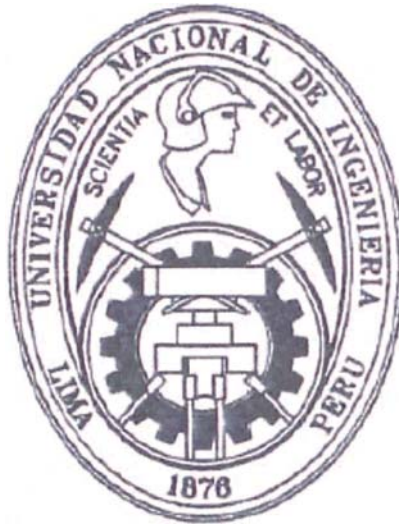


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**Optimización y Estandarización de Procesos para el área de Mantenimiento en  
una Compañía Minera**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
Para obtener el Título Profesional de  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**MANUEL VLADIMIR TERBULLINO CARBAJAL**

**LIMA-PERU**

**2008**

## **DEDICATORIA**

El presente informe esta dedicado a  
nuestro divino señor, quien me ha  
regalado una familia hermosa; mis  
padres Raúl Terbullino y Filomena  
Carbajal, mis hermanos Oscar,  
Sandra, Yuri y Gary.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi Madre Filomena, Por haber sido la piedra angular de mi familia, por sus valores, por su perseverancia, pero más que nada, por su amor que aun se siente.

A mi Padre Raúl, Por todo lo que aprendí de el.

A mis Hermanos por los momentos compartidos y por apoyarme incondicionalmente.

**“OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS  
PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN UNA COMPAÑÍA  
MINERA”**

**INDICE**

INDICE .....	I
RESUMEN EJECUTIVO .....	VI
INTRODUCCION.....	1
<b><u>CAPITULO N° 1: ANTECEDENTES</u></b> .....	<b>3</b>
1.1 <b><u>ANTECEDENTES</u></b> .....	3
1.2 <b><u>DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO</u></b> .....	4
1.2.1 VISION.....	4
1.2.2 MISION.....	4
1.2.3 VALORES .....	4
1.2.4 ANALISIS FODA.....	5
1.2.4.1 <b><u>Fortalezas y Debilidades</u></b> .....	5
1.2.4.2 <b><u>Oportunidades y Amenazas</u></b> .....	6
1.2.4.3 <b><u>Matriz FODA</u></b> .....	7
1.3 <b><u>DIAGNOSTICO FUNCIONAL</u></b> .....	8
1.3.1 PRODUCTOS.....	8
1.3.2 CLIENTES.....	9

1.3.2.1	<u>Clientes Principales</u>	9
1.3.2.2	<u>Clientes Secundarios</u>	9
1.3.3	PROVEEDORES	9
1.3.4	PROCESOS	10
1.3.4.1	<u>Procesos de Operaciones</u>	10
1.3.4.1.1	Operaciones Mina	10
1.3.4.1.2	Operaciones Procesos	11
1.3.4.2	<u>Procesos de Mantenimiento</u>	12
1.3.5	ANÁLISIS PORTER DE LAS CINCO FUERZAS	13
1.3.5.1	<u>Amenaza de entrada de nuevos competidores</u>	14
1.3.5.2	<u>La rivalidad entre los competidores</u>	14
1.3.5.3	<u>Poder de negociación de los proveedores</u>	14
1.3.5.4	<u>Poder de negociación de los compradores</u>	14
1.3.5.5	<u>Amenaza de ingreso de productos sustitutos</u>	14
1.3.6	ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	15
<b><u>CAPITULO N° 2: MARCO TEORICO</u></b>		<b>17</b>
2.1	<b><u>PROCESOS DE MANTENIMIENTO</u></b>	17
2.1.1	ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS PENDIENTES	18
2.1.2	PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN	18
2.1.2.1	<u>Planeamiento</u>	18
2.1.2.2	<u>Programación</u>	19
2.1.3	EJECUCIÓN DE TRABAJO Y CAPTURA DE DATOS	19
2.1.3.1	<u>Ejecución de Trabajo</u>	19
2.1.3.2	<u>Captura de Datos</u>	19
2.2	<b><u>MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</u></b>	20
2.2.1	INTRODUCCIÓN	20
2.2.2	CONCEPTOS Y DEFINICIONES	23
2.2.3	ACTIVIDADES FUNDAMENTALES	23
2.3	<b><u>BENCHMARKING</u></b>	25
2.4	<b><u>ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS</u></b>	29
2.4.1	ESTANDARIZACIÓN	29

2.4.2	CLASIFICACIÓN DE LAS NORMAS .....	30
2.4.3	ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN .....	31
2.4.3.1	<u>Organismos de Normalización Internacionales</u> .....	31
2.4.3.2	<u>Organismos de Normalización Nacionales</u> .....	32
2.4.4	EVOLUCIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS .....	34
2.4.5	FASES DE LA ESTANDARIZACIÓN .....	37
2.4.6	NORMA ISO 14224 .....	37
<b><u>CAPITULO N° 3: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES</u> .....</b>		<b>39</b>
3.1	<b><u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u></b> .....	39
3.2	<b><u>ALTERNATIVAS</u></b> .....	40
3.3	<b><u>SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA</u></b> .....	40
3.4	<b><u>FLUJO DE CAJA</u></b> .....	40
<b><u>CAPITULO N° 4: DESARROLLO DE LA SOLUCION</u> .....</b>		<b>41</b>
4.1	<b><u>BENCHMARKING ENTRE LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO</u></b> .....	41
4.1.1	DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS .....	41
4.1.2	DETERMINACIÓN DEL ELEMENTO OBJETO DEL BENCHMARKING .....	41
4.1.3	DETERMINACIÓN DEL EQUIPO .....	42
4.1.4	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	42
4.1.5	IMPLANTACIÓN DE MEJORAS .....	43
4.2	<b><u>PROPUESTA DEL MAPA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO</u></b> .....	43
4.2.1	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	43
4.2.1.1	<u>Identificar Trabajos</u> .....	45
4.2.1.1.1	Gestionar Solicitudes de Trabajo .....	47
4.2.1.2	<u>Trabajos Inmediatos</u> .....	48
4.2.1.3	<u>Planear Trabajos</u> .....	49
4.2.1.3.1	Generar Trabajos Preventivos .....	50
4.2.1.4	<u>Programar Trabajos</u> .....	51
4.2.1.5	<u>Ejecutar Trabajos</u> .....	52
4.2.1.5.1	Reparar Componentes .....	53
4.2.1.6	<u>Cerrar Trabajos</u> .....	54
4.2.1.6.1	Completar Trabajos .....	55
4.2.1.6.2	Cerrar Trabajos .....	56

4.2.1.7	<b>Elaborar Presupuesto de Mantenimiento</b> .....	57
4.2.1.8	<b>Analizar la Información</b> .....	58
4.3	<b><u>ESTANDARIZACIÓN DE CONCEPTOS Y PARÁMETROS DE MANTENIMIENTO</u></b> .....	59
4.3.1	DOCUMENTO DE DEFINICIÓN DE JERARQUÍA DE EQUIPOS .....	59
4.3.2	DOCUMENTO DE TAXONOMÍA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO .....	59
4.3.3	DOCUMENTO DE CÓDIGO DE FALLAS .....	60
	<b><u>CAPITULO N° 5: EVALUACION DE RESULTADOS</u></b> .....	61
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
	BIBLIOGRAFIA.....	66
	ANEXOS .....	VII

## **DESCRIPTORES TEMÁTICOS**

Optimización de Procesos

Estandarización de Procesos

Procesos del Área de Mantenimiento en una Compañía Minera

Mantenimiento Productivo Total

Aplicación del Benchmarking en el negocio de Mantenimiento

Definición de la Jerarquía de Activos

Taxonomía para el Sistema de Mantenimiento

Código de Fallas de Activos



## **RESUMEN EJECUTIVO**

En una compañía minera el área de Mantenimiento asegura la disponibilidad de los activos para que Operaciones cumpla con los planes de producción de mineral. Disponibilidades deficientes en los equipos principales inciden directamente en las metas de producción.

Mantener los activos en una empresa minera representa alrededor del 30% - 40% del costo total de la empresa; en virtud del efecto directo que tiene la disponibilidad y los costos en la rentabilidad de una Empresa Minera el área de Mantenimiento toma relevancia en las compañías del rubro minero.

Debido a la importancia del área de Mantenimiento en la industria minera focalizo el presente informe en el desarrollo de la Optimización y Estandarización de procesos de Mantenimiento quedando a punto para ser implementado en cualquier unidad de mantenimiento de equipos mineros.

Para la obtención del proceso óptimo y estándar de Mantenimiento usaremos las teorías de Estandarización de Procesos, Benchmarking, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Conceptos de los Procesos de Mantenimiento y la experiencia adquirida por los mantenedores de activos (equipos).

Para asegurar la implementación exitosa de un Proceso Optimo y Estándar de Mantenimiento no se debe descuidar ninguna de las tres siguientes disciplinas claves: Personas, Procesos y Sistemas. Considerando las tres disciplinas y los lineamientos detallados en el presente informe se obtendrían beneficios del orden de 1,5 millones de dólares por cada unidad operativa minera.

## INTRODUCCION

Cumplir con eficiencia y eficacia los procesos de Negocio de Mantenimiento tiene un efecto directo con el cumplimiento de los objetivos estratégicos del departamento de Mantenimiento; si se desea ser eficientes y efectivos en la operatividad de los procesos se debe previamente implantar un Proceso Óptimo y Estándar de Mantenimiento reflejando las mejores practicas mundiales en el negocio de Mantenimiento.

En el presente informe se analiza y se propone una solución de Optimización y Estandarización de Procesos para el Área de Mantenimiento de una Compañía Minera que tiene diferentes formas de trabajo y diversos problemas en cada una de sus áreas de Mantenimiento de sus unidades Mineras.

En síntesis en el informe se plasma el Diagnostico Estratégico del Área de Mantenimiento y se define las estrategias que inciden directamente a la competitividad del área de Mantenimiento. Para cubrir las estrategias más importantes se formula el proyecto de "Optimización y Estandarización de Procesos para el área de Mantenimiento en una Compañía Minera".

Después del Diagnostico Estratégico se plantea la alternativa "Definir un único Proceso Óptimo y Estándar de Mantenimiento que gobernarán todas las unidades operativas" y luego se demuestra que el proyecto es factible desde el punto de vista económico.

Una vez validado la alternativa se procede al Desarrollo en Detalle de la solución obteniéndose 14 flujos (entre procesos y subprocesos) y 3 documentos de estándares que darán soporte a la estandarización de datos, parámetros y estructura de falla de equipos. Finalmente se termina el informe con las conclusiones y recomendaciones obtenidas después de la ejecución del proyecto.

## **CAPITULO N° 1**

### **ANTECEDENTES**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

La compañía minera tiene como función primaria la extracción de oro teniendo alrededor de 27 minas en operación y 14 proyectos en todo el mundo.

En Sudamérica tiene 4 minas en operación y 2 proyectos en curso, para efectos del caso de estudio usaremos como referencia las 4 operaciones mineras que se encuentra ubicados en Sudamérica específicamente en Perú (2), Chile (1) y Argentina (1).

Una de las debilidades de la empresa minera es la implementación de procesos y de software en las áreas de Mantenimiento y Cadena de Suministros. Cada una de las unidades de negocio implementó Sistemas de Información en forma independiente y con una orientación técnica dejando de lado los procesos de negocio.

Actualmente la visión es diferente donde se definirán Procesos estándares y estas se apoyarán en un Sistema de información integral (ERP) instalado en una sola instancia de base de datos y de aplicación. Las minas se alinearán a los procesos estándares definidos y utilizarán la misma instancia donde residirá el ERP (Enterprise Resource Planning)

## **1.2 DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO**

### **1.2.1 VISION**

Ser el equipo de mantenimiento líder en minería a nivel mundial, capaces de entregar mejores resultados al mas bajo costo.

### **1.2.2 MISION**

Somos un equipo comprometido en maximizar la efectividad global de los equipos de nuestros principales clientes, gestionando óptimamente los recursos y mejorando continuamente nuestro desempeño a través del desarrollo del recurso humano, cumpliendo con los estándares de Seguridad y Medio Ambiente.

### **1.2.3 VALORES**

#### **COMPORTARSE COMO DUEÑOS**

Aceptamos la responsabilidad de nuestras acciones y de sus resultados.

Manejamos los activos de la Compañía como propios. Somos emprendedores y buscamos oportunidad es para hacer crecer a nuestra empresa. Actuamos con integridad – operando según la letra y el espíritu de la ley y del Código de ética de la empresa.

#### **ACTUAR CON UN SENTIDO DE URGENCIA**

Somos decididos, tomamos la iniciativa y tomamos decisiones difíciles cuando son necesarias. Fijamos las prioridades y actuamos según ellas.

#### **SER UN MIEMBRO DEL EQUIPO**

Trabajamos siguiendo las prácticas de seguridad de la empresa en todo momento.

Respetamos a nuestros colegas y a aquellos con los que nos relacionamos fuera de nuestra organización. Escuchamos a otros para entender y pedimos ayuda.

Construimos confianza y celebramos nuestros éxitos. Ayudamos a otros para que mejoren su eficiencia. Promovemos la seguridad y la confianza mutua en nuestras capacidades.

#### **MEJORAR CONTINUAMENTE**

Siempre estamos comprometidos a mejorar. Construimos en base a buenas ideas aprendemos de nuestros errores y desafiamos el status quo. Pensamos con amplitud y tenemos un deseo de tener éxito y de agregar valor a nuestro trabajo.

#### **ENTREGAR RESULTADOS**

Tenemos una visión clara hacia donde vamos y de como llegar allí. Enfocamos nuestros recursos para lograr nuestros objetivos. Prestamos mucha atención al detalle y mantenemos nuestros compromisos. Entregamos resultados.

### **1.2.4 ANALISIS FODA**

#### **1.2.4.1 Fortalezas y Debilidades**

##### **Fortalezas**

- Experiencia en Implantaciones de Sistemas de Mantenimiento
- Organigrama Regional de Mantenimiento para todas las minas
- Juventud y experiencia en el Equipo de Mantenimiento.

##### **Debilidades**

- Los procesos de Mantenimiento no son soportados al 100% por los Sistemas de Mantenimiento
- Dificultad en gestionar los Datos e Información de Mantenimiento
- Dificultad para administrar los Sistemas de Mantenimiento
- Documentación de Procesos de Mantenimiento incompletos
- Niveles de disponibilidad de equipos no satisfacen a Operaciones

#### **1.2.4.2 Oportunidades y Amenazas**

##### **Oportunidades**

- Compartir el conocimiento y las buenas prácticas de Mantenimiento de todas las minas
- Centralizar la información y Datos en un solo Sistema de Gestión de Mantenimiento
- Aprovechar las nuevas filosofías de Mantenimiento TPM, TEAM, RCM, etc.

##### **Amenazas**

- Fuga de Personal experto
- Nuevas leyes laborales
- Modificación de los procesos de Mantenimiento



### 1.2.4.3 Matriz FODA

Factores Internos	Lista de Fortalezas	Lista de Debilidades
Factores Externos	F1.Experiencia en Implantaciones de Sistemas de Mantenimiento	D1.Los procesos de Mantenimiento no son soportados al 100% por los Sistemas de Mantenimiento
	F2.Organigrama Regional de Mantenimiento para todas las minas	D2.Dificultad en gestionar los Datos e Información de Mantenimiento
	F3.Juventud y experiencia en el Equipo de Mantenimiento	D3.Dificultad para administrar los Sistemas de Mantenimiento
<p><b>Lista de Oportunidades</b></p> <p>O1.Compartir el conocimiento y las buenas prácticas de Mantenimiento de todas las minas</p> <p>O2.Centralizar la información y Datos en un solo Sistema de Gestión de Mantenimiento</p> <p>Aprovechar las nuevas filosofías de Mantenimiento (TPM,TEAM)</p>	<p><b>FO(Maxi-Maxi)</b>  <b>Gestionar la Información y Datos en un solo Sistema de Mantenimiento(O2,F1,F2)</b></p>	<p><b>DO(Mini-Maxi)</b>  <b>Optimizar los Procesos de Mantenimiento(D1,D2,D5,01)</b>  <b>Optimizar el Sistema de Gestion de Mantenimiento(D1,D2,D3,D5,01)</b></p>
<p><b>Lista de Amenazas</b></p> <p>A1.Fuga de Personal experto</p> <p>A2.Nuevas leyes laborales</p> <p>A3.Modificación de los procesos de Mantenimiento</p>	<p><b>FA(Maxi-Mini)</b>  <b>Desarrollar planes de carrera para los empleados(A3.F3)</b></p>	<p><b>DA(Mini-Mini)</b>  <b>Documentar todos los procesos y subprocesos de Mantenimiento(A2,A3,D4)</b></p>

Las estrategias identificadas en el Análisis FODA son las siguientes:

- Gestionar la Información y Datos en un solo Sistema de Mantenimiento
- Estandarizar y Optimizar los Procesos de Mantenimiento
- Optimizar el Sistema de Gestión de Mantenimiento
- Documentar todos los procesos y subprocesos de Mantenimiento
- Desarrollar planes de carrera para los empleados

El proyecto “Estandarización de Procesos para el área de Mantenimiento en una Minera” nos ayudará a cumplir las primeras cuatro estrategias.

### **1.3 DIAGNOSTICO FUNCIONAL**

#### **1.3.1 PRODUCTOS**

Los servicios ofrecidos por el área de Mantenimiento en una Operación Minera son los siguientes.

**Mantenimiento de Equipos Mina**, tiene la función de brindar el mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo de los equipos que son los responsables de Perforar, Excavar, Cargar y Trasladar el Mineral y Desmonte que son extraídos de los tajos.

**Mantenimiento de Equipos de Planta**, brinda el servicio de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo de los equipos que son los responsables de cumplir con los procesos de la extracción del Oro.

**Mantenimiento de Infraestructuras y Equipos de Movilidad**, brinda el servicio de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo de las Infraestructuras que se encuentran dentro de la mina y los equipos que son las movilidades de cada una de las áreas (Logística, Operaciones Mina, Operaciones Procesos, Medio Ambiente, Recursos Humanos, Seguridad, Ingeniería y Relaciones Comunitarias).

## 1.3.2 CLIENTES

### 1.3.2.1 Cientes Principales

**Operaciones Mina**, siendo su función principal trasladar el Mineral a la Chancadora Primaria y el traslado del desmonte a la zona de reciclaje.

**Operaciones Procesos**, siendo su principal función tratar y obtener el Oro.

### 1.3.2.2 Cientes Secundarios

Son los clientes que requieren únicamente la mantención de sus equipos de movilidad y de sus infraestructuras. Estas son:

Logística

Medio Ambiente

Recursos Humanos

Seguridad

Ingeniería

Relaciones Comunitarias

Responsabilidad Social

## 1.3.3 PROVEEDORES

Los proveedores del Área de Mantenimiento son:

**Logística**, provee materiales y herramientas para realizar los trabajos de Mantenimiento.

**Recursos Humanos**, provee los recursos humanos necesarios para realizar los trabajos de Mantenimiento.

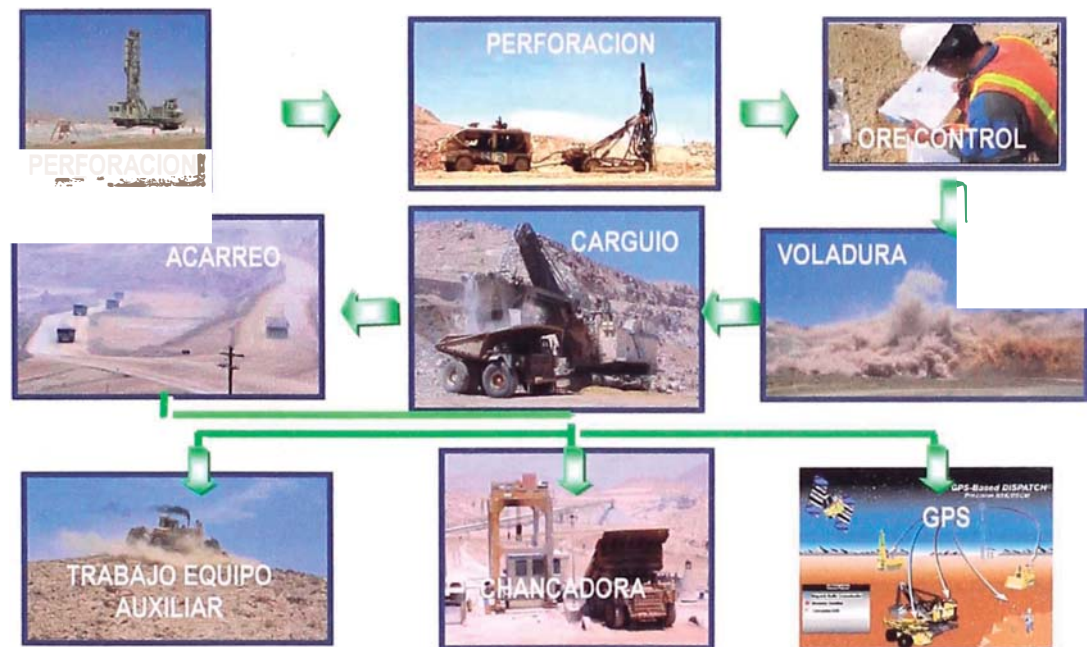
**Medio Ambiente**, provee los procedimientos necesarios para realizar el trabajo sin afectar el Medio Ambiente.

**Seguridad**, provee los procedimientos necesarios para realizar el trabajo en forma segura.

### 1.3.4 PROCESOS

#### 1.3.4.1 Procesos de Operaciones

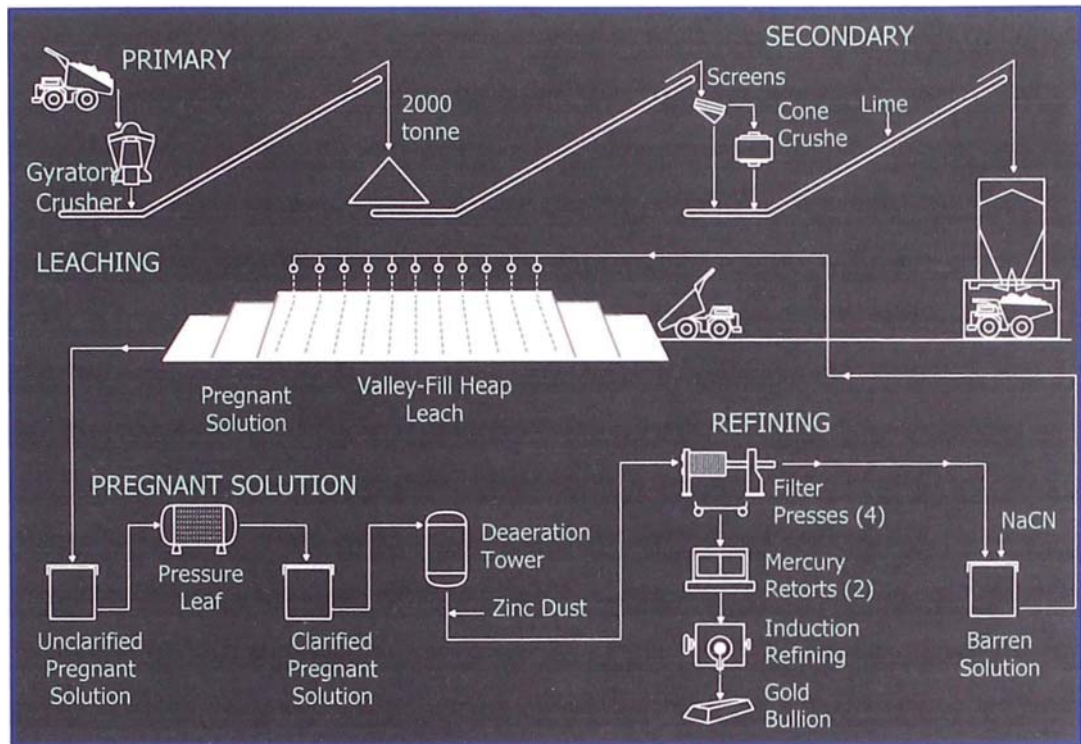
##### 1.3.4.1.1 Operaciones Mina



Muestra las actividades que realiza el área de Operaciones Mina para trasladar el Mineral a la Chancadora Primaria.

Operaciones Mina tiene Disponibilidades de Equipos presupuestadas para poder cumplir con los planes de producción. Mantenimiento es el responsable de cumplir con las disponibilidades que presupuestó Operaciones Mina.

