



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Gestión de  
Mantenimiento basado en la Metodología de Tablero de Control para  
una Planta productora de Aceites Lubricantes”

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

**RODDY OSWALDO PÉREZ PARRA**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2012**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por otorgarme sus bendiciones en todo momento.

Al Ing. Cristian Arias por haber aportado a mi formación profesional una serie de valores éticos, morales, e intelectuales.

A la Srta. Ileana Flores y el Ing. Henry Peláez por la oportunidad y ayuda brindada al entregar información pertinente para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Luis Fernando Rodríguez por aceptarme para culminar mi carrera profesional al realizar la elaboración de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la bendición de poner en mi destino esta oportunidad de seguir adelante y lograr esta etapa de mi vida.

A mi familia; A mis padres, por ser mi mayor fuente de inspiración.

A mi hermana por su apoyo.

A mis amistades.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Cristian Arias U.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Ernesto Martínez L.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

---

Roddy Oswaldo Pérez Parra

## **RESUMEN**

La presente tesis que se realizó consta del objetivo general enfocado en el Diseño, Implementación y Evaluación de un Sistema de Control de Gestión de Mantenimiento para una planta productora de Aceites Lubricantes ubicada en la ciudad de Guayaquil para el periodo 2011 - 2012. Para lograr esto, a la industria en estudio se le realizó un diagnóstico situacional que permitió conocer la estrategia organizacional al igual que su cultura con respecto al control de gestión que posee. Además, se conoció los antecedentes de la empresa así como la Misión, Visión y Valores, el Mapa Estratégico Organizacional; como también el Análisis de la Gestión de Mantenimiento y la identificación de los equipos críticos.

Considerando lo anterior mencionado, se planteó objetivos medibles a través de indicadores de desempeño que están asociados con la iniciativa estratégica de los ocho pilares del Mantenimiento Productivo Total y fueron monitoreados en su mayoría mensualmente a través de un Tablero de Control. Además, se aseguró la sostenibilidad del Sistema de Control de Gestión y el éxito de este proyecto cuando se aplicó una prueba piloto con dos equipos críticos (caldero y compresor).

Finalmente, se logró aumentar en 10% la eficiencia operacional de los equipos analizados, se alcanzó el 90% del cumplimiento del plan de mantenimiento planificado, y el 95% del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS .....	IX
SIMBOLOGÍA .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
1 GENERALIDADES .....	3
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Justificación del Proyecto .....	7
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo General .....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 Metodología de la Tesis.....	10
1.5 Estructura de la Tesis .....	10



CAPÍTULO 2 .....	13
2 MARCO TEÓRICO .....	13
2.1 Tribología: Lubricación, Fricción y Desgaste .....	13
2.1.1 Objetivos de la Tribología.....	15
2.1.2 Ámbito de aplicación .....	16
2.1.3 Análisis Genérico de las Variables Tribológicas.....	18
2.1.4 La incidencia entre la relación Lubricación - Mantenimiento .....	21
2.2 Los Lubricantes .....	22
2.2.1 Materia Prima: Bases .....	23
2.2.2 Aditivos.....	26
2.3 Sistema de Control de Gestión .....	28
2.3.1 Definiciones básicas.....	28
2.3.2 Tablero de Control.....	34
2.4 Gestión de Mantenimiento .....	36
2.4.1 Concepto.....	36
2.4.2 Tipos de Mantenimiento .....	43
2.4.3 Estrategias de Gestión de Mantenimiento según A.S.M.E.....	49
2.4.4 Filosofía de las 5`S.....	55

2.4.5	Mantenimiento Productivo Total: Los 8 pilares del T.P.M. ....	64
2.4.6	A.M.E.F.: Análisis de Modo y Efecto de Falla .....	70
CAPÍTULO 3.....		73
3	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	73
3.1	Descripción General de la empresa.....	73
3.2	Descripción de los Procesos de Elaboración y Envasado de Aceites Lubricantes.....	83
3.2.1	Descarga del aceite básico desde el buque.....	84
3.2.2	Proceso de la recepción de aditivos.....	85
3.2.3	Proceso de mezcla y elaboración del lubricante .....	86
3.2.4	Proceso de muestreo y la prueba de calidad del producto en los laboratorios.....	87
3.2.5	Proceso de Llenado .....	87
3.2.6	Proceso de almacenamiento del producto terminado .....	92
3.3	Productos.....	93
3.3.1	Especificaciones de los productos .....	93
3.3.2	Tipos de Lubricantes .....	95
3.3.3	Grupo de clientes a quienes se dirigen los productos .....	97

3.4	Análisis de la Gestión de Mantenimiento .....	97
3.4.1	Gestión Técnica .....	98
3.4.2	Gestión Administrativa .....	100
3.4.3	Gestión de Talento Humano .....	101
3.5	Identificación de los Equipos Críticos de la Planta .....	103
CAPÍTULO 4.....		108
4	DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	108
4.1	Diagnóstico mediante Análisis FODA .....	110
4.2	Propuesta de Valor .....	114
4.3	Declaración de la misión, visión y valores .....	115
4.4	Propuesta de Mapa Estratégico.....	116
4.5	Diseño de Fichas de Indicadores.....	117
4.6	Diseño del Tablero de Control .....	125
4.7	Estrategias de Gestión de Mantenimiento .....	126
CAPÍTULO 5.....		129
5	IMPLEMENTACIÓN DE LA INICIATIVA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M.).....	129
5.1	Mejoras enfocadas .....	132

5.2	Mantenimiento Autónomo .....	154
5.3	Mantenimiento Planificado .....	161
5.4	Mantenimiento de Calidad .....	163
5.5	Prevención del Mantenimiento.....	164
5.6	Educación y Entrenamiento .....	165
5.7	Áreas Administrativas .....	166
5.8	Medio Ambiente y Seguridad.....	167
CAPÍTULO 6 .....		171
6	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	171
CAPÍTULO 7 .....		175
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	175
7.1	Conclusiones .....	175
7.2	Recomendaciones .....	178
ANEXOS .....		180
BIBLIOGRAFÍA.....		216

## ABREVIATURAS

S.C.G.M.	Sistema de Control de Gestión de Mantenimiento
T.P.M.	Mantenimiento Productivo Total
MTTO	Mantenimiento
DPTO	Departamento
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
K.P.I.	Indicadores Clave de Desempeño
F.I.	Ficha del Indicador
A.M.E.F.	Análisis de Modo y Efecto de Falla

## SIMBOLOGÍA

	Desempeño Excepcional
	Desempeño Aceptable
	Desempeño Inaceptable
	Gráficos de Tendencia del indicador
	Tabla de Fichas de Indicadores de Mantenimiento
	Ficha del Indicador
	Tablero de Control

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Evolución de los avances tecnológicos con el coeficiente de rozamiento.....	14
Figura 2.2 Esquema de un cojinete (2) .....	18
Figura 2.3 Esquema del contacto entre superficies (3).....	20
Figura 2.4 Etapas de Refinación del Petróleo hasta obtener Aceite Básico Mineral.....	23
Figura 2.5 Estructura de Moléculas Aceite Básico Sintético .....	24
Figura 2.6 Las cuatro etapas del sistema de control de gestión .....	30
Figura 2.7 Sistema de Gestión de Mantenimiento .....	42
Figura 2.8 Esquematización del SEIRI .....	57
Figura 2.9 Esquematización de SEITON .....	58
Figura 2.10 Esquematización de SEISO.....	60
Figura 2.11 Esquematización de SEIKETSU .....	61
Figura 2.12 Esquematización de SHITSUKE.....	63
Figura 3.1 Organigrama Funcional de la Empresa .....	3-77
Figura 3.2 Mapa Estratégico de la organización.....	82
Figura 3.3 Elaboración del Aceite Lubricante .....	83
Figura 3.4 Procesos para la elaboración de los lubricantes.....	93
Figura 4.1 Equipo Líder .....	110

Figura 4.2 Matriz FODA .....	113
Figura 4.3 Declaración de la Misión, Visión y Valores .....	115
Figura 4.4 Objetivos e Indicadores del Área de Mantenimiento [del 1 al 6] .....	117
Figura 4.5 Objetivos e Indicadores del Área de Mantenimiento [del 7 al 13] ..	118
Figura 4.6 Indicador N°1 - Cumplimiento del Plan de Capacitación.....	119
Figura 4.7 Indicador N°2 – Evaluación de la implementación del Sistema de Información .....	119
Figura 4.8 Indicador N°3 - % Tiempos muertos .....	120
Figura 4.9 Indicador N°4 - Desempeño del Operador en reparar fallas .....	120
Figura 4.10 Indicador N°5 - Auditoria del Departamento de Mantenimiento ....	121
Figura 4.11 Indicador N°6 – Cumplimiento del Plan de Mantenimiento .....	121
Figura 4.12 Indicador N°7 - Disponibilidad de los equipos.....	122
Figura 4.13 Indicador N°8 – Tasa de Rendimiento .....	122
Figura 4.14 Indicador N°9 - Tasa de Calidad .....	123
Figura 4.15 Indicador N°10 – Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo .....	123
Figura 4.16 Indicador N° 11 – Eficacia Global de los equipos .....	124
Figura 4.17 Indicador N°12 - % de Desperdicios .....	124
Figura 4.18 Indicador N° 13 – Variación del Presupuesto de Mantenimiento ..	125
Figura 5.1 Diagrama de Relación entre los 8 pilares del T.P.M. ....	130



Figura 5.2 Registro de Indicadores fuera de control .....	152
Figura 5.3 Cronograma de Reuniones de Revisión de Indicadores.....	153
Figura 5.4 Registro de Reuniones del Equipo Líder .....	154
Figura 5.5 Tarjetas de Activos - Caldero.....	155
Figura 5.6 Tarjeta de Activos - Compresor .....	156
Figura 5.7 Registro Histórico de Fallas .....	157
Figura 5.8 Lista de Chequeo de Equipos .....	158
Figura 5.9 Registro de Análisis de Fallas.....	162
Figura 5.10 Plan de Mantenimiento .....	163
Figura 5.11 Prevención del Mantenimiento.....	165
Figura 5.12 Plan de Capacitación para el Área Operativa .....	166
Figura 5.13 Plan de Capacitación Medio Ambiente 2011- 2012 .....	170

