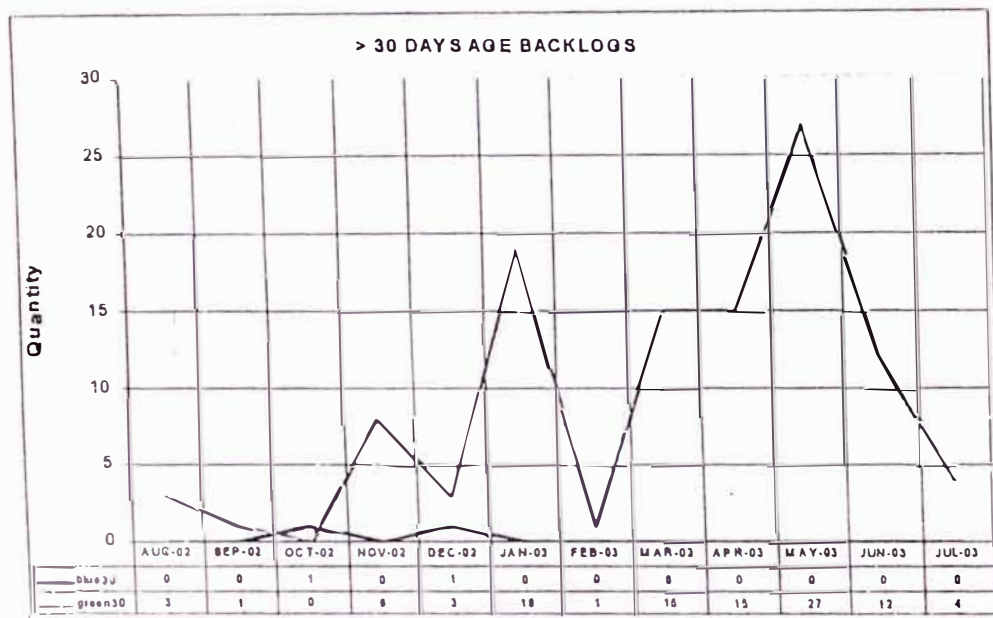
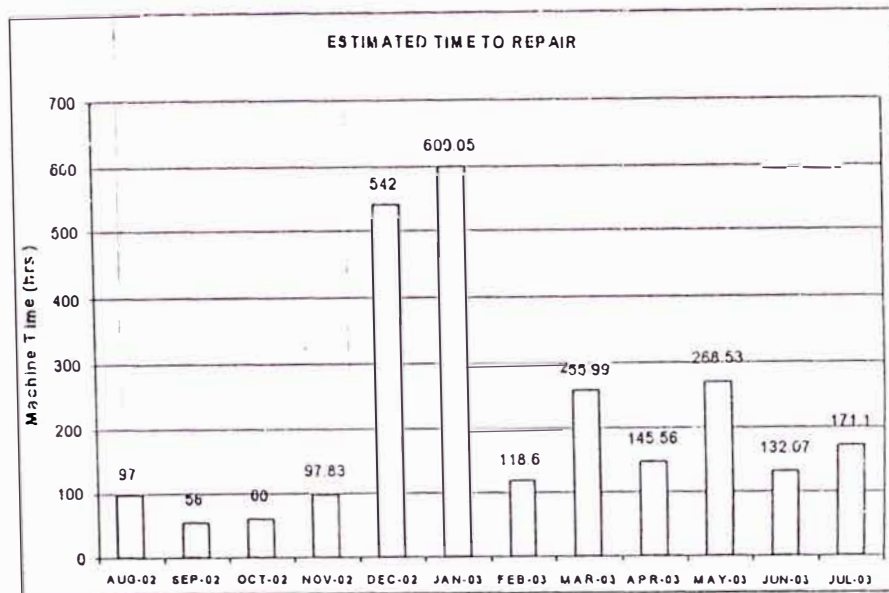
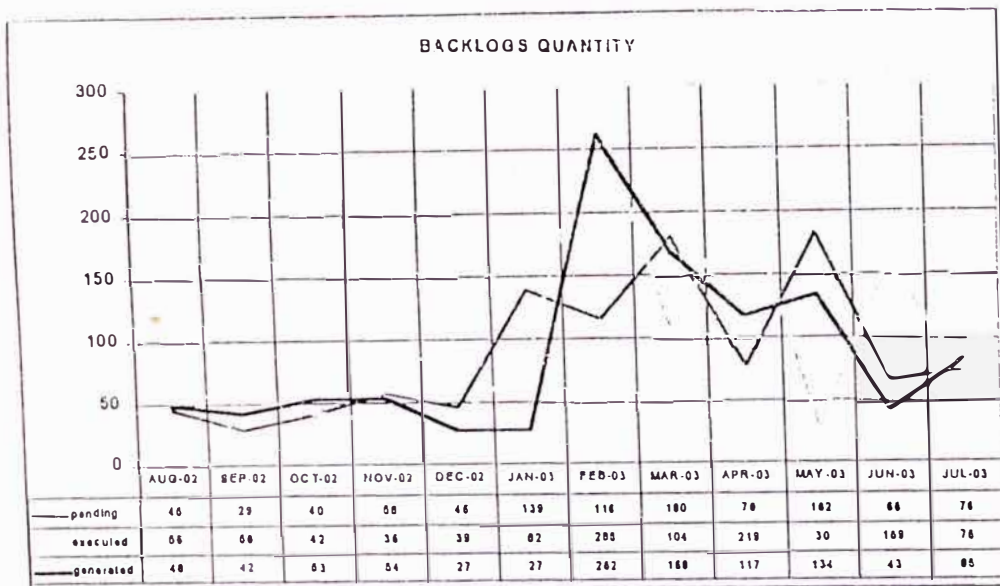
SMCS	DESCRIPCION	No.SHUTDOWNS	SMCS	DESCRIPCION	Hs DURACION	SMCS	DESCRIPCION	MTR
1400	ELECTRIC SYSTEM	114	1400	ELECTRIC SYSTEM	232.48	1400	ELECTRIC SYSTEM	2.04
1000	ENGINE	59	1000	ENGINE	209.57	1000	ENGINE	3.55
7500	SERVICING & SHIPPING	42	7500	SERVICING & SHIPPING	207.32	7500	SERVICING & SHIPPING	4.94
7000	MACHINE	36	1050	AIR INDUCTION & EXHAUST SYSTEM	86.47	1050	AIR INDUCTION & EXHAUST SYSTEM	3.60
5050	HYDRAULIC SYSTEM	36	5050	HYDRAULIC SYSTEM	84.56	5050	HYDRAULIC SYSTEM	2.35
1050	AIR INDUCTION & EXHAUST SYSTEM	24	1300	LUBRICATION SYSTEM	76.00	1300	LUBRICATION SYSTEM	3.80
7300	OPERATOR'S COMPARTMENT	22	7000	MACHINE	75.52	7000	MACHINE	2.10
1300	LUBRICATION SYSTEM	20	7200	SUSPENSION	59.25	7200	SUSPENSION	4.23
4300	STEERING SYSTEM	18	4300	STEERING SYSTEM	56.66	4300	STEERING SYSTEM	3.15
4200	WHEEL & TIRE	17	1250	FUEL SYSTEM	48.04	1250	FUEL SYSTEM	4.00



GREEN BACKLOGS PER SYSTEM AT JULY 2003  
777D TRUCK FLEET



# TREND BACKLOGS TRUCKS FLEET 777D



En backlogs ejecutados se considera los backlogs devueltos y anulados, por que los trabajos ya han sido realizados.

A partir del mes de Enero del 2003 se anexan a la base de datos las tareas de Inspecciones.