### 1.3.4.1.2 Operaciones Procesos

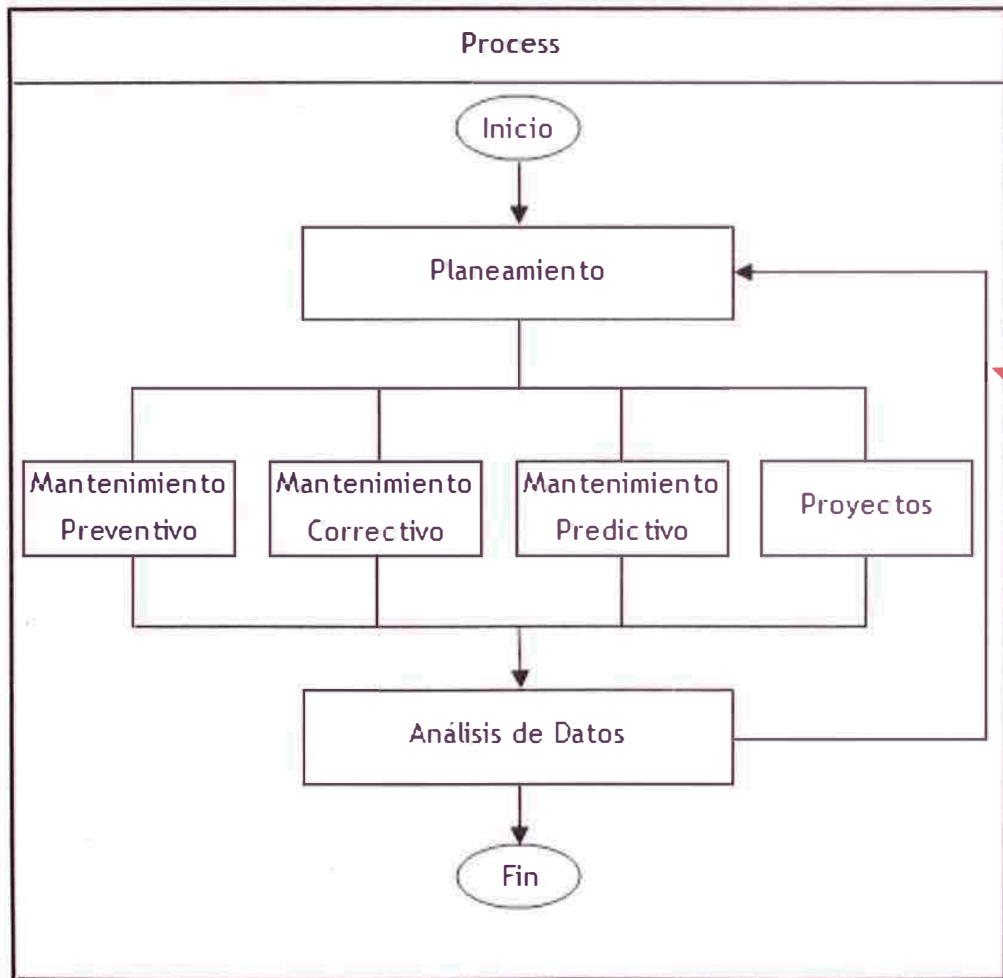


Muestra las actividades que realiza el área de Operaciones Proceso desde el momento que Chancadora Giratoria (Primaria) recibe el mineral hasta la obtención de los Doros de Oro.

Operaciones Procesos tiene Disponibilidades de Equipos presupuestadas para poder cumplir con los planes de producción. Mantenimiento es el responsable de cumplir con las disponibilidades que presupuestó Operaciones Procesos.

### 1.3.4.2 Procesos de Mantenimiento

A continuación se esboza a grandes rasgos los procesos que gobiernan el Área de Mantenimiento



**Inicio:** El proceso de Mantenimiento empieza por la necesidad de realizar un trabajo pudiendo ser esta una inspección, falla o un mantenimiento preventivo.

**Planeamiento:** Proceso en el cual se identifica los materiales, personas, herramientas y procedimientos que son necesarios para ejecutar los trabajos de mantenimiento.

**Mantenimiento Preventivo:** Proceso en el cual se revisa los planes a corto y largo plazo, se programa, se ejecuta y finalmente se archivan el histórico de los trabajos.

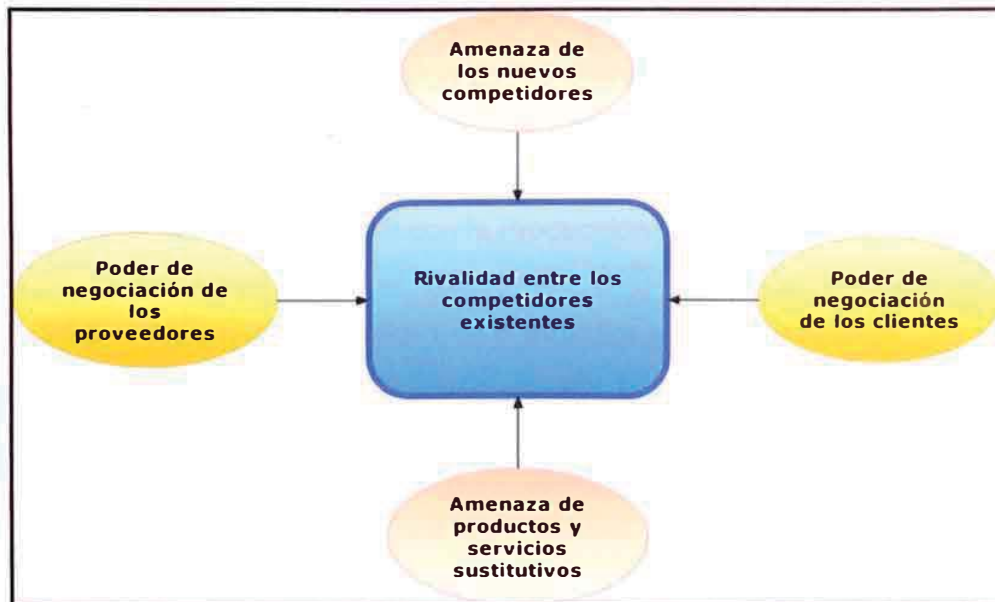
**Mantenimiento Correctivo:** Proceso en el cual se registra las fallas imprevistas en los equipos, se genera las órdenes de trabajo correctivas, se ejecuta y finalmente se archivan el histórico de los trabajos.

**Mantenimiento Predictivo:** Proceso en el cual se consolida la información, se analiza datos, se verifica límites permisibles para luego realizar los informes de acciones predictivas.

**Proyectos:** Proceso en el cual se consolida la información, se analiza datos, se identifica proyectos de mejora, se ejecuta los proyectos para luego medir los beneficios obtenidos.

### 1.3.5 ANÁLISIS PORTER DE LAS CINCO FUERZAS

A continuación se realizará un análisis de las 5 fuerzas de Porter:



Modelo Porter



#### **1.3.5.1 Amenaza de entrada de nuevos competidores**

Los competidores para el departamento de Mantenimiento son empresas altamente especializadas lo cual involucra elevados costos para su contratación. Uno de los frecuentes problemas es la falta de compromiso para lograr las disponibilidades deseadas de los equipos mineros.

Es difícil el acceso de nuevos competidores debido a que requiere experiencia, conocimiento y fuertes montos de inversión.

#### **1.3.5.2 La rivalidad entre los competidores**

Existen pocos competidores sin embargo estos compiten a un alto nivel en servicios específicos (Mantenimiento de Camionetas, Equipos Auxiliares, de bombas, etc.) sin embargo a nivel del Mantenimiento Global podríamos decir que actualmente no existe ningún competidor que cumpla con los exigencias requeridas por Compañía Minera.

#### **1.3.5.3 Poder de negociación de los proveedores**

No existe poder de negociación de nuestros proveedores (Logística, Medio ambiente, Recursos Humanos y Seguridad) debido a que tenemos una integración vertical hacia atrás con cada uno de ellos.

#### **1.3.5.4 Poder de negociación de los compradores**

El área de Mantenimiento tiene compradores (El área de Operaciones Proceso y Operaciones Mina) exclusivos, son únicos y todos comparten un único objetivo que es cumplir con la Producción de Oro preestablecida.

#### **1.3.5.5 Amenaza de ingreso de productos sustitutos**

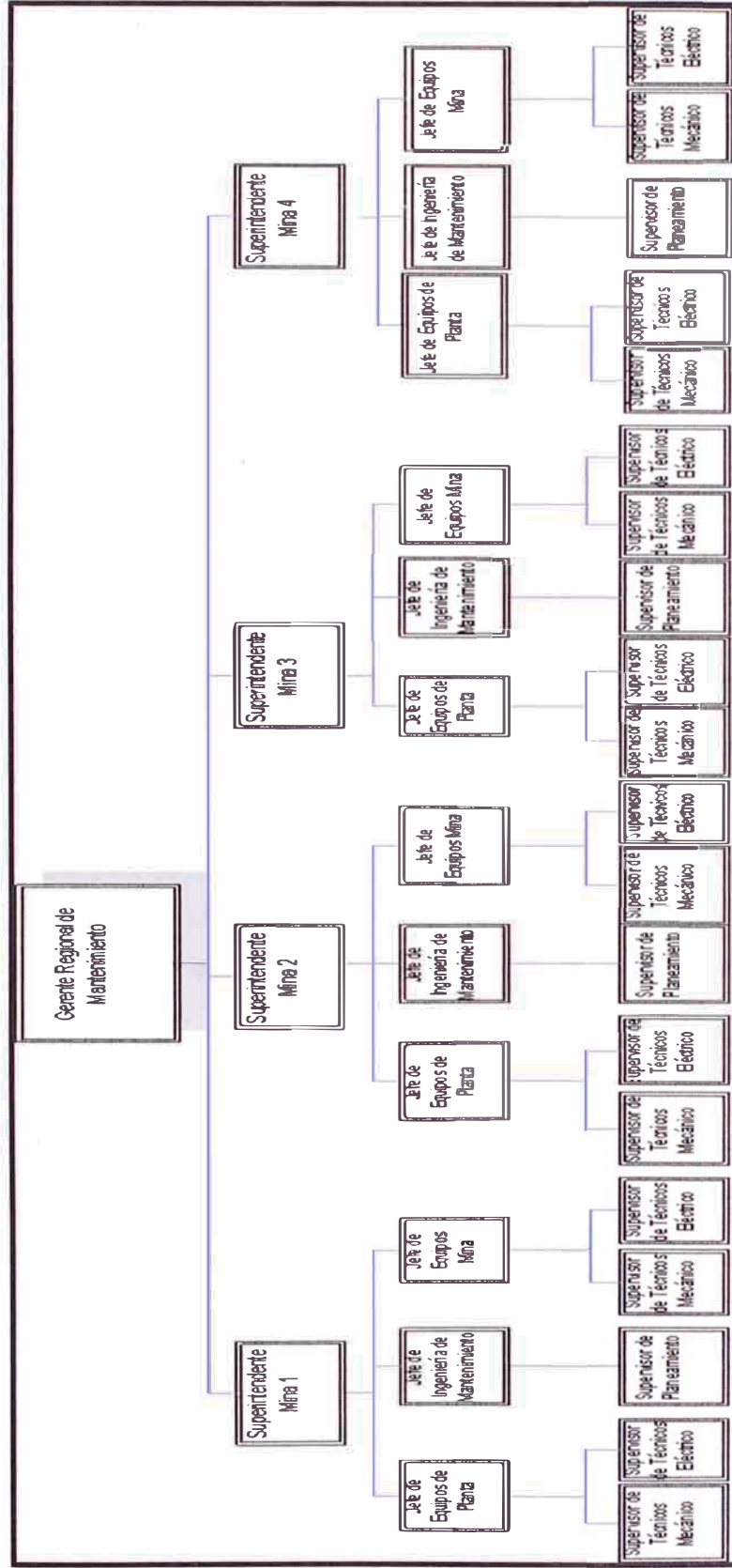
En este caso el ingreso de servicios alternos es imposible porque en la actualidad todos los equipos mineros requieren servicios de mantenimiento.



### **1.3.6 ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

Mantenimiento tiene un Organigrama Regional donde cada Superintendente de cada una de las áreas de Mantenimiento reporta al Gerente Regional de Mantenimiento.

# Organigrama del Área de Mantenimiento



Organigrama del Área de Mantenimiento Regional

## CAPITULO N° 2

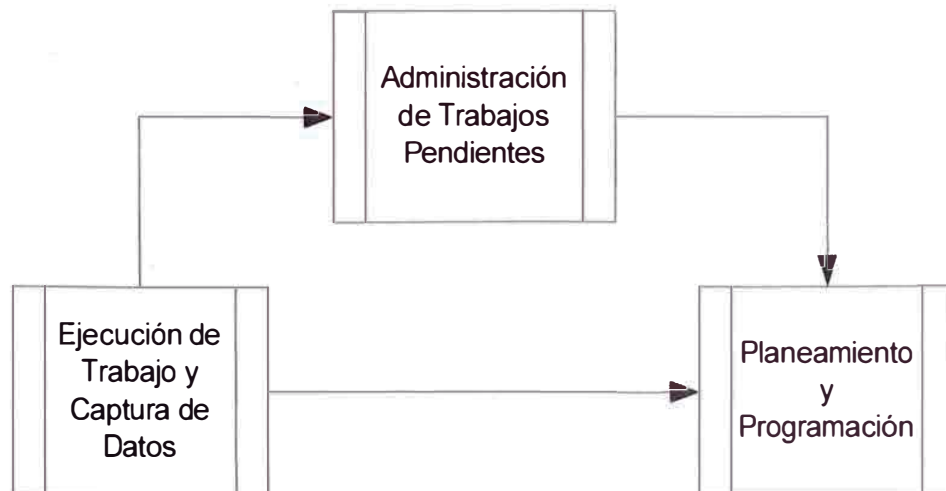
### MARCO TEORICO

#### 2.1 PROCESOS DE MANTENIMIENTO

En las áreas de Mantenimiento deben de existir 3 Procesos básicos que son indispensables para dar soporte a la Gestión de Mantenimiento.

1. Administración de Trabajos Pendientes
2. Planeamiento y Programación
3. Captura de Data y Análisis

A continuación se muestra la relación entre los principales Procesos de Mantenimiento.



## **2.1.1 ADMINISTRACIÓN DE TRABAJOS PENDIENTES**

Este proceso es el más extenso y crítico entre los tres procesos identificados; consiste en identificar las peticiones de trabajo, revisarlas, identificar si son viables, generar la orden de trabajo con los datos suficientes para una óptima planificación.

Para trabajos de emergencia surge la necesidad de crear la orden de trabajo en forma inmediata. Muchas veces es imposible negociar la creación de la orden de trabajo con el área administrativa debido a la criticidad del trabajo; de ser así es necesario regularizar el trabajo en el Sistema debido a que ello afectaría directamente al historial de los equipos y a la asignación de costos de materiales y recursos.

## **2.1.2 PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN**

Muchas veces se confunde el proceso de Planeamiento y Programación como si fueran lo mismo, sin embargo son conceptos diferentes y en la mayoría de casos tienen responsables diferentes.

### **2.1.2.1 Planeamiento**

Es el acto de conseguir una orden de trabajo con los Materiales, Recursos y procedimientos para luego ser programado o ejecutado.

Cuando todas las preguntas detalladas abajo son ciertas, entonces se puede decir que el trabajo está planeado.

- Están Disponibles todos los Materiales asociados a la orden de trabajo?
- Están disponibles las herramientas para ejecutar el trabajo?
- Todas las horas hombre estimadas están ingresadas?
- Todos los costos estimados fueron ingresados?
- Todos los procedimientos para ejecutar el trabajo están disponibles?

### **2.1.2.2 Programación**

Es el acto de definir el mejor tiempo de cuando realizar las órdenes de trabajo, teniendo en cuenta la fuerza laboral, las prioridades, los tipos de trabajo y la disponibilidad de los equipos.

Las principales actividades del proceso de programación son las siguientes:

- Determinar la capacidad de horas hombres disponibles teniendo en cuenta los feriados, vacaciones, entrenamiento y reuniones
- Identificar los trabajos preventivos, predictivos y correctivos
- Determinar el tiempo de horas hombres para atender las emergencias
- Confirmar la llegada de los materiales
- Revisar el plan de disponibilidad de los equipos

### **2.1.3 EJECUCIÓN DE TRABAJO Y CAPTURA DE DATOS**

#### **2.1.3.1 Ejecución de Trabajo**

El proceso de ejecución son las actividades necesarias para realizar el trabajo sobre los equipos. Empezando por obtener todo lo necesario para ejecutar el trabajo como: Lista de Materiales, Hoja de Seguridad de los materiales MSDS, Procedimientos, Impresión de la orden de trabajo; hasta la entrega del equipo al Cliente.

#### **2.1.3.2 Captura de Datos**

Proceso donde se captura la data e información relacionada al trabajo ejecutado.

La información vital proveída por el equipo de trabajo son las siguientes:

- Demoras
- Horas del Trabajo
- Parada del equipo
- Número y tiempo de recursos usados en el trabajo

- Comentarios, Fallas y sugerencias para la eliminación de futuras fallas

La información entregada en la orden de trabajo sirve para identificar nuevos trabajos y mejorar continuamente en todos los procesos de Mantenimiento.

## **2.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

### **2.2.1 INTRODUCCIÓN**

El Mantenimiento Productivo Total - TPM, surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance – JIPM, como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Las 6 grandes pérdidas de los equipos son:

#### **Pérdidas por fallas:**

Son causadas por defectos en los equipos que requieren de alguna clase de reparación. Estas pérdidas consisten de tiempos muertos y los costos de las partes y mano de obra requerida para la reparación. La magnitud de la falla se mide por el tiempo muerto causado.

#### **Pérdidas de Set up y de Ajuste:**

Son causadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una corrida de producción, el empezar un nuevo turno de trabajadores. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas. Su magnitud también se mide por el tiempo muerto.

**Pérdidas debido a paradas menores:**

Son causadas por interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.

**Pérdidas de velocidad:**

Son causadas por reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.

**Pérdidas de defectos de calidad y retrabajos:**

Son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que ser retrabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

**Pérdidas de rendimiento:**

Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o scrap.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.

- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM.

La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega asimismo largos, trabajadores con una formación muy especificada y control de calidad en base a la inspección del producto. Cuando dicha empresa ha precisado emigrar desde este sistema a otros más ágiles y menos costosos, ha necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costes y la calidad simultáneamente, es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la dinámica de gestión contraria a cuanto hemos mencionado: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados en “la primera”.

Así pues, entre los sistemas sobre los cuales se basa la aplicación del Kaizen, se encuentra en un sitio especial es TPM, que a su vez hace viable al otro sistema que sostiene la práctica del Kaizen que es el sistema “Just in Time”.

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.



## 2.2.2 CONCEPTOS Y DEFINICIONES

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

- La frecuencia de las averías, y
- El tiempo necesario para reparar las mismas.

El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado mantenibilidad es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

## 2.2.3 ACTIVIDADES FUNDAMENTALES

- **Mantenimiento Autónomo.** Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial

trascendencia la aplicación práctica de las Cinco "S". Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.

- **Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos.** Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.
- **Mantenimiento Programado.** Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.
- **Prevención de Mantenimiento.** Mediante los desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.

- **Mantenimiento Predictivo.** Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el Mantenimiento Predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes. Entre los beneficios de su aplicación tenemos: a) Reducción de paros; b) Ahorro en los costos de mantenimiento; c) Alargamiento de vida de los equipos; d) Reducción de daños provocados por averías; e) Reducción en el número de accidentes; f) Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta; g) Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos. Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo predictivo tenemos: a) análisis de vibraciones; b) análisis de muestras de lubricantes; c) termografía; y, d) Análisis de las respuestas acústicas.

### **2.3 BENCHMARKING**

Es una técnica gerencial basada en la comparación, que se puede definir como el proceso sistemático de buscar, e introducir las mejores prácticas (best practices) de negocio de empresas líderes competidoras en nuestra organización.

Fue utilizado tradicionalmente para comparar los resultados o el desempeño de una empresa contra los líderes en ese campo, y promover mejoras, sin tener que pasar por los desgastantes ejercicios de prueba y error por los que ya pasó el líder.

Hay que resaltar que estas técnicas no son una finalidad en sí mismas; sino que son un conjunto de herramientas que permiten usar la comparación como un “driver” que convierte a la empresa u organización, privada o pública, en una organización con capacidad permanente de aprendizaje

(learning organization). Sirve para anticipar problemas y sortear obstáculos identificando soluciones.

La decisión de benchmarking es una decisión de muy alto nivel que debe mantener la alineación con la estrategia, la visión, la misión y en general con el Norte Estratégico. Hay que alinear el desempeño (y su medición) con el criterio de tener como beneficiario final al cliente; pues si es solo de cara adentro y no revela impacto sobre los clientes, es más sobre eficiencia que sobre eficacia.

Los niveles de impacto para una medición y evaluación efectivas, a todos los niveles, son: la industria, la empresa, el departamento o gerencia y los individuos, teniendo en cuenta cada caso en particular: quién, qué y porqué.

Se puede trabajar tanto por tipo de proceso, como por tipo de negocio; un banco perfectamente podría comparar su servicio de taquilla con un negocio de comida rápida, y su telephone banking con el servicio de informaciones de la compañía local de teléfonos. Hay que nutrirse de experiencias de otros. Ya sea del mismo tipo de negocio de uno o no; ya sea del mismo país o del exterior. Y lo que se vea afuera, no necesariamente será la verdad; pero por lo menos será la base para discutir más profundamente el caso propio, “mirándose en el espejo de otro”. Y no hay un solo espejo en el cual mirarse. Hay tantos como procesos o productos se quieran mejorar.

Se debe orientar más a los resultados que a los procesos. No hay medida de desempeño más convincente que un cliente satisfecho que vuelve por más. Y eso es válido tanto en el negocio de los refrescos y las telecomunicaciones, como en el gobierno y en el de la consultoría gerencial

Para arrancar un proceso de benchmarking hay que tener un sólido conocimiento de la propia empresa, el cual a su vez se verá estimulado, durante el desarrollo, dándole una mayor profundidad. La generación de nuevas ideas como resultado de la exposición a otras experiencias y

enfoques lo hacen atractivo, pues permite a los gerentes mirar hacia adentro, al mismo tiempo que adoptan ideas y prácticas innovadoras provenientes del exterior. Esto es importante pues la comparación con otros puede llevar a plantear objetivos inalcanzables que desmoralicen en vez de ayudar.

En general, los mejores resultados de una exploración (amplia o focalizada), se logran cuando se reconoce la situación propia y cuando se trata de buscar fuera del país y con cambio de paradigma. Es recomendable apoyarse en firmas de consultoría gerencial, las cuales, por su amplia exposición al mercado, son valiosas para diseñar e implementar estos proyectos.

La organización que lo aplica debe estar abierta a internarse en una cultura en la cual se sienta cómoda y confortable con la noción de ser comparado. Reconocer la posibilidad de la comparación, es para la gerencia, aceptar nuevos elementos de presión en cuanto a la evaluación de sus resultados. Se debe tener una cultura capaz de recibir en forma continua información fresca de cómo hacen las cosas en otras partes, y ser capaz de hacer algo con esa información. Sin duda las organizaciones capaces de hacerlo son más maduras y terminan siendo más resistentes a los embates de los malos tiempos; además de competir mejor.

Es recomendable que los niveles gerenciales de la empresa sean los promotores al principio y los sustentadores después. Ellos son los que deben encontrar las ventajas de practicarlo, y los responsables por su calibración. No creo que deba ser el esfuerzo de una sola vez. Esto realmente paga cuando es un esfuerzo continuo que termina moldeando positivamente una empresa y llevándola al lugar en el cual están las organizaciones exitosas del futuro: Donde el activo más importante es la capacidad de aprender a aprender de las experiencias de otros, así como de las que uno mismo ha ido desarrollando. Comparación contra otros y comparación contra uno mismo.

Se sugiere trabajar en equipos pequeños y multidisciplinarios, con capacidad de moverse entre lo concreto y lo abstracto, manejando escenarios múltiples simultáneamente y con capacidad para actuar en diferentes dimensiones de paradigmas. Deben alinearse con el Norte Estratégico para asegurarse no desplazar objetivos estratégicos, aunque si lo hagan con los tácticos. Es importante asignar gente joven con un buen potencial de crecimiento.

Desde un punto de vista práctico, cuando una organización, adopta la comparación como una técnica gerencial permanente, es recomendable que se apoye en tecnología de información, de forma tal que pueda integrarla inteligentemente a su proceso de negocios. Se recomienda que se prepare una enciclopedia inteligente, apoyada por software, capaz de almacenar y buscar las diferentes ideas y experiencias que se vayan incorporando como producto de la estrategia de comparación.

Ya se ha detallado lo suficiente en comparaciones y las mediciones, como para preguntar si se está haciendo bien y si hay otros que lo están haciendo mejor. En la actualidad, se dispone de suficiente experiencia en estas técnicas, como para sentirse cómodo con el concepto; aunque aún no con los resultados. Hacerle benchmarking al benchmarking es una opción que permitirá aprender de cómo mejorar la técnica y aplicar los resultados.

Una buena referencia para llevar a cabo el proceso de Benchmarking es seguir las siguientes etapas.

ETAPA 0. Generar el ambiente necesario para iniciar el benchmarking

ETAPA 1. Determinación de objetivos estratégicos para la organización

ETAPA 2. Determinación del elemento objeto del benchmarking

ETAPA 3. Determinación del equipo de benchmarking

ETAPA 4. Selección de socios de benchmarking

ETAPA 5. Recopilación de la información

ETAPA 6. Análisis de la información

ETAPA 7. Implantación de las mejoras

## **2.4 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS**

### **2.4.1 ESTANDARIZACIÓN**

La estandarización o normalización es el proceso de elaboración, aplicación y mejora de las normas que se aplican a distintas actividades científicas, industriales o económicas con el fin de ordenarlas y mejorarlas. La asociación estadounidense para pruebas de materiales (ASTM), define la normalización como el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados.