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Propiedades de los Lubricantes Sintéticos .....	25
Tabla 2.2 Relación entre Aditivos y Aplicaciones industriales, marinos o automotrices .....	27
Tabla 3.1 Número de trabajadores por área .....	79
Tabla 3.2 Trabajadores en Área de Operaciones .....	80
Tabla 3.3 Criticidad De Equipos.....	104
Tabla 4.1 Mapa Estratégico del Área de Mantenimiento .....	116
Tabla 4.2 Tablero de Control .....	125
Tabla 4.3 Relación entre modelo de gestión y herramienta de mantenimiento	126
Tabla 4.4 Matriz de iniciativas estratégicas .....	127
Tabla 5.1 Criterios del Grado de Severidad.....	133
Tabla 5.2 Criterios del Grado de Ocurrencia .....	134

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 3.1 Porcentaje de trabajadores por área .....	79
Gráfica 3.2 Porcentaje de Trabajadores en el área de operaciones .....	80
Gráfica de Tendencia 5.1 – Cumplimiento del Plan de Capacitación .....	137
Gráfica de Tendencia 5.2 – Evaluación de la implementación del Sistema de Información .....	138
Gráfica de Tendencia 5.3 – %Tiempos muertos.....	139
Gráfica de Tendencia 5.4 – Desempeño del Operador en reparar Fallas.....	140
Gráfica de Tendencia 5.5 – Auditoría del Departamento de Mantenimiento....	141
Gráfica de Tendencia 5.6 – Cumplimiento del Plan de Mantenimiento.....	142
Gráfica de Tendencia 5.7 – Disponibilidad de los equipos .....	143
Gráfica de Tendencia 5.8 – Tasa de Rendimiento.....	144
Gráfica de Tendencia 5.9 – Tasa de Calidad.....	145
Gráfica de Tendencia 5.10 – Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo .....	146
Gráfica de Tendencia 5.11 – Eficiencia Global de los Equipos.....	147
Gráfica de Tendencia 5.12 – % de Desperdicios .....	148
Gráfica de Tendencia 5.13 – Variación del Presupuesto de Mantenimiento....	149

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos y organizativos producen un nuevo enfoque a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Las industrias atendiendo ésta nueva perspectiva, adoptan con el transcurso del tiempo éste enfoque, como una disposición interna relativa a las máquinas para acomodarse al contenido previsto de una gestión estratégica.

Actualmente, es una realidad que en un país donde hay tanta dependencia tecnológica de las compañías, la tecnología del mundo como las de las multinacionales afecta mucho a la vida útil de los activos de las organizaciones. Sin embargo, los ingenieros del siglo XXI confían que exista una diversidad de enfoques o principios de ingeniería, pero hay que pensar como incide la gestión de mantenimiento desde el punto de vista de competitividad y productividad de la industria, a partir de un programa y un recurso humano formado adecuadamente en temas de mantenimiento.

En el ámbito industrial, es indiscutible que el 40% del conocimiento de mantenimiento que hay sobre un equipo específico, proviene desde el proveedor mismo, entonces sería positivo reducir esa dependencia a corto

plazo, por lo tanto, en esta tesis se va a trabajar en los procesos de mejora de la actividad de mantenimiento en una planta industrial para alcanzar objetivos claves alineados a la estrategia de la organización.

La dependencia tecnológica es inevitable en la medida que se utilice equipos extranjeros. Pero si se capacita al personal y se da a conocer las tendencias mundiales de la gestión de activos se puede independizar.

Según esto, la efectividad está muy relacionada a la interacción del sistema productivo y del recurso humano para servir el mantenimiento como requiere la industria, es decir, en el sentido de saber hasta dónde llegan nuestros trabajadores internos a la hora de intervenir en un problema de mantenimiento, por lo tanto, la aplicación de rigurosas técnicas de gestión se adaptan a cada realidad.

# CAPÍTULO 1

## 1 GENERALIDADES

Desde que el petróleo y sus derivados empezaron a jugar un papel importante en el avance de la industria, se hizo necesaria la creación de los aceites, de modo que se elabora el lubricante, substancia capaz de reducir la fricción y el desgaste entre dos superficies en movimiento porque cumple con el principio de la tribología<sup>1</sup>, citando una aplicación, en la construcción de maquinarias donde se estima que, entre el desgaste y la fatiga se produce el 95%<sup>2</sup> de las causas de salida de servicio de los elementos de la máquina, sin considerar aquí, aquellos que desgastados continúan

---

<sup>1</sup>TRIBOLOGÍA: Es la ciencia y técnica que optimiza la transmisión de potencia entre los diversos órganos conexos de las máquinas y entre ellas y el espacio externo. Libro: Tecnología de Materiales; Alfaomega; Ferrer / Amigó

<sup>2</sup>LIBRO: La Tribología: ciencia y técnica para el mantenimiento - Escrito por Francisco Chávez Martínez

trabajando y son causa de pérdida de eficiencia en mecanismos u otros equipos, por ese motivo es muy importante lubricar los elementos mecánicos para la protección de los mismos.

Además, dentro del sector industrial se toma en cuenta la participación de los lubricantes, debido a la proporción de mejoras tanto en el funcionamiento e incremento de la vida útil de los equipos y maquinarias, las cuales se encuentran habitualmente en casi todos los sectores automotrices, industriales y marinos de nuestro país. Por lo tanto, esta actividad industrial exige un nivel superior de competencias para desarrollar productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes.

Las actividades de una planta de elaboración y envasado en lubricantes se regulan mediante reglamentos y normativas aplicados a los procesos operativos de alto riesgo, generando garantía en la calidad laboral con sus repercusiones en el medio ambiente, los mismos que actualizan y establecen nuevos parámetros para la operación y producción según las exigencias del Ecuador. Por esta razón todos los equipos que intervienen en el proceso productivo deben ser confiables y capaces de mantenerse el

mayor tiempo posible disponible a la operación, evitando el incurrir en reparaciones costosas.

Como una consecuencia de lo anterior, se define la incorporación de buenos controles operacionales que permita sostener el alto nivel de desempeño en las áreas que más interactúa el personal y los equipos de planta, como el departamento de mantenimiento a través de la centralización de todos los recursos organizacionales en una nueva estrategia para la gestión de mantenimiento y prevención de los riesgos operacionales.

### **1.1 Antecedentes**

En la industria química dedicada a la elaboración y envase de aceites lubricantes, su nivel de producción depende de las diversas condiciones operacionales de los equipos como de los operadores que trabajan con ellas. Por esto, los activos deben tener un buen funcionamiento a través de la eficiencia operacional o mejoramiento de los tangibles e intangibles que posee una organización.



Normalmente a diario en las industrias ocurren incidentes por fallas de los equipos, debido a que el mantenimiento se da en forma correctiva, razón por la cual se incurren en altos costos. Adicionalmente, el excesivo mantenimiento de las maquinarias obstruye el flujo de proceso productivo y genera muchas paradas no programadas. Como consecuencia de esto, todos los equipos que intervienen en el proceso productivo deben ser confiables y capaces de mantenerse el mayor tiempo posible en operación.

Cabe indicar, que el mantenimiento industrial deja de ser en los países desarrollados un tema de reparación de máquinas por lo que se convierte en uno de los conocimientos de mayor inversión tecnológica. De hecho se estima que en los países muy desarrollados como Canadá, USA, Francia y Alemania por lo menos entre el 7 y 8 % de sus ingresos anuales se destina para ese fin.

Por tal razón se necesita el compromiso de establecer un Departamento de Mantenimiento que realice la gestión acorde a

objetivos estratégicos que garanticen la disponibilidad de las maquinarias o equipos de una planta industrial.

## **1.2 Justificación del Proyecto**

La industria objeto de estudio cuenta con su principal ingreso como es la elaboración, comercialización de grasas y aceites lubricantes. Tiene como oportunidad de negocio contar con clientes del sector automotriz, industrial y marino a nivel nacional.

Tiene debilidades, las cuales son evidenciadas en áreas operativas frecuentemente; porque nuestro país aún tiene dependencia tecnológica del exterior, la misma que afecta al mantenimiento de las plantas industriales. Por esta razón, el área de mantenimiento de la planta de lubricantes tiene la necesidad de implementar las estrategias adecuadas que le permite lograr que los técnicos de la empresa realicen mejor la gestión de mantenimiento a la hora de intervenir en un problema de la planta.

Con este proyecto se desea mejorar el nivel de desempeño y alcanzar el nivel de las metas planteadas por la empresa para aumentar la eficiencia de los equipos como de los operadores basándose en un sistema de control de gestión que va de acuerdo a lo que requiere el departamento de mantenimiento.

Con el sistema, se evalúa el desempeño de los indicadores establecidos, lo que permite el control y seguimiento de la gestión de mantenimiento, lo cual contribuye a establecer una mejor cultura en la organización.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un Sistema de Control de Gestión de Mantenimiento a través de un tablero de control para mejorar el desempeño del área de mantenimiento.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico situacional y la incidencia que existe del área de mantenimiento dentro de los procesos de la planta.
- Analizar el método de trabajo de los operadores.
- Establecer la estrategia al área de mantenimiento alineada a la estrategia de la organización.
- Mejorar los formatos de documentos actuales y con estos obtener mejores registros que contribuyan al mejor desempeño de la gestión de mantenimiento.
- Establecer y graficar los indicadores para identificar las tendencias iniciales.
- Establecer las iniciativas estratégicas para lograr los resultados esperados.
- Establecer procesos de monitoreo y seguimiento.

