

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“ESTRATEGIAS MODERNAS EN LA GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO EN CENTROS MINEROS DE  
TAJO ABIERTO”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**GUSTAVO ADOLFO SANTA MARÍA VARGAS**

**PROMOCIÓN 1997 - II**

**LIMA – PERÚ  
2003**

## INDICE

	Pág.
PROLOGO	1
I. INTRODUCCIÓN	3
II. DEFINICIONES GENERALES	6
1. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	6
2. DEFINICIONES IMPORTANTES	6
III. GESTION MODERNA DEL MANTENIMIENTO - PROCEDIMIENTOS & PAUTAS DEL MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE MANUTENCIÓN	9
1. Visión General del Proceso de Distribución	9
2. Propósito	9
3. Alcance	10
4. Definiciones	10
5. Requerimientos	10
6. Descripción del Proceso	11
7. Registros	22
IV. OBJETIVOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA ASEGURAR LA CAPACIDAD EXCELENTE EN LAS OPERACIONES MINERAS	23
1. Propósito	23
2. Que son estas Estrategias ?	23
3. Asesoramiento en las Metas y Programas existentes	23
4. Un INGRESO para todo tipo de Estrategias	24
5. Por que estas Estrategias?	24
6. Visión	26
7. Impacto esperado en el Negocio	28
8. Impacto esperado en el Costo Total	30
9. Metas Globales	33

V.	ESTRATEGIAS PARA ASEGURAR LA CAPACIDAD EXCELENTE EN LAS OPERACIONES MINERAS	43
	1. Estrategia 1 : confiabilidad del operador (ODR)	43
	2. Estrategia 2 : limpieza de combustible, lubricante, aire y refrigerante	45
	3. Estrategia 3 : medición de perdidas totales	48
	4. Estrategia 4 : excelencia en resolver problemas	51
	5. Estrategia 5 : estrategia del reemplazo optimo de equipos móviles	54
	6. Estrategia 6 : estrategia del mantenimiento basado en la confiabilidad (MDR)	56
	7. Estrategia 7 : administración del trabajo disciplinado	58
	8. Estrategia 8 : migración rápida y fácil a un sistema de administración (SAP)	61
	9. Estrategia 9 : optimización de la tercerización "outsourcing"	63
	10. Estrategia 10 : desarrollo del liderazgo	65
	11. Estrategia 11 : respuesta a las mejores practicas	67
	12. Estrategia 12 : asegurar las capacidades de los nuevos proyectos de inversión	68
VI.	INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES DE MANTENCIÓN (KPI's)	71
	1. Conceptos básicos	71
	2. Indicadores de rendimiento claves (kpi's) para informes de la corporación	83
VII.	APLICACIÓN PRACTICA EN UNA MINA DE TAJO ABIERTO CON UN MOVIMIENTO DIARIO DE 200 000 TM Y UNA RELACION DE DESBROCE DE 8 A 1	95
	1. Aspectos generales	95
	2. Planeamiento de mina	104

3.	Operaciones mina	105
4.	Procesos	114
5.	Excelencia operacional	118
6.	Seguridad, medio ambiente y comunidades	122
7.	Evaluación del proceso de mejoramiento de mantención en nuestra empresa	139
8.	Procedimientos y pautas del modelo de administración de trabajos de mantención en nuestra empresa	144
9.	Aplicación de las estrategias modernas para asegurar la capacidad excelente en la operaciones mineras	158
10.	Resultado de la aplicación de las metas globales esperadas	174
11.	Resultado de los indicadores de rendimiento claves (KPI's) para informes de la corporación	180
VIII.	EVALUACION ECONOMICA	189
1.	Introducción	189
2.	Indicadores económicos.	191
	CONCLUSIONES	194
	BIBLIOGRAFÍA	196
	ANEXOS	197

## PROLOGO

La presente tesis sobre “Implementación de Estrategias para Asegurar la capacidad Excelente en las Operaciones Mineras” nace por la necesidad de poder apuntar hacia el mejoramiento de la administración del Mantenimiento y la Producción, sus reportes directos, el desarrollo del personal de mantenimiento y estos a la vez de su liderazgo en el mantenimiento.

Para toda la organización, la implementación de estas estrategias muestra como mejorar el desempeño y la productividad del mantenimiento, reducir costos, minimizar tiempos de paradas y lograr la máxima confiabilidad de todos los equipos críticos de producción.

Este documento es una guía valiosa para la implementación exitosa de las técnicas, tecnología e información modernas de administración, de esta manera poder ubicarse en el mercado de la competencia.

El primer capítulo indica el objetivo de la tesis, lo que se espera demostrar, la metodología y los alcances

El segundo capítulo enfoca los conceptos generales que hay que tener en cuenta durante el desarrollo de la tesis.

El tercer capítulo describe los procedimientos & pautas del modelo de administración de trabajos de mantención que nos ayudará a agilizar la implementación de programas de mejoramientos de mantención.

El cuarto capítulo enfoca los objetivos globales de las estrategias para asegurar la capacidad excelente en las operaciones mineras, así como también sus impactos dentro del negocio.

En el quinto capítulo desarrolla las doce estrategias que hay que aplicar para asegurar la capacidad excelente en las operaciones mineras

En el sexto capítulo se describe los indicadores de rendimiento claves de mantención que básicamente, son un mecanismo de control y cuyo propósito en esta parte es proporcionar una política para calcular e informar los indicadores claves de mantención estándares (KPI's).

En el séptimo capítulo el mas importante, se desarrolla una aplicación practica de todo lo mencionado anteriormente. Esta aplicación practica esta referida a una Mina de Tajo abierto ubicada al Sur del Perú.

Y en el último capítulo mediante la evaluación económica se mide la rentabilidad de aplicar estas estrategias.

Finalmente quiero manifestar mi profundo agradecimiento a mi asesor el Ing. Jorge Vera Ermitaño por la ayuda en el desarrollo de este tema. Así también a mi compañero de trabajo Ing. Héctor Asenjo Vega y a todas aquellas personas por sus invalorable y desinteresados apoyos para la culminación de la misma.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo sobre “Implementación de Estrategias para Asegurar la Capacidad Excelente en las Operaciones Mineras” tiene como objetivo principal el de realizar la evolución en la forma en que se realiza el mantenimiento en una empresa minera desde su situación actual hacia una organización disciplinada y enmarcada, en base a tres metas globales que requieren ser ejecutadas:

- 20% en reducción del total del tiempo de paradas de los equipos críticos por año hasta alcanzar la mejor práctica de clase mundial.
- 20% en reducción de la cantidad de trabajos no administrados por año hasta alcanzar la mejor práctica de clase mundial.
- Mas del 2% en disminución de los costos unitarios reales en Reparaciones y Mantenciones (R&M) por año, por un periodo de 3 años.

Para poder obtener estos objetivos, necesariamente se tendrán que aplicar 12 estrategias bien definidas la cuales cuentan con mediciones para poder monitorearlas.

A la vez estas estrategias serán soportadas por los procedimientos & pautas del modelo de administración de trabajos de mantención que nos ayudará a agilizar la implementación de programas de mejoramientos de mantención.

Se espera demostrar con la implementación de los indicadores de rendimiento claves de mantencion los progresos que se obtienen al aplicar este proceso de administración.

Así también se realiza la evaluación económica para medir la rentabilidad del aplicar estas estrategias.

Los alcances que se pueden lograr con la implementación de estas estrategias son:

- **Impacto en el Negocio**, que se refleja en cada una de los siguientes puntos:
  - o Reducción de los costos Unitarios
  - o Reducción del Capital de Trabajo

- Reducción de Activos Fijos
  - Reducción de los Riesgos de Operación
  - Incremento de la Producción
  - Servicio Confiable
  - Mejora de la Calidad
  - Reducción de Lesiones
  - Incremento de la Satisfacción del Trabajador
  - Reducción de los riesgos Ocupacionales y del Medio Ambiente
  - Mejora de la conformidad del medio Ambiente
- **Impacto en el Costo Total**, a través de los costos directos y los costos indirectos

En los costos directos:

- Reducir las demoras en el Trabajo aplicando los mejores procesos de negocio
- Reducir el porcentaje de Compras
- Reducción el porcentaje de Reparaciones
- Reducción del uso de terceros (contratistas)
- Eliminar acciones preventivas sin valor

En los costos indirectos, son esperados del mejoramiento de la confiabilidad de la planta:

- Ganancia de tiempo de Producción a través de la reducción de los paradas
- Operación del equipo dentro de sus especificaciones
- Cuidado del operador y condiciones de reporte.
- Mejoramiento de la efectividad de inspecciones y servicios.
- Aplicar y mejorar las condiciones de monitoreo.
- Mejoramiento la captura de historia de fallas.
- Aplicar Análisis de Falla Causa Raíz para los equipos críticos.



- Eliminar la duplicación de trabajo – mejorar las especificaciones del trabajo y control de calidad.
- Optimizar las estrategias de reparación (Reemplazo Planeado de Componentes). Extender la vida útil de los componente.
- Mejorar la administración de control de la contaminación y lubricación.

Las limitaciones que se pueden tener con la implementación de estas estrategias son:

- Es necesario asumir un involucramiento total en todos niveles de la empresa, desde la más alta organización hasta los trabajadores, siendo esto un punto muy difícil de lograr, ya que se requiere un gran compromiso de todas estas partes
- Alcanzar y mantener ese nivel de administración de Clase Mundial, debido a que en el día a día todas las empresas se vuelven más competitivas

## **II. DEFINICIONES GENERALES**

### **1. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

En el ámbito empresarial actual, las compañías buscan todas las ventajas imaginables. Han implementado iniciativas de mejoramiento como Administración de Calidad Total (ACT), Control de Calidad Total (CCT), fabricación Justo A Tiempo (JAT) y Participación Total de los Empleados (PTE). A finales de la década de 1990, mucha compañías estaban dirigiendo su atención hacia la optimización de sus activos. Este cambio de atención incluye de hecho todas las partes de la organización relacionados con la efectividad de los activos. Una de las partes de la compañía que mas afecta los activos es el departamento de mantención o el grupo encargado de la función de mantención. Dado que el departamento de mantención tiene mayor impacto sobre la condición y en últimas sobre la capacidad de los activos, las compañías están centrando su atención en encontrar el mejor método para administrar la mantención de los equipos.

Las compañías han intentado diferentes estructuras organizacionales: cambio de estructuras de presentación de informes, aumentos o recortes de personal, contratos externos y equipos humanos a los que se confiere mayor poder en un esfuerzo por controlar la mantención. Sin embargo, la mayoría de las compañías no han podido llegar a administrar la mantención. Los dos factores mas importantes que contribuyen a esta situación han sido la falta de medición adecuada y la falta de sistemas de control para la mantención.

### **2. DEFINICIONES IMPORTANTES**

#### **2.1. Mantenimiento.-**

Mantenimiento es el acto de mantener, es decir CONSERVAR en un estado de existencia, PRESERVAR, PROTEGER de fallas o deterioración las instalaciones y maquinarias de una entidad cualquiera, así como garantizar la máxima disponibilidad de estos en un costo optimo. Mantenimiento NO significa Reparar.

Los trabajos de mantención se pueden clasificar en dos grupos:

- a) Trabajos de mantención planificados: son aquellos trabajos que se planifican con mucha anticipación, con conocimiento del mantenedor
- b) Trabajos de Mantencion no planificados: son aquellos trabajos que ocurren de imprevisto, ocasionando mucha demanda de tiempo, debido a que hay que analizar el trabajo, requerimientos de herramientas, equipos, etc.

## 2.2. Mantención Correctivo

Se realiza cuando el deterioro de la maquina es evidente. Se presentan 2 casos:

- a) Mantención correctivo de emergencias: se ejecuta ante una falla intempestiva. La maquina se paraliza y solamente queda intervenir.
- b) Mantención correctivo planificado: es aquel que se realiza cuando la falla puede ser corregida después de detectada, teniendo en consideración un cronograma de trabajo.

2.3. Mantención Preventiva.- Es el conjunto de acciones planificadas que se realizan en periodos establecidos, teniendo en cuenta un programa de actividades. Por ejemplo, los servicios de lubricación, cambios de aceites y filtros, cambio de componentes, etc.

2.4. Shutdown.- Son las paradas programadas orientadas a reparaciones mayores y overhaul. Por ejemplo Cambio de componentes mayores de los equipos.

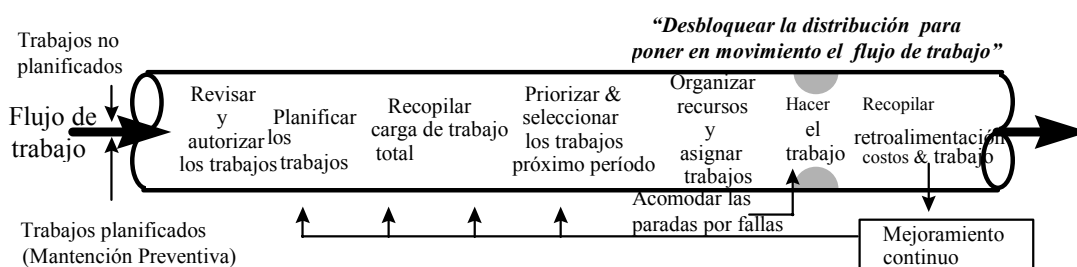
2.5. Aseguramiento de la Capacidad.- busca mantener la capacidad tanto inmediata como a largo plazo. Por lo tanto; adicionalmente a las funciones tradicionales de mantener en forma eficiente y efectiva la Planta, el Aseguramiento de la Capacidad enfatiza el logro de la capacidad total de las Plantas, anticipando y manejando los riesgos futuros para evitar las

pérdidas de capacidad de ésta. El Aseguramiento de la Capacidad busca eliminar consigo, todas las perdidas y las interfaces de operación; pero no esta enfocada en el diseño de la planta, en sus modificaciones, ni tampoco en sus planes de producción y operación.

2.6. Red de Mantencion Global Corporativo, es un servicio compartido dentro de la corporación, que se encarga de Auditar y sugerir las mejores practicas del administración de equipos.

### III. GESTION MODERNA DEL MANTENIMIENTO - PROCEDIMIENTOS & PAUTAS DEL MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENCIÓN

Figura 3.1. Proceso del flujo de trabajo de mantenimiento.



#### 1.1. Visión General del Proceso de Distribución

Estos modelos han sido desarrollados bajo iniciativa del Proceso de Mejoramiento de Mantenimiento para ayudar a agilizar la implementación de programas de mejoramientos de mantenimiento en la Corporación. Están basados en conceptos y procesos comerciales representados en los modelos de mejor práctica de administración de mantenimiento desarrollados en la Corporación, para la presentación de mantenimiento de SAP/R3 en esas divisiones y experiencia real adquirida en la implementación general y mejoramiento de sistemas de mantenimiento en varios de estos lugares.

El propósito es entregar un conjunto de conceptos y procedimientos de administración de trabajos comunes que puedan ser usados a través de toda la Corporación, como base para implementar el mejoramiento a medida que la presentación del SAP/R3 progresa.

El valor real del conocimiento compartido, obtenido a partir del uso de estos modelos, resultará de la discusión permanente de temas y fundamentos, más que de una simple lectura e interpretación individual y aislada que las personas hagan de ella.

#### 1.2. Propósito

El propósito de este documento es entregar una visión general del proceso de distribución modelo para administrar la carga de trabajos de mantenimiento.

### 1.3. Alcance

Los conceptos y pasos procesales descritos aquí, representan la “mejor práctica” recomendada para administrar el flujo de trabajos de mantención, según lo definido en las órdenes de trabajo individuales, a través de las necesarias etapas de identificación, planificación, programación, ejecución, registro y cierre de trabajos, contenidas en el proceso. En principio, los conceptos y pasos procesales son aplicables a todos los sistemas manuales y/o computarizados de administración de mantención, implementados en cualquier industria.

### 1.4. Definiciones

Una Notificación (o Requisición de Trabajo) es un documento que solicita la realización de un trabajo de mantención - también puede ser usado para registrar las historias de un trabajo.

Una Orden de Trabajo (u Orden de Mantención) es un documento detallado de planificación, registro y costos el cual es usado para administrar una tarea (o paquete) de trabajo a medida que avanza por las etapas de autorización, planificación, programación, ejecución, registro y cierre.

Flujo de Trabajo implica el flujo simultáneo de varias órdenes de trabajo a través de las etapas de autorización, planificación, programación, ejecución, registro y cierre, del proceso de administración.

### 1.5. Requerimientos

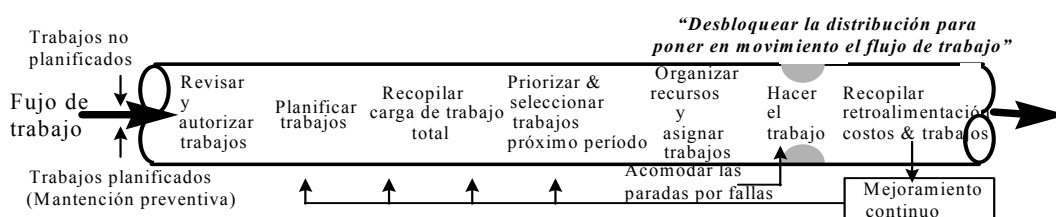
#### a) Requerimientos Comunes:

El requerimiento es entregar un grupo genérico de procedimientos de administración de trabajos de mantención, que puedan aplicarse a todos los lugares de la Corporación, independiente del tipo de industria o sistemas de administración de mantención utilizados.

### 1.6. Descripción del Proceso

#### a) Visión General del Proceso

Cualquier proceso de administración de trabajos de mantenimiento que afirme tener o estar cerca de la mejor práctica debe incluir una serie de pasos genéricos, pero obligatorios. Estos se ilustran más abajo y se incluyen en los conceptos de administración de trabajos de administración:



### Pasos Genéricos de la distribución:

*El modelo de distribución representa un flujo de órdenes de trabajo a través del proceso de administración de trabajos de mantenimiento - este es el flujo de trabajos que debemos administrar para poder ajustar las demandas con los recursos disponibles.*

*Cada orden de trabajo debe pasar a través de las mismas series de diferentes etapas - varias órdenes de trabajo fluyen a través de dichas etapas en forma simultánea; sin embargo, el caudal de flujo no es uniforme.*

*En la etapa de programación de trabajos, la prioridad de cada orden de trabajo depende del resto de las órdenes de trabajo en espera de ser programadas.*

*No podemos planificar y programar correctamente nuestra carga de trabajos, o hacer buen uso de nuestros recursos, a menos que contabilicemos todas nuestras órdenes de trabajo y las administremos en forma simultánea.*

*El modelo de distribución nos ayuda a compartir el entendimiento de estos conceptos de administración con todas las personas involucradas en la operación y mantenimiento de los equipos y aprovisionamiento de recursos.*

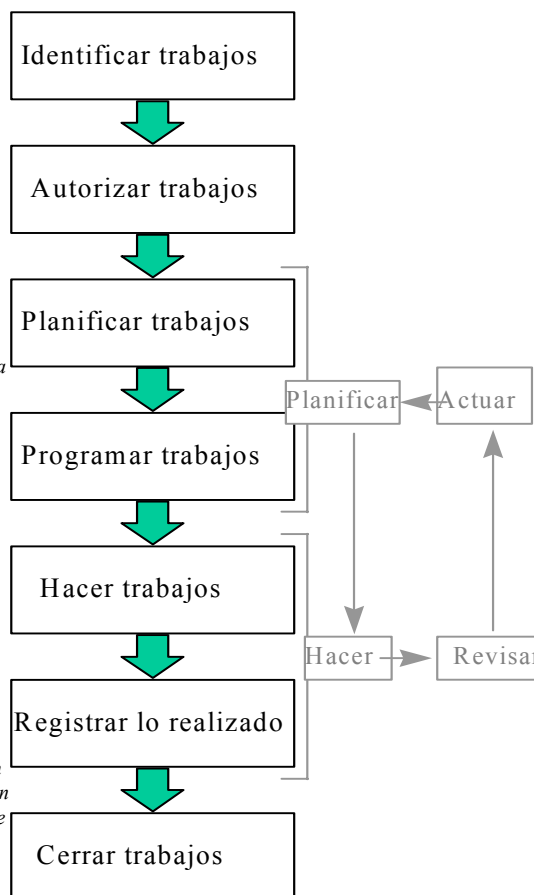


Figura 3.2. Pasos genéricos de la distribución.

## b) Descripción del Proceso

## b.1. Identificar Trabajos

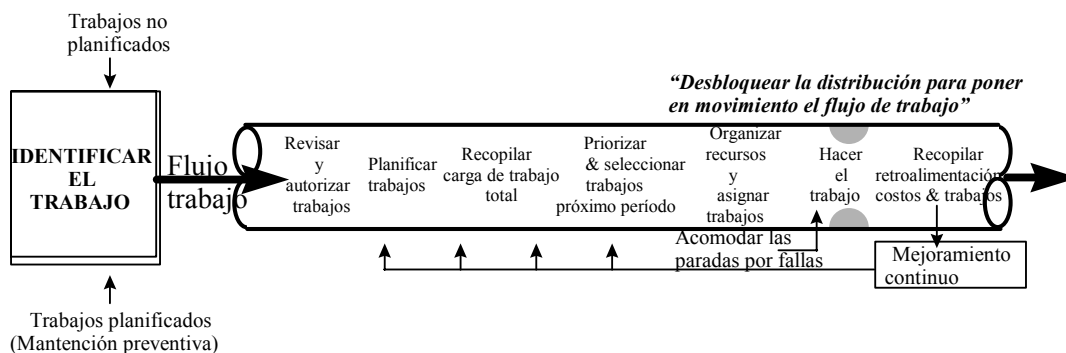


Figura 3.3. Identificación de los trabajos

Cada tarea de trabajo que se administre a través del proceso de administración de trabajos de mantenimiento debe identificarse en forma individual. En la etapa de planificación, cada tarea aprobada es identificada en una orden de trabajo; sin embargo, previo a esta etapa, las tareas pueden identificarse de varias maneras:

- Como requisiciones de trabajo (o notificación).
- Como informe (o eventos) de incidentes.
- Como informes de seguridad, riesgo o medio ambiente.
- Como actualizaciones, modificaciones o mejoramiento de equipos.
- Como tareas programadas (o mantenencias planificadas) de rutina.
- Como retroalimentación de la condición de los equipos a partir de monitoreos de condiciones o inspecciones programadas del equipo, etc.
- Como memorándums o notas escritas.
- Como requisiciones verbales, etc.

Las distintas maneras de iniciar, solicitar o de lo contrario registrar trabajos en la "lista" para incluirlos en el sistema de administración de trabajos de mantenimiento variará de un lugar a otro, dependiendo de los requerimientos



locales. Contar con algún tipo de sistema de requisición de trabajos ayudará a asegurar que estos no se pierdan u olviden.

En el modelo de distribución, la definición de este paso está hecha en forma separada debido a que cualquier persona puede iniciar una requisición de trabajo de mantenimiento. A diferencia de otras etapas en el modelo, en esta etapa no hay una responsabilidad determinada - cualquier miembro de la organización debería ser capaz de:

- Solicitar directamente los trabajos.
- Alertar a los demás respecto a que hay trabajos que requieren realizarse.

#### b.2. Autorizar Trabajos

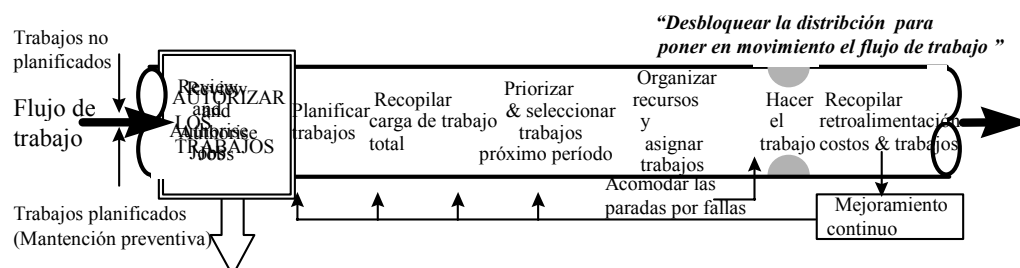


Figura 3.4.

Naturalmente, al igual que con cualquier sistema de notificación usado por una gran cantidad de personas en distintos departamentos, habrá varias instancias cuando el trabajo solicitado sea:

- Innecesario.
- Inapropiado.
- Duplicado.
- Sujeto a (o paralizado por) costos.
- En conflicto con las políticas y procedimientos de seguridad, medio ambiente o integridad (control de modificaciones) de equipos, u otras.
- Sin costo efectivo para el resto de la vida del equipo.
- Etc.

En el proceso de administración de trabajos, la etapa de autorización está diseñada para filtrar estas instancias y entregar retroalimentación al solicitante para agradecerle su ingreso y explicar por qué no se actuó sobre dicha requisición.

En el modelo de distribución, este paso está definido separadamente ya que alguien debe hacerse responsable de autorizar los trabajos de mantenimiento.

Generalmente, esta responsabilidad es ejercida por la persona a cargo de la integridad de los equipos y/o control de gastos de mantención versus presupuesto. En muchos casos, esta persona será el ingeniero de mantención de planta o planificador de mantención senior, o su equivalente. La persona específica responsable variará de un lugar a otro, dependiendo de la estructura y roles locales de la organización, etc.

### b.3. Planificar Trabajos

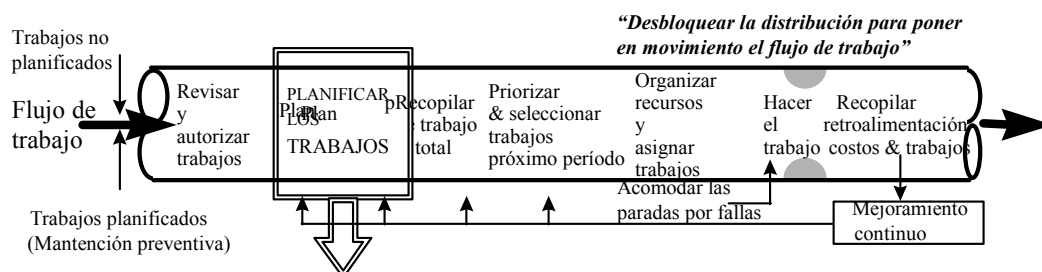


Figura 3.5.

Habiendo identificado y autorizado los trabajos que se requiere realizar, el próximo paso es planificar cada trabajo en una orden de trabajo para asegurarse que puede realizarse en forma segura y efectiva.

Planificar los trabajos de mantención significa asegurarse que todos los siguientes ítems han sido considerados y formulados según las especificaciones de trabajo requeridas:

- Título del trabajo.
- Requerimientos de seguridad.
- Requerimientos de fecha y tiempo.

- Requerimientos de acceso y parada (detención por falla) del equipo.
- Instrucciones del trabajo.
- Requerimientos de recursos - incluyendo mano de obra, repuestos y materiales, herramientas y equipos, planos y otras documentaciones, etc.
- Permisos de trabajo y otras autorizaciones.
- Información de retroalimentación requerida.
- Etc.

El propósito de la etapa de planificación de trabajos es asegurar que los trabajos de mantenimiento no se incluyan en la carga de trabajo actual hasta estar seguros que se pueden hacer en forma segura, efectiva y eficientemente. El resultado de la etapa de planificación es que varias órdenes de trabajo, que junto con cualquier orden de trabajo planificada ya en el sistema, representen colectivamente el total de la carga de trabajos pendiente. Esta carga de trabajo totalmente definida es la que crea la base de las etapas de priorización y programación de trabajos, que se detallan más adelante.

En el modelo de distribución, la planificación de trabajos es una etapa de definición separada ya que, al ser uno de los pasos más complejos en el proceso de administración del trabajo total, tiene sentido asignar su responsabilidad a aquellas personas con conocimientos especializados - por ejemplo, los planificadores de mantenimiento.

#### b.4. Priorización y Revisión de Carga de Trabajos de Mantenimiento

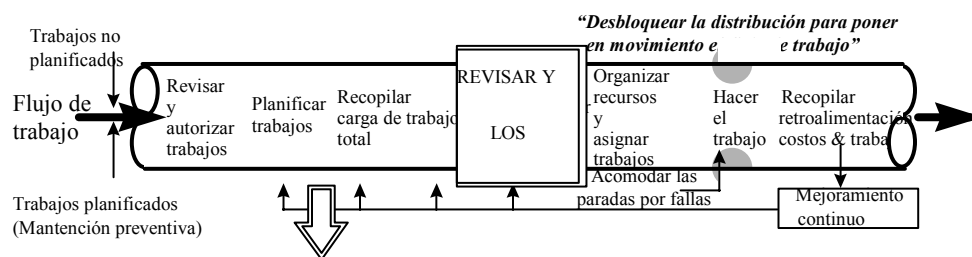


Figura 3.6.

La etapa de planificación de trabajos produce varias órdenes de trabajo especificando cuáles están aprobadas y listas para realizarse. Normalmente, habrá muchos trabajos por hacer (pendientes) cuya realización “de una sola vez” no es práctica o de costo efectivo - por ello, debemos realizar algún tipo de priorización y proceso de selección para identificar los trabajos que necesitan realizarse durante el próximo período de trabajo (por ejemplo, próxima ventana de mantención, próxima semana o próximo día de parada, etc.).

En el modelo de distribución esta etapa está definida en forma separada, puesto que su responsabilidad generalmente es mal entendida. No forma parte de la etapa de planificación y no debe confundirse con la etapa de programación, la cual es el siguiente paso. La razón por la que su definición es separada es porque la responsabilidad recae en el grupo de trabajo - esta etapa debe realizarse en las reuniones de planificación de mantención.

El tema clave aquí es el acuerdo de trabajos a realizar por las personas que están en la posición de mayor influencia respecto a cómo se realizan verdaderamente los trabajos acordados. Este grupo comprende el personal de las funciones de operación, mantención, ingeniería y adquisiciones. Si el grupo de trabajo no comparte un entendimiento común de:

- Trabajos y recursos requeridos.
- Importancia relativa (o prioridad) de cada trabajo.
- Plan de producción.
- Condición de equipos.
- Recursos disponibles.
- Restricciones de trabajo, etc.

Entonces, podemos apostar a que trabajarán unos contra otros en lugar de hacerlo en cooperación (como un grupo unido) para hacer los trabajos de la manera más rápida y efectiva posible.

El propósito de la etapa de priorización y selección de trabajos es asegurar el entendimiento del grupo y acuerdo sobre los trabajos que necesitan (y deberían) realizarse, y el compromiso del grupo para realizarlos.

#### b.5. Programa de trabajos

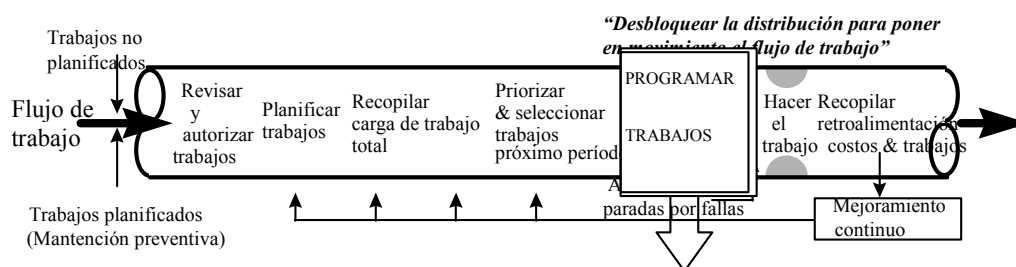


Figura 3.7.

Habiendo priorizado y acordado los trabajos que deben hacerse el próximo período, la siguiente etapa es programar las tareas para asegurarse que los recursos apropiados estarán disponibles en la fecha prevista a fin de satisfacer las requisiciones de trabajo.

Programar la carga de trabajos de mantenimiento seleccionada para un período específico significa asignar determinados trabajos a realizarse en momentos específicos del período por cuadrillas de trabajo particulares, asegurándose además que se cuenta con todos los servicios de apoyo necesarios, incluyendo:

- Agilizar y/o confirmar la entrega de repuestos y materiales.
- Organizar equipos de apoyo tales como grúas y andamios, etc.
- Organizar mano de obra contratista.
- Reunir instrucciones de trabajo e información técnica relacionada (por ejemplo: planos, etc.) a repartirse a los supervisores responsables de las personas que han sido asignadas para realizar los trabajos.

- Organizar permisos de trabajos y otras autorizaciones.
- Coordinar requerimientos de acceso a equipos y la secuencia de trabajos por las distintas cuadrillas y/o disciplinas (por ejemplo, aislaciones eléctricas y trabajos de reparación mecánica), etc.
- Etc.

El propósito de la etapa de programación es asegurar que los trabajos de mantención solicitados puedan realizarse de acuerdo a apropiados estándares de calidad, y en la forma más segura y económica posible.

En el modelo de distribución, esta etapa está definida en forma separada puesto que, al ser una de las etapas más complejas de todo el proceso de administración de trabajos, tiene sentido asignar su responsabilidad a aquellas personas con experiencia especializada - es decir, programadores, coordinadores y/o supervisores de mantención.

#### b.6. Realizar los trabajos

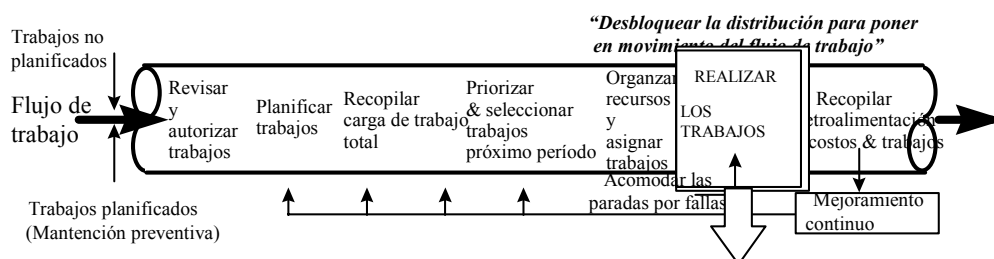


Figura 3.8.

Realizar los trabajos de mantención es la etapa donde, habiendo recibido el paquete de instrucciones de trabajos e información técnica relacionada con las órdenes de trabajo, las cuadrillas (o contratistas) realizan efectivamente los trabajos.

Los temas claves al realizar los trabajos incluyen:

- Asegurarse que las personas asignadas para realizar los trabajos comprendan los requerimientos y cumplan las instrucciones y/o procedimientos de trabajo seguro.

- Organizar interfaces entre trabajos y mantener comunicaciones efectivas y coordinación entre los diferentes grupos de trabajo (por ejemplo, personal de producción y mantenimiento).
- Revisar y asegurar la calidad de los trabajos.
- Agilizar repuestos y materiales faltantes.
- Supervisar el cumplimiento de permisos de trabajo y procedimientos de aislación, etc.
- Completar trabajos de acuerdo a especificaciones.
- Cumplir los requerimientos de comisionado específicos.
- Entregar retroalimentación sobre los trabajos realizados, condición de equipos y alertar a las personas apropiadas sobre cualquier trabajo de seguimiento requerido, etc.

El propósito de esta etapa es asegurar que los trabajos de mantenimiento requeridos sean hechos según adecuados estándares de calidad, y en la forma más segura y económica posible.

#### b.7.Registrar lo Realizado

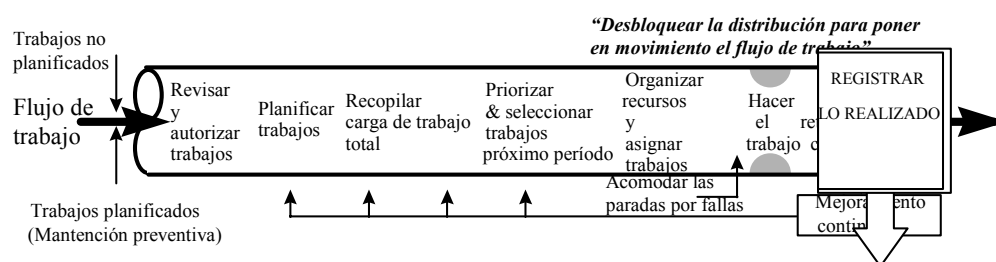


Figura 3.9.

Una parte importante al realizar los trabajos de mantenimiento es la etapa donde registramos una cantidad de información que describe las circunstancias y resultados de los mismos. Recolectar esta información en forma precisa es un paso relevante ya que entrega la base para los análisis e informes futuros.

Típicamente, la información que se debe recopilar incluye:

- Horas de mano de obra reales ⇒ Para dirigir cálculos de costos e informes de costos de mantención.
- Partes & materiales usados al realizar los trabajos. ⇒ Para dirigir cálculos de costos e informes de costos de mantención.
- Si los trabajos se han completado según las especificaciones. ⇒ Para iniciar trabajos de seguimiento o, si se requiere, acciones correctivas.
- Si se detectaron fallas en otros equipos y no se arreglaron. ⇒ Para iniciar trabajos de seguimiento, si se requiere.
- Si se experimentaron retrasos o dificultades específicas. ⇒ Para registrar causas y efectos de los retrasos para análisis y acciones correctivas.
- Qué partes fallaron realmente o se encontraron con defectos. ⇒ Registros para análisis y acciones correctivas.
- Cuál fue la probable causa (origen) de las fallas. ⇒ Registros para análisis y acciones correctivas.
- Etc. ⇒ Etc.

En el modelo de distribución, ésta es una etapa de definición separada ya que la responsabilidad de realizarla recae firmemente en las personas que hacen realmente los trabajos y/o sus supervisores directos. Éstas son las personas que están lo suficientemente cerca de los detalles de lo sucedido realmente, pudiendo así determinar y registrar la información necesaria.



## b.8.Cierre de Órdenes de Trabajo

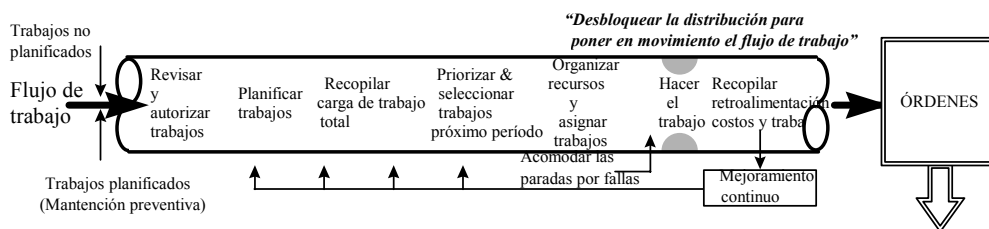


Figura 3.10.

El paso final en la administración del flujo de órdenes de trabajo a través de la distribución es cerrar las órdenes que han sido completadas.

En el modelo de distribución, ésta es una etapa de definición separada ya que su responsabilidad recae firmemente en las personas que planifican los trabajos y que deben, por lo tanto, estar conformes cuando éstos se realizan de acuerdo a las especificaciones - los planificadores de mantenimiento.

Típicamente, antes de cerrar las órdenes de trabajo, el planificador de mantenimiento debe estar satisfecho que:

- Los trabajos se hayan completado según las especificaciones.
- Se hayan registrado todos los costos de mano de obra, materiales y equipos.
- Se haya recolectado toda la información necesaria de historias y que ésta sea precisa.
- Se hayan validado todos los trabajos de seguimiento, iniciado nuevas órdenes de trabajo y planificado según sea apropiado.
- Todos los repuestos reparables retirados de servicio se hayan vuelto a enviar a los talleres de reparación apropiados. Su reparación está planificada y en curso.
- Se hayan investigado e iniciado acciones correctivas para todos los problemas relacionados con el medio ambiente y seguridad de trabajos.

- Se hayan investigado todos los retrasos mayores e iniciado acciones correctivas.
- Todos los modelos de trabajos pre-planificados (“hojas de ruta”, etc.) se hayan actualizado de acuerdo a las “acciones aprendidas” durante dichas instancias de trabajo.
- Etc.

#### 1.7. Registros

La administración de la carga de trabajos a medida que fluye a través de este concepto de cañería de distribución, es un proceso continuo. La creación por defecto de registros detallados de estos flujos de trabajo sólo se hará si se mantienen los principios de usar una orden de trabajo por tarea (o paquete de tareas), y que los registros de órdenes de trabajo no se borren una vez completados dichos trabajos.

Una buena práctica de trabajo consiste en mantener las órdenes de trabajo en el sistema (CMMS) una vez completados los trabajos, lo que permitirá realizar las funciones de informes de costos, informes de rendimiento y análisis de historias de mantención.

En general, no es necesario mantener registros adicionales a menos que se soliciten en forma específica para permitir auditorías de cumplimiento con procedimientos de trabajo seguro, etc. Por ejemplo, podría ser necesario mantener registros de permisos de trabajo y de acceso (ATW's o Autorización Para Trabajar), etc. Estos requerimientos variarán de un lugar a otro y deben estar especificados a nivel de sitio.

#### **IV. OBJETIVOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA ASEGURAR LA CAPACIDAD EXCELENTE EN LAS OPERACIONES MINERAS**

MORE CLASS

##### **1. Propósito**

Este documento apunta hacia la administración del Mantenimiento y la Producción, sus reportes directos, el desarrollo del personal de mantenimiento y estos a la vez de su liderazgo en el mantenimiento.

##### **2. Que son estas Estrategias?**

MoreCLASS es uno de los mejores resultados prácticos de las iniciativas de la Excelencia Operacional (OE). Este es una estrategia definida incluyendo objetivos y responsabilidades. Esto es, una estrategia reglada que incluye objetivos y responsabilidades a largo plazo. . Las herramientas que han sido dadas para el mejoramiento de los proyectos por intermedio de EO necesitan ser aplicadas para poder implemetar estas herramientas.

Estas Estrategias son una línea de compromisos. Esto representa un ajuste de opciones de la forma en que el mantenimiento es realizado dentro de la corporación y un significativo incremento en las expectativas del desempeño. Parecida a las iniciativas de seguridad en la corporacion durante los últimos 5 años, estas estrategias requerirán un fuerte compromiso gerencial del personal calificado para así permitir que la organización obtenga los resultados deseados.

##### **3. Asesoramiento en las Metas y Programas existentes**

Estas Estrategias dan soporte a los procesos del negocio necesarios para poner en marcha el SAP. De tal forma que aun exista alguna otra iniciativa importante EO, SAP, etc, estas estrategias son de hecho altamente integrada y diseñada para proveer un enfoque de las cosas que haran la difrencia en el desempeño del negocio.

Estas estrategias deben ser integradas con programas existentes específicamente la migración del SBS/SAP, Entrenamiento en Excelencia Operacional, programas de intercambio de trabajo, iniciativas de suministro, y otras iniciativas importantes en el sitio

#### **4. Un INGRESO para todo tipo de Estrategias**

MoreCLASS es considerada como un INGRESO para el desarrollo de cualquier mejoramiento de estrategia de cualquier sitio. Estas estrategias están diseñadas para metas comunes de brechas a través de toda la corporación y no reflejara completamente las necesidades de cada sitio. Por ejemplo el énfasis en la administración del Shutdown y la administración de materiales puede ser que necesite ser incrementado para un sitio según la criticidad que pueda causar pérdidas en el negocio.

#### **5. Por que estas Estrategias?**

Las Estrategias para Asegurar la Capacidad Excelente en las Operaciones Mineras están diseñadas para disminuir las brechas identificadas a través de las evaluaciones hechas en la Corporación y brechas en la práctica con otras compañías de alto desempeño, con nuestros competidores y contratistas.

A solicitud de la empresa Thiesse se requiere, sin excepciones:

- Mas del 2% por año en mejoramiento de la productividad
- Mas del 95% en la disponibilidad de los equipos
- Extender el mantenimiento planificado y minimizar las fallas en el campo.
- Reemplazo de los tractores a 24,000 horas y ganar el bono por el valor residual.
- Comparar continuamente sus benchmark con los competidores para asegurarse que son competitivos.

Y a solicitud de Leighton's se requiere:

- Sistema de Mantenimiento disciplinado y estandarizado.

- Reemplazo de equipo basado en el Ratio de eficiencia de Mantenimiento y límites de aplicación.

Como por ejemplo el reemplazo de la flota CAT 777s con 7000 horas debido a una baja eficiencia de mantenimiento.

Ellos mantienen buenos record de Mantenimiento

No toleran el abuso de los equipos y reciben un bono por el valor residual.

Las Estrategias para Asegurar la Capacidad Excelente en las Operaciones Mineras están hechas a la medida de la Corporación y reflejan el estándar de mantenimiento recientemente existente y las necesidades del negocio. Los conocimientos del desempeño y entendimiento de las causas y efectos de este desempeño fueron obtenidos a través de los resultados de la evaluaciones de aseguramiento de la capacidad realizadas. Las evaluaciones resaltantes de los diversos estándares han sido aplicadas a las practicas de mantenimiento y consistentemente reforzaron la noción de la excelencia que existía dentro de la Corporación pero en forma aislada. Estas Estrategias están diseñadas para elevar todas las operaciones de la corporación a estándares de excelencia que a la fecha se realizan en ciertas partes. Estas Estrategias encuentran la necesidad a un enfoque disciplinado en la eliminación de fallas y perdidas - no solo reducción de costos.

El alcance reglado de estas Estrategias es similar a la mejor practica y alcances estandarizados dados en DuPont, Alumax y en nuestros competidores tal como Cyprus Amax y Contratistas.

Este alcance reglado trabajó muy bien para el mejoramiento de la seguridad. Nosotros entendemos que comparando desempeños, definiendo objetivos de largo plazo y manteniendo gente responsable contribuiremos enormemente a lograr resultados sostenibles. Existe una necesidad para acercarse consistentemente para obtener beneficios sostenibles.

Estas Estrategias responden a la necesidad para un mejoramiento acelerado y pausado en acuerdo con otros alcances reglados tal como la implementación del Servicio de Negocios Compartidos (SBS) y GSAP. La implementación de estas Estrategias se convertirán en el foco para el soporte del GMN en conexión con la implementación del SAP.

Las mejores practicas recomendadas por Hatch, HSBRT y las industrias de SMRP y ICOMS han sido incorporadas dentro de las estrategias del MoreCLASS

## **6. Visión**

MoreCLASS esta diseñado para realizar la evolución en la forma en que se esta realizando el mantenimiento en la corporación desde su situación actual hacia una organización disciplinada y enmarcada.

Cada negocio de la corporación se encuentra en diferentes etapas en esta evolución y por eso MoreCLASS representara el mejor paso para cualquier negocio, retándolos a realizar cambios no contemplados anteriormente. Para otros será una confirmación de los planes ya existentes.

Un conjunto resumen acerca de cómo opera el mantenimiento reactivo, planeado, proactivo planeado y la etapa de eliminación del defecto están dados en la tabla 4.1..

Tabla 4.1. Visión: Evolución del mantenimiento : desde Reactivo hasta Eliminación del Defecto

	<i>Reactivo</i>	<i>Planeado</i>	<i>Pro-activo</i>	<i>Eliminación del Defecto</i>
<b>Habilidades para Evaluar:</b>	Diagnostico rápido y destreza en reparación	Administración del tiempo de parada planeado	Detección de condiciones anormales de operación	Solución de la causa raíz Entrega consistente de buenas practicas (ejm. lubricación)
<b>Enfoque de mejoramiento:</b>	Lograr el control	Incremento del trabajo correctivo planeado	Incremento de notificaciones anticipadas de fallas	Eliminación del defecto al inicio (cuando se produce)
<b>Equipo de trabajo:</b>	Dentro del taller (mecanico/mantenedor)	Dentro del departamento (líder, planer)	Interviene operaciones y mantenimiento	Interviene operaciones, mantenimiento, OEM e ingeniería
<b>Datos e Información requerida:</b>	Prevalecen las medidas mas importantes.  Uso limitado de la Fuerza Laboral Medidas usadas para el control	Lo necesario para realizar un trabajo escrito con suficientes datos Algunos usos de procesos de medidas particulares. El SCAM usado para realizar trabajos correctivos.	Lo necesario para decidir si un trabajo necesita ser hecho-escrito y medido. Uso de un proceso de medición . El histórico del SCAM es usado en ocasiones para ver tendencias de fallas	Las medidas son usadas para mejorar. Los datos codificados y precisos son vitales para dar prioridad a los trabajos, identificar lo inservible e identificar la causa raíz de los problemas complejos. El CMMS es utilizado a su máxima capacidad
<b>Origen del trabajo correctivo:</b>	Requerimiento verbal	Requerimiento formal	Inspección	Inspección y proactividad
<b>Trabajo de Mantencion:</b>	No planeado e impredecible	Mayormente planeado	Planeado y programado	Planeado y programado y asesorado si fuese evitable
<b>Administración de Repuestos</b>	Grandes cantidades de repuestos almacenados – no controlados	Grandes cantidades de repuestos almacenados – controlados	Poca cantidad de repuestos almacenados, a pesar de Que. el uso de repuestos continua alto	Poca cantidad de repuestos almacenados y baja cantidad de repuestos usados.
<b>Trabajo de los Planners</b>	Búsqueda de partes para reparación	Realizar paquetes de repuestos.	Utilizar juicios para decidir Que. trabajos de mantenimientos es necesario realizar	Pieza clave para identificar la causa raíz y fortalecer las practicas de trabajo consistentes.

## 7. Impacto esperado en el Negocio

Logrando la visión del MoreCLASS tendremos un amplio impacto en los negocios. Esto tendrá un sustancial impacto en satisfacer todos los 4 aspectos claves para el éxito operacional; Accionistas, Empleados, Clientes y la Comunidad identificados en la Carta constitucional de la Corporación. El diagrama representa la ventana operacional (viabilidad operacional) el cual debe ser abierta (asimilada) para alcanzar el éxito. Si alguno de estos 4 aspectos no se interceptan, entonces la ventana se cerrara y las operaciones sufren perdidas y el riesgo de cierre o fracaso.

El impacto que se espera en cada una de estas áreas es:

**Reducción de los costos Unitarios:** La eliminación de defectos reduce la necesidad de realizar el mantenimiento, mientras continuamos realizando nuestros objetivos de producción. Cuando el trabajo esta optimizado, es decir planeado y programado, entonces se puede conseguir el mejor valor en costos

**Reducción del Capital de Trabajo:** La reducción del trabajo de mantenimiento reduce la demanda de repuestos. La notificación anticipada de trabajos de mantenimientos también permite minimizar los stocks de almacén.

Uno de los beneficios secundarios del rendimiento de una producción predecible es la reducción de la cantidad total de productos finales (stockpiling) que absorben la falta de certeza en el plan de producción. GEMCO logró una mayor ganancia (\$20M) por la reducción de sus rumas (stockpiling), al desarrollar una producción planeada y una planta confiable.

**Reducción de Activos Fijos:** La eliminación de defectos aumenta la confiabilidad de la planta. Estos a la vez incrementa la capacidad existente de la planta.

En el caso de los equipos móviles, al incrementarse la capacidad nos permite reducir la flota de equipos móviles (dependiendo del plan de minado), como consecuencia de esto se reducen los activos fijos.



En el caso de una Planta fija, en el cual la demanda excede la capacidad actual de la planta, la capacidad adicional lograda por la eliminación del defecto podría permitir alcanzar la demanda requerida, evitando la necesidad de adicionar otra nueva planta.

**Reducción de los Riesgos de Operación:** El riesgo operacional se usa en este contexto para enfatizar el riesgo de interrupción del negocio debido a eventos de alta consecuencia/ baja probabilidad. El mantenimiento normalmente maneja eventos de baja consecuencia/ alta probabilidad como extremos del espectro incidente. El Aseguramiento de la Capacidad abarca ambos tipos de eventos; el riesgo operacional y el mantenimiento.

El riesgo operacional es reducido por la implementación de planes de mantenimiento para la integridad estructural, sistemas de alarma y paradas incorporados en las estrategias del MoreCLASS.

**Incremento de la Producción:** La eliminación de defectos proporciona un incremento de la capacidad. Si lo dicho se cumple, este incremento de capacidad se reflejara en un mayor tonelaje procesado. El plan del MoreCLASS esta diseñado para construir la mejora sostenida y de este modo mejorar la capacidad realizada la cual esta incorporada dentro de los planes supuestos para el negocio.