Según la International Organization for Standardization – ISO, la Normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y

repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico.

La normalización persigue fundamentalmente tres objetivos:

- Simplificación: Se trata de reducir los modelos quedándose únicamente con los necesarios.
- Unificación: Para permitir la intercambiabilidad a nivel internacional.
- Especificación: Se persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso

Las elevadas sumas de dinero que los países desarrollados invierten en los organismos normalizadores, tanto nacionales como internacionales, es una prueba de la importancia que se da a la normalización.

#### **2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS NORMAS**

El presente esquema representa una clasificación general de las estandarizaciones.

##### **Por el ámbito de aplicación**

###### **Nacional**

- Normas para el sector industrial.
- Normas para la empresa.
- Normas para organismos nacionales.

###### **Internacional**

##### **Por el contenido**

###### **Científico**

- Definiciones de magnitudes, unidades y símbolos.



- Designaciones de la simbología matemática.
- Designaciones de notaciones científicas.

### **Industrial**

- Normas de calidad: Definen las características de un producto o proceso.
- Normas dimensionales: Definen las dimensiones, tolerancias, formas, etc. de un producto.
- Normas orgánicas: Afectan a aspectos generales (color de las pinturas, dibujos, acotaciones, etc.).
- Normas de trabajo: Ordenan los procesos productivos.

### **Por la forma de aplicación**

**Obligatorias:** Solo vinculadas a seguridad y alimentación.

### **Voluntarias**

## **2.4.3 ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN**

### **2.4.3.1 Organismos de Normalización Internacionales**

- ANSI - Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- CEE - Comisión de reglamentación para equipos eléctricos
- CENELEC - Comité Européen de Normalisation Electrotechnique - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
- CEN - Organismo de estandarización de la Comunidad Europea para normas EN.
- COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas
- AMN - Asociación Mercosur de Normalización
- CEN - Organismo de normalización de la Comunidad Europea
- IEC - International Electrotechnical Commission

- IEEE - Institute of Electrical and Electronical Engineers
- IETF - Internet Engineering Task Force
- ISO - Organización Internacional para la Estandarización
- ITU - Unión Internacional de Telecomunicaciones (engloba CCITT y CCIR)
- Organismos de las Naciones Unidas: UNESCO, OMS, FAO

#### 2.4.3.2 Organismos de Normalización Nacionales

País	Organismo	Web
Alemania	Deutsches Institut für Normung	DIN
Argentina	Instituto Argentino de Normalización y Certificación	IRAM
Bolivia	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad	IBNORCA
Chile	Instituto Nacional de Normalización	INN
Colombia	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	ICONTEC
Costa Rica	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica	INTECO
Cuba	Oficina Nacional de Normalización	NC
Ecuador	Instituto Ecuatoriano de Normalización	INEN
El Salvador	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT *
España	Asociación Española de Normalización y Certificación	AENOR
Estados Unidos de América	American National Standards Institute	ANSI

Filipinas	Bureau of Product Standards	BPS
Francia	Association Française de Normalisation	AFNOR
Guatemala	Comisión Guatemalteca de Normas	COGUANOR *
Honduras	Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología	COHCIT **
Japón	Japanese Industrial Standards Committee	JISC
México	Dirección General de Normas	DGN
Nicaragua	Dirección de Tecnología, Normalización y Metrología	DTNM *
Panamá	Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas	COPANIT
Paraguay	Instituto Nacional de Tecnología y Normalización	INTN *
Perú	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual	INDECOPI *
Reino Unido	British Standards Institution	BS
República Dominicana	Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad	DIGENOR **
Rusia	Agencia Federal para la Regulación Técnica y la Metrología	GOST
Suiza	Swiss Association for Standardization	SNV
Uruguay	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas	UNIT
Venezuela	Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad	FONDONORMA

#### **2.4.4 EVOLUCIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS**

En los años 70 y 80, las empresas mejoraron sus procesos mediante la gestión de la calidad total. En los 90, intentaron optimizarlos radicalmente mediante la reingeniería de procesos. En la década actual, muchas han vuelto al mejoramiento de procesos con los Sistemas de Gestión Seis Sigma. Pero las mejoras muchas veces no se traducen en rápidas reducciones de costos o en un balance general más ajustado. A finales del siglo XX la idea de tercerizar procesos y capacidades comenzó a ganar aceptación como un medio para obtener beneficios más rápidos.

Un proceso de negocios es como una organización realiza su trabajo: el conjunto de actividades, ya sean internas o externas, que realiza para cumplir un objetivo particular para un cliente específico. Los procesos pueden ser extensos y abarcar diversas funciones.

Las organizaciones buscan estandarizar sus procesos por varias razones. La estandarización facilita las comunicaciones sobre cómo opera el negocio, permite traspasos suaves en las fronteras de los procesos y posibilitar indicadores comparativos de desempeño. Entre distintas empresas, los procesos estandarizados facilitan el comercio por las mismas razones: mejores comunicaciones, traspasos más eficientes y benchmarking del desempeño. Dado que los sistemas de información sustentan los procesos, la estandarización permite sistemas uniformes dentro de las empresas e interfaces de sistemas estandarizadas entre diferentes firmas.

Algunos estándares famosos mundialmente como el grupo Supply-Chain Council, integrado por más de 800 empresas definió el modelo "Supply-Chain Operations Reference – SCOR", que traza un proceso de cadena de suministro de alto nivel en cinco pasos clave: Planeamiento, Suministro, Producción, Entrega y Devolución. Cientos de organizaciones –desde Alcatel hasta la Marina estadounidense- han comenzado a usar el modelo para sus propios procesos. Alcatel aumentó su tasa de entrega a tiempo de 10% a 505 en nueve meses y redujo sus costos de adquisición de materiales en un tercio. Varias empresas han usado el Process Handbook del MIT, una

biblioteca online con más de 50000 procesos y actividades. El American Productivity and Quality Center – APQC, creó un Marco de Clasificación de Procesos que describe todos los procesos de una organización; el grupo ha usado este marco para organizar los benchmarks de procesos que ha reunido durante más de una década.

Un segundo conjunto necesario de enfoques de evaluación de procesos son los estándares de desempeño de procesos. Una vez que las empresas en un sector específico llegan a un consenso sobre que actividades y flujos conforman un proceso determinado, pueden comenzar a medir sus propios procesos y comparar sus resultados con los de proveedores externos.

Benchmarks para el modelo SCOR ya están disponibles. El APQC está trabajando con un consorcio de empresas llamado Open Standard Benchmarking Collaborative para crear una base de datos pública estandarizada, con definiciones, indicadores y benchmarks de procesos que ayuden a organizaciones de todo el mundo a evaluar y mejorar rápidamente su desempeño. Organizaciones tan diversas como Bank of America, Cemex, IBM, Shell Oil y el Banco Mundial participan aquí.

Un estándar de procesos solo tiene impacto si el mundo lo adopta. El “Modelo de procesos Modelo de Madurez de Procesos – CMM”, creado por el Software Engineering Institute – SEI; de Carnegie Mellon para el desarrollo de software ha tenido enorme influencia en el mejoramiento de los procesos de software en todo el mundo. La calidad del software es especialmente impredecible cuando se compra a un proveedor, y prácticamente todas las organizaciones compran software. Algunos departamentos de defensa de Estados Unidos promovieron el CMM hasta hacerlo obligatorio para sus contratistas. EL SEI ha modificado el CMM para evaluar prácticas de gestión de recursos humanos, de adquisición de software y otras formas de ingeniería.

Los estándares de procesos de Internacional Organization for Standardization – ISO, para la fabricación de productos han sido aplicados y certificados en más de 130,000 empresas en el mundo. Con los estándares ISO una organización aprueba o no. La ISO ha creado más de 14,000

estándares para la fabricación de todo, desde hilos para tornillos hasta formatos de tarjetas telefónicas y bancarias. El SEI colabora con la ISO para crear un estándar internacional de calidad para el desarrollo de software, llamado ISO 15504.

La estandarización de procesos también requerirá cambios en la estrategia. A medida que un creciente número de procesos se vuelve común dentro y entre industrias, los ejecutivos tendrán que revisar las bases competitivas en sus respectivos negocios. Deberán decidir cuales de sus procesos deben ser distintivos para que sus estrategias tengan éxito y cuales pueden realizarse de manera relativamente genérica y barata.

## 2.4.5 FASES DE LA ESTANDARIZACIÓN

1. Estandarización de procesos internos; procedimientos.
2. Ajustarse a un estándar reconocido como ISO 14224 ó ISO 12647.
3. Controlar continuamente el proceso.

## 2.4.6 NORMA ISO 14224

Provee una base exhaustiva para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento con un formato estándar en las áreas de perforación, refinación y transporte en ductos de petróleo y gas natural.

Este estándar internacional presenta guías para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos de confiabilidad y mantenimiento, facilitando la recopilación de los mismos. Los datos permitirán que el usuario cuantifique la confiabilidad de los equipos y compare la confiabilidad de equipos con similares características.

**Límites de los equipos y jerarquía:** Una frontera definida es imperativa para recolectar, combinar y analizar datos de confiabilidad y mantenimiento provenientes de diferentes plantas; caso contrario, la combinación de datos estará basada en datos incompatibles.

Para cada clase de equipo la norma ISO 14224 exige que se defina una frontera indicando qué datos de confiabilidad y mantenimiento serán recopilados.

El diagrama de frontera mostrará las subunidades que componen la clase de equipo así como las interfases con su entorno.

La norma recomienda preparar una jerarquía de equipos; el más alto nivel es la clase de equipo; el número de niveles para su subdivisión dependerá de la complejidad del equipo y del uso que se dará a los datos.

Los datos de confiabilidad necesitan estar relacionados con un cierto nivel particular dentro de la jerarquía del equipo, de forma que aquellos sean significativos y comparables. Por ejemplo, los datos de confiabilidad “clase de severidad” estarán relacionados al equipo particular, mientras que la

causa de la falla estará relacionada al nivel más bajo en la jerarquía del equipo (ítem mantenible).

Un instrumento simple no necesita descomposición adicional, mientras que se requieren varios niveles para describir una turbina.

Según la norma ISO14224, para un equipo determinado, una subdivisión en tres niveles será normalmente suficiente.

La jerarquía propuesta para el hardware y su frontera correspondiente comprende:

- Clase de equipo
- Equipo particular (frontera del equipo)
- Sub unidades del equipo (subdivisión dentro de la frontera)
- Ítems mantenibles (nivel de ítems mantenibles)

**Estructura de la información:** La norma ISO 14224 exige que los datos sean recopilados en forma organizada y estructurada. Los agrupa en tres categorías:

1. Datos del equipo, caracterizados por datos que identifiquen al equipo, datos de diseño y aplicación;
2. Datos de falla, que comprenden identificación del equipo, registro de la falla, ubicación del equipo, datos propios de la falla;
3. Datos de mantenimiento, que comprenden registros de mantenimiento, ubicación del equipo, registros de fallas, datos propios del mantenimiento, categoría del mantenimiento, ítems mantenidos, etc.



## CAPITULO N° 3

### PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

#### 3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La compañía minera tiene 4 minas en operación; todas las operaciones tienen una superintendencia de mantenimiento. Cada Área de mantenimiento opera con procesos de negocio independientes y a su vez los procesos son soportados por diversos softwares de Gestión de Mantenimiento como Máximo, SAP y Excel. El principal problema que actualmente tiene la compañía es la **“Falta de estandarización de procesos del negocio de Mantenimiento”**. Esto trae consigo los siguientes problemas específicos:

1. Los procesos de operación de cada una de las minas no son homogéneas impidiendo así compartir experiencias y mejores prácticas de cada unidad de negocio.
2. Es imposible comparar la gestión de performance de las Áreas de Mantenimiento.
3. Dificultad para la aplicación de mejora continua en los Procesos y Sistemas de Mantenimiento.
4. Dificultad para gestionar los procesos específicos de Gestión de Trabajos Pendientes, Seguimiento de componentes y Control de Costos en cada operación minera.

### 3.2 ALTERNATIVAS

1. Implementar el Proyecto de Estandarización y Optimización de Procesos de Mantenimiento
2. Continuar con las mismas condiciones

### 3.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Teniendo en cuenta que en el desarrollo del Proceso de Estandarización y Optimización tendremos gastos de Consultoría, recursos asignados al proyecto, Renta de Oficinas, Viajes y estadías se evalúa el flujo de caja para un periodo de 5 años.

### 3.4 FLUJO DE CAJA

A continuación se detalla el flujo de caja para el proyecto de Optimización y Estandarización de procesos para el área de Mantenimiento.

Cuadro en miles de dólares,  $i=15\%$

	Flujo de Caja con el Proyecto					
	0	1	2	3	4	5
Ahorro anual por implementar el proyecto	0	5964	5964	5964	5964	5964
Consultoría	-200					
Oficinas	-40					
Recursos Asignados al Proyecto	-100					
Recursos de Soporte	0	-5	-5	-5	-5	-5
Viajes y estadía	-100					
Flujo de Caja	-440	5959	5959	5959	5959	5959
<b>VAN</b>	<b>\$19,535.49</b>					

**VAN 19, 535 492**

El ahorro anual por implementar el proyecto es obtenido de la sección "Evaluación del Proyecto" Pág. 50.

Se observa que implementando el proyecto obtendremos un beneficio \$19, 535 492 - Diecinueve millones quinientos treinta y cinco mil cuatrocientos noventa y dos dólares, por lo tanto el proyecto es económicamente factible.

## **CAPITULO N° 4**

### **DESARROLLO DE LA SOLUCION**

#### **4.1 BENCHMARKING ENTRE LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO**

##### **4.1.1 DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS ESTRATÉGICOS**

El objetivo principal de mantenimiento es lograr los niveles de Disponibilidades de los Equipos de acuerdo a lo propuesto por las áreas operativas por consiguiente nuestro objetivo estratégico es:

“Altos niveles de Disponibilidad de los Equipos de Operaciones”

##### **4.1.2 DETERMINACIÓN DEL ELEMENTO OBJETO DEL BENCHMARKING**

Las metas que están asociadas a nuestro objetivo estratégico son las siguientes:

- Disminuir el tiempo de los Mantenimientos
- Aprovechar el tiempo de paradas imprevistas
- Reducir el tiempo de generación de Órdenes de Trabajo
- Aumentar la confiabilidad de los equipos
- Evitar paradas innecesarias

Los Procesos que influyen en la consecución de las metas se muestran a continuación.

Trabajos Inmediatos

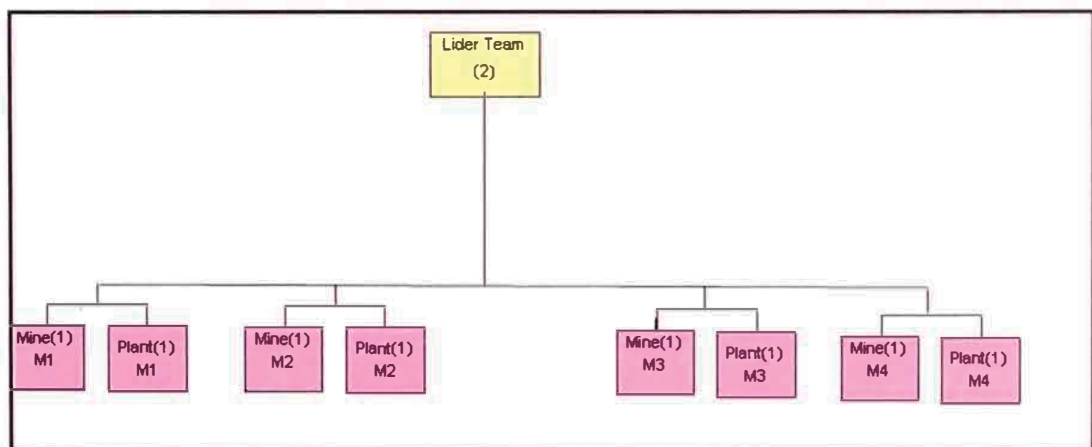
Planear Trabajos

Programación de Trabajos

Ejecución de Trabajos

#### 4.1.3 DETERMINACIÓN DEL EQUIPO

El equipo para realizar el Benchmarking es el siguiente



#### 4.1.4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A continuación se detalla los resultados de los factores en cada una de las Minas.

Factores	Proceso	Mina A	Mina B	Mina C	Mina D
Tiempos Promedio de Mantenimiento Correctivo	Trabajos Inmediatos	Bajo	Medio	Medio	Alto
Número de Trabajos por Parada	Trabajos Inmediatos	3	5	4	2
Tiempo Promedio en Generar una Orden de Trabajo	Planear Trabajos	2min	1min	3min	5min
Tiempo Promedio entre fallas	Ejecución de Trabajos	Medio	Bajo	Medio	Medio
Numero de Paradas Innesarias	Programación de Trabajos	Medio	Medio	Bajo	Alto

#### **4.1.5 IMPLANTACIÓN DE MEJORAS**

Según la recopilación y el Análisis de la información las acciones a implantar son:

**A1.** Ejecutar los Trabajos de Emergencia directamente cuando el trabajo no requiera materiales y son tiempos cortos.

**A2.** Adelantar la ejecución de trabajos aprovechando las paradas de emergencia

**A3.** Predefinir las órdenes de trabajos repetitivas y estándares.

**A4.** Asegurar la calidad después de realizar los trabajos.

**A5.** Revisión de la disponibilidad física de los materiales en el almacén.

#### **4.2 PROPUESTA DEL MAPA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO**

En función al Marco Teórico y el resultado del Benchmarking detallamos el Proceso Estándar de Mantenimiento que se usará en cada una de las minas.

##### **4.2.1 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

El proceso de Gestión de Mantenimiento se divide en 8 procesos principales, cada uno de ellos se complementan para dar soporte a cada una de las actividades de Mantenimiento.

- a. Identificar Trabajos
- b. Trabajos Inmediatos
- c. Planear Trabajos
- d. Programar Trabajos
- e. Ejecutar Trabajos
- f. Cerrar Trabajos
- g. Elaborar Presupuesto de Mantenimiento
- h. Analizar Información

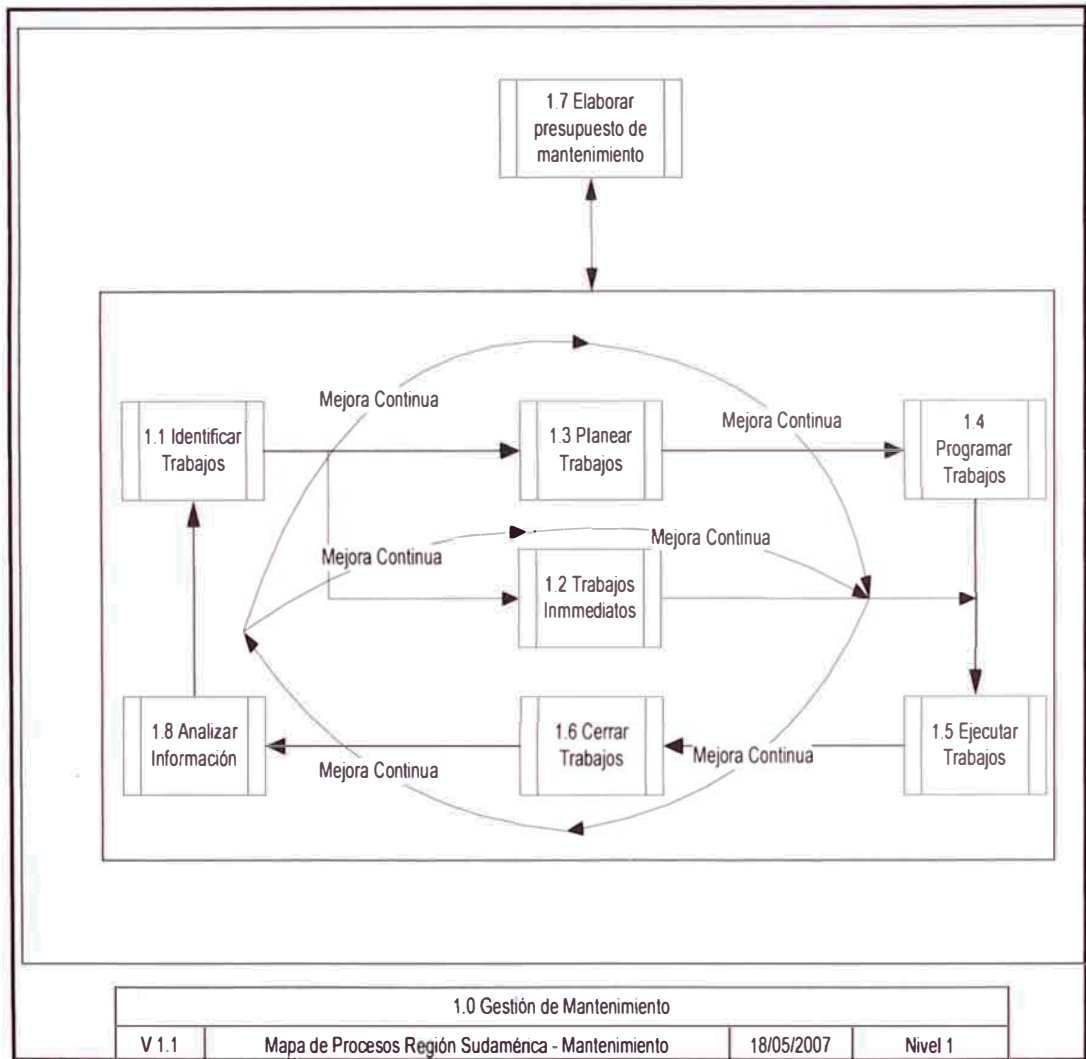
##### **Objetivos de la Gestión de Mantenimiento**

Cumplir con la disponibilidad planeada de equipos.

Optimizar costos del proceso productivo de Mantenimiento.

Optimizar los recursos de mantenimiento.

Realizar los trabajos en forma segura.



#### **4.2.1.1 Identificar Trabajos**

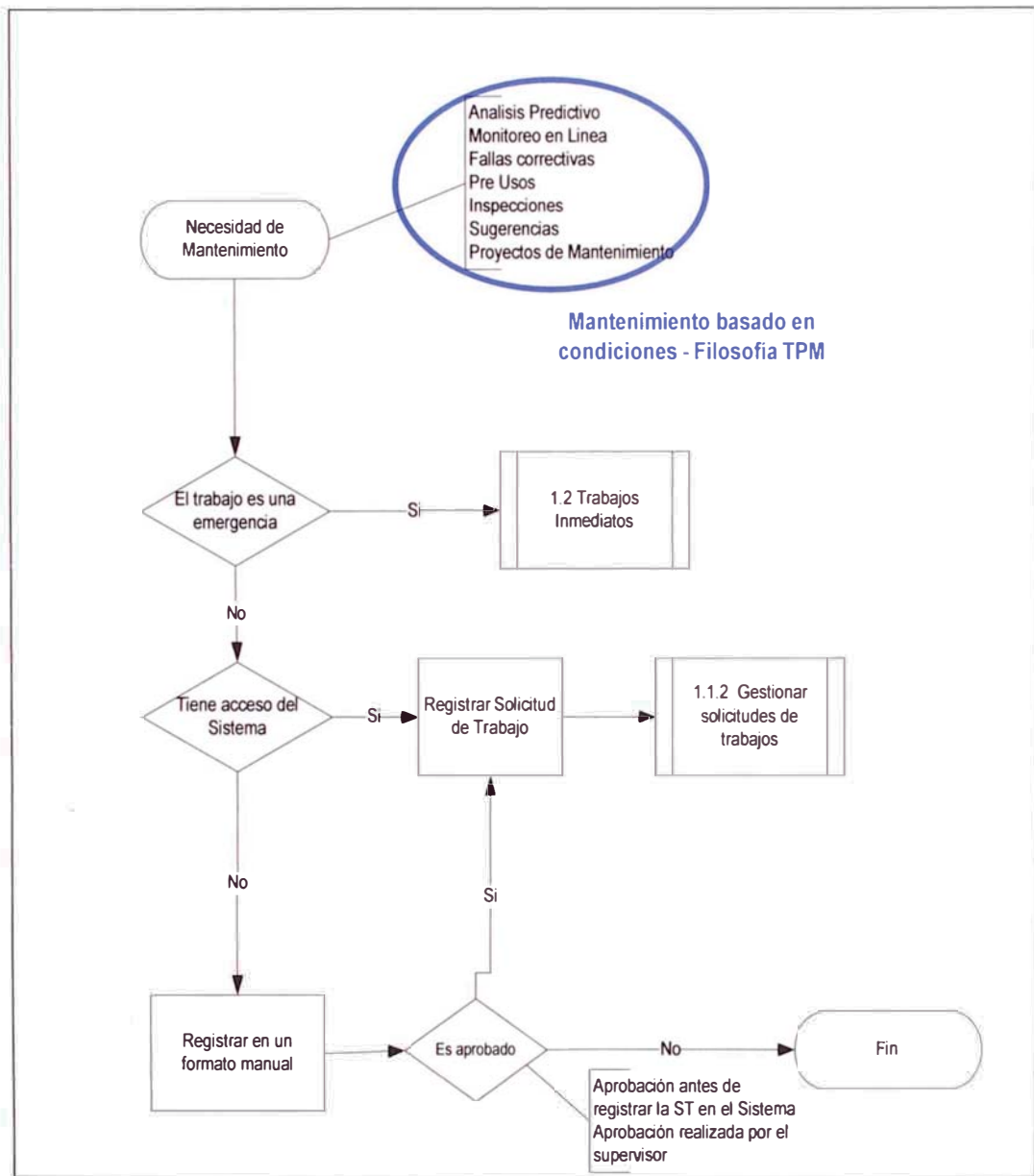
Identifica todas las demandas de los trabajos para el área de mantenimiento. Los trabajos pueden ser solicitados por nuestros clientes, Técnicos de Mantenimiento y por los sistemas de monitoreo de condición.