#### **1.4 Metodología de la Tesis**

Durante la investigación de la Tesis se obtiene información necesaria para el desarrollo; las entrevistas sirven para conocer sobre la cultura organizacional que tiene la industria, la observación de sus actividades productivas como sus procesos, análisis de la información proveniente de las áreas operativas de la planta, el uso de auditoría enfocada en la gestión estratégica del área de mantenimiento para conocer el nivel de participación, consultas periódicas de la operaciones que realizan e interactúan los operadores con los equipos críticos de la planta y tomas de tiempo de las labores de mantenimiento.

#### **1.5 Estructura de la Tesis**

La estructura de la Tesis se desarrolla en siete capítulos que se detalla a continuación.

##### Capítulo 1.- Generalidades

Se muestra la importancia de la tesis, los objetivos que se persigue con el mismo, la metodología y la estructura de la tesis.

## Capítulo 2.- Marco Teórico

Se denota las bases teóricas de los Lubricantes, la Gestión de Mantenimiento y la metodología de los Tableros de Control.

## Capítulo 3.- Diagnóstico Situacional

Se detalla los aspectos generales, estructura y antecedentes de la empresa, al igual que la situación actual de la Gestión de Mantenimiento.

## Capítulo 4.- Diseño de Tablero de Control para la Gestión de Mantenimiento.

Se establece la propuesta de valor, las definiciones estratégicas, el tablero de control y las iniciativas posibles a considerar en la gestión del departamento de mantenimiento.

## Capítulo 5.- Implementación de la Iniciativa del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Con el fin de lograr los objetivos propuestos para el área de mantenimiento se implementa la iniciativa T.P.M., por medio del cuál se logra un mejor sistema de mantenimiento.

## Capítulo 6.- Análisis de Resultados

Se realiza el análisis sobre los resultados logrados con la implementación del sistema.

## Capítulo 7.- Conclusiones y Recomendaciones

Se da a conocer los puntos más relevantes hallados en la ejecución de todo el proyecto y las recomendaciones.

# CAPÍTULO 2

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Tribología: Lubricación, Fricción y Desgaste**

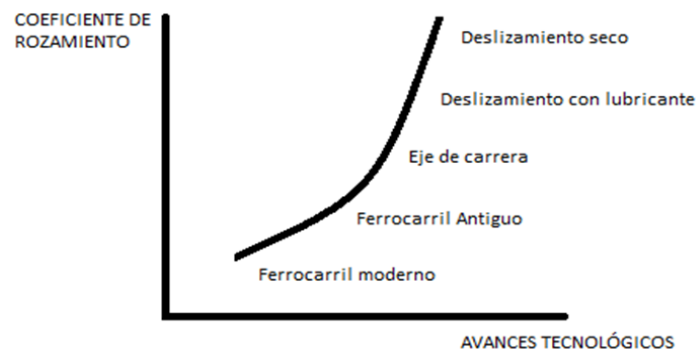
Tribología, expresión derivada del griego TRIBOS, significa la “Ciencia del frotamiento”. Más esta definición no recoge todos los contenidos, ni las aceptaciones de esta fundamental rama de la técnica moderna. Halling, amplía el concepto para definir Tribología como la “Ciencia y Tecnología de la interacción de superficies con movimiento relativo”. Concepto que no refleja la enorme incidencia que las leyes de la Tribología han tenido y tienen para la Humanidad.



La revisión de algunas aplicaciones tribológicas justifica esta aseveración:

Los animales en general se encuentran en equilibrio y se mueven por el rozamiento entre los pies y camino. No es posible la vida o el movimiento sin el rozamiento. Y la evolución de los animales está correlacionada con el indicador tribológico que relaciona la resistencia al avance con el peso, coeficiente de rozamiento.

El desarrollo de la civilización está ligado indudablemente al transporte de cargas; y esta actividad, al coeficiente de adherencia característico de la interacción con el camino. La figura representa esta relación entre el indicador tribológico, coeficiente de rozamiento, y los avances tecnológicos del hombre.



**Figura 2.1 Evolución de los avances tecnológicos con el coeficiente de rozamiento.**

Se puede, perfeccionar la definición de Tribología con los conceptos asociados a las aplicaciones expuestas: “Tribología es la ciencia y técnica que optimiza la transmisión de potencia entre los diversos órganos convexos de las máquinas y entre ellas y el espacio externo”.

Otro modo de definir la Tribología es por medio de la calificación de los inconvenientes que reporta la incomprensión de los principios tribológicos y la inaplicación de sus fundamentos tecnológicos. Entre otros se cita:

- Pérdida de energía, como consecuencia de las fuerzas de rozamiento.
- Desgaste superficial y fracturas superficiales, que disminuye o colapsa la vida de los elementos con el consiguiente ruido.
- Inexactitud del control en las funciones de las máquinas, por la variabilidad de las fuerzas de rozamiento (1).

### **2.1.1 Objetivos de la Tribología**

Los objetivos de la Tribología son:

- Minimizar las fuerzas de rozamiento y, por tanto, pérdidas de energía.
- Minimizar el desgaste superficial alargando el servicio de la máquina.
- En sentido complementario se plantea que la Tribología puede permitir controlar el desgaste superficial para definir la duración del servicio y el programa de mantenimiento.
- Controlar las inevitables fuerzas de rozamiento que comprometen la repetitividad de las funciones de las máquinas. Por ejemplo, el posicionado de un robot.
- Controlar las fuerzas de rozamiento en mecanismos con funciones de frenado o acelerado.
- Minimizar la fractura superficial.

### **2.1.2 Ámbito de aplicación**

El ámbito de aplicación de las piezas que usan los fundamentos tribológicos es muy amplio y se detalla a continuación:

- Uniones desmontables, atornilladas o roblonadas, son abundantes en estructuras, motores, aviones, maquinaria en general, etc.
- Las uniones deslizantes son fundamento de la transformación del movimiento en las máquinas: cojinetes, bulones, engranajes, frenos, etc.
- Las piezas obtenidas por sintonización son habituales entre metales: filtros, cojinetes, etc. Y son el proceso obligado para conformar cerámicas y metales refractarios: cerámicos industriales y artísticas, herramientas de corte cerámicas, metal duro, etc.
- Las transmisiones rueda-camino que permitan el movimiento relativo de los vehículos terrestres, tanto de carreteras como de ferrocarril.

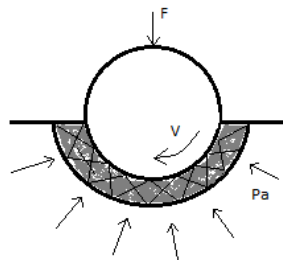
En cuanto a los tipos de materiales y procesos, las soluciones tribológicas conllevan una gran variedad para alcanzar en cada aplicación su mayor grado de optimización.

- Metálicos: Aleaciones de aceros, inoxidable, bronce, refractarios, antifricciones.
- Polímeros: Termoestables, termoplásticos, PTFE.
- Elastómeros: Cauchos.
- Cerámicos: Nitruros, boruros, carburos, etc.
- Lubricantes: Sólidos, líquidos, gaseosos.

### 2.1.3 Análisis Genérico de las Variables Tribológicas

Las variables requeridas para el diseño y dimensionamiento de una unión deslizante son las de la energía mecánica.

- a) Fuerza  $F$ , o sus equivalentes presiones,  $P_a$ .
- b) Velocidad de deslizamiento,  $v$ .



**Figura 2.2 Esquema de un cojinete (2)**

Como ejemplo, un cojinete materializa la reacción al eje solicitado por la acción  $F$ , a la velocidad  $v$ .

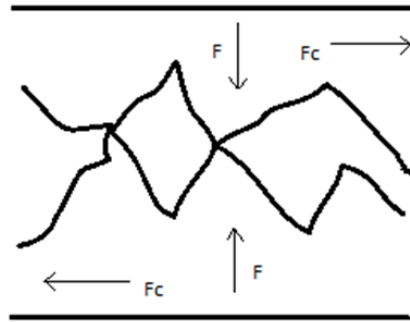
Es evidente que la naturaleza de las superficies de contacto entre acción y reacción, eje y cojinete, tienen especial importancia en la transmisión de las variables de sollicitación.

**Naturaleza de superficies** que comprende tanto la topografía exterior como la microestructura de la subcapa.

La aplicación de fuerza de rozamiento,  $F_c$ , a la fuerza,  $F$ , que mantiene el contacto intersuperficial determina el deslizamiento entre superficies con su correspondiente coeficiente de rozamiento,  $\mu_r$  :

$$\mu_r = \frac{F_c}{F}$$

El coeficiente de rozamiento está correlacionado con las variables de la naturaleza de las superficies, topografía y constituyentes de los materiales de las superficies rozantes, y las variables sollicitadas.



**Figura 2.3 Esquema del contacto entre superficies (3)**

### **El Desgaste**

Como indicador del deterioro, es una variable de salida del sistema que es influenciada tanto por la naturaleza de las superficies. El control del rozamiento y desgaste, se realiza a través de las variables que son:

- Composición de los cuerpos en frotamiento y de los parámetros calificadores de su superficie, tratamientos, rugosidad, etc.
- Las fases intersuperficiales, lubricantes, que se interponen entre las superficies permite un control más riguroso, minimizando el desgaste y evitando el proceso irreversible de deterioro: el gripado (4).

#### **2.1.4 La incidencia entre la relación Lubricación - Mantenimiento**

Las labores de mantenimiento son afectadas directamente por las condiciones de operación. El costo del mantenimiento, a su vez es directamente afectado por la lubricación<sup>3</sup>. Los costos de mantenimiento son mayores si las condiciones de operación imponen cargas severas a los elementos de mecanismos en movimiento de cualquier máquina.

Si los mecanismos giran con más rapidez, la tendencia de sus superficies al desgaste es también mayor. Los elementos estructurales tienen que ser igualmente modificados debido al aumento de las vibraciones o de los esfuerzos y las tensiones con la intensificación de la carga.