**Servicio Confiable:** La eliminación de defectos y los planes de mantenimientos proactivos proporcionan un valor de producción predecible y en consecuencia un servicio confiable.

**Mejora de la Calidad:** La calidad del producto a menudo es considerado independientemente del mantenimiento. El logro de la visión del MoreCLASS es un medio de la eliminación de defectos que causan la calidad pobre de un producto, la reducción del ratio de producción o interferencias de la producción y ya no es gobernado por los límites departamentales tradicionales. De este modo esperamos una mejora de la calidad del producto.

**Reducción de Lesiones:** La seguridad no es explícitamente parte de la estrategia de MoreCLASS. La reducción de eventos inesperados producirá menos oportunidad de lesión. El trabajo de mantenimiento planeado permite una identificación de riesgo más completa y una administración a que ocurran debido a una alta exposición de planes para gente experimentada y el tiempo que toma debido al proceso

**Incremento de la Satisfacción del Trabajador:** Una carga de trabajo imprevista causa una frustración dentro de la fuerza laboral. Aunque para algunos empleados este beneficio se da a través de los sobretiempos que se presentan, sus vidas familiares se pueden verse afectadas..

**Reducción de los riesgos Ocupacionales y del Medio Ambiente :** El escenario del riesgo en este contexto son los eventos de alta consecuencia / baja frecuencia que resultan en fatalidades, lesiones serias y daños al medio ambiente. El riesgo ocupacional es reducido por la implementación planes de mantenimiento para la integridad estructural, sistemas de alarma y paradas incorporados en las estrategias del MoreCLASS.

**Mejora de la conformidad del medio Ambiente:** MoreCLASS reduce el incumplimiento debido a una entrega de un mantenimiento mejorado medioambiental del equipo crítico y por proporcionar advertencia con suficiente anticipación del trabajo de mantenimiento para considerar totalmente las implicaciones medioambientales del trabajo a realizar.

## **8. Impacto esperado en el Costo Total**

MoreCLASS enfoca en los costos directos de mantenimiento y (con mayor importancia) los costos indirectos del negocio. Los estudios de Dupont han mostrado que los beneficios indirectos son de 4 a 10 veces de aquellos beneficios obtenidos por una simple reducción de costos. El reto es hacer decisiones de mejoramiento que entreguen una reducción en los costos totales del negocio y no

simplemente reducir los costos directos de mantenimiento el cual podría incrementar el costo total. Ejecutando la visión de MoreCLASS la organización tendrá el desafío de desechar los límites departamentales tradicionales y mirar el impacto total del negocio.

El impacto en los costos directos del negocio son esperados de;

8.1.Reducir las demoras en el Trabajo aplicando los mejores procesos de negocio:

Espera del Equipo / acceso a estos (autorizaciones)

Tiempo para diagnosticar los problemas

Búsqueda de Partes y Materiales.

Espera de Herramientas, Espacio en el taller, grúas.

Búsqueda de información (ejm. Por ausencia del operador)

Espera de Mano de obra.

Espera de especialistas.

Diagnóstico y acciones erradas.

Entrega de equipo por operaciones y acceder a que sean programados

Programación semanal y capacidad del planeamiento

Suministro de Partes y Materiales.

Programación de grúas y espacio en el taller, etc.

Utilización de Standard Jobs & Lista de Materiales)

Provisión de una buena información técnica de los proveedores

Buena retroalimentación en los planes de trabajo de los proveedores.

Utilización de los KPI's de proceso para mejorar el proceso del negocio

Aplicación de planes de mantencion disciplinados en los shutdowns

Análisis del desempeño de los shutdowns

Mejor administración de las reparaciones

#### 8.2. Reducir el porcentaje de Compras

Medición del No de Movimientos y trazarse el reto de disminuir el inventario en movimiento.

Medida de demoras del trabajo "Espera de Repuestos" y optimizar el inventario.

Reducir los materiales que no tienen movimiento aplicando una buena planificación, uso de lista de materiales y disminución de fallas.

#### 8.3. Reducción el porcentaje de Reparaciones

Disminuir los sobretiempos y tasa de interés debido al poco valor de las reparaciones a consecuencia de la disminución de fallas.

Disminuir la tasa de interés por el poco valor de los fletes a consecuencia de la disminución de fallas.

Mejorar precios a través de trabajos planificados, empaquetados y trabajo del almacenero.

Eliminar extras con especificaciones precisas de reparación.

#### 8.4. Reducción del uso de terceros (contratistas)

Mejorar precios a través de trabajos planificados, empaquetados y trabajo del almacenero.

Eliminar extras con especificaciones precisas de reparación.

#### 8.5. Eliminar acciones preventivas sin valor, por :

Analizando los valores de todas las acciones preventivas.

Optimización de métodos, frecuencias, empaquetamientos.

El impacto en los costos indirectos del negocio son esperados del mejoramiento de la confiabilidad de la planta:

Ganancia de tiempo de Producción a través de la reducción de los paradas.  
refiérase (8.1. A 8.5.párrafos arriba mencionados)

Operación del equipo dentro de sus especificaciones

Cuidado del operador y condiciones de reporte.

Mejoramiento de la efectividad de inspecciones y servicios.

Aplicar y mejorar las condiciones de monitoreo.

Mejoramiento la captura de historia de fallas.

Aplicar Análisis de Falla Causa Raíz para los equipos críticos.

Eliminar la duplicación de trabajo – mejorar las especificaciones del trabajo y control de calidad.

Optimizar las estrategias de reparación (Reemplazo Planeado de Componentes) Extender la vida útil de los componente.

Mejorar la administración de control de la contaminación y lubricación.

## **9. METAS GLOBALES**

Existen 3 metas que requieren ser ejecutadas;

- 1)** 20% en reducción del total del tiempo de paradas de los equipos críticos por año hasta alcanzar la mejor práctica de clase mundial.
- 2)** 20% en reducción de la cantidad de trabajos no administrados por año hasta alcanzar la mejor práctica de clase mundial.
- 3)** Más del 2% en disminución de los costos unitarios reales en Reparaciones y Mantenciones (R&M) por año, por un periodo de 3 años.

Estas metas están propuestas para soportar las metas de la Excelencia Operacional y del SBS. También están diseñadas para proveer un amplio rango para la reducción de fallas, las cuales si fueran ejecutadas deberían consistentemente soportar la meta de reducción del costo unitario de R&M.

Estas medidas serán usadas como Benchmarking.

### 9.1. Meta 1 Reducción del Tiempo de Paradas:

El propósito de esta meta es mejorar el tiempo de operación en todos los items de la planta o todos los equipos que son críticos de esta manera lograr las metas de producción semana a semana. Todos los tiempos de paradas de los equipos críticos serán registrados detalladamente. Esta meta busca deliberadamente impulsar una fusión del mantenimiento y la producción para el mejoramiento de los tiempos de operación. Los sitios necesitan determinar donde ellos pueden obtener las mejores ganancias.

Los tiempos de paradas incluyen los equipos planeados y no planeados y eventos del proceso y pueden ser definidos según el modelo de uso de tiempos (refiérase a anexo A) como;

$$\begin{aligned} \text{Tiempo Total de paradas} = & \text{Tiempo parada del Proceso _ Programado} + \\ & \text{Tiempo de parada del Equipo _ Programado} + \\ & \text{Tiempo de parada del Equipo _ No programado} + \\ & \text{Tiempo parada del Proceso _ No programado} \end{aligned}$$

En muchos sitios de BHP operan usando las medidas de Disponibilidad y Utilización derivadas de algún formulario de modelo de uso de tiempo. Teniendo presente el objetivo de esta meta que es el de manejar un mantenimiento combinado y acercamiento de la producción, para mejorar los tiempos de operación será no obstante incisivo entender que un 20% de mejora de la meta significa contra medidas que están siendo usadas. La definición de tiempo de paradas explicado arriba combinado con Anexo A y la definición del sitio local permite hacer esta conciliación.

Algunos sitios usan un riesgo basado en la aproximación (probabilidad y consecuencia) haciendo seguimiento a su tiempo basado en mediciones (registro histórico) Estas medidas pueden ser definidas en relación al tiempo de paradas, como;

Tiempo de Parada = Numero de Paradas x Tiempo promedio para arrancar  
(MTTS)

$$= \frac{\text{Tiempo Requerido (B) x Tiempo promedio para arrancar (MTTS)}}{\text{Tiempo promedio entre paradas (MTBS)}}$$

Se espera después de todo, que las paradas no planeadas sean las primeras en ser enfocadas, aunque las oportunidades para racionalizar los eventos de paradas podrían ser maximizados por todos los stakeholders. Los Stakeholders también serán conscientes del valor de acciones preventivas para identificar los riesgos potenciales y eliminar los fracasos potenciales. Esta meta es propuesta para mejorar a racionalizar e integrar estas acciones dentro del programa de producción, generando algo parejo, un régimen más confiable de operación para las flotas / partes de equipo crítico del negocio.

La conducta clave esperada de la aplicación de esta medida es esa Producción, Ingeniería, Mantenimiento y funciones de Suministro trabajan juntos para entender la causa raíz de las más grandes pérdidas que afectan la producción y resolverlos como un equipo.

Pautas para la Meta 1:

- Definir el Equipo de Producción Crítico.
- Definir los mejores estándares de clase mundial para una flota o equipo en particular. Esta información será dada como parte de un ejercicio de benchmarking en Excelencia Operacional.
- Evitar demorar de arranque o pobre calidad de producción debido a las paradas.

9.2. Meta 2 Disminución del trabajo no administrado:

La actividad del mantenimiento debería ser categorizado como una actividad que pasa a través del proceso del trabajo administrado (WM) o como también una actividad que "No toma en cuenta" esto. La meta es conseguir la

reducción del trabajo que “No fluye” por el proceso del trabajo administrado en 20% por año hasta conseguir la mejor práctica. El trabajo que esta planeado y programado pasa a través del proceso. El trabajo que pasa a través del proceso del trabajo administrado es planeado, priorizado y programado para dar el máximo beneficio en la operación a un mínimo.

La medida esta dirigida hacia la cantidad de trabajo que No fluye a través del proceso de trabajo administrado y es calculado por;

$$By\ Pass = (AvaiWork - InPipeWk) * 100 / AvaiWork$$

Donde:

*By Pass* : *Cantidad* de trabajo que No fluye a través del proceso del trabajo administrado durante un periodo programado (%), por ejm: una llamada emergencia, interrumpe el trabajo

*AvaiWork* : Horas de trabajo *disponible* durante un periodo programado (hrs)

*InPipeWk* : horas actuales reales de trabajo que ha pasado por el proceso del modelo de la Tubería en un periodo programado (hrs)

*AvaiWork* incluye todas las horas disponibles de trabajo para ser considerados en el proceso de planificación y programación y es mayor si se basara de acuerdo al tareo del personal.

*AvaiWork* incluirá las horas disponibles para:

Trabajo correctivo en línea (labor de DIA y de noche tanto del taller como del contratista)

Trabajo preventivo (Inspecciones y servicios tanto en el taller como del contratista)

Trabajo correctivo fuera de línea y en el sitio (actividades del taller)

Todas las actividades de trabajo del personal asociadas con lo mencionado arriba (entrenamiento, reuniones, desarrollo de actividades, etc)



AvaiWork no incluye:

Trabajos cuyo costo va a proyectos de capital.

Trabajo correctivo fuera de línea y fuera de sitio (Overhaul de componentes fuera de mina)

Trabajadores ausentes

Descansos pagados

Horas de supervisión, ingeniería y planeamiento.

InPipeWk es derivado de las horas actuales para un periodo programado específico. Las horas serán acreditadas si estas pasan el siguiente criterio:

- Tener un estimado del tiempo del “Trabajo” en campo
- Las tareas es parte de la lista de trabajo publicada para la semana de trabajo
- Tener por lo menos 3 días de anticipación la Orden de Trabajo lista con respecto al inicio real de esta.

El comportamiento clave esperado de la aplicación de estas medidas incluye:

- La función de Planificación para identificar y planear las actividades de mantenimiento antes de la programación y ejecución de estos.
- Las funciones de Operaciones, Ingeniería, Mantenimiento y Logística trabajando juntos para acordar que actividades de mantenimiento serán realizadas durante un periodo de programación y sin dificultad de ejecutarlos.
- La función de Mantenimiento fija su atención en una alta calidad de trabajo planeado en vez de esperar a una avería o interrupción.

Es muy importante que la forma de estas mediciones son derivadas consistentemente de acuerdo a los diferentes lugares . Esto estará facilitando la implantación del GSAP. Sin embargo, hasta que esto ocurra a través de toda la

corporación, la interpretación correcta de los estándares con los sistemas existentes serán muy importantes

Las siguientes figuras (4.1. y 4.2.) son propuestas para ayudar a explicar los conceptos claves y términos usados en las mediciones.

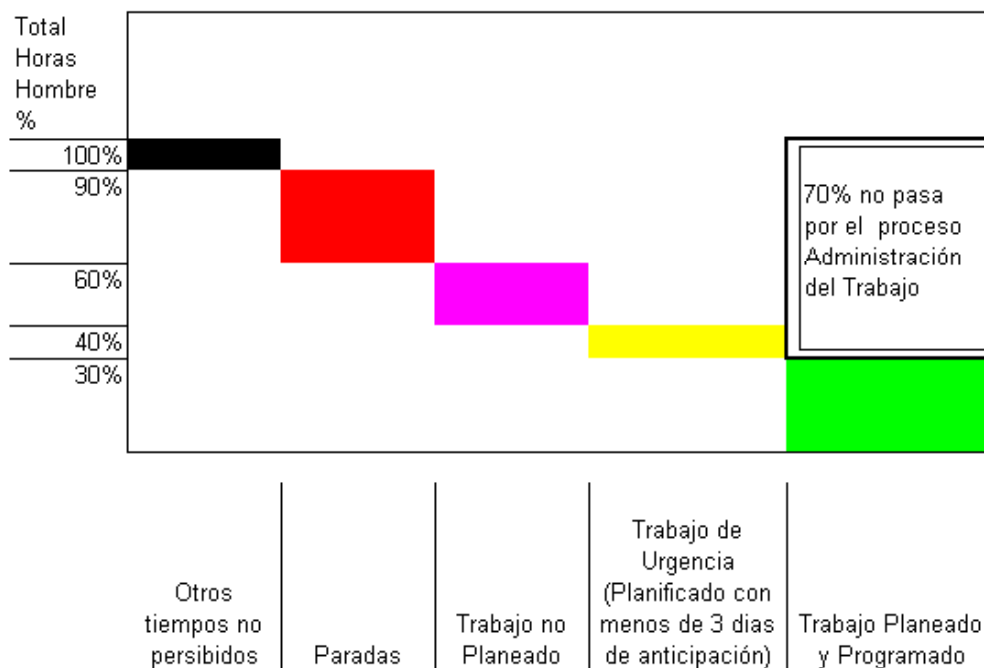


Figura 4.1 Línea Base de la dispersión del Trabajo

En la figura 4.1. solo el 30% del total de horas gastadas en actividades de mantenimiento pasaron a través del proceso de Administración del Trabajo. La Meta #2 invita a que el 20% del trabajo que “no fluye” por el proceso del trabajo administrado (de acuerdo al grafico 70%) empezará a fluir por este proceso. La figura 4.2. muestra como esto podría presentarse después de un año:

Se espera que la Meta#2 soporte a la Meta#1 alentando a todos los Stakeholders a optimizar las actividades programadas para reducir las interrupciones de Producción. La Meta #2 también dará a la Meta #3 ya que se podrá trabajar en forma más segura, eficientemente y productivamente y por aprovechar el tiempo para poder desarrollar actividades que entreguen un alto valor agregado.

Las tablas 4.2, tabla 4.3. y el grafico (figura 4.3.) indican el impacto de la Meta #2 sobre el tiempo.

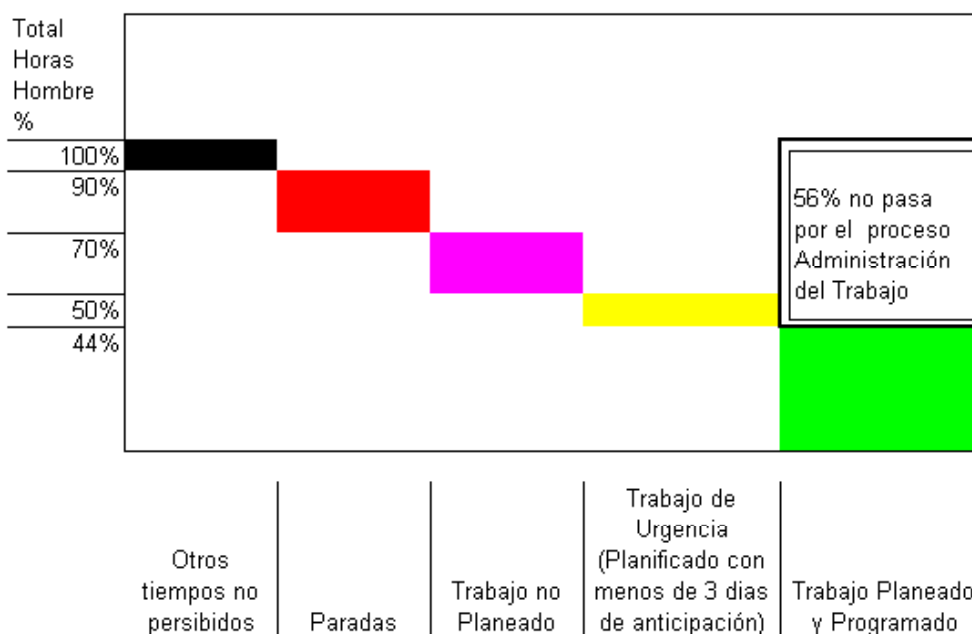


Figura 4.2.. *Dispersión del Trabajo después de 1 año con un 20% de mejoramiento*

Planificación del Trabajo en el Area A	Línea Base	1er Año	2do Año	3er Año
Promedio Semanal del Total de Horas Labor	1,000	1,000	900	850
Promedio Semanal de Horas Labor que No fluyen por el Trabajo Administrado	700	560	403	305
Promedio Semanal de Horas Labor dentro del Proceso de Trabajo Administrado	300	440	497	545
Porcentaje que no Fluye por el Proceso de Trabajo Administrado	70%	56%	45%	36%
Porcentaje de Mejoramiento		20%	20%	20%

Planificación del Trabajo en el Area B	Línea Base	1er Año	2do Año	3er Año
Promedio Semanal del Total de Horas Labor	580	580	500	540
Promedio Semanal de Horas Labor que No fluyen por el Trabajo Administrado	225	180	124	107
Promedio Semanal de Horas Labor dentro del Proceso de Trabajo Administrado	355	400	376	433
Porcentaje que no Fluye por el Proceso de Trabajo Administrado	39%	31%	25%	20%
Porcentaje de Mejoramiento		20%	20%	20%

Tabla 4.2. *Planificación de Trabajos según Áreas de Aplicación.*

Comparación del Porcentaje de Mejoramiento				
	Línea Base	1er Año	2do Año	3er Año
Dept A	70%	56%	45%	36%
Dept B	39%	31%	25%	20%

Tabla 4.3. Comparación del porcentaje de mejoramiento según áreas.

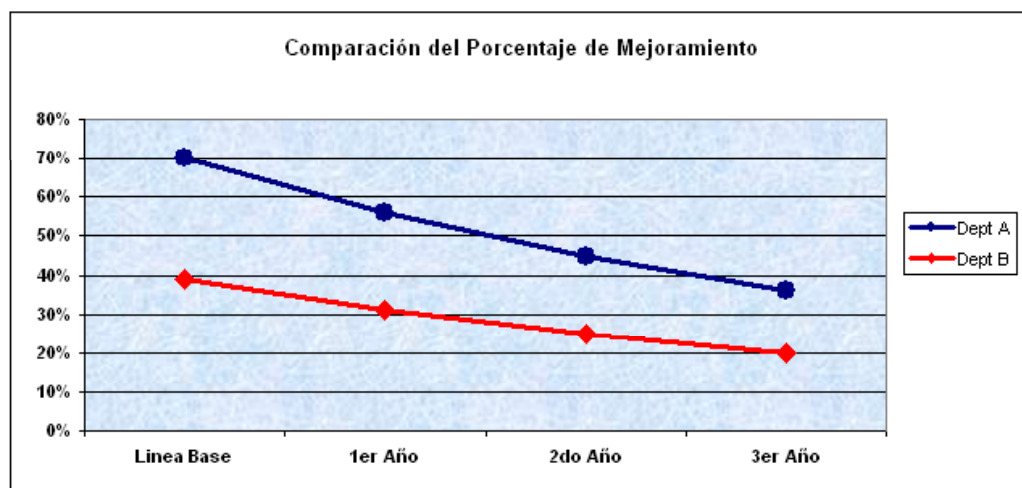


Figura 4.3.. Comparación del porcentaje de mejoramiento

Pautas para la Meta #2:

- · Capturando toda la labor asignada a las actividades de Mantenimiento de los equipos (incluyendo lo realizado en los sobretiempos por los operadores, contratistas, o por personal externo al equipo de trabajo local)
- · Capturando todos los tiempos muertos del trabajo (tiempo inactivo, tiempo administrativo)
- Priorizando, planeando y programando (acordando) en el tiempo para destacar actividades críticas incluyendo Observaciones de Seguridad, Entrenamientos, Análisis Causa Raíz. Este un trabajo genuino de alto valor que en mucho de casos para ser realizado por tu disponibilidad laboral y como tal necesita también ser administrado.
- Validación electrónica para recopilar los datos de los trabajos programados publicados y los compare con el trabajo actual en SAP y el tiempo anticipado de

planificación de estas ordenes de trabajo. Son las Ordenes de Trabajo planeadas con “Calidad” y son planeadas con suficiente anticipación para no desestabilizar el programa de producción?

- Métodos de capturacion de datos para manejarlos en forma exacta y poder clasificarlos.

9.3. Meta #3 reducción de Costos: Las estrategias de mejoramiento del MoreCLASS apuntan a las Metas 1 y 2 y la combinan para enviar mejoramientos a la Meta#3, una reducción de mas del 2% en los costos unitarios de R&M reales por año.

Sin embargo considerando la importancia del “ Factor Equipo de Trabajo” en lograr la Excelencia Operacional, el éxito de la Meta #3 debe ser visto como una sub-ordenada para que la Corporación desarrolle la meta de un 2% en reducción en los costos unitarios reales por año (de producción). Esto es, el equipo de Operaciones podría considerar este expediente para incrementar los Gastos de R&M al mismo tiempo que pueda extraer una gran cobertura de beneficios en el negocio. La Meta 3 no debería inhibir este tipo de decisiones realizables.

El comportamiento clave esperado de la aplicación de esta medida incluye:

- Una estrategia del “ Equipo de Operaciones” para optimizar los gastos de R&M que maximicen los activos.
- Uso precavido de los recurso para asegurar el costo efectivo asegurando la capacidad de producción.
- Decisiones para maximizar la producción y minimizar los costos de R&M, así como también otros gastos de producción.

Pautas para la Meta #3:

- Un sistema de performance (que enlace las metas personales con las remuneraciones) que verdaderamente impulse los comportamientos claves en los Equipos de Operaciones.
- Definiendo y acordando la definición de los costos de R&M (para propósitos de benchmarking).

Es muy importante que la forma de estas mediciones son derivadas consistentemente de acuerdo a los diferentes Sitios. Esto fue considerado seleccionando estas medidas. Estos estrechamente se alinean con las mediciones existentes acordadas siendo usadas dentro de la base de datos de los KPI's de la corporación. A pesar de lo derivado y acordado hace 4 años la captura de información (por ejemplo numero de fallas) en la base de datos principal es diferente para los diferentes lugares de la corporación. Todo esto representara un reto para los diferente lugares y será necesario ubicarse en un área de respuesta inmediata..

Las metas son porcentajes fijados a un objetivo de mejoramiento relativo. Esta postura de desafío para estabilizar línea bases para todas las metas es una forma controlada.

## **V. ESTRATEGIAS PARA ASEGURAR LA CAPACIDAD EXCELENTE EN LAS OPERACIONES MINERAS**

Basado en el aprendizaje Ganado a través de la Red de Mantenimiento, las evaluaciones internas de la Corporación y benchmarking las siguientes estrategias fueron seleccionadas como estrategias claves las cuales ayudaran a la Corporación a conseguir las metas fijadas.

Estas estrategias individuales han sido agrupadas en 3 temas estratégicos los cuales deben ser desarrollados al mismo tiempo para conseguir el máximo valor y una línea de beneficio base.

En el pasado nuestra Corporación invirtió una gran cantidad de tiempo y dinero en mejorar las funciones de planificación. Se comprobó que a no ser que la cantidad de trabajo por averías/interrupciones sea también reducido, el retorno en inversión es pobre

Fue también comprobado que la mejora esta limitada a no ser que el esfuerzo este realizado en forma conjunta entre operaciones y mantenimiento y administrada en una en forma organizada.

### **1. ESTRATEGIA 1 : CONFIABILIDAD DEL OPERADOR (ODR)**

#### ***“SENTIMIENTO DE PROPIEDAD DEL EQUIPO”***

Esta bien documentado que el rol del operador en confiabilidad es el mayor factor que hace la diferencia de las operaciones de clase mundial de otras operaciones y de esta forma establece un elemento clave para el TPM y otras estrategias de organizaciones exitosas tales como Alumax, Eastman Kodak, DuPont, HSBRT, etc. ***La visión para los operadores de nuestra Corporación ha sido reconocida por sus excepcionales niveles de sentido de propiedad, orgullo y pasión en sus equipos y en las condiciones que se encuentran.***

### 1.1. Acciones

a) Las siguientes relación de acciones deben ser implementadas para los lugares más críticos de una flota o equipo:

- Conocer las acciones claves de operación que afectan a la confiabilidad de un equipo es esencial, si esta es administradas efectivamente. Mantenimiento y Producción juntos deben determinar que acciones de operación impactan significativamente a la confiabilidad y luego determinar los limites aceptables óptimos. Por ejemplo condiciones de terreno, condiciones de rutas, capacidades de carga/distribucion de estas y pendientes, velocidades, uso de retardador, freno, disparos, distancia de acarreo, temperatura de llantas, derrames y acumulación de mineral, transporte, alarmas etc.
- Todos los operadores deben tener suficiente capacidad técnica de estos equipos para dar soporte al mejoramiento de la confiabilidad.
- Los operadores deben tener pasión por la disciplina de operación dentro de las especificaciones/ limites de estas variables criticas. Esto será soportado por las observaciones rutinarias, como las “Observaciones de Actos Seguros”. La operación disciplinada ayudara en el proceso de control, eliminación de fallas y reducción de costos en general..
- Los estudios han demostrados consistentemente que el cuidado básico de un equipo pueden eliminar por encima del 70% de las fallas. Esto es tan simple como mantener el equipo ajustado, lubricado y limpio (TLC). Una gran parte de esto es sentirse dueño y orgulloso de la condición de la planta o equipo. Los operadores



necesitan alcanzar un nivel extremo de propiedad y orgullo por los equipos. En donde los estándares y expectativas son consideradas inalcanzables por otros.

- Conocer los estándares y expectativas fijados por cada uno de los departamentos de operación y relacionados a sus sistemas de performance es crítico para salir exitosos. Las expectativas del ODR deberían ser en ambos casos individual o en equipo.

- b) El mismo conjunto de acciones deberán implementarse para los dos próximos equipos o flotas de equipos crítico. Entendiendo desde el punto 1.1 aceleraremos la realización de la implementación y beneficio.

#### 1.2. Mediciones

De todas las fallas de los equipos de la Corporación, cuántas de estas están afectadas por la forma en que operamos? El resultado de esta estrategia ODR debe ser una reducción significativa en estos tipos de fallas. Una forma práctica y altamente visible de medir esto será empezando con los costos de daños por accidente. Se espera que los daños por accidente de los equipos críticos serán reducidos en 30% como resultado de esta estrategia.

## **2. ESTRATEGIA 2 : LIMPIEZA DE COMBUSTIBLE, LUBRICANTE, AIRE Y REFRIGERANTE**

### ***“EXTENDIENDO LA VIDA DE LOS ACTIVOS”***

Para ayudar a conseguir la máxima confiabilidad y disponibilidad de los equipos es esencial tener el combustible, lubricante, aire y refrigerante lo más limpio posible. De los estudios realizados por British Hydraulics Research Institute, del centro de investigaciones de nuestra Corporación y de la Experiencia de otros dentro del network existe un significativo potencial para la extensión de la

vida de todos los equipos cuando se es proactivo en el control de la contaminación. Por ejemplo Nippon Steel Corporation's Kimitsu Plant logro un 90% en reducción de fallas por lubricación, 90% en reducción en reparaciones de bombas y 50% en reducción en compra de rodamientos en un periodo mayor a 5 años. Los gastos de Lubricación relativos a los costos de R&M en nuestra Corporación han sido estimados en \$200M y tienen un potencial estimado de \$50M en ahorros.

Ser proactivo significa en primer lugar prevenir y controlar los niveles de contaminación. Desafortunadamente las Experiencias dadas a través de la network mostraron que el aceite, combustible y aire usados en los equipos de nuestra Corporación no son tan limpios como deberían ser. La visión de las operaciones de nuestra Organización es mantener operando sus equipos con el combustible, aceite, aire y refrigerante lo más limpios posible. Nuestro personal de operación y mantenimiento demostrara buen conocimiento de control de la contaminación y nosotros estaremos logrando incrementar la vida de los componentes de sus equipos.

#### 2.1. Acciones

- a) Para ayudar a comunicar un mensaje de conciencia y facilitar las auditorias de lubricantes y combustibles se requiere tomar como punto central la lubricación. Esto es pretender que la persona o personas recibirán y entregaran conciencia en la lubricación así como también que sean capaces de auditarse ellos mismos en su sitio de trabajo. Esto podría requerir una fuente dedicada a esto para grandes lugares o regiones.
- b) Facilidades en la auto evaluación deberán ser usadas en los distintos lugares para desarrollar gran entendimiento de los niveles de contaminación en el sitio y sus causas y proveer las bases el progreso

de la mejora en los niveles de limpieza. La Red de Mantenimiento de la Corporación desarrolló la evaluación del FLAC o un equivalente para ser usado. Esta Red de Mantenimiento desarrollo evaluaciones que enfocaran fuertemente en la interacción de operadores y mantenedores con el combustible y lubricantes y como sus acciones determinen el nivel de contaminación en sus equipos. Esto pretende hacer que los diferentes sitios sean los mejores en evaluaciones de lubricación y de esta manera permita una transferencia de conocimientos para que pongan en practica estas evaluaciones en sus propios lugares de trabajo.

- c) La elevación de la conciencia en la importancia e impacto de la lubricación ha demostrado ser un fuerte catalizador para la mejora significativa en los lugares de trabajo. La intención aquí es aprender de esto y aplicarlo en todos los lugares de trabajo.
- d) El ser proactivo en la contaminación de aire, lubricante y combustible significa controlar la contaminación en cada paso del proceso. Esto incluye la parte Logística y suministros. Actualmente los estándares de contaminación de combustible y lubricantes son inconsistentes y frecuentemente inadecuados en todos los sitios. Las especificaciones de combustible y lubricante deben ser revisadas y actualizados si se requiere. La calidad de combustible y aceite utilizada debe ser probada rutinariamente para asegurara que el suministro es mantenido dentro la limpieza requerida.

## 2.2. Mediciones

Nuestra experiencia y estudios externos han mostrado que muchas de las fallas en motores y cajas de engranajes están relacionadas a la contaminación. La

implementación de las recomendaciones de las evaluaciones aseguraran que esas fallas serán reducidas.

Como parte de la evaluación los objetivos de limpieza en combustible y lubricante deben ser especificados en componentes críticos de los equipos. Estos objetivos dependerán de la aplicación y deberán ser dinámicos y una vez que las metas sean logradas los estándares de limpieza deberán ser nuevamente revisadas.

### **3. ESTRATEGIA 3 : MEDICION DE PERDIDAS TOTALES**

Los activos de Clase Mundial sobresalen debido a que ellos fuertemente buscan la eliminación de fallas. El primer paso en esto es identificar TODAS las perdidas en el negocio. Cuando todas las perdidas son medidas, llevadas dentro del impacto del negocio y cuando las funciones de operación entiendan su contribución a este impacto, un compromiso fuerte puede ser usado por la organización para ser mejoras significantes. La visión de nuestros operadores es medir con honestidad y entender los impactos del negocio en todas las perdidas de la operación.

#### **3.1. Acciones**

- a) Nuestra Organización esta buscando la oportunidad de desarrollar hacer una importantísima medida de las perdidas en la operación. Como una medida común se podría manejar actividades de mejoramiento de cada sitio, los cuales serán enviados para el mejoramiento del reporte de performance a nivel corporativo.

Para lograr esta primera etapa cada sitio necesita analizar cuales son sus perdidas de mayor valor y fáciles de eliminar.

Las Organizaciones de clase mundial tienen claramente definidos los estándares de mediciones de las perdidas totales en las

operaciones. DuPont y otras organizaciones usan Uptime (Toneladas producidas/(porcentaje demostrado \* tiempo en producir toneladas)) que mide las pérdidas en producción, mientras muchas operaciones usan la Efectividad de Todos los Equipos OEE (disponibilidad \* ritmo de velocidad \* por porcentaje de calidad) que mide las pérdidas en los equipos. Las operaciones que se alinearon con el Six Sigma (por ejemplo Cyprus Amax) usan los costos de la Calidad como medición.

Uptime and OEE son mediciones de pérdidas totales que toman en cuenta los 03 siguientes:

- **Pérdidas debido a tiempos muertos (tanto en trabajos programados como no programados, relativos a los equipos o al proceso)**
- **Pérdidas debido al Proceso de Producción Lento (arranque, velocidad e inicio del proceso no ofrecen su máximo rendimiento)**
- **Pérdidas debido a una producción menor de la requerida para un producto de calidad.**

Combinando estos tres factores, la medición total del Uptime o del OEE muestra el porcentaje de tiempo que una operación puede producir productos de primera calidad al máximo ratio de producción demostrado. Las operaciones de clase mundial tienen un Uptime de 90% o más. Las operaciones típicas tienen el Uptimes alrededor del 50%. Estas operaciones tienen una "Planta Oculta" capaz de producir por encima del 50% de otros niveles de producción existentes. Sin una medición del Uptime, muchos negocios han construido en el pasado nuevas plantas para incrementar sus niveles de producción. Incrementando el Uptime en las operaciones se obtiene un impacto potencial tal es así que se conseguirá beneficios en términos de

incremento de ingresos, reducción de costos unitarios y evitara gastos de capital.

Los costos de Calidad es una medición total en Dólares que incluye la Valoración (tasación), costos de prevención y de fallas. Esto mide las consecuencia de costos por perdida (por ejemplo la Planta Oculta) y lo compensa contra los costos por prevención de perdidas. Introducir el valor de la "Planta Oculta" en el impacto de los los negocios ayudara a manejar la Reducción de Perdidas a su punto optimo económico.

Una de las razones más poderosas para usar estas mediciones es que ellas proveen un enfoque común para todas las funciones del negocio. Raramente cualquier perdida es responsabilidad de un solo departamento. Por consiguiente, uniendo los esfuerzos de producción, mantenimiento, ingeniería, suministros y otros, todos pueden colaborar a resolver los problemas que destruyen los valores del negocio.

- b) La medición estándar de las perdidas totales serán aplicadas inicialmente a los problemas mas críticos del proceso de la Planta y Equipos. La implementación de esta medida requerirá la clasificación de todos los tiempos muertos, en función a un estándar acordado. Esto también requerirá la determinación del porcentaje de perdidas y la medición de la producción que no es de primera calidad. Con todas estas perdidas, categorizadas efectivamente se facilitara una capacidad de análisis, ayudando al análisis de la Causa Raíz de las perdidas usando una estrategia basada en equipo de trabajo.
- c) La existencia de los KPI de Mantenimiento en nuestra Organización continuara siendo reportado para comparación del performance y

benchmarking. Estos KPI's complementaran la importante medición de las perdidas totales.

### 3.2. Mediciones

Para lograr una Operación Excelente, nuestra Corporación debe convertirse en excelente en su habilidad para medir y analizar estas perdidas. La meta es lograr mas del 90% de "las perdidas de Operación identificadas".

Lograr la conformidad en los reportes de los KPI's de Mantenimiento de los equipos primarios y el desempeño sitio de trabajo a la Corporación.

Para referenciarse a las perdidas principales por rendimiento del equipo, ver Anexo B

## 4. ESTRATEGIA 4 : EXCELENCIA EN RESOLVER PROBLEMAS

### ***"IDENTIFICANDO LA CAUSA RAIZ"***

Para conseguir la excelencia en la Operación y llegar a ser "Simplemente los Mejores" nuestra organización debe actuar rápido y ser mas eficaz que sus competidores para solucionar problemas. Para lograr esto debe desarrollarse dentro de la organización una gran capacidad para resolver problemas, un potencial en donde los problemas sean identificados anticipadamente, en donde los conocimientos y experiencia de nuestra gente este aplicada para determinar apropiadamente la causa raíz y en donde las acciones de los equipos deben ser consideradas para eliminar esto. Desarrollar esta capacidad para resolver problemas es la base fundamental en el Programa de Excelencia Operacional de nuestra Organización.

### 4.1. Acciones

- a) Para desarrollar la Capacidad de resolver problemas nosotros necesitamos incrementar (transformar) las habilidades de la mayoría

de nuestra gente en equipos que resuelvan problemas. La experiencia y observación ha demostrado fuertemente que la mejor manera para conseguir esto es a través del aprendizaje – entrenamiento de pequeños equipos resolviendo problemas reales locales, hasta conseguir la naturalidad en los grupos de trabajo y localidad como un todo. Realizando esto nuestra gente se hará capaz (mejor dicho entrenado) y resolverán problemas que mejoraran el negocio.

- b) Del mismo modo frecuentemente en el pasado nosotros no les dimos mucha importancia a nuestros operadores y tradesman en resolver problemas. En el pasado también estuvimos enfocados en asignar culpabilidad y que el ingeniero resuelva los problemas inmediatamente antes de entender apropiadamente las causa de estos. Ejemplos de excelencia para resolver problemas han sido observados dentro y fuera de la Corporación. El equipo de trabajo conformado por operaciones, mantenimiento, logística, ingeniería, proveedores, etc. y el involucramiento de los operadores y tradesman son los factores comunes principales del éxito.
- c) Para dar soporte al desarrollo y sostenibilidad a la capacidad de resolver problemas dentro de nuestra organización nosotros necesitamos suministro de recursos experimentados y dedicados a esto para entrenar a los demás empleados. Basados en los aprendizajes adquiridos se estima que al menos 1 FTE (Full Time Equivalent) coach o entrenador es requerido por cada 300 empleados para dar un nivel de soporte sostenible de capacidad para resolver problemas.



- d) La identificación del problema es también un factor clave del éxito. La corporación necesita tanto la detección anticipada de problemas así como la priorización de estos de tal manera que los esfuerzos para solucionar problemas estén aplicados a esos factores que tienen mayor impacto en los negocios. Esto es esencial para poder establecer un proceso para identificar problemas el cual incluya los diagramas de Pareto en donde se indiquen los TOP “10” de PERDIDAS (de todas las pérdidas), FALLA DE LOS EQUIPOS por tipo, frecuencia, horas hombre y tiempo muerto del equipo y RETRASOS EN EL TRABAJO por tipo (labor, partes y equipos) y tiempo muerto del equipo.
- e) Como una organización proactiva nosotros tenemos un compromiso universal los unos a los otros que si alguna falla “significante” ocurriera nosotros la tomaremos como una oportunidad de mejora y SIEMPRE investigaremos la Causa Raíz de esta falla..

#### 4.2. Mediciones

El Resolver Problemas implica eliminar un problema conocido y prevenir a que vuelva a ocurrir. El resultado de la estrategia en la Excelencia para Resolver Problemas debe ser una reducción en el número de fallas de re-ocurrencia. En concordancia con la Estrategia 1, este esfuerzo será enfocado en las partes críticas del equipo – para realizar beneficios rápidos y afirmar el proceso.

Conseguir más del 90% en la “ Determinación de la Causa Raíz de las Pérdidas Operativas”.

## **5. ESTRATEGIA 5 : ESTRATEGIA DEL REEMPLAZO OPTIMO DE EQUIPOS MOBILES**

### ***“AJUSTE DE EQUIPOS PARA CUMPLIR LOS PROPOSITOS”***

Los contratistas lideres tienen claramente definida las estrategias del reemplazo de sus equipos muevetierra que apunta a la optimización conjunta del negocio sobre la vida de los equipos. La Corporación en general tiene mucho menos definición y consistencia en su acercamiento para el reemplazo de sus equipos muevetierra y es frecuentemente reactivo en la toma de decisiones de reemplazo de equipos ya que su tiempo de notificación del trabajo es corta. La consecuencia de esto es un costo total alto debido al mantenimiento, reparación y modificación inconsistente con eventos de reemplazo, siendo los Sitios dejados con un exceso de equipos viejos con bajos rendimientos y altos costos.

La Corporación tiene aproximadamente mas de \$ 200 millones desembolsados en Equipos muevetierra cada año. En adición a esto la corporación tiene una amplia variación en la forma como es especificado el mismo equipo a comprarse, la forma en que este mantiene el equipo, la vida que le da al equipo y la forma en las cuales este le da de baja al final de su vida útil. Existe una significativa oportunidad para alinearnos en mas practicas de costos efectivos desde la compra del equipo hasta el final de su vida útil.

#### **5.1. Acciones**

- a) Desarrollar en la Corporación una Guía de reemplazo de Capital (incluyendo una matriz) para ayudar a los sitios con el planeamiento del capital anual de reemplazo de sus equipos muevetierras, compra y disposición. El objetivo es lograr un nivel alto de consistencia y desempeño en toda la corporación. La matriz y guía estarán basados en los conocimientos que nosotros tenemos en el desempeño de las

operaciones y en los costos patrones, adquisición de opciones y valores, valores residuales, estrategias y tópicos regionales, etc.

Los sitios suministrarán los datos que sean requeridos para ayudar a ganar un perfil histórico del gasto de la corporación en Equipos muevetierras por tipo de equipo.

- b) Una vez que esta línea directriz este desarrollada los resultados vendrán a partir de una aplicación exitosa por todos los sitios. Los sitios se comprometerán a aplicar esta línea directriz para la mas completa extensión posible durante el próximo ciclo de planificación del negocio.

## 5.2. Mediciones

El éxito estará medido por una reducción del 2% en los costos unitarios de Reparación y Mantenimiento de equipos móviles por año.

### **Información Referencial**

Como ejemplos de lo que se puede conseguir nosotros solo necesitamos mirar a los contratistas líderes para ver que se tiene clara la estrategia de reemplazo de equipos.

Theiss requiere un 2% del mejoramiento de la productividad por año, ellos operan sus equipos al 95% de disponibilidad, y ellos tienen de forma clara la estrategia de reemplazo para maximizar la performance y el valor residual. Ellos miran el cuidado de su equipo y mantienen muy bien el récord de mantenimiento los cuales les permite vender sus equipos usados y ganar una plaza en el mercado.

Leightons tiene una estrategia de no operar el equipo si este no puede ser operado bajo un objetivo de mantenimiento específico eficiente. Ellos mantienen un buen record de mantenimiento y no toleran el abuso del equipo.

Ambos contratistas tienen una fuerte alianza con sus proveedores de equipos y extensivamente el beneficio de ellos.

## **6. ESTRATEGIA 6 : ESTRATEGIA DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (MDR)**

### ***“EFECTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO”***

Es bien conocido que una parte esencial para lograr una alta confiabilidad y mitigar los riesgos catastróficos es tener buen PM's (mantenimiento preventivo). Se sabe también que niveles altos de Mantenimiento Preventivo no son óptimos ni económicos. John Day de la Empresa Alumax resalta que el 70% de las fallas son causadas por nuestras acciones u omisiones. Estudios realizados por HSBRT muestran que en general mas del 50% de las ordenes de mantenimiento son prevenibles. Es decir, las fallas han podido ser evitadas o una tarea que no añade valor.

Existe un costo de capital en el desarrollo e implementación de las estrategias de mantenimiento de equipo y planes de Mantenimiento Preventivo y un costo operativo asociado con la ejecución de este Mantenimiento Preventivo. El objetivo aquí es invertir (gasto dinero) para ganar un retorno (ahorro de dinero) y es importante para nosotros continuamente chequear para asegurarnos que nuestras tareas preventivas estén añadiendo valor y así obtener un retorno para el negocio.

La visión de BHP Mineral es tener un alto nivel de conocimiento de los modos de falla de su planta critica y equipos y un programa de mantenimiento preventivo para cada uno que será continuamente mejorado y optimizado para el negocio.

#### **6.1. Acciones**

- a) Identificar todos los equipos críticos basado en un conjunto de criterios considerando los impactos a la producción, calidad, costos, seguridad y medio ambiente, y elaborar e implementar un costo efectivo de las estrategias de mantenimiento de equipo y planes de

PM para todas partes críticas del equipo. Muchos Sitios tendrán estrategias de equipos y planes de PM en lugares para los equipos de mas productividad primaria. Esta acción es incluida como un chequeo para ver si tenemos apropiadamente considerados todos lo equipos críticos.

- b) Se necesita implementar un proceso que evalué todas las tareas rutinarias del PM para determinar si estas son necesarias y/o requieran ser mejoradas en eficiencia o eficacia. Una regla, es que se debería generar de 3 a 7 acciones correctivas por cada 10 tareas de PM terminadas. El otro aspecto importante de esta acción es involucrar activamente a los mantenedores en la evaluación y mejoramiento del proceso. No es raro encontrar PMs (incluyendo inspecciones establecidas) que no son del todo necesarias debido a los cambios en los métodos de monitoreo, tecnología, materiales etc. O que sus inspecciones están exponiendo a los componentes a contaminación y empeorando el problema, o que los costos de PM son más grandes que el beneficio y que el componente debe trabajar hasta que fallen.
- c) El mejoramiento del mantenimiento preventivo es tan importante y para nuestro éxito sea continuo debemos fijar estándares y expectativas para todos aquellos que radican en los departamentos de mantenimiento y otros con responsabilidades de mantenimiento específicas y juntos revisar el mejoramiento de esfuerzos como equipo y en forma individual.
- d) Evaluar y optimizar anualmente las tareas de shutdown para cada parte crítica del equipo. Cuestionar la necesidad de cada tarea, si esta pudo ser hecha durante la operación (cuando se esta operando),

y mirar las oportunidades para mejorar la eficacia de la tarea y eficiencia de quienes la ejecutaron. Involucrar activamente a los mantenedores en esta evaluación y mejoramiento del proceso.

- e) La integridad de nuestras estructuras, abastecimientos y sistemas de administración de seguridad es una importante responsabilidad de administración que nosotros llevamos. La corporación experimentó grandes fallas estructurales y fallas de sistemas críticos de seguridad resultado de una pérdida de la integridad que frecuentemente resulta en daños y costos. Debemos ejercitar nuestras responsabilidades de cuidar nuestro negocio respecto a estos riesgos de pérdida de "integridad". Un programa formal es un requerimiento esencial y auditorías de "integridad" debieran ser transmitidas en todos los equipos críticos (incluyendo estructuras de acero y concreto) cada 3 años.

## 6.2. Medición

- Referenciándonos de Alumax – medir y monitorear el número de acciones correctivas que han sido generadas en cada PM y usarlo esto para ayudar a identificar oportunidades de mejora. Medir en forma global el promedio del número de acciones correctivas generadas en 10 PMs y usar esto como un progreso global medida para el mantenimiento preventivo.
- Lograr más del 90% de cumplimiento del programa en las rutinas del mantenimiento preventivo. Las organizaciones de Clase Mundial exceden el 90%.

## 7. ESTRATEGIA 7 : ADMINISTRACIÓN DEL TRABAJO DISCIPLINADO

***“HACIENDO LO QUE DECIMOS Y DICIENDO LO QUE HACEMOS”***

Las operaciones de clase mundial tales como Alumax y DuPont se jactan en tener un régimen de Administración de trabajo disciplinado. Los estudios aquí realizados han mostrado que la ejecución de trabajos planeados es de 3 a 10 veces más rápida que un trabajo no planeado, es más económico y mucho mas seguro. La productividad de los mantenedores incrementa de 35% a 55%, los inventarios de almacén, sobre tiempos y costos totales son reducidos, y el personal es dimensionado apropiadamente cuando el trabajo es administrado con un estilo disciplinado. También se atribuye de 1 – 2% de mejoramiento en el Uptime dentro de una administración de trabajo disciplinado.

Mas del 90% de trabajo planeado es realizable en las plantas fijas de clase mundial. La mayoría de las operaciones de la Corporación están alrededor del 30% - 50%. La Corporación tiene mucho que ganar en el mejoramiento de esta área. Sin embargo, la historia ha mostrado que son esenciales muchos pre-requisitos y habilitadores para ejecutar niveles de clase mundial. **La visión de los operadores de la Corporación es ser apasionados con el mantenimiento con un alto nivel de trabajo planeado y programado y mantener un mínimo absoluto de cantidad de trabajo interrumpido no planeado. Existe un fuerte compromiso en las áreas de ingeniería, producción, logística y mantenimiento para programar semanalmente y alcanzar un alto cumplimiento de este programa.**

#### 7.1. Acciones

- a) Todos los sitios necesitan evaluar su proceso de administración del trabajo actual para entender las brechas y fortalezas existentes.
- b) Las practicas de mantenimiento en todos los Sitios necesitan definir e implementar sus propios procesos de administración de trabajo consistente con los estándares de la Red de Mantencion de la Corporación. El software SAP esta pre-configurado para algunos de estos estándares y hereda por consiguiente, total soporte del

mejoramiento de los procesos de administración de trabajo de los sitios.

- c) La estructura organizacional que planifica y que ejecuta el trabajo debe ser revisada. La estructura debe ser de tal forma que:
- **Soporte la aplicación oportuna del mantenimiento preventivo, predictivo y un programa de lubricación optimizada.**
  - **Asegure que los recursos para este trabajo fundamental no sean saltados ya que se conduce a un fracaso en el mantenimiento.**
  - **Asegure que el planner estén permitidos para planear y no forzados a que continuamente busquen repuestos para un trabajo de interrupción urgente.**
- d) La función de planeamiento necesita estar con adecuados recursos, con gente habilidosa y experimentada para ejecutar un planeamiento con un alto estándar. Según estudios de benchmarking hemos aprendido que necesitamos 1 planner por cada 15 a 25 empleados.

#### 7.2. Mediciones

- Organizando y registrando el Trabajo.
- Planificando
- Programando.
- Asignación y Ejecución del Trabajo.
- Completar y Registrar el Trabajo; y
- Administración de los Materiales.

Un logro de un promedio del 75% de estos elementos, indicaría una buena aplicación de las practicas de la administración del trabajo disciplinado.