Tiene un subproceso:

1.1.1 Gestionar Solicitudes de Trabajos

#### **Objetivos**

Centralizar los pedidos de trabajos en nuestro Sistema de Mantenimiento  
Realizar seguimiento de las solicitudes de trabajos  
Optimizar la gestión de las solicitudes de trabajo en función de la prioridad

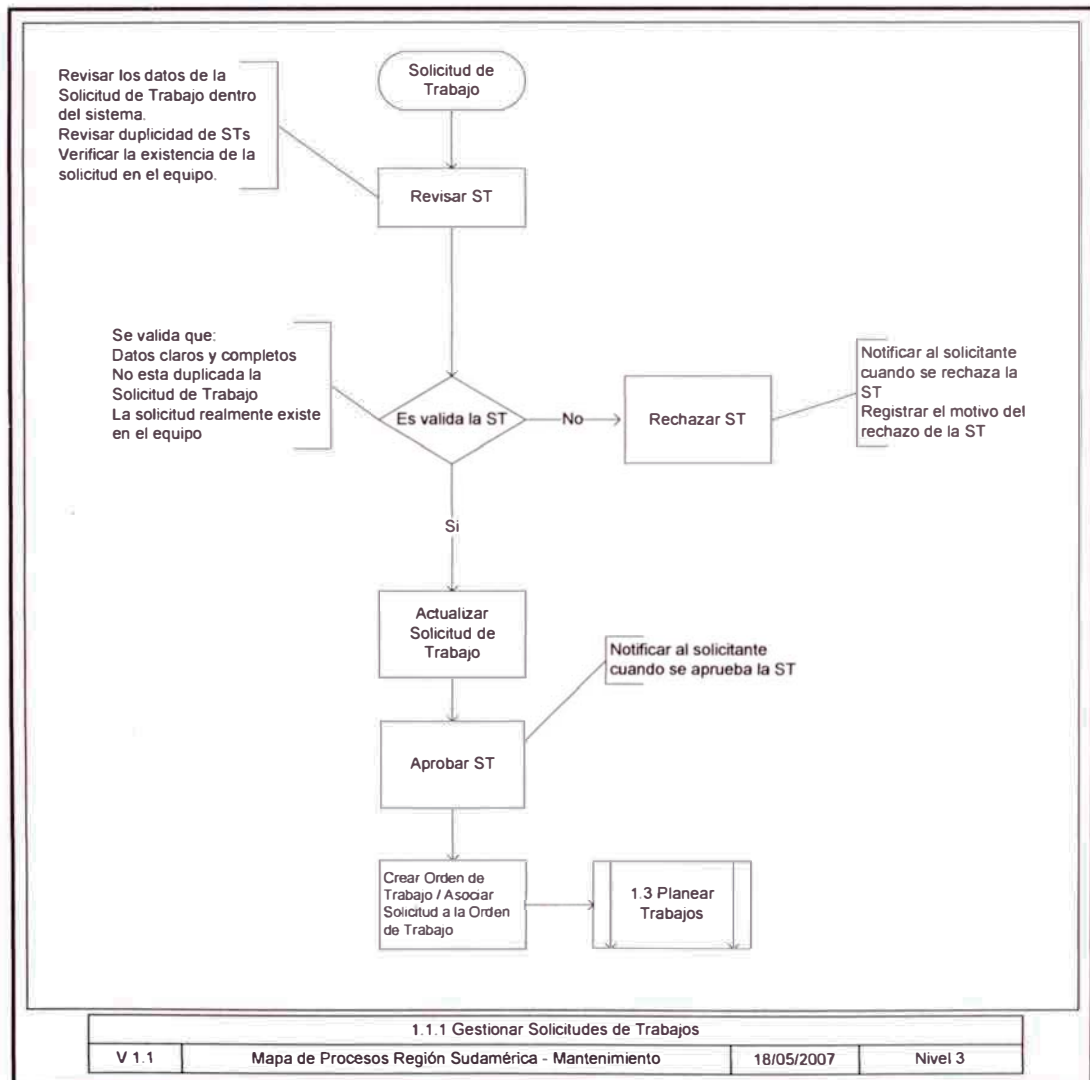


1.1 Identificar Trabajos			
V 1.1	Mapa de Procesos Región Sudamérica - Mantenimiento	18/05/2007	Nivel 2



#### 4.2.1.1.1 Gestionar Solicitudes de Trabajo

Este proceso revisa las solicitudes de trabajo, aprueba en el caso de ser valido (caso contrario rechaza) para luego convertirse en una orden de trabajo.

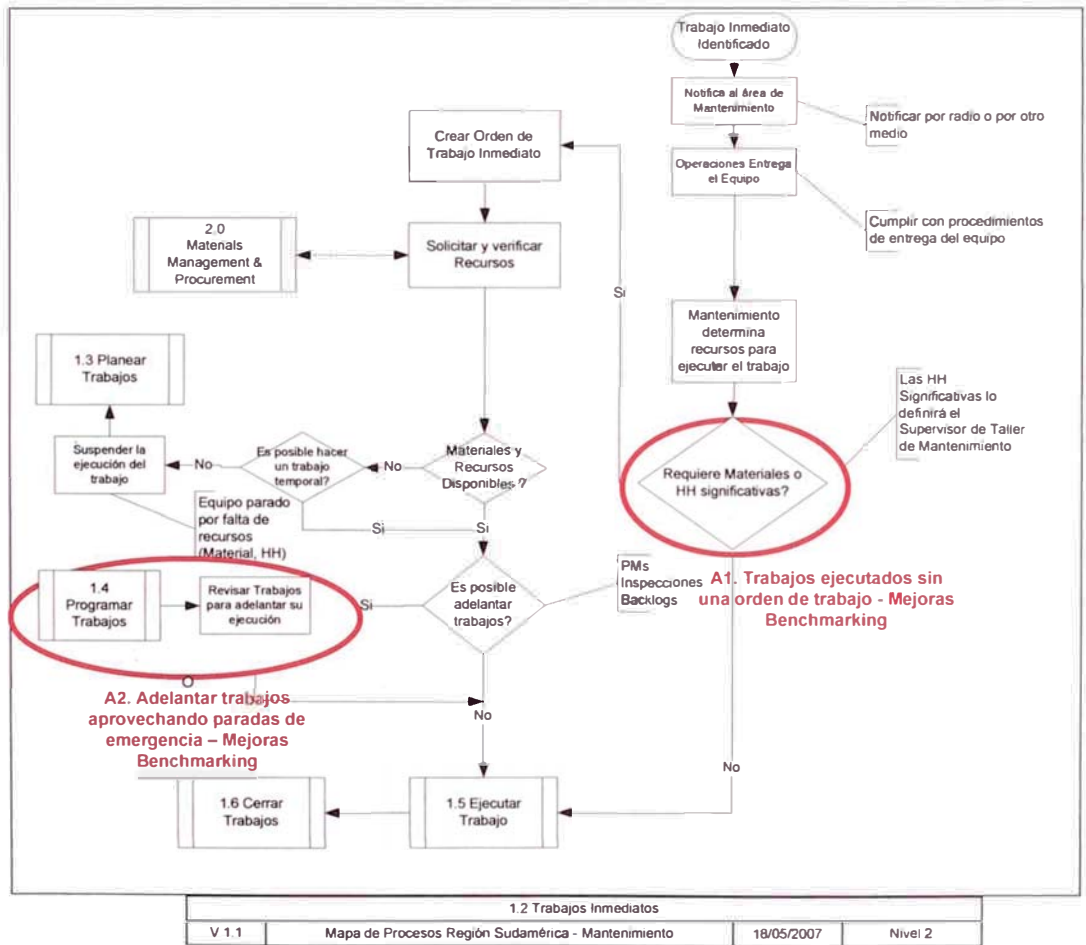


#### 4.2.1.2 Trabajos Inmediatos

Son las actividades que debe seguir un trabajo que se necesita ejecutar en el momento obviando la planificación y programación de trabajos.

#### Objetivos

Minimizar el tiempo de atención de los trabajos de emergencia  
Facilitar la ejecución de trabajos de emergencia

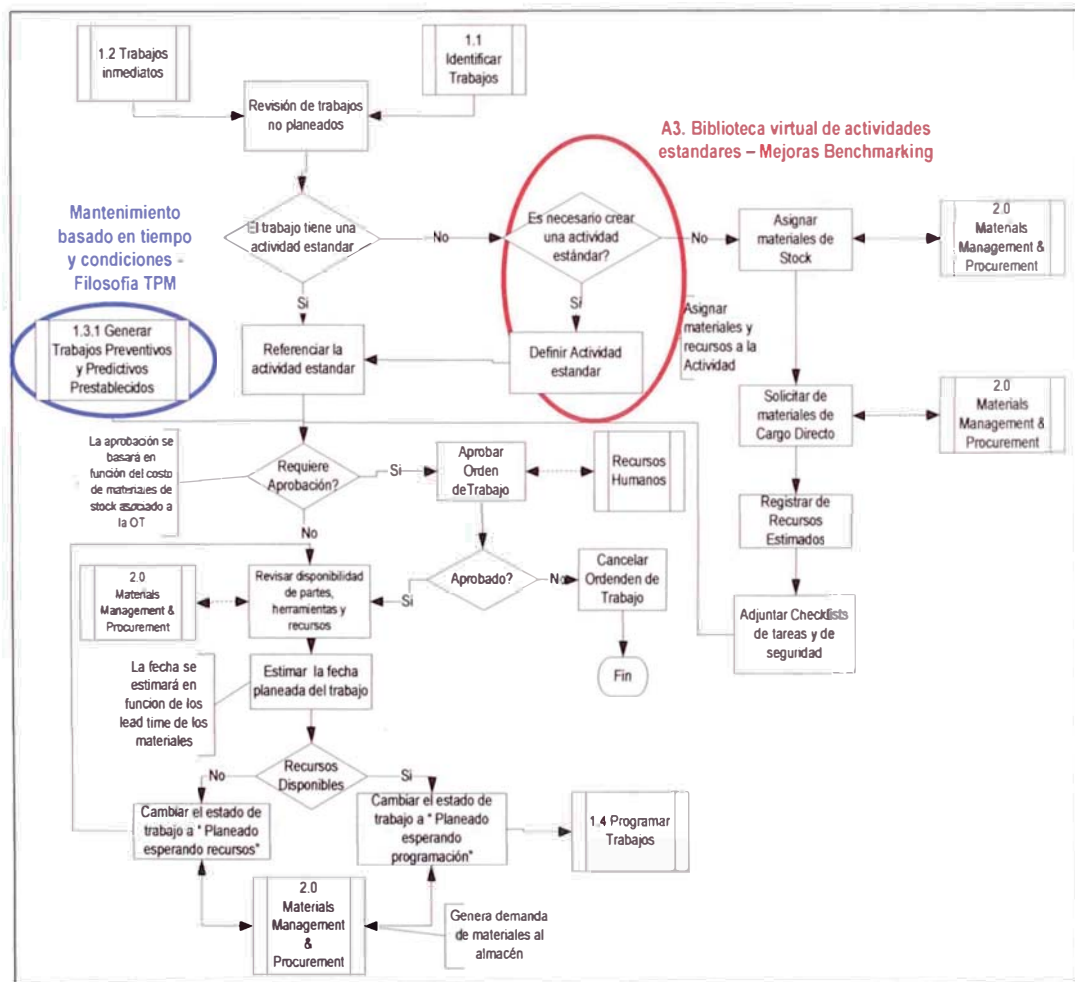


#### 4.2.1.3 Planear Trabajos

Planea los materiales, recursos, checklists de tareas y de seguridad para la ejecución de un trabajo.

Tiene un subproceso:

##### 1.3.1 Generar Trabajos Preventivos



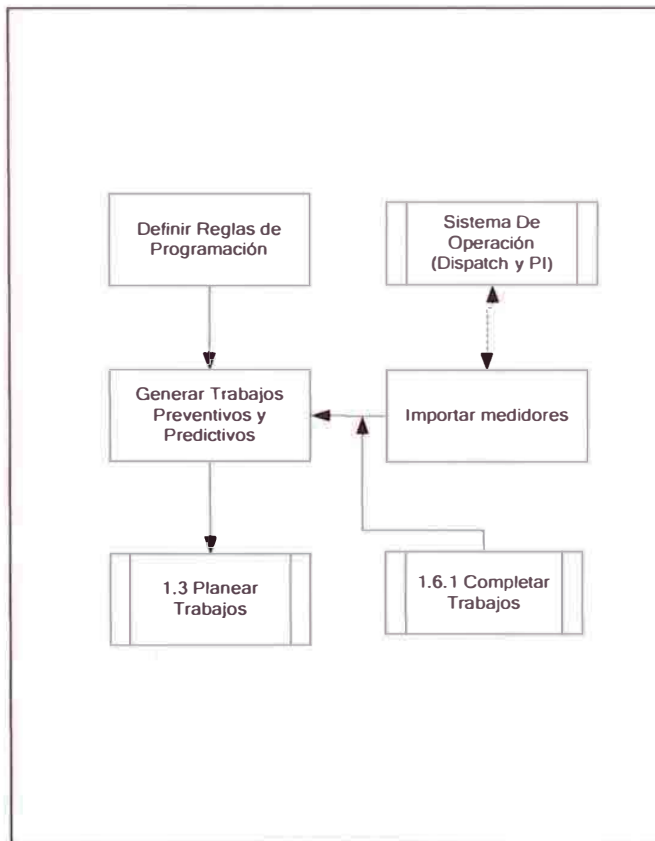
1.3 Planear Trabajos			
V 1.1	Mapa de Procesos Región Sudamérica - Mantenimiento	18/05/2007	Nivel 2

#### 4.2.1.3.1 Generar Trabajos Preventivos

El proceso "Generar Trabajos Preventivos" crea automáticamente trabajos en función a la regla de programación definidos en el Sistema de mantenimiento.

#### Objetivos

Generar órdenes de trabajo con frecuencia preestablecidas.



1.3.1 Generar Trabajos Preventivos			
V 1.1	Mapa de Procesos Región Sudamérica - Mantenimiento	18/05/2007	Nivel 3

#### 4.2.1.4 Programar Trabajos

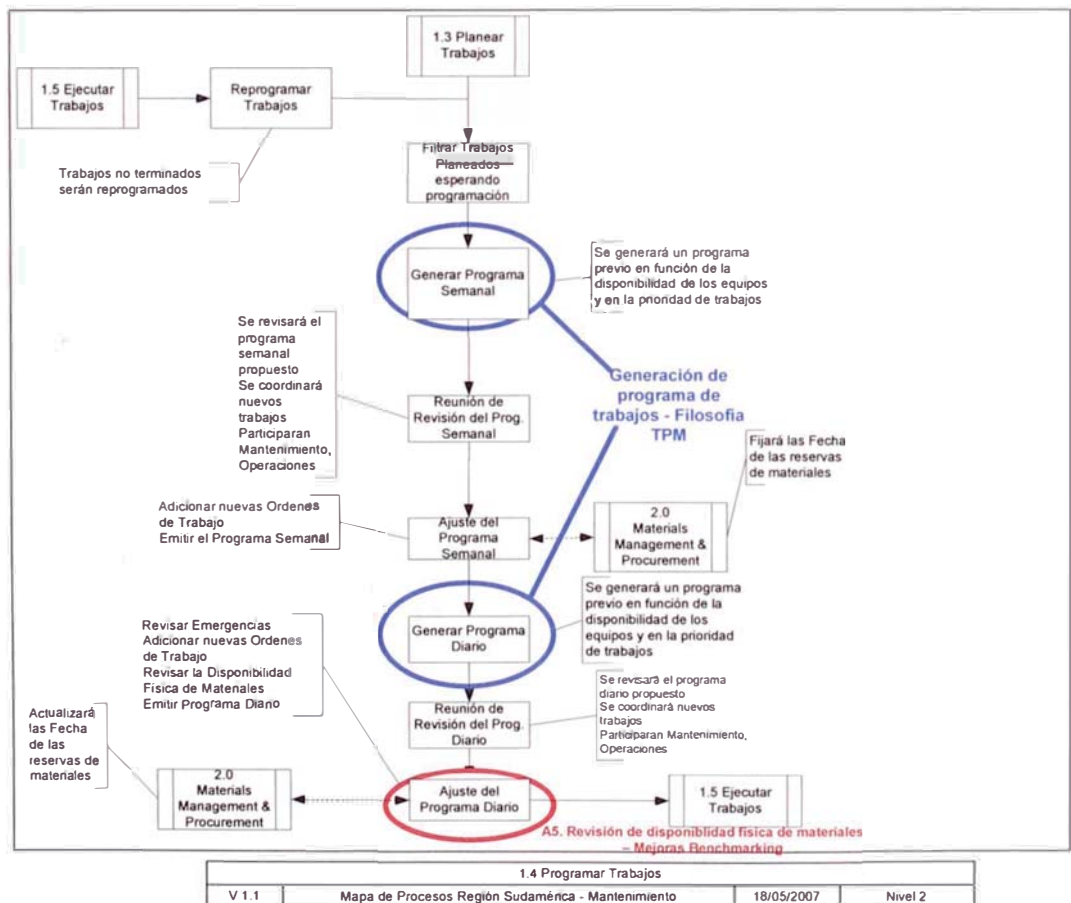
Son las actividades necesarias que se deben realizar para obtener los programas de trabajo de mantenimiento.

#### Objetivos

Programar los trabajos evitando paradas innecesarias del equipo.

Uso de los recursos de mantenimiento a un 100%.

Realizar los mantenimientos preventivos dentro de las frecuencias pre-establecidas.

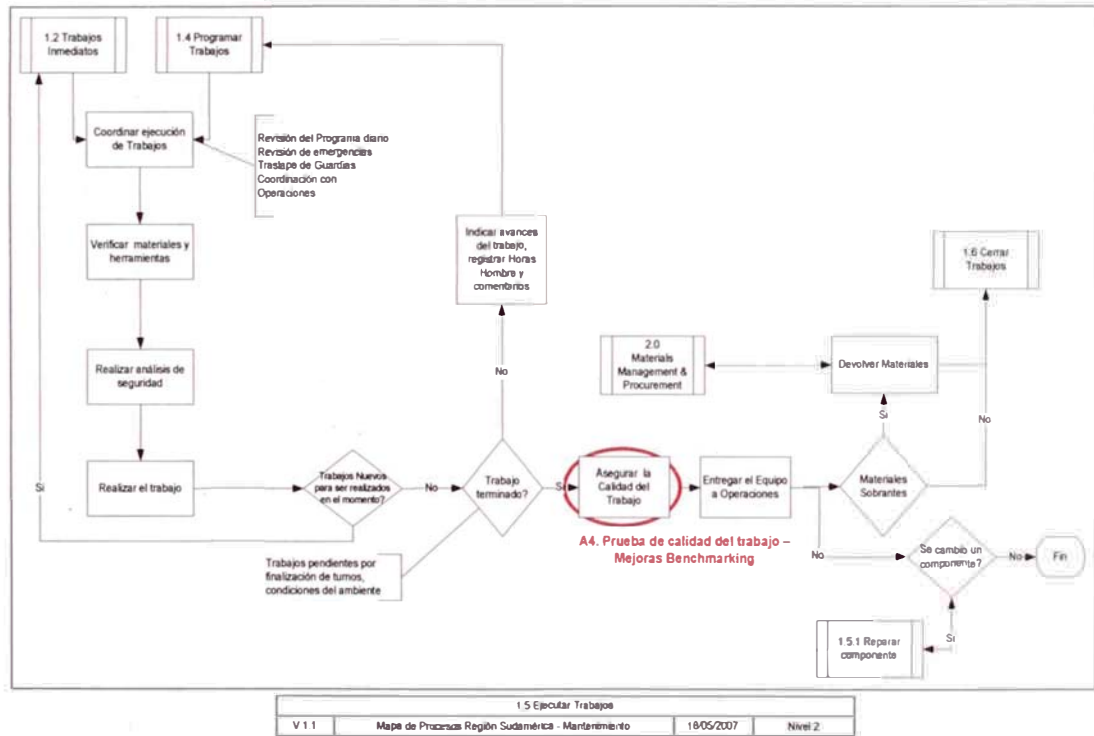


### 4.2.1.5 Ejecutar Trabajos

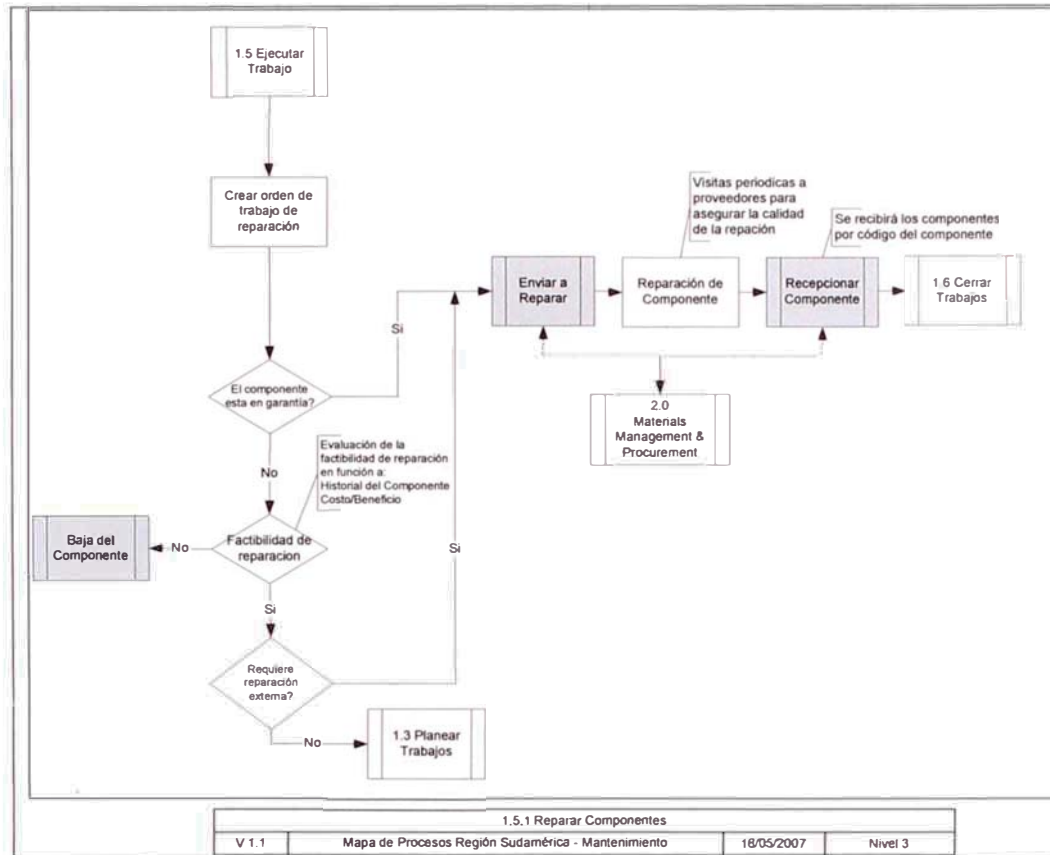
Son las actividades que se debe seguir durante la ejecución de trabajos.