Si bien la lubricación es capaz de retardar el desgaste, no se puede evitarlo. El desgaste sobreviene por la contaminación de polvo o por fallas en el sistema de lubricación, que impide la formación de una película de protección adecuada sobre las superficies en movimiento. Además, la carga que recibe un lubricante bajo las condiciones rudas de servicio es tan pesada como la que recibe la máquina misma. Sin embargo, una labor

---

<sup>3</sup> Lubricants and Coolants por Allen F. Brewer



correcta de mantenimiento en combinación con un diseño apropiado, ayuda a controlar los efectos de cargas pesadas.

## **2.2 Los Lubricantes**

La Lubricación es de extremo interés para el ingeniero de mantenimiento, porque tiene una marcada influencia en su comodidad personal y en los costos que tiene que cargar al servicio de mantenimiento. Cualquier maquinaria trabaja con mayor seguridad si está correctamente lubricada. Bajo tales condiciones, el ingeniero de mantenimiento (de acuerdo con el ingeniero de operación), solamente controla que se aplique apropiadamente y que se utilice los lubricantes más adecuados para la maquinaria. Esto conduce a obtener costo mínimo de mantenimiento, menos dolor de cabeza para el ingeniero de mantenimiento y costos de producción bajos.

Normalmente, los lubricantes más comunes suelen ser derivados del petróleo, sin embargo, están clasificados en una variedad, de acuerdo con el servicio al que se han de aplicar en mayor proporción (5).

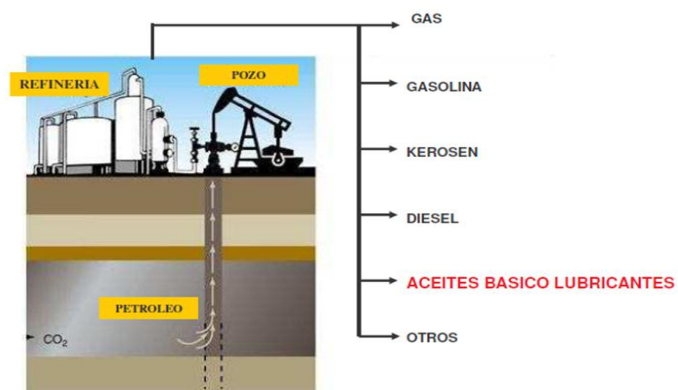
### 2.2.1 Materia Prima: Bases

Entre los materiales que se emplea en la fabricación de los lubricantes está las bases que pueden ser:

#### ➤ **Minerales**

- Proceso de Hidroconversión
- Extracción por solventes

La obtención de aceites básicos minerales, se muestra en la figura a continuación:



**Figura 2.4 Etapas de Refinación del Petróleo hasta obtener Aceite Básico Mineral**

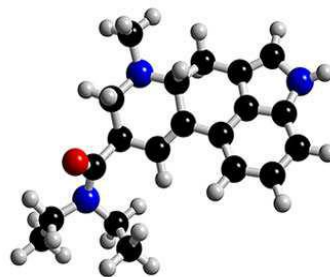
Según el Tipo de Hidrocarburo puede ser:

- **Parafínico.**- aceite para motor, turbinas, hidráulicos, transmisiones, engranajes y grasas.
- **Nafténico.**- grasas, fluido para temple de metales, aceite de refrigeración.
- **Aromático.**- plastificante y aceites de procesos.

➤ **Sintéticos**

- Producción a partir de diferentes bases químicas.

La obtención de aceites básicos sintéticos es a través de:



**Figura 2.5 Estructura de Moléculas Aceite Básico Sintético**

- Moléculas diseñadas científicamente.
- Las moléculas tienen una estructura idéntica.
- Propiedades del Fluido son muy predecibles.
- Hechas por polimerización.

**Tabla 2.1 Propiedades de los Lubricantes Sintéticos**

PROPIEDADES	SU SIGNIFICADO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Mayor punto de inflamación</li> <li>✚ Menor punto de congelación</li> <li>✚ Resistencia al fuego</li> <li>✚ Estabilidad a la Oxidación</li> <li>✚ Estabilidad Térmica</li> <li>✚ Alto índice de Viscosidad</li> </ul>	<p>Mayor resistencia al fuego y estabilidad térmica            Mejor bombeabilidad y lubricación a bajas temperaturas            Buenos para operaciones hidráulicas            Extensión de los intervalos de cambio            El aceite no se degrada o espesa en altas temperaturas            Funciona como un aceite multigrado</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alto Costo</li> <li>■ Toxicidad</li> <li>■ Disposición peligrosa</li> <li>■ Compatibilidad con sellos</li> <li>■ Estabilidad Hidrolítica</li> </ul>	<p>Puede costar de 4 a 15 veces más que un mineral            Los ésteres fosfatados puede ser un riesgo tóxico            Los ésteres fosfatados son más caros de disponer            Algunos sellos pueden encogerse o alargarse            Los aceites de base çester pueden degradarse en presencia de agua.</p>

➤ **Vegetales**

Procesos especiales de refinación, dependiendo del tipo de semilla

**2.2.2 Aditivos**

Son combinaciones específicas de aditivos, en un balance óptimo y preciso, adaptados a determinados aceites básicos para cumplir con las especificaciones deseadas (6).

➤ **Tipos de Aditivos**

- Dispersantes
- Detergentes
- Antidesgaste
- Antioxidantes
- Antiespumantes
- Mejoradores del índice de Viscosidad

**Detergentes – Dispersante.**- Son aditivos polares que permite reducir y dispersar lodos y partículas de hollín con el propósito de prevenir aglomeración, asentamiento y depósitos.

**Antidesgaste.**- Como su nombre lo indica evita el desgaste de dos superficies metálicas en contacto.

**Antioxidante.**- La oxidación es un proceso que ocurre a altas temperaturas en presencia de oxígeno y es catalizado por metales activos.

➤ **Diferentes Aditivos de acuerdo a sus aplicaciones**

**Tabla 2.2 Relación entre Aditivos y Aplicaciones industriales, marinos o automotrices**

ADITIVOS / APLICACIÓN	MOTORES	TRANSMISION AUTOMATICA	ENGRANAJES AUTOMOTRICES	COMPRESORES	TURBINAS	ENGRANAJES INDUSTRIALES
DISPERSANTES						
DETERGENTES						
ANTIDESGASTE						
EXTREMA PRESIÓN						
INHIBIDORES DE OXIDACIÓN						
INHIBIDORES DE CORROSIÓN						
ANTIHERRUMBANTES						
MODIFICADORES DE FRICCIÓN						
DEPRESORES DEL PTO. DE FLUIDEZ						
ANITESPUMANTES						
MEJORADORES DEL L.V.						
DEMULSIFICANTE						

## 2.3 Sistema de Control de Gestión

### 2.3.1 Definiciones básicas

#### ➤ Control

Es un mecanismo que conlleva a la práctica observar, dirigir y medir a través de la comparación sistemática los objetivos previstos con los resultados obtenidos, para estar alineado tanto con la estrategia como con la estructura organizacional.

El término “control” es una etapa del proceso operativo o administrativo de una organización, se concibe entender que verifica la relación de éxito entre las acciones realizadas con los resultados esperados, conseguidos durante el seguimiento de los objetivos planteados bajo mecanismos de medición cuantitativa de una empresa, área o departamento.

El control es un proceso continuo que permite la eficacia de los métodos elegidos en la dinámica de gestión.

➤ **Gestión**

Es el conjunto de acciones o decisiones, a través de las cuales se espera alcanzar los objetivos previamente establecidos y el contenido en una determinada estrategia diseñada, conocida y aceptada por la organización (7).

Implica al conjunto de trámites o diligencias conducentes al logro de un negocio que se lleva a cabo para resolver un asunto o concretar un proyecto en un tiempo y espacio determinado. Es claro que la gestión trasciende a la acción por sí misma, ya que incluye la formulación de objetivos, la selección, evaluación, determinación de estrategias, el diseño de los planes de acción, la ejecución y el control de los mismos.

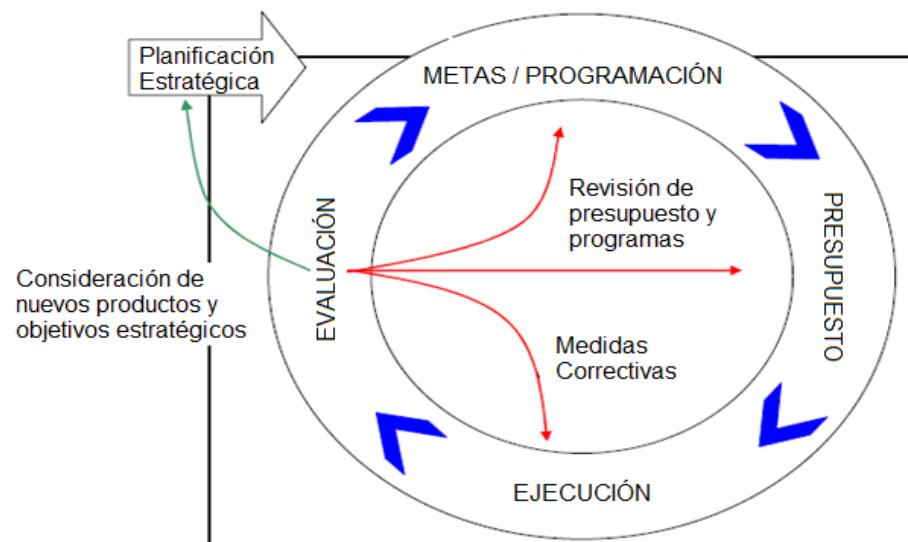
➤ **Sistema de Control de Gestión**

Un S.C.G. es una estimulación organizada para que los controladores tomen decisiones a su debido tiempo con respecto a la implantación de estrategias, que permita alcanzar



los objetivos estratégicos perseguidos por la gerencia y personal de cada empresa.

Para el sistema es fundamental mantener la eficiencia organizativa que facilite la toma de decisiones para controlar la evolución del entorno, de los recursos y las variables que pueden afectar su propia supervivencia<sup>4</sup>.