## **8. ESTRATEGIA 8 : MIGRACIÓN RÁPIDA Y FÁCIL A UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN (SAP)**

### ***“IMPULSANDO EL MEJORAMIENTO DESDE EL SAP”***

La experiencia de la Corporación y la industria en general muestra una tasa de éxito muy baja (aproximadamente 15%) con la implementación sistemas SCAM (Sistemas Computarizados de Administración de Mantencion). Para ser exitosos, todos los sitios necesitan tomar posesión y responsabilidad para una migración exitosa y no permitir barreras que se opongan esta migración. **Para los operadores de la corporación la visión es lograr una migración rápida y fácil al SAP y mejorar los procesos de negocio.**

#### 8.1. Acciones

- a) Un factor clave del éxito es realizar un proyecto de preparación de un key user, quien será un mantenedor experimentado y con alto desempeño. Este proyecto debe ser hecho con suficiente tiempo para que la persona que esta siendo entrenada se llegue a familiarizar totalmente con el software y para influenciar su configuración e implementación a las necesidades de las operaciones y las capacidades del sistema.
- b) La prueba debe ser coordinada por el key user y completada por la gente quienes usaran el sistema en una simulación de situación de operación (nada en tiempo real). Los datos de los sitios deberán ser usados y los requerimientos funcionales de los sistemas críticos deben ser probados. Las pruebas deben incluir pero no ser limitados por:
  - **Generación y manipulación de programas de PM.**
  - **Generación y manipulación de actividades estándar.**

- **Generación, impresión y culminación de notificaciones y ordenes de trabajo.**
  - **Acciones de seguimiento de Componentes.**
  - **Buscar partes, hacer reservas, requisiciones y tramitarlas.**
  - **Semanalmente generar un programa de trabajo dia/guardia, balanceando la carga de trabajo e imprimirlas.**
  - **Conseguir una estadística de operaciones y de los equipos, ingresarla y procesarla.**
  - **Reportar costos y KPI.**
  - **Análisis histórico de trabajo y falla**
  - **Presupuesto y Control costos.**
  - **Revisión del proceso para obtener una data integrada y confiable.**
- c) Incluir la migración del SAP en las metas del desempeño de la gente ayudará a apropiarnos y actuar con real responsabilidad. La experiencia muestra que si al menos sus desempeños no es medidos por el éxito de la migración de los sistemas, la gente postergara tareas y luego vivirá en la frustración y con un alto costo de un sistema pobremente implementado

## 8.2. Mediciones

Es esencial lo siguiente:

Los datos principales de los equipos critico:

- Acciones apropiadas de Mantenimiento (preventivo y correctivo) en el lugar (de los principales modo de falla) basándose en medidas apropiadas.
- Instrucciones estándar totalmente mejoradas para todas las tareas del mantenimiento preventivo y las principales del correctivo.

- Costos de materiales de los equipos críticos.

**Funciones críticas del sitio y en la operación:**

- Recolección, entrada y procesamiento de los datos críticos incluyendo estadísticas de equipo y operación, datos de fallas, horas hombre y costos.
- Revisar el presupuesto y manipular los programas de PM basados en tiempo, contadores y medidas.
- Planificar los trabajos y autorizarlos.
- Semanalmente, programar para el día y para la guardia y balancear la carga de trabajo.
- Completar y registrar las ordenes de trabajo y las notificaciones.

**Reportes críticos del Sitio para:**

- Estadísticas de Desempeño de la Operación y de los equipos y KPI's.
- Costos, Presupuestos y variaciones.
- Pronostico del programa de Mantenimiento Preventivo.
- Notificaciones incompletas y trabajos de backlog.
- Análisis de falla e historia.
- Programa Semanales de Mantencion acordados.
- Programa de trabajo diario por guardia

**9. ESTRATEGIA 9 : OPTIMIZACION DE LA TERCERIZACION "OUTSOURCING"**

***"LOS MEJORES RECURSOS PARA EL TRABAJO"***

Actualmente un gran porcentaje (estimadamente mas del 30%) del mantenimiento es desempeñado por proveedores externos dentro o fuera del sitio y como tal, el desempeño de estos proveedores es critico para nuestro desempeño. Nosotros debemos ser efectivos al seleccionar de manera correcta las cosas que necesitaran ser tercerizadas y administrar a los contratos y ordenes a un alto

estándar. El nivel de outsourcing esta creciendo y nuestra capacidad en administrar estas actividades necesitan también crecer al mismo ritmo.

Necesitamos progresivamente racionalizar el número de proveedores que nosotros tenemos y forjar grandes términos de desempeño basados en arreglos de preferencia con proveedores que compartan tanto nuestros riesgos como recompensas dentro del negocio. El reto es apropiadamente captar estas capacidades y aplicarlas a ellos para incrementar la cantidad de actividades tercerizadas.

#### 9.1. Acciones

- a) De las 10 acciones más importante y criticas desarrolladas por los contratistas, seleccionar las 3 acciones representativas que podrían dar mas beneficio.

Para cada uno de estas acciones:

- Evaluar como los contratistas están siendo administrados de acuerdo al estándar de evaluación de los contratistas por la Corporación, y
- Crear acciones de cambio a partir de estas evaluaciones.

- b) Cómo conocer si nuestra estrategia de tercerización es optima y añade el máximo valor para nuestro negocio? La decisión para tercerizar es mas un arte que una ciencia en donde existen muchos factores involucrados que están influenciados localmente y donde no existe respuesta que encaje todo esto. La experiencia es solo el aspecto que debería ser considerado en el proceso de decisión realizado.

## 9.2. Mediciones

Conforme se aplique los tres contratos más relevantes, se espera como mínimo el 80% del cumplimiento de la Administración del Contratista, la cual consta de:

- Asesoramientos para la Administración del Contratista
- Efectividad de costos, riesgos
- Tarifas, contratos basados en incentivos
- Procedimientos de selección de contratistas
- Evaluación de Propuestas
- Revisión del desempeño de contratistas y Mejoramientos

El éxito en aplicar el mejoramiento de contratistas será medido en términos de beneficios esperados de los tres contratos más relevantes.

## 10. ESTRATEGIA 10 : DESARROLLO DEL LIDERAZGO

### ***“COMUNICACIÓN ABIERTA Y RESULTADOS VISIBLES”***

Un rápido mejoramiento requiere inspiración y motivación del liderazgo. Las evaluaciones de mantenimiento y otros benchmarking han mostrado que el liderazgo es un indicador clave de actuales y futuros desempeños.

El esfuerzo de mejoramiento debe ser liderado a través de un grupo funcional (no solo personal de mantenimiento como algo común en el pasado). Este grupo necesitara establecer una visión, estrategias y prioridades y luego soportar vigorosamente la ejecución de los proyectos a través de realización de beneficios. Los departamentos individuales solo pueden progresar en forma aislada y es algo común en mantenimiento. Si operaciones, ingeniería, mantenimiento y logística no toman sentido propiedad ni trabajan juntos para mejorar el mantenimiento, el nivel de mejoramiento estará muy por debajo que las organizaciones líderes, ni alcanzaremos ejecutar una operación excelente. Es muy importante para el

esfuerzo de mejoramiento ser bien organizados, administrados y con buenos recursos, si no estaremos limitados en el éxito si solo nos aproximamos a un estilo ad hoc.

#### 10.1. Acciones

- a) Establecer un grupo Funcional para crear la visión, estrategias y prioridades y luego soportar vigoramente la ejecución de los proyectos a través de realización de beneficios. Los proyectos están para ser formados y ejecutados aplicando los principios de la Excelencia Operacional que están siendo estandarizados en todo la Corporación. La formación y uso continuado de un grupo funcional guía, es clave para manejar proyectos a través de resultados mejorados sostenibles para el negocio. Los esfuerzos de mejoramiento en el pasado que no alcanzaron el nivel de compromiso deseado, no fueron sostenibles. La disciplina para los procesos y practicas nuevas de mejoramiento y la resistencia a retroceder a las formas y hábitos antiguos es el mayor reto.
- b) Las metas de nuestro negocio son la fuerza, habilidad y entusiasmo de nuestros empleados. El desempeño del empleado es tan importante para nosotros que en adición a la retroalimentación informal del desempeño continuo, nosotros tenemos una revisión formal del desempeño anual de todos los empleados.
- c) Los lideres tienen un conocimiento externo fuerte de su productividad a través de benchmarking regulares contra los competidores (por ejemplo, toneladas /hombre por guardia) y esta información es usada para dar seguridad al negocio manteniendo competitividad y correcta tamaño de la organización.

- d) Los líderes soportan su organización para tener un fuerte entendimiento de su propio desempeño y las causas de sus desempeños al ejecutar una evaluación de la corporación cada 2-3 años. Esto puede ser un equipo de evaluación externa guiada por la Red de Mantencion Global de la Corporación o una auto evaluación facilitada por la misma.

#### 10.2. Mediciones

Será muy importante monitorear continuamente y regularmente reportar el progreso de todo los proyectos de mejora y celebrar el éxito cuando sea logrado.

### 11. ESTRATEGIA 11 : RESPUESTA A LAS MEJORES PRACTICAS

#### ***“CONSTRUYENDO EN BASE DEL ÉXITO DE OTROS”***

Existe un potencial enorme para la Corporación para mejorar rápidamente y añadir un alto valor al compartir y copiar las mejores practicas. Nuestra experiencia ha mostrado resultados muy positivos en las practicas compartidas realizadas.

Para ser exitosos al compartir y copiar las mejores practicas necesitamos eliminar la reinención de la rueda, repetir errores, la actitud del "no inventado aquí" y algunas barreras geográficas y políticas.

#### 11.1. Acciones

- a) Todo personal funcionario debe tomar sentido de propiedad y responsabilidad del compartir y copiar las mejores practicas estableciendo metas personales y proveyendo de sistemas de premiación adecuados.
- b) 11.2 Los grupos nuevos son una herramienta potencial para la Corporación, para trabajar juntos en una base diaria para resolver problemas y compartir experiencias y conocimientos. Los grupos

nuevos del la Corporación han sido muy exitosos sin embargo existe todavía mucha gente que podría beneficiarse de este involucramiento.

#### 11.2. Mediciones

El éxito será medido por 12 practicas compartidas o copiadas de otros sitios por sitio por año.

### **12. ESTRATEGIA 12 : ASEGURAR LAS CAPACIDADES DE LOS NUEVOS PROYECTOS DE INVERSION**

#### ***“FORJANDO LA CALIDAD”***

Para que la Corporación desarrolle exitosamente nuevos negocios, es esencial que igualmente nosotros desarrollemos una capacidad operacional de acuerdo con el desarrollo físico de los activos. El mejoramiento de la capacidad de mantenimiento a tenido una perdida con muchos proyectos nuevos que han impactado el arranque exitoso y el tiempo, esfuerzo y costo para lograr una producción sostenible a un ratio deseado. Con la representación de mantenimiento en los proyectos de inversión por encima del 40% de los costos controlables, la importancia de obtener esto correctamente es alta y ha sido demostrada nuevamente que se requiere empezar una fina planificación con una anticipación adecuada en el desarrollo del proyecto de inversión para ser exitosos.

La intención es que existan las siguientes condiciones antes de Arranque:

- Confiabilidad, mantenibilidad y costos optimizados en el diseño de la planta, equipos y facilidades.
- Confiabilidad, mantenibilidad y costos optimizados como prioridad a obtener.
- Estrategias de Mantenimiento de Equipos totalmente desarrollados a través de un proceso correctamente demostrado.
- Planes de Mantenimiento totalmente desarrollados y establecidos en SAP.



- Optimización de las Estrategias de Repuestos totalmente implementadas - Repuestos disponibles y catalogados.
- Optimización de la estrategia en casa/contratista para la fuerza de trabajo y facilidades establecidas.
- Desempeño de suministros y servicios basados en contratistas / alianzas listos para ir dentro o fuera del lugar.
- Las mejores filosofías de Practicas de Mantenimiento totalmente definidas y entendidas.
- Mejoramiento continuo del proceso definido incluyendo control de las modificaciones realizadas.
- Fuerza laboral competente preparada para administrar y ejecutar el proceso de mantenimiento.
- Integración del mantenimiento en las pruebas y puesta en marcha totalmente planeadas y con gente disponible.
- Toda la información técnica, de operaciones y mantenimiento disponible y administrada.

*“Organización enfocada a la prevención y eliminación de fallas / pérdidas”*

#### 12.1. Acciones

Aplicar los 22 elementos de evaluación del proceso de mejoramiento de mantención

#### 12.2. Mediciones

Lograr mas del 75% de ejecución de los 22 elementos de evaluación del proceso de mejoramiento de mantención en un año de operación.

Lograr mas del 85% del elemento “Adquisición y modificación de la Planta” dentro de tres años, esto es:

- Uso de un procedimiento de control de cambios, aplicados a los materiales y equipos críticos
- Alcance de los estándares de Ingeniería
- Selección y diseño de equipos, basados en la proyección de vida útil mas que en el costo y entrega inicial, abordando temas de mantenimiento y confiabilidad
- Entrega de la planta formalizada luego de un commissioning y pruebas exitosas.

## VI. INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES DE MANTENCIÓN (KPI's)

### 1. CONCEPTOS BASICOS

#### 1.1. Identificar qué queremos medir y controlar

Un kpi (o indicador de rendimiento clave) de proceso de mantención es, básicamente, un mecanismo de control. Su resultado es una medición, la cual, al estar fuera de su tolerancia especificada, debería iniciar una acción correctiva por las personas concernientes. Los kpi's de proceso, por lo tanto, necesitan ser objetivizados para medir los factores de entrada que nosotros queremos controlar en forma específica.

Así, antes de definir nuestros kpi's de proceso de mantención, primero debemos establecer qué entradas queremos controlar, y por qué. También necesitamos revisar si se dispone de datos adecuados para apoyar esta medición y este control. Obviamente, si la información no está disponible, entonces debemos ya sea comenzar a capturarla y registrarla, o bien, buscar una medición alternativa.

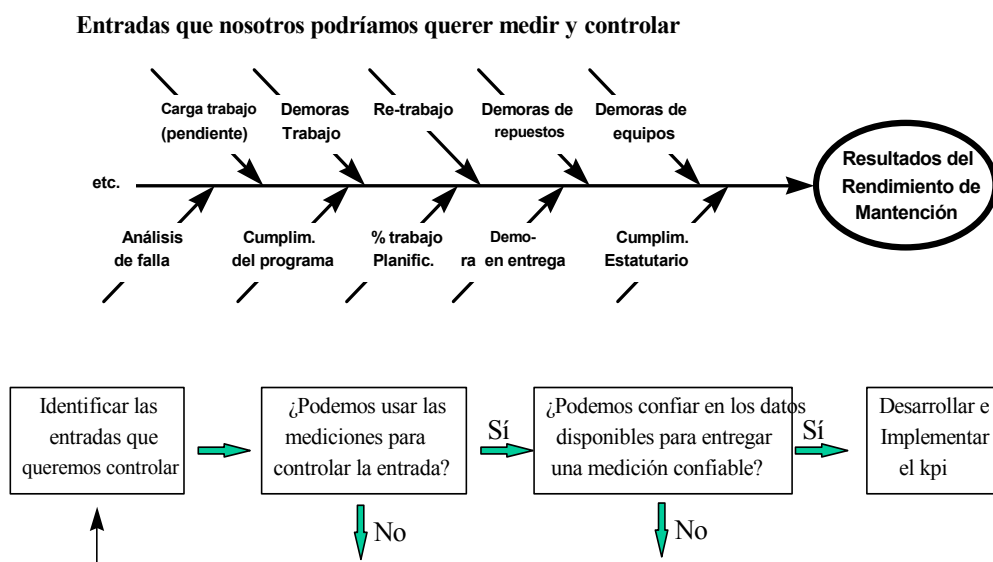


Figura 6.1. Parámetros que se pueden medir y controlar.

En mantención, definir qué medir y controlar no siempre es fácil. Podrían haber muchas cosas que quisiéramos controlar, pero intentar medirlas y

controlarlas todas sería una carga de trabajo imposible. ¿Cómo seleccionamos qué medidas usar? No hay una respuesta definitiva; deberíamos usar la que sea apropiada para darnos (a nosotros y nuestro equipo) la confianza de que “realmente entendemos” y de que “está bajo nuestro control”.

Los kpi's de proceso de mantenimiento efectivos deberían generar información que dirija intrínsecamente a las personas hacia un comportamiento exitoso del negocio. Para lograrlo, necesitamos emplear nuestra intuición para definir qué medir. Lo correcto es lo que es correcto para el lugar; es lo que entiende y usa el equipo de trabajo involucrado.

#### 1.2. Uso de kpi's\* que proveen de información valiosa

Quizás, la manera más fácil de juzgar si un kpi (indicador de rendimiento clave) es efectivo es preguntarse: “¿Nos entrega información útil?”. Si la información resultante no es de verdadera utilidad, probablemente el kpi no sea efectivo, y quizás debiéramos dejar de perder el tiempo midiéndolo. Pero, antes de decidir si dejar de medir nuestros valores de kpi, pensemos un momento lo que significa la palabra útil en este contexto. Para responder a eso, necesitamos primero reflexionar por qué necesitamos las medidas kpi.

Necesitamos kpi's de resultado de mantenimiento (por ejemplo, disponibilidad) que reflejen cómo fue el rendimiento durante el último período de informes, y necesitamos kpi's de proceso para ayudar a controlar cómo será nuestro rendimiento durante los próximos y futuros períodos.

Los kpi's de Mantenimiento entregan información útil si nos entregan un panorama real de nuestro rendimiento; sea éste bueno o malo. Sin embargo, la información que nos entregan los kpi's de proceso sólo es útil si se comprende e interpreta adecuadamente; es decir, debería guiarnos en la toma de decisiones, lo cual nos ayudará a controlar nuestro rendimiento futuro.

Para hacer un uso efectivo de la información entregada por nuestros kpi's de proceso de mantenimiento, debemos comprender su significado, y luego

cambiar la forma cómo hacemos las cosas para enfocar nuestro camino hacia mayores niveles de rendimiento, según lo medido por nuestros kpi's de resultado.

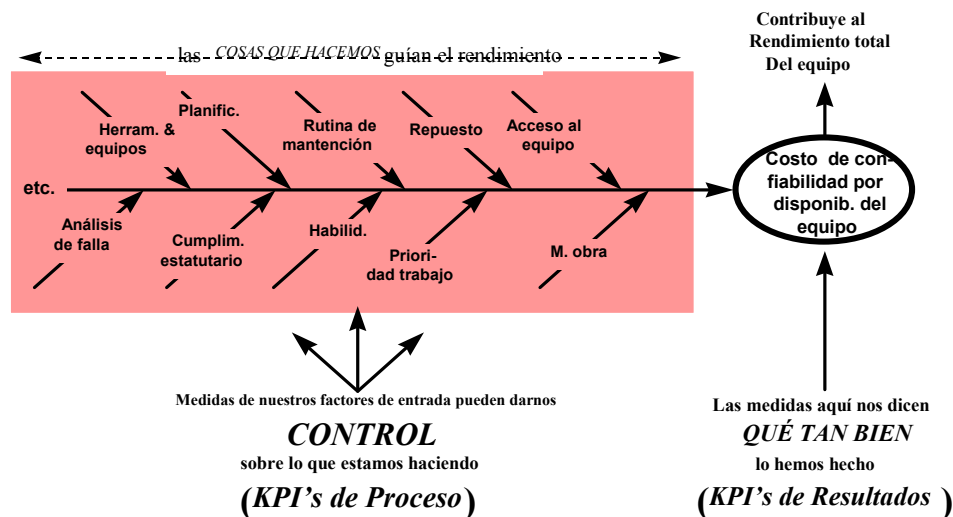


Figura 6.2. Evaluación del Control

### 1.3. Use un diseño de kpi de lazo cerrado

Para asegurarnos de que nuestros kpi's de proceso de mantención nos entregarán información útil, debemos hacer varias cosas. Quizás, la más obvia sea recopilar datos de buena calidad de los cuales poder calcular valores de kpi precisos; hablaremos de ello más adelante. Lo más importante, sin embargo, es considerar cómo diseñamos y especificamos nuestros kpi's de proceso en el comienzo.

La clave para especificar kpi's de proceso efectivos, es usar un diseño de lazo cerrado; según se ilustra más abajo. En lugar de sólo definir cómo calcularemos el valor del kpi (Ej. con aritmética), este enfoque nos fuerza a considerar otros temas asociados con el significado del resultado y cómo lo interpretaremos y usaremos.

Además de especificar cómo calcularemos el valor del kpi, el diseño de lazo cerrado requiere un pensamiento adicional para:

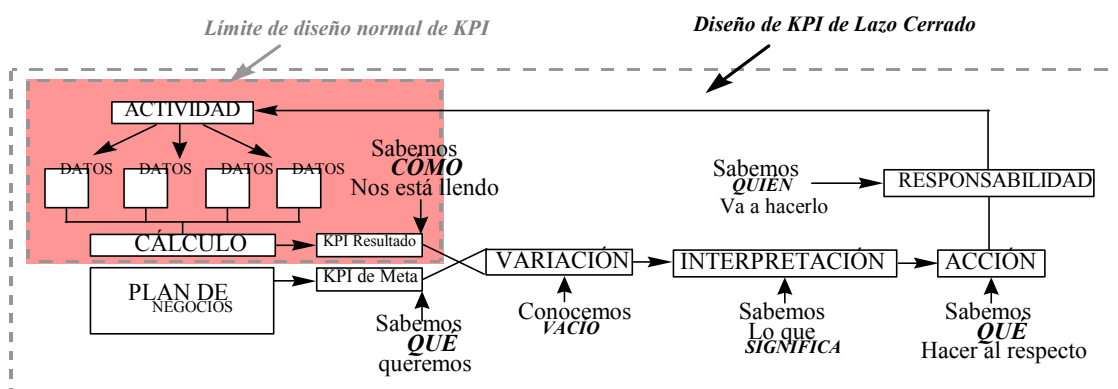


Figura 6.3. Diseño del KPI de lazo cerrado

- especificar el valor de meta basado en un plan de negocios de mantención o comparación de rendimiento (“benchmark”);
- determinar qué factores (o factores de entrada) pueden influir en el valor de kpi, y las relaciones de causa/efecto entre ellos;
- comprender lo que significa una variación de la meta u objetivo; es decir, es bueno o malo y cuál es su efecto potencial en el negocio;
- comprender qué puede ocasionar la variación y especificar acciones apropiadas que sean factibles de aplicar para corregir los valores “fuera de la meta”, e;
- identificar quién será el responsable para realizar el seguimiento de las acciones.

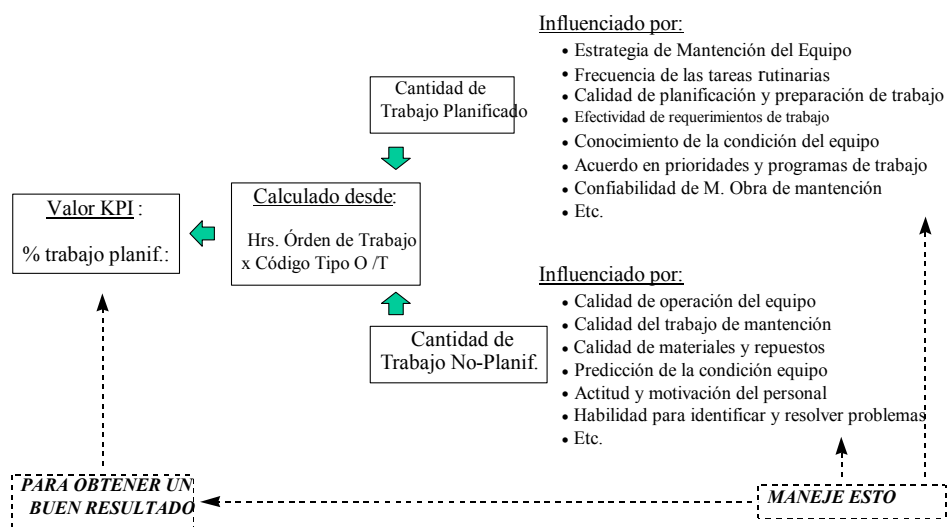
Si no podemos especificar de antemano cómo vamos a aplicar la información de los kpi para ayudar a mejorar nuestro rendimiento del negocio (resultados); entonces el desafío es saber: ¿debimos haber usado los kpi’s realmente?

#### 1.4. Comprender el mecanismo de control; y qué lo influencia

Parte del proceso de decidir si medir y controlar una entrada de mantención particular, es determinar cómo usaremos la medición resultante (kpi). Para poder usarla en forma eficiente, necesitamos hacer dos cosas:

1. Identificar todas las entradas que puedan influir en el resultado medido (el valor de kpi), y;
2. Comprender cómo estas entradas impactan en el resultado.

Para explorar mejor este concepto, consideremos la medición del porcentaje de trabajo planificado como ejemplo:



*Figura 6.4. Factores que influyen en el avance y consecución de los objetivos del mantenimiento planificado*

Según la figura 6.4. ilustrado, existen muchas cosas que pueden influir en el porcentaje alcanzado de trabajo de mantenimiento planificado. Si vamos a usar esta medida como un medio para controlar nuestro rendimiento, necesitamos saber:

- Qué son los factores influyentes.
- De qué manera cada uno de ellos puede afectar el resultado medido.
- Cómo podemos determinar cuáles están ejerciendo el mayor efecto en el resultado real alcanzado, y;
- Qué acciones podemos tomar para corregir cualquier resultado no deseado.

Si no podemos identificar previamente cómo vamos a aplicar la información de los kpi para ayudar a mejorar nuestro rendimiento del negocio

(resultados), entonces el desafío es: ¿Deberíamos estar usando los kpi's realmente?

1.5. Definir los análisis que identificarán a los impulsores

Según se ilustró en el ejemplo de porcentaje de mantención planificada, la mayoría de los kpi's tendrán distintos factores de entrada, que pueden influir en el resultado del kpi medido. Si ese resultado no es satisfactorio, entonces debemos averiguar por qué. Si no sabemos qué está accionando nuestro resultado, ¿Cómo podemos estar seguros de tomar las acciones correctivas adecuadas?

En caso de haber varias posibles entradas involucradas, deberíamos incluso tener que aplicar un proceso de "análisis de causa origen", para averiguar qué está accionando el resultado. Para hacer más sencillo este análisis, podemos pre-definir las probables relaciones de causa y efecto. Ello podría representarse a través de diagramas de causa y efecto, para ayudar a que la gente tome conocimiento de lo que está sucediendo, según se ilustra en las figuras 6.5. y 6.6:

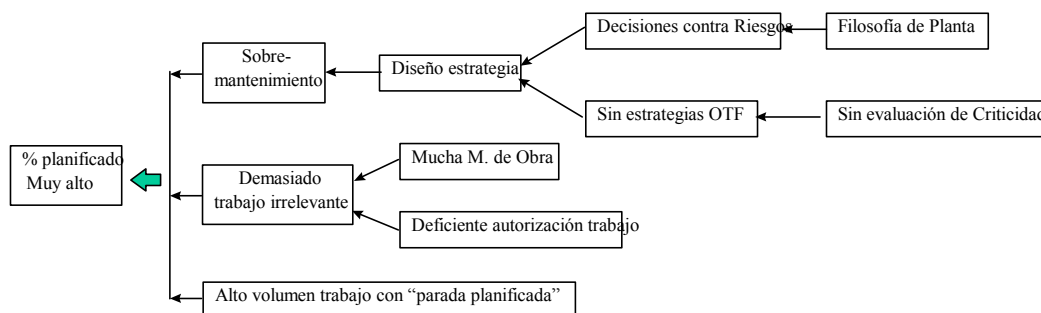


Figura 6.5.

El uso de diagramas de causa y efecto como los mostrados, puede servir para determinar qué problemas están siendo reflejados en el resultado del kpi. También puede ayudarnos a entender por qué ocurren los problemas. Al aplicarlo en detalle, este trabajo detective ayudará a identificar las acciones



correctivas apropiadas para que los resultados futuros concuerden con los requerimientos.

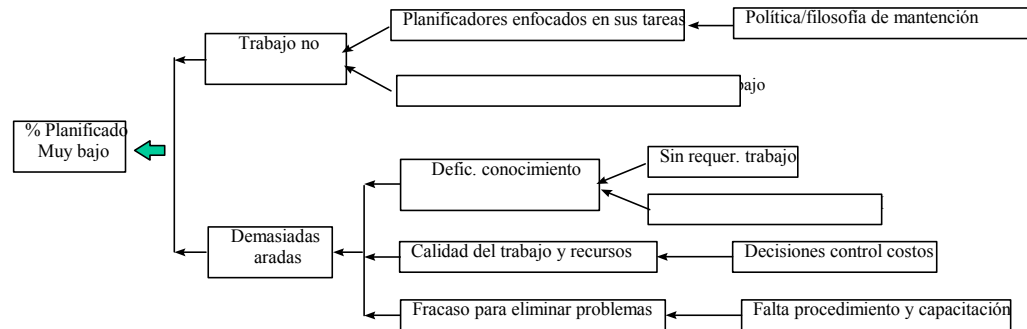


Figura 6.6.

Definir con antelación todas las relaciones de causa y efecto asociadas con nuestras mediciones de kpi, puede ser una tarea agobiante; pero, si no lo hacemos, ¿A quién estamos engañando sino a nosotros mismos? Si no podemos hacerlo, entonces, ¿Deberíamos estar planificando el uso de kpi?

1.6. Validar e implementar un mecanismo de captura de datos

Otro aspecto importante al decidir qué kpi's usar, es tener la certeza de poder contar con (o recopilar) datos adecuados (de buena calidad y detallados), a fin de poder tener una medición confiable. Si éstos no están disponibles; entonces, no podremos esperar que nuestro cálculo abordado, y los consiguientes análisis de resultados de kpi, tengan algún valor.

**Requerimientos de Datos para kpi's efectivos:**

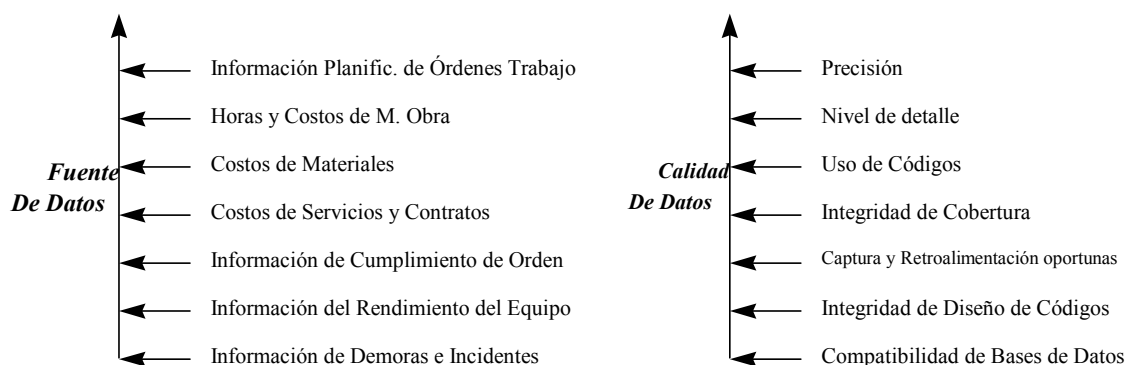


Figura 6.7.Requerimientos de datos para KPI's efectivos.

Contar con información adecuada significa que debe satisfacer varios criterios, en términos de relevancia, exactitud y nivel de detalle. Algunos de los temas a considerar se ilustran en la figura 6.7.

Probablemente, los dos aspectos claves a considerar en la calidad de los datos son el compromiso y el *nivel de detalle*.

El **compromiso** generalmente es una función del grado al cual las personas se preocupan y motivan para registrar y captar información precisa. Puede estar influenciado por el grado de conocimiento que ellos tengan de por qué se requiere la información, y cómo y cuándo se usará.

El **nivel de detalle** generalmente consiste en dirigir la motivación de la organización para planificar y registrar lo que se realiza. A menudo, nuestra habilidad para calcular y usar kpi's efectivos está limitada ya que no nos gusta emitir órdenes de trabajo individuales para cubrir la totalidad de nuestros trabajos de mantención. Igualmente, nos gusta hacer *recortes* al "reservar" nuestros repuestos y mano de obra al nivel más alto posible de equipo o departamento. Esta cultura de *recortes* a la eficiencia, generalmente es reforzada en nuestro diseño de sistemas originales y conceptos de implementación.

*Si queremos seriedad para conocer los kpi's y las causas originales, entonces deberemos superar la barrera de "falta de datos". Ésta existe predominantemente debido a que aún no hemos acordado ni definido cuáles son realmente nuestros requerimientos de kpi. La mayoría de nosotros ni siquiera está cerca de recopilar la calidad de datos que verdaderamente necesitamos; por lo que estamos atrapados en un vacío de datos.*

#### 1.7. Establecer una meta apropiada para cada KPI

El principal propósito de un KPI (*o Indicador de Rendimiento Clave*) es entregar una medida del rendimiento. Para que esta medida tenga un significado útil, debemos compararlo con una meta. Así, una vez que la

hayamos decidido *qué* medir, el primer paso en el diseño de un KPI es establecer el nivel de meta de rendimiento que quisiéramos lograr; es decir: “Si no se tiene un objetivo; no se puede calificar”

Una manera sencilla de establecer una meta para un KPI de proceso de mantención, es observar una marca (estándar industrial) sobre la cual enfocarse. Alternativamente, debemos usar nuestro primer resultado como nuestra marca actual, y fijar un *mejoramiento porcentual* a alcanzar durante un período de tiempo.

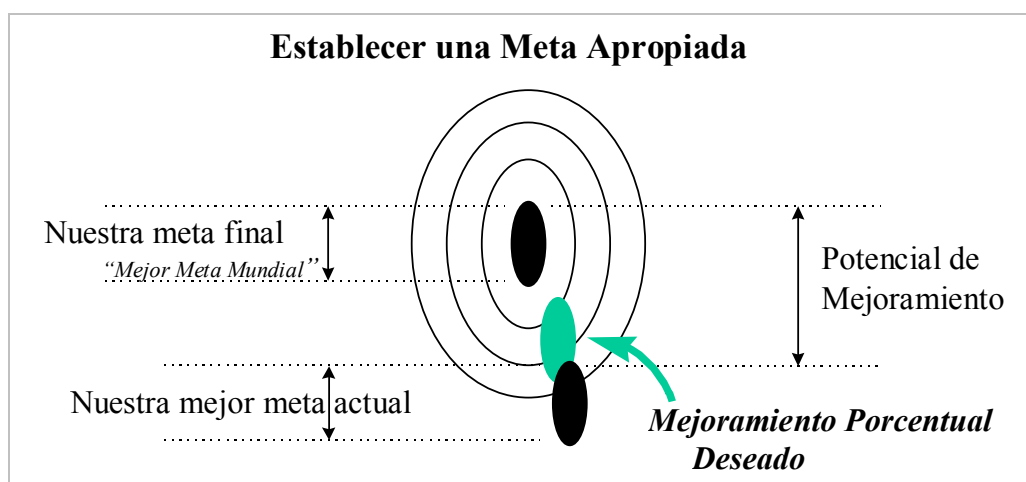


Figura 6.8.

Uno de los aspectos claves al establecer las metas de KPI es escoger valores *alcanzables*. Mientras que, a la larga, todos deberíamos querer liderar en la mejor práctica mundial, habrá momentos en los cuales ese nivel de rendimiento será inapropiado para el negocio, o simplemente no será realizable dentro del futuro cercano.

El constante fracaso en *alcanzar* un objetivo, aunque sea irreal, es un desmotivador significativo. Es mucho mejor establecer una meta factible de alcanzar, disfrutar la dicha de lograrla, y luego establecer una meta mayor para estimular el mejoramiento posterior.

Una medida de KPI cuenta con credibilidad tanto por la meta que motiva a la gente a lograrla, como por el diseño de lazo cerrado que asegura que la gente sabrá cómo usarla.

### 1.8. Definir cómo interpretar un resultado

Una vez que hallamos establecido el valor de KPI que queremos lograr, cualquier medida contraria a la meta arrojará una variación de la meta. Esta es la variación que necesitamos cuantificar e interpretar. Entender por qué está ahí, es la clave para decidir las acciones apropiadas para recuperar (o enfocarse en) la meta deseada.

Sin embargo, antes de apresurarse en tomar las acciones correctivas, primero debemos establecer si la variación es lo suficientemente significativa como para preocuparnos de ella. En mantención, el proceso de registro y análisis de datos no siempre entrega información exacta. Todo valor de KPI calculado sólo será, a lo más, un “buen guía”; de manera que cualquier variación del objetivo de, supongamos, más o menos un 10%, generalmente podrá ignorarse.

Generalmente, es más importante enfocarse en variaciones mayores. También es importante asegurar que los factores conflictivos dentro del mecanismo de control de KPI no estén compensándose unos con otros:



Figura 6.9.

Si, por ejemplo, tenemos un kpi de porcentaje de trabajo planificado, que está lejos de la meta (es decir, una gran variación), entonces sabemos que tenemos una situación que debe ser investigada más a fondo.

Si el mismo kpi estaba justo en la meta, deberíamos sentirnos bastante complacidos. Pero, supongamos que miramos detrás de la información y encontramos que sólo un pequeño porcentaje del trabajo real no planificado está siendo capturado en las órdenes de trabajo; significaría que una gran cantidad de trabajo no está siendo registrada. En ese caso, aunque nuestro resultado estaba en la meta, no está representando la situación real, por lo que deberíamos investigar el problema.

Siempre deberíamos juzgar nuestros resultados de kpi respecto a su variación de la meta. En caso de tener buenos resultados, deberíamos ser suspicaces, y ver las maneras de validar lo que el kpi nos está diciendo.

#### 1.9. Especificar las acciones de seguimiento adecuadas

Supongamos que hemos decidido cómo debería calcularse un kpi, y que hemos calculado un resultado: ¿Entonces, qué? ¿Qué significa eso? ¿Qué es lo que sabemos? Especificando qué hacer con el resultado es uno de los pasos más importantes en el proceso de diseño de lazo cerrado del kpi.

Habiendo calculado un resultado de kpi como una variación desde el objetivo, necesitamos:

- Decidir si la variación es significativa.
- Validar el resultado.
- Investigar las causas de un resultado inválido o fuera de objetivo.
- Iniciar acciones correctivas adecuadas.

Una buena manera de tener pasos de acción más bien específicos es formular una guía de diagnóstico, según se muestra en la figura 6.10:

Este ejemplo está sobre simplificado. Sin embargo, ilustra cómo puede reunir una simple pauta para ayudar a otras personas a determinar qué problemas están siendo reflejados en el resultado del kpi.

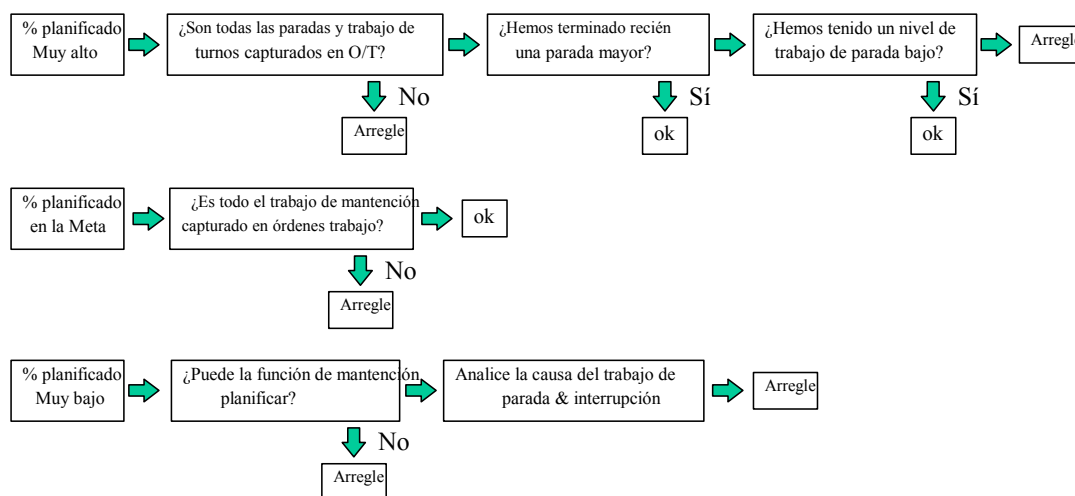


Figura 6.10.

Puede ayudarlos a entender por qué están ocurriendo los problemas y, por consiguiente, ayudar a dirigirlos para tomar las acciones correctivas adecuadas, a fin de situarse en la meta.

Si nuestras medidas de kpi fallan al incentivar una adecuada respuesta de nuestra gente, es porque hemos fallado en nuestros esfuerzos por entregar una correcta educación y guía sobre cómo interpretar y reaccionar ante dichas medidas.

#### 1.10. Documentar el diseño de un KPI (ejemplo)

El paso final en el diseño de lazo cerrado de un kpi es reunirlos en un formulario documentado y sencillo que capture el conocimiento e intención detrás del diseño. Si bien se necesitarán algunas instrucciones detalladas al usuario, puede usarse un simple diagrama de la situación, para presentar el panorama general de cada kpi (ver figura 6.11)

Este ejemplo ilustra un kpi para medir el porcentaje de trabajo de mantención administrado a través del sistema de órdenes de trabajo.

Si queremos que nuestra gente mida, entienda, controle y mejore continuamente su eficiencia en administrar su esfuerzo de mantención, entonces es razonable que ellos esperen que nosotros los ayudemos entregándoles las herramientas y pautas adecuadas sobre cómo usarlas.

**TRABAJO ADMINISTRADO en ÓRDENES DE TRABAJO - Diseño Lazo Cerrado**

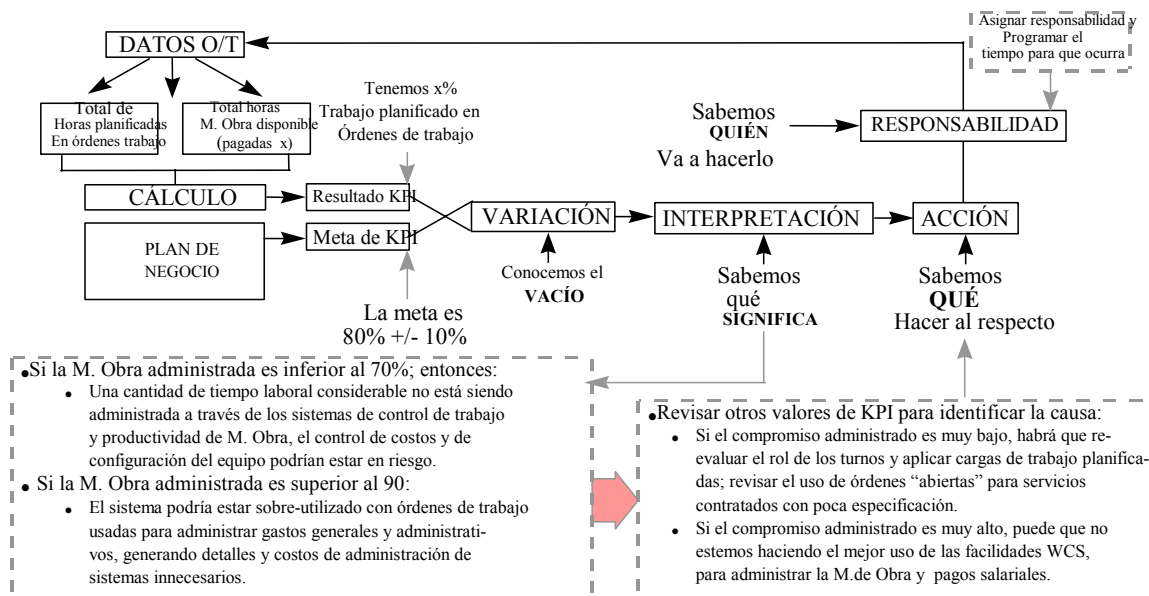


Figura 6.11.

**2. INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPI's) PARA INFORMES DE LA CORPORACION**

**2.1. Propósito**

El propósito de este documento es proporcionar una política para calcular e informar los indicadores claves de mantención estándares (KPI's). El KPI proporcionará métodos consistentes y relevantes para medir el rendimiento de mantención a lo largo de todos los sitios operativos de la Corporación:

- Aplicar "Benchmarking" e identificar las oportunidades de mejoramiento;
- Medir los mejoramientos en Seguridad, Mantención y Rendimiento de Activos;
- Cuantificar la contribución de estos mejoramientos en el Rendimiento del Negocio.

El uso inteligente de los KPI's será fundamental para lograr la visión de nuestra organización respecto a ser "Líder Mundial en Rendimiento de Mantenimiento".

## 2.2. INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPI'S) A MEDIR

Los Indicadores de Rendimiento Claves de Mantenimiento (KPI's), incluidos en este documento, son medidas de "resultado", enfocadas principalmente en Seguridad, Rendimiento de Activos y Costo de Mantenimiento, y sus contribuciones en el Retorno del Capital.

Todos los KPI's que han sido aprobados contienen la siguiente información:

- Descripción general.
- Uso propuesto.
- Fórmula.
- Ejemplo.
- Cálculo de Ahorros (donde sea aplicable).

El Uso propuesto es un atributo importante de cada KPI. Los siguientes símbolos se usarán para ayudar a identificar cada uso de KPI propuesto.

Contribución al Rendimiento en Seguridad.	<b>SF</b>
Contribución al Rendimiento del Negocio	<b>\$</b>
Medición de Mejoramiento en Rendimientos de Línea Base.	<b>BL</b>
Comparación de Rendimientos.	<b>PC</b>
Indicador de Control.	<b>CI</b>



- a) KPI-1 Porcentaje de Frecuencia de Lesiones con Tiempo Perdido (LTIFR)

**SF – BL - PC**

El LTIFR es una medida del Rendimiento de Seguridad general, usada actualmente en varias industrias del mundo. Este KPI se usará para indicar la contribución de mantención en esta medida, en todos los niveles de la organización. Cada sitio usará este KPI para evaluar el mejoramiento a través del tiempo. Adicionalmente, se usará como "benchmark" para comparación, tanto internamente entre los sitios como externamente contra las Mejores Organizaciones del Mundo. Facilitará la identificación de las áreas de mejoramiento potencial.

<p><b>Fórmula:</b>      <math>LTIFR = \frac{N^{\circ} \text{ Lesiones con Tiempo Perdido}}{\text{Total Horas}} \times 1.000.000</math></p>
--

**Ejemplo:** En un mes, se trabajó un total de 52.000 Horas de personal administrativo y mano de obra de mantención de la corporación, y 8.400 horas de mantención del contratista, en todos los sitios operativos de una División. No se experimentaron Lesiones con Tiempo Perdido para los empleados de mantención de la corporación; presentándose 1 Lesión con Tiempo Perdido en los contratistas de mantención durante el período del informe.

$$\begin{aligned}
 LTIFR &= \frac{1}{(52.000 + 8.400)} \times 1.000.000 \\
 &= 16,6
 \end{aligned}$$

- b) KPI-2 Costo de Mantención por Producción Unitaria

**SF    BL    PC**

El Costo de Mantenimiento por Producción unitaria será una medida clave de mejoramiento para el Proceso de Mejoramiento de Mantenimiento. El nivel de producción es un buen indicador del esfuerzo de trabajo de los equipos requeridos y debería, por consiguiente, ser correlativo con el nivel de mantenimiento requerido del equipo. Este KPI se medirá en cada nivel de Sección de Proceso o Sitio en la Mina. Cada uno determinará su rendimiento de línea base. Los mejoramientos a través del tiempo se medirán contra la línea base y se sumarán para proporcionar una cifra de mejoramiento total para la corporación.

<p><b>Fórmula:</b>      Co</p> <p>=      <math>\frac{\text{Costo de Mantenimiento}}{\text{Producción unitaria procesada o transportada por el Proceso de Informe}}</math></p>
---

**Ejemplo:** En un mes, un total de 4.230.000 toneladas de material se transporta a la mina de cobre con base en EE.UU. Los Costos de Mantenimiento totalizaron \$1.800.000 para el período correspondiente.

Costo de Mantenimiento por Producción Unitaria

$$= (\$1.800.000 / 4.230.000)$$

$$= \text{US\$ } 0,426 \text{ por tonelada}$$

**Ejemplo de Cálculo de Ahorros:** Asumiendo una línea base de costo de mantenimiento por tonelada de US\$ 0,4495 el mejoramiento se calcula de la siguiente manera:

Mejoramiento

$$= (0,4495 \times \text{Cantidad Actual}) - \text{Costo de Mantenimiento Actual}$$

$$= (1.901.385 - 1.800.000)$$

= US\$ 101.385

c) KPI-3 Valor de Activos Fijos por Producción Unitaria (VAFPU)

**\$ BL**

El Valor de los Activos Fijos por Producción Unitaria será una medida clave del mejoramiento en el Proceso de Mejoramiento de Mantenición. Enfoca los departamentos de Mantenición y Producción para maximizar en forma conjunta el uso de los activos existentes. Este KPI se medirá en el nivel de Sitio en la Mina o Sección de Proceso, dependiendo de la configuración del registro de activos del sitio. Cada Sección de Proceso y Sitio en la Mina determinará su mejoramiento de línea base. Los mejoramientos a través del tiempo se medirán y sumarán para proporcionar una cifra de mejoramiento total para la corporación.

**Fórmula:** Valor de Activos Fijos por Producción Unitaria

$$= \frac{\text{Valor de Activos Fijos (US\$)}}{\text{Producción Unitaria Procesada}}$$

**Ejemplo:** Un total de 50,8 **millones** de toneladas de material de cobre es transportado a la mina con base en EE.UU., en un año. El Valor de Activos Fijos para el período correspondiente es de US\$ 200 millones.

Valor de Activos Fijos por Producción Unitaria

$$= (\$200.000.000 / 50.800.000)$$

$$= \text{US\$ 3,937 por tonelada}$$

**Ejemplo de Cálculo de Ahorro:** Asuma un Valor de Activo Fijo de línea base por tonelada de US\$ 4,069. El mejoramiento se calcula de la siguiente manera:

- La Producción no está Limitada por el Mercado:

**Gasto de Capital Evitado**

$$= (4,069 \times \text{Cantidad Actual}) - \text{Valor de Activo Fijo Actual}$$

$$= (206.700.000 - 200.000.000)$$

$$= \text{US\$ } 6,7 \text{ millones}$$

- La Producción sí está Limitada por el Mercado:

**Ahorros en Costos de Capital (con un 12,5 % de Gasto de Capital Evitado)**

$$= 0,125 \times \text{US\$ } 6,7 \text{ millones}$$

$$= \text{US\$ } 0,8375 \text{ millones}$$

- d) KPI-4 Efectividad de Mantenimiento o Disponibilidad (%)

**BL PC**

Medida de cantidad de Tiempo de Paradas requerida para que el equipo continúe operando.

Este KPI será usado como un “benchmark” para comparación, tanto internamente entre los sitios como externamente con otras organizaciones. Ayudará a identificar las áreas de mejoramiento potencial.

Para equipos móviles mayores, este KPI se informará por el Número de Equipo, Fabricante, Modelo y Clase, en cada sitio operativo. Para una Planta Fija, se informará por la sección del proceso.

<b>Fórmula:</b> = $\frac{\text{Tiempo Operativo}}{(\text{Tiempo Operativo} + \text{Tiempo de Parada})} \times 100$
--

**Ejemplo:** En un mes reportado, un Fundidor de Cobre tiene un tiempo operativo de 596 horas. El tiempo de paradas del proceso totalizó 82 horas. Por consiguiente,

Efectividad de Mantenición (%)

$$= \frac{596}{(596 + 82)} \times 100$$

$$= 88 \%$$

e) KPI-5 Relación de Eficiencia de Mantencion

#### **BL PC**

Relación de las Horas de Mano de Obra de Mantenición (tanto de los empleados de la Corporación como Contratistas de Mantenición que trabajan en el sitio), con las horas operativas del Equipo y la Planta.

Este KPI se usará como un “benchmark” para comparación. Facilitará la identificación de las áreas de mejoramiento potencial. También es útil para preparar presupuestos.

Para equipos móviles mayores, este KPI se registrará por el Número de Equipo, Fabricante, Modelo y Clase, en cada sitio operativo.

<b>Fórmula:</b> = $\frac{(\text{Corporación} + \text{Contratista}) \text{ Horas Mano de Obra Mantenición}}{\text{Tiempo Operativo}}$
--

**Ejemplo:** Durante un mes reportado, una flota de perforación de sobrecarga usa 1.168 horas de mano de obra de mantención de la

corporación, y 125 horas de mano de obra de mantención del contratista. Durante el mes, la flota totalizó un tiempo operativo de 1.193 horas. Por consiguiente,

Relación de Eficiencia de Mantención

$$= \frac{1.293}{1.193}$$

$$= 1,08$$

f) KPI-6 Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF)

#### **BL**

El tiempo promedio entre fallas será una medida básica de confiabilidad para flotas de equipos móviles mayores y Secciones de Procesos de Plantas Fijas.