Tiene un subproceso:

#### 1.5.1 Reparar componentes



#### 4.2.1.5.1 Reparar Componentes

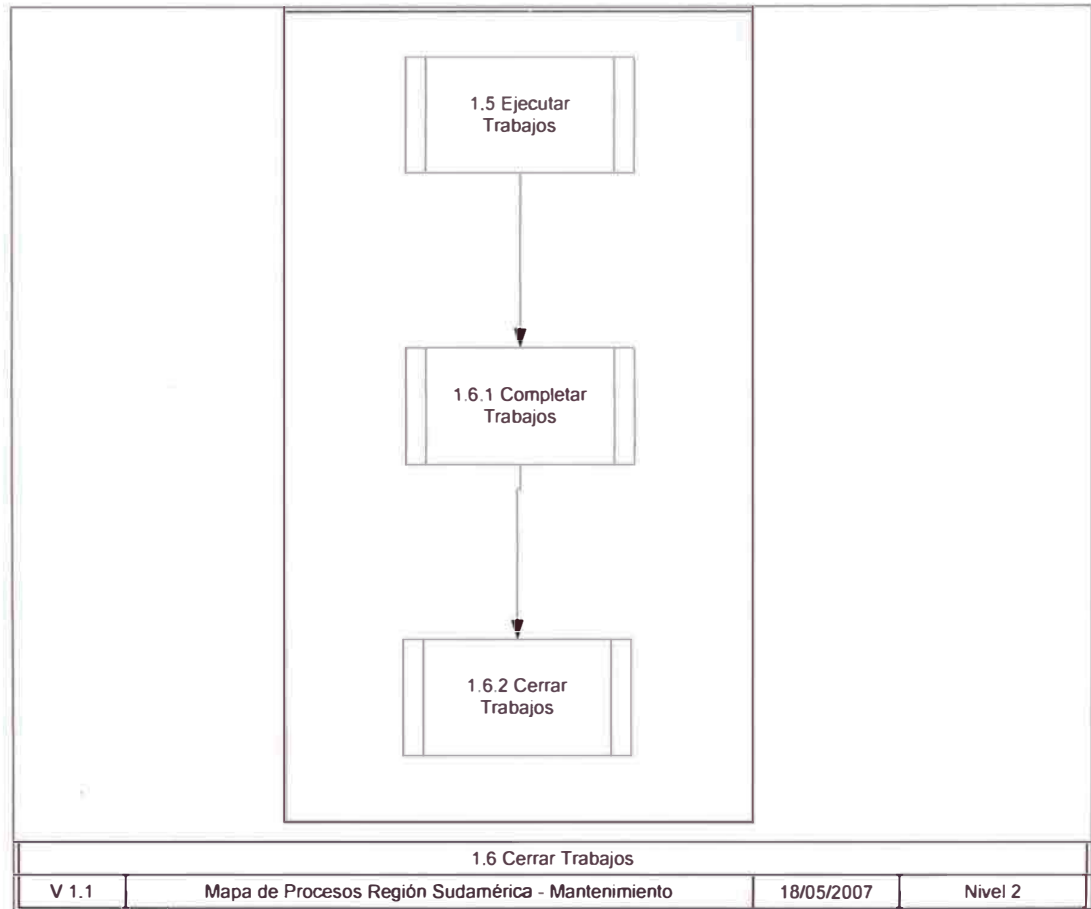


El proceso “Reparar Componentes” describe las actividades que se deben seguir para obtener trazabilidad de los componentes reparados. Las reparaciones de componentes siempre tendrán una orden de trabajo de reparación.

#### Objetivos

Gestión óptima de reparación de componentes.  
Generar el historial de componentes.

#### 4.2.1.6 Cerrar Trabajos



Proceso donde se captura la información de los trabajos ejecutados. También se cierran las órdenes de trabajo para terminar el ciclo de los trabajos.

Tiene dos subprocesos:

1.6.1 Completar Trabajos

1.6.2 Cerrar Trabajos

#### **Objetivos**

Capturar Información de la ejecución de los trabajos.  
Cerrar las órdenes de trabajo.

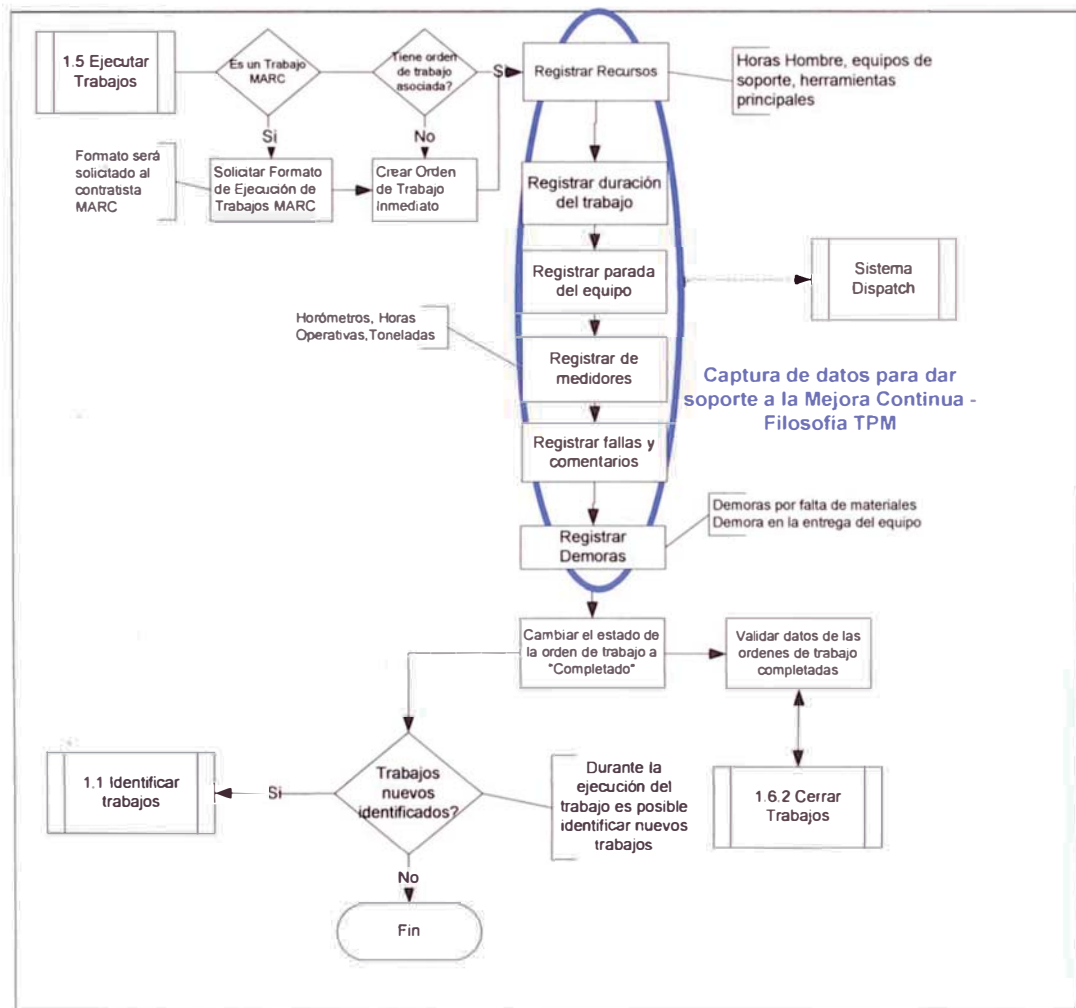


#### 4.2.1.6.1 Completar Trabajos

El proceso Completar Trabajos muestra las principales actividades para capturar los datos de los trabajos y la creación de nuevos trabajos identificados durante la realización del trabajo.

#### Objetivos

Capturar los datos de la ejecución del trabajo  
 Generar nuevas solicitudes de trabajos identificados



1.6.1 Completar Trabajos			
V 1.1	Mapa de Procesos Región Sudamérica - Mantenimiento	18/05/2007	Nivel 3

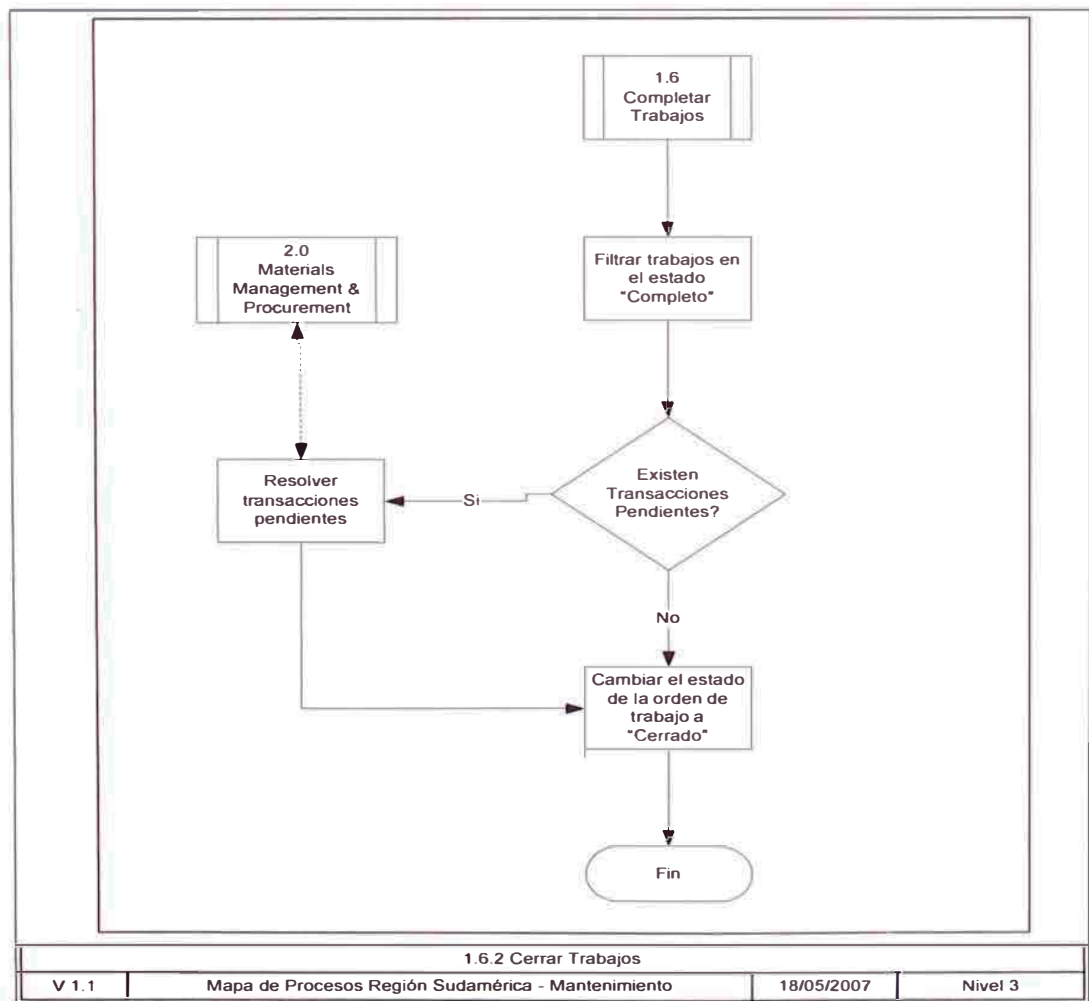
#### 4.2.1.6.2 Cerrar Trabajos

Proceso donde se captura la información de los trabajos ejecutados. También se cierran las órdenes de trabajo para terminar el ciclo de los trabajos.

#### Objetivos

Cerrar el ciclo de los trabajos

Controlar las transacciones pendientes de las órdenes de trabajo

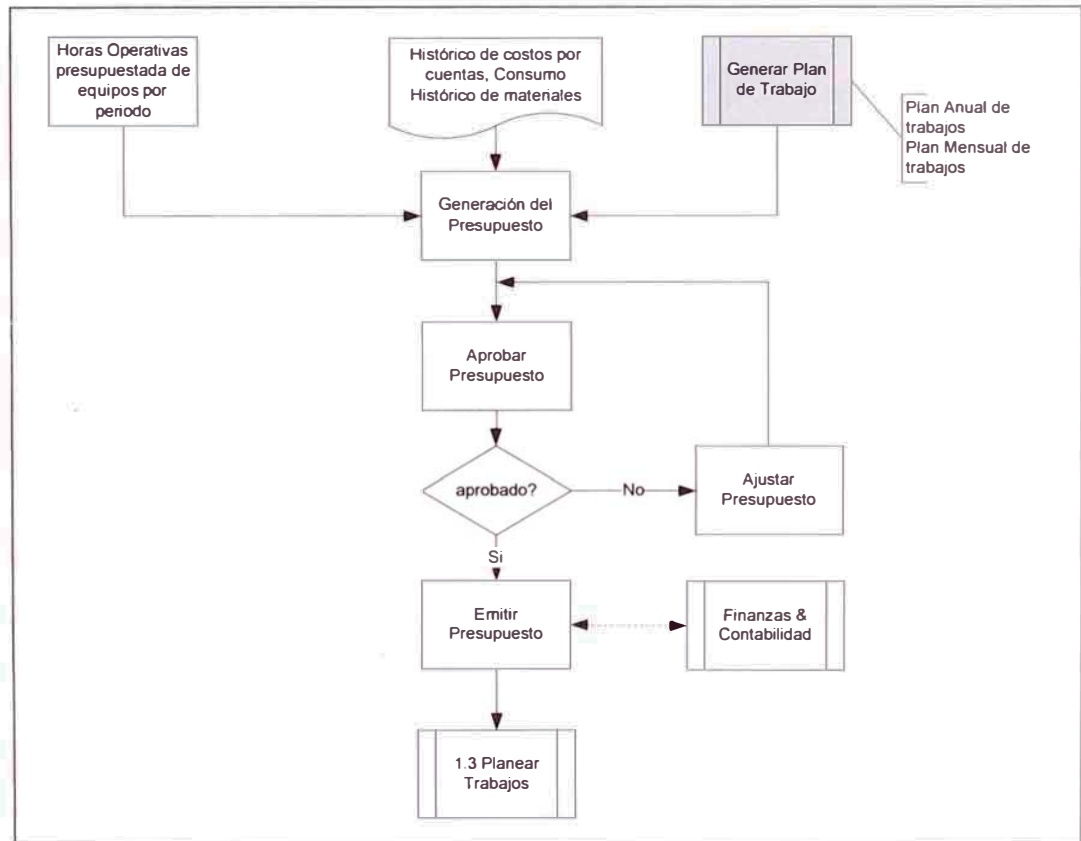


#### 4.2.1.7 Elaborar Presupuesto de Mantenimiento

El proceso Elaborar presupuesto de mantenimiento contiene las actividades que se debe seguir para obtener el Presupuesto de mantenimiento.

#### Objetivos

Generar el presupuesto de mantenimiento



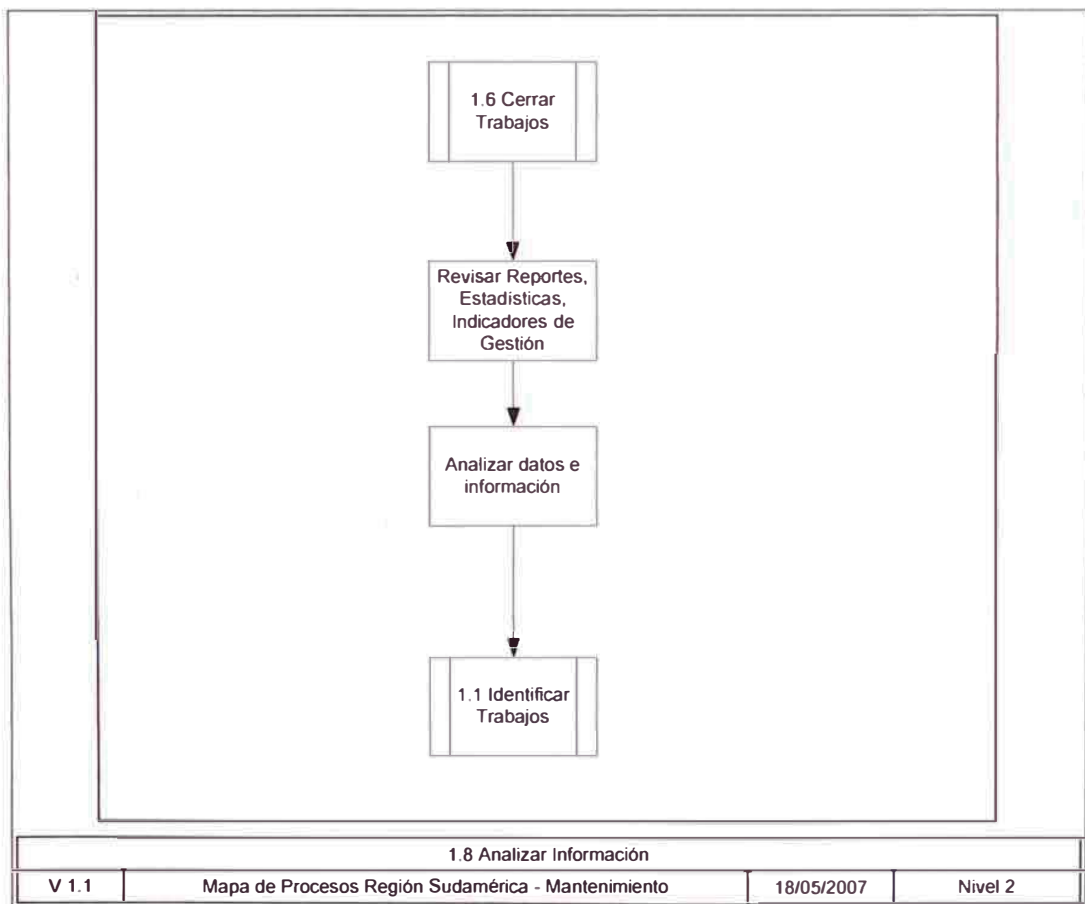
1.7 Elaborar presupuesto de mantenimiento			
V 1.1	Mapa de Procesos Región Sudamérica - Mantenimiento	18/05/2007	Nivel 2

#### 4.2.1.8 Analizar la Información

Proceso que cierra el Ciclo de Mantenimiento dando soporte a los principales procesos y actividades de Mantenimiento.

#### Objetivos

Identificar reportes para dar soporte a la gestión de mantenimiento  
Identificar los indicadores de gestión para medir y controlar gestión de mantenimiento



### **4.3 ESTANDARIZACIÓN DE CONCEPTOS Y PARÁMETROS DE MANTENIMIENTO**

Para dar soporte a la estandarización de los Procesos de Mantenimiento se elaboró 3 documentos.

#### **4.3.1 DOCUMENTO DE DEFINICIÓN DE JERARQUÍA DE EQUIPOS**

El propósito es definir y describir las principales jerarquías de equipos que serán adaptados globalmente en todas las unidades de negocio de la compañía minera.

Si una jerarquía de equipos apropiada y detallada es implementada en un Sistema de Gestión de Mantenimiento con éxito, el sistema estará habilitado para proveer un análisis estructurado y jerarquizado del histórico de trabajos de las diferentes Áreas, Equipos, Sistemas y componentes.

El detalle del documento de Definición de Jerarquía de Equipos se encuentra en el ANEXO N° 1: ASSET HIERARCHY PRINCIPLES.

#### **4.3.2 DOCUMENTO DE TAXONOMÍA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO**

El propósito es guiar a todo el personal que esta envuelto en el desarrollo de los parámetros y datos del Sistema de Mantenimiento.

Especifica las reglas de codificación de las unidades de mantenimiento, trabajos estándares, reglas de programación, tipos de trabajos, prioridades, criticidades, etc.

El detalle del documento de Taxonomía se encuentra en el ANEXO N° 2: TAXONOMY OF THE MAINTENANCE SYSTEM.

### **4.3.3 DOCUMENTO DE CÓDIGO DE FALLAS**

El documento de código de fallas tiene por objetivo dar los lineamientos para capturar el histórico de equipos, sistemas y componentes bajo una estructura, integral y fiable.

El documento fue desarrollado teniendo como referencia el ISO 14224 y focaliza su estructura jerárquica en función de las 3 áreas que dan soporte a una estructura de fallas. Las 3 áreas definidas son Problema, Causa y Resolución.

El detalle del documento de Códigos de Fallas se encuentra en el N° 3: FAILURE CODES.

**CAPITULO N° 5**  
**EVALUACION DE RESULTADOS**

Acorde al ahorro anual mostrado en el flujo de caja - Pág.40 detallamos y explicamos cada uno de los beneficios esperados.

<b>Nro</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Ahorro por año (Miles de dólares)</b>	<b>Sustento</b>
1	Disminuir las compras directas para el área Mantenimiento	300	Por cada mina anualmente se gasta \$ 75K por incurrir en cargos directos. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 300K
2	Disminuir los trabajos debido a la mala operación	160	Los costos de mantenimiento por mala operación encada una de las minas es 40K. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 160K
3	Incrementar la disponibilidad de camiones en 1%	480	Si tuviésemos 100 camiones de carga en todas las minas y aumentamos la disponibilidad en 1%, esto significa que podríamos dejar de mantener un camión. Por lo tanto el ahorro sería = 50K(Costo mensual de mantenimiento de un camión) * 12 (numero de meses al año) * 0.8 (Debido a que tenemos 80 camiones en la 4 unidades operativas)=480K

<b>Nro</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Ahorro por año (Miles de dólares)</b>	<b>Sustento</b>
4	Incrementar la disponibilidad de palas y cargadores en 1%	\$144	Si tuviésemos entre palas y cargadores 100 unidades en todas las minas y aumentamos la disponibilidad en 1%, esto significa que podríamos dejar de mantener una pala o un cargador. Por lo tanto el ahorro sería = 60K(Costo de mantener una pala o cargador) * 12 (numero de meses al año) * 0.2 (Debido a que tenemos 20 unidades entre palas y cargadores en las 4 unidades operativas) =144K
5	Mejorar el seguimiento de garantías de componentes	\$400	La oportunidad de ganar reclamos de garantías de los componentes en cada una de las minas es 100K. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 400K
6	Sobretiempo de horas hombre de mantenimiento	\$160	Con una buena planificación y programación de trabajos podemos ahorrar \$ 40K al año por concepto de dejar de incurrir en sobretiempo y en servicios por terceros. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 160K
7	Focalizar el tiempo de los técnicos y especialistas en actividades de trabajos de mantenimiento	\$200	El tiempo perdido por los técnicos de mantenimiento en actividades ajenas de su función primaria es valorizado en 50 K al año. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 200K



<b>Nro</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Ahorro por año (Miles de dólares)</b>	<b>Sustento</b>
8	Aplicar técnicas RCM	\$1600	Contar con una base histórica para aplicar técnicas RCM implica un ahorro 400 K por mina. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 1600K
9	Reducir en un 10% los trabajos de emergencia	\$2400	La relación entre el costo de hacer un trabajo de emergencia y un trabajo planeado es de 1 a 3. Teniendo en cuenta que el costo mensual de mantenimiento promedio por cada mina es de 600K y a su vez 1500K representa el costo de mantenimiento de trabajos de emergencia; nuestro ahorro sería = $1500K * (1/3) * (10%) * 12 = 600K$ . El total por las 4 unidades operativas sería \$ 2400K.
10	Eliminar el tiempo para buscar información y realizar reportes en Excel	\$120	Se estima un costo de 30K al año obtener información de la gestión de mantenimiento. El total por las 4 unidades operativas sería \$ 120K
<b>TOTAL</b>		<b>\$5964</b>	

Los beneficio total anual esperado es de 5, 964, 000 dólares.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **1. CONCLUSIONES:**

**1.1** En la elaboración de Procesos de Negocios se debe tener como referencia las filosofías y mejores prácticas relacionadas al negocio modelado.

**1.2** Para dar soporte a procesos estándares es necesario definir un documento de taxonomía para la definición de datos y parámetros.

**1.3** Los beneficios de implementar un Proyecto de Optimización y Estandarización de Procesos son cuantiosos cuando una empresa tiene varias unidades de negocio.

**1.4** La estandarización de Procesos nos permite evaluar y comparar los Indicadores de Gestión de las unidades de negocio.

**1.5** Las mejores prácticas se identifican en el proceso del Benchmarking.

**1.6** Para cuantificar los beneficios en un escenario real y alcanzable se debe recurrir a datos históricos y al juicio de expertos.

## **2. RECOMENDACIONES:**

**2.1** Definir los procesos enfocados a los aspectos funcionales del negocio, se debe evitar mostrar rasgos técnicos en la definición de Procesos.

**2.2** Definir un proyecto de tal forma que cubra las estrategias que incidirán directamente a la competitividad de la empresa.

**2.3** Establecer Procesos de Mantenimiento combinando las teorías de Mantenimiento y las experiencias adquiridas en las áreas que se dedican a la mantención de Equipos.

**2.4** Aplicar benchmarking para seleccionar las mejores prácticas en la definición de Procesos de Negocios.

## BIBLIOGRAFIA

1. MATHER, DARYL

“A timesaving Implementations Process”

Editorial: CRC Press - Edition: 1st 2003 - Place: Florida, USA

2. PICKNELL, JAMES

“Strategies for Excellence in Maintenance Management”

Editorial: Productivity Press - Edition: 2<sup>nd</sup> 2006 - Place: New York, USA

3. SAPAG, NASSIR – SAPAG, REINALDO

“Preparación y Evaluación de Proyectos”

Editorial: McGraw-Hill Interamericana – Edition: 4th 2003 – Place: México DF, México

4. ANANTA

“Mantenimiento Productivo Total”

[www.ananta.es/TPMPDF.pdf](http://www.ananta.es/TPMPDF.pdf)

5. ISO 14224

“Aplicación de la Norma ISO 14224”

<http://biblioteca.iapg.org.ar/iapg/ArchivosAdjuntos/CongresodeCalidad/063.pdf>

## **ANEXOS**

ANEXO N° 1: ASSET HIERARCHY PRINCIPLES .....	<b>VIII</b>
ANEXO N° 2: TAXONOMY OF THE MAINTENANCE SYSTEM.....	<b>XXXIII</b>
ANEXO N° 3: FAILURE CODES.....	<b>LIX</b>

## ANEXO N° 1

### ASSET HIERARCHY PRINCIPLES

#### **Assets**

An asset is a generic name for a functional location and/or specific equipment on which a maintenance task can be performed. If a technical system is represented as an asset, you can:

- Manage individual data
- Perform primary, secondary, improvement or breakdown maintenance tasks
- Record maintenance tasks that have been performed
- Collect and evaluate technical data over long periods of time
- Track the costs of maintenance tasks
- Track which piece of equipment was installed when and at which functional location
- Attach a bill of material (BOM) or spare parts list to it
- Asset can be made maintainable or non maintainable

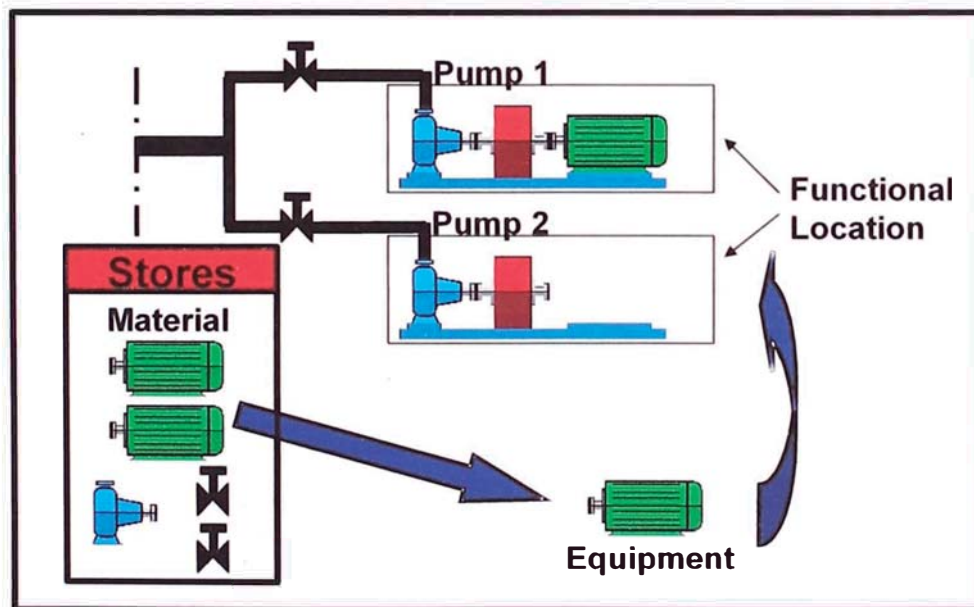


Figure 1: Functional Location, Equipment & Material

Figure 1 explains the relationship between functional locations, equipment or assets and materials

1. Within the store the motor is managed as a material. Motors with the same specifications would have one material number associated with it. Each motor might have a serial number that uniquely identifies it.