**Figura 2.6 Las cuatro etapas del sistema de control de gestión<sup>5</sup>**

<sup>4</sup> Robert N. Anthony; Vijay Govindarajan, 2008

<sup>5</sup> Robert N. Anthony; "El Control de Gestión". Editorial Deusto. 1998

➤ **Cuadro de Mando Integral**

El Cuadro de Mando Integral es una herramienta de gestión que mide los pocos parámetros claves que representan la estrategia de la organización para la creación de valor a largo plazo. Esta herramienta expande el conjunto de objetivos de las unidades de negocios más allá de los indicadores financieros (8).

Entre los beneficios del Cuadro del Mando Integral para la organización, tenemos (9):

- Facilitar la descripción y comunicación de la estrategia.
- Establecer los mecanismos para medir eficazmente el trabajo que realiza la industria.
- Interrelacionar los activos intangibles que crean valor a largo plazo para la industria con los resultados tangibles (financieros) para los accionistas.
- Facilitar el control y seguimiento de la puesta en marcha o implementación de la estrategia.
- Promover el consenso y el compromiso en el equipo de gerencia.

- Traducir la estrategia al lenguaje operativo y ayuda a comunicar la estrategia a toda la organización.

El cuadro de mando integral se compone de diferentes perspectivas que interactúan entre sí, tales como: el aprendizaje y crecimiento, los procesos internos, del cliente y la financiera, de manera, que a través de objetivos estratégicos se relacionan con la organización.

#### ➤ **Panificación Estratégica**

Es el proceso continuo que antecede al control de gestión, que permite apoyar la toma de decisiones en base a la definición de los objetivos a largo plazo, como desarrollar estrategias, identificar metas cuantificables para el cumplimiento de la misión y el camino que debe recorrer en el futuro la organización según las demandas que le impone el entorno, así lograr la mayor eficiencia, eficacia, calidad en los bienes y servicios que se provee (10).

➤ **FODA**

Es una herramienta que facilita el análisis de situación interna y externa de la organización, área o departamento. Las fortalezas y debilidades se evalúan dentro de la organización y externamente se evalúan las oportunidades y las posibles amenazas que tiene la misma.

- Las fortalezas pueden ser: potencial humano, capacidad de proceso, productos o servicios, y recursos financieros.
- Las debilidades no son más que falta de fuerzas o las limitaciones del potencial humano, capacidad de proceso o finanzas.
- Las oportunidades son eventos que tienen un impacto positivo en el futuro de la empresa. Esto tiende a aparecer en cualquiera de las siguientes grandes categorías: Mercados, Clientes, Industria, Gobierno, Competencia y Tecnología.
- Las amenazas son eventos que tienen un impacto negativo en el futuro de la empresa (11).

### 2.3.2 Tablero de Control

#### ➤ Definición

El tablero de control es un mecanismo para la puesta en práctica de una estrategia, no para la formulación de la misma. Este es capaz de ayudar a las organizaciones a superar los siguientes aspectos claves (12):

- Enfoque: Esclarecimiento de la estrategia de la organización y concentración de esfuerzo en el logro de la visión y los objetivos estratégicos.
- Alineamiento: Coordinación y reforzamiento mutuo de todos los componentes de la organización y los procesos hacia la ejecución de la estrategia.
- Aprendizaje: Mejor entendimiento del negocio, de su estrategia y de las relaciones de causa-efecto del desempeño.

La construcción de un tablero de control puede conseguirse por medio de un proceso sistemático que construye consenso y claridad sobre la forma de traducir la misión y la estrategia de un arquitecto que pueda enmarcar y facilitar el proceso y

recoger información importante sobre antecedentes para la construcción del cuadro de mando.

➤ **Indicadores de Desempeño**

La definición más usual de un indicador es un hecho cuantificado que mide la eficacia y/o la eficiencia de todo proceso o de un sistema (real o simulado), con referencia a una norma, un plan o a un objetivo, determinado o aceptado en un tablero de control de la empresa (13).

Los indicadores de desempeño son aquellos que normalmente relacionan dos valores y aportan una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del departamento.

La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia; con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso.

La gestión de toda empresa en la actualidad es basada en resultados, por ello dentro de la industria se maneja un gran número de indicadores que muestra el real estado de la industria orientada hacia el cumplimiento de su misión, visión y objetivos.

Los KPI's son los indicadores que miden el Desempeño (performance) de los distintos procesos y actividades clave para un negocio u organización, son empleados como referencia principal en la estructuración del Tablero de Control fundamental para realizar la "Inteligencia de Negocios" y establecer una acción futura a favor de la empresa.

## **2.4 Gestión de Mantenimiento**

### **2.4.1 Concepto**

El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipo roto tan pronto como se pueda sino mantener los equipos en operación a los niveles especificados. El

mantenimiento consiste en la planeación de ciertas medidas tendientes a conservar una máquina en buenas condiciones de operación (14).

En primer lugar, es una tarea de economía. Además, el mantenimiento puede convertirse en una tarea muy costosa si se opera en condiciones extremadamente rudas. También aumenta su costo si se trabaja en ambientes polvosos o mojados. En algunos casos es imposible evitar estas condiciones; sin embargo, con un programa sistemático de limpieza se podrá evitar la acumulación de polvo y aceite sucio en la máquina y en sus superficies de trabajo.

Las maniobras de limpieza se cargan en algunas ocasiones a la partida de mantenimiento; si se procede en esta forma, puede hablarse de un seguro a bajo costo. El importe de unas cuantas horas-hombre para la limpieza y atención del equipo resulta siempre inferior al costo de una máquina inactiva.



El mantenimiento es un trabajo que requiere planeación. Es un principio de falsa economía trabajar una máquina hasta el momento en que requiere reparaciones. La lubricación, inspección, ajustes y limpieza, practicados a intervalos regulares, mantendrá a la maquinaria en servicio durante un periodo bastante más largo con costos de producción más bajos. Este es el mantenimiento preventivo. Para planear un programa de mantenimiento, el primer paso a dar es la organización de los procedimientos de inspección, en el que se debe decidir la frecuencia con la que se tiene que lubricar los diferentes mecanismos y en qué proporciones. Al practicar las inspecciones se aprieta y ajusta las conexiones flojas. Una inspección semanal basta como tarea de rutina, aunque ciertas partes críticas pueden exigir una revisión diaria. La inspección se ejecuta indistintamente por el ingeniero experto en lubricación, por el mecánico o por el montador (15).

En consecuencia, buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera

prioridad es PREVENIR FALLAS y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

### ✓ **Propósito del Mantenimiento**

Es el medio que tiene toda industria para conservarse operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo.

Engloba, al conjunto de actividades necesarias para:

- Mantener una instalación o equipo en funcionamiento,
- Restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.

El mantenimiento incide, por lo tanto, en la cantidad y calidad de la producción. En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado está determinada por la capacidad instalada de producción y por su DISPONIBILIDAD, entendiéndose por tal al cociente de tiempo efectivo de producción entre la suma de éste y el tiempo de parada de mantenimiento.

### ✓ **¿Cuánto Mantenimiento hacer?**

En función de:

- Nivel mínimo de las propiedades cualitativas de cada elemento.
- Nivel máximo de las propiedades cualitativas que deben elevarse.
- Tiempo de uso o de funcionamiento durante el cual las propiedades cuantitativas bajan del nivel alto al bajo.
- Modo en que los elementos están sometidos a tensión, carga, desgaste, corrosión, etc., que causan pérdida de las propiedades cualitativas o de la capacidad de los elementos para resistirlas.

Resumiendo, la cantidad de mantenimiento está relacionada con el uso de los equipos en el tiempo, por la carga y manejo de los mismos. El control del mantenimiento se basa en el control de condición de los equipos que se realiza mediante el uso de los sentidos complementado con el empleo.

✓ **¿Para qué sirve el mantenimiento?**

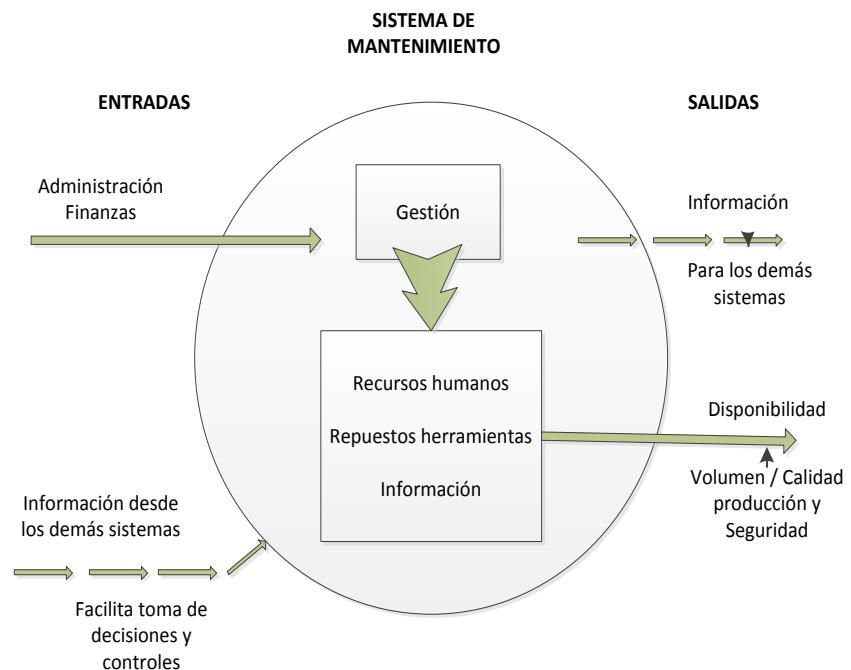
El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que pueda operar satisfactoriamente en cantidad/calidad durante un periodo dado.

El mantenimiento, por su incidencia sobre la producción y el ciclo de vida de los activos, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en la eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelencia Gerencial y Empresarial.