Este KPI se usará de dos maneras:

1. Como una medida de mejoramientos de rendimientos de línea base, y
2. Como una verificación de estrategia. Se espera una fuerte correlación entre el mejoramiento en Confiabilidad, y los mejoramientos en las medidas de rendimiento de Costo y Seguridad.

Para Equipos Móviles Mayores, este KPI se informará por el Número de Equipo, Fabricante, Modelo y Clase, en cada sitio operativo. Para una Planta Fija, se informará por la Sección del Proceso.

<p><b>Fórmula:</b> Tiempo Promedio entre Fallas de la Planta y Equipo</p> <p>= <math>\frac{\text{Total de Horas Operativas o días en el período de informe.}}{\text{Suma de Fallas}}</math></p>
---

**Ejemplo:** Durante un mes reportado, una clase de 3 camiones de descarga inferior opera por un total de 1.587 horas y experimenta

Clase de Equipo	Fabricante	Modelo	Número de Equipo	Número de Fallas	De Operación
Camiones de Descarga Inferior	CAT	776B	TKD0341	2	547
Camiones de Descarga Inferior	CAT	776B	TKD0342	4	488
Camiones de Descarga Inferior	CAT	784	TKD0768	3	552
TOTAL DE CLASE				9	1587

9 fallas. La planilla de recolección de datos de muestras es la siguiente:

El Tiempo Promedio entre Fallas

$$= \frac{1.587 \text{ Horas de Operación}}{9 \text{ Fallas}}$$

$$= 176 \text{ Horas de Operación entre Fallas}$$

**Ejemplo de Cálculo de Mejoramiento:** El mejoramiento global en Confiabilidad se medirá para todos los sitios operativos de la Corporación, y se valorará de acuerdo al Valor de Activos Fijos de cada sitio.

<p><b>Fó</b> Mejoramiento de Confiabilidad %</p> $= \frac{\text{MTBF Actual Valorado} - \text{MTBF de Línea Base Valorado}}{\text{MTBF de Línea Base Valorado}} \times 100$
---

Donde, el MTBF Actual Valorado es la suma de;

(Valor de Activo Fijo del Sitio x Tiempo Promedio de Falla Actual) y,

MTBF de Línea Base Valorado es la suma de;

(Valor de Activo Fijo del Sitio x Tiempo Promedio de Falla de Línea Base).

	<b>Valor Activo Fijo</b>	<b>MTBF Base</b>	<b>MTBF Actual</b>	<b>% Mejoramiento</b>
<b>Sitio A</b>	100	20	25	25%
<b>Sitio B</b>	50	40	10	-75%
<b>Sitio C</b>	300	50	60	20%
<b>Sitio D</b>	200	30	32	7%
<b>Sitio E</b>	100	40	35	-13%
<b>Mejoramiento Total</b>				<b>7%</b>

g) KPI-7 Tiempo Promedio para Reparar una Falla (MTTR)

#### **BL**

Como una medida promedio del Tiempo de Parada por Falla del Equipo, ésta señala qué tan rápido puede repararse la planta y el equipo para volver a producción, después de experimentar una falla.

Este KPI se usará de dos maneras:

1. Como una medida de mejoramiento del rendimiento de línea base.
2. Como verificación de estrategia. Se espera una estrecha correlación entre un mejoramiento en el Tiempo Promedio para Reparar una Falla y un mejoramiento en las medidas de rendimiento de Costo y Seguridad.

Para Equipos Móviles Mayores, este KPI se informará por el Número de Equipo, Fabricante, Modelo y Clase, en cada sitio operativo. Para una Planta Fija, se informará por la Sección del Proceso.



<p><b>Fórmula:</b>      Tiempo Promedio Para Reparar Fallas</p> <p>= <math>\frac{\text{Total de tiempo de paradas por fallas(*)}}{\text{Número de fallas}}</math></p>
---

(\*): en un determinado período reportado

**Ejemplo:** Durante un mes reportado, una Instalación de Operaciones Portuarias experimenta 1 Falla de 2,6 horas de duración, y 1 Falla de 0,4 horas de duración. Por consiguiente,

Tiempo Promedio para Reparar Fallas

$$= \frac{(2,6 + 0,4)}{2} \text{ horas}$$

= 1,5 horas.

h) KPI-8 Costo de Mantención por Hora de Operación

**BL PC CI**

Este KPI se usará de tres maneras:

1. Como una medida de mejoramiento de línea base.
2. Como un “benchmark” para comparación interna entre los sitios.
3. Como una medida de control.

Para equipos móviles mayores, este KPI se informará por el Número de Equipo, Fabricante, Modelo y Clase, en cada sitio operativo. Puesto que su magnitud varía con la antigüedad del equipo, estará acompañado por la edad promedio de la flota en Horas de Operación (por Número de Modelo).

<p>= <math>\frac{\text{Costo de Mantención}}{\text{Tiempo Operativo}}</math></p>
--

**Ejemplo:** El Costo para mantener una flota de dos camiones de descarga inferior CAT 776B en un mes, es de \$105.000. Durante el período, éstos totalizan 1.035 horas de Operación. La vida promedio de la flota es de 17.000 horas. Por consiguiente,

Costo de Mantenimiento por Hora de Operación

$$= \frac{\$105.000}{1.035}$$

= \$101 por Hora de Operación a una antigüedad promedio de flota de 17.000 horas.

Los datos se informarán según se señala en la siguiente tabla.

Clase de Equipo	Fabricación			ción	dad del Equipo (Horas De Operación)	Horas de Operación
Camiones de Descarga Inferior	CAT		TKD0341	\$55.000	15.000	547
Camiones de Descarga Inferior	CAT	776B	TKD0342	\$50.000	19.000	488
			TOTAL	\$105.000	17.000	1.035

## VII. APLICACIÓN PRACTICA EN UNA MINA DE TAJO ABIERTO CON UN MOVIMIENTO DIARIO DE 200 000 TM Y UNA RELACION DE DESBROCE DE 8 A 1

### 1. ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. UBICACION Y GENERALIDADES



*Figura 7.1. Ubicación de la mina a tajo abierto en el Mundo*

Nuestra Empresa es una operación minera de cobre a tajo abierto. EL yacimiento o depósito de skarn esta localizado en el distrito de Yauri, departamento de Cusco, al SE del cinturón cuprífero de Andahuaylas-Yauri , en el Sur del Perú. Estos depósitos ocurren a 4,100 m.s.n.m. a 256 Km. de la ciudad de Cusco al 55W, y a 255 Km. de la ciudad de Arequipa al NNW, ciudades de Perú, en Sud América.

El acceso puede ser a través de carretera y pista que dura 5 horas ya sea en bus o camioneta; o también puede ser con avioneta desde el aeropuerto de Cusco o Arequipa, ya que cerca de ella, la empresa tiene una pista de aterrizaje. El aeropuerto internacional esta ubicado en Lima. Ver figura 7.2.

Nuestra empresa es el segundo productor nacional de cobre; sus operaciones de minado tienen un movimiento diario de 200 000 TM y una relación de desbroce de 8 a 1. La planta concentradora consiste en una operación convencional de flotación, con un tratamiento diario de 17,500 TM y una producción de 90 000 TM de cobre por año. La vida esperada de la mina es hasta el año 2012.

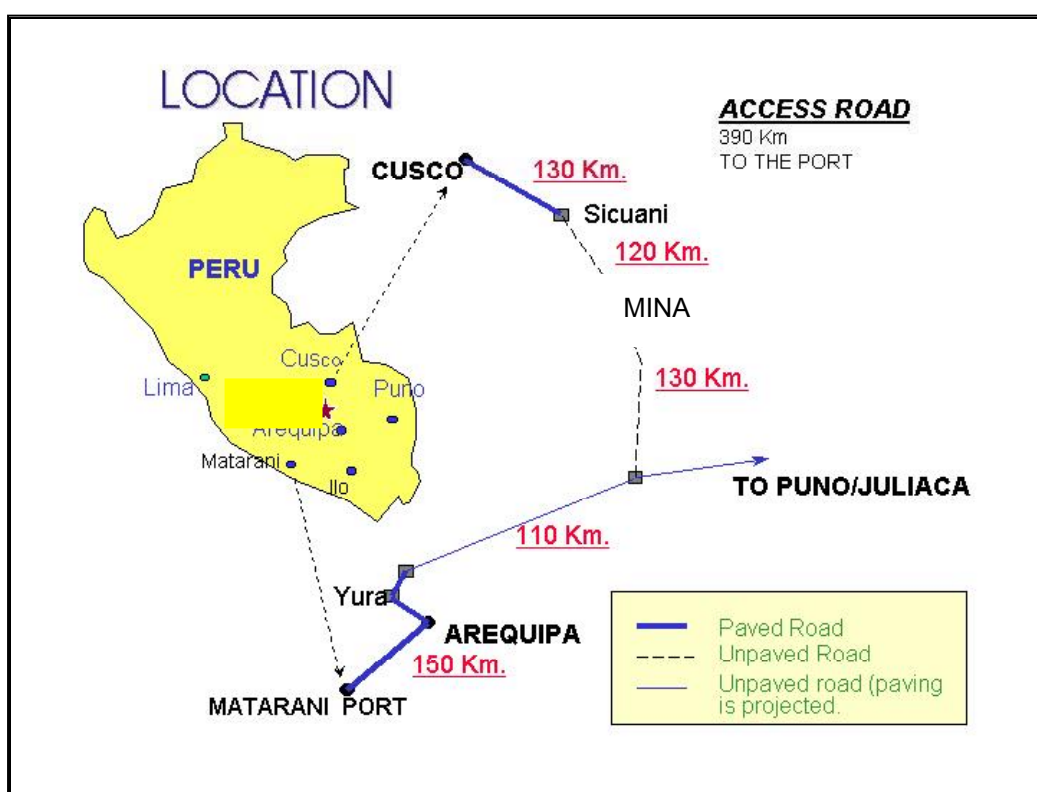


Figura 7.2. Ubicación de la mina en el Perú

Existen dos proyectos ya terminados que recientemente se implementaron: la Planta de Óxidos y la Presa de Relaves de Huinipampa ya terminada listo para su operación.

Las aguas superficiales corresponden a los ríos Salado, y efluente Ccamacmayo. El agua industrial es proporcionada por el Río Salado y el agua recuperada es reciclada al proceso. El área de influencia de las operaciones son los caseríos de Marquiri y Huancané Bajo; la flora es característica de la puna compuesta por pastos naturales aptos para el pastoreo. Existe una gran

biodiversidad de avifauna con especies típicas migrantes determinadas por los cambios estacionarios.

Las actividades más importantes de la zona son la ganadería y la agricultura, la actividad pecuaria se basa en la crianza de vacunos, camélidos y ovinos. El impacto de los cambios climáticos influye en la cantidad de pastos y bofedales, lo que provoca la baja productividad y los bajos ingresos de los productores.

## 1.2. ORGANIZACION

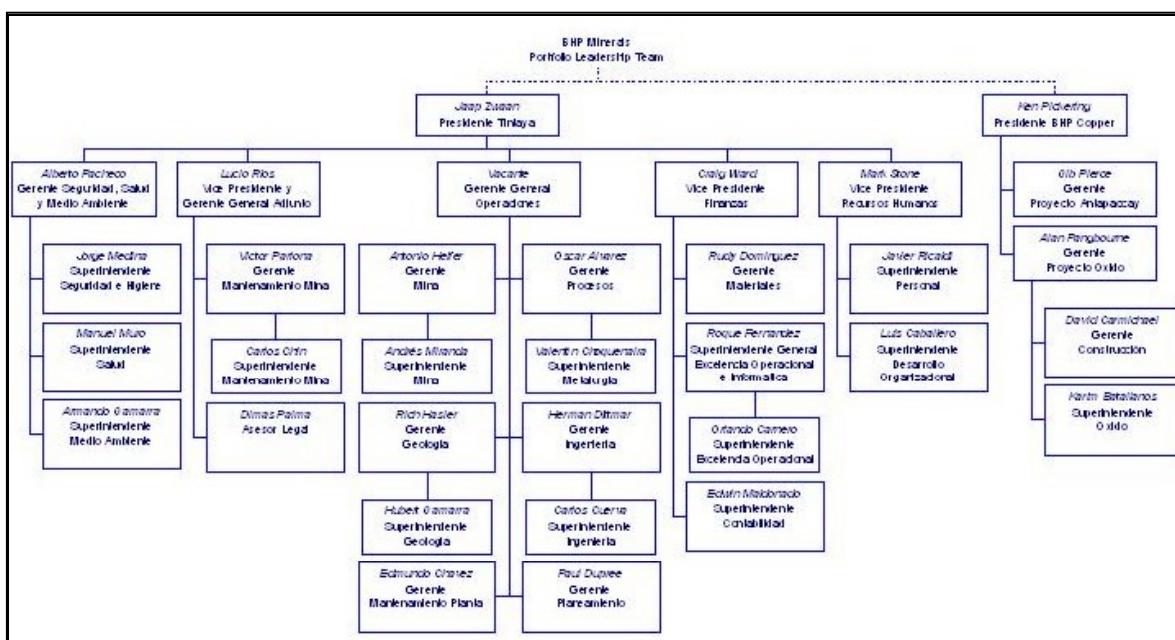


Figura 7.3. Estructura orgánica de la empresa

Desde 1995 la empresa ha venido implementando la nueva cultura de trabajo a través de una serie de cambios, con metas a ser una empresa de Clase Mundial en el 2004.

La nueva cultura que se está aplicando en la empresa, radica principalmente en su filosofía de trabajo, orientada al factor más importante: su gente, sus trabajadores. Hablar del proceso de transformación de nuestra empresa es referirnos al trabajo en equipo, habiéndose definido el equipo de proceso productivo integrado por cuatro equipos (mina, mantenimiento, planta,

soporte) como la columna vertebral del organigrama de la empresa, los que a su vez están apoyados por equipos de soporte técnico y administrativo integrados al equipo gerencial.

Actualmente todos los trabajadores de la Empresa están organizados en equipos de trabajo, basados en los procesos de sus áreas. Dentro de cada equipo los miembros participan en la planificación, realización y mejoramiento del trabajo de su equipo. Varios miembros están nombrados con responsabilidades específicas, llamados puntas estrellas, de acuerdo a cada una de nuestras metas globales.

El rol de los supervisores ha cambiado a uno de entrenador del equipo y ya tienen más tiempo para enfocarse en mejoramientos. Todos los equipos están comprometidos a lograr las metas globales del futuro de la Empresa.

En resumen los resultados iniciales a los cuales ha ayudado bastante el trabajo en equipo, han sido los siguientes:

- Incremento del 300% de la producción de mina.
- Incremento del 80% del mineral procesado en planta concentradora.
- Reducción del 15% de los costos de producción.
- Reducción del 100% del índice de frecuencia de accidentes con tiempo perdido.

La única empresa en el Perú que está aplicando esta tecnología es nuestra compañía. El éxito en los resultados alcanzados en la empresa está permitiendo que constantemente seamos visitados por las principales compañías mineras del país, congresistas de la comisión de Energía y Minas, universidades, así como haber recibido varios reconocimientos de instituciones nacionales e internacionales por los logros en seguridad y medio ambiente, trabajo en equipo y productividad alcanzados.

Las metas de nuestra Empresa para ser clase mundial, son llamadas metas globales y en ellas están basadas las reuniones de los equipos de trabajo.

a) **Seguridad y Medio Ambiente.-**

Tenemos una organización libre de accidentes, resultado del compromiso y desempeño consciente de cada trabajador en la identificación y prevención de riesgos, siendo reconocidos como líderes en seguridad. Habiendo establecido y ejecutado sistemas de control proactivos y responsables, nuestra Empresa ha logrado con excelencia el reconocimiento de la comunidad como líder en el cuidado del medio ambiente.

b) **Trabajo en Equipo.-**

Tenemos un negocio consolidado en constante crecimiento impulsado por equipos de trabajo autodirigidos, íntegros y multifuncionales, con un liderazgo real y efectivo, enrolados e involucrados por la Sociedad Conjunta Sindicato Trabajadores Gerencia.

c) **Excelencia Operacional.-**

Habiendo logrado un alto nivel de productividad y bajos costos a través de creatividad, tecnología y de un compromiso extraordinario, somos un equipo de clase mundial, reconocidos por entregar conscientemente un valor excepcional a todos nuestros stakeholders. Habiendo logrado proveer productos y servicios de calidad, y a tiempo, satisfaciendo proactivamente las necesidades de nuestros clientes internos y externos, generamos sinergia y crecimiento en un mercado de alta competitividad maximizando el éxito del negocio.

**d) Calidad de Vida.-**

Habiendo logrado un progreso continuo en la calidad de vida en el trabajo, campamentos y comunidades a través de excelentes relaciones laborales y comunitarias, somos la empresa minera preferida en Sudamérica.

Nota: Stakeholders involucra a todas aquellas personas o entidades vinculadas directa o indirectamente con todas las actividades de la empresa. A saber: accionistas, empleados, proveedores, contratistas, comunidades, gobierno, etc.

Al nivel de corporación, estamos comprometidos con el desarrollo sostenible. Las responsabilidades en salud, seguridad, medio ambiente y comunidades, son parte integral de nuestra conducta de negocios. Estamos comprometidos con el mejoramiento continuo de nuestro desempeño, uso eficiente de recursos naturales y es nuestro propósito no causar daño ni a las personas ni al medio ambiente.

Dondequiera que operemos:

1.- Desarrollaremos, implementaremos y mantendremos sistemas de gestión para salud, seguridad, medio ambiente y comunidad; consistentes con los estándares internacionales reconocidos y que nos permitan:

- Identificar evaluar y manejar riesgos hacia los trabajadores, contratistas, medio ambiente y comunidades,
- Hacer lo posible por lograr practicas de liderazgo en la industria;
- Cumplir y donde sea apropiado ir mas allá de los requerimientos legales aplicables;



- Establecer y lograr objetivos que incluyen la reducción y prevención de la contaminación;
- Desarrollar a nuestra gente y proporcionarles los recursos para cumplir nuestras metas;
- Apoyar los derechos humanos fundamentales de los trabajadores, contratistas y comunidades en las que operamos;
- Respetar los derechos tradicionales de la gente del lugar;
- Cuidar el medio ambiente y valorar la herencia cultural; e
- informar sobre el uso responsable de nuestro productos.

2.- Buscaremos oportunidades de compartir nuestro éxito mediante el trabajo con las comunidades para contribuir con las necesidades de infraestructura social a través del desarrollo y uso de habilidades y tecnologías apropiadas, y el desarrollo de coaliciones que se enfoquen en crear valor sostenible para todos.

3.- Comunicaremos y comprometeremos a trabajadores, contratistas, socios del negocio, proveedores, clientes, visitantes y comunidades a construir relaciones basadas en la honestidad, franqueza, confianza mutua e involucramiento. Y compartir la responsabilidad para el cumplimiento de los requisitos de esta política.

4.- Revisaremos regularmente e informaremos públicamente nuestro progreso y nos aseguraremos que esta política continúe siendo relevante a las necesidades de nuestros stakeholders. Habremos tenido éxito cuando logremos nuestros objetivos hacia nuestra meta cero accidentes y ser valorados por las comunidades en las que operamos.

Los propósitos de la Corporación es crear valor a través del descubrimiento, desarrollo y conversión de recursos naturales, y proveer de soluciones innovadoras con un enfoque en el cliente.

Nuestra Corporación trabaja sobre la base de Valores las cuales es inculcada a todo su personal. **En nuestra Corporación**

**Valoramos:**

- Seguridad y Medio Ambiente – Un cometido superior para con la seguridad, responsabilidad medioambiental y desarrollo sustentable
- Integridad – El hacer lo que decimos que vamos a hacer
- Alto desempeño – El entusiasmo y la satisfacción de alcanzar resultados de negocios superiores y de extender nuestras capacidades.
- Relaciones Ganar-Ganar – Tener relaciones centradas en la creación de valor para todas las partes.
- Coraje para liderar el cambio – Aceptar la responsabilidad de inspirar y provocar un cambio positivo frente a la adversidad.
- Respeto de los Unos por los Otros – Valorar la diversidad, enriquecida al ser abiertos, al compartir, al otorgar confianza, al trabajar en equipo e involucrarse.

### 1.3. EXPLORACIONES

La gerencia de exploraciones es responsable para el descubrimiento y evaluación de depósitos de mineral futuros. Ellos trabajan estrechamente con la gerencia de geología analizando las muestras tomadas de los testigos de perforación.

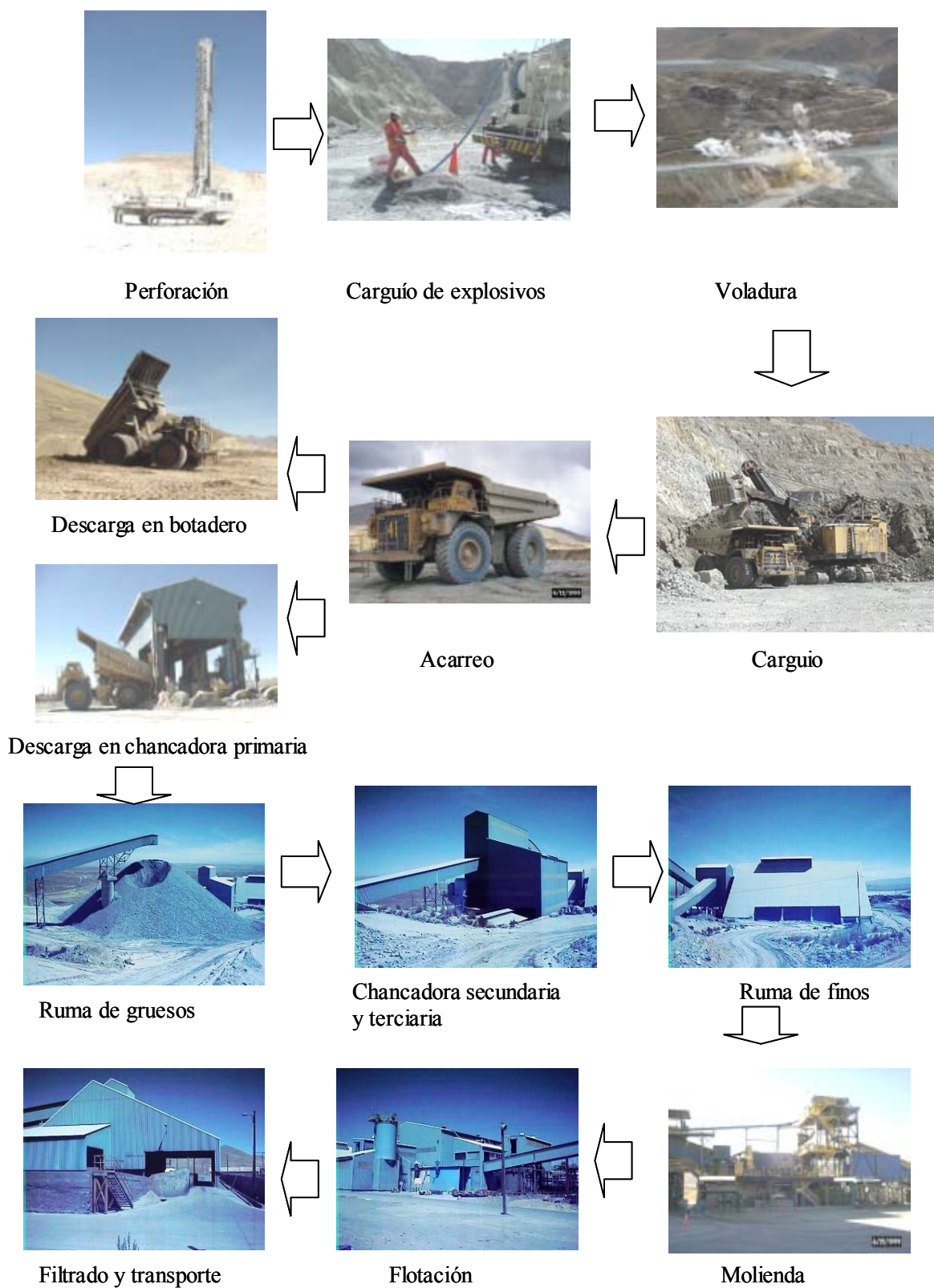


Figura 7.4. Flowsheet del proceso de obtención de concentrado de cobre en la Empresa.

## **2. PLANEAMIENTO DE MINA**

El Planeamiento Mina en la empresa, cumple un rol determinante en la actividad productiva, dando lineamientos técnicos y económicos en la explotación del mineral.

El planeamiento está dirigido a la optimización de la producción, eliminando cualquier problema que se presente, estableciendo programas de minado, el cual es utilizado por el área de Operaciones para mantener un envío adecuado del mineral a través de la vida de la mina y proveer a la planta concentradora la ley adecuada. El planeamiento de mina también es usado por la Gerencia para ver la proyección a mediano, largo plazo y para sus programas de ventas.

### **2.1. SISTEMA DE DESPACHO (DISPATCH)**

Desde enero del 2001, empezó la instalación del sistema Dispatch en la Empresa, haciéndose las pruebas a partir de marzo hasta octubre del mismo año, mes en que quedo como oficial el sistema Dispatch.

Dispatch es un Sistema de Administración Minera a gran escala, que utiliza modernos sistema de computación y comunicación de datos, junto a lo más avanzado del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) con el fin de proporcionar asignaciones óptimas en forma automática para camiones. Generalmente cada equipo de carga y transporte esta equipado con una Consola de Interfase de Operación Grafica (GOIC), un receptor de Posición Satelital Global (GPS), un receptor de radio comunicaciones y una unidad de proceso.

Sin embargo, el sistema no puede trabajar exclusivamente solo, él necesita de los operadores de equipos quienes entregan información valiosa para el sistema mediante el GOIC, que es una pantalla sensible al tacto.

En la Empresa básicamente se trabaja respecto a las siguientes funciones:

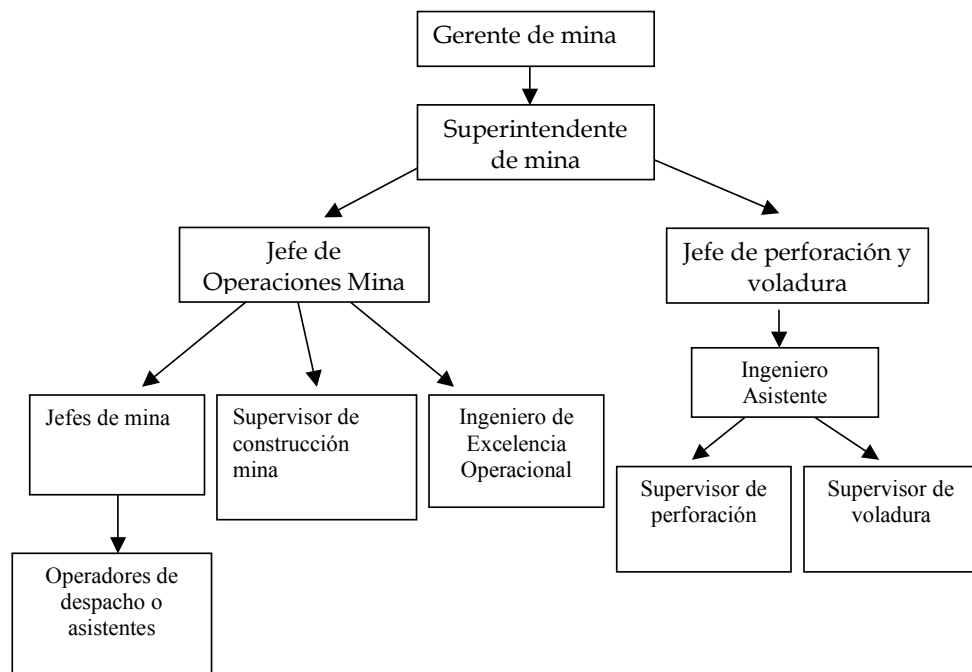
Disminuye los tiempos de camiones y palas esperándose mutuamente, coordina la operación de todos los equipos de mina (camiones y palas, equipo auxiliar y perforadoras).

Mejora la disposición final del mineral según su ley. Permite a los supervisores e ingenieros obtener los reportes necesarios para el control de los procesos mineros y además ofrece al personal de mantenimiento una gran variedad de información para aumentar la disponibilidad del equipo, a partir del monitoreo de los signos vitales.

### 3. OPERACIONES MINA

#### 3.1. INTRODUCCION

El Organigrama de la gerencia de Operaciones Mina se muestra en la figura 7.5:



En mina tenemos cuatro operaciones unitarias principales: perforación, voladura, carguío y acarreo. Además de otras operaciones

auxiliares o de construcción mina y de un departamento de capacitación y entrenamiento para toda persona que va a laborar en mina.

Una vista general de las operaciones de mina en los tajos y su relación con otras áreas importantes se observa en la siguiente figura 7.6.

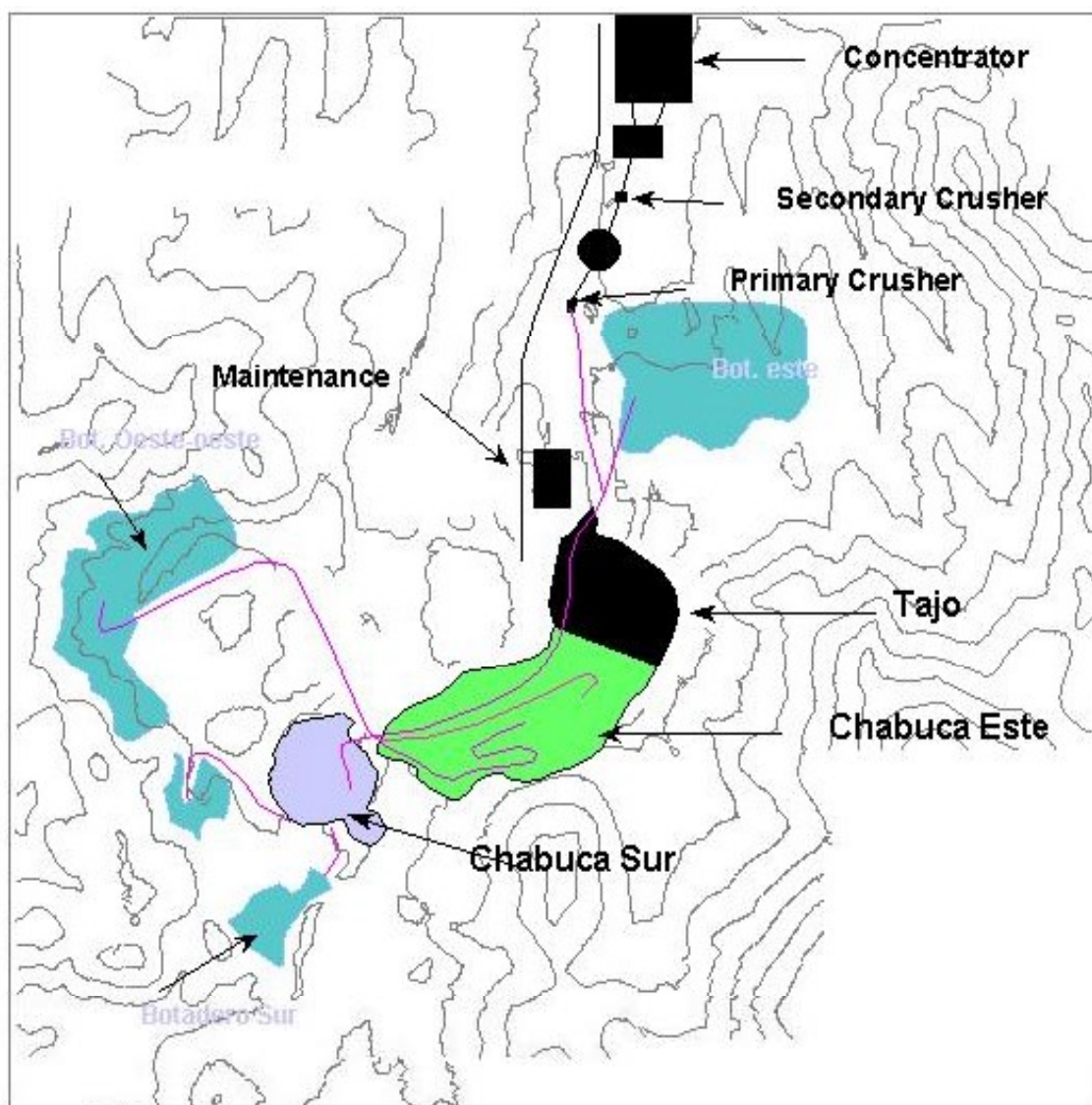


Figura 7.6. Vista general de las operaciones de la empresa.

La flota de equipo pesado y auxiliar de mina se detalla en la tabla 7.1., la misma que opera permanentemente en la mina 24 hrs. Al día los 365 días del año.

Tabla 7.1.

<b>Equipo y tipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Cantidad</b>
<b><u>EQUIPO PRINCIPAL</u></b>				
Perforadora eléctrica	BE	45R	9 7/8 plg.	1
Perforadora diesel	Drillteck	C90KD	12 1/4 plg	1
	Drillteck	D90KSP	12 1/4 plg	1
Camion	CAT	785B	132 TM	13
	CAT	789	150 TM	11
Pala eléctrica	P&H	2300	23 yd <sup>3</sup>	2
	P&H	1900	12 yd <sup>3</sup>	2
Cargador frontal	CAT	994	22 yd <sup>3</sup>	1
<b><u>EQUIPO SECUNDARIO</u></b>				
Tractor de orugas	CAT	D10R		3
	CAT	D10N		2
Tractor de ruedas	CAT	824C		1
	CAT	844		1
Motoniveladora	CAT	16H		2
	CAT	16G		1
Cisterna	CAT	785B		1
	Wabco	85D		1
Tractor ruedas cablero	CAT	824C		1
Cargador frontal	CAT	992	10 yd <sup>3</sup>	1
Excavadora	CAT	215		1
	CAT	245		1
Track Drill	IR			1
Down The Hole	IR			1
Compresora	IR			1
Cisterna de petróleo	Volvo			
Cisterna de agua	Scania			
Camión de apoyo	Volvo			
<b>Total</b>				<b>54</b>

### 3.2. PERFORACIÓN Y VOLADURA

Anteriormente, se describió la parte de diseño en el planeamiento de la perforación y voladura, ahora veremos el área de perforación y voladura de Operaciones Mina que se encarga de ejecutar y también diseñar todas las formas más óptima de trabajar con las perforadoras y sacar los disparos para cumplir con la alimentación de las palas, su rendimiento, la exposición del

mineral con la menor dilución posible y cuidando la estabilidad de los taludes; de la forma más productiva, segura y con menores costos.

### 3.3. CARGUIO Y ACARREO

Usando los términos usados en el sistema de Despacho, la siguiente figura muestra los diferentes eventos del ciclo de carguío y acarreo.

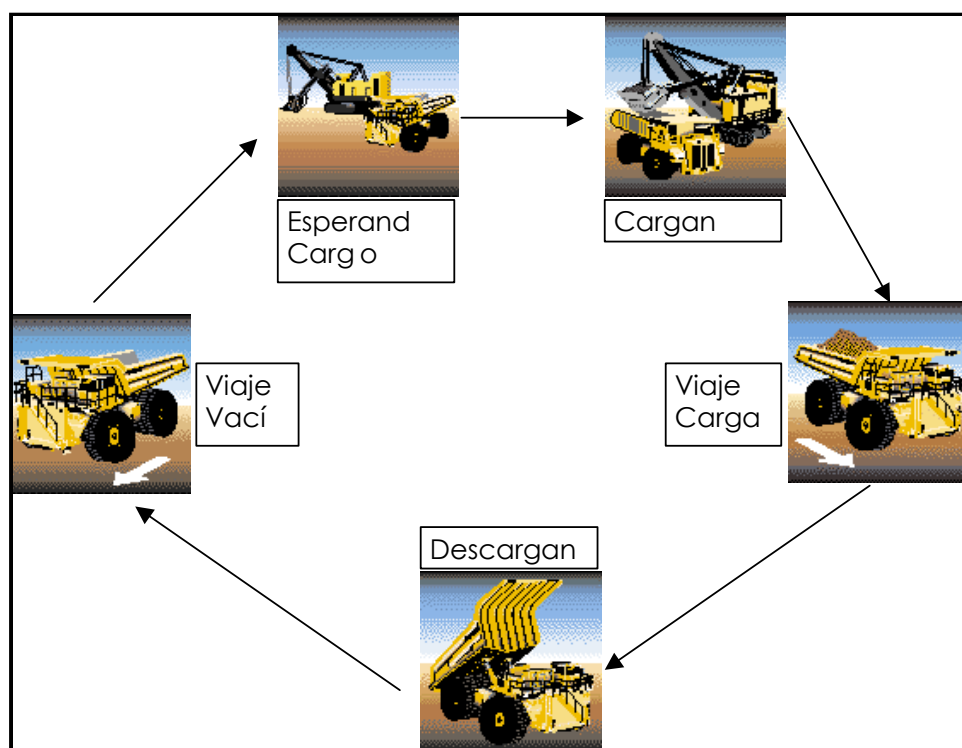


Figura 7.7.

Si el bien es cierto, el proceso es cíclico y aparente sencillo, es el más importante en la operación de mina y también de mayores costos y resultados y por lo tanto de mayor responsabilidad. Mas aun por la irregularidad de los cuerpos de mineral en el tajo, y el contar con una vieja flota de acarreo y carguío; hacen que el trabajo de minado sea muy fino por el dinamismo en las operaciones, incluso de turno a turno, tal como es ubicación de frentes de minado o prioridades de equipos de carguío, envío de mineral; de tal manera que se cumplan los planes de minado.



#### 3.4. CONSTRUCCION MINA

Para que la flota de equipo principal produzca de la forma mas optima, es necesario contar un excelente trabajo de la flota de equipo auxiliar, la cual se encarga del mantenimiento de accesos para que los camiones puedan correr, preparar los frentes de minado para que las palas no pierdan tiempo y ayudar en el minado para el mas alto rendimiento de las mismas. Así también comprende el regadío de las rutas para eliminar el polvo, el bombeo continuo de los niveles inferiores y la señalización en mina, ya sea de transito o de ubicaciones.

#### 3.5. MANTENIMIENTO MINA

El equipo de trabajo de Mantenimiento Mina esta comprometido en entregar su producto con la más alta seguridad, eficiencia y eficacia con el objetivo de que nuestros clientes puedan cumplir y superar sus metas trazadas de producción, al mas bajo costo, aplicando el concepto filosófico de mantenimiento con un enfoque totalmente proactivo y motivador, manteniendo un ambiente de trabajo en equipo, agradable y en armonía con el medio ambiente.

Entonces Mantenimiento Mina esta comprometido a:

- Establecer que la seguridad y el cuidado del medio ambiente es norma y conducta de cada uno de sus integrantes.
- Cumplir con entregar las disponibilidades requeridas de los equipos, energía confiable y el apoyo oportuno con nuestros talleres de soporte que faciliten a nuestros clientes el logro de las metas trazadas.
- Ser responsable de los costos de Mantenimiento Mina y suministro de energía, propiciando el involucramiento tanto del personal de mantenimiento como de Mina, Procesos y Campamentos en el control y administración de los costos.

- Ser responsable de los presupuestos de inversión involucrados a todo el personal del área de Mina en su control y administración.
- Entrenar y mantener trabajadores capacitados para realizar su trabajo con eficiencia y eficacia.
- Implementar sistemas y herramientas que permitan que permitan ser un Mantenimiento basado en la confiabilidad.
- Asegurar que todos los trabajadores de Mantenimiento, contratistas, contratados, comunidades, clientes y proveedores estén informados y entiendan sus obligaciones con respecto a esta política.
- Llevar un seguimiento y control sobre los indicadores de rendimiento principales (kpi) que permitan una comparación de nuestro rendimiento con otras unidades mineras y de la corporación (benchmarking)
- Buscar, en forma constante, ideas de todos sus integrantes para ejecutar proyectos orientados a la mejora continua (excelencia operacional)
- Apoyar en forma constante el desarrollo de los equipos autodirigidos, retroalimentándolos y dándoles conocimientos, confianza y autoridad (empoderamiento).
- Trabajar en forma permanente para modelar los valores de conducta de nuestro personal, a fin de mejorar nuestra ACTITUD y que nos permita ser un equipo de clase mundial.

El organigrama de la sección de mantenimiento mina se muestra en la figura 7.8.

La gerencia de Mantenimiento Mina se divide en los departamentos de mantenimiento mecánico y eléctrico.

a) **DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MECÁNICO**

Tenemos varias secciones o talleres tales:

- **Taller de Maestranza.** Donde se fabrican, se recuperan piezas, para lo cual cuenta con varias máquinas - herramientas-las piezas provienen de los diversos talleres.
- **Taller de Lubricación.** Proporciona servicio de lubricación a todas las unidades con que cuenta la Empresa. Para sus actividades en campo cuenta con unidades especiales ( camión lubricador); durante los servicios programados tiene bajo su responsabilidad el chequeo, reemplazo, verificación de niveles, limpieza de aceites, grasas, filtros.
- **Taller Equipo Liviano y Auxiliares.** Mantenimiento y reparación de unidades livianas como camionetas, autos, equipos **electrógenos** que consumen gasolina, en general cualquier unidad gasolinera.(equipo auxiliar) mantenimiento, reparación de buses, camiones, grúas, maquinas de soldar, compresoras de aire, torres de iluminación, en general todo equipo diesel.
- **Taller de Llantas.** Se encarga de recuperar, reemplazar los neumáticos de todas las unidades que así lo requieran, desde carros livianos hasta equipo pesado (tractores de ruedas, cargadores frontales, camiones, etc.) para lo cual cuenta con equipos que son el resultado de modificaciones hechas en un cargador frontal, el cual utiliza prensas giratorias en vez de cucharón, desarrollando el papel de manipulador de llantas gigantes.
- **Taller de Soldadura.** Reconstruir piezas deterioradas utilizando procesos con arco eléctrico, de corte, doblado. Tiene a su cargo

la recuperación, cambio de planchas protectoras ( de desgaste) de las **cucharas** y tolvas de cargadores, camiones.

- **Taller de Equipos muevetierras y Cargadores.** Mantenimiento y reparación de equipos mueve tierra (tractores de ruedas y de orugas, retroexcavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras, rompedor de rocas).
- **Taller de Camiones.** Mantenimiento de los camiones de Acarreo: diagnóstico de fallas, mantenimiento preventivo y correctivo en el campo.
- **Taller de Palas y Perforadoras.** Mantenimiento de equipos de perforación (perforadoras Bucyrus - Erie, Ingersoll Rand, Drillteck) y equipos de carguío.
- **Taller de Componentes.** Se encarga del desmontaje, reparación y montaje de los componentes menores y mayores de las máquinas (sistema de transmisión, mandos finales, motores, convertidores, diferenciales, cilindros hidráulicos, bombas hidráulicas, etc.).

Además, éste taller está sub-dividido en:

Sección de culatas, de turbocompresores y Bombas, de Sistema Hidráulico y Neumático, de Componentes Reparados, Caterpillar, Motores Equipo Liviano, Cajas y Transmisiones, Motores Detroit, Volvo e International, Laboratorios.

b) **DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**

- **Taller de componentes eléctricos.** Se encarga de la reparación de componentes mayores y menores eléctricos: Motores, Generadores, Alternadores. etc.
- **Taller de Mantenimiento eléctrico Palas y Perforadoras.** Se encarga del mantenimiento eléctrico preventivo y **correctivo** de las Palas y las Perforadoras. También apoya en el sistema de bombeo de la mina.
- **Taller de Sistemas de Comunicación.** Se encarga del mantenimiento de las redes telefónicas, radios móviles y **portátiles**, asimismo de las antenas parabólicas y de las radios Motorola de los equipos pesados.
- **Taller de Alta y Baja tensión.** Se encarga del mantenimiento de las radiales de mina, subestaciones, Switch House, cables de alimentación de las palas y perforadoras. Así como de las líneas eléctricas de alta y baja tensión, de la mina y de los campamentos.
- **Casa de Fuerza.** Se encarga de la generación de energía para abastecer los requerimientos de los equipos eléctricos de mina, así como también de los equipos de Chancado, Planta Concentradora y campamentos.

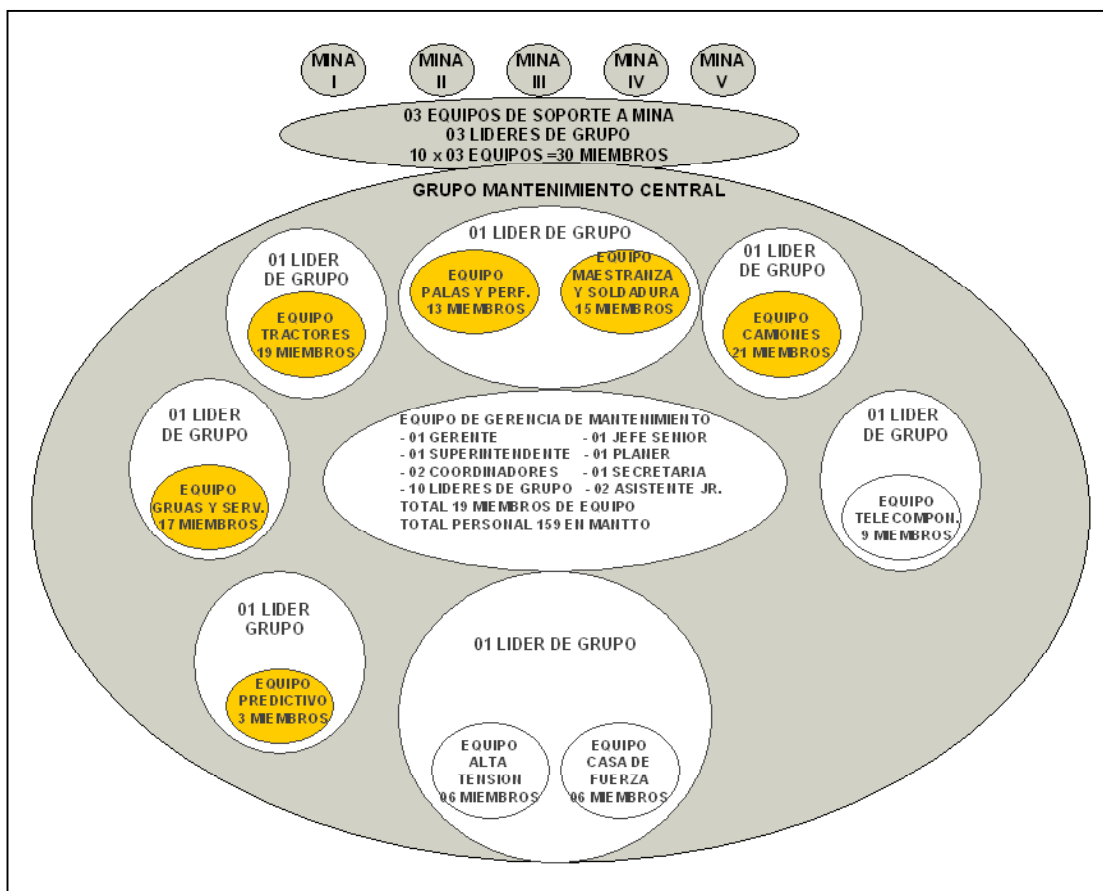


Figura 7.8. Organigrama de Mantenimiento Mina

#### 4. PROCESOS

##### 4.1. AREA DE CHANCADO PRIMARIO

El mineral proveniente de mina es directamente alimentado a la chancadora primaria por medio de los camiones Caterpillar 785B y 789. El mineral ingresa a la chancadora primaria, donde es triturado y luego pasa a un alimentador de placas de 60" de ancho con 1000 TMH de capacidad, luego pasa a la faja transportadora 1 (27 m de longitud) finalmente a la faja transportadora 2 (316m), posteriormente depositarlo en la ruma de gruesos cuya capacidad es de 30 000 TM vivas.

Chancadora primaria tipo giratoria Allis Chalmers de 54" x 74", con un motor Dians General Electric de 450HP, capacidad de 1 500 TM/hr con un set (salida) de 6" a 7"

#### 4.2. AREA DE CHANCADO FINO

Consta de dos etapas: Chancado secundario y Chancado terciario.

El mineral que proviene de la ruma de gruesos es alimentado al chancado secundario mediante tres alimentadores vibratorios Steven Adamson de 500 TMH cada uno, trabajándose solamente con dos (uno en stand by), estos alimentadores vibratorios depositan el mineral en la faja 3, en ésta se encuentra instalada una balanza Ronsey que permite conocer el flujo del mineral, también cuenta con dos detectores de metales cerca a la balanza y el otro cerca a la polea de cabeza. Esta faja alimenta a la zaranda vibratoria primaria (TY-ROL de dos deck). Los gruesos son alimentados directamente a la chancadora secundaria. Los finos van directamente a la faja 9 transportando el mineral a la ruma de finos de 16000 TM de capacidad.

Chancadora secundaria Simons de 7" de tipo cónico standard Capacidad de diseño 900 TMH, capacidad práctica 650 TMH.

El producto de la chancadora secundaria es alimentada a la zaranda vibratoria 2 (TY-ROC de dos deck), de la misma forma los finos pasan a la faja 9 y los gruesos sirven de alimento al circuito de chancado terciario mediante la faja 4 (long. 228 m), esta faja alimenta al circuito de chancado terciario, además esta faja es alimentada por los productos gruesos de las zarandas terciarias 1 y 2.

El mineral transportado por la faja 4, pasa a la 5 (204m de long total), ésta faja está equipada con un detector de metales. Este mineral es depositado en dos tolvas de paso mediante la faja (equipada con una caja deflectora posibilitando el ingreso de la carga a la tolva 1 y 2 sirviendo de alimentación a las chancadoras terciarias 1 y 2 por intermedio de las fajas 7 y 8 respectivamente).

El producto de las chancadoras terciarias pasa a las zarandas terciarias 1 y 2. Las partículas finas son directamente cargadas a la faja 9 y las gruesas circulan depositándose en la 4 (Carga circulante del circuito de chancado terciario) que al juntarse con el producto de la zaranda secundaria forman la alimentación a las chancadoras terciarias). Los productos finos que son transportados por la faja van a la ruma de finos ( Capacidad de 16000 TM vivas, fajas 10 y 11), ésta constituye la alimentación a la acción molienda.

#### 4.3. AREA DE MOLIENDA Y CLASIFICACION

Esta sección de los circuitos paralelos de molienda y clasificados 1 y 2; los molinos 1 y 2 son alimentados con mineral de la ruma de finos por intermedio de las fajas 12 y 13, cada una de ellas tiene alimentadores de fajas, dos de las cuales operando y el tercero en stand by, la alimentación es a razón de 180 TMH / hr aprox., con un tamaño de partículas de 5% en malla 1/2" para llegar a un 65% menos, malla 200 (-200), que es la malla de control para obtener mejores resultados en el proceso de flotación.

Los molinos cuya capacidad práctica es de 180 TM/H (eficiencia 90%) trabajan a una velocidad crítica (19 rpm), el % de llenado de bolas es de 40% a un 73% de su velocidad crítica, su velocidad de operación es de 14,2 rpm.

Dos molinos de bolas Allis Chalmers 16" x 20"

Un molino de bolas Nordberg 16" x 24.5"

El circuito de clasificación consta de 4 hidrociclones en cada nido, trabajando dos y el resto en stand by (en cada nido), cada hidrociclón es de 26" de diámetro de tubo de alimentación.

El molino descarga 2100 g/lt de densidad y la alimentación al hidrociclón es de 1700 g/lt, en el under flow de 2400 y en el over flow 1300



g/lt. Los productos del circuito de molienda y clasificación son evacuados mediante una canaleta a las celdas de flotación.

#### 4.4. AREA DE FLOTACIÓN

Consta de dos bancos de celdas Rougher Ok 338, el primer banco constituido por tres celdas de  $38\text{m}^3$  de capacidad, donde las espumas vienen a ser el concentrado final junto con las espumas de la tercera limpieza (y el concentrado de la celda columna), el relave de la Rougher 1 es la cabeza de las celdas Rougher 2, este banco está constituido por tres celdas Ok 38 las espumas pasan al circuito de limpieza por intermedio de las celdas de segunda limpieza, las claves de la Rougher 2 son la cabeza de las Scavenger de dos bastidoras, éste banco está constituido por dos celdas, las espumas de esta celda son recirculadas a la cabeza de la Rougher 1 y los relaves junto con el relave de la primera limpieza vienen a ser el relave final.