2. Once out of the store the motor is managed as an asset. The motor could have its own equipment or asset number.(eAM refers to these assets as serialised rebuildables)

Pumps 1 & 2 are referred to as asset functional locations. Within the functional location several equipment/assets might be installed (i.e. pump, motor, coupling).

## **Asset and Functional Location Association**

### **Definition and Description**

A functional location describes a position in a system defining a specific function that should be fulfilled to make the system work. Functional locations are therefore associated with functions to be performed by equipment or assets placed in that position that comply with the as-designed criteria. Functional locations are locally created and managed by the site master data person.

A functional location is an organizational unit within Logistics that structures the maintenance objects of a company according to functional, process-related or spatial criteria. A functional location represents the place at which a maintenance task is to be performed.

An asset should be created as a functional location if:

- There is a requirement to collect costs of various activities, including materials and services at this location.
- There is a requirement to collect history of the activities at this location.
- There is a requirement to track the movements of assets through this location

## **Asset Hierarchy**

A single structure that depicts assets and their constituent elements in parent/child relationships, and is maintained by the maintenance organization. It provides information that enables a user to quickly identify the hierarchal relationship using an Asset Navigator that displays appropriate asset details. You can view all associated asset information such as asset details, bill of material, work orders, maintenance activities, quality plans, maintenance costs, contract services, and work order history. You can view cost information for one asset, or view rolled-up costs of its children assets. Assets cannot be deactivated if there are open Work Orders, Work Requests or if the asset is part of an asset hierarchy.

Why an Asset Hierarchy?

Appropriately structured and detailed asset hierarchy enables effective application of integrated computer based systems such as Oracle eAM, to assist in the management and control of plant and equipment maintenance

as well as providing the basis for collection and analysis of costs, performance data, and continuous improvement at all levels of the plant and the associated organization structure.

The asset hierarchy can be a key reference facility which links aspects of the many equipment items, components and parts in a plant with the management and technical information required to assure the safe and effective operation and maintenance of the plant or mine operation in line with the production plan.

Common asset hierarchy and coding conventions throughout all of the operations makes the processes of data sharing, performance benchmarking and data transcription much simpler. It allows modular maintenance plans, spares requirements and standard operating procedures, etc., to be shared between similar operating sites or new projects, providing significant reductions in development effort and improved feedback to the new equipment design **process**.

### **Use of the Asset Hierarchy**

There are many benefits in having a well-structured asset hierarchy because it can provide access to and analysis of a whole range of information. Examples of typical applications are given below:

#### **1. Maintenance Work Orders and Work Requests**

These use the asset hierarchy to clearly reference the location at which work is to be carried out.

#### **2. Standard Operating Procedures**

Standard Operating Procedures (SOP's) use the asset hierarchy to clearly identify the functional locations and equipment to which the standard procedures apply.

#### **3. History Records and Analysis**

History information can be grouped by functional location and equipment using the asset hierarchy to facilitate easy retrieval, summation and analysis. History information can also be grouped by many other codes including cost centres, plant, asset classification and maintenance tasks, etc.

#### **4. Inspection Requirements**

As with maintenance orders, specifications for equipment or asset condition inspection and recording of condition data, inspection requirements use the asset hierarchy to clearly define the locations of the equipment to be inspected.



## **5. Drawings and Technical Information**

All drawings and technical information documents relating to plant and equipment can be associated with the specific equipment through the asset hierarchy so that they are easy to locate and retrieve when required. Equipment specific information (i.e.: manufacturers' drawings) is linked directly to equipment which in turn can be associated with a functional location code.

## **6. Problem/Delay Analysis**

Information relating to process problems and delays must be recorded by functional location and/or equipment using asset hierarchy code to support effective analysis and problem resolution.

## **7. Plant Costing/Budgeting**

The asset hierarchy forms a valuable mechanism for grouping and summarising costs and performance data to plant location and plant owners (responsibility) areas.

## **8. Maintenance Plans & Planning**

The asset hierarchy identifies the equipment and functional location for which maintenance plans are developed. Maintenance Plans define the routine or repetitive work performed on an asset. The maintenance plans describe the dates and scope of the tasks

The asset hierarchy also identifies plant areas (locations) at a higher level which allows the summation of maintenance work into (shut-down) projects and combined activities for ease of work distribution, scheduling and assignment to work crews.

## **9. Component Tracking**

The asset hierarchy code identifies the present and the past locations of rotatable components (assets) so that accurate life history is accumulated. This history can include repairs; install locations, time in service and costs

### **Work Orders**

Work Order costs roll up through the Parent/Child hierarchies defined, and can roll up to any level within an asset hierarchy. This enables you to review all cost associated with an asset or asset hierarchal view. When a work order is created against an asset, the asset number makes it possible to locate the asset in question through asset hierarchy to perform the work as well as to capture the cost of performing such work.

## Bill Of Material – BOM

The Bill of Materials (BOM) is a "parts list" of items and rebuildable spares required for the maintenance of a particular asset, and can be defined for each asset group. The items defined on an asset BOM are standard inventory items. If an Asset Group on the top of the asset hierarchy is defined by a make and model there is only one BOM associated with that group, and all the assets down the hierarchy inherit that BOM. On the other hand if the asset group is generic, then every asset in the hierarchy has its own BOM.

In developing Oracle BOMs, note the following:

- BOM definitions are against the Asset Serial Number, not the Asset Number. This does make some sense as Asset Numbers can be changed at any time, but the Asset Serial Number is fixed during asset creation.

- In defining groupings, Oracle sorts assets alphanumerically (same as MS Excel) in ascending order. In certain circumstances this can be counter intuitive, eg:

Wrong

Correct

-32-PP-04	-32-PP-04
-42-PP-10	-36-PP-24
-40-PP-11	-40-PP-11
-36-PP-24	-42-PP-10

Special wildcards exist for the "To" and "From" field:

To = "0" (zero), specifies first asset in sorted list.

From = "" (blank), specifies last asset in sorted list.

Using both of these wildcards specifies that all assets within the group share the same part number. Useful when new assets are added.

Oracle prevents duplication of parts to an asset serial number. Particular attention must be made for potential overlapping unions. For example, using the above asset example, suppose we wish to assign part aaaa to PP-04, PP-10, and PP-24 (not PP-11):

Wrong: (duplication of PP-24, PP-10. **PP-11 wrongly included.**)

Part	From	To
aaaaa	-32-PP-04	-42-PP-10 (PP-04, <b>PP-24</b> , <b>PP-11</b> , <b>PP-10</b> )

aaaaa -36-PP-24 (PP-24, PP-11, PP-10)

Correct:

Part	From	To
aaaaa	-32-PP-04	-36-PP-24 (PP-04, PP-24)
aaaaa	-42-PP-10	-42-PP-10 (PP-10)

### **Maintenance activities**

Maintenance activities are standardized and attached at the asset group level, and are incorporated into individual Work Orders and PMs as required. Standardized activities that do not meet the specific needs of the Work Order can be modified at the Work Order level. The Asset Activity must be coded according to standard naming conventions, so that it can be shared globally across regions and sites. Standardized activities include details such as materials and labor requirements, tools and equipment as well as operations shutdown requirements and safety information.

### **Costs**

Costs are generated as maintenance work is executed and completed. These costs roll up through the Parent/Child hierarchies defined within Enterprise Asset Management, and can roll up to any level within an asset hierarchy. Labor, Material, and Equipment charges can further classify into several maintenance cost categories. When Oracle designed the eAM module, they decided to eliminate the ability to choose the account on the work order. This is because most maintenance cost accounting is based on the asset hierarchy. Costs charge to each child asset should roll up to its parent asset, and eventually to the GL. Oracle decided to give each asset a WIP Accounting Class (WAC), to say which maintenance cost centre the parent and child asset cost would roll-up. If users needed detailed costing, they would be able to create reports based on the work order transactions that hit the WIP Accounting Class.

Example. 1

Asset Number N	The highest level in the asset hierarchy for the cost centre
Asset Number N+1	The 2nd highest level in the hierarchy, and a child of the 1 <sup>st</sup> level
Asset Number N+2	The 3 <sup>rd</sup> highest level in the asset hierarchy, and a child of the 2 <sup>nd</sup> level. Note that in some cases the asset hierarchy will have more or less than 3 levels

The Maintenance cost structure must be defined so that we know the total cost (labour, material, and services) of each component in the asset hierarchy.

Example. 2

General Ledger	eAM Sub-Ledger	Asset Hierarchy	Transaction Details
Mine-Maintenance	WAC	Area-Location-Asset Group-Asset Number Parent/Child	Labour Material Services Item Category

In this next example we see a comprehensive view of Open Pit Maintenance costs. The detail is broken into specific items (Tires, Oil) and specific components of the units (asset hierarchy). Note that we could also sub-total by Unit, Fleet, and Operation.

Example. 3

**Open Pit - Comprehensive Report**

Open Pit Maintenance

Tires	aa,aaa.aa
Oil	bb,bbb.bb
Hauling	

CAT793D

Truck #301	
Engine	cc,ccc.cc
Final Drive	dd,ddd.cc

Truck #302	
Engine	ee,eee.ee
Final Drive	gg,ggg.gg

KOM930E

Truck#303	
Engine	hh,hhh.hh
Wheel Motor	kk,kkk.kk

Truck#304	
Engine	nn,nnn.nn
Wheel Motor	oo,ooo.oo

Each asset loaded in eAM is assigned a number. The asset number provides the basis for collection and analysis of costs.

**Process Plant – Fixed Asset Example /Asset Hierarchy**

Asset number	Description	WIP Accounting Class
CZ	Cortez	1531.0000.0000.00000.00000.0000.10.0000
└CZ-1	Mine Site	1531.0000.0000.00000.00000.0000.10.0000
└└CZ-1-PR	Process Plant	1531.0000.0000.00000.00000.0000.10.0000
└└└CZ-1-PR-11	Primary Crushing	1531.3130.3035.00000.00000.0000.10.0000
└└└└CZ-1-PR-11-01	Primary Crushing Line 1	1531.3130.3035.00000.00000.0000.10.0000
└└└└└CZ-1-PR-11-01-026-01	Jaw Crusher #1	1531.3130.3035.00000.00000.0000.10.0000
└└└└└└CZ-1-PR-11-01-026-01-003	Power Train	1531.3130.3035.00000.00000.0000.10.0000

## Asset Naming and Numbering Rules

### Asset Numbering Rules:

#### Blank Spaces

Blank spaces should not be used. Differing screen resolutions and fonts can make it very difficult to determine the actual number of spaces present. Each space requires a character and unused character positions must be filled with zeros (numeric 0's). The exception to this rule is where the lower levels of the asset number are not required, in which case the lower levels can be left blank.

Whenever fewer than the maximum levels of the asset number are used, the whole code must always be 'left justified' with the trailing code segments left blank. This means that where only three levels of the asset number are used, the *forth and fifth* levels will always be blank.

#### Special Characters

The use of special characters can create difficulties with look-up tables and other searches or may have special or reserved meanings in other software systems. The only characters to be used in the asset numbering code are simple alpha's and numerical. Non-alphanumeric and keyboard control characters such as the underscore (\_), asterisk (\*), slash (/), comma (,) or the pound (#) for example are not permitted. The only exception will be the use of the dash (-) symbol as it has been used extensively throughout several databases.

#### Exceptions

The Global Asset numbering standard should be adopted by all sites implementing Oracle eAM.

If by adopting the whole or part of the numbering standard, it will create a potential safety hazard or a logistical nightmare, the site and regional Maintenance and Engineering Lead Teams should be informed. Modifications to the rules may be accepted in consultation with corporate gate keepers

#### **Below is an example of an acceptable modification**

Bulyanhulu, North Mara and Tuluwaka mines use the code "430" as a prefix in all mines to identify all equipment that belong to GRINDING. The Global Code uses "16" to identify all equipment in GRINDING. If converting to the global standard will pose a safety hazard since "430" has been physically inscribed on all GRINDING related equipment, and physically renumbering all equipment is deemed impractical and expensive then an acceptable compromise will be to keep the old code

but precede it by the new code hence adopting "16-430" as the code for GRINDING

OLD = BU-1-PR-430 - NEW = BU-1-PR-16 - COMPROMISE = BU-1-PR-16-430

### Asset Description Data Rules

The following generic rules must be adhered to when creating master data descriptions ***unless otherwise specified:***

The query field in Oracle Applications is often case sensitive. The recommendation is to use all UPPER CASE letters in all fields.

INCORRECT	CORRECT
Motor Primary Crusher	MOTOR PRIMARY CRUSHER
Haul Truck Caterpillar 793C	HAULTRUCK CATERPILLAR 793C
Scoop LHD Caterpillar R1300	SCOOP LHD CATERPILLAR R1300

Use abbreviations only when the description is going to be longer than the maximum field length. The Oracle eAM field length is 240 characters

INCORRECT	CORRECT
CONV 1 PRIM CRUSH	CONVEYOR 1 PRIMARY CRUSHING

Never use **No.** or **#** for number.

INCORRECT	CORRECT
CRUSHER SECONDARY #. 2	CRUSHER SECONDARY 2

Never use punctuation marks, period (full stops) (.) in the text or at the end of the description.

INCORRECT	CORRECT
PID. SECONDARY CRUSHER	PID SECONDARY CRUSHER

## Asset Numbering Convention and Mask

The design of the asset hierarchy requires a great deal of thought and insight into the various operations. The asset hierarchy will form the basis for maintenance reporting and information in general.

The naming convention for assets is pseudo-“smart numbered” through use of a series of alpha-numerical combinations. The format for these asset numbers is structured as follows:

### Asset Numbering Convention:

**SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE** where

LEVELS	DESCRIPTION	EXAMPLE
One (SS)	Site designation Two Digit Alpha	CZ =Cortez KB=Kanowna Belle See Table SS
Two (F)	Facility (OPTIONAL) Single Digit Numerical	Minesite 1, Old Mine Site = 0 See Table F
Three (YY)	Mine Discipline (UG,OP,PR) (Applies where 2 or more) Two Digit Alpha	OP – Open Pit, UG – Underground PR – Process Plant See Table YY
Four (AAXX)	AA Activity (Grinding, Blasting) - Numerical XX–Counter-Numerical (OPTIONAL)	1101 Primary Crushing Line One See Table AAXX
Five (BBB)	Equipment Type – 3 Digit Alpha	CRB - Crusher, Rock Breaker See Table BBB
Six (CCCM)	Counter M is the optional modifier	See Table CCCM Example - A, B, C for pumps
Seven (DDDDDD)	Sub Assembly	Transmission, Motor
Eight (EEEEEE)	Optional for Site	

NOTE – “F”, “XX” and “M” are Optional  
Levels Seven and Eight allow for 12 Characters with a DASH that can  
share the spaces as needed



## Asset Numbering Examples

The **Asset/Functional Location Description** is the plain language description of the function of the equipment or asset installed in the location uniquely identified by the asset/functional location name, beginning with the noun describing the asset. This description is ultimately used to communicate equipment information and maintenance work instructions on all documents printed from the maintenance management system (i.e. on maintenance orders or workshop papers in Oracle eAM).

The description for each asset/functional location should be complete in its own right to prevent any ambiguity which may lead to breaches of safe working practice (i.e. assumed isolation and then working on the wrong item of equipment).

The Oracle search function does not permit leading "wildcards". As such, it is recommended that the asset/functional location description be structured starting with the lowest level asset description first, followed by the highest level asset/functional location name and then proceeding down.

To clarify this, two examples of the recommended structure for asset/functional location descriptions are given as follows:

<b>ASSET/FUNCTIONAL-LOCATION CODE</b>	<b>DESCRIPTION</b>
TR-0-82-4015	HAUL TRUCK
TR-0-82-4015-001	ENGINE HAUL TRUCK
TR-0-82-4015-001-1	TURBO HAUL TRUCK ENGINE LF

In the example above, the "4015" included in the Asset Code designates the truck unit number and, as such, the unit number is not included in the Description field. The final digit "1" has been defined by the Turquoise Ridge ("TR") site to represent a turbo asset located in a specific position. In this case only a single character was used but up to three characters are available.

<b>ASSET/FUNCTIONAL-LOCATION CODE</b>	<b>DESCRIPTION</b>
CZ-0-56-1601	PUMP1 CYCLONE FEED
CZ-0-56-1601-156	MOTOR CYCLONE FEED PUMP 1

In the example above, the first two digits of the "1601" unit number were used to represent section 16 which is "Grinding". As such, it will accommodate as many as 99 pumps in the "Grinding" area, if necessary. This will likely result in the need to re-number pumps in common areas such as grinding where multiple pumps share current unit numbers (ie cyclone feed pump number 1 and SAG Mill lube pump number 1).

The combination of Asset Code and Description above is meant to provide a unique, non-ambiguous representation of the equipment item and where it is located in the plant. In Oracle eAM the asset description field is thirty (30) characters in length and this field is printed in full on work orders/job tickets. To accommodate this restriction in the length of the asset description, some abbreviations may be required.

#### PROCESS EXAMPLE

<b>MASK</b>	<b>BUILD-UP</b>	<b>DESCRIPTION</b>
<b>SS</b>	<b>CZ</b>	<b>CORTEZ</b>
<b>F</b>	<b>CZ-1</b>	<b>MINESITE</b>
<b>YY</b>	<b>CZ-1-PR</b>	<b>PROCESS PLANT</b>
<b>AA</b>	<b>CZ-1-PR-11</b>	<b>PRIMARY CRUSHING</b>
<b>XX</b>	<b>CZ-1-PR-1101</b>	<b>PRIMARY CRUSHER LINE # 1</b>
<b>BBB</b>	<b>CZ-1-PR-1101-026-01</b>	<b>JAW CRUSHER #1</b>
<b>CCCM</b>	<b>CZ-1-PR-1101-026-01-003</b>	<b>POWER TRAIN</b>

#### TRUCK EXAMPLE

<b>MASK</b>	<b>BUILD-UP</b>	<b>DESCRIPTION</b>
<b>SS</b>	<b>CO</b>	<b>Cowal</b>
<b>F</b>	<b>CO-1</b>	<b>Mine Site</b>
<b>YY</b>	<b>CO-1-OP</b>	<b>Open Pit</b>
<b>AAXX</b>	<b>CO-1-OP-43</b>	<b>Hauling Equipment</b>
<b>BBB</b>	<b>CO-1-OP-43-TRH</b>	<b>Truck, Haulage</b>
<b>CCCM</b>	<b>CO-1-OP-43-TRH-003</b>	<b>3<sup>rd</sup> Truck</b>

## Asset Number Convention Details

### **TABLE SS Site Designation (alpha) - SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**

Site designations are required to be unique since multiple sites will be in one Oracle instance. The asset number must be unique within the instance. Although regional instances are currently used, in the future a global instance may be used.

CODE	DESCRIPTION	CODE	DESCRIPTION
BM	Bald Mountain	KC	KCGM
BU	Bulyanhulu	LA	Lawlers
BZ	Buzwagi	LN	Lagunas Norte
CH	Cortez Hills	NM	North Mara
CO	Cowal	OS	Osborne
CZ	Cortez	PL	Pascua Lama
DA	Darlot	PL	Plutonic
DB	David Bell	PO	Porgera
DC	Donlin Creek	PR	Pierina
EA	East Archimedes	PV	Pueblo Viejo
EC	Eskay Creek	RH	Ruby Hill
GD	Golden Sunlight	RM	N/A
GR	Granny Smith	SD	South Deep
GS	Goldstrike	TR	Turquoise Ridge
HE	Henty	TU	Tulawaka
KB	Kanowna Bell and Region	VE	Veladero
KC	KCGM	WO	Williams Operating
LA	Lawlers	ZA	Zaldivar

### **TABLE F Facility (numerical) - SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**

Sites can design their own to identify remote sites. (See Examples Below)

FACILITY CODE	EXAMPLE #1	EXAMPLE #2
0	Old site	Process Plant (Incl. TSF)
1	Minesite	Donlin Creek Mine
2	Power plant	Peat Mine
3	Government areas	Limestone Mine
4	Santo Domingo office and Cotui	Diesel Power Station
5		Wind Farm
6		Donlin Port & Warehouse
7		Bethel Port

**TABLE YY Discipline - SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**  
This applies only if mine has more than one discipline

DISCIPLINE CODE	DESCRIPTION
UG	Underground Mining
OP	Open Pit Mining
PR	Process Mining
GA	G&A

**TABLE AAXX Activity - SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**  
Activity Chart is Described Below - XX is optional counter

ACTIVITY CODE	DESCRIPTION
01	Mine specific
02	Mine specific
03	Mine specific
04	Mine specific
05	Mine specific
06	Mine specific
07	Mine specific
08	Mine specific
09	Mine specific
10	Plant site and Roads
11	Primary Crushing

12	ROM Stockpiles, ore blending and re-handling
13	Secondary& tertiary crushing
14	Crushed ore storage (fine ore bin)
15	Reagents
16	Grinding
17	Oxidation
18	Leaching, CIL, CIP
19	Refinery and EW
20	Water Supply and distribution
21	Maintenance Shops
22	Change House
23	General Offices
24	Assay Laboratory
25	Misc Ancillary Buildings
26	Flotation
27	Power Supply and distribution
28	Tailing Disposal
29	Port Facilities
30	Backfill/paste
31	Concentrate Handling & Storage
32	Cyanide detoxification
33	Oxygen Plant
34	Heap Leaching
35	Solvent Extraction
36	Fuel Storage & distribution
37	Electro-winning plant
38	Drying
39	Filtering
40	Camp and Accommodations
41	Blasting equipment
42	Drilling equipment
43	Hauling equipment
44	Loading equipment
45	Ancillary Equipment (roads, dumps)
46	Underground Hoisting

47	Ventilation (UG)
48	Compressor Plant
49	In Pit or UG Material Handling
50	Service Vehicles
51	Regrind
52	Gravity Recovery
53	Explosive Plant
54	Effluent Treatment Plant
56	Stripping and regeneration(Carbon)
57	Core Processing
58	Saw Mill Equipment (Timber)
59	Underground Services
60	UG Stench System
61	Mine/pit Dewatering
62	Security Systems
63	Track Hauling
64	Track Loading
65	Warehouse
66	Reclamation
67	Bioleaching
68	Lime plant
69	Distributed Control System
70	Communications and networks
71	Power plant
72	Open pit mining
73	UG development
74	Neutralization & CCD circuit
75	ARD treatment facilities
76	Waste & hazardous waste disposal facilities
77	Boiler plant
78	Turbine plant
79	Sulphide precipitation
80	Air strip
81	Plant buildings
82	Process water

83	Potable water systems
84	Fire Systems
85	Gas handling

**TABLE BBB Equipment Type (alpha) - SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**

Mines can use either an Alpha or a Numeric code. For Greenfield projects, Alpha code is preferred.

The logic in the naming convention should be, as much as possible (there are exceptions) - "What it is" in first, then descriptor after.