Al respecto, debe destacarse que:

- Mantenimiento no es un costo;
- No se reduce a un conjunto discreto de personas con habilidades mecánicas, eléctricas, electrónicas y/o de computación.

- Requiere excelencia en su manejo gerencial y profesional;
- Implica tenerlo presente desde el momento que se diseña y monta una planta industrial o que se modifica y/o reacondiciona total o parcialmente, etc.
- Requiere información e insumos y produce resultados e información, tal como se ilustra en la Figura 2.7.



**Figura 2.7 Sistema de Gestión de Mantenimiento**

## 2.4.2 Tipos de Mantenimiento

### ➤ **Mantenimiento Programado**

### ✓ **Mantenimiento Preventivo**

Efectuado con intención de reducir la probabilidad de fallo, existen dos modalidades (16):

- El Mantenimiento Preventivo Sistemático, efectuado a intervalos regulares de tiempo, según un programa establecido y teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina y la existencia ó no de reserva.
- El Mantenimiento Preventivo Condicional o según condición, subordinado a un acontecimiento predeterminado.

### **Ventajas**

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.

- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

### **Inconvenientes**

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

### **Aplicaciones**

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

### ✓ **Mantenimiento Predictivo**

Más que un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas de detección precoz de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo (17).

#### **Ventajas**

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

#### **Inconvenientes**

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.



- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que puede presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se puede presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

### **Aplicaciones**

- Maquinaria rotativa
- Motores eléctricos
- Equipos estáticos
- Aparata eléctrica
- Instrumentación

### **✓ Mantenimiento proactivo**

Este mantenimiento posee los principios de solidaridad, colaboración iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo,

de manera que todos estén involucrados en la gestión del mantenimiento, para ello se debe conocer sus problemáticas, es decir tanto técnicos, profesionales y ejecutivos, se debe estar enterado de las labores que se realice, de esta forma cada individuo desde su campo o función actué de acuerdo a su cargo bajo la premisa de ser parte del mantenimiento.

➤ **Mantenimiento No Programado**

✓ **Mantenimiento Correctivo**

Es el mantenimiento de emergencia, que cuando ocurre esto, se toma acciones conocidas por las condiciones imperativas de vida útil del elemento, mecanismo y/o equipo para realizar reemplazo adecuado y mantener cualquiera en una condición específica de operación, salvaguardando el marco de seguridad, medio ambiente y normas legales (18).

Cuando ocurren fallas o roturas debido a factores internos o externos, esta situación obliga a la detención de la instalación

productiva, sin embargo, este suceso supone, en una visión muy preliminar dentro de una estrategia establecida de mantenimiento, el mayor aprovechamiento de las partes de reemplazo, es decir hasta el fin de su vida útil.

Este método de mantenimiento es aplicable aún hoy, en situaciones especiales:

- Equipos simples, no vinculados a una instalación productiva compleja.
- Su falla o rotura no tiene consecuencias directas con la seguridad, salud, medio ambiente o con el resto de la instalación productiva.
- Debe investigarse, además, las consecuencias indirectas u ocultas de tales fallas, o de la aplicación de este método, por ejemplo:
  - Agregar riesgos al resto de la instalación a la que, tales equipos, están vinculados.

- Mayores costos derivados de las intervenciones no programadas.
- Aprovechamiento de oportunidades cuando hay simultaneidad con otras tareas o cuando las dificultades de tal simultaneidad, son inesperadas.

### **2.4.3 Estrategias de Gestión de Mantenimiento según A.S.M.E.**

#### **➤ RBI : Mantenimiento Basado en Riesgo**

En este caso el mantenimiento está basado y centrado en la búsqueda de la reducción del riesgo global del equipamiento productivo. En las áreas donde el riesgo es alto o medio, se concentra el mantenimiento mayor y en áreas con un riesgo menor los esfuerzos de mantenimiento son menores con la finalidad de minimizar el campo de trabajo y los costos del programa de mantenimiento en una forma estructurada y justificada. El valor cuantitativo del riesgo es usado para priorizar las inspecciones y tareas de mantenimiento.

RBI sugiere un conjunto de recomendaciones sobre la cantidad y profundidad de las tareas preventivas que deben ser realizadas. La implementación del RBI reduce la probabilidad de una falla inesperada que desemboca en un accidente, sea humano o al medio ambiente (19). La metodología para el mantenimiento apoyado en el riesgo está compuesta de tres módulos principales:

- Determinación del riesgo, que consiste en la identificación y estimación del riesgo. Este módulo contiene cuatro pasos: descripción del escenario de las fallas, evaluación de las consecuencias de las fallas, análisis de las probabilidades para la ocurrencia de las fallas y estimación del riesgo.
- Evaluación del riesgo, lo cual consiste en el análisis sobre el rechazo o aceptación del riesgo. Para este módulo se tiene que desarrollar dos pasos: concordar con un criterio de aceptación del riesgo y efectuar la comparación del riesgo estimado contra el criterio de comparación definido.
- Planeamiento del mantenimiento considerando los factores de riesgo. Los pasos de este módulo son las estimaciones del

intervalo óptimo para las mantenciones y una reestimación y reevaluación del riesgo.

➤ **RCM : Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad**

Esta concepción básicamente combina varias técnicas y herramientas para la administración del riesgo, tal como árboles de decisión y el análisis del modelo de falla y efecto, de una forma sistemática para apoyar efectiva y eficientemente las decisiones de mantenimiento. El RCM puede ser descrito por sus principales características: preservar la función, identificar los modos de falla que puede afectar a la función, priorizar los requisitos de la función y seleccionar tareas de mantenimiento que sean efectivas, además puede mejorar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del sistema (20).

RCM basado en la suposición de que la confiabilidad inherente de un equipamiento es una función de la calidad del proyecto y de la construcción. Un programa de mantenimiento preventivo asegura la realización de esa confiabilidad, pero no la incrementa. El incremento de la confiabilidad sólo es posible por

medio de la continuidad del proyecto o modificaciones del equipamiento. En esencia, puede ser presentado de una forma bien simple enfocando sus cuatro elementos que la distinguen de la práctica tradicional, que son:

- Preservación de la función del sistema.
- Identificación de las fallas funcionales y de los modos de falla dominante.
- Priorización de las fallas funcionales de acuerdo con sus consecuencias.
- Selección de las tareas de mantenimiento aplicables y de costo-eficiencia, por medio de una diagrama de decisión.

➤ **ACR : Análisis de Causa Raíz**

A través de la historia el hombre ha inventado y mejorado numerosas maquinarias o equipos, procesos basándose en sus habilidades para llegar a la demanda creciente de productos y servicios por parte de la sociedad. Como resultado de esta demanda en constante crecimiento y optimización de costos, se

han desarrollado varias técnicas para analizar los problemas que surgen de los equipos, los procesos y el rendimiento de las habilidades, en un esfuerzo de asegurar su confiabilidad como significa el ACR, el mismo que se refiere al cumplimiento de los requisitos de su confiabilidad de los activos. La cultura de confiabilidad se basa desde un punto de vista holístico y para que se convierta en tal debe ser adoptada como responsabilidad de todos, no solamente de mantenimiento. Se debe abarcar no solamente los temas de los activos físicos (mecánicos, eléctricos, etc), también temas relacionados a los procesos de producción y a lo humano. Por ejemplo, a menudo la gente relaciona los problemas de los equipos estrictamente con causas potenciales del mantenimiento, cuando todos saben que los problemas del equipo pueden ser ocasionados por otros factores, tales como temas a inadecuadas prácticas operacionales y al inadecuado diseño de la maquinaria. Cuando ACR se lleva a cabo correctamente, puede tomar los problemas identificados en oportunidades reales para mejorar toda el área involucrada (21).



➤ **T.P.M. : Mantenimiento Productivo Total**

Es un sistema que involucra personal de la planta y de mantenimiento, mantiene equipos en condiciones óptimas y apoya los principios Lean. A pesar que el T.P.M. (Total Productive Maintenance) se crea y desarrolla en la industria automovilística japonesa (Toyota, Nissan, Mazda, etc.), posteriormente introdujo en otros sectores del área manufacturera y de ensamblaje con impactantes logros y mejoras (22).

Desde 1995, Estados Unidos y Japón trabaja con T.P.M. en industrias del sector químico, papelerero y petroquímico, obteniendo mejora de productividad en más del 30%<sup>6</sup>.

El sistema contiene una metodología disciplinada, potente y efectiva enfocada como una estrategia de gestión, así conocida por el A.S.M.E. (American Society Mechanical Engineer), que contiene 8 pilares fundamentales que sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado (23).

---

<sup>6</sup>Ensayo T.P.M. en la industria

### **Medidores de la Gestión del Mantenimiento:**

Los medidores fundamentales de la gestión de Mantenimiento son:

- Disponibilidad: la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio.
- Eficacia: la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción (24).

#### **2.4.4 Filosofía de las 5`S**

Las 5`s es un método para crear y mantener un área de trabajo segura, organizada, limpia y productiva, adquiere un protagonismo como herramienta básica del mejoramiento continuo siendo una práctica de la calidad, ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la industria, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos.

Se considera como base sólida del proceso de cambio de cultura que implica el T.P.M, para posterior consolidar una motivación profunda de poseer un buen ambiente laboral en la organización.