El circuito de las celdas de limpieza también consta de 3 bancos de celdas Denver D-300, la alimentación al circuito se realiza por la celda de limpieza secundaria. Las espumas constituyen la cabeza de las celdas de la tercera limpieza y sus relaves constituyen la alimentación a las celdas de primera limpieza (junto con los relaves de la columna cuando está en operación) los productos de la tercera limpieza; las espumas son el concentrado final junto con el concentrado de la celda columna y espumas de Rougher 1 y su relave de la tercera limpieza recircula a la segunda limpieza.

Los productos de la primera limpieza son: las espumas que pasan a las celdas de Rougher 1 y su relave junto con el relave del Scavenger son el relave final. Las celdas Outu Kompu tienen una capacidad de  $1350\text{pies}^3$  por celda, las celdas Denver tienen un volumen útil de  $8,5\text{ m}^3$ . El concentrado

final tiene una ley de 33 - 35% CuT, pasa a la siguiente etapa de espesado y filtrado.

#### 4.5. AREA DE ESPESADO Y FILTRADO

Con una densidad de 1800 a 2000 g/lit (60% sólidos) es alimentado a los filtros de presión LAROX PF-25 (4 en total) obteniéndose un producto con una humedad de 10-11%. El producto es transportado al almacén de concentrados por intermedio de la faja 16 y 17 para luego despacharlo con la flota de camiones contratitas que llevan al puerto de Matarani vía carretera.

La finalidad de utilizar los dos espesadores de relaves EIMCO es la de recuperar agua que posteriormente es utilizada en la planta concentradora.

Para una mejor idea del proceso de concentrado de cobre presentamos un diagrama de flujo ( figura 7.9.)

### 5. EXCELENCIA OPERACIONAL

Sabiendo que una de las metas globales de nuestra empresa para llegar a ser empresa de Clase Mundial, desde mediados del año 2000, se empezó a formar el área de Excelencia Operacional, capacitando a determinadas personas de cada área involucrada directamente con la producción del concentrado de cobre. El entrenamiento fue en Chile, Brasil y Perú, con instructores de la Corporación. Para luego formar una nueva área en la empresa, según la siguiente estructura, de donde se orientan los diferentes proyectos de mejora en la producción, que cada área propone y ejecuta.

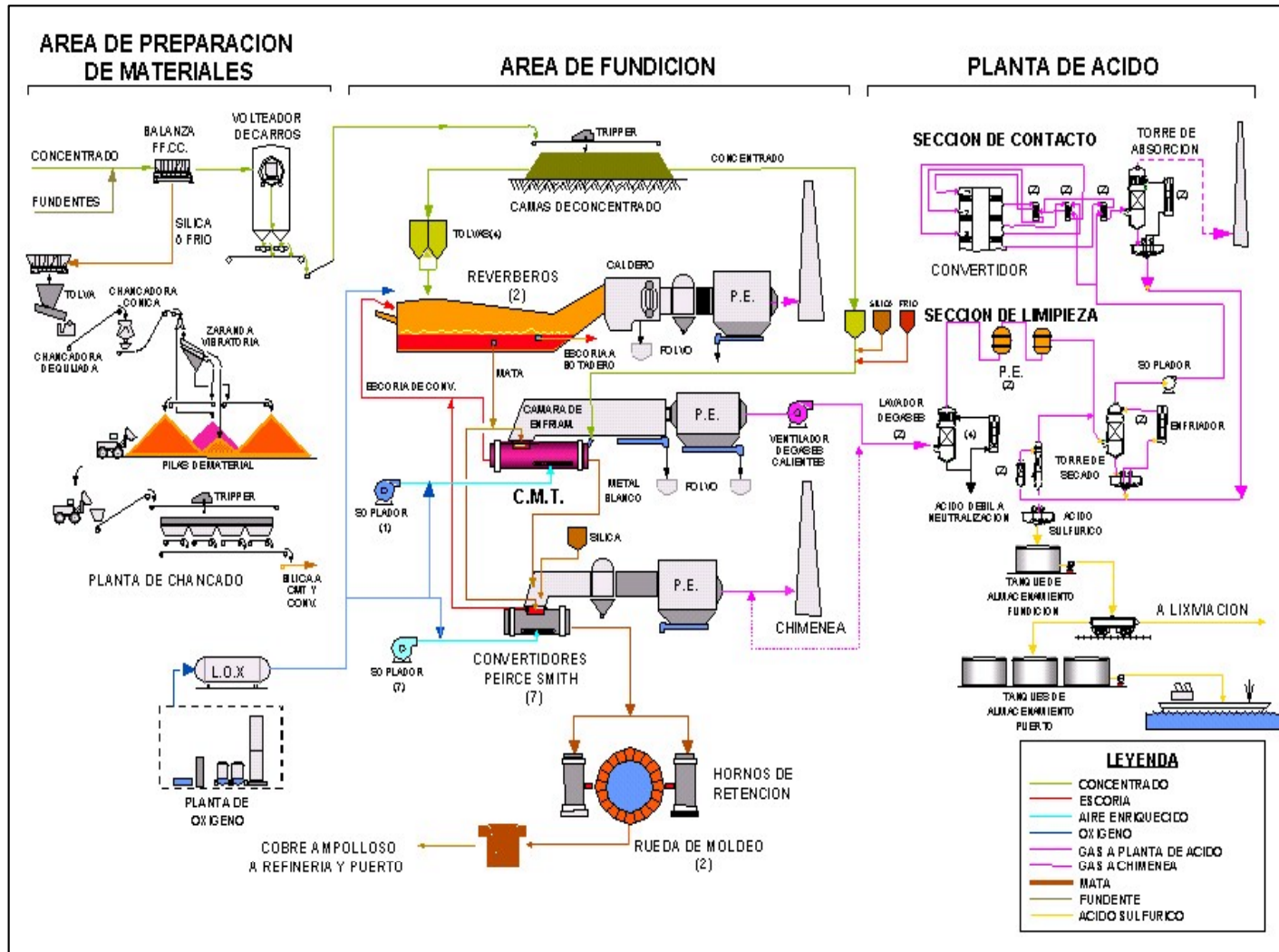


Figura 6.1 Flowsheet del proceso de concentrado de cobre

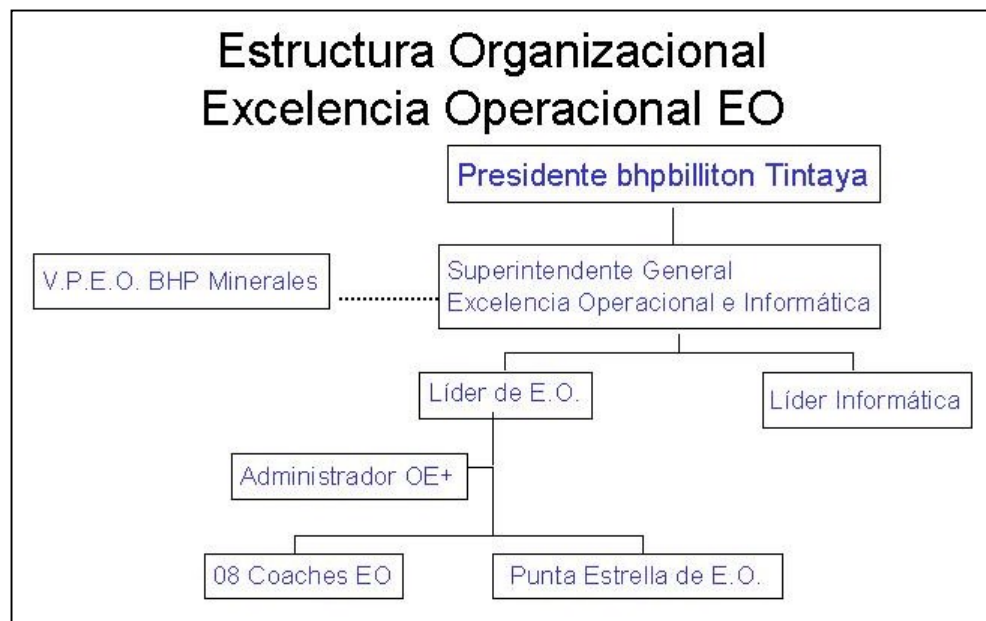


Figura 7.10. Estructura organizacional

Defiendo La "Excelencia Operacional" es una metodología de mejora continua que emplea herramientas estadísticas y otras auxiliares que nos ayudan a identificar y hacer mejoras en nuestros procesos.

La Excelencia Operacional entendida como tal es vital para lograr una ventaja competitiva y asegurar un retorno a nuestros accionistas. Comprende el más alto nivel de servicio a nuestros clientes; significa que queremos superar a nuestros competidores en todo lo que hacemos; que estamos comprometidos a mejorar persistentemente y a cambiar a través de compartir el aprendizaje y los conocimientos; hacemos lo que decimos que vamos a hacer; sentimos pasión por nuestro trabajo y celebramos y recompensamos nuestros éxitos.

Para garantizar el éxito sostenible y continuo necesitamos que todos las personas involucradas en el negocio cuenten con las habilidades, el conocimiento y la auto-confianza necesarias como para que puedan aplicar los métodos y conceptos de la Excelencia Operacional en la medida que reclame las necesidades de su trabajo con sus equipos y su respectivo nivel de responsabilidad y compromiso.

Por tanto, en Excelencia Operacional estamos convencidos de que La Efectividad (E) de cualquier iniciativa está en función de la Calidad (Q) de la solución técnica multiplicada por su Aceptación (A) por parte de la cultura.

Entendiéndose la función que tenemos dentro de la cadena de valor representada por los diferentes procesos y subprocesos necesarios para la obtención de nuestros producto (bienes o servicios) es que es de total importancia la identificación de nuestros clientes internos y externos y sus expectativas en los diferentes niveles, además de aprender formas de priorizar y negociar con nuestros clientes con el propósito de crear acuerdos positivos que nos permitan identificar, comparar, medir y documentar los procesos claves.

En Excelencia Operacional partimos de la premisa inicial de que “No podemos mejorar aquello que no medimos” así, “No podemos medir aquello que no controlamos” y por tanto “No podemos controlar aquello que no identificamos.”

Es así que, la forma y fondo de los procesos y métodos para la obtención de información garanticen datos “Confiables” que permitan consecuentemente realizar los diferentes análisis y evaluaciones que nos den a su vez resultados de valor para la toma de decisiones.

Excelencia Operacional es la Creación de Valor, Mensurable, Rigurosa, Sostenible, Continua y que Alinea a la Gente & los Procesos.

A continuación, en la figura 7.11 se muestra algunas de las tareas y responsabilidades propias de los integrantes de los equipos virtuales que se constituyen para la realización de los proyectos.

Las cuatro etapas dentro del mapa de mejoramiento de E. O las mostramos en la figura 7.12.

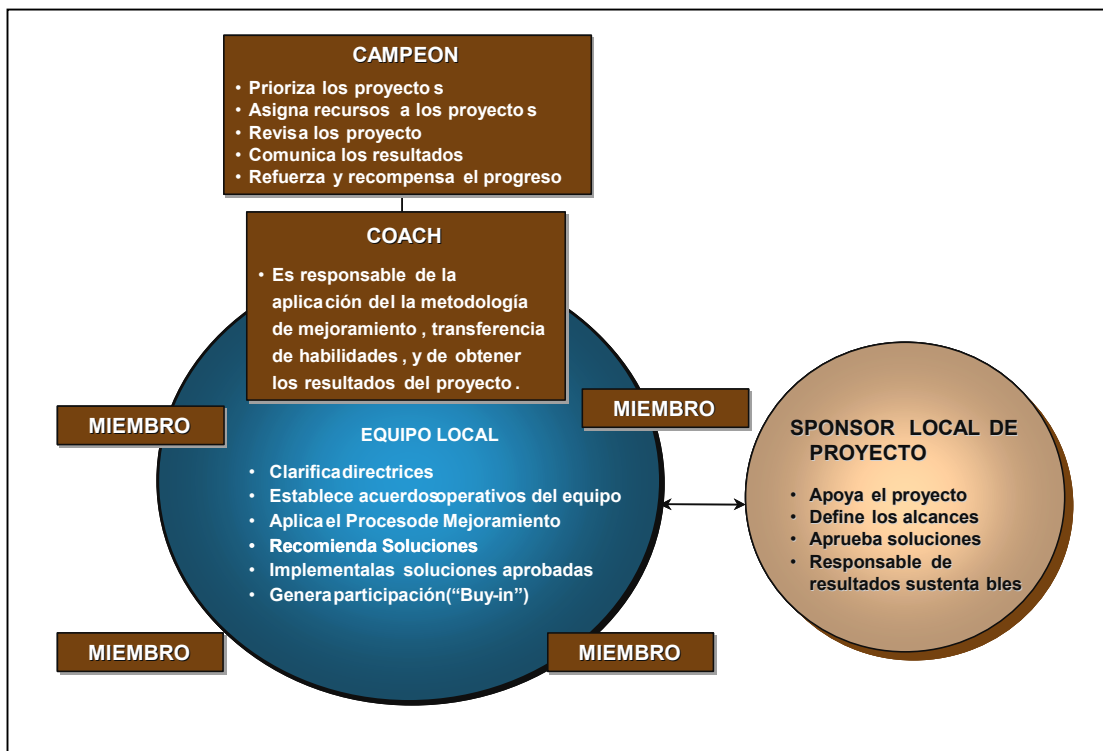


Figura 7.12. Tareas y responsabilidades propias de los integrantes de los equipos para la realización de proyectos.

## 6. SEGURIDAD, MEDIO AMBIENTE Y COMUNIDADES

### 6.1. SEGURIDAD

Un indicador significativo del valor de la seguridad en el desempeño, es el número de muertes relacionadas al trabajo, que ocurren cada año. Para aquellas compañías como la nuestra que son multinacionales, no podemos aceptar estadísticas regionales como estándares adecuados, al operar en países extranjeros (como el Perú), ya que nosotros debemos ser vistos como los líderes de la industria en todas las áreas de seguridad, apoyando a la vez, el desarrollo de prácticas apropiadas en la "Calidad de Vida" de las personas.

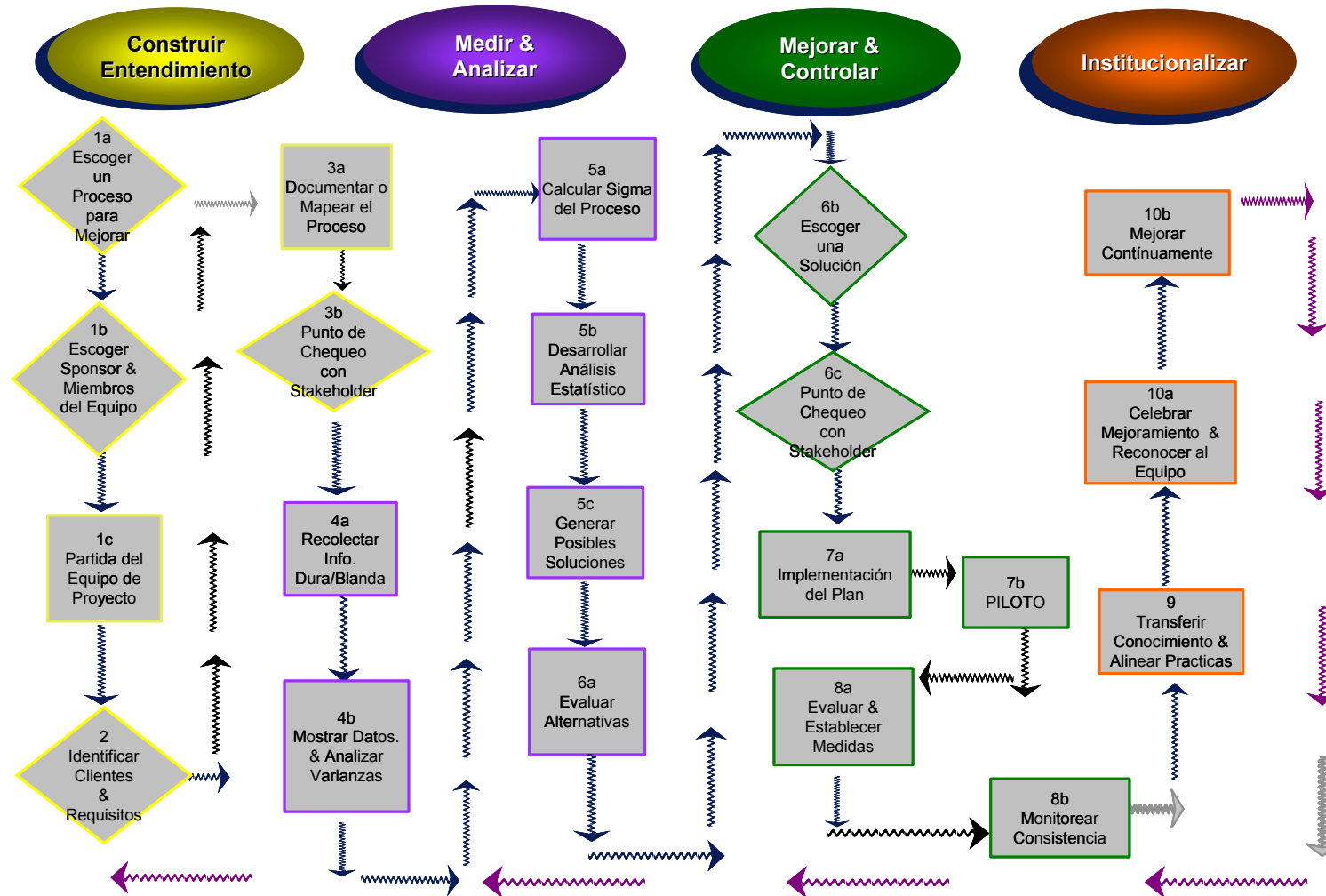


Figura 7.11 Etapas dentro de la etapa de mejoramiento de E.O.

Nuestro manejo y dirección futura en salud y seguridad, tendrá un efecto revelador y significativo sobre el desarrollo de dichas prácticas en el Perú. La implementación de estándares internacionales, la guía y el consejo de expertos en la materia y una educación como entrenamiento apropiados, todos no solamente mejorarán el desarrollo en el Perú, si no que también ayudarán a fortalecer “la licencia para operar” que tiene nuestra empresa en otros países.

Nuestra meta en la compañía, es lograr convertirnos en líderes a nivel mundial de “Producción Segura” de concentrado de cobre. Es así que nosotros creemos que para lograr ser exitosos, es imperativo desarrollar toda una cultura de compromiso serio, integridad y honor personal. Por lo tanto, deseamos fomentar una organización de personas quienes vayan a aceptar su responsabilidad, en reorganizar y evitar el poner en riesgo su propia integridad física, así como la de sus colegas, compañeros de trabajo, planta, equipos, comuneros del área, y el ambiente en general.

#### **a) BASES DE LA CULTURA DE SEGURIDAD**

El grafico 7.1. muestra el número de fatalidades mineras que ocurrieron en el Perú, entre los años 1994 y 1998. En la mayoría de estos casos, dichas muertes fueron causadas a raíz de incidentes individuales y no de fatalidades múltiples.

Estas estadísticas resaltan una tendencia inaceptable que pareciera estar a un nivel relativamente constante, en un momento cuando la mayor parte de la industria minera mundial esta teniendo tendencias de mejoramiento.

Actualmente se ha notado que el gobierno, esta realizando esfuerzos para reducir el número de muertes por accidentes de trabajo que existen en el sector, enfocando recursos considerables. No obstante, será materialmente imposible alcanzar estos resultados sino se implementa



primero, un programa de educación, entrenamiento, cumplimiento y ejecución. Desafortunadamente, hasta el momento la cultura nacional ha venido pensando en términos de “Estamos involucrados en un tipo de negocio altamente riesgoso, en el que los accidentes no se pueden evitar, y que por lo tanto simplemente son cosas del destino.” Esta culpabilidad al destino pone en manifiesto la falta de responsabilidad, que hasta hace poco a sido el estándar o norma en nuestra empresa.

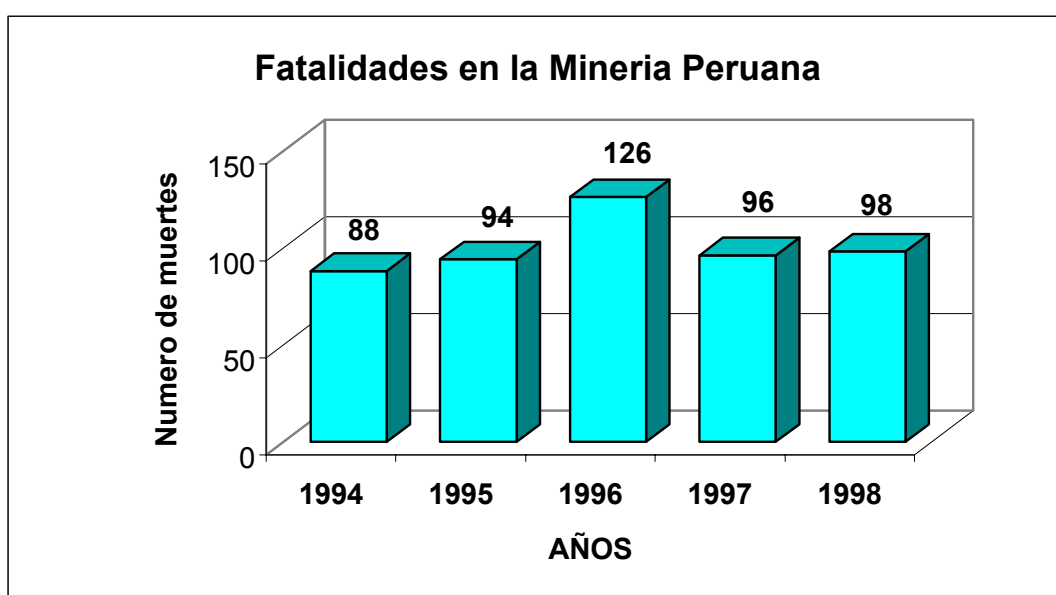


Grafico 7.1. Estadística de accidentes fatales entre los años 1994 - 1998

Los siguientes puntos muestran como se encontraba nuestra empresa antes de la implementación del sistema:

- Índice de Frecuencia mayores a 15.
- No se tenía sistema de reporte de accidentes para contratistas.
- No se colocaban cinturones de seguridad en los vehículos.
- No había planes de emergencia.
- No había Procedimientos de Trabajo Seguro.

Había mínimo entrenamiento en seguridad para empleados de la empresa, pero ninguno para contratistas.

**b) EL DESARROLLO DEL TIPO DE CULTURA REQUERIDA**

El primer aspecto que tocamos es el comprender la cultura de seguridad en que se estaba trabajando. Pues, era de suma importancia entender tanto los aspectos positivos como las carencias de la cultura que se tenía, porque esta sería la única manera de desarrollar una estrategia que nos permitiría dar, ese salto enorme hacia delante que nos era tan necesario.

**b.1. Aspectos Positivos**

Habilidad y deseo de aprender.

El deseo de ser internacionalmente reconocidos como una empresa de "Clase Mundial"

Una aceptación excelente de las metas / objetivos trazados, así como de los programas.

Deseo en satisfacer y complacer a la gerencia.

**b.2. Carencias**

Entrenamiento necesario en prácticamente todas las áreas.

Lagunas en cuanto a la distinción entre buenas y malas practicas de seguridad. No podíamos dar nada por hecho.

Ninguna experiencia en administración de seguridad.

A los contratados no se les tomaba en cuenta.

Ninguna responsabilidad ni rendición de cuentas, se asumía ni tampoco se aceptaba.

Una gran tendencia de prometer pero nunca cumplir.

Una regla se aplicaba a la gerencia, mientras que otra se aplicaba para los empleados.

Al hacer el análisis de estos aspectos, recién pudimos empezar a desarrollar una cultura que entienda y acepte, la necesidad de crecimiento en el área de la “Producción Segura.” Los siguientes puntos son lo que consideramos son la llave al éxito.

### **b.3. Compromiso de la Gerencia**

Uno de los aspectos especiales que se encontraron en la Empresa, fue el poderoso impacto que tuvo el liderazgo-a través-de-ejemplos, sobre los empleados. El compromiso de la gerencia no puede quedarse estancado, en solamente unas cuantas palabras escritas sobre un papel, sino que deben ser la esencia misma de nuestras acciones. Desde un comienzo, la gerencia fue muy clara y de lo más inflexible en señalar que, sin importar en lo mas mínimo la posición dentro de la organización, las reglas y regulaciones serán las mismas para todos; y así como se aplican para quien sea, también se han de cumplir al pie de la letra sin ninguna excepción, (la política es que todos los trabajadores son tratados por igual).

### **b.4. Somos miembros del mismo equipo**

Gerentes, Técnicos de seguridad, Representantes de Seguridad y Supervisores, Trabajadores en general tienen el mismo derecho de opinar y sugerir.

A los contratistas se les entrenó al mismo nivel y estándares, como a nuestros empleados de la compañía.

Los estándares se crearon de tal manera que nos permiten un desarrollo balanceado.

La disciplina es igual para todos sin importar la posición de nadie.

La seguridad del potencial de mano de obra de una nación, es una responsabilidad enorme; por lo tanto, la alta gerencia en la Empresa no solo siente gran estima por el esfuerzo que se necesita, sino que también están dispuestos en forma decidida e incansable, de continuar perseverando en

asegurar que el mensaje nunca se pierda. La gerencia se ha comprometido totalmente tanto en palabras como en obras, haciendo responsables a cada uno de sus supervisores por lo siguiente: establecer sus propios objetivos en seguridad, por el planeamiento de cómo alcanzar esos objetivos, y por determinar cuales serian las medidas de control mas adecuadas, para asegurar que dichos objetivos se cumplan. Todos los supervisores controlan la seguridad a través de una “Área de Resultados Claves,” para lo cual son compensados o sancionados como corresponda. Para otros empleados, el rendimiento en seguridad es parte del programa de ganancias compartidas del área, por lo tanto nadie está excluido.

Es importante darse cuenta que al trabajar dentro de una cultura nueva, algunos de nuestros métodos, pueda que no tengan mucho éxito en la nueva cultura o que por lo menos estos sean limitados. El gerente debe ser una persona que sepa escuchar a la gente, además de reparar en el impacto cultural que sus actos podrían tener. Se ha observado que el uso de los aspectos positivos de la cultura rinde muchos frutos, en cuanto a cambios del manejo administrativo.

El gerente nunca debe dar nada por hecho, por esto mismo aún los conceptos básicos deben incluirse al planear cualquier programa de trabajo, y discutir sobre los detalles. El nivel de confianza que puedan tener los gerentes, se elevará a medida que el nivel de entendimiento entre la gente también aumente.

#### **b.5. Responsabilidad y Rendición de Cuentas**

Desde que se realizó la evaluación inicial de la Empresa en octubre y noviembre de 1994, se decidió que la operación minera se convertiría en una operación de “Clase Mundial,” que a la vez incluyese la seguridad. Se incorporaron medidas tradicionales de rendimiento tales como LTIFR, DIIR, Casi Accidentes (Incidentes), y Lesiones Reportables. Se incluyeron a

contratistas y se establecieron metas para mejoramiento. Igualmente se incorporaron reuniones de seguridad diarias, dentro de las reuniones de producción.

Otro de los problemas que se tenía fue la creencia común de muchos supervisores, que al no estar presentes durante la ocurrencia de algún incidente o accidente, no tenían que asumir ninguna responsabilidad por ello. Es así que se fue creando una situación en donde se ignoraban condiciones subestándares y la supervisión se convirtió de lo más escasa. En eso se decidió implementar sesiones educativas con el fin de asegurar que todos los niveles administrativos, comprendiesen cuáles eran exactamente sus obligaciones ante empleados permanentes como contratados y se implementó el término “Dueño de Casa”. Actualmente, para asegurarnos que el mensaje quede firmemente implantado, estas sesiones educativas se repiten regularmente en forma periódica.

El tema de la seguridad fue incluido como un compromiso clave, dentro de la declaración-presentación de nuestra Misión y Visión. Todos los empleados estuvieron presentes en las sesiones sobre “La Nueva Cultura en Seguridad.” Estas sesiones fueron conducidas por un equipo que incluía el presidente de la Empresa así como a varios otros niveles de empleados. Durante dichas sesiones se explicó que una cultura se define, “como la manera en que un grupo de seres humanos “es” “y se comporta”, lo cual está basado sobre sus propias experiencias y vivencias. Teniendo esto en mente, se le pidió al grupo que aporte algunos ejemplos de creencias actuales sobre la seguridad. La lista a continuación comprende algunos de los elementos que mencionaron.

- Estamos trabajando en un tipo de industria en la cual los accidentes no se pueden evitar. (Los accidentes son cosa del destino).
- La empresa depende de la producción, no de la seguridad.

- Solo el departamento de salud y seguridad son los responsables de la seguridad.
- Si es que nos preocupamos de la seguridad, la producción parará.
- Yo se como hacer mi trabajo. Las reglas solo se aplican para los inexpertos.
- Yo siempre he trabajado de esta manera y nunca me ha sucedido nada.
- El hecho de investigar un incidente que no da ningún resultado, es un desperdicio total de tiempo y recursos.
- Otras son las personas que sufren accidentes, pero a “mi” no me pasará nada.
- El personal de seguridad solo viene para molestarnos.

Luego de todo esto el equipo procede a explicar la nueva cultura. Los puntos principales se dan bajo dos títulos, Las Creencias de la Empresa sobre Seguridad, así como Responsabilidad y Rendición de Cuentas.

#### **b.6. Las Creencias de la Empresa sobre Seguridad**

Los accidentes e incidentes o “casi accidentes” se pueden evitar.

Todos los empleados y trabajadores son responsables por su propia seguridad personal, como la de sus compañeros.

La producción segura es una condición indiscutible de empleo.

El entrenamiento y la educación de empleados es crucial.

La seguridad del personal contratado es exactamente igual que la de los empleados de la Empresa.

Una producción segura es una producción efectiva en costos.

#### **b.7. Responsabilidad y Rendición de Cuentas**

El gerente es el responsable del éxito de la seguridad en su área.

Todo empleado es responsable por percatarse y asegurar que, se cumplan todas las reglas y normas de seguridad.

Todo empleado se hará personalmente responsable de su propio rendimiento en seguridad.

Todo y cada nivel gerencial es responsable de la seguridad de sus empleados.

Tanto gerentes como supervisores, empleados del departamento de seguridad, miembros del comité de seguridad, y representantes de seguridad, asumirán la responsabilidad de generar en las personas el comportamiento deseado, y además de comunicar todo suceso relacionado a la seguridad, a toda la comunidad de trabajadores y empleados.

Estos once principios no son solamente palabras sobre papel, sino la esencia misma de nuestras conversaciones; y por ende, siempre son considerados antes de tomar cualquier decisión de producción. Siempre se procura mantener la conversación de seguridad “viva” en todas las reuniones, y se encuentra que las personas están conscientes de cuales son sus responsabilidades respectivas, así como de su responsabilidad en cuanto a la rendición de cuentas.

## 6.2. El Involucramiento de Empleados

Una vez que logramos establecer el compromiso de la gerencia, así como la aclaración de las responsabilidades y rendición de cuentas de parte de las personas, el próximo paso fue el de obtener la cooperación de los empleados. Y esto es precisamente lo que se logró al involucrarlos en el planeamiento e implementación del programa.

RECUERDEN: A la gente no le molesta el cambio en sí, sino el ser cambiados.

Cincuenta y seis representantes de seguridad fueron seleccionados de un grupo de 600 trabajadores. Tanto los representantes de seguridad como los supervisores de área, fueron entrenados en las áreas de investigación de accidentes, principios de orden y limpieza, protección mecánica, eléctrica y personal, Procedimientos de Trabajo Seguro, extinción de fuegos y primeros auxilios. Esta clase de entrenamiento, para dichas personas, es dinámica, pero su calidad aún será mejorada en cuanto se tenga mayor entrenamiento a disposición.

A todos los empleados se les proporciona entrenamiento en la forma en que se deben escribir los procedimientos de trabajo seguros, y es obligatorio que todo empleado participe en el desarrollo de los procedimientos seguros dentro de su área de trabajo. Esto parecerá ser una táctica extraña, pero la fuerza de nuestros trabajadores (colectivamente), no había tenido la costumbre de que se les pida su opinión, ni tampoco de que den sus iniciativas, por consiguiente fue imperativo que lográsemos persuadirlos e inducirlos a salir de este marco mental.

En la actualidad tenemos equipos de personas quienes desean involucrarse en todas las formas que existen de iniciativas de seguridad, y quienes al igual pueden ver todo el mérito que esta asociado con los aportes del grupo.

Se han formado comités de seguridad en todas las áreas de la operación, que están creando un impacto significativo sobre los temas de limpieza y/u organización y estándares. Los comités están formados por personas de distintos niveles dentro del departamento, y esto a su vez fomenta que las personas se sientan todas como en un mismo nivel.

### **Contratados**

El uso de la mano de obra contratada es una parte fundamental del negocio interno de la Empresa. El número de contratados en el asiento



minero varia, pero se mantiene alrededor de la misma proporción que el personal permanente. Es importante tomar nota que nuestros contratados locales se encuentran en varios niveles de madurez, en cuanto a la seguridad laboral, refiriéndose a programas, equipo, entrenamiento, y actitud. Durante los últimos dos años, la mayor parte de nuestras lesiones reportables se atribuyen a las malas practicas de nuestra mano de obra contratada.

Es por ello que nos hemos comprometido en forma consciente, a incluir toda nuestra mano de obra contratada regular, en todos los programas de entrenamiento de salud y seguridad. Ya que toda la base de principios para contratistas ha sido envuelta en la Nueva Cultura de Seguridad de la Empresa, los contratos han sido revisados para incluir lo siguiente :

- Responsabilidad y rendición de cuentas.
- Requisitos de inducción.
- Categorías de contratistas.
- Planeamiento en la administración de seguridad.
- Requisitos para el oficial de seguridad.
- Formatos de inspección y requisitos.
- Entrenamiento para alcanzar los estándares de la Corporación.
- Una interacción constante entre el representante de la empresa y el contratado.
- Cláusulas penales.

La mano de obra contratada es una parte importante de un programa de seguridad exitoso. Nosotros estamos conscientes de que es imposible ignorar nuestra responsabilidad ante este hecho, y estamos comprometidos en asegurar que cualquier compañía contratada por la Empresa, deberá por

lo menos llegar a un nivel equivalente a nuestros propios estándares, en el logro de una producción segura. La llave al éxito en este sentido resulta ser un esfuerzo incansable, por parte de todos aquellos quienes se preocupan por los proyectos acerca de contratados. No aceptamos que nadie se haga de la vista gorda.

### 6.3. Programa de Seguridad

La gerencia de la empresa se comprometió en adoptar “El Mejor Programa de Seguridad”, por cuanto el sistema NOSA (National Occupational Safety Association) le ha dado a nuestra organización el marco necesario para desarrollar una estructura sistemática hacia la seguridad. Este sistema consiste en 73 elementos que obedecen a los estándares mínimos, necesarios para sostener un programa básico de seguridad; y a resultado ser una herramienta muy útil en la empresa.

Sin embargo como la comprensión y la cultura de nuestros trabajadores iba evolucionando, NOSA ya no era suficiente en lo que abarcaba y por lo tanto fue necesario para nosotros expandir y crear nuestro propio programa. Actualmente esto se esta logrando a través de la cooperación de todos los empleados. La aceptación de un cambio entre la gente es enorme dado a que están buscando respuestas y un lugar seguro de trabajo.

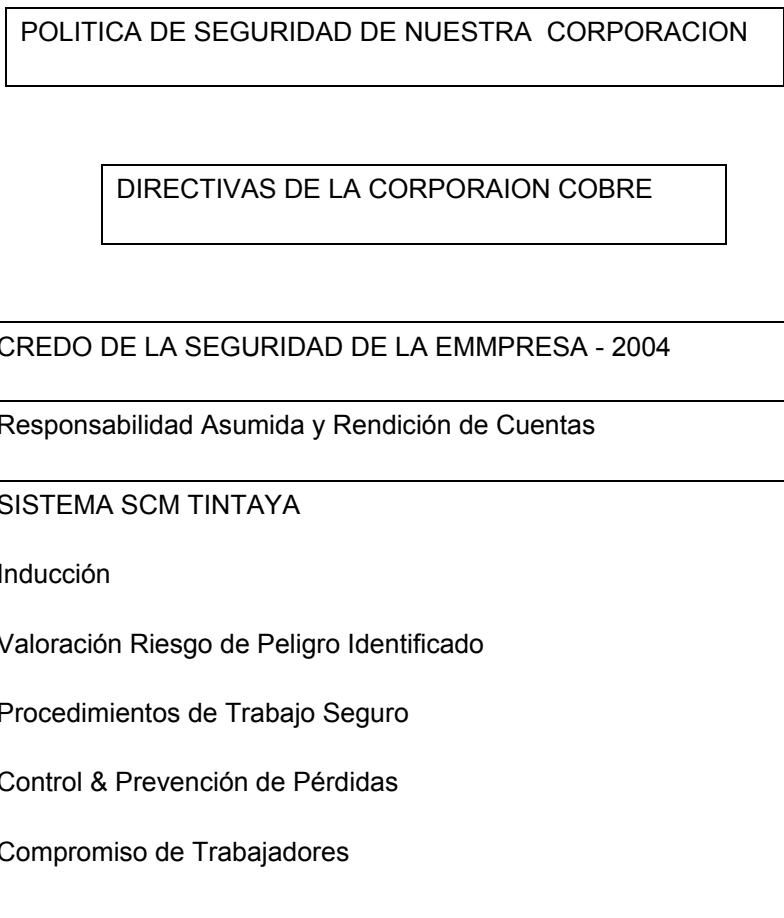
En vista de todo esto, el mayor reto en implementar un sistema comprensivo de seguridad en el Perú, es el hecho de lograr superar y vencer las creencias tradicionales y la cultura fatalista de las personas. Esto se logra solo después de entrenar, educar y hacer a la gente responsable por sus actos.

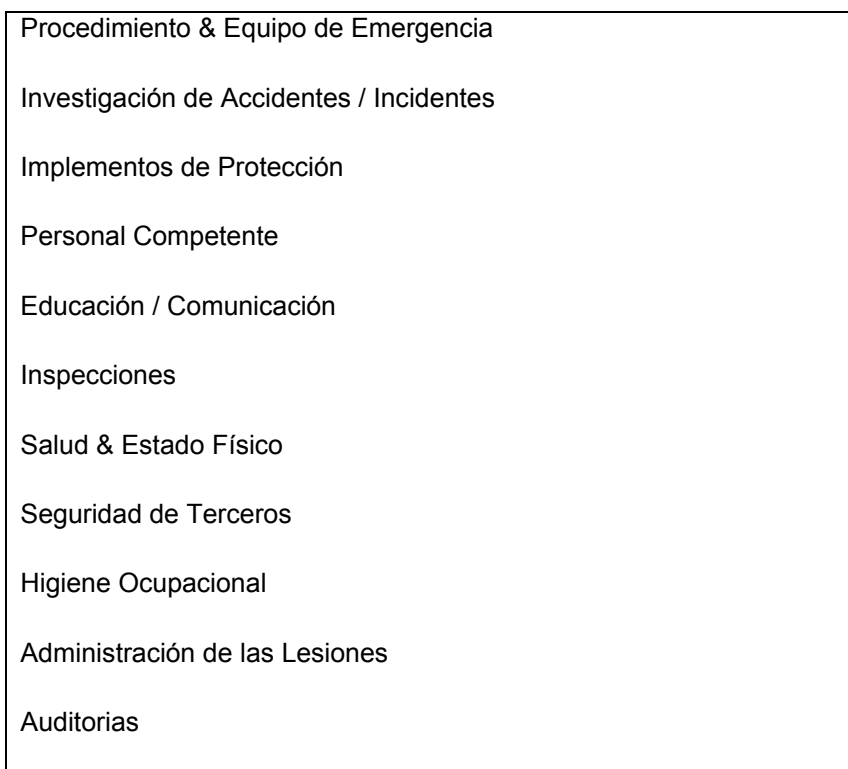
El programa de seguridad que tiene la empresa, esta balanceado entre la seguridad del funcionamiento de equipos-sistemas y la seguridad del comportamiento de la gente. El programa en sí es una entidad viviente.

A través de él estamos desarrollando una cultura en donde los empleados ahora aceptan el hecho que existen estándares, así como actitudes a las que se deben de ceñir. Tanto los actos subestándares como los cortacaminos son simplemente inaceptables.

Durante el desarrollo del programa de seguridad de la Empresa, se utilizaron como influencias los estándares corporativos , así como las Pautas para el Manejo del Rendimiento de Copper Corporation, incorporándose en un formato de 16 elementos. Estos elementos se revisarán de forma periódica o regular, para asegurar que exista un continuo mejoramiento.

El siguiente gráfico (grafico 7.2.) nos muestra en donde es que cada una de las influencias, se combinan para crear el programa de seguridad de la empresa.





*Grafico 7.2.*

La estructura del sistema de seguridad nos permite tener la flexibilidad necesaria para lograr el cambio. Por lo tanto, sí es que hubiese nuevas y mejores practicas que se pongan a nuestra disposición, podremos agregarlas a nuestros 16 elementos. Cada uno de los elementos esta asociado a un conjunto de estándares de trabajo en base anual, y los ítems prioritarios de acción se desarrollan para la competencia dentro de dicho año.

#### 6.4. MEDIO AMBIENTE Y COMUNIDADES

##### a) **POLITICA DE PROTECCION AMBIENTAL**

Es nuestra política alcanzar y mantener un elevado estándar de cuidado y protección ambiental en el desarrollo de nuestras operaciones, así como mejorar continuamente nuestra Gestión Ambiental, de acuerdo a

los avances científicos y tecnológicos, tomando en cuenta las expectativas de la comunidad.

En tal sentido, la Empresa se compromete a:

- Cumplir con la legislación ambiental peruana y otros requisitos ambientales aplicables. Donde las leyes no protejan adecuadamente el ambiente, aplicar normas corporativas que minimicen cualquier impacto ambiental que resulte de sus operaciones y productos.
- Establecer y ejecutar un Sistema de Gestión Ambiental proactivo que permita identificar, evaluar, manejar, prevenir y minimizar los impactos ambientales negativos que resulten de sus operaciones. Dicho sistema proporciona el marco para el establecimiento, revisión y cumplimiento de los objetivos y metas ambientales.
- Comunicarse abierta y transparentemente con todos sus stakeholders e informar públicamente su desempeño ambiental.
- Participar y contribuir en actividades de desarrollo asociados con nuestras comunidades vecinas y otros stakeholders, creando valor sostenido para todos.
- Involucrar a todos los empleados, proveedores, contratistas, comunidades y otros stakeholders en el desarrollo de estándares, objetivos, metas y programas de Tintaya para asegurar el cumplimiento de los principios contenidos en esta política.

#### **b) GESTION AMBIENTAL**

El año fiscal 2001 fue un año de importantes mejoras en la gestión ambiental de la Empresa, por la participación proactiva e involucramiento de todas las áreas en el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001.

Estamos comprometidos en mantener dentro de los límites permisibles, los siguientes monitoreos:

- Calidad de Agua
- Calidad de Aire
- Emisión de Ruidos
- Emisión de Gases en Planta Térmica.
- Ambiente Biológico

### **Capacitación y concientización ambiental**

La capacitación ambiental consistió en el dictado de cursos a trabajadores permanentes, contratados, contratistas y comunidades en todos los niveles. Los temas tratados fueron :

Interpretación de la Política Ambiental.

Sistema de Gestión Ambiental – ISO 14001.

Documentación SGA – ISO 14001.

Auditoria Ambiental ISO 14001.

Planificación SGA.

Requisitos Legales.

Controles Operativos.

Programas de Monitoreos.

Manejo de Residuos,

Respuesta a Contingencias,

Otros.

Se capacitó al personal de Medio Ambiente para incrementar sus competencias ambientales y operacionales mediante su participación en cursos externos, congresos y visitas a minas nacionales y del extranjero (Chile).

Dentro del desarrollo e implementación del SGA – ISO 14001, se elaboró el procedimiento PA-07-01, Capacitación, Sensibilización y Competencia Profesional, con el propósito de asegurar que el personal cuyas actividades están relacionadas a los Aspectos Ambientales Significativos o que este juegue un rol clave dentro del SGA, sea competente en base a capacitación, sensibilización y experiencia.

## **7. EVALUACION DEL PROCESO DE MEJORAMIENTO DE MANTENCIÓN EN NUESTRA EMPRESA**

Nuestra empresa es evaluada por la Corporación cada 02 años, tomándose en consideración 22 elementos, que a continuación definimos :

1. **Seguridad**, de acuerdo a procedimientos de trabajos seguros, cumplimiento de los elementos NOSA, administración de los trabajos de mantención seguros, etc.
2. **Medio Ambiente**, de acuerdo a las consideraciones ambientales en los trabajos de mantención.
3. **Políticas de certeza de Capacidad y cargos**, de acuerdo a la función del Aseguramiento de la Capacidad, que busca mantener la capacidad tanto inmediata como a largo plazo, el involucramiento total de todas las partes de la empresa y por los equipos de trabajos operacionales en los que las personas responsables por la mantención son parte del equipo, existiendo una comunicación abierta y efectiva
4. **Desempeño del Empleado**, de acuerdo a las mediciones y mejoramientos de las habilidades del empleado.
5. **Organización**, de acuerdo a una estructura organizacional bien definida y entendida, trabajo en equipo y comunicación abierta y efectiva.

6. **Condición de Administración del Equipo**, de acuerdo a los planes de mantenimiento, cuidado de la capacidad de operación del equipo, detección de las condiciones anormales, inspecciones de condición, etc.
7. **Creación y Registro del Trabajo**, de acuerdo a los procedimientos para iniciar un trabajo, el uso de las solicitudes de trabajo, la calidad de información, monitoreo de las solicitudes de trabajo y sus respectivas ordenes de trabajo.
8. **Planificación**, de acuerdo a los procedimientos de plan de trabajo, la calidad de estos, el nivel de alcance del plan de trabajo, los monitoreos y los mejoramientos de estos.
9. **Programación**, de acuerdo de programación y asignación de recursos, los acuerdos y comunicación del programa, monitoreos de “backlog”, cumplimiento del programa y los mejoramientos a la programación.
10. **Asignación y Realización del Trabajo**, de acuerdo a la preparación de los equipos, el orden y limpieza, asignación del trabajo y procedimiento de ejecución, etc
11. **Completar y Registrar los Trabajos**, de acuerdo a los procedimientos de cierre de ordenes de trabajo, recopilación de información de fallas, retroalimentación de información sobre mejoramientos de trabajos, comparación de estimaciones de trabajo vs lo real.
12. **Administración de Shutdown**, de acuerdo a como se identifican las actividades del shutdown, los procedimientos, cargos y responsabilidades, planificación de la ruta critica, revisiones, aseguramiento de la calidad, seguridad y costos.
13. **Administración de Contratistas**, de acuerdo a las consideraciones de la contratación externa, procedimientos de selección, efectividad de costos, riesgos, tarifas, contratos basados en incentivos , evaluación de propuestas, revisión del desempeño de contratistas y Mejoramientos



14. **Administración de Materiales**, de acuerdo a los procedimientos de administración, aviso anticipado de los requerimientos de mantenimiento, optimización de la tendencia del inventario, coordinación de partes y materiales, estado de estos, entrega de estos, administración de las partes y materiales no usados, proceso de aprobación de proveedores, etc.
15. **Control de Costos y Presupuestos**, de acuerdo al proceso de desarrollo de presupuestos, estructura del presupuesto, los costos operacionales y de capital, mejoramientos, responsabilidades, seguimientos, acciones para cumplir lo presupuestado, etc.
16. **Medición de Desempeño**, de acuerdo a las medidas del resultado del negocio, KPIs de proceso y de resultados, como se diseñan estos, revisión de la precisión.
17. **Programa de Mejoramientos del Negocio**, de acuerdo a los programas de mejoramientos de costos, de seguridad, confiabilidad del proceso, técnicas de monitoreo de condiciones, búsqueda de nuevas practicas.
18. **Análisis de Fallas**, de acuerdo al entendimiento de las perdidas operacionales, medición de estas, conciencia del costo de tiempos de paradas, enfoque para analizar los datos de fallas para determinar la causa origen, monitoreo del esfuerzo.
19. **Sistema de Administración de Información de los Trabajos**, de acuerdo al uso adecuado del SAP
20. **Planos y Documentos**, de acuerdo a la administración adecuada de los planos, manejo de la documentación técnica, configuración y especificación de equipos, administración de lista de equipos y sus listas de partes.
21. **Facilidades de Equipos y Herramientas**, de acuerdo a la política de herramientas manuales, programación previa de herramientas mayores, suficiencia en herramientas, programación de la calibración de estas, provisión de equipos y dispositivos de protección, etc.

22. **Adquisición y Modificación de Planta**, de acuerdo al uso de un procedimiento de control de cambios, aplicados a los materiales y equipos críticos, alcance de los estándares de Ingeniería, selección y diseño de equipos, basados en la proyección de vida útil mas que en el costo y entrega inicial, abordando temas de mantenimiento y confiabilidad, entrega de la planta formalizada luego de un commissioning y pruebas exitosas

### 7.1. EVALUACION DEL PROCESO EN LA EMPRESA

En el año 1999 nuestra empresa fue evaluada de acuerdo a estos elementos obteniendo un record total del **68 %** . En el año 2001 se produjo la segunda evaluación y se obtuvo un record del **74%**.

A continuación se muestra en forma gráfica (grafico 7.3.) de los 22 elementos evaluados y un promedio de cada elemento en los 39 sitios de la corporación que fueron evaluados (grafico 1)

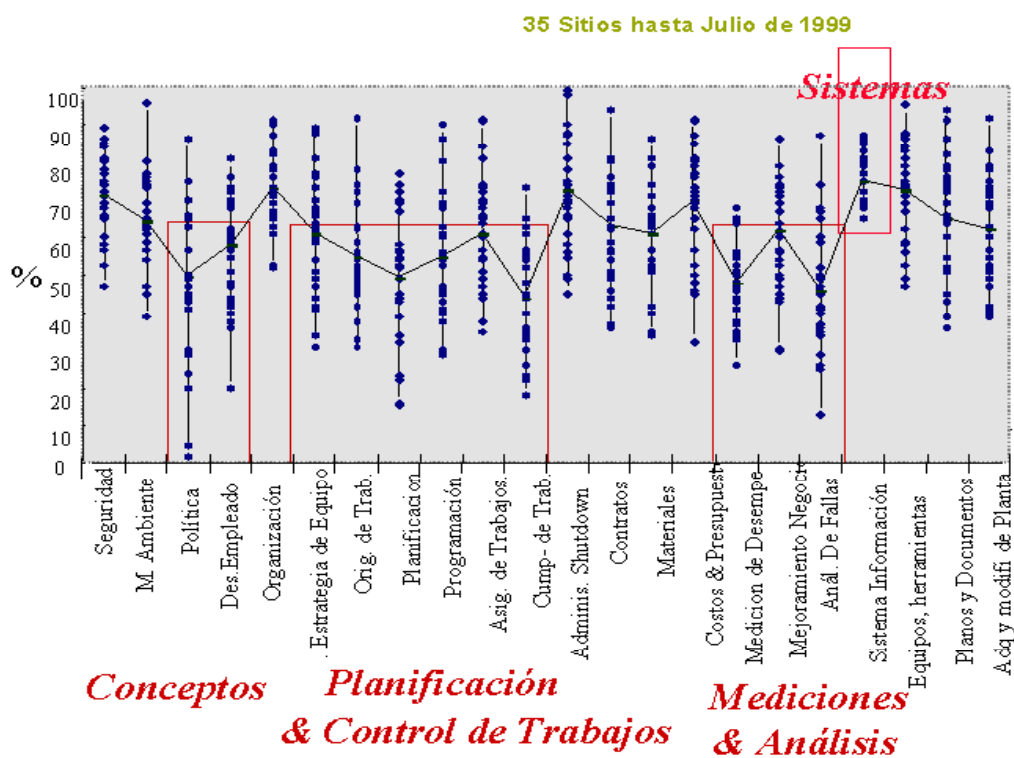


Figura 7.2.