Example: truck, haulage is named TRH and not HTR

Please note that "Z", when used at the last letter, means "generic"

CODE		DESCRIPTION
Alpha	Num	
AGI	065	Agitator
ALN	300	Analyzer (Lab)
AUT	068	Autoclave
BAC		Battery Charger
BAT		Battery
BCT		Bucket
BIN	067	Bin, Silo
BLD	133	Buildings
BLO	058	Blower
BLR		Boiler
BRG		Barge
BRN		Burner
BUC		Bucket
CDO		Condenser
CHU	074	Chute
CLA		Clarifier
CMP		Compactor
CNC	146	Concentrator
CNH	020	Crane, Hoisting (Bridge and Overhead)
CNM	120	Crane, Mobile
CNB		Lifting Beam

COL		Column
COM	057	Compressor
CON		Container
COO		Cooler
COV		Cover
CRB	027	Crusher, Rock Breaker
CRU	026	Crusher
CSF		Classifier
CVB	030	Conveyor, Belt
CVS		Conveyor, Screw
CYC	051	Cyclone
DAM		Dam
DCL		Dust Collector
DCS		Distributed Control System
DEA		De-aerator
DEC		Decant structure
DEM		Demister
DIF		Diffuser
DIS		Distributor
DMP		Dump
DOO	165	Door
DOZ	083	Dozer
DRL	080	Drill
DRY		Dryer
DUC		Ducting
DVB		Drive, Brake Unit
DVC		Drive, Clutch
DVH	140	Drive, Hydraulic
DVR		Drive, Reducer
DVT		Drive, Transmission
ELV	125	Elevator and Lifts
ENG	001	Engine
EVA		Evaporator
EWN	062	Electro Winning Cells
EXC	121	Excavator (Backhoe)



FAN	034	Fan
FEE	028	Feeder
FIL	059	Filter
FLO	061	Flotation Cell
FUR	072	Furnace
GAT		Gate
GEN	151	Generator
GRA	085	Grader
GRD		Guard
HCA	147	Hoist Conveyance Cage
HEE	024	Heater, Electrical
HEU		Heating Unit
HEX	069	Heat Exchanger
HMZ		Handling Machine-Generic
HMT		Handling Machine, Tire
HML	042	Handling Machine, Liner
HMR	046	Handling Machine, Rod
HOO		Hood
HOP	079	Hopper
HSC		Hoist, Chain
HSH	131	Hoist - Underground Shaft
HSK	132	Hoist- Conveyance Skip
HVA		HVAC
INJ		Injector
INM		Insulation Material
IOX		Ion Exchanger
KLN	071	Kiln
LNZ		Liner
LNC	142	Liner, Crusher
LND		Launder
LNM	141	Liner, Mill
LNR	143	Liner, Refractory
LOA	084	Loader
LOC	128	Locomotive
LOU		Louver

LUB	145	Lubrication Systems
MAG		Magnet
MIL	044	Mill
MLT		Melter
MST		Mast
MTD		Metal Detector
MXR	075	Mixer
MXS		Mixing System
PBX		Pump Box
PIP		Pipeline
PLS		Plant, Sewage Treatment
PPB	056	Pump, Submersible
PPH	056	Pump, Hydraulic
PPM	056	Pump, Metering
PPP	056	Pump, Process (Centrifugal or Positive Displacement)
PPS	056	Pump, Cantilever Type (Sump)
PPT	056	Pump, Vertical Turbine
PPV	060	Pump, Vacuum
PUL		Pulverizer
REA		Reactor
REC	139	Receiver
RES		Reservoir
RMZ		Room, Generic
ROA	045	Roaster
ROL		Roller
SSH		Safety Shower
SAF	164	Safe, Vault
SAM	039	Sampler
SBW	022	Scrubber, Wet
SCA	144	Scale
SCR	036	Screen
SDC		Secondary Distribution Center
SEA	148	Seal
SEP		Separator
SHO	081	Shovel

SIL		Silencer
SLU	130	Slusher
SPR		Sprayer
SQZ	136	Shop Tool, Generic
SQF		Shop Tool, Fusion Machine
SQH		Shop Tool, Hand
SQL		Shop Tool, Lifting
SQM		Shop Tool, Machining
SQP		Shop Tool, Pump (Drum, Fuel, Portable etc...)
SQV	032	Shop Tool, Vulcanizer
SQW	138	Shop Tool, Welding Machine
STK		Stack
STR		Strainer
SUB	089	Substation
SYC	098	Systems, Communication
SYF	301	System, Fire
SYS	098	Systems, Security
TBN		Turbine
TCU		Temperature Control Unit (Cooling/Heating)
TEC	129	Track Equipment, Car
THK	053	Thickener
TIR		Tire and Rims
TLL		Trailer
TLY		Trolley
TNK	064	Tank
TRK		Truck, Generic
TRH	082	Truck, Haulage
TRS	127	Truck, Shotcrete
TRT	124	Truck, Tire Changer
TRC		Truck, Tractor
TRU	100	Truck, Utility
TRW	102	Truck, Water
TRX	135	Truck, Explosives
TWR	073	Tower
VAO	078	Valve

VEZ		Vessel, Generic
VEA	150	Vessel, Atmospheric Pressure (<15 psig)
VEP	066	Vessel, Pressure (>15 psig)
VSD		Variable Speed Drive
WHP		Washing Unit, High Pressure
WIN		Winch
<b>ELECTRICAL SPECIFIC EQUIPMENT</b>		
CAP		Capacitor
CTL	094	Control Panel Station
HMI		Human-Machine Interface
INS	097	Instrumentation
PNC		Panel, Communications
PND		Panel, Distribution
PNE		Panel, Electrical
PNF		Panel, Fire
PNI		Panel, Instrumentation
PNZ		Panel, Generic
FIE		Filter, Electrical (Harmonic or other)
JBC		Junction Box, Communications
JBE		Junction Box, Electrical
JBF		Junction Box, Fire System
JBI		Junction Box, Instrumentation
LIG	096	Lighting
MCC	092	MCC
MON	157	Monitor
MTR	090	Motor
MTX		Motor, Exciter
PLC		Programmable Logic Controller
PWL		Power Transmission Line
PWR	095	Power Transmission Equipment
REM		Remote Controllers
RMC	099	Room, Control
RME		Room, Electrical
SWC		Switch, Communication

SWD		Switch, Disconnect
SWN		Switch, Network
SWG		Switchgear, Higher 4160V
SWZ		Switch, Generic
UPS		Uninterruptible Power Supply
XTL		Transformer, Lighting
XTR	087	Transformer

**TABLE CCCM Equipment counter - SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**

This 3 digit number is representative of the counter within the circuit. Please note of the following conventions or best practices:

- When parallel circuits exist, each train should be separated by at least 100: 1<sup>st</sup> train start with 105, second train by 205 etc...
- Leave numbers in between assets for future expansions: example, start with 105, 110, 115 etc...
- Number through a logical flow through the flowsheet. Ex: 105 for crusher, 110 for conveyor no 1, 115 for conveyor no 2 etc...
- Assign the same counter for related equipment ex. Tank and agitator with the same number, pump box and pumps with the same number.
- The process equipment should be in the 100 (or 200 300 etc...) series. Service equipment (compressors, blowers etc...) should be in the 000 series.
- Mobile equipment should follow the 000 series. Different fleets could be assigned starting with 100, 200 etc...
- Rotables (engines, submersible pumps etc...) should always be 000 series.

The modifier **M**, is used to identify replicates, when two or more equipment are used:

- A and B for equipment in parallel.
- F and D for feed and discharge chutes
- O and U for overflow and underflow.

**DDDDD-EEEEEE System or Sub-System (as/if required)**  
**SS-F-YY-AAXX-BBB-CCCM-DDDDD-EEEEEE**

This should be used to break the asset down into “systems” or “sub-systems” and lower categories, or to add either piping or instruments as subgroups of an asset.

If it is equipment, then the naming convention follows what was described above:

Examples:

PPP-100

If it is an instrument, then use the instrument naming convention:

Example: LSHH-16100A

If it is a pipe, then use the piping naming convention:

Example: 12-001 (12”, no 001)

## **Asset Numbering Convention - Instrumentation**

### **Instruments in ORACLE**

In ORACLE, instruments are necessarily child assets, attached to parent assets.

**SS-F-AA-BBB-CCCM-DDDDD-PPCCM** where

**SS** Site designation (Alpha)

**F** Facility (Numerical)

**YY** Discipline OP, PR, UG (Alpha)

**AAXX** Activity. (Numerical)

**BBB** Equipment type (Alpha)

**CCC** Counter

**M** modifier (example: A, B, C for pumps)

**DDDDD** Instrument type

**PP** is the P&ID drawing number (area specific).

**CC** is the loop counter, within the P&ID diagram.

**M** is the instrument modifier

## **ANEXO N° 2**

### **TAXONOMY OF THE MAINTENANCE SYSTEM**

#### **Areas**

You use Areas to logically sort assets by the zones in which they reside. Areas divide the maintenance plant or facility into zones, which help to track and account for assets. Areas later are associated with an asset. Areas are usually based on the physical layout, and used to sort or search work orders and assets.

#### **Resources**

A Resource includes people, machines, or suppliers within a department. Default/average cost rates are defined for each resource to monitor asset costs. Resources are also used to group employee names for those sites that wish to go down to this level of detail. Resources may be included across multiple departments. Both employers and contractors may be set up as resource.

To determine the charge rate to be applied to employees, refer to the document Maintenance Labour Charge Rates.

#### **Departments**

A Department represents a crew or grouping of resources within an Organization and is also used to collect costs, apply overhead and compare load capacity. Used as either Owing Department or Assigned Department, the value list is the same. This causes confusion about the use of the field. There is no difference between the owning department and the assigned department (they should just be considered department). On Asset Number it is the Owing Department, and is moved to the Work Order when the Asset Number is added to the Work Order. However on the Work Order the field is called Assigned Department. It is used at the work order header level and also at the work order operation level. This is the department that is actually performing the work. Therefore, on the Owing Department the department should be the maintenance department that most commonly completes work on that asset. Departments are defined at the site level and should be based on the organizational structure of the mine.

#### **Department Cost Category**

Department Cost Categories are used to combine maintenance departments by their primary function. This allows comparison between sites with significantly different organizational structures, but with common maintenance functions. It also allows the removal of cost for activities that other mines may outsource for comparative purposes. For example, some mines contract tire maintenance, while others perform the work inhouse. The

department cost category allows the services work to be removed from the cost comparison for the equipment.

Oracle Code	Value	Description
1	Mechanical	Maintenance departments that primarily perform mechanical maintenance activities
2	Electrical	Maintenance departments that primarily perform electrical maintenance activities
3	Engineering	Technical departments that primarily perform maintenance engineering, equipment condition monitoring, failure analysis, and other professional or para-professional activities
4	Operations	Operating departments who are using eAM to manage maintenance related work activities, or are maintenance departments that perform operational activities (tire changing etc)
5	Services	Department that perform non-production related services to the mine. Camp maintenance, telecommunications, etc

### Asset Category

The asset category is a standard naming convention that defines assets with familiar terms and establishes how to classify assets for reporting and analysis.

The format is Class.Subclass and provides logical group assets. The asset route can be associated with an asset category since similar equipment can be maintained on that route. Rebuildable items are also associated with asset categories, and if Oracle Fixed Assets is installed it plays a role in linking the asset category to the fixed asset for depreciation.

Examples are:

Asset Category	Class	Category	Description
MECH.AGI	MECH	AGI	Agitator
MECH.ALN	MECH	ALN	Analyzer (lab)
MECH.AUT	MECH	AUT	Autoclave

Asset Categories are detailed in Appendix 8.



## **Asset Group**

Asset Groups represent groups of assets that are functionally identical. Generally, Asset Group is defined as a Manufacturer and Model Number combination. Since there is the potential for Mining Company to have multiple sites on one Oracle Instance, Asset Group Naming Conventions have been established to avoid data collision between sites

on the same instance. All asset numbers must have an asset group. The asset group can't be changed once it is assigned to an asset number.

Two types of Asset Groups exist – Specific and Generic. Whether an asset group is specific or generic depends on the use of failure codes and BOM (Bill of Materials) by the asset numbers in that asset group

Failure sets are attached to asset groups. So everything in the asset group has to have a common set of failures.

An asset group may have an asset BOM (Bill of Materials). Where the asset group is specific, one BOM is ok, but where the asset group must be generic, we need to set BOM for individual asset numbers.

An Asset BOM can be made unique within the Asset Numbers in an Asset Group by making specific items valid only for specific Asset Serial Numbers.

### **Asset Group – Specific Make/Model Naming Convention**

The Asset Group naming convention will be comprised of a “Manufacturer” (abbreviated when and where convenient) and “Model”. For example: Make = CAT, Model = 785C, therefore Asset Group = CAT785C.

### **Asset Group – Generic Make/Model Naming Convention**

The Generic Asset Group naming convention will be the Equipment list in Appendix 1.

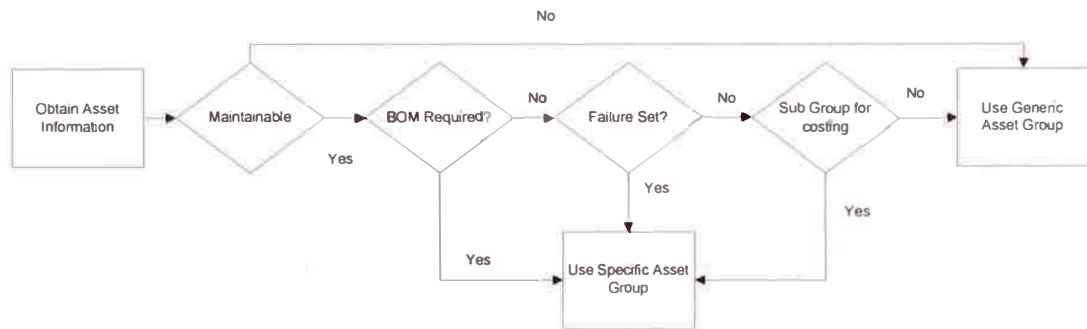
This is used only where a manufacturer make and model cannot be defined or determined.

An example of the generic Asset Group is Belt Conveyors.

For Belt Conveyor: Asset Group = CVB.

### **Asset Group – Determination of Specific or Generic Asset Group**

First try making an Asset Group with a defined make and model. Attached to it a common BOM and Failure set. If the asset group cannot be defined by a specific make and model or when the effort of tracking specific asset group has no return then the asset group is generic. Therefore the BOM has to be set for each individual asset. However the failure set can stay common for that Asset Group



**Example 1. (Generic Asset Group)**

The hydraulic cylinder is sent out to a vendor to be repaired. No parts are used to repair the cylinder inhouse, and the failure set is the same as for all generic hydraulic cylinders. As a small component, it is not part of a sub-group for costing.

**Example 2. (Specific Asset Group)**

The hydraulic cylinder is often repaired in place, and has seals that are specific to that make and model. It has the same failure set as any hydraulic cylinder, and is not a specific sub-group for costing.

**Example 3. (Generic Asset Group)**

The window unit air conditioner is thrown away when it fails. It has a failure set that is common to all window unit air conditioners, and is not in a specific sub-group for costing.

**Example 4. (Specific Asset group)**

An engine for a haul truck is maintained inhouse, and has a failure set specific to that make and model of engine. The parts list is unique for that make and model and requires a specific bill of material.

**Example 5. (Specific Asset Group)**

A haul truck has itself as the highest level of the hierarchy for its asset numbers. The asset group is not used for bill of materials and failure codes since these will be found on lower level parts of the asset hierarchy. However, for costing we need to track the make/model of the haul truck.

**Asset BOM**

If a generic Asset Group exists, a BOM (Bill of Material) can be defined for specific asset numbers in that asset group. A specific asset BOM is needed when there is a defined make and model, as per the asset group. A BOM can be tailored to individual asset number within an asset groups by adjusting the range of asset serial number the item is enabled on.

**Asset Serial Number**

Asset serial number is used to identify specific asset numbers with an asset group. It allows differentiation of rebuildables when held in inventory as an

item. Asset Serial Numbers will be a truncated version of the Asset Number for all assets that are not serial tracked.

For Asset BOMs the Asset Serial Number (not Asset Number) is used for defining the BOM. For this reason it is strongly advised that these two are equivalent or closely representative where applicable for user legibility (ie: do not use Oracle assign defaults).

For serialized rebuildable assets, a physical serial (or equiv unique identification) number of the asset is required, that is also referenced in Oracle.

Example

Asset Number	Asset Serial Number	Description	Note
KR-1-PR-31-CH-02	31-CH-02	CHUTE CRUSHER PRIMARY	One of custom, non-relocatable item
KR-1-UG-90-UT-24	90-UT-24	TRUCK HAUL CAT775E	Functional location containing truck components
KR-1-UG-90-UT-24- ENG-01	CAT9542358	ENGINE TRUCK HAUL CAT775E	Serialized tracked rebuildable engine

The Asset Group and Asset Serial Number can only be defined once during the creation of a new Asset. These cannot be changed afterwards

In defining groupings, Oracle sorts assets alphanumerically (same as MS Excel) in ascending order. In certain circumstances this can be counter intuitive, eg:

Wrong	Correct
...-32-PP-04	...-32-PP-04
...-42-PP-10	...-36-PP-24
...-40-PP-11	...-40-PP-11
...-36-PP-24	...-42-PP-10

Special wildcards exist for the "To" and "From" field:

To = "0" (zero), specifies first asset in sorted list.

From = "" (blank), specifies last asset in sorted list.

Using both of these wildcards specifies that all assets within the group share the same part number. Useful when new assets are added.

Oracle prevents duplication of parts to an asset serial number. Particular attention must be made for potential overlapping unions. For example, using the above asset example, suppose we wish to assign part aaa to PP-04, PP-10, and PP-24 (not PP-11):

Wrong: (duplication of PP-24, PP-10. PP-11 wrongly included.)

Part	From	To
aaaaa	...-32-PP-04	...-42-PP-10 (PP-04, PP-24, PP-11, PP-10)
aaaaa	...-36-PP-24	(PP-24, PP-11, PP-10, ...)

Correct:

Part	From	To
aaaaa	...-32-PP-04	...-36-PP-24 (PP-04, PP-24)
aaaaa	...-42-PP-10	...-42-PP-10 (PP-10)

### Asset Group Attributes

You can define common characteristics data specific to Asset Groups, such as Facility Information, Engineering Specifications, Regulation Requirements, Horsepower, Voltage, and area, by creating Attribute Groups using descriptive flex fields. After the Attribute Group is created, you can then assign it to a Maintained Group. This enables you to define additional characteristics data when defining an asset associated with the Maintained Group. This provides extensive query capabilities. Attribute groups are descriptive flex fields, defined by segments and values.

For example, you can define an Attribute Group, Front End Loader Nameplate data. This group can then be associated with the CARS Maintained Group. When defining an asset within the CARS Maintained Group, you can optionally utilize the attributes to specify nameplate data (specified data such as make, year, and model) for the asset. This creates a simplified way of entering specified data related to a specific Maintained Group

## **Asset Route**

A "virtual asset" that enables multiple assets to be associated to a single work order. It eliminates the need for creating multiple work orders for the same activity. You might need to perform an Activity on multiple Maintained Assets. To eliminate the possibility of creating multiple Work Orders for the same Activity, you can define Asset Routes. You can define a Preventive Maintenance schedule for your Asset Route to specify when an Activity should be scheduled for the Asset Route. Asset Routes Can be named same as the activity

## **Naming Conventions for Asset Routes are as follows**

ASSET GROUP – "Mine site designator (two digits)" + AUTONUMBER  
Example: CAT785C-RH001

## **Asset Criticality Codes**

Criticality Codes suggest the importance of an asset to an organization. An asset that has a direct impact on production or that is difficult to replace may be considered a critical asset. Asset criticality helps you to determine the urgency of requested work. Asset Criticality Codes are referenced when defining an asset. Criticality Codes are ideally derived as a result of a Reliability analysis.

### Naming Convention for Criticality Codes

Oracle Code	Criticality	Description
1	1	Plant Production or key process will stop if failure occurs. Failure would cause an immediate safety hazard to personnel or plant. Failure would result in pollution/emissions that would exceed statutory emission levels
2	2	Failure will reduce production rates or production or a key process will stop within eight hours or production quality is affected if failure occurs. Failure has the potential to stop plant production if not attended to i.e. would become a Criticality 1. Failure produces a moderate safety risk failure, which is likely to affect Criticality 1 or is likely to exceed statutory limits.
3	3	A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible i.e. minimal loss to production. Production or a key process will stop within 24 hours if failure occurs. Failure produces a low safety risk. Failure is unlikely to cause visible or measurable emissions or pollution.
4	4	Low downtime costs and low safety risks. Failure does not affect production in any way, has zero downtime costs and negligible safety risks.

### WIP

Work In Process (WIP) accounting class is a set of accounts that you use to charge the production of an assembly. You assign accounting classes to discrete jobs, and repetitive schedules. Each accounting class includes distribution accounts and variance accounts, and they are used in cost reporting.

## COST CENTERS

1020 - OP Maintenance O/H
1800 - OP Maintenance Drilling
1820 - OP Maintenance Blasting
1840 - OP Maintenance Loading
1860 - OP Maintenance Hauling
1880 - OP Maintenance Stockpile Rehandle (distal)
1900 - OP Maintenance Pit Floors, Roads and Dumps
1920 - OP Maintenance Dewatering
2020 - UG Maintenance O/H
2700 - Fixed Equip Maint Ventilation
2710 - Fixed Equip Maint Pumping
2720 - Fixed Equip Maint Compressed Air
2725 - Fixed Equip Maintenance Sumps
2730 - Fixed Equip Maint Process Water
2740 - Fixed Equip Maint Refrigeration
2750 - Fixed Equip Maint Hoisting Plant
2755 - Fixed Equip Maintenance Backfill
2760 - Fixed Equip Maint UG Crushing
2765 - Fixed Equip Maintenance Shotcrete
2766 - Fixed Equip Maintenance Bldg
2770 - Fixed Equip Maint Conveying
2772 - Fixed Equip Maint Secondary Breakage
2777 - Fixed Equip Maint Chutes, Grizzlie, Dumps
2780 - Fixed Equip Maint Electrical Distribution
2785 - Fixed Equip Maint Instrumentation
2795 - Fixed Equip Maint Comm
2797 - Fixed Equip Maint Shop
2799 - Fixed Equipment Maintenance Rail Infrastructure
2810 - UG Mobile Equip Drilling fleet
2820 - UG Mobile Equip Truck Fleet
2830 - UG Mobile Equip Loading Fleet
2840 - UG Mobile Equip Ground Support Equip
2845 - UG Mobile Equip Ground Support Bolting
2850 - UG Mobile Equip Track Equipment
2855 - UG Mobile Equip Ground Support Shotcrete Eq
2860 - UG Mobile Equip Ancilliary Equip
2870 - UG Mobile Equip Light Vehicles
3110 - Autoclave Maintenance
3120 - Roaster Maintenance
3130 - Mill/Concentrator Maintenance
3140 - Leach Plant Maintenance
3150 - Heap Leach Maintenance
3160 - Laboratory Maintenance
3170 - Port Facility Maintenance
3180 - Power Generation – Maintenance
3210 - Processing Management
3220 - Processing Operations O/H
3230 - Processing Maintenance O/H
3240 - Processing Engineering

## ACCOUNTS

56215 - Fuel Gasoline
56225 - Antifreeze
56230 - Glycols
56235 - Oil
56240 - Grease
56245 - Other Fuels And Lubricants
56510 - Ground Engaging Tools/Wearparts
56710 - Tires- Otr (>21")
56715 - Other Tires < 21"
57210 - Fans / Starters
57213 - Vent Ducting
57215 - Ventilation Supplies and Accessories
57310 - Agitators
57312 - Beds/Buckets/Blades
57314 - Booms & Masts
57316 - Brake Systems
57318 - Cab & Chassis
57320 - Compressors
57321 - Construction Supplies
57322 - Conveyor Belting / Belts / Idlers
57324 - Conveyor Drives
57326 - Cylinders-Hydraulic
57328 - Hydraulic Components (Valves, Pumps, & Motors)
57330 - Differentials/Axles/Final
57332 - Drifters
57334 - Electrical & Instrumentation (E&I) Supplies
57336 - Electric Motors
57338 - Engines
57340 - Feeders
57342 - Filters
57344 - Hydraulic/Pneumatic Hoses And Fittings
57346 - Hvac (Heating, Venting And Air Conditioning Supplies)
57348 - Lighting
57350 - Piping, Flanges And Fittings
57352 - Plate Steel
57354 - Pump & Wet End Component(Process)
57356 - Screens



57358 - Structural Steel
57360 - Supplies Maintenance
57362 - Supplies Welding
57364 - Switchgear & Transformers
57366 - Transmission/Torque Converter
57368 – Undercarriage
57370 - Valves Commodity
57372 - Valves Specialty
57374 - Variable Speed Drive
57376 - Wheel Motors
57378 - Wheels/Rims
57380 - Wire Rope
57420 - Crucibles & Cuples
57425 - Drill Supplies- Exploration (Core Boxes, Drill Trays, Etc)
57430 - Irrigation Supplies
57435 - Minor Assets Expensed
57440 - Pipes, Hose And Fittings- Operations
57445 - Tools & Instruments
57450 - Other Supplies And Consumables
61365 - Vendor Labor
61370 - MARC/RAMP Contracts
64828 - Light Vehicle- Operating Costs Allocation
64830 - Light Vehicle- Maintenance Costs Allocation

## Work Request Data

### Work Requests

Work Requests are used by non-maintenance personnel to alert or request maintenance work that needs to be done.

### Work Request Types

If the Work Request functionality is being used then the Work Request Types should describes the Origin of the work request,

Work Request Type	Description
DISPATCH	From Dispatch
OPERATIONS	From Operations
VENDOR REQUEST	Vendor Request
SAFETY	From safety department
CI	From CI Group

## Work Request Status

If the Work Request functionality is being used then the Work Request Status should describe the progress of the work request in the business process.