Se implementa 5`S porque:

- Coloca la seguridad con un alto valor
- Crea un ambiente adecuado para el trabajo estandarizado
- Es un requisito previo para la calidad perfecta
- Alienta al control visual
- Ayuda a identificar los desperdicios
- Promueve la satisfacción de los empleados

A continuación se menciona cuales son las 5`s y su conceptualización (25):

➤ **SEIRI (ordenamiento o clasificación)**



**Figura 2.8 Esquematización del SEIRI**

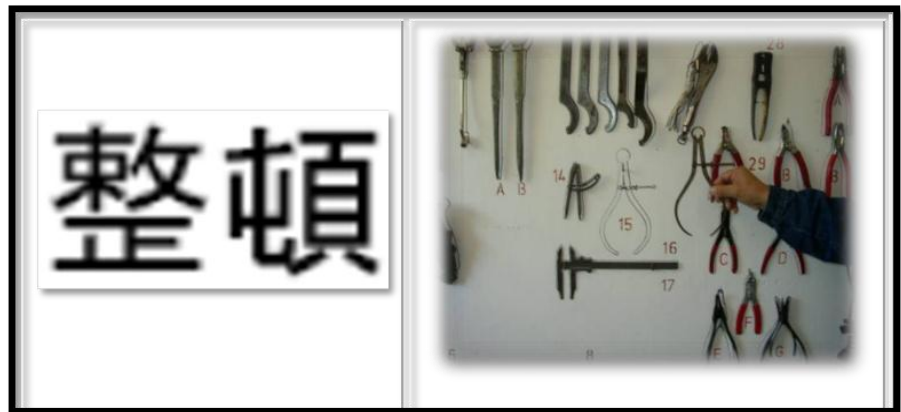
Esta primera “S” trata de separar o eliminar los materiales innecesarios de los necesarios, se hace inventario de las cosas útiles en el área de trabajo o un listado de las herramientas o equipos que no sirven, se usa una forma efectiva de identificar con “etiquetado en rojo”. En efecto, una tarjeta roja quiere decir que no es necesario para la operación donde se encuentra, sin embargo, hay que considerar que se puede transferir a otra

operación que sea útil o eliminar por completo. Después de esto, lo bueno es que se demuestra un área libre.

Los beneficios en esta primera etapa son:

- Más espacio
- Mejor control de inventario
- Eliminación de despilfarro
- Menos accidentalidad

➤ **SEITON (organizar todo en su lugar)**



**Figura 2.9 Esquemmatización de SEITON**

La segunda “S” indica colocar lo necesario en un lugar fácil y accesible para su uso, como las cosas útiles por seguridad, calidad y eficacia. Con esto, se mejora la identificación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes y elementos críticos para el mantenimiento y su conservación en buen estado. Se enfatiza que el orden, es la esencia de la estandarización, lo que significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos que contenga información como por ejemplo, saber dónde se necesita tener algo o cuántas piezas se necesita.

Los beneficios en esta segunda etapa son:

- Encontrar fácilmente documentos u objetos de trabajo, para economizar tiempo y movimiento.
- Facilita regresar a su lugar los objetos o documentos utilizados.
- Ayuda a identificar cuando falta algo y dar una mejor apariencia.

➤ **SEISO (Limpieza)**



**Figura 2.10 Esquematización de SEISO**

La tercera “S” pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo, lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos con la idea de dejar los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento. Esta etapa de implementación se apoya en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución. Es evidente entonces que hacer campañas de limpieza es un buen inicio para mantener el estándar del mismo tanto de los equipos como del sitio de trabajo, incentivando la participación de la Dirección,

funcionarios y contratistas durante este proceso. Los beneficios de la tercera etapa son:

- Aumentar la vida útil del equipo e instalaciones.
- Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- Menos accidentes.
- Mejor aspecto.
- Ayuda a evitar mayores daños al medio ambiente.

➤ **SEIKETSU (estandarizar)**



**Figura 2.11 Esquematización de SEIKETSU**



La cuarta “S” define cuáles van a ser las tareas básicas de mantenimiento a realizar periódicamente y tener constancia en el orden, limpieza e higiene en nuestro sitio de trabajo. En efecto, se establece procedimientos y/o planes para limpiar con la regularidad establecida manteniendo todo en su sitio. Cabe agregar, esta etapa aplica estándares a la práctica de las tres primeras “S” conservando todo lo logrado.

Los beneficios de la cuarta etapa son:

- Guardar el conocimiento producido durante años.
- Mejorar el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios comienzan a conocer con profundidad el equipo y los elementos de trabajo.
- Evitar errores de limpieza que pueda conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

➤ **SHITSUKE (mantener disciplina)**



**Figura 2.12 Esquematización de SHITSUKE**

La quinta “S” se basa en coincidir el orden y la limpieza junto con el hábito y la disciplina. En esta etapa es donde se acciona la metodología haciendo de los buenos procedimientos un hábito, creado por la formación del personal para las actividades de mantenimiento autónomo, inspección y las medidas preventivas para el sostenimiento del mantenimiento correctivo limitado.

El beneficio de la quinta “S” es mantener los beneficios logrados de las actividades 5´s para la implementación de las 4 etapas anteriores.

#### **2.4.5 Mantenimiento Productivo Total: Los 8 pilares del T.P.M.**

Los pilares aplicados para el desarrollo del T.P.M. en una organización se describen a continuación (26):

➤ **Mejoras Enfocadas**

Este pilar se desarrolla comúnmente a través de proyectos internos con el fin de mejorar la efectividad de la instalación, la calidad de los equipos a través de modificaciones, mejoras en la seguridad del personal y del medio ambiente. Estos proyectos suelen estar a cargo del personal de Producción, Mantenimiento y Calidad de la planta, con la ayuda de especialistas cuando sea necesario. Se intenta valorizar al máximo la aplicación de la experiencia de la gente de Operaciones, de Mantenimiento y de Calidad para efectuar mejoras.

➤ **Mantenimiento Autónomo**

Es una de las herramientas más usadas del T.P.M. Se logra con la participación del personal de Mantenimiento y Operaciones en conjunto para llevar a cabo la Gestión Total de la Producción en línea.

La base fundamental inicial del CEO o líder (quien tenga mayor experiencia profesional y/o académica) es realizar una capacitación de mantenimiento para el resto de los operadores sobre el conocimiento profundo de los equipos o activos de la planta, también en la ejecución de estándares de trabajo para apoyar la gestión de mantenimiento, así como las inspecciones de los equipos y del sistema productivo, para lograr la Gestión Total de la Producción.

➤ **Mantenimiento Planificado**

Es uno de los pilares más importantes que busca beneficios en una organización industrial. El propósito de este pilar consiste en avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías", se considera como una actividad de mantenimiento preventivo para una planta industrial, sin embargo, en la práctica existe varias industrias donde se puede presentar de las siguientes limitaciones:

- Falta de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado en realizar las acciones de mantenimiento preventivo de acuerdo a la experiencia,

recomendaciones de fabricante y otros criterios con fundamento técnico.

- Ímpetu de aprovechar la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" por tenerla disponible, cuando no se ha organizado cuales son las prioridades de atención.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar.
- Cuando el trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo de la capacidad técnica y la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento.

➤ **Mantenimiento de Calidad**

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del mantenimiento de calidad lo que busca es medir las condiciones

"cero defectos" como principal la calidad, con el objeto de facilitar la operación de los equipos.

Los principios que fundamenta el Mantenimiento de Calidad son:

- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias que presenta, su frecuencia y efectos.
- Establece valores estándares para las características de los factores del equipo y calcula los resultados a través de un proceso de medición.
- Establece un sistema de inspección periódico de las características críticas y análisis físico para identificar los defectos de calidad.
- Prepara una matriz de mantenimiento para valorar periódicamente los estándares.

#### ➤ **Prevención del Mantenimiento**

Este pilar busca mantener la óptima operación de los equipos a través de la gestión temprana de los mismos, en la que se valida las condiciones del diseño o del fabricante, que permite

corregir o eliminar de raíz pequeños errores, más aún cuando se aplica experiencias anteriores de rediseños u operaciones de montaje más perfectos bajo la responsabilidad de los encargados del Mantenimiento de Planta sea personal interno o contratista.

➤ **Educación y Entrenamiento**

Sin lugar a dudas este pilar requiere de mucha atención; se refiere a la importante capacitación que necesita el personal de mantenimiento o de operación, no solo en el conocimiento de los equipos y la operación productiva, sino en el trabajo en equipo.

La consideración de la capacitación como una inversión en la planta, es una actitud mental fundamental para el reto moderno de competencia porque se puede desarrollar en pasos como todos los pilares T.P.M. y emplear técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

➤ **Áreas Administrativas**

Tiene como propósito contar con la participación de todos, puede ser individual o en equipo, desde los directivos hasta los operadores de primera línea, constituye un control y mejora de la cultura empresarial que busca la máxima eficiencia del sistema de producción o de servicio como es el rendimiento global y la formación continua del personal.

De acuerdo a lo anterior mencionado, se usa mecanismos de apoyo como las 5`S que sirve para prevenir las diversas pérdidas por desperdicios; los “sistemas integrados de gestión” obteniendo cero accidente y el mínimo de defectos según los estándares de la organización; el “just in time” para áreas de compras y materiales; el “kanban” para la materia prima, repuesto, herramientas y material de uso de las oficinas; y por último la “gestión visual” de las técnicas de optimización de reuniones.

➤ **Medio Ambiente y Seguridad**

Se da en el lugar de trabajo, donde existe mecanismos y políticas para la prevención de riesgos, y se logra el cero



accidente, el mínimo de defectos y el mínimo de fallas, por medio de las recomendaciones de seguridad y la adecuación del sistema para que se implemente las órdenes de Trabajo.

#### **2.4.6 A.M.E.F.: Análisis de Modo y Efecto de Falla**

El A.M.E.F. es una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación causados por insuficiencias en los procesos. También identifica características de diseño o de proceso críticas o significativas que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla (27).

El objetivo del A.M.E.F. es identificar los posibles problemas y evitarlos antes de que ocurran. Se presenta un análisis de modo y efecto de falla de los equipos críticos con la finalidad de poder prevenir y predecir las posibles fallas que puedan presentar en los mismos durante el proceso.