En el grafico 7.4. se resalta los puntos de mayor dificultad y en donde se encuentra la oportunidad de mejorar.

**Puntaje de Elementos de la Evaluación de Mantenimiento**

35 Sitios hasta Julio de 1999

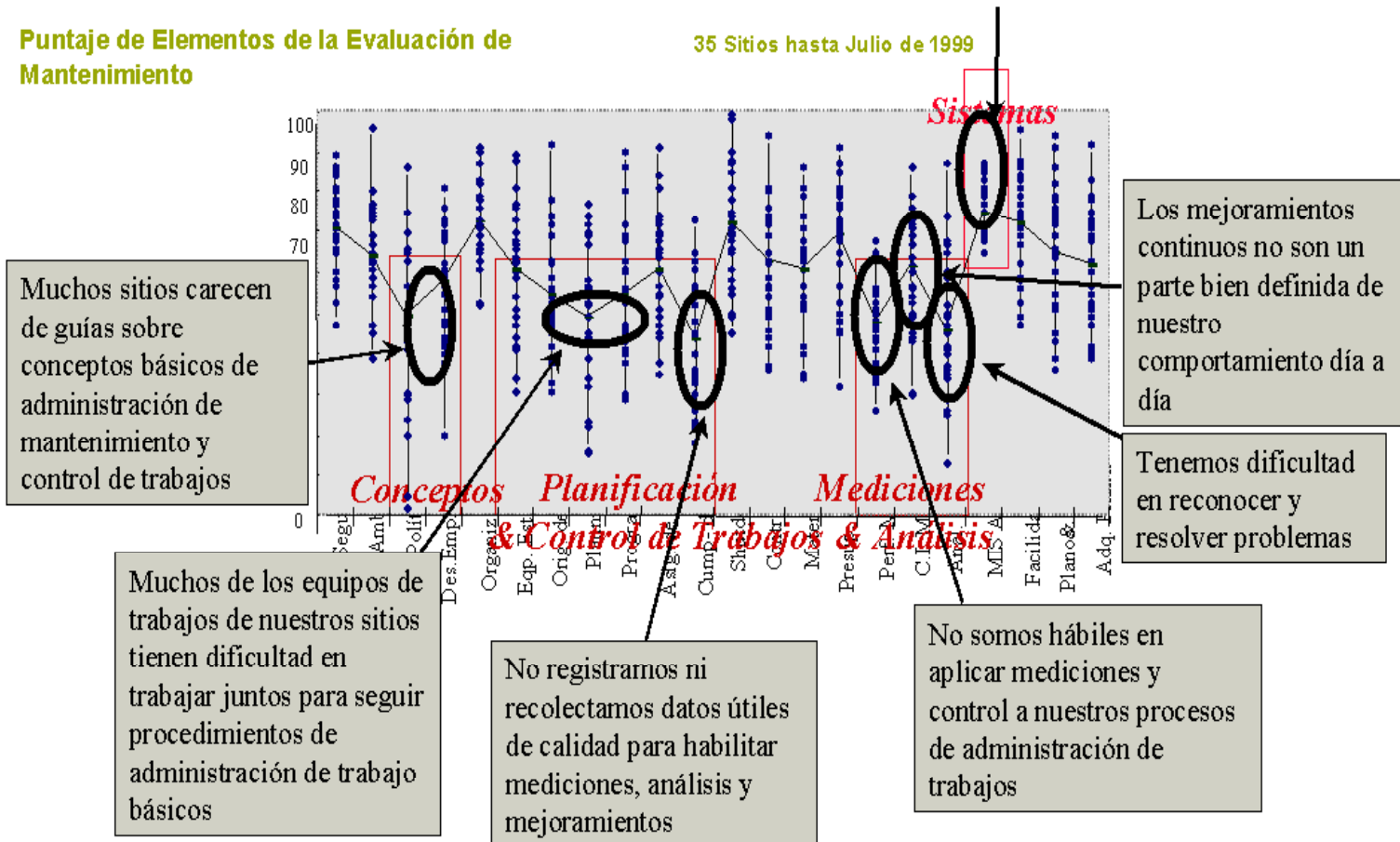


Grafico 7.4.

## **8. PROCEDIMIENTOS Y PAUTAS DEL MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENCIÓN EN NUESTRA EMPRESA**

Nuestra área de Mantenimiento tiene bien definidas los procedimientos y pautas del modelo de administración de trabajos de mantencion, de acuerdo a lo siguiente:

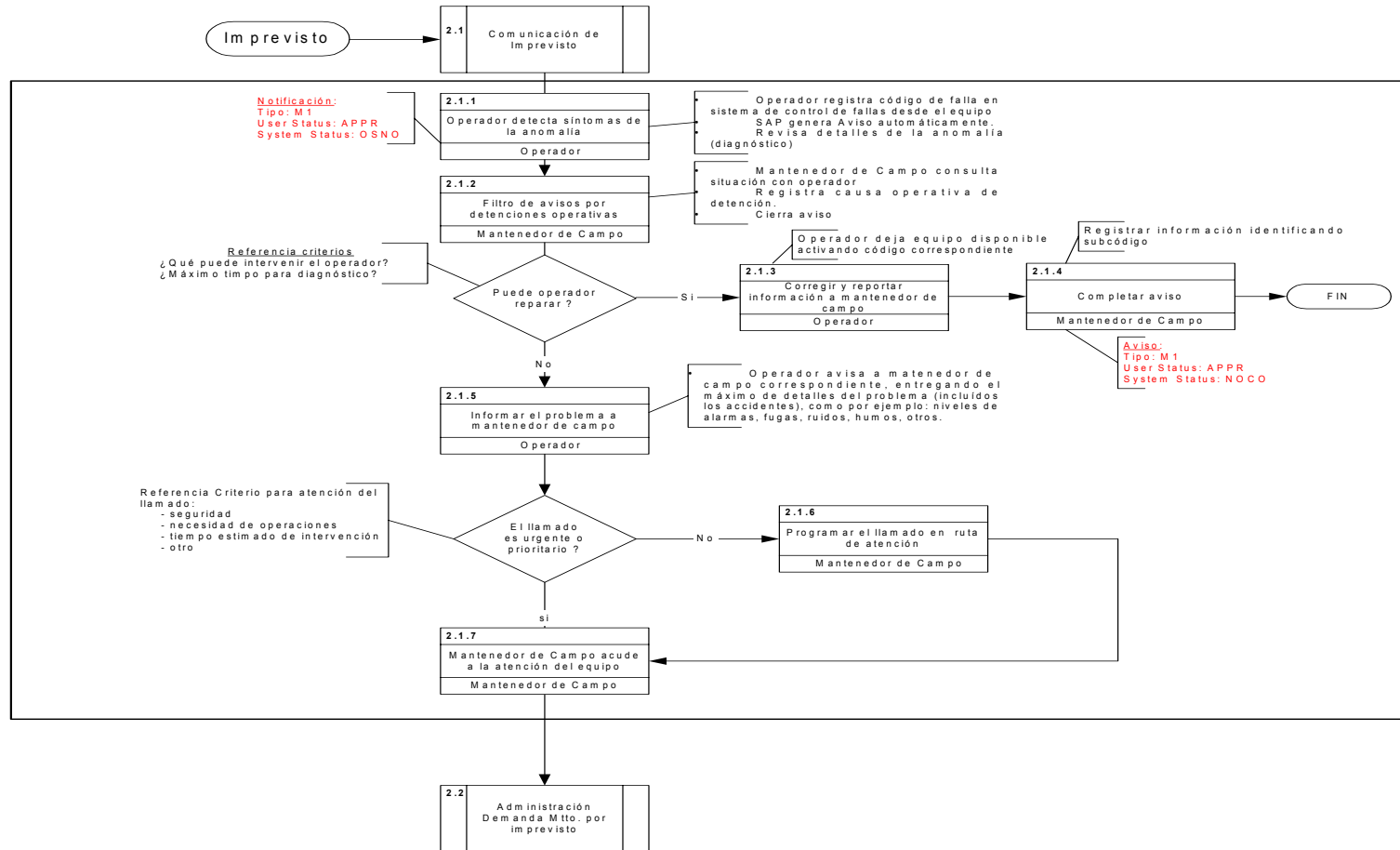
- Identificar Trabajos
- Autorizar Trabajos
- Planificar Trabajos
- Priorización y Revisión de Carga de Trabajos de Mantención
- Programa de trabajos
- Realizar los trabajos
- Registrar lo Realizado
- Cierre de Órdenes de Trabajo

De acuerdo a estos procedimientos, se establecieron los diagramas de flujo de cada procedimiento mencionado para aplicarlos en los trabajos rutinarios que se ejecutan en la mina

## 8.1. DEMANDA DE MANTENIMIENTO

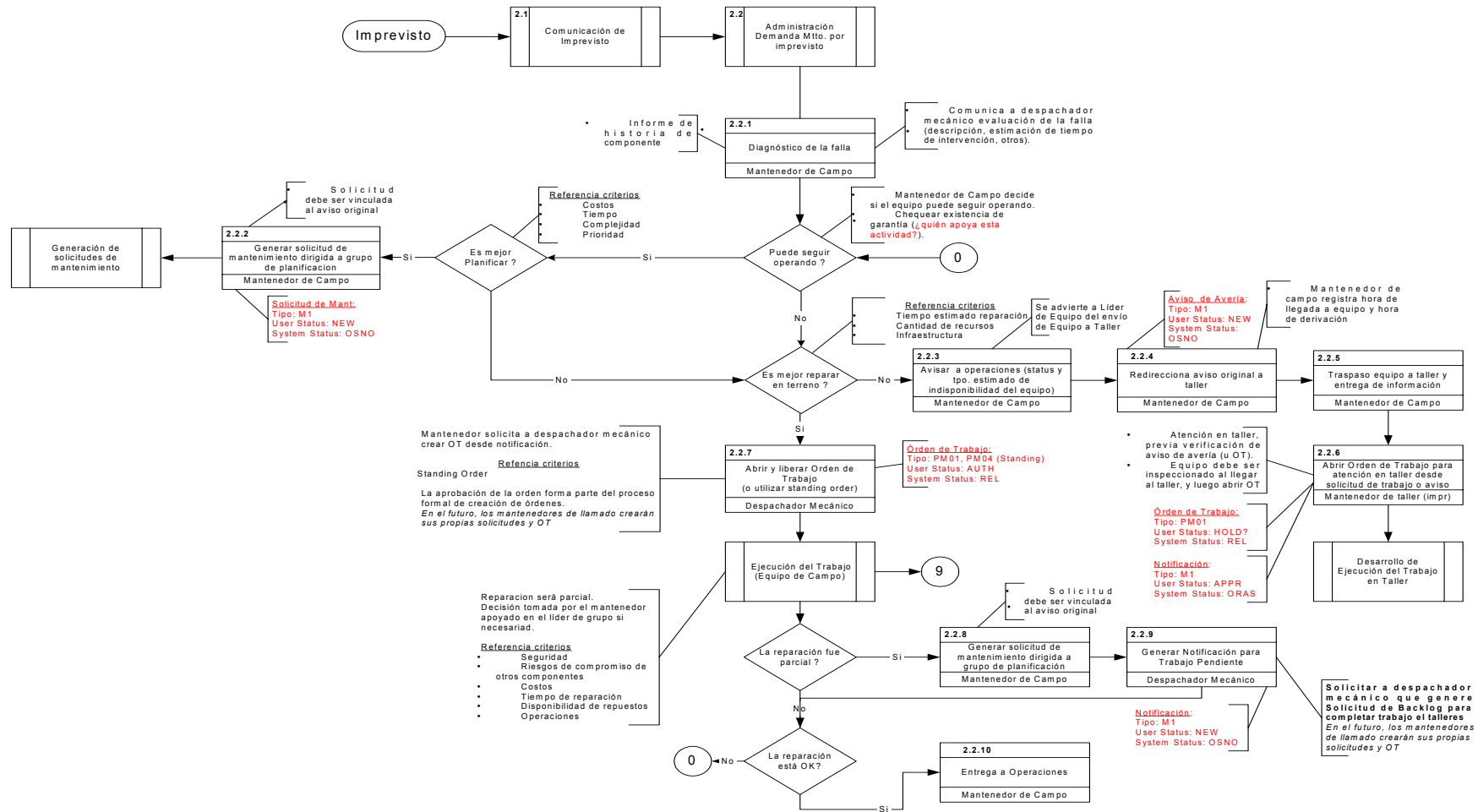
### a) COMUNICACIÓN DEL IMPREVISTO

(figura 7.13)



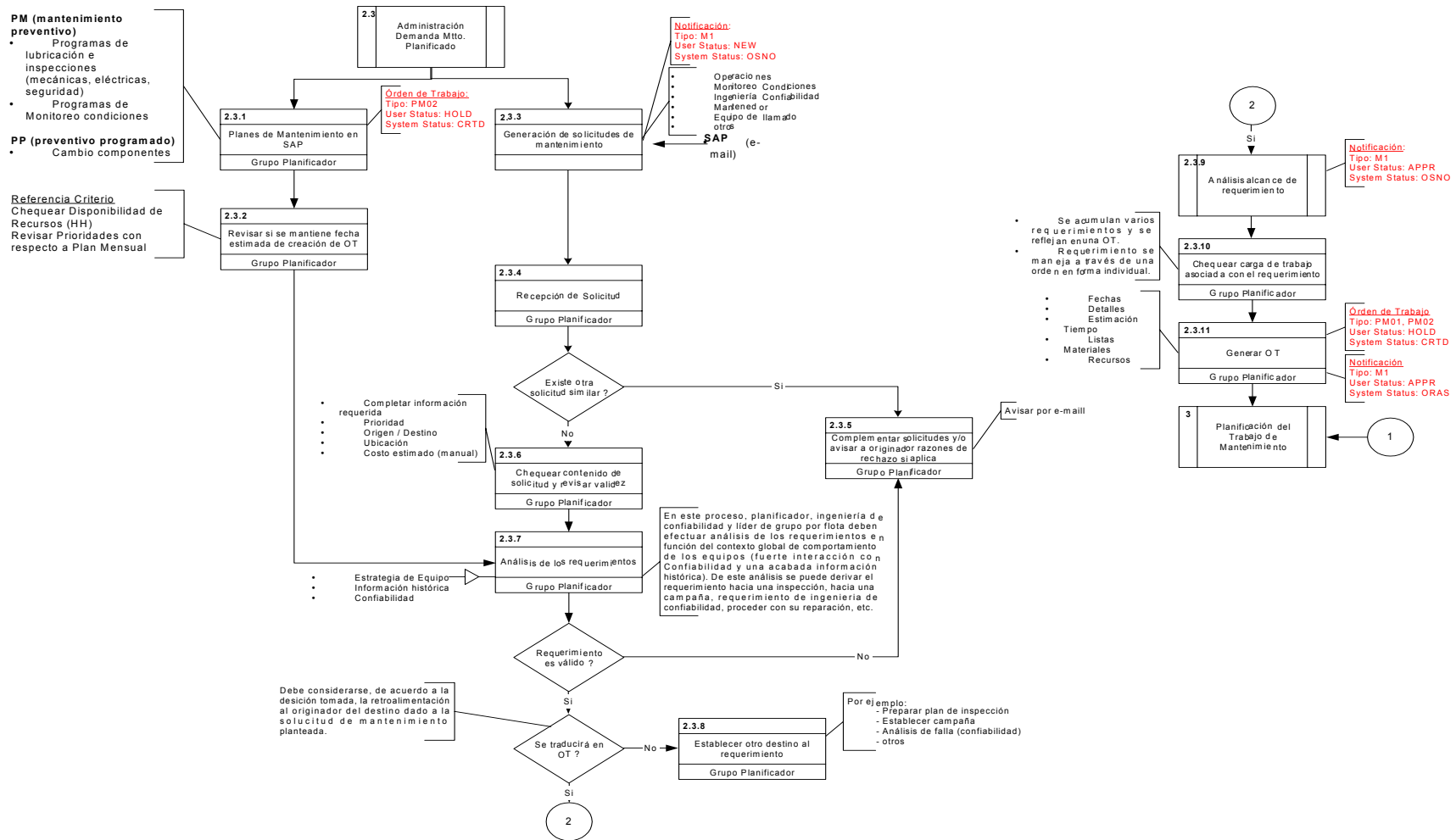
b) ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA POR IMPREVISTO

(figura 7.14)



c) ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA POR MANTENIMIENTO PLANIFICADO

(figura 7.15)

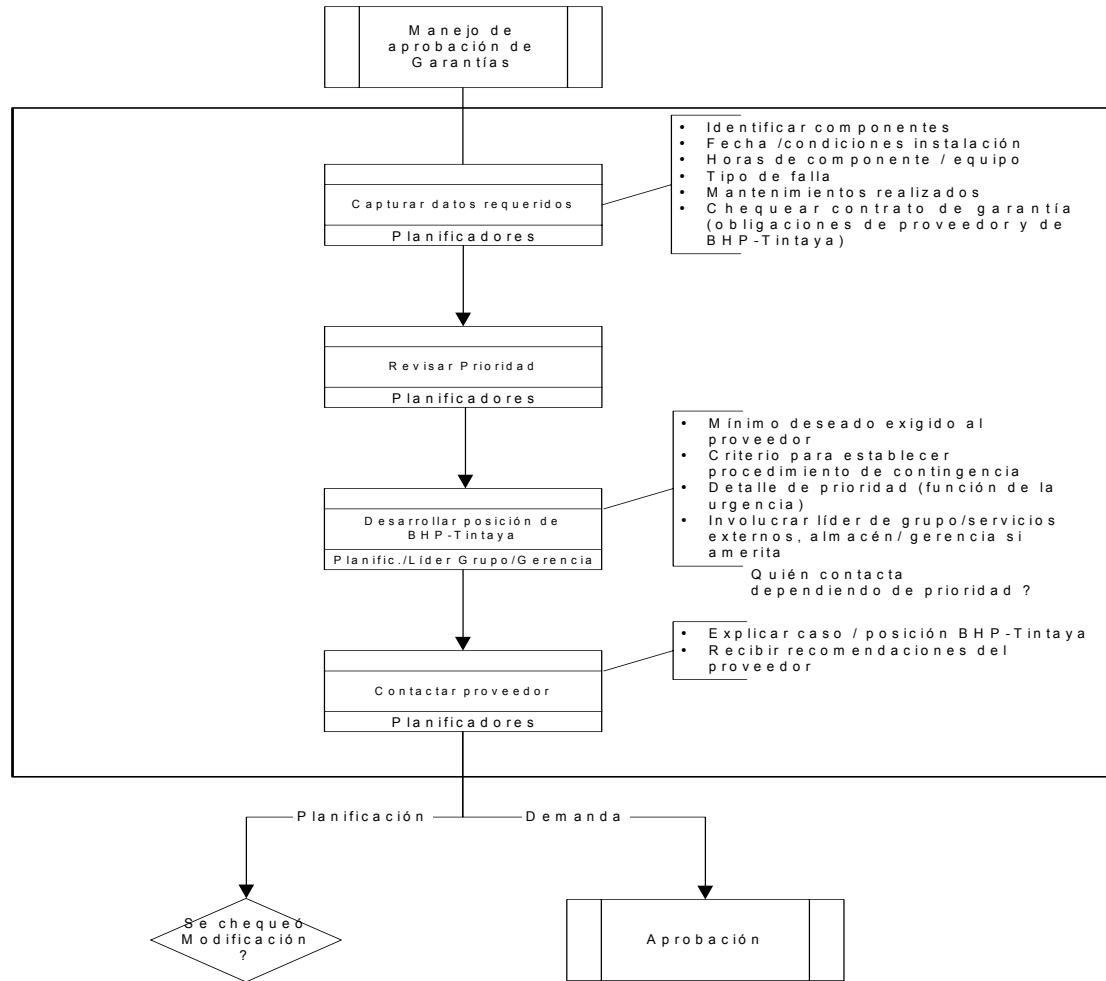






c.2.) Manejo de aprobación de garantías

(figura 7.17)



**c.3.) Manejo de aprobación de modificaciones**

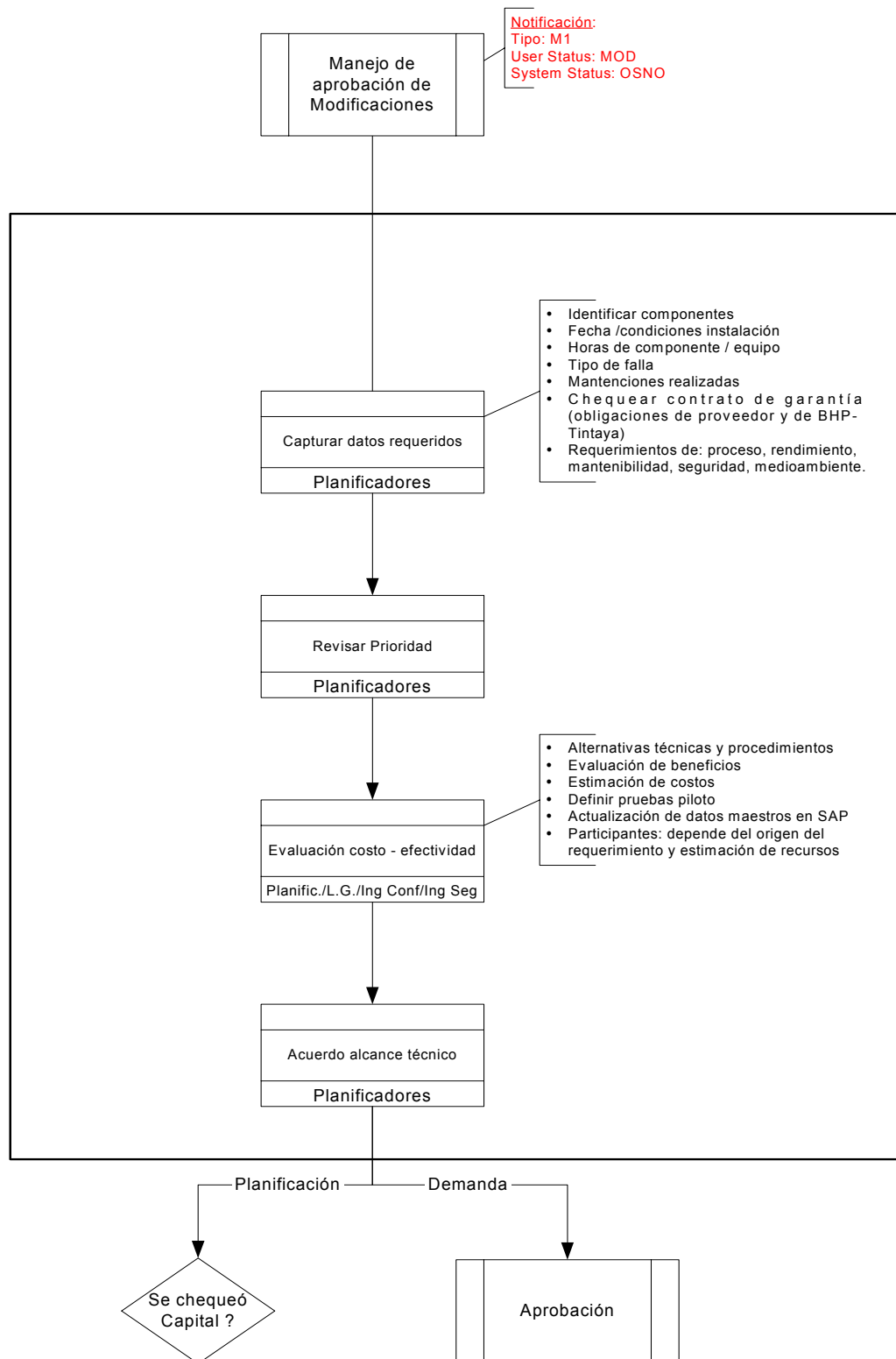


Figura 7.18

**c.4.) Manejo de aprobación de capital**

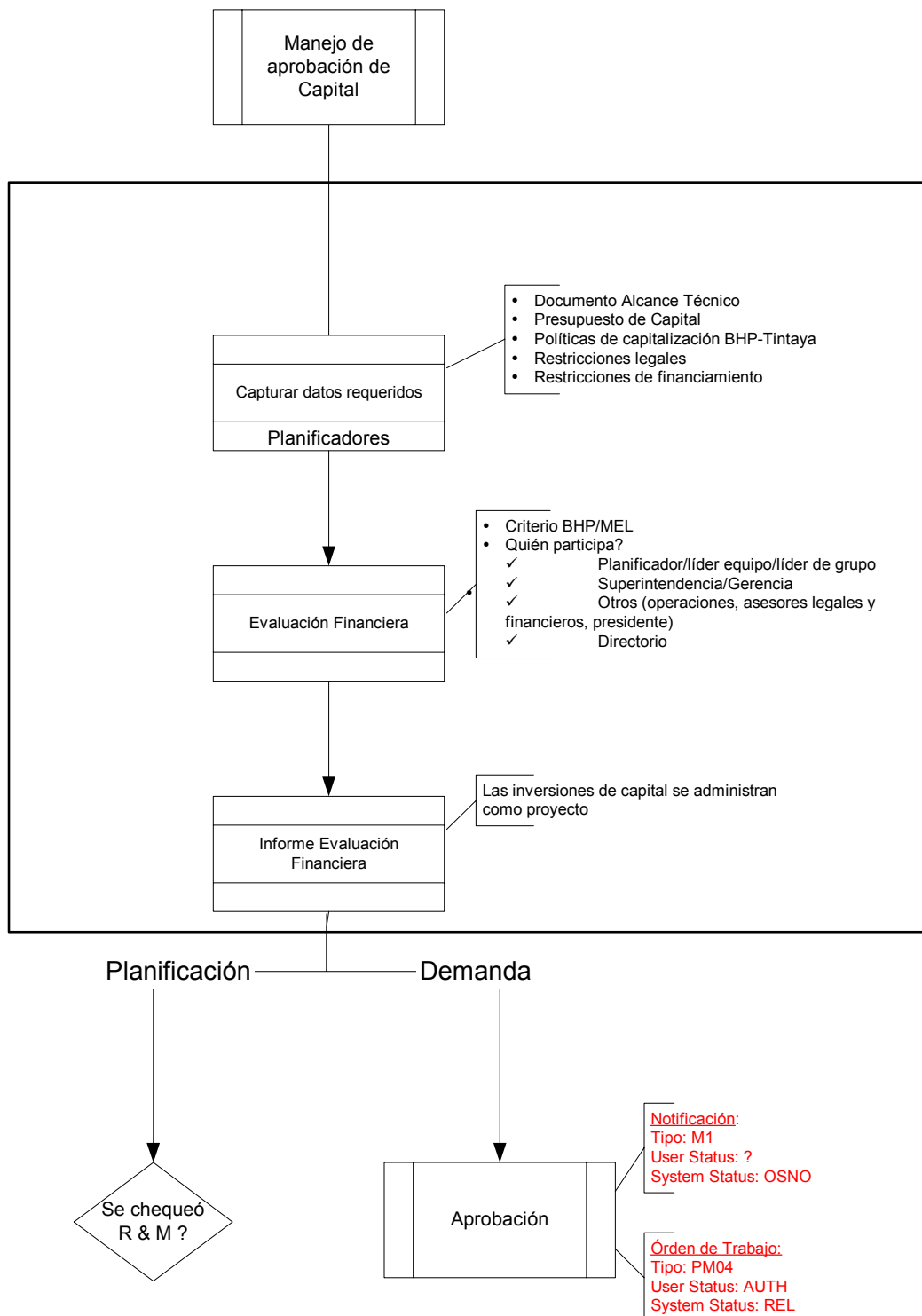


Figura 7.19

**c.5.) Manejo de R & M**

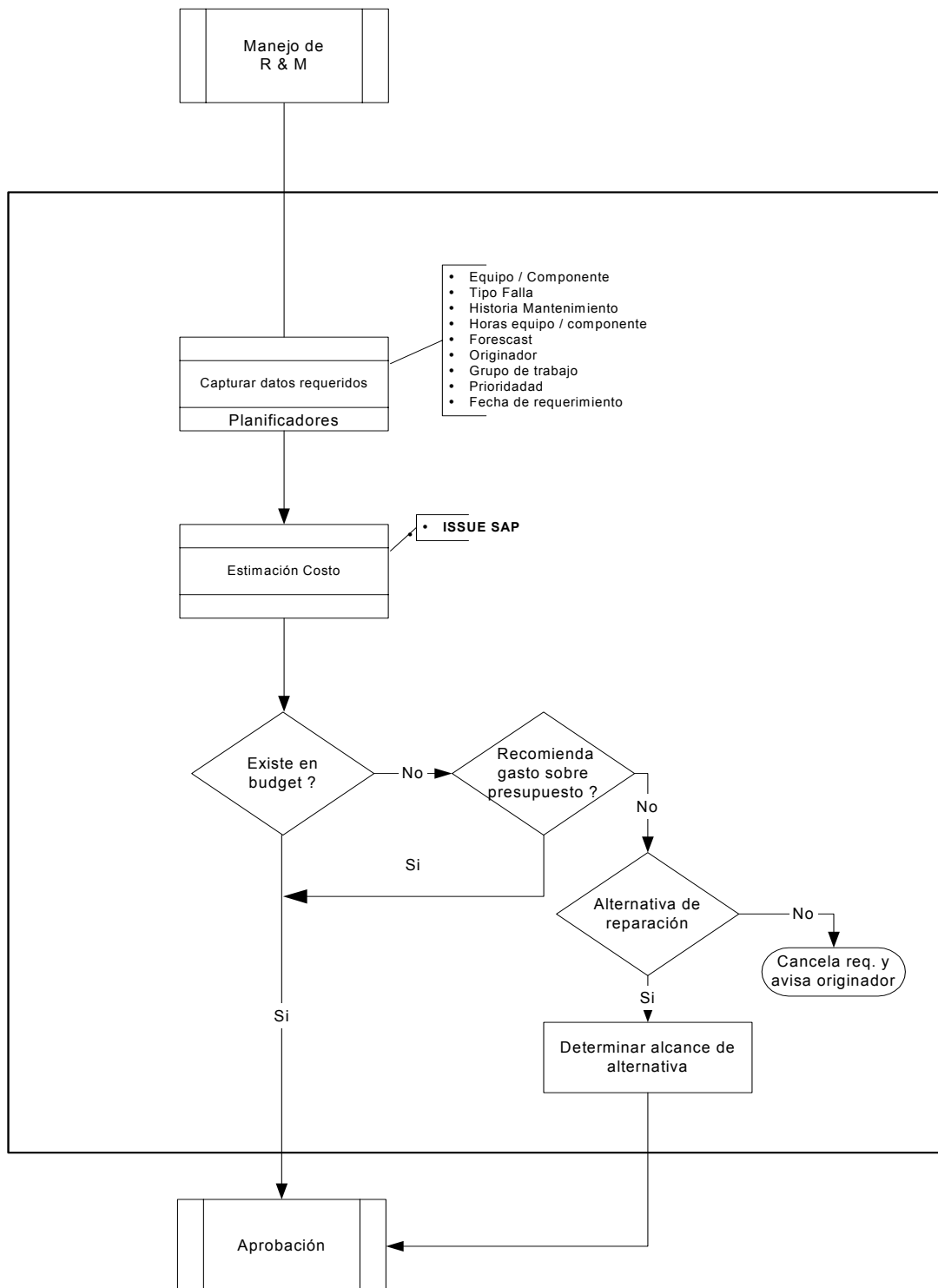
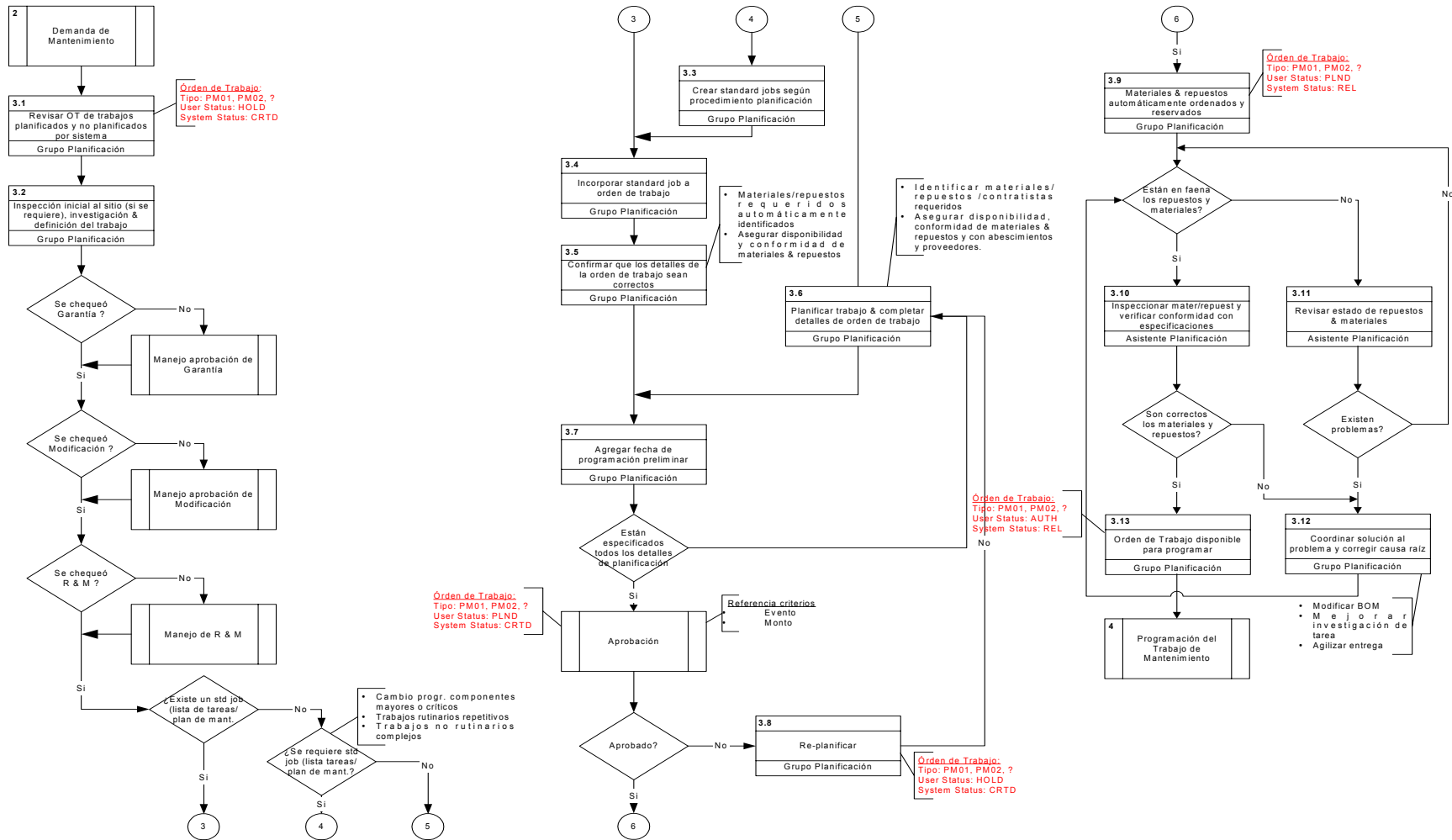


Figura 7.20

## 8.2. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

(figura 7.21)



### 8.3. PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

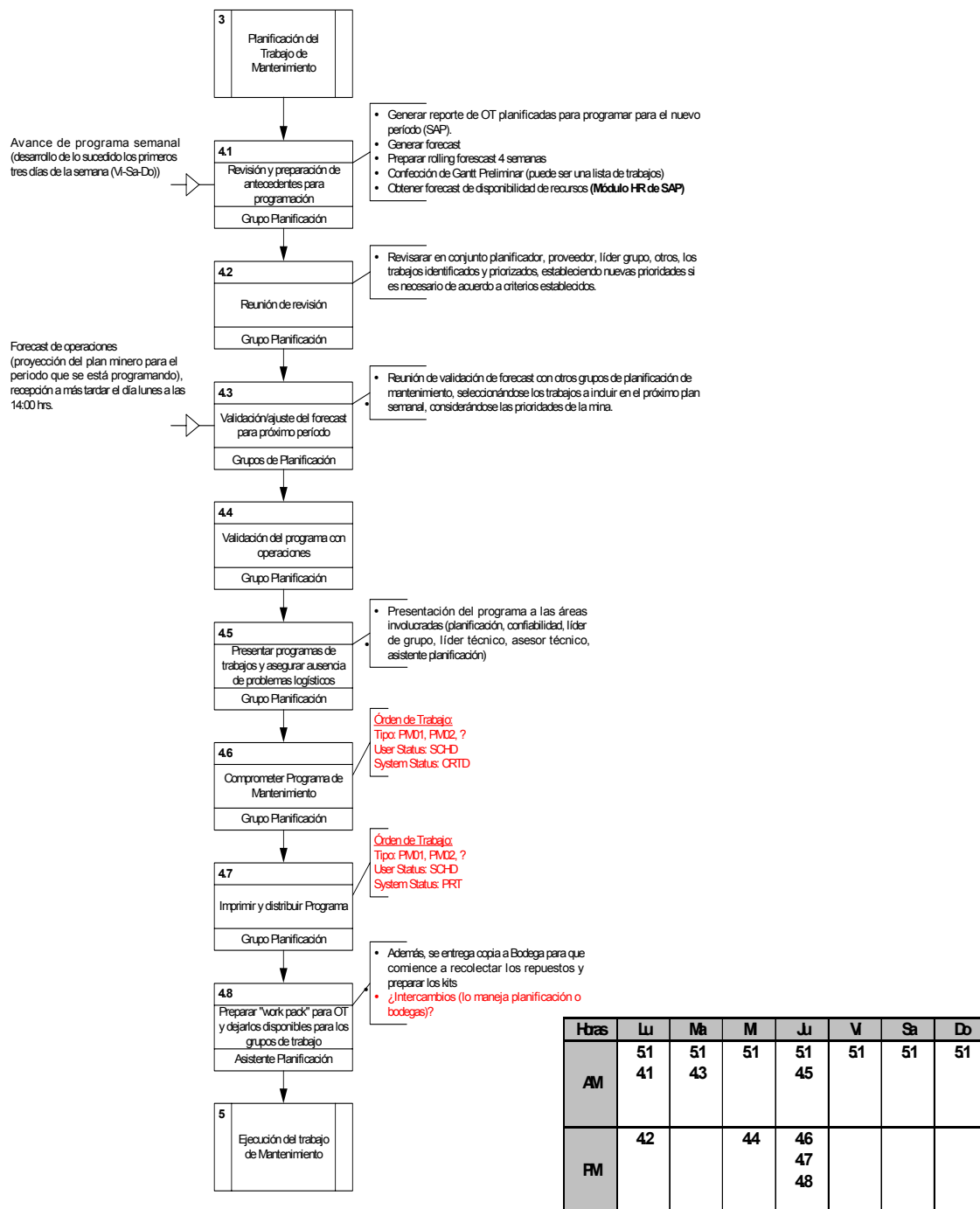


Figura 7.22

### 8.4. EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

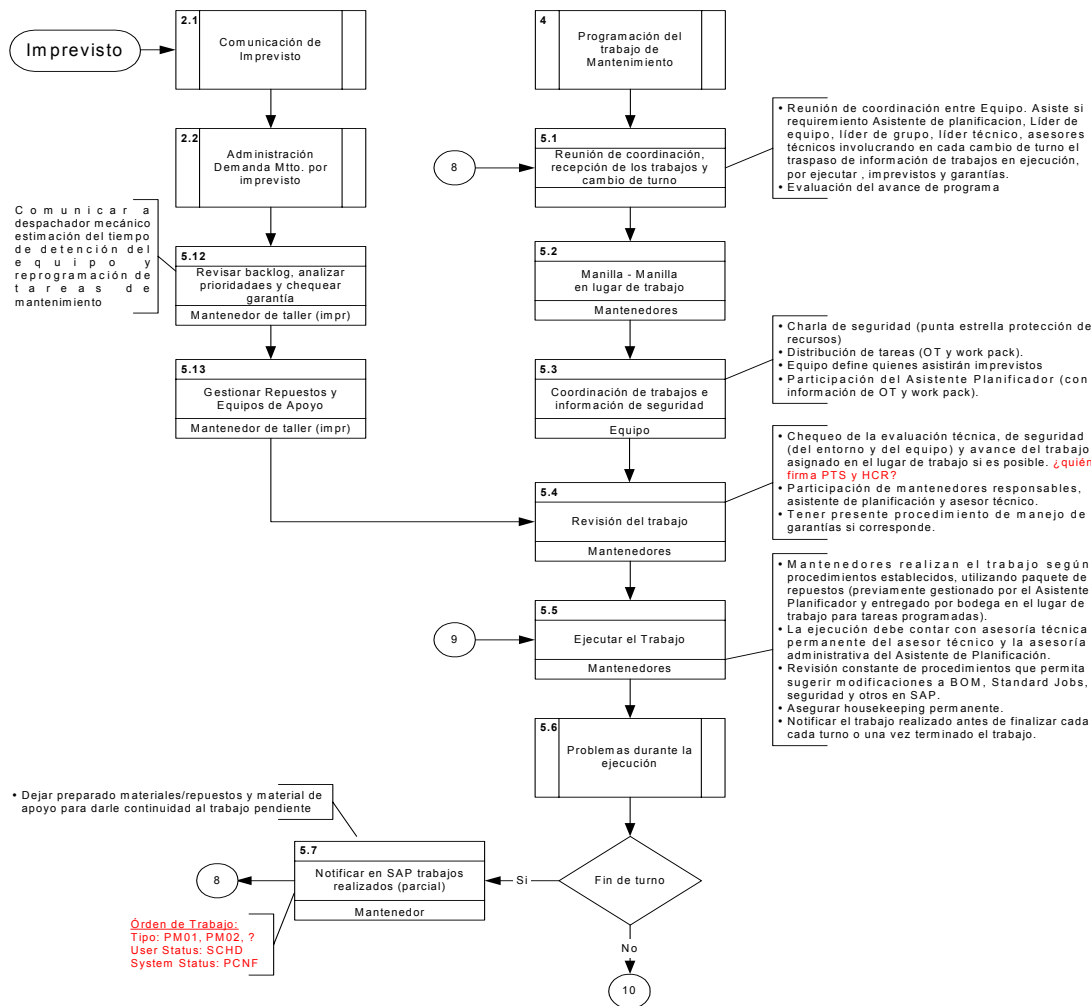
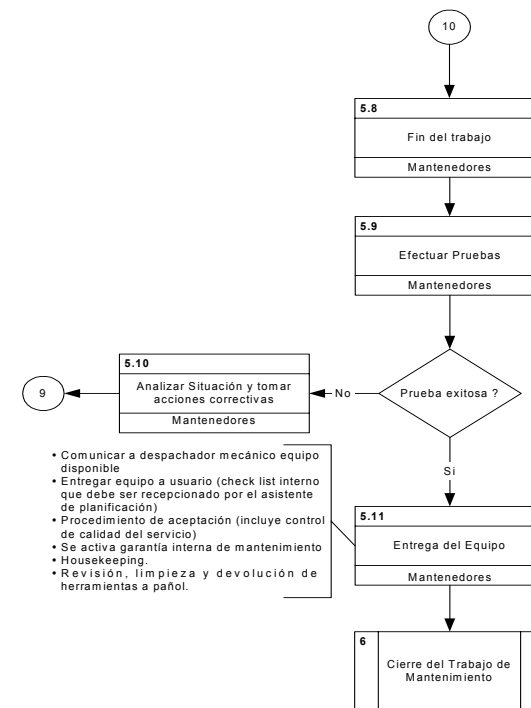
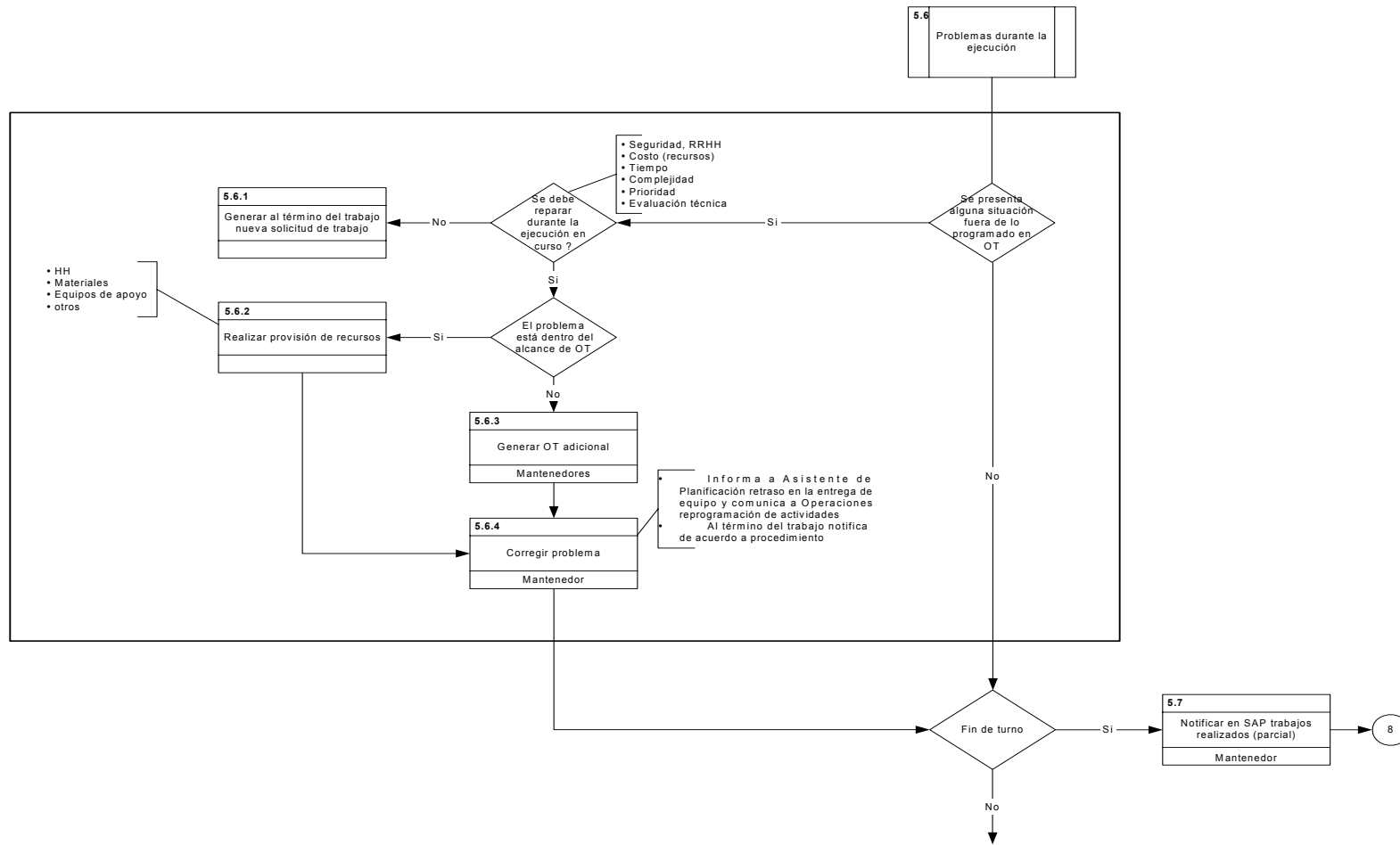


FIGURA 7.23



a). Problemas durante la ejecución

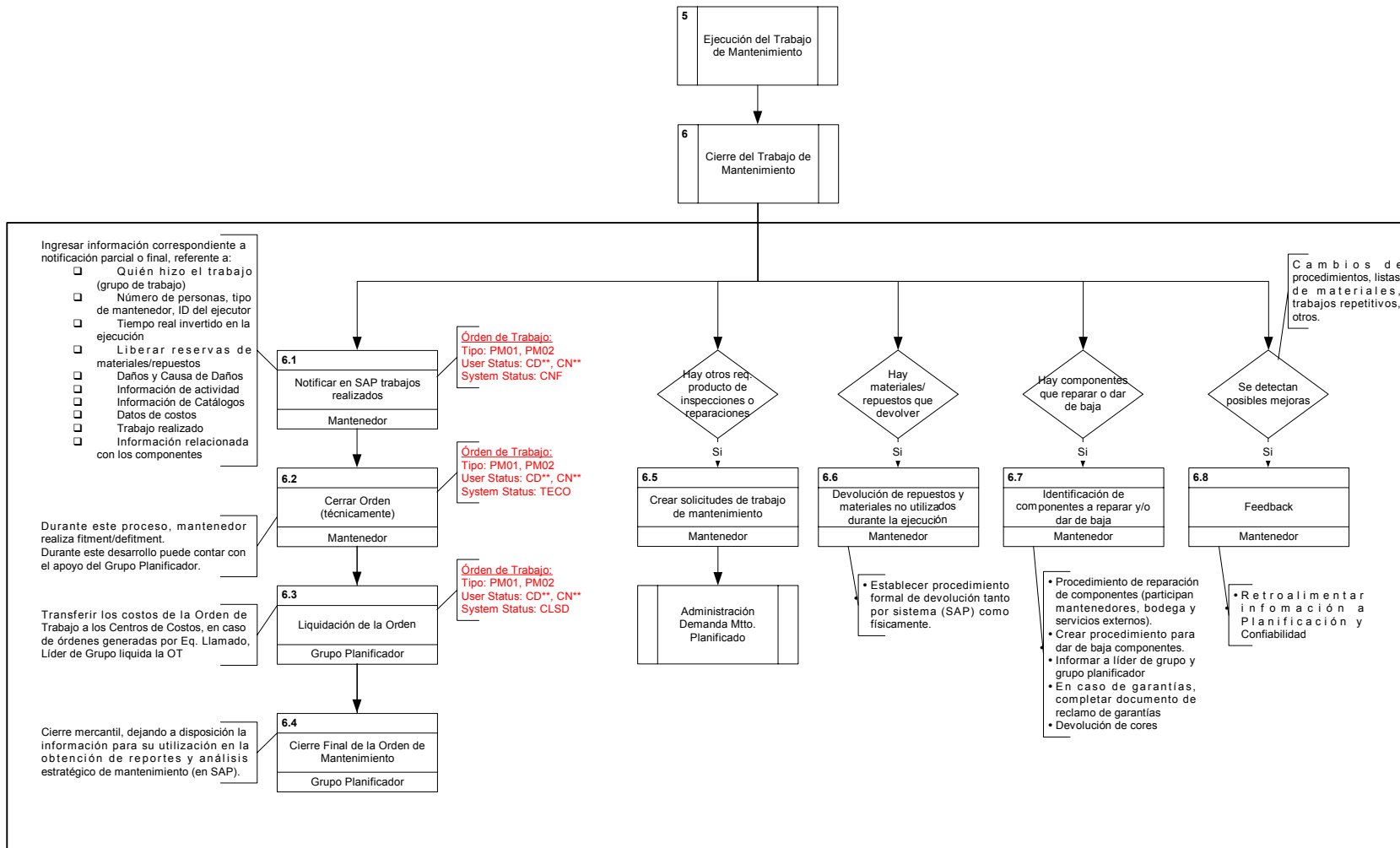
FIGURA 7.24





### 8.5. CIERRE DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

FIGURA 7.25



## 9. APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS MODERNAS PARA ASEGURAR LA CAPACIDAD EXCELENTE EN LA OPERACIONES MINERAS

### 9.1. Confiabilidad dirigida por operador (CDO)

#### **Medida**

30% de reducción en los costos anuales de daños por accidentes.