<b>Work Request Status</b>	<b>Description</b>
Open	Work request open, to be reviewed
Additional Information	More information required
Awaiting work order	Awaiting attachment to work order
On work order	Work request placed on work order
Rejected	Work request rejected
Complete	Work request has been completed on work order

## Work Request Priority Codes

Work Request Priority Codes contribute to the organization and execution of Work Orders. If used properly it helps in the scheduling of work, arranging work to be done in terms of priority. The priority is defined by the process which will be taken – Immediate, Urgent, Planned, and that process is determined by amount of lead time before the work is required. Priority is not “importance”. Priority is a measure of the urgency of work, and how much time is available to plan and schedule the work order.

## Work Request Priority Values

Oracle Code	Priority	Criteria	Action Requested
1	1 Break into Current Weekly Schedule	<p><b><u>Urgent Work Order</u></b></p> <p>Equipment failure may create a safety or environmental hazard which cannot be isolated or guarded</p> <p>Failure may reduce plant production or affect production quality of a key process.</p> <p>Request considered urgent enough to break into the current schedule week.</p>	Attend to the work request within the current scheduled week.
2	2 In Next Weekly Schedule	<p><b><u>Planned Work Order</u></b></p> <p>A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible.</p> <p>Production capacity or quality will not be immediately affected.</p> <p>Failure produces a hazard, which can be isolated or guarded.</p> <p>Failure produces no safety risk.</p> <p>All other work.</p>	Schedule into the following periods work.
3	3 Within Monthly Scheduling Timeframe	<p><b><u>Planned Work Order</u></b></p> <p>A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible.</p> <p>Risk of Production being affected is low.</p> <p>Failure produces a hazard, which can be isolated or guarded.</p> <p>Failure produces no safety risk.</p> <p>All other work.</p>	The work order will be planned, scheduled and completed in accordance with the reasonable "required by" date.
4	4 Long Term > 30 days	<p><b><u>Planned Work Order</u></b></p> <p>Projects, improvements, and other activities to be completed at future dates.</p> <p>A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible.</p> <p>Risk of Production being affected is low.</p> <p>Failure produces a hazard, which can be isolated or guarded.</p> <p>Failure produces no safety risk.</p> <p>All other work.</p>	The work order will be planned and scheduled accordingly to meet the agreed dates. This is long term scheduling.

## Work Order Data

### Work Order Types

Work Order Types enable you to differentiate Work Orders; and enhance reporting.

Work Order Types are populated manually or automatically. For example, Rebuildable Work Orders are created automatically or manually. Preventive Maintenance Work Orders are created automatically, based on meter readings

#### Value List for Work Order Types

Oracle Code	Work Order Type	Description	Definition
7	ST	Standing Work Orders	Standing Work Orders (SWO) are used to collect and retain activities and costs that are repetitive in nature, where the same activity or cost may occur many times throughout a year. The work orders are used to reduce administrative time for frequent and lower cost work. They should be opened and closed on a weekly basis. Sites using work orders for time keeping purposes (training, meetings, absences, etc.) should set them up as ST work orders.
3	PM	Preventive Maintenance	Maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria, and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the functioning of an item. This is work where the failed state is not yet attained.
1	CM	Corrective Maintenance	Maintenance carried out after fault recognition and intended to put an item into a state in which it can perform a required function. This is work when the failed state has been attained.
2	IM	Improvement	A quality philosophy that assumes further improvements are always possible and that processes should be continuously re-evaluated and improvements implemented. This work order is making an improvement or upgrade in the functionality of the asset number.
6	RW	Re-Work	Refers to any work that is performed to correct defects in materials or workmanship.
4	PR	Projects	A project is a temporary endeavour undertaken to create a unique product or service. Temporary means that the project has an end date. Projects could be part of a larger picture. The project may be capital or expense.

## Work Order Status

Typically work order statuses are used to move work orders through the life of a work order from when the work is first identified, planned scheduled, assigned executed and analysed, it makes it easier to identify work that is waiting to be planned.

<b>Work Order Status</b>	<b>System Status</b>	<b>Description – see Maintenance Process Maps</b>
Draft	Draft	Waiting review – newly created work order
WPLAN	Draft	Waiting to be planned
CPLAN	Draft	Completed planning
Unreleased	Unreleased	Rebuildables - auto-generated work order waiting for review
WPARTSINV	Unreleased	Waiting for Parts on order – all inventoried parts
WPCOND	Unreleased	Waiting for Plant Conditions
WLABOUR	Unreleased	Waiting for Labour
WTOOLS	Unreleased	Waiting for Tools
WSCHED	Unreleased	Waiting to be Scheduled
Released	Released	Rebuildable work orders only – repair in progress
WPARTSDC	Released	Waiting for Parts on order – one or all direct charge parts
SCHED	Released	In Schedule – WO placed in a schedule for release
INPROG	Released	In Progress – WO released for weeks work schedule
RESCHED	Released	WO rescheduled, not completed during current schedule
CLOSED	Closed	WO closed further transactions not allowed
CANCELLED	Cancelled	WO has been cancelled
COMPLETE	Complete	WO is complete, allows transactions, further charges allowed
WCLOSE	Complete	WO is completed and waiting to be closed. Allows transactions, further charges not allowed.

### Status Moves

The following graph represents the Work Order status moves, in other words from what state (in the left column) can work order be moved do another state (top row). Example "complete" work order can only be moved to "closed" and "wclose" statuses.

	Draft	WPLAN	CPLAN	Unreleased	WPARTSINV	WPCOND	WLABOUR	WTOOLS	WSCHED	Released	WPARTSDC	SCHED	INPROG	RESCHED	CLOSED	CANCELLED	COMPLETE	WCLOSE
Draft		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√		
WPLAN		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√		
CPLAN		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√		
Unreleased										√	√	√	√	√		√		
WPARTSINV										√	√	√	√	√		√		
WPCOND										√	√	√	√	√		√		
WLABOUR										√	√	√	√	√		√		
WTOOLS										√	√	√	√	√		√		
WSCHED										√	√	√	√	√		√		
Released																√	√	√
WPARTSDC																√	√	√
SCHED																√	√	√
INPROG																√	√	√
RESCHED																√	√	√
CLOSED																		
CANCELLED																		
COMPLETE																√		√
WCLOSED																√		

<b>System Status</b>	<b>Stores Allocation to WO</b>	<b>PR/PO Against WO</b>	<b>Labour Charge to a WO</b>	<b>Stores Issue to a WO</b>
Draft	None	None	None	None
Unreleased	Soft Allocation	None	None	None
Released	Hard Allocation	Allowed	Allowed	Allowed
Complete	Removes Allocations	Allowed	Allowed	Allowed
Closed	None	None	None	None
Cancelled	None	None	None	None

### **System Status**

Certain work order statuses create different allocations of parts in the inventory. Soft allocation notifies the inventory that a part will be required in future, but allows inventory to issue that part to any work order. It is created when an item is on work order material request tab on a work order in "RELEASED" status but with "Auto-Request Material" left unchecked. However a hard allocation notifies the inventory that a part will be required in future, but ONLY allows that part to be issued to the work order that has allocated it. The hard allocation is created when an item is on the Material Request tab of a work order in "RELEASED" status and "Auto-Request Material" is checked.

### **Work Order Reconciliation Codes**

Reconciliation Codes detail how Work Orders and operations were completed. These codes usually fall within two categories: Completed as Planned or Partial Completion. You can further define the condition within these two types of completion statuses. These codes enable you to evaluate Work Orders by percentage completed or delayed, and if they were delayed, the reason for the delay. Reconciliation Codes are user defined

### **Naming Convention for Reconciliation Codes**

<b>Reconciliation Codes</b>	<b>Description</b>
COMP	Completed as Planned
PART	Partially Complete
COMP-CI	WO is complete with possible improvements suggested
COMP-WAR	WO is complete with outstanding warranty claims
WCLOSE	WO is complete with open transactions



## Work Order Priority Code

Work Order Priority Codes contribute to the organization and execution of Work Orders. If used properly it helps in the scheduling of work, arranging work to be done in terms of priority. The priority is defined by the process which will be taken – Immediate, Urgent, Planned, and that process is determined by amount of lead time before the work is required. Priority is not “importance”. Priority is a measure of the urgency of work, and how much time is available to plan and schedule the work order.

## Work Order Priority Values

Oracle Code	Priority	Criteria	Expected Action
0	0 Perform Work Immediately	<p><b>Immediate Work Order</b></p> <p>Equipment failure will create a safety or environmental hazard which cannot be isolated or guarded.</p> <p>Failure of production equipment for which no standby is available or can be brought on line to prevent shutdown of the process.</p> <p>Failure will reduce plant production or affect production quality of a key process.</p>	Interrupt the current work (scheduled or unscheduled) and attend to the work immediately. This is a documentation of work that has been performed.
1	1 Break into Current Weekly Schedule	<p><b>Urgent Work Order</b></p> <p>Equipment failure may create a safety or environmental hazard which cannot be isolated or guarded</p> <p>Failure may reduce plant production or affect production quality of a key process.</p> <p>Request considered urgent enough to break into the current schedule week.</p>	Attend to the work request within the current scheduled week.
2	2 In Next Weekly Schedule	<p><b>Planned Work Order</b></p> <p>A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible.</p> <p>Production capacity or quality will not be immediately affected.</p> <p>Failure produces a hazard, which can be isolated or guarded.</p> <p>Failure produces no safety risk.</p> <p>All other work.</p>	Schedule into the following periods work.
3	3 Within Monthly Scheduling Timeframe	<p><b>Planned Work Order</b></p> <p>A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible.</p> <p>Risk of Production being affected is low.</p> <p>Failure produces a hazard, which can be isolated or guarded.</p> <p>Failure produces no safety risk.</p> <p>All other work.</p>	The work order will be planned, scheduled and completed in accordance with the reasonable “required by” date.



4	4 Long Term > 30 days	<p><b>Planned Work Order</b></p> <p>Projects, improvements, and other activities to be completed at future dates.</p> <p>A standby or alternative machine is available or stockpiling is possible.</p> <p>Risk of Production being affected is low.</p> <p>Failure produces a hazard, which can be isolated or guarded.</p> <p>Failure produces no safety risk.</p> <p>All other work.</p>	The work order will be planned and scheduled accordingly to meet the agreed dates. This is long term scheduling.
---	-----------------------------	--	--

### Activity Source

Activity Source codes are reasons activities are executed (Reason for Work).

### Activity Source Look Up Values

Oracle Code	Activity Source	Description	Definition
1	Property	Property	The primary objective for the work order is the preservation or restoration of Property
2	Safety	Safety	The primary objective of the work order is the preservation, or restoration of a safe working environment, or the need to make a improvement to achieve safe conditions
3	Production	Production	The primary objective of the work order is to restore, preserve, or improve productive capacity.
4	Environmental	Environmental	The primary objective of the work order is the preservation, or restoration of environmental conditions, or the need to make a improvement to achieve required environment conditions or protection

### Activity Type

Activity Type codes are the operating conditions necessary for the work to be completed (Conditions for Work).

Regions may define the activity type lookup list for various shutdown department or areas, but the list must contain NR (Normal Repair)

Activity Type	Description	Definition
FR	Field Repair	Equipment to be repaired in the field
SR	Shop Repair	Equipment to be repaired in the shop
CR	Crushing	Crushing Area Shutdown
ML	Mill	Mill Area Shutdown
UG	UG Shutdown	Underground Equipment Shutdown
RS	Roaster	Roaster Area Shutdown
NR	Normal Repair	Does not Require the asset to be shutdown or removed from service
OP	Operating	Equipment can be repaired without stopping operations
OFF	Offsite Repair	For rebuildables repaired at vendor shops.

### Activity Cause

Activity Cause codes are reasons for an asset failure. For example, Preventive, Normal Wear, Operator Damage, Rework, and Breakdown. This information enables you to understand the dynamics that affect an asset's ability to perform. They establish critical data that is used for reporting and analysis of asset failure causes and the frequency of such conditions. Asset Cause Codes are referenced when setting up an Activity

### Naming Convention for Activity Cause

Oracle Code	Activity Causes	Description
1	Normal	Activity Caused Normal Wear and Tear
2	Operator	Activity Caused by Operation Damage or Practice
3	Accident	Activity Caused by Damage due to an Accident
4	Upgrade	Activity Caused by Need to Improve or Upgrade
5	Statutory	Activity Caused by Statutory or Regulatory Compliance
6	Other	Activity not Defined

## **Asset Activity**

Asset Activities are standard job plans. They are a template of the operations, parts and labour required to complete a recurring work order. Attaching the asset activity to a work order copies the operation, parts and resources to the work order. Asset activities may be described by a series of individual maintenance tasks. They are used to standardize recurring activities, plan them more effectively, and save time when creating work orders and maintenance plans. Asset activities are created and managed locally by site representatives.

In the Oracle eAM system, asset activities can be used for primary, secondary, breakdown and improvement maintenance work. Asset activities also specify which spare parts and tools are required for operations and the time needed to perform the work.

If you have created asset activities, you can create work orders and maintenance plans very easily, since you refer to the operations and processes already entered in the asset activity. This means that if you create a work order for a task, for which all the individual operations have already been described in an asset activity, you only need to specify this asset activity and the required times in the work order; you do not need to enter the individual operations because they are copied from the asset activity. If the same task is required again shortly afterwards, you can again create the work order with reference to the asset activity.

Asset activities can have a specific link to equipment and/or functional locations.

## Asset Activity Naming Convention

The asset activity naming convention has up to 30 characters consisting of the following segments:

AABBCCC

Where: AA...AA... Asset Group (Manufacture make and model, 8 to 25 characters)

BB Site

CCC Counter

The "Asset Group" will be defined in, and pulled from, the item master. It can consist of anywhere from 8 to 25 characters.

The two digit "Site" segment is defined by the following two alpha characters:

Code	Description	Code	Description
VE	Veladero	CH	Cortez Hills
PR	Pierina	EA	East Archimedes
EC	Eskay Creek	RM	N/A
WO	Williams Operating	LN	Lagunas Norte
OS	Osborne	PV	Pueblo Viejo
GS	Goldstrike	PL	Pascua Lama
PO	Porgera	KB	Kanowna Belle and Region
HE	Henty	KC	KCGM
DA	Darlot	PL	Plutonic
LA	Lawlers	GR	Granny Smith
CO	Cowal	BU	Bulyanhulu
SD	South Deep	TU	Tulawaka
NM	North Mara	BZ	Buzwagi
DB	David Bell	ZA	Zaldivar
BM	Bald Mountain	TR	Turquoise Ridge
CZ	Cortez	RH	Ruby Hill
GD	Golden Sunlight	DC	Donlin Creek

The three digit "Counter" can be user defined but will have to be unique for the Asset Group and Site specified.

## Asset Activity Description

The description of the asset activity gives a broad description of the type of work. The following rules should be applied to the asset activity description.

- Specify the task frequency for all PM (Primary Maintenance) asset activities i.e. 250hr, 1000m
- Give a broad task description. i.e. Service, Inspection, Overhaul

- Do not exceed the description length of 40 characters
- Do **not** specify the Make and Model of the equipment as it is contained within the Activity Description.

Some examples of asset activities and their descriptions follow:

Asset Activity	Description
LIEBHERRT282BCZ001	250HR SERVICE
SVEDALA42X65GS001	ECCENTRIC DRIVE OVERHAUL
FORDF150BM001	5000M SERVICE
KOMATSU930EGS005	ENGINE MODULE CHANGE OUT
INGERSOLLRAND1300TR008	DAILY INSPECTION
WARMAN86FAHCZ01	1500HR SERVICE

NOTE: If a 500HR service has frequency changed to 550HR. It's still the 500HR service recommended by the manufacturer and as such the actual name is still valid.

### Shutdown Required

This helps the planner group Work Orders that may require shutdowns, so that they can be planned together. (Sites may define their own shutdown types) This should be based on where work will be performed.

This optional information field indicated whether a shutdown is necessary to perform this maintenance activity. Such definition will help the planner group Work Orders that may require shutdowns. The type of shutdown (if required) is further defined under **Activity Type** (see section 5.6). Shutdown Type field is for information purposes only.

Shutdown Type Code	Description
Required	Equipment needs to be shut down for work to proceed
Not Required	Equipment Can be repaired without shutting it down

## Preventive Maintenance

eAM can generate Work Orders automatically based on meter readings, runtime and/or calendar days. An example of meter-based preventive maintenance is your car's oil changes. Most car manufacturers recommend that you change your engine oil every 3,000 miles or six months, whichever comes first.

To set up the above scenario, you would first define your car's odometer as a meter. Next, you would associate that meter to an asset (your car), using the Asset Meter Association window. After you have associated the meter to the asset, you can associate the Maintenance Activity (oil change) that should occur, based on the meters you have defined. This is done via Preventive Maintenance Scheduling

## Meters

Meters are defined and associated with Maintained Asset Numbers to measure an asset or rebuild item's usage. Examples include odometers or counters. Meters are used in Preventive Maintenance Scheduling to schedule and generate Preventive Maintenance Work Orders.

ASSET NUMBER + AUTONUMBER

Example: SA100101

## PM Sets

A PM schedule for an Activity and a Maintained Number or Maintained Group must uniquely belong to a Set Name. Multiple PM Schedules for the same Maintained Number or Maintained Group and Activity combination are created across Sets. However, out of those PM Schedules, only one can be identified as the Default and used for generating Work Orders. Other PM Schedules in other Sets can be used for simulation purposes only. Every Set Name has an end date. Every PM schedule that belongs to the Set Name must have its effective-to date before the end date of the PM Schedule's Set Name. Before assigning a Set Name to a PM schedule, you need to define Set Names within the Set Name Definition window. If you do not want to create Set Names, you can assign PM schedules to set, MAIN; it already exists as a Default

Define PM sets by Plan Area or Planner Responsible for an Area or PMs (Site Defined)

PM Set	Description
AUTOCLAVE	PMs for the Autoclave Planner
MAIN	Default

### PM Schedule Name

Group so only one report has to be run for manual PM generation, or when sites want to generate at different times for different parts of the site.

### PM Priority

The PM priority is the priority that the work order is given when the PM is triggered and the work order is created. Frequency is the driver of the parts, although by definition this should be a planned work order. Key is to be generating PM's far enough in advance 30 days out.

PM Priority	Work Order Priority	Description
1	1	Frequency < 3 Months
2	2	Frequency Between 3 to 6Months
3	3	Frequency Between 6 and 24 Months
4	4	Frequency Between 24 and 48 Months

As Oracle eAM R12 does not have distinct tables to differentiate between Work Order and PM priorities, PM priorities will reflect the work order priorities as defined in table "5.4.1 – Work Order Priority Values

### Event Reporting

You can report incidents that do no require the use of a work order by using the event reporting functionality

### Event

Oracle Code	Event Code	Event Name	Description
1	MM	Minor Maintenance	A minor maintenance activity on the asset number which needs to be recorded, but does not require a work order.
2	EC	Engineering Change	A change to the equipment design or material that changes the capacity or performance of the asset number
3	OP	Operational Change	A change to the operational requirements of the asset number.

### Reason Code

Event Code	Reason Codes	Example
MM	MM – Cleaning MM – Lubrication  MM – Adjustment MM – Inspection MM – Minor Repair	Air filter on Cat 777 needs cleaning. Converyor belt, rollers are dry, needs to be lubricated. Drive chain is loose, needs adjustment. Daily Tire inspection of tires on Cat 777. Wiper blades on Cat 777, not working, in need of repair.
EC	EC – Material Change  EC – Design Change	The price of copper has risen to high, so we are changing all water piping supply lines from copper to PVC. Engineering requirements have changes, therefore the design of said asset has
OP	OP – Operation Rate Change  OP – Operating Condition Change  OP – Setpoint Change	Equipment failed due to processing plant running at above it upper limits, thus pushing equipment to failure. Cat 777 Tires damaged due to having to drive on ungraded roadways Tire depth allowance on Cat 777 tires has decreased, thus initiating retreading work. Work initiated due to upper and lower limits being adjusted.



## ANEXO N° 3

### FAILURE CODES

#### **Failure Set - (Hierarchy of Codes)**

Failure codes, Problem, Cause and Resolution, are organized into Hierarchical tree structures called Failure Sets, which are then assigned to Asset Groups. Each set provides Asset Group-specific information on the possible failures of an Asset Group, the possible causes of each problem (failure), and the possible resolutions for each cause. Assets within an asset group inherit the assigned Failure Code Set.

ASSET NUMBERS belong to ASSET GROUPS which have associated FAILURE SETS

At the work order level, Failure Codes are entered to report a problem (failure), its cause, and resolution. The assigned Sets provide a disciplined methodology to collect failure data on assets.

Only pre-defined combinations of failure codes associated with the Asset on the work Order are permitted. This reduces the possibility of errors and reduces the number of combinations available to the user.

Failure Sets may be assigned to more than one asset group.

Failure sets shall be global, defined in each production client within each instance and used by one or many business units across the enterprise.

An example of FAILURE SETS is as follows. A complete list of the approved FAILURE SETS can be found in APPENDIX 1.

<b>Failure Sets - eAM Failure Codes - (Basis: ISO 14224)</b>	
<b>Failure Set</b>	<b>Failure Set Description</b>
S001 Activator	Activator
S002 Actuator	Actuator
S003 Agitator	Agitator
S004 Air Compressor	Air Compressor
S005 Air Conditioner	Air Conditioner
S006 Air Door	Air Door

#### **Failure Code - (The Problem)**

FAILURE Code (the Problem or Failure mechanism) is the physical, chemical or other process or a combination of processes that has led to the failure.

Since we are putting the failure code on a work order, we have to cover situations where an actual failure has occurred, and where an activity has been completed as part of a failure management policy. In a way we are actually tracking our failure management policy.

In accordance with ISO14224, failures are grouped as Mechanical, Electrical, Instrument, Materials, External, and Other.

An example of FAILURE CODES is as follows. A complete list of the approved FAILURE CODES can be found in APPENDIX 2.

<b>Failure Code Set - eAM Failure Codes - (Basis: ISO 14224)</b>	
<b>Failure Code</b>	<b>Failure Code Description</b>
F01 AbnormalOutput	Abnormal Output, Operation
F02 Alarm	Alarm - High or Low
F03 BlockagePlugged	Blockage or Plugged
F04 BreakageCollapse	Breakage or Collapsed
F05 BurntoutArcing	Burnt-out or Arcing
F06 Burst	Burst

#### **Cause Code – (Why it failed?)**

CAUSE is any event which causes a functional failure. The REASON it failed

In accordance with ISO14224, causes are grouped as:

An example of CAUSE CODES is as follows. A complete list of the approved CAUSE CODES can be found in APPENDIX 3.

<b>Cause Code Set - eAM Failure Codes - (Basis: ISO 14224)</b>	
<b>Cause Code</b>	<b>Cause Code Description</b>
C01 AbnormalWearTear	Causes Related to Accelerated Wear & Tear on Component
C02 AssemblyFault	Incorrect Assembly of Component
C03 FabricationInstallFault	Causes Related to the Fabrication or Installation of the Component
C04 ImproperCapacity	The Capacity of the Component is Insufficient or Excessive
C05 ImproperDesign	A Design Fault in the Component Making it Unfit for Purpose
C06 ImproperMaterial	The Material Composition of the Component is Unsuitable for the Operating Conditions

Note: If the cause code C20 UnknownCause is used – the failure code short text shall be updated with a relevant comment by user.

### Resolution Code – (The Remedy)

The Resolution Code identifies the maintenance activity that was performed. The Resolution code set is based upon international standard ISO 14226 – Collection and Exchange of Reliability and Maintenance Data for Equipment Appendix B.5 Maintenance Activity.

The codes are suitable for both corrective and preventative maintenance activities.

Although the Standard defines (12) twelve resolution codes, the mining company has elected to modify the standard as follows:

*Combination:* By Standard, this code is recommended when more than one resolution is assigned to a failure cause. The mining company have removed this from the list. Users shall enter the prime resolution code and enter in the free text field the secondary resolution code with appropriate comments.

*Check:* This code has been combined with the “Inspect” code.

The resultant set of codes will be ten – also corresponding to a standard Oracle table display view.

The company mining approved Resolution Codes are defined below:

<b>Resolution Code Set - eAM Failure Codes - (Source: ISO 14224)</b>	
<b>Resolution Code</b>	<b>Resolution Code Description</b>
R01 Adjust	Bringing any out-of-tolerance condition into tolerance
R02 CheckInspect	No maintenance activity performed. Able to regain function by simple actions – re-start/re-set.
R03 Modify	Replace, renew or change the item or part of it with an item/part of different type, make, material or design
R04 Overhaul	Major Overhaul
R05 Refit	Minor repair/servicing activity to bring back an item to an acceptable appearance, internal and external
R06 Repair	Manual maintenance action performed to restore an item to its original appearance or state
R07 Replace	Replacement of the item by a new or refurbished of the same type and make. May be a planned expected life replacement
R08 Service	Periodic service tasks. Normally no dismantling of the item
R09 Test	Periodic test of function or performance
R10 Other	Other maintenance activity (note specify resolution details in the Failure code text when this code is used)
RPM PMTask	Planned Preventative Maintenance Task Resolution code