#### **Desempeño:**

Se seleccionaron como equipos críticos lo siguiente:

- Camión 785B
- Camión 789
- Palas 2300XP

se ha hecho lo siguiente:

a) Identificación de las acciones claves de operación que afectan la confiabilidad del equipo, esto mediante el trabajo conjunto de las áreas de operaciones y mantto, tomando acciones significativas que impactan la confiabilidad de los equipos y para luego determinar limites óptimos aceptables. Todo esto se realiza a través de las reuniones mensuales, realizando planes de acciones para determinados problemas y tomando ciertos compromisos de trabajo, tales como:

- Condiciones de niveles de pisos, accesos y ángulos de peraltes
- Condiciones de disparos para evitar frentes duros.
- Sobrecarga y distribuciones de carga.
- Velocidades, uso de los retardadores frenos, cambios
- Temperatura de llantas, distancia de acarreo, alarmas, etc.
- Precarga y sistema de frenos a 5000 hrs., Soldadura, lubricación, balance de suspensiones.

- b) Todos los operadores han alcanzado el suficiente entendimiento de las técnicas adecuadas y acciones claves que respaldan la confiabilidad de los equipos. Ejemplo:

Una temporada en muchas ocasiones se tuvo problemas con el soplado de la banda de las llantas de los camiones de acarreo. Esto se soluciono cuando se le dio capacitación al personal de lo que significa esta falla que estaba directamente relacionada con la sobrecarga y velocidades de los camiones (Se les explico el significado del TKPH). Después de esto esta falla fue minimizada.

Tienen conocimiento claro que cuando se apaga solo la Pala es porque esta siendo sometida a sobreesfuerzos, y tienen el compromiso de minimizar al máximo los reseteos.

Asimismo en los cargadores las sobre temperaturas les indican que el convertidor esta siendo calado.

Todo esto se esta cumpliendo debido a las reuniones mensuales ya expuestas, en el cual se realizan compromisos las cuales deben cumplirse.

- c) Las reuniones mensuales se hacer para levantar observaciones de rutinas de las acciones claves (a través de los compromisos y durante la operación de los equipos). Tal es así que se identifican estas fallas a través de fotografías en las cuales se pueden observar claramente las condiciones inseguras de operación (peraltes negativos), también a través del VIMS se analizan condiciones inseguras, tales como sobrecalentamiento de los frenos, sobrecargas, etc.
- d) Los operadores tienen conocimiento de que mantener un equipo compacto, lubricado y limpio les proporcionara una operación segura

y efectiva con un rango mínimo de fallas, por lo que tienen el compromiso sólido de que antes de operar el equipo se dan la Vuelta al Gallo para verificar y reportar cualquier condición insegura (Fugas, niveles de aceite, pernos flojos, suspensiones descargadas, falta de pines de orugas, rajaduras de componentes principales: cucharón, lápiz, Castillo del cargador, etc.). Así mismo durante la operación reportaran cualquier ruido extraño, sobretemperatura en algún sistema o funcionamiento errático de algún componente.

Todos estos conocimientos se hace extensivo a todo el personal mediante charlas, presentación de diapositivas y retroalimentación a todo el personal.

## 9.2. Combustible, Lubricante, Aire y Refrigerante limpios (FLAC).

### **Medida:**

Numero de Recomendaciones Implementadas de las Auditorias

Lograr los objetivos del ISO en los niveles de limpieza de lubricantes y combustibles

### **Desempeño**

Todos los lideres de equipo y de grupo tienen conciencia de la importancia de la limpieza en los sistemas de Combustible, lubricación, sistema de aire y refrigeración, haciéndole extensivo a todo su personal mediante las charlas técnicas que se dan semanalmente, de acuerdo a los análisis que nos entrega diariamente el departamento de Predictivo y Ferreyros, tales como: Dilución de los aceites, Silicio en sistemas hidráulicos, motor y componentes de palas, Temperaturas de pines de refrigerantes y pines de Castillo de cargador. etc.

### 9.3. Medición & Análisis de pérdida total.

#### Medidas

Mas del 90% en “Identificación de las Perdidas Operacionales”

Lograr la conformidad en los reportes de los KPI's de Mantenimiento a la Corporación.

#### Desempeño:

Se han identificado parte de las perdidas que afectan a nuestros equipos, tanto al proceso como al equipo.

A continuación se muestran 2 ejemplos de diagramas de causa y efecto de las variaciones de la productividad y disponibilidad de los equipos.

Figura 7.26. Causa y efecto de la variación de la productividad (TM / Hr)

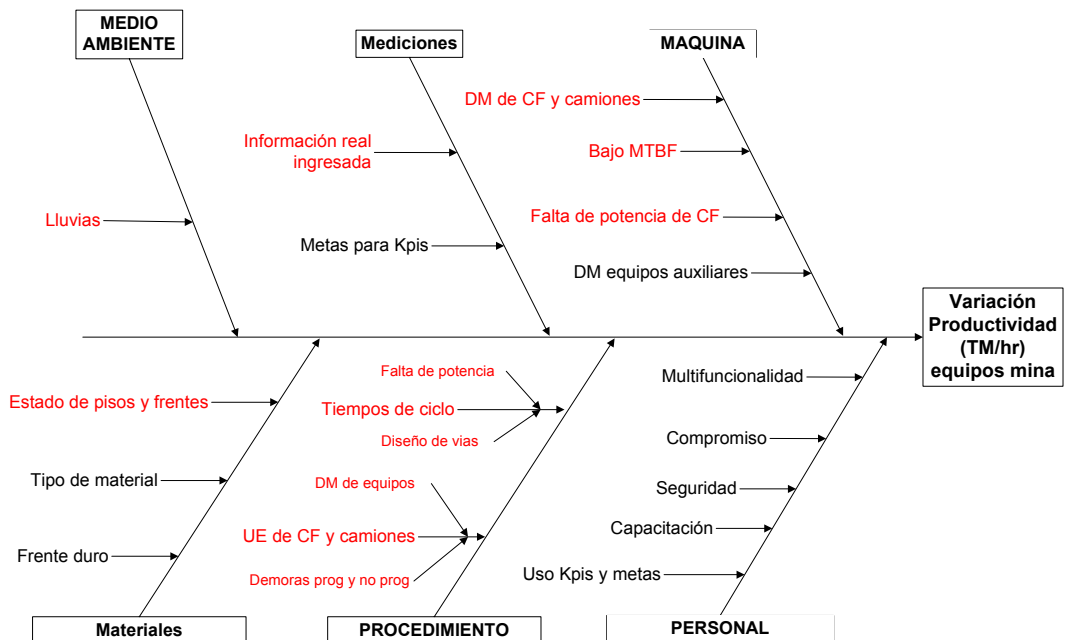
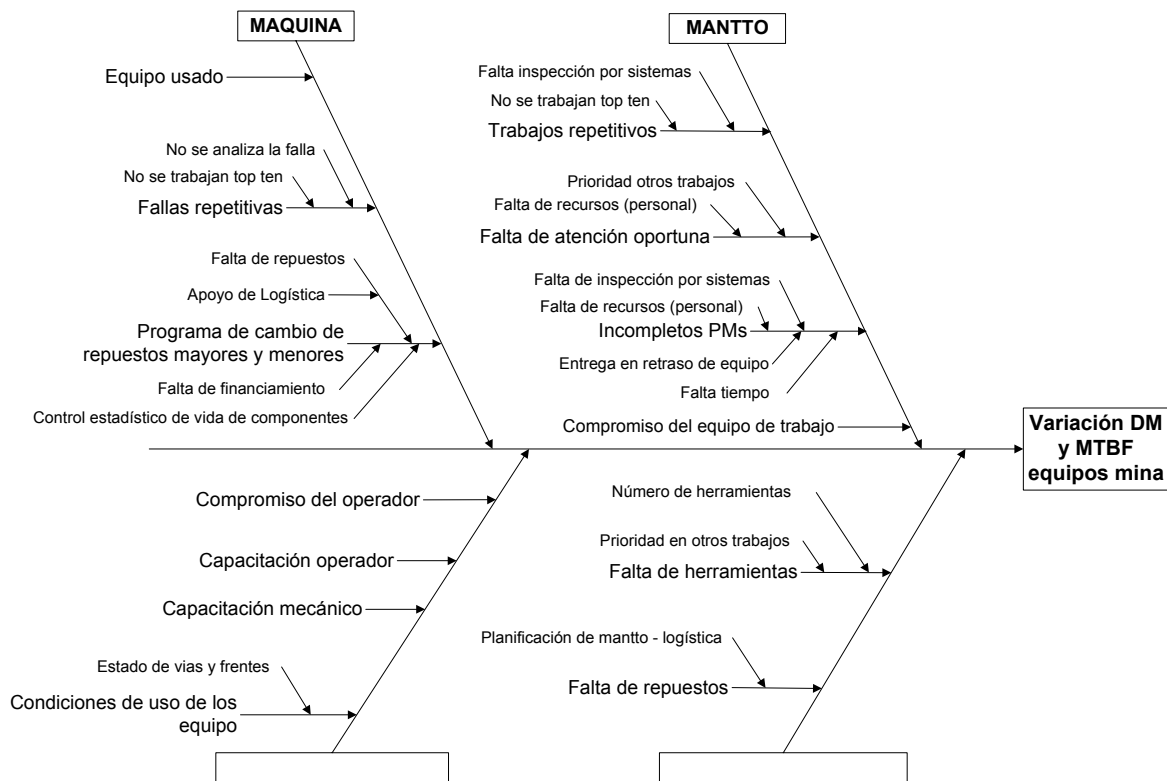


Figura 7.27. Causa y efecto de la disponibilidad mecánica de los equipos



9.4. Excelencia en solución de problemas.

**Medidas:**

Numero de Problemas eliminados en los equipos y planta críticos

Lograr mas del 90% en la “Determinación de la Causa Raíz de las Perdidas Operacionales” dentro de tres años

**Desempeño:**

En el área de mantenimiento se ha seleccionado 1 entrenador, quien da soporte al desarrollo y sustento de la capacidad para resolver problemas quien se encuentra parcialmente dedicado

**Ratio aproximado = 1 / 150** (1 entrenador por cada 150 empleados)

Nuestros Problemas mas comunes fueron identificados, estos son:

- Problemas en Mandos Finales de Camiones
- Problemas de alta Temperatura de motor de Camiones 789
- Orugas de tractores D9L, D10N y D10R
- Compuerta cucharón 1900AL y 2300XP
- Problemas Mandos Finales de Palas
- Rajaduras Boom de Palas 1900AL
- Cucharones cargadores 994
- Llantas
- Sistemas Eléctricos

A continuación se muestra un ejemplo del diagrama de distribución de fallas que se realiza para analizar las fallas comunes de los equipos (figura 7.28):

DISTRIBUCION DE FALLAS POR SISTEMA FLOTA CAMIONES 789

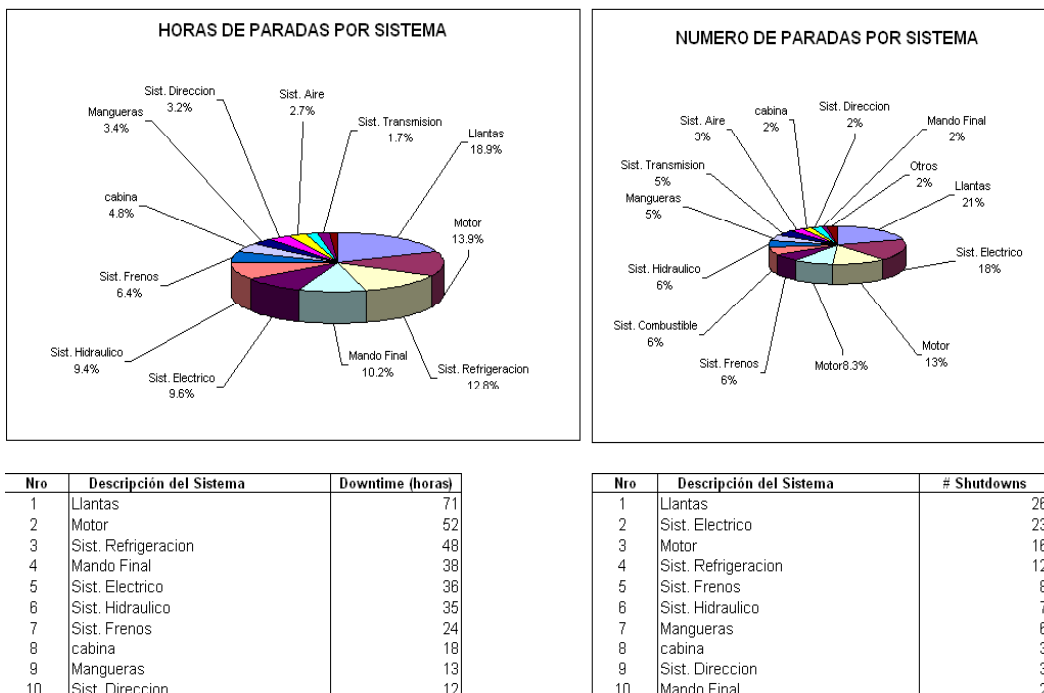


Figura 7.28. Distribución de fallas por sistema en flota de camiones 789

Se da también otro ejemplo de análisis de falla que se realiza a través de un formato y se inserta en el aviso de la orden de trabajo, completando de esta manera el análisis respectivo de la anomalía ocurrida (ver figura 7.29)

<b>ANALISIS DE FALLA DE EQUIPO</b>			
<b>Falla reportada: Falta de Aislamiento en Armadura Motor Empuje</b>			
<b>Equipo:</b> Pala 2050	<b>Componente:</b> Motor de Empuje	<b>Fecha:</b> 01 de Setiembre 2003	<b>Horometro:</b> 24211
<b>Acción Preventiva Previa</b> Se recomienda hacer pruebas con el Beaker para descartar cortocircuito entre delgas, entre espiras			
<b>Acción Correctiva para esta Falta</b> Rebobinado de Armadura y cambio de bobinas de campo principal e interpolos			
<b>Otra Información</b> Se enviara a Reparar a Lima, según propuesta			
<b>ANALISIS</b>			
<b>DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO</b>			<b>CONCLUSION</b> Se encontro Aislamiento Perforado en forma puntual  <b>CAUSA BASICA</b> Fatiga o tiempo de vida del componente y sumado a su falta de mantenimiento previo a ser instalado a la Pala, ya que este componente estuvo sin trabajar durante unos 4 años en la Mina Robinson
<b>ACCION CORRECTIVA</b>			
<b>Acciones requeridas para prevenir su reparación</b>		<b>Quien?</b>	<b>Para cuando</b>
- En cada Mantenimiento Preventivo de la Pala se inspeccionara todos los motores para evitar la perforación del aislamiento		J. Champi	Cada vez que se realice PMS
<b>Otras aplicaciones</b>			
<b>Analizador</b> J. Champi/G. Santa	<b>Lider Grupo Mantto.</b> J. Champi	<b>Superint.de Mantto.</b> Carlos Chin	<b>Gerente . Mantto</b> Victor Pariona
			<b>Fecha culminación</b> 01 Setiembre 2003

Figura 7.29. Análisis de falla de equipo.



9.5. Estrategia de reemplazo optimizado de Equipos Móviles

**Mediciones**

Más de 2% en la reducción de costos unitarios anuales en Reparaciones & Mantenciones de los equipos móviles.

**Desempeño:**

Este reemplazo de Equipos se hace de acuerdo a los siguientes parámetros.

Altos costos unitarios que se reportan mensualmente, esto debido a fallas continuas de los equipos los cuales solo realizan periodos cortos de operación

Disponibilidades bajas de dichos Equipos reportadas por Operaciones.

Cuadro de reemplazo de equipos según vida estándar ajustadas a las condiciones de operación y experiencia del personal.

9.6. Confiabilidad dirigida por Mantenimiento (CMD).

**Mediciones:**

De 3 a 7 acciones correctivas generadas por cada 10 tareas Preventivas

Incrementar el cumplimiento del programa (en el desempeño del tiempo) en las rutinas del mantenimiento preventivo, 70% en el 1er año, 80% en el segundo año y 90% en el tercer año

**Desempeño:**

La principal tarea con valor agregado fue el proceso de revisión de los **Top Ten** serios que más nos afectan. Ejemplo.

- Disponer de un trabajador exclusivamente para proteger que las mangueras se dañen por rozamiento y así disminuir los altos costos de consumo de mangueras y paradas de equipos.

- Disponer de dos hombres para hacerle precarga a los cubos delanteros y mandos finales a las 5000 hrs., esto para alargar la vida de estos componentes.
- Disponer los soldadores para tener en stand by componentes principales tales como: Baldes, cucharones, lápices, bull dozers, etc.
- Disponer de personal para la rotación de las llantas dentro de los PMs
- Monitoreo mediante análisis de aceites, esto para alargarle las horas de cambio en los componentes.

Como consecuencia de las nuevas tareas al personal tenemos mayores disponibilidades de los equipos logrando superar los Budget de producción, obteniendo como resultado situaciones que nos permiten mejorar la productividad y reducir costos, siendo compensados por la empresa a través de premiaciones (Gainsharing, víveres, etc).

#### 9.7. Administración del trabajo disciplinado.

##### **Mediciones**

Lograr un promedio del 75% en el control del trabajo en 3 años (incluyendo la administración de materiales)

##### **Desempeño:**

El trabajo disciplinado lo estamos consiguiendo a través del uso de los procedimientos y pautas del modelo de Administración de Trabajos de mantención ya explicado anteriormente.

#### 9.8. Migración rápida & ordenada a SAP.

##### **Mediciones:**

Lograr la ejecución del SAP

**Desempeño:**

Actualmente se viene utilizando el sistema SAP el cual significa:

‘Sistemas, Aplicaciones y Productos’

Paquete de software totalmente integrado

Opera con la tecnología cliente - servidor

Basado en Windows

Sistema en Línea y en Tiempo Real

Utiliza procesos basados en transacciones

Ofrece capacidad de recuperación total

**Funciones:**

GSAP ofrece un sistema integrado compuesto por:

Finanzas, Costos, Abastecimiento, Mantenimiento, Servicios a los Empleados, Remuneraciones

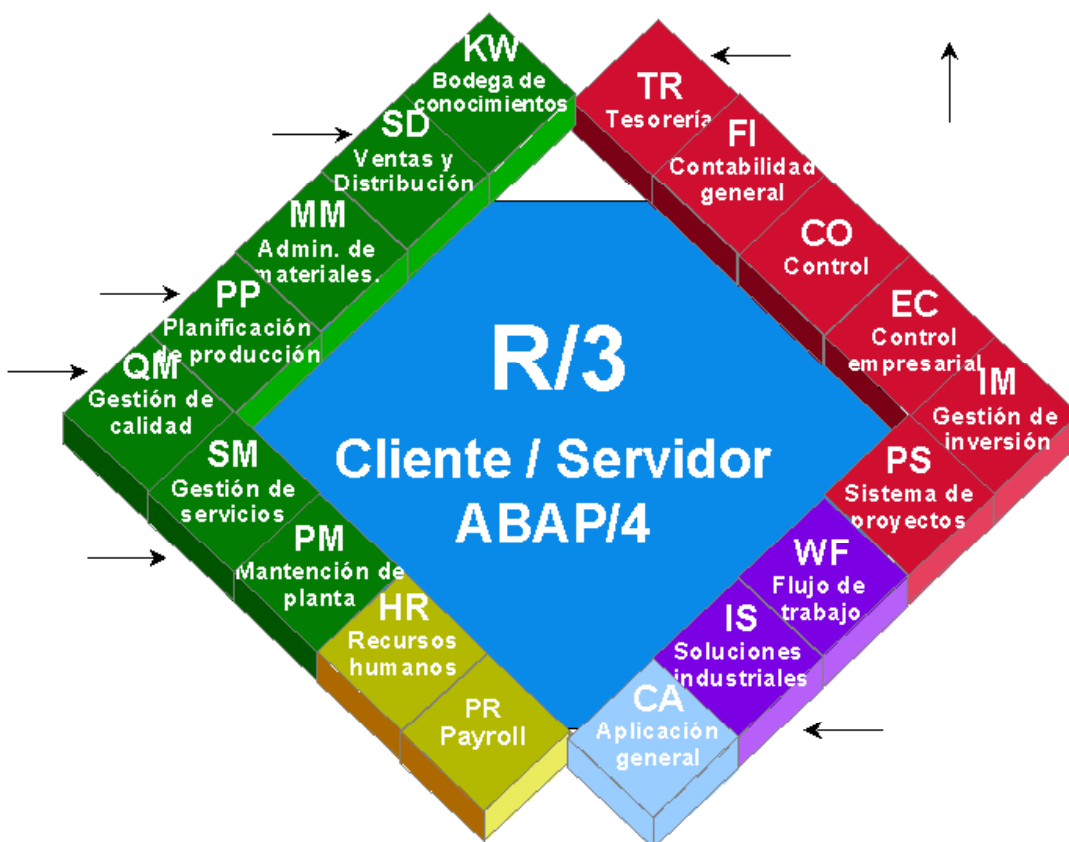


Figura 7.30 Sistema Integrado GSAP R/3

Ejemplo del flujo de un trabajo en SAP que sigue los procedimientos y pautas del modelo de Administración de Trabajos de mantención

Se crea el Aviso:

The screenshot shows the SAP PM 'Visualizar aviso-MT: Solicitud de Trabajo' screen. The main data fields are as follows:

Aviso	71522335	M1	Diagnostico motor empuje 20-50
Status	MECE MERE MIMP ORAS	APPR	
Orden	11261175		

Navigation tabs include: Requerimiento de Trabajo, Historico, Aviso Subsecuente, Ubicacion, Fechas, Analisis de Fallas.

**Objeto de referencias**

Ubicación técn.	PAL2050-D-005	Motor de Empuje
Equipo		
Conjunto		

**Fechas extremas**

Inicio deseado	03.09.2003	07:28:04	Prioridad	Completo en 24hr
Fin deseado	04.09.2003	07:28:04	<input checked="" type="checkbox"/> Parada	

**Responsabilidades**

Grupo planif.	MPL / 6300	Palas		
Pto.tbjo.resp.	MPAL01 / 6300	Palas		
Dpto.responsabi				
Usuario respons				
Autor del aviso		Fecha de aviso	01.09.2003	19:43:15

Figura 7.31 Aviso de Trabajo

Cuando se cierra el aviso, en el se incluyen toda la historia ocurrida en la ejecución de trabajo. Se explican las causas básicas de la anomalía y también se incluyen los análisis de falla.

Aviso PM Tratar Pasar a Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Visualizar aviso-MT: Solicitud de Trabajo**

M1

Status

Orden

**Circunstancias**

Codificación

Descripción

03.09.2003 08:29:38 Nestor Holguin (CDHOLNN)  
 Reparacion motor empuje por perdida de aislamiento  
 04.09.2003 10:37:51 Gustavo Santa Maria (CD9SANG)  
 Se saco el motor de empuje de la pala 2050 por falla, S inspecciono la  
 Armadura encontrandose en corto cicuito puntual. Los interpolos y los  
 campos se encuentra con aislamiento deteriorado. Todo el conjunto  
 se enviara a LIMA para su reparacion. Ver aviso subsecuente

**Posición**

Parte objeto

Sint. avería

Texto

Causas avería

Texto causa

Entrada 1 De 1

**Repercusión en la instalación**

Ubic. técnica afect.  Motor de Empuje

Equipo afectado

Repercusión

**Disponibilidad de la instalación**

Dispon. antes avería  Est.ins. antes avería

Dispon. tras avería  Est.ins. tras avería

Dispon. tras medida  Est.inst. tras medida

**Datos avería**

Inicio-avería    Parada

Fin de avería   Duración parada  H

Figura 7.32. Aviso – MT : Solicitud de Trabajo

Ejemplo de una Orden de Trabajo, aquí se indican la parte del componente averiado, las fechas de trabajo de inicio y fin aproximadas, la prioridad.

Figura 7.33. Formato de modificatoria de trabajo no rutinario.

Así también en la Orden se planifican las Horas hombre que se utilizaran.

Op.	PstoTbjo	Ce...	Cta...	Clv.mod	E.	Txt.br.operación	TE	Trabajo	Un	C...	Dur.	ClvCá	CIAct	Puesto descarga	Co...
0010	MPAL01	6300	PMIN			Diagnostico motor empuje 20-50		66.0	H	2	33.0	Calcular tra.	951110		
0020	MELEC	6300	PMIN						H						
0030	MELEC	6300	PMIN						H						
0040	MELEC	6300	PMIN						H						
0050	MELEC	6300	PMIN						H						
0060	MELEC	6300	PMIN						H						
0070	MELEC	6300	PMIN						H						
0080	MELEC	6300	PMIN						H						
0090	MELEC	6300	PMIN						H						
0100	MELEC	6300	PMIN						H						
0110	MELEC	6300	PMIN						H						
0120	MELEC	6300	PMIN						H						
0130	MELEC	6300	PMIN						H						
0140	MELEC	6300	PMIN						H						
0150	MELEC	6300	PMIN						H						

Figura 7.34. Modificación de trabajo no rutinario – resumen de operaciones.

Del mismo modo se reservan los materiales a utilizar.

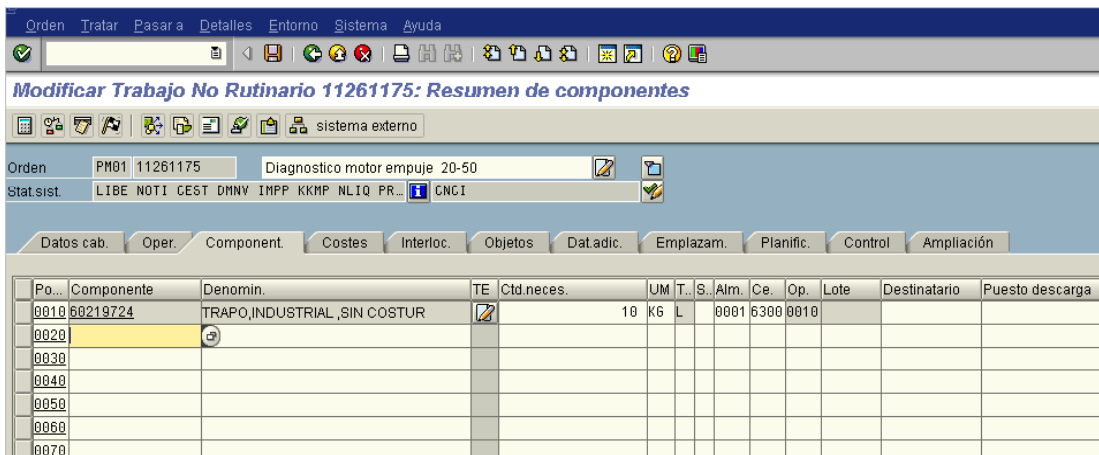


Figura 7.35. Modificación de trabajo no rutinario – resumen de componentes.

Y se colocan los costos planeados y estimados que se gastaran

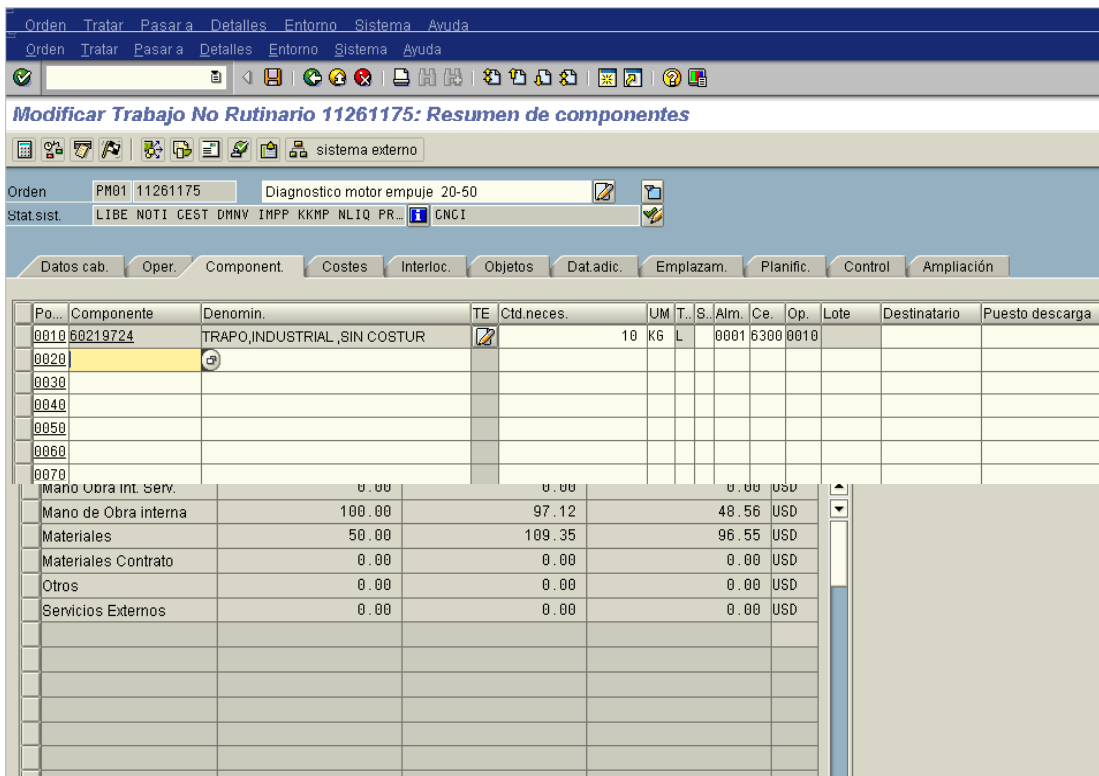


Figura 7.36. Modificación de trabajo no rutinario – resumen de costos.

Posteriormente con la Notificación real de horas hombre utilizadas para ese trabajo, confirmo mi planificación.

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

Modificar Trabajo No Rutinario 11261175: Resumen de componentes

Orden: PM01 11261175 Diagnostico motor empuje 20-50

Stat.sist.: LIBE NOTI GEST DMNV IMPP KKMP NLIQ PR... GNCI

Datos cab. Oper. Component. Costes Interloc. Objetos Dat.adic. Emplazam. Planific. Control Ampliación

Po...	Componente	Denomin.	TE	Ctd.neces.	UM	T.	S.	Alm.	Ce.	Op.	Lote	Destinatario	Puesto descarga
0010	60219724	TRAPO,INDUSTRIAL,SIN COSTUR			10	KG	L	0001	6300	0010			
0020													
0030													
0040													
0050													
0060													
0070													

Figura 7.37. Modificación de trabajo no rutinario – resumen de componentes.

Y ya la orden juntamente con el aviso ya estarían listas para cerrarla

9.9. Optimización de la “Tercerización”

**Mediciones:**

Lograr el 80% en el elemento “Administración del Contratista”

Lograr beneficios identificados en el desempeño de los contratistas

**Desempeño:**

Se están aplicando las políticas dadas por la Red de Mantencion de la Corporación

9.10. Mejoramiento del Liderazgo

**Mediciones**

Lograr el plan mejoramiento y culminación de proyectos

**Desempeño:**

Fue establecido un grupo de Excelencia Operacional, quienes están capacitados para mejorar cualquier etapa de un proceso productivo.



Todos los empleados tienen una revisión de su Performance anual de acuerdo cuando se vayan desarrollando proyectos, se podrán realizar las revisiones anuales de su rendimiento.

9.11. Repetición de mejores prácticas.

**Mediciones**

Prácticas compartidas o copiadas de otros sitios por sitio por año

**Desempeño:**

A través del Master Mechanic, el cual consiste en la agrupación de representantes de las grandes empresas mineras del país (externo), se copian las mejores practicas. También se realiza a través de toda la corporación.

Se realizan las mejores practicas también a través de los grupos de Excelencia Operacional.

9.12. Aseguramiento de operaciones nuevas y competentes

**Mediciones:**

Lograr mas del 75% de los 22 elementos de la eevaluación del proceso de mejoramiento de mantención dentro de 1 año.

Lograr mas del 85% del Elemento "Modificación y Adquisición de la Planta" dentro de tres años.

**Desempeño:**

Se esta adquiriendo Equipos Nuevos, tales como:

PALAS P&H 2800XPB 65 ton

CAMIONES KOMATSU 830E 240ton

PERFORADORAS P&H 100B

UN TALLER MUCHO MAS GRANDE, para realizar servicios a estos equipos.

## 10. RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS METAS GLOBALES ESPERADAS

A continuación se muestran las graficas que se han obtenido al aplicar estas estrategias. Se ha seleccionado los equipos críticos de la empresa.

Además de esto cabe recalcar que se ha venido trabajando con los mismos equipos desde el año 1995. Posteriormente se tiene planeado la compra de nuevos equipos que reemplazarán prácticamente a todas estas flotas mencionadas. Mientras observaremos como se han comportado los equipos que actualmente utilizamos.

### Meta 1 : Reducción del Tiempo de Paradas:

Se han identificados los “Top Ten” de fallas o fallas mas relevante durante los años 2000 y 2002, para luego hacer la comparación y calcular el porcentaje de disminución de paradas que existió en estos periodos.

#### 10.1. “Top Ten” fallas flota Camiones Caterpillar modelo 785B

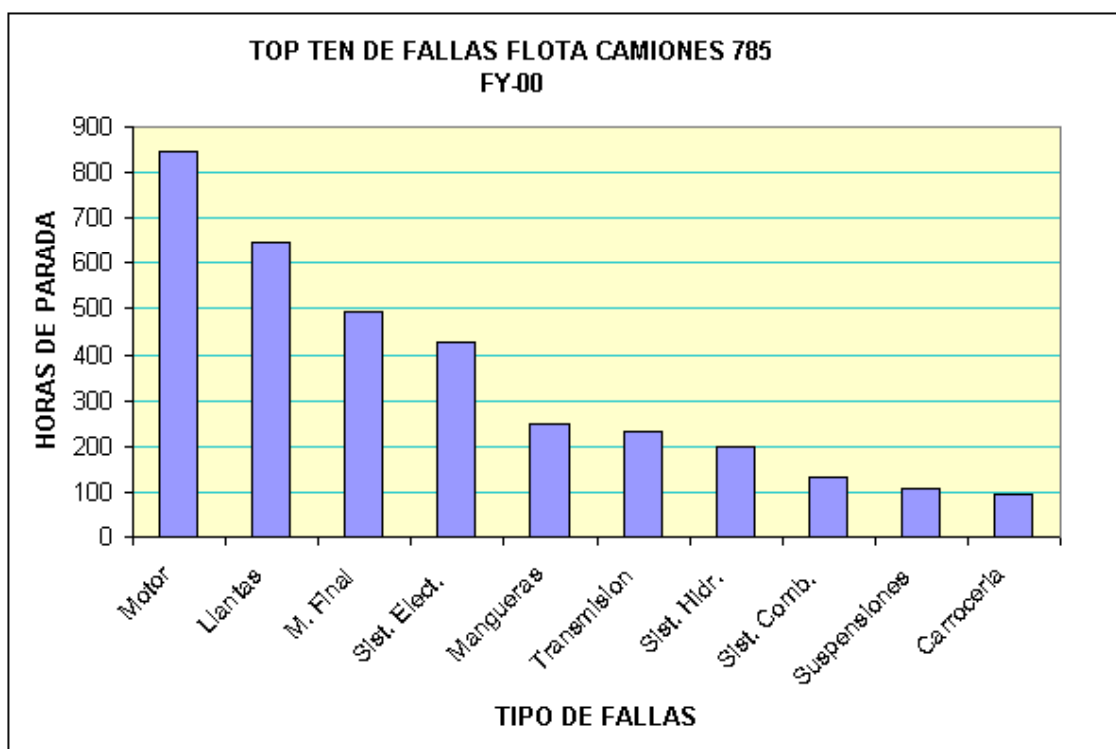


Grafico 7.5.

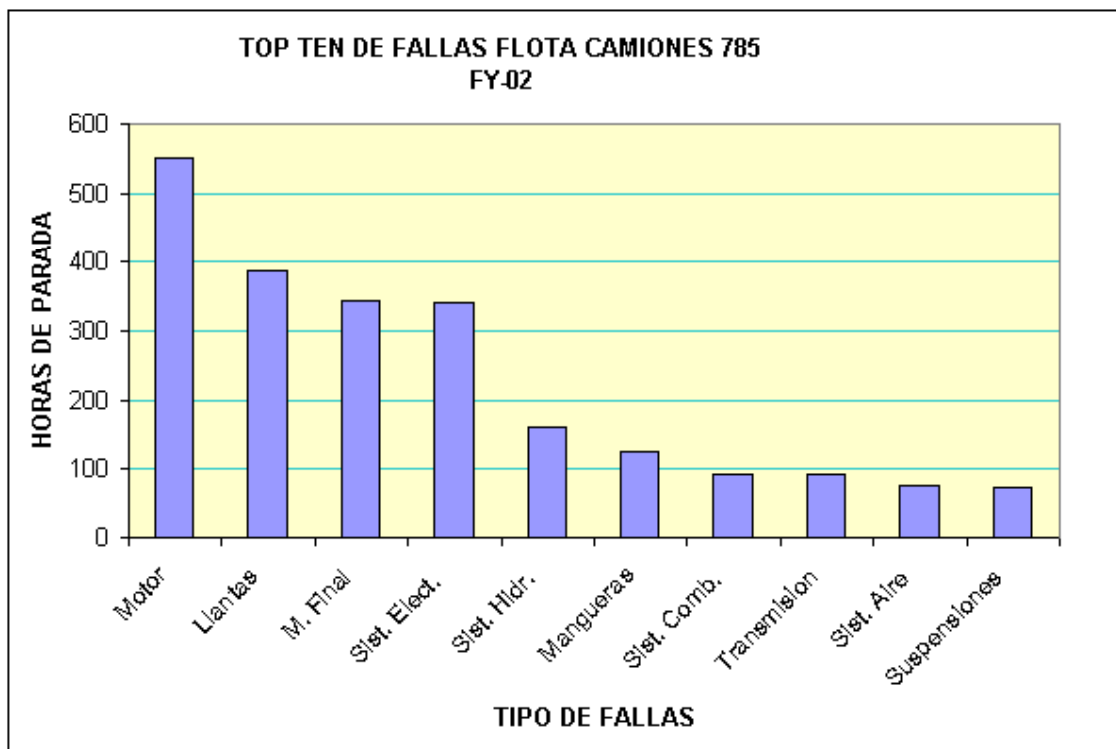


Grafico 7.6.

De las graficas se concluye una reducción en el Tiempo de Paradas en los Camiones 785B de aproximadamente 34%

10.2. Top Ten” fallas flota Camiones Caterpillar modelo 789

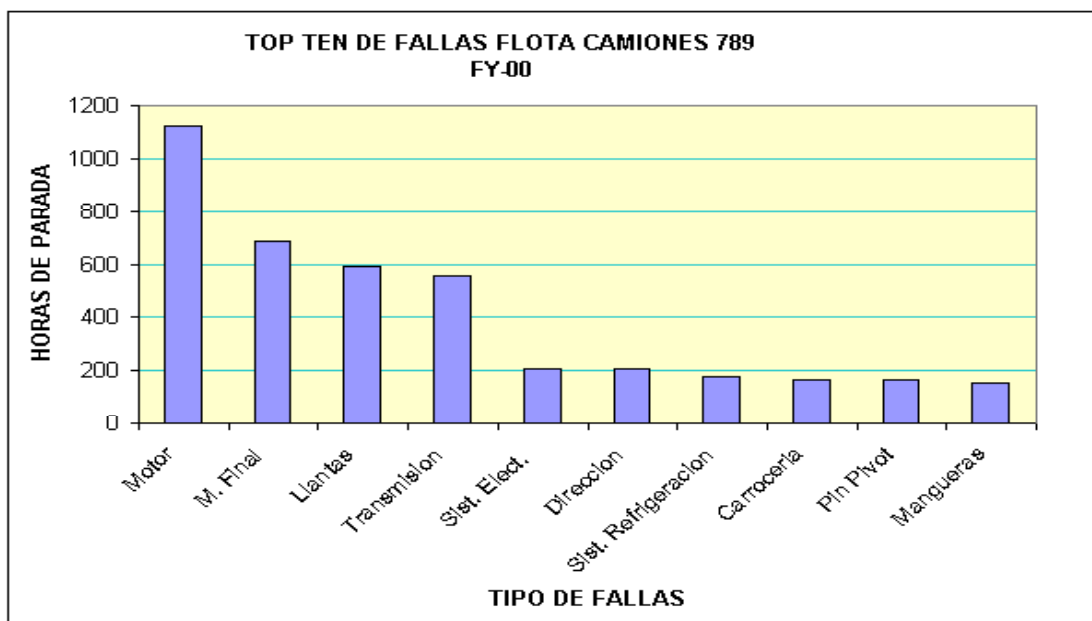


Grafico 7.7.

De las graficas se concluye una reducción en el Tiempo de Paradas en los Camiones 789 de aproximadamente 37%

10.3. "Top Ten" fallas flota Palas P&H modelo 2300XPB

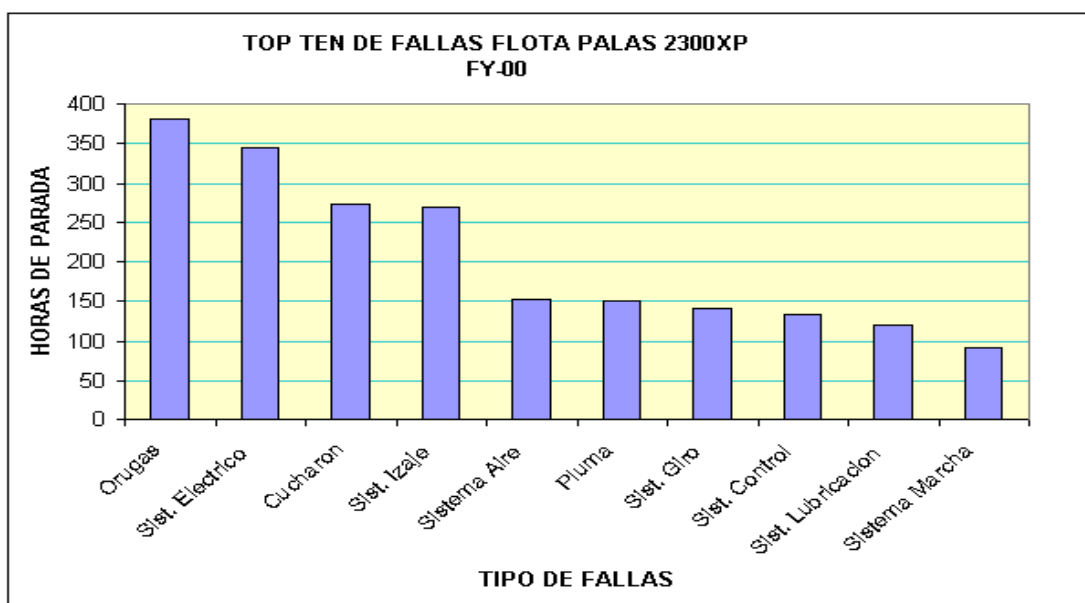


Grafico 7.8.

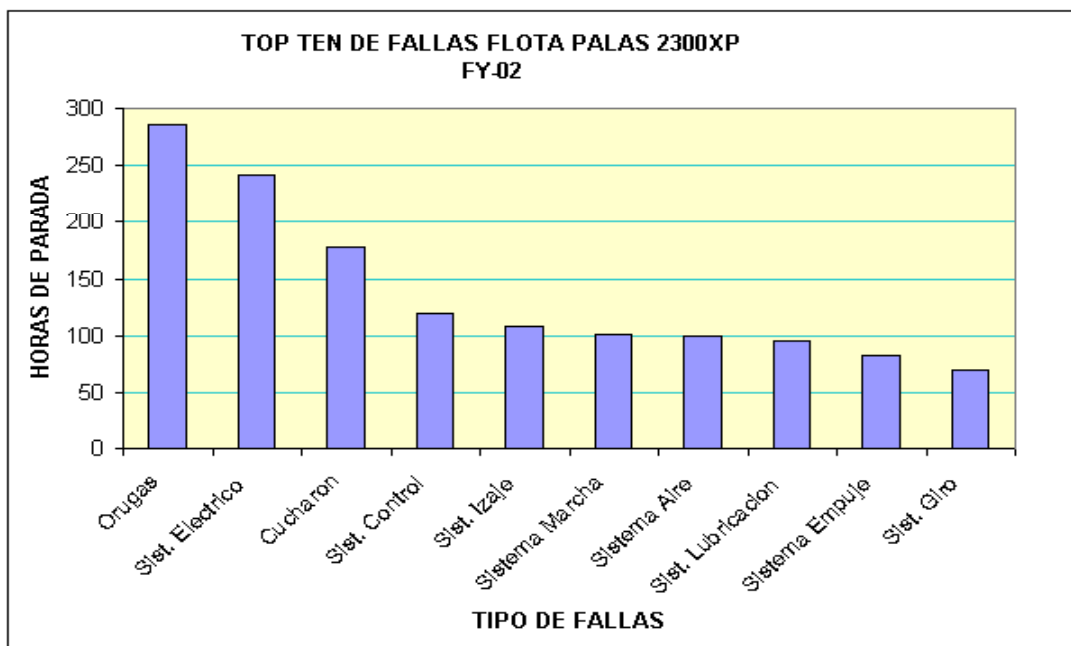


Grafico 7.9.

De las graficas se concluye una reducción en el Tiempo de Paradas en las Palas 2300XP de aproximadamente 33%

### PROGRESO DEL UPTIME :

Como ya se explico anteriormente es necesario medir el Uptime o porcentaje del “tiempo en línea” del equipo (tiempo en que realmente el equipo se encuentra operando). En la siguiente grafica se muestra el progreso del Uptime.

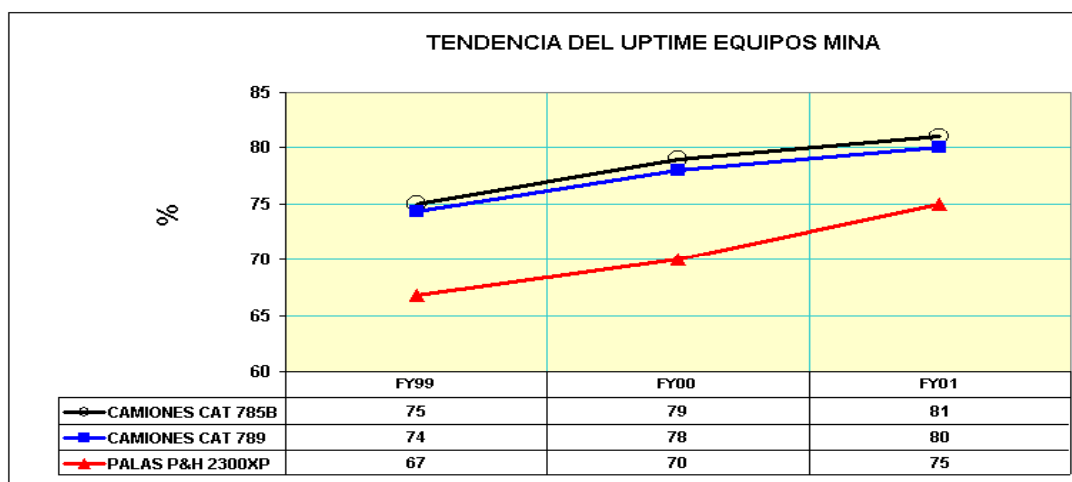
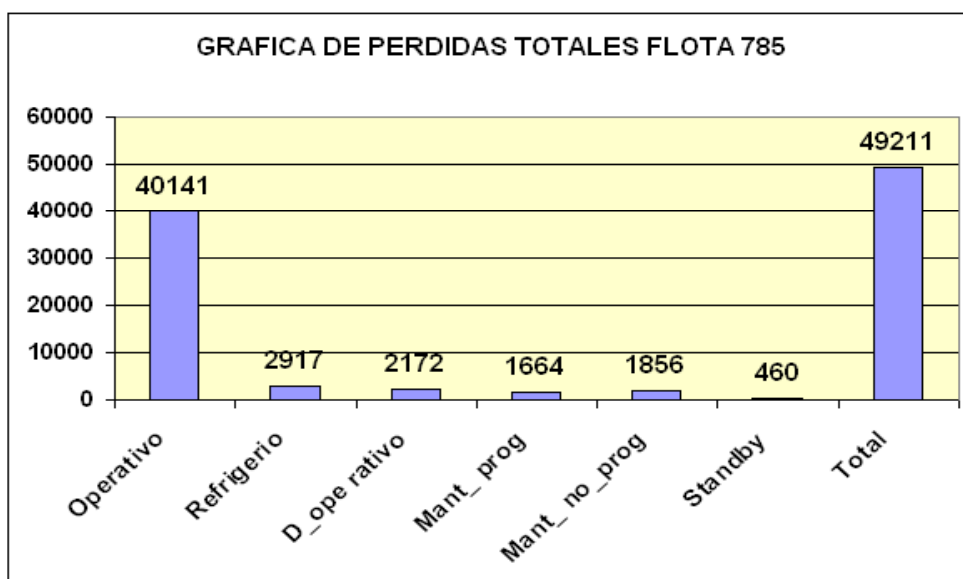


Grafico 7.10.

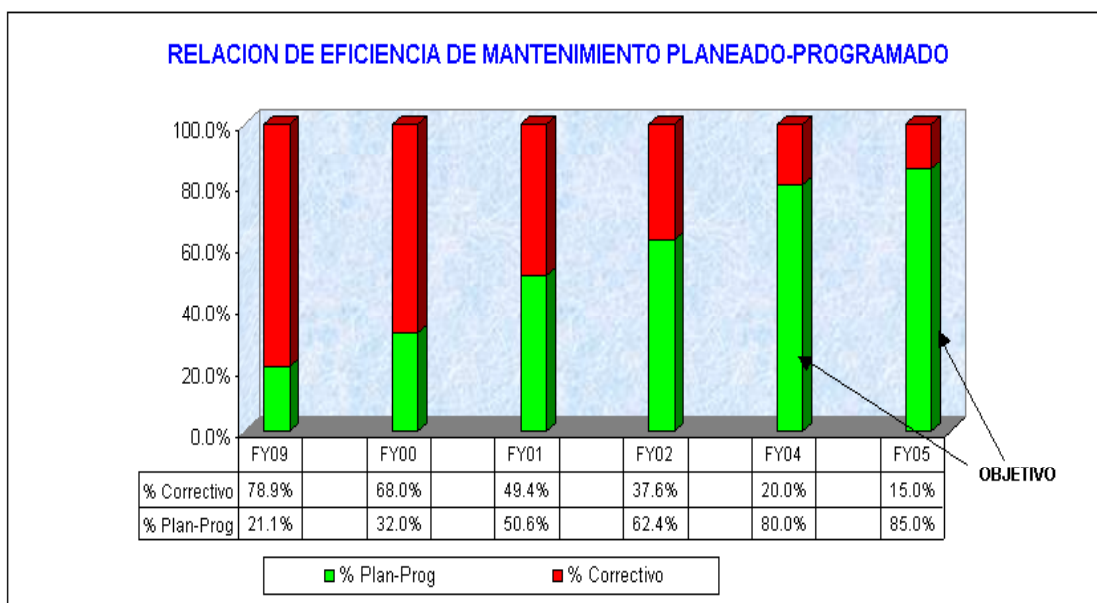
### MEDICION DE PERDIDAS TOTALES

También se muestra la identificación de tiempos de paradas o perdidas totales de la flota de camiones Caterpillar modelo 785B. (gráfico 7.10)



**Meta 2 : Disminución del trabajo no administrado:**

El siguiente grafico 7.10. nos muestra como ha sido el progreso en el aumento de trabajo planificado. También muestra cuales son nuestros objetivos: El de alcanzar primero el 80%-20% y posteriormente el 85%-15%, donde 80% y 85% son los trabajos administrados y 20% y 15% son los trabajos no administrados



*Gráfico 7.11.*

**Meta 3 : Reducción de Costos:**

La empresa ha reflejado parte de su logro de reducción de costos, trabajando en forma disciplinada y en su afán de cumplir todas estas estrategias. El grafico muestra la tendencia entre los años 1998 y 2001. También muestra las proyecciones esperadas en los siguientes 02 años.

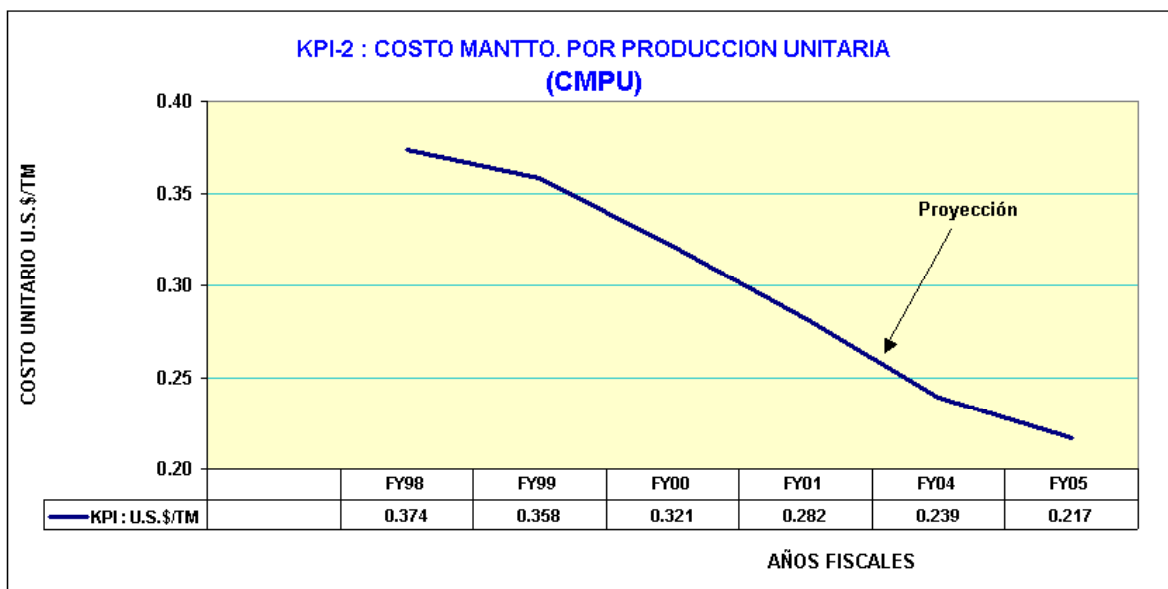


Grafico 7.12.

Del grafico se puede observar que el porcentaje de ahorros desde los años 1998 al 2001 fueron: 4.2%, 10.3% y 12.2% respectivamente.

## 11. RESULTADO DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO CLAVES (KPI'S) PARA INFORMES DE LA CORPORACION

A continuación se mostrarán en forma grafica todo los resultados obtenidos en el área de mantenimiento de la empresa. Esto de acuerdo a los indicadores de rendimientos claves ya explicados en el capítulo 6.

### KPI-1 Porcentaje de Frecuencia de Lesiones con Tiempo Perdido (LTIFR)

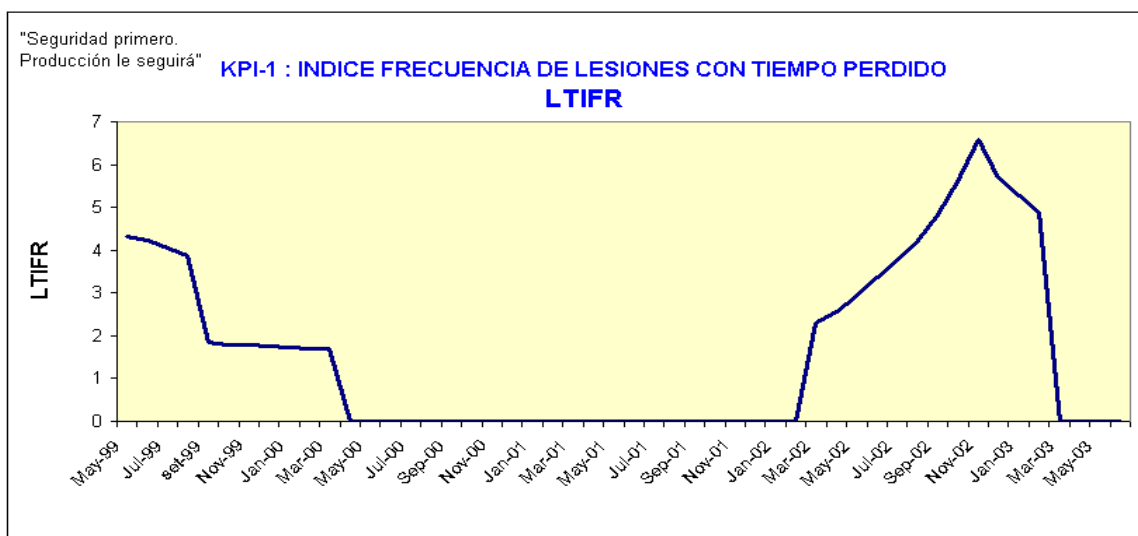


Gráfico 7.13.

### KPI-2 Costo de Mantención por Producción Unitaria

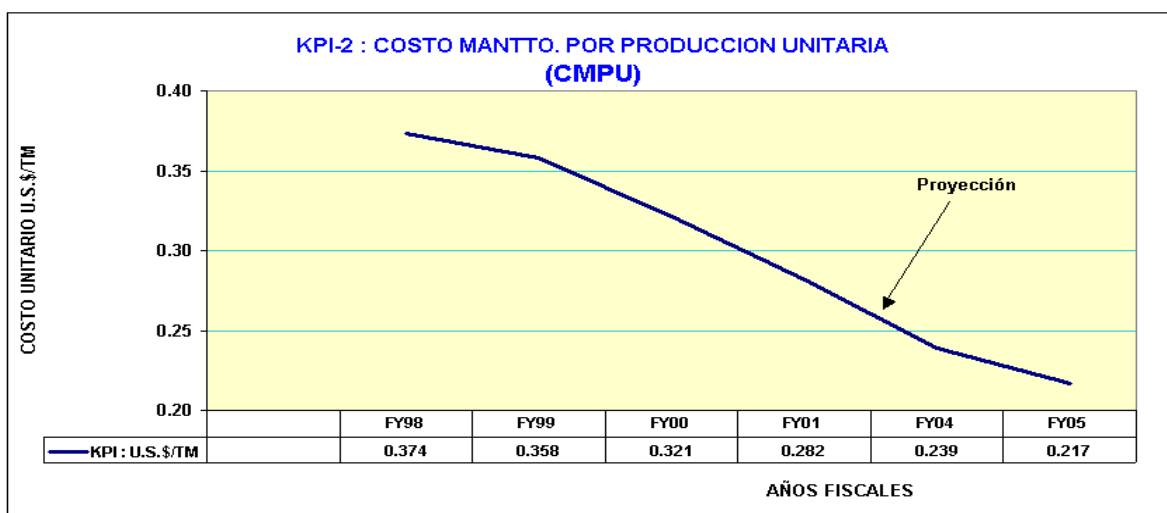


Gráfico 7.14



**KPI-3 Valor de Activos Fijos por Producción Unitaria**

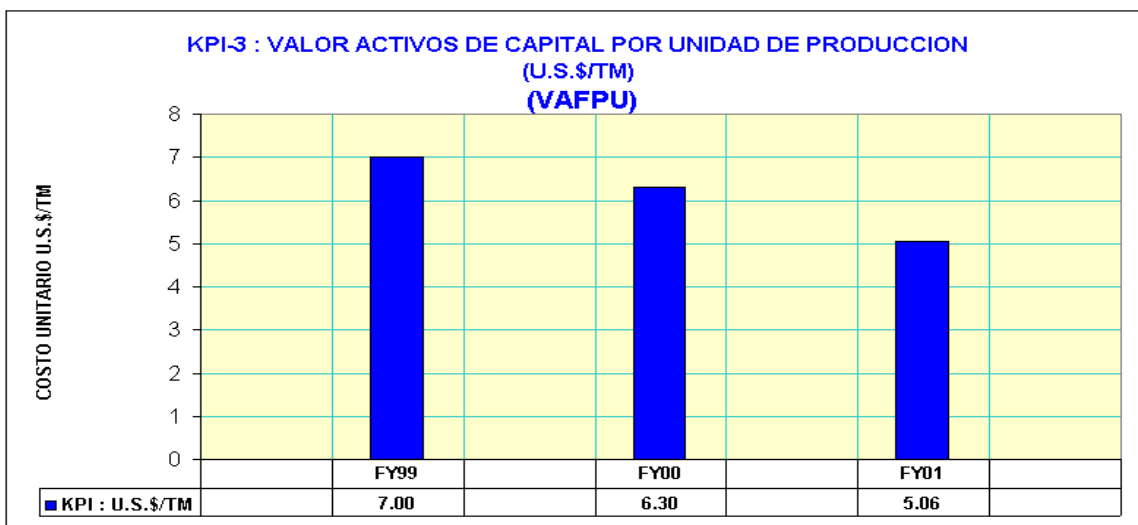


Gráfico 7.15

**KPI-4 Efectividad de Mantenimiento o Disponibilidad Mecanica(%)**

Se muestran las disponibilidades de las 03 flotas de equipos equipos criticos

1.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 785B

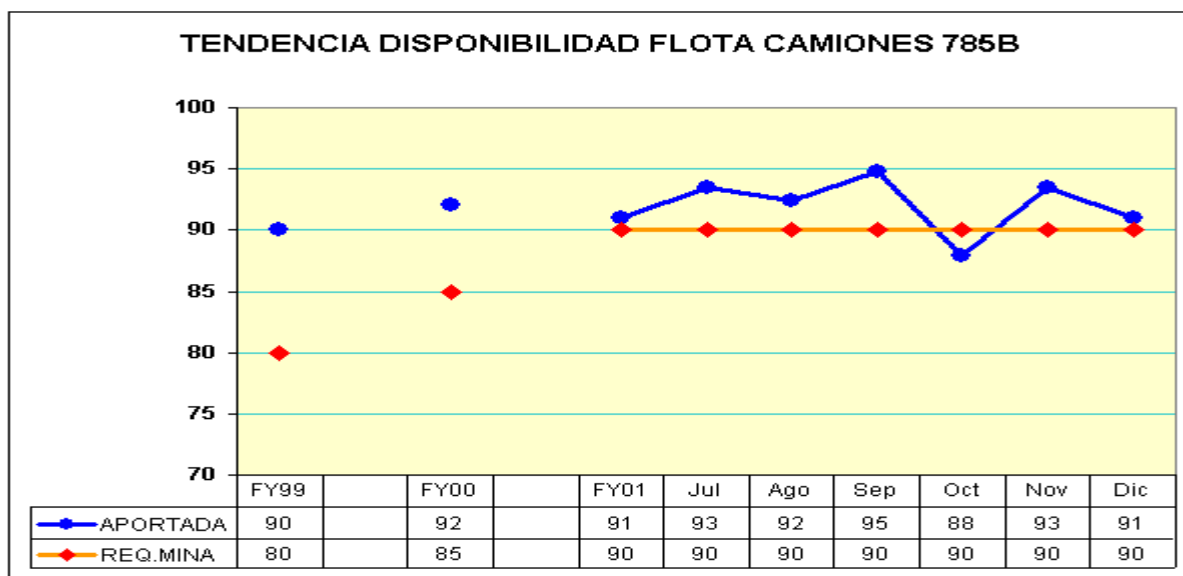


Gráfico 7.16

2.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 789

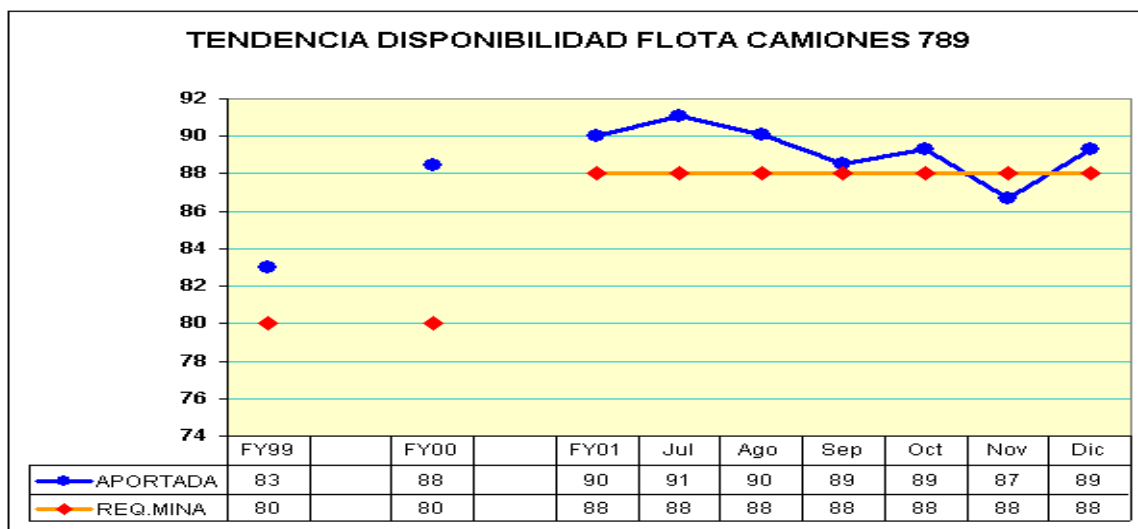


Gráfico 7.17

3.- Flota de equipos Palas P&H modelo 2300XP

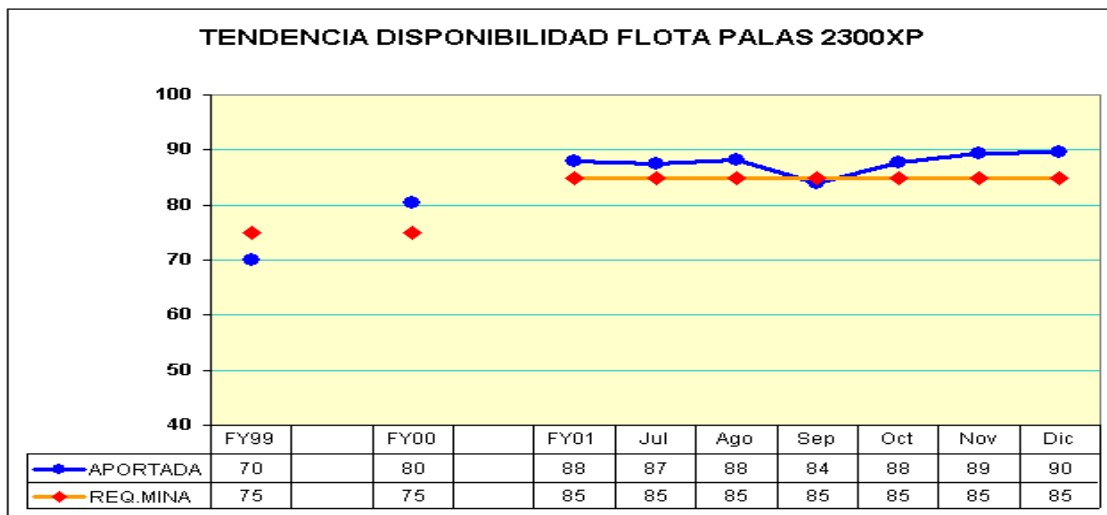


Gráfico 7.18

**KPI-5 Relación de Eficiencia de Mantencion**

Se muestran la Relacion de Eficiencia de Mantención de las 03 flotas de equipos equipos criticos

1.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 785B

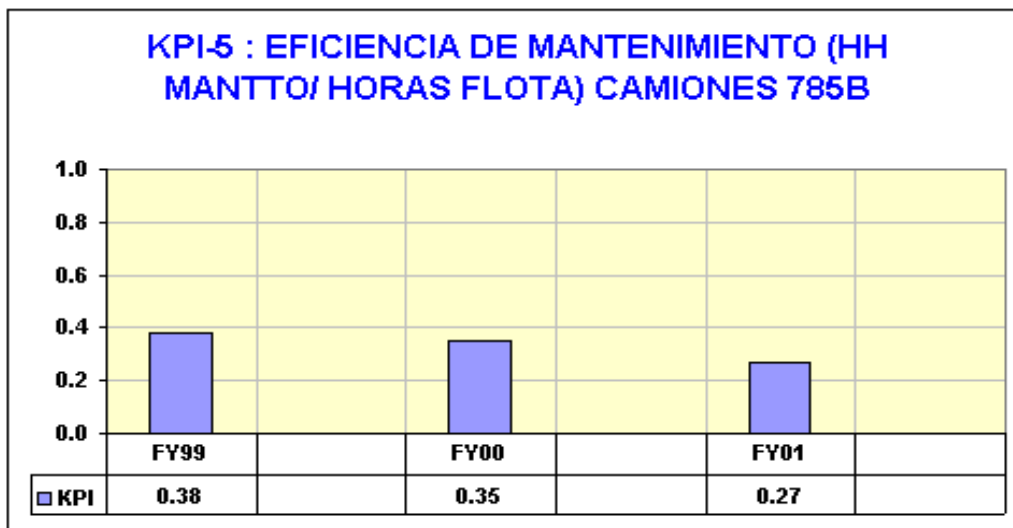


Gráfico 7.19.

2.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 789

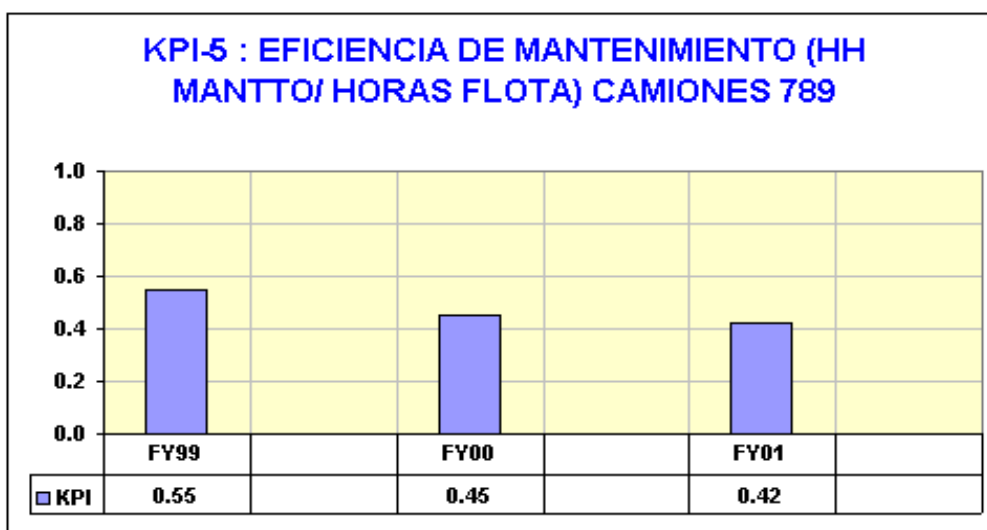


Gráfico 7.20.

3.- Flota de equipos Palas P&H modelo 2300XP

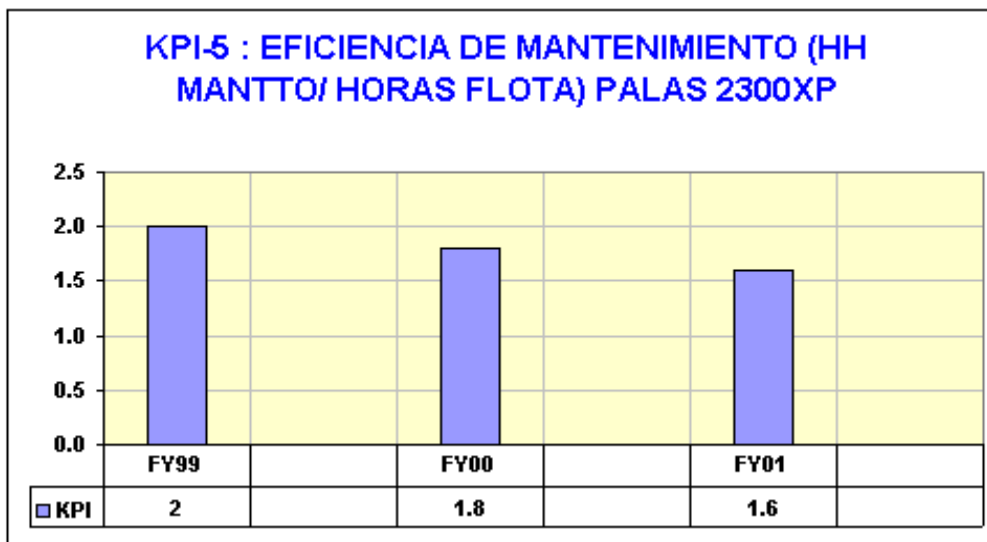


Gráfico 7.21.

**Tiempo Promedio entre Fallas de la Planta y Equipos**

Se muestran el Tiempo Promedio entre Fallas de las 03 flotas de equipos equipos criticos

1.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 785B

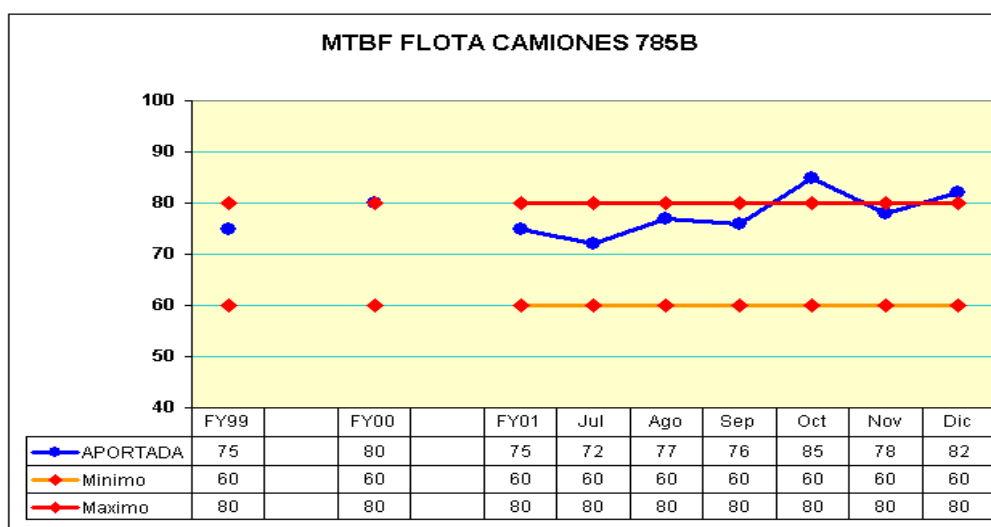


Gráfico 7.22.

2.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 789

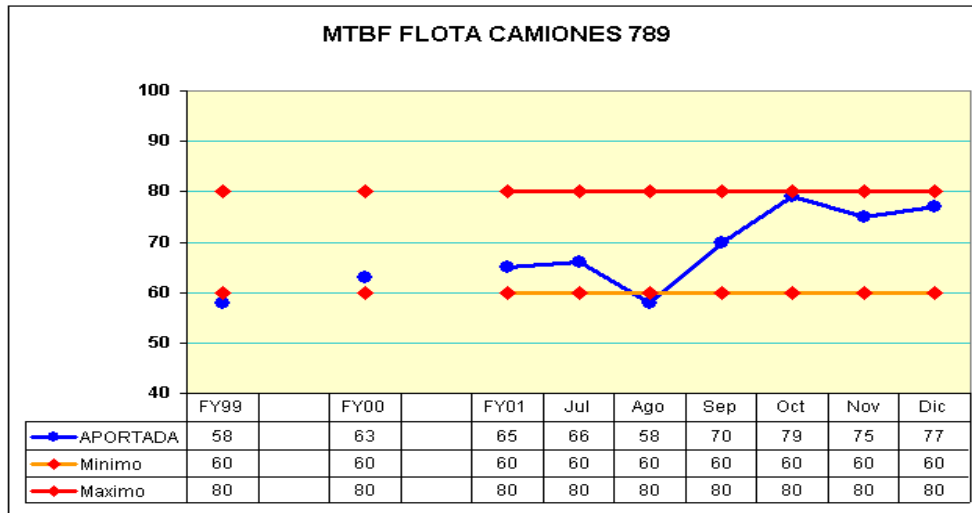


Gráfico 7.23.

3.- Flota de equipos Palas P&H modelo 2300XP

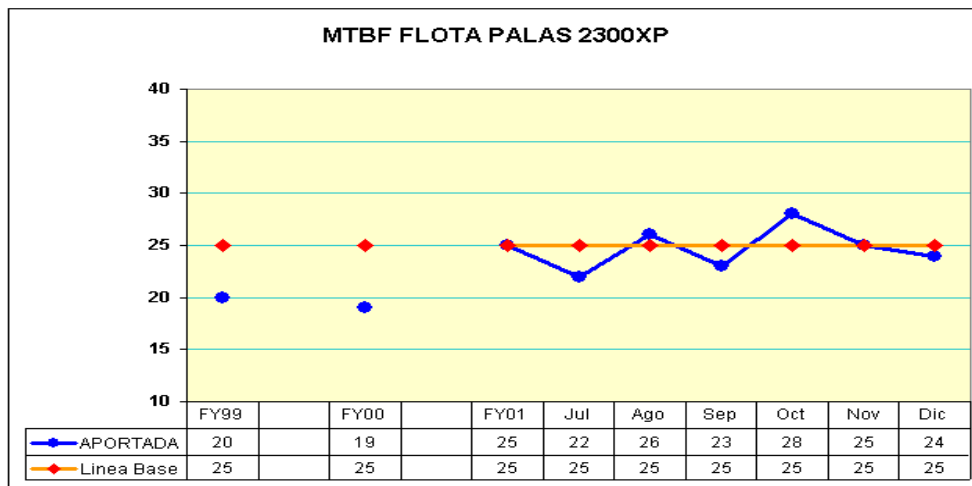


Gráfico 7.24.

**KPI-7 Tiempo Promedio para Reparar una Falla (MTTR)**

Se muestran el Tiempo Promedio para reparar una Falla de las 03 flotas de equipos equipos criticos

1.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 785B

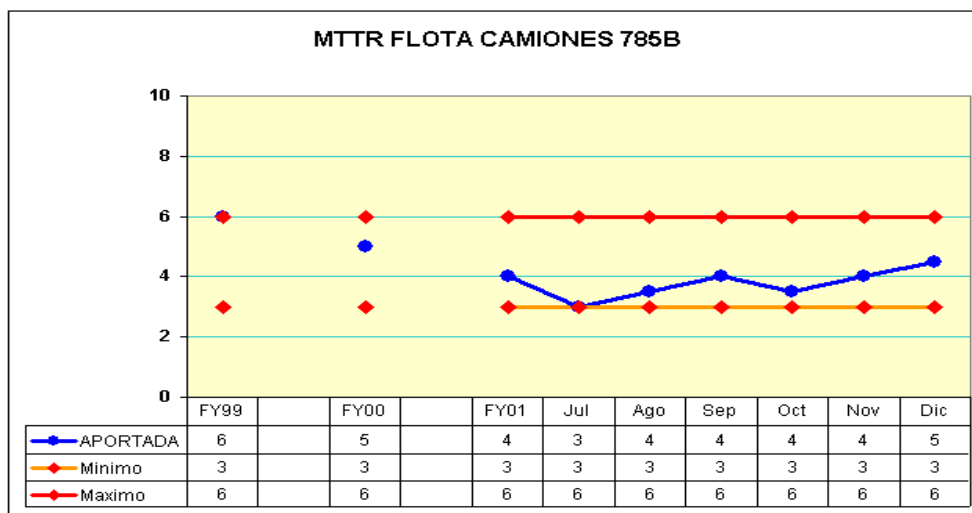


Gráfico 7.25.

2.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 789

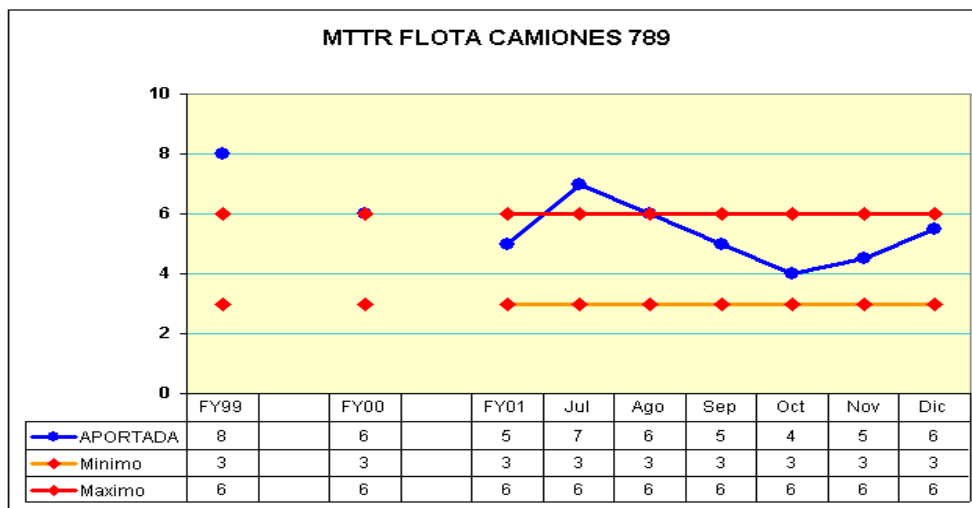


Gráfico 7.26.

3.- Flota de equipos Palas P&H modelo 2300XP

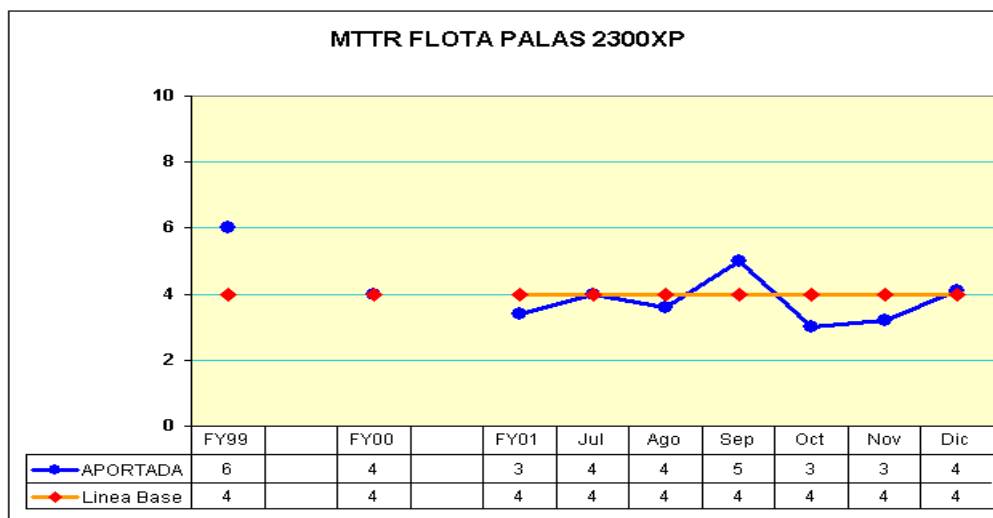


Gráfico 7.27.

**KPI-8 Costo de Mantenimiento por Hora de Operación**

Se muestran los Costos de Mantenimiento por hora de Operación de las 03 flotas de equipos equipos criticos. Debemos tener en cuenta que los costos de mantencion solo incluyen: materiales y partes, lubricantes, llantas, reparaciones de componentes mayores y mano de obra de mantención.

1.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 785

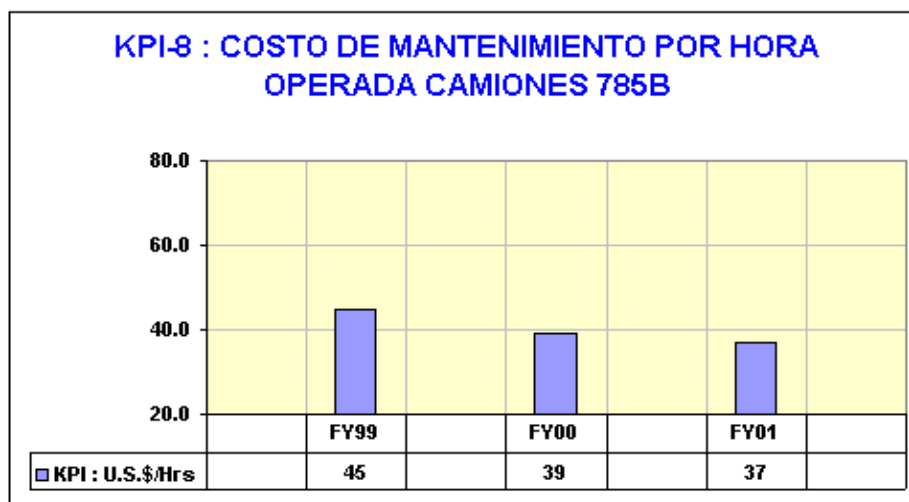


Gráfico 7.28.

2.- Flota de equipos Camiones Caterillar modelo 789

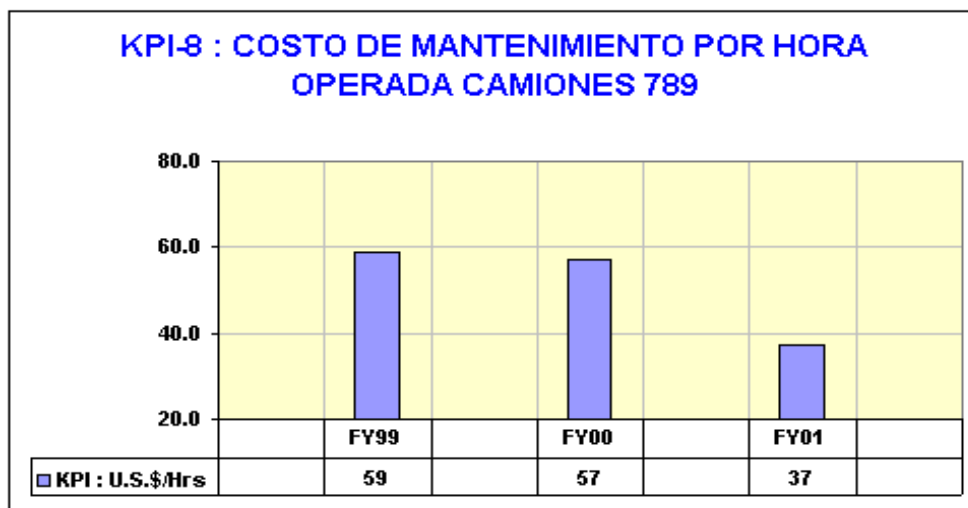


Gráfico 7.29.

3.- Flota de equipos Palas P&H modelo 2300XP

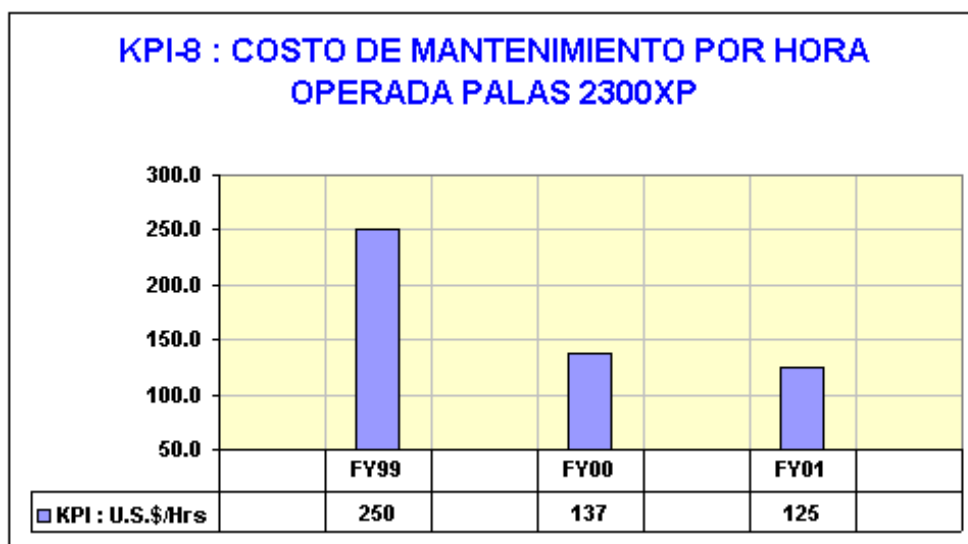


Gráfico 7.30.



## VIII. EVALUACION ECONOMICA

### 1. INTRODUCCION

El propósito de la evaluación económica es evaluar la factibilidad económica de la implementación de las estrategias para asegurar la capacidad excelente en las operaciones mineras.

Para ello se determinará el costo de inversión y los beneficios que se obtendrían al aplicar estas estrategias. Luego se medirá la rentabilidad del proyecto dentro de un periodo de tiempo mediante los indicadores económicos (VAN, TIR y PCR)

#### 1.1. Calculo de la Inversión

El calculo de la inversión se realiza al conocer la totalidad de requerimientos de recursos financieros.

Esta constituida por:

- Costos de inversión fija: correspondiente al equipamiento.
- Costo de inversión intangible: correspondiente a la instalación
- Capital de trabajo: correspondiente a la operación

Para realizar el calculo se utilizaran precios aproximados.

La tabla 8.1. muestra el costo de inversión:

Nota: con respecto al Capital de trabajo, no lo vamos a considerar debido a que es el mismo personal que siempre estará ejecutando el trabajo. No existe ninguna variación de personal.

#### 1.2. Calculo del beneficio total.

El beneficio total del aplicar estas estrategias lo detallamos de acuerdo a las estadísticas obtenidas en los últimos 4 años (ver tabla 8.2):

<b>COSTOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO APROXIMADO (US\$)</b>
<b>COSTO DE INVERSION FIJA</b>	Implementación del software SAP R/3	4'000,000
	Implementación del Modelo de Administración de Trabajos de Mantenición	150,000
	Implementación de Equipos de Monitoreo de Condiciones	150,000
	Implementación de Trabajo en Equipo	150,000
	<b>Subtotal</b>	<b>4'450,000</b>
<b>COSTO DE INVERSION INTANGIBLE</b>	Capacitación para poner en marcha el Proceso de Implementación	50,000
	<b>Subtotal</b>	<b>50,000</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>4'500,000</b>

Tabla 8.1. Costo de inversión.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>FY98</b>	<b>FY99</b>	<b>FY00</b>	<b>FY01</b>
<b>COSTO LABOR</b>	3'520,300	3'470,200	3'550,350	3'444,072
<b>COSTO MATERIALES Y SERVICIOS</b>	21'666,643	20'696,720	16'915,525	14'461,269
<b>TOTAL</b>	<b>25'186,943</b>	<b>24'166,920</b>	<b>20'465,875</b>	<b>17'905,341</b>

	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>BENEFICIOS/INGRESOS ANUALES</b>	<b>1'020,023</b>	<b>3'701,045</b>	<b>2'560,534</b>

Tabla 8.2. Estadísticas de los últimos cuatro periodos.

Donde **A1**, **A2** y **A3** : Ingresos o beneficios anuales (ahorros)

## 2. Indicadores Económicos.

Estos indicadores son:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Periodo de Recuperación de Capital (PRC)

### 2.1. Valor Actual Neto (VAN).

Determina el beneficio total neto actualizado del proyecto o inversión, utilizando una tasa de descuento y una serie de inversiones futuras o ingresos (flujos de caja).

Se evalúa con la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{k=1}^n \frac{\text{Flujo de Caja}_{(k)}}{(1+i)^k}$$

Donde:

Flujo de Caja<sub>(k)</sub> : son las inversiones o ingresos

n : periodo de recuperación

**Regla de decisión** : Una inversión es rentable si se tiene : VAN > 0

Calculando el VAN según los datos:

Inversión = US\$ 4'500,000

Beneficios o Ingresos Anuales :

A1= US\$ 1'020,023

A2= US\$ 3'701,045

A3= US\$ 2'560,534

Tasa de Interés de la Corporación = 13.5 %

Aplicando la Formula dada, entonces obtendríamos:

$$\mathbf{VAN = US\$ 901,241}$$

Nota: para fines de cálculos corporativos, estamos utilizando una tasa de interés de 13.5%, que en el mercado sería solo 10% para que la inversión sea rentable

## 2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).

Es la tasa de interés recibida por una inversión consistente en inversiones o ingresos (flujos de caja) que ocurren en periodos regulares. El TIR es aquella tasa de interés que hace al VAN igual a CERO.

Se evalúa con la siguiente expresión:

$$\mathbf{VAN = \sum_{k=1}^n \frac{\text{Flujo de Caja}_{(k)}}{(1+\mathbf{TIR})^k} = 0}$$

Donde:

Flujo de Caja<sub>(k)</sub> : son las inversiones o ingresos

n : periodo de recuperación

**Regla de decisión** : Una inversión es rentable si se tiene :  $\mathbf{TIR} > i$  (mercado)

Aplicando la Formula dada, entonces obtendríamos:

$$\mathbf{TIR = 24.9\%}$$

Nota :

$$i_{(\text{mercado})} = 10\%$$

$$i_{(\text{corporativo})} = 13.5\%$$

### 2.3. Periodo de Recuperación de Capital (PRC).

Un plazo de retorno apropiado será una condición indispensable para decidir sobre la utilidad de la mejora de la aplicación de estas estrategias.

El desarrollo tecnológico y las condiciones económicas evolucionan rápidamente que hacen desaconsejable plazos de retorno superior a 5 años, por la posible obsolescencia de los equipos, software, etc.

**Regla de decisión** : Una inversión es rentable si se tiene :  $\Pi < 5$  años(tiempo de retorno)

La experiencia en nuestras instalaciones nos arrojó un retorno en un tiempo de 3 años, por lo tanto:

$\Pi = 3 \text{ años} < 5 \text{ años}$  (tiempo de retorno)

Los resultados obtenidos en los Indicadores económicos permiten decidir la realización de la aplicación de estas estrategias en una empresa, dada que la rentabilidad esta garantizada.

## CONCLUSIONES

La finalización del trabajo nos permite llegar a conclusiones que pasamos a detallar.

1. La aplicación de las Estrategias para Asegurar la Capacidad de las Operaciones, es un arma clave para poder subsistir en este mundo de empresas competitivas. Para ver nuestros resultados no solo depende de algunos departamentos, si no mas bien, depende de la totalidad de la organización, es decir, debe existir el involucramiento total de todas las partes.
2. Queda demostrado que la aplicación de estas estrategias son rentables debido a que son soportadas por indicadores económicos aceptables, como: VAN = US\$ 901,241 , TIR = 24.9% y PRC = 3 años.
3. Se demuestra también que para el caso de la aplicación de la empresa descrita, se obtuvieron ahorros anuales de US\$ 1'020,023, US\$ 3'701,045 y US\$ 2'560,534 durante los tres últimos años consecutivos.
4. Se demuestra también que se obtuvieron porcentajes de ahorros en los costos unitarios de mantenimiento (US\$/TM) de 4.2%, 10.3% y 12.2% durante los tres últimos años consecutivos
5. También se puede concluir que todos los KPI's tienen tendencia a la mejora. Esto nos permite saber que tanto estamos avanzando.
6. Pese a contar con equipos que superan las 50,000 horas de trabajo se demuestra una disminución de los tiempos de paradas de las tres flotas críticas mencionadas, es decir:

Flota de Camiones Caterpillar modelo 785B, obtuvo una disminución del 34% en el tiempo de paradas, esto durante los dos últimos 02 años.

Flota de Camiones Caterpillar modelo 789, obtuvo una disminución del 37% en el tiempo de paradas, durante los últimos 02 años.

Flota de Palas P&H modelo 2300XP, obtuvo una disminución del 33% en el tiempo de paradas durante los últimos 02 años.

7. Debido a la Política de trabajo de nuestra empresa, contamos con gente con alta preparación en seguridad, trabajo en equipo, productividad y ahorro de costos, lo cual en el transcurso de estos 02 últimos años incremento su multifuncionalidad permitiéndonos reducir la cantidad de personal de mantenimiento por equipo, esto es:

Para la Flota de Camiones Caterpillar modelo 785B, se pasó de 0.38 a 0.27 HH/hrs de trabajo en el equipo.

Para la Flota de Camiones Caterpillar modelo 789, de 0.55 a 0.42 HH/hrs de trabajo en el equipo.

Para la Flota Palas P&H modelo 2300XP, de 2 a 1.6 HH/hrs trabajo del equipo.

Este ahorro en HH (horas hombre) nos permitió ocuparla en otras tareas de mejoramiento de los trabajos de Mantenimiento Preventivo y la búsqueda de mejores prácticas.

También eliminamos casi en su totalidad los sobre tiempos de los trabajadores

8. En definitiva queda demostrado que con la aplicación de las Estrategias para Asegurar la Capacidad Excelente en la Operaciones Mineras, nos permitió a diferencia de otras empresas, incluso dentro de nuestra corporación, mantenernos en el mercado pese a las fuertes variaciones del Precio del Cobre
9. Una forma de asegurar el éxito de esta administración fue que la corporación decidió impulsar el Proceso Six Sigma (Excelencia Operacional) en nuestra empresa, que es una metodología estadística de mejoramiento continuo basado en desarrollo de proyectos que nos permite ahorrar costos en el mejoramiento de cualquier proceso productivo.

## BIBLIOGRAFIA

1. TOMLINGSON, Paul D., Equipment Management, Breakthrough Maintenance Management Strategy for the 21st Century.- Estados Unidos
2. Editorial KENDALL/HUNT PUBLISHING COMPANY
3. WIREMAN, Terry, Desarrollo de Indicadores de Desempeño para ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO.- Bogotá, Colombia  
Editorial ROJAS EBERHARD EDITORES LTDA
4. BLAYDEN, Richard, Red de Mantención Global, pagina web  
[http://atbhp.corpmel.bhp.com.au/mip\\_root](http://atbhp.corpmel.bhp.com.au/mip_root)
5. Empresa Minera de Tajo Abierto, Reportes y estadística de Mantenimiento Mina
6. Empresa Minera de Tajo Abierto, Reportes y estadística de Operaciones Mina
7. Empresa Minera de Tajo Abierto, Revistas de la empresa
8. Medina, Jorge, Aspectos Culturales en la Implementación de un Sistema de Seguridad nuestra Empresa
9. Price Waterhouse Coopers, Reingenieria en Mantenimiento, e-mail address  
[humberto.carrion@cl.pwcglobal.com](mailto:humberto.carrion@cl.pwcglobal.com)

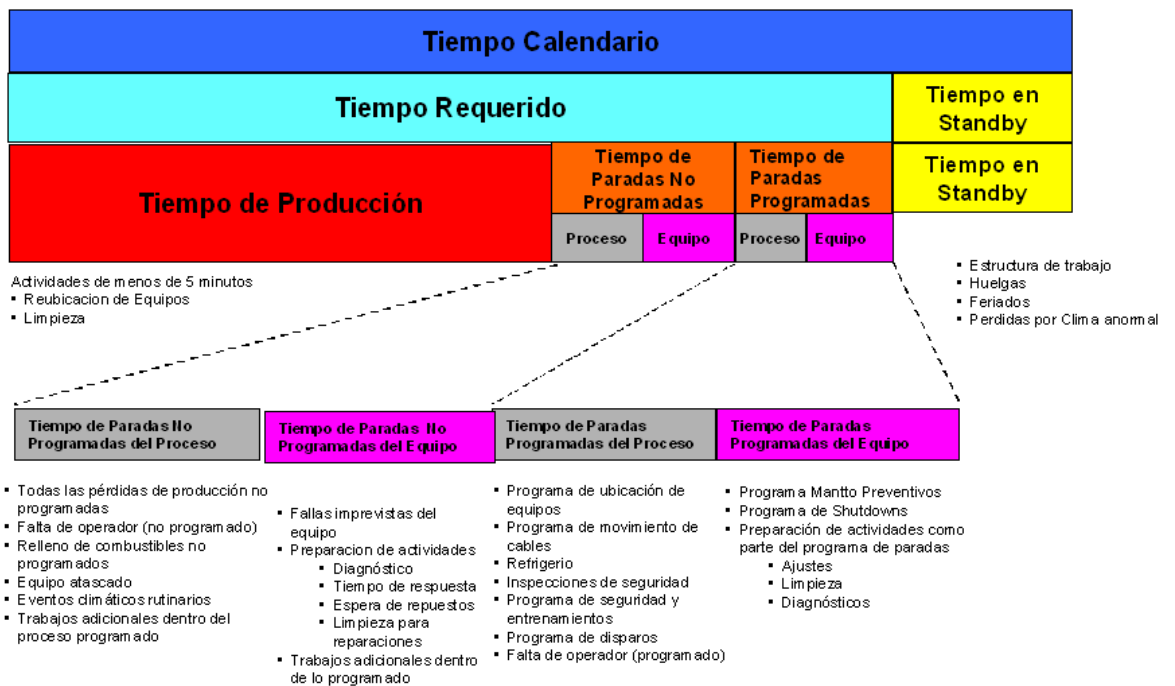


## **ANEXOS**

## Anexo A

### Consideraciones para el Uso del Modelo de Tiempos

A continuación se muestra el Modelo de Tiempos en el cual se basan los cálculos Corporativos para las pérdidas de tiempos.



## Anexo B

### Perdidas Principales por Rendimiento del Equipo

Hay ocho categorías de pérdidas ampliamente reconocidas, ya que son los principales factores de pérdida en *el rendimiento del equipo*. Éstas son las pérdidas usadas en nuestro cálculo de efectividad total del equipo (o Tiempo en Operación) y afectan todas nuestras mediciones de rendimiento standard:

<b>Las Ocho Pérdidas Principales</b> (definidas por JIPM - Instituto de Mantenimiento de Planta del Japón)			
<b>Pérdida</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidades</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>Pérdida por Shutdown</b>	Tiempo perdido cuando la producción se detiene por Shutdown de mantenimiento planificado, o por servicio periódico.	Días	Trabajo de shutdown, servicio periódico, inspecciones estatutarias, inspecciones, trabajos de reparación general, etc.
<b>Pérdida por Ajuste de Prod.</b>	Tiempo perdido cuando los cambios en la oferta y demanda requieren ajustes de los planes de producción	Días	Shutdown de ajuste-producción, shutdown de reducción de inventario.
<b>Pérdida por Falla del Equipo</b>	Tiempo perdido cuando el equipo pierde repentinamente su función especificada; por ej.: falla no planificada	Horas	Bombas con fallas, motores quemados, rodamientos dañados, ejes rotos, etc.
<b>Pérdida por Falla del Proceso</b>	Tiempo perdido en shutdowns debido a factores externos, como cambios en las propiedades físicas o químicas de los materiales que están siendo procesados, errores de operación, materias primas defectuosas, etc.	Horas	Derramamientos, bloqueos, desparramos de polvo, mala operación.
<b>Pérdida Normal de Producción</b>	Pérdidas de volumen y tiempo en puesta en marcha de la planta, shutdown o cambios de circuitos.	Dism. Volumen, Horas	Reducciones en el volumen de producción durante el periodo de calentamiento después de la puesta en marcha, periodo de enfriamiento antes del shutdown y cambios en el producto, ej: tamaño o cambio de grado, etc.
<b>Pérdida Anormal de Producción</b>	Pérdidas de volumen que ocurren cuando la planta rinde menos por malfuncionamiento y anomalías.	Dism. volumen	Operaciones de baja carga, operación de baja velocidad, y operación a menor volumen de producción standard.
<b>Pérdida por Defecto de Calidad</b>	Pérdidas debido a la producción de productos rechazados, pérdida física de productos rechazados, pérdida financiera debido a producción de inferior calidad	Horas Toneladas Dólares	Pérdidas físicas y de tiempo debido a la fabricación de productos que no cumplen los standards de calidad.
<b>Pérdida por Reproceso</b>	Pérdida por reciclaje debido a la re-incorporación De materiales al proceso	Horas Toneladas Dólares	Reciclaje de los productos no- aceptables desde el proceso final hasta el proceso inicial, para hacerlos aceptables.