A partir de ese análisis se obtiene respuestas de algunas preguntas como: ¿Cuál es la función del activo?, ¿De qué manera puede fallar?, ¿Qué origina la falla?, ¿Qué pasa cuando falla?. Este análisis se desarrolla en base a tres criterios donde las acciones pueden determinarse con un índice de riesgo de los equipos. Estos son los siguientes (28):

**Severidad.-** Mide los impactos de los efectos cuando se determina los modos potenciales de fallas. Se cuantifica de 1 a 10, si la severidad está en el rango de 9 a 10 la seguridad de los trabajadores disminuye y se rediseña el mecanismo o equipo para tratar de eliminar el modo potencial de la falla.

**Ocurrencia.-** Es la frecuencia con la que se supone la causa de la falla se hace presente. La ocurrencia trabaja con el nivel de probabilidad de la severidad del modo potencial de falla inversamente. Si la ocurrencia es alta la severidad es baja para que haya seguridad.

**Detección.-** Aquí se considera pruebas, verificaciones de diseño y métodos de inspección para evaluar la probabilidad de que los controles establecidos en la empresa detecten el modo potencial de la falla.

# **CAPÍTULO 3**

## **3 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

### **3.1 Descripción General de la empresa**

#### **➤ Historia y Naturaleza**

La empresa objeto de estudio inicia sus actividades en Junio del 2001 con el fin de comercializar lubricantes de marca en el mercado ecuatoriano. Dos años después expande su cobertura comercial con el aumento de nuevos distribuidores, a quienes los segmentan y zonifican según la demanda de las diferentes regiones que existen en el país. En el 1er trimestre del 2007 establece negociaciones de compra de una planta de lubricantes en el Ecuador y en marzo del 2009 obtiene la producción local de sus lubricantes con su respectiva marca; por lo que incorpora a sus operaciones una Planta de Elaboración y Envasado de lubricantes. En el año 2010, la planta

continúa sus actividades con la incorporación de uno de sus logros más importantes desde el punto de vista de la imagen y cultura corporativa siendo la obtención de la Triple Certificación de los procesos bajo las normas:

- ISO 9001:2008 (Sistemas de Gestión de la Calidad)
- ISO 14001:2004 (Sistemas de Gestión Ambiental)
- OHSAS 18001:2007 (Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional)

Actualmente Lubricantes ABC Ecuador S.A. posee una participación del mercado de 10% con una producción de 2 millones de galones de lubricantes en el Ecuador. Además que posee un acuerdo con Petroecuador para dotar de lubricantes a la misma. Por otra parte cabe recalcar que la planta de lubricantes está ubicada en la ciudad de Guayaquil, contando con 41 empleados aproximadamente y en sus instalaciones con 14 unidades de tanques de capacidad para almacenar 6000 toneladas.

➤ **Actividad Económica**

Se dedica a la elaboración, envasado y comercialización de lubricantes, ofrece productos de alta calidad, manufacturado por personal con experiencia. Su propuesta de valor es ofrecer productos innovadores y de calidad, que cumplan las expectativas de sus clientes y consumidores.

➤ **Definiciones Estratégicas**

**Misión**

“Ser una empresa productora y comercializadora de la marca lubricantes “ABC” que satisface la necesidades de extender la vida útil de las maquinarias o mecanismos del sector industrial, automotriz y marino, posicionando la imagen y generando ingresos en la actividad “aguas abajo” de la empresa Lubricantes ABC S.A. dentro del mercado ecuatoriano”.

### **Visión**

“En el 2015 alcanzar el 15% de participación en el mercado ecuatoriano siendo la marca lubricantes “ABC” una de las primeras opciones de compra de lubricantes por la calidad de nuestros productos y estrategias de comercialización y servicio”.

### **Valores**

- Sustentabilidad
- Eficiencia.
- Compromiso con el cliente.
- Responsabilidad social.
- Trabajo en equipo.

## Estructura Organizacional

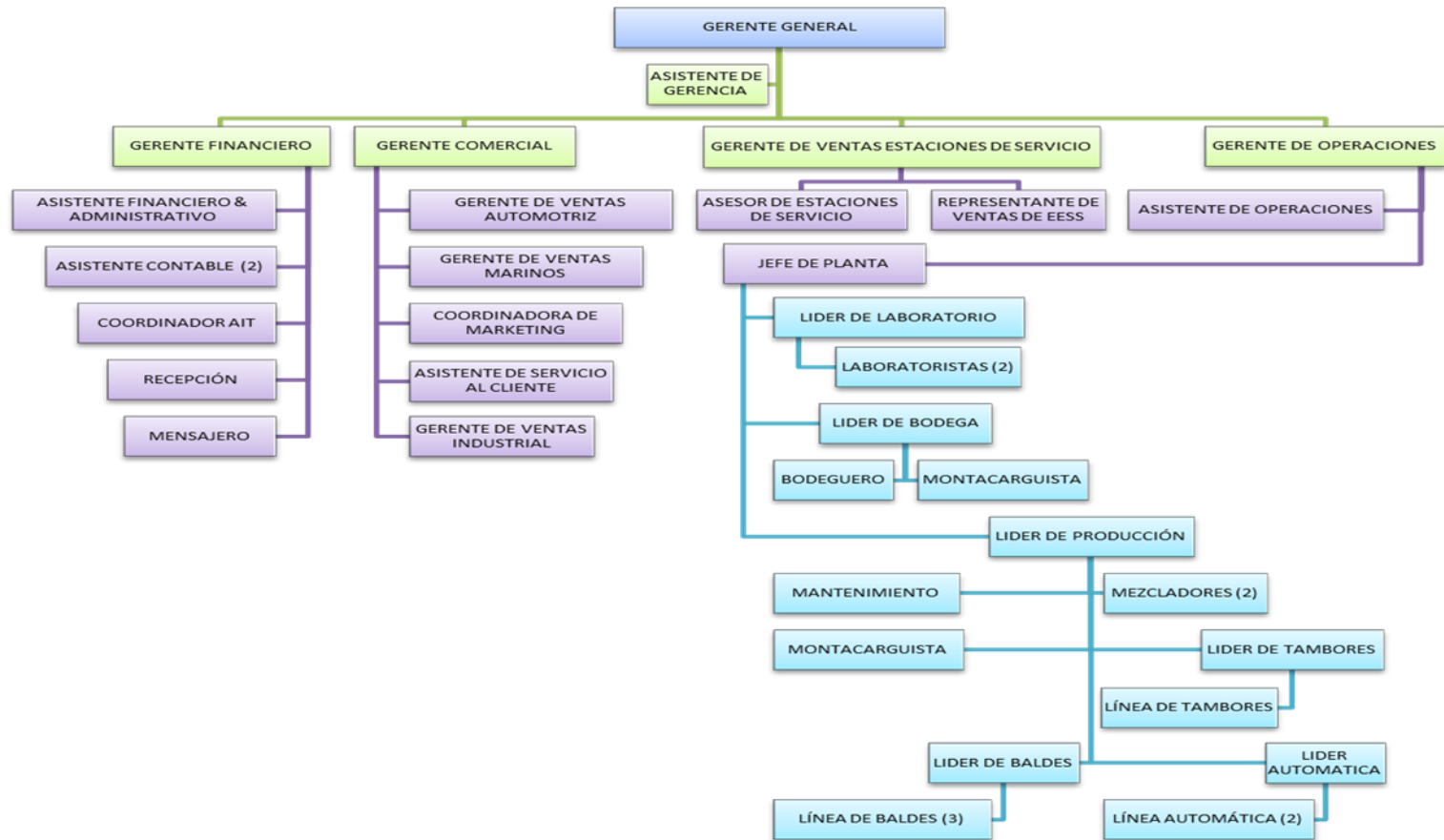


Figura 3.1 Organigrama Funcional de la Empresa



➤ **Análisis de Fuerza Laboral**

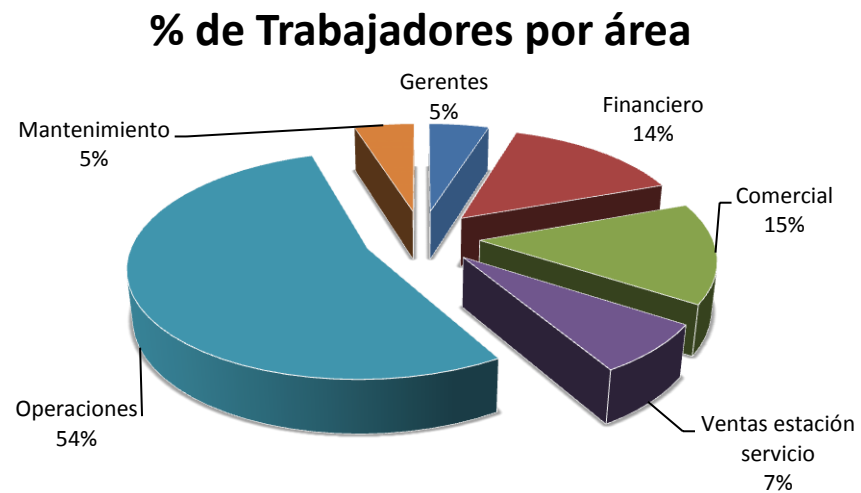
La organización cuenta con un total de 41 trabajadores, se trabaja en un solo turno de 8 horas diarias, cuenta con un personal administrativo con amplia experiencia en la administración y comercialización de lubricantes, que tiene como principal meta aumentar la participación de mercado.

Según lo anterior mencionado, el factor clave para conseguir los objetivos establecidos por la administración es potenciar el desempeño del personal operativo que maneja el departamento de producción y el área de mantenimiento, ya que a pesar de tener más de 20 años trabajando en el mercado de lubricantes, hasta entonces, aún no se ha adquirido una cultura de prevención en mantenimiento; lo cual no permite que con su cooperación esta organización sea la mejor industria productora de lubricantes.

A continuación, se presentan 2 gráficos con la distribución de los trabajadores por área y en operaciones.

**Tabla 3.1 Número de trabajadores por área**

Área	No. de Trabajadores
Gerentes	2
Financiero	6
Comercial	6
Ventas estación servicio	3
Operaciones	22
Mantenimiento	2
<b>Total Trabajadores</b>	<b>41</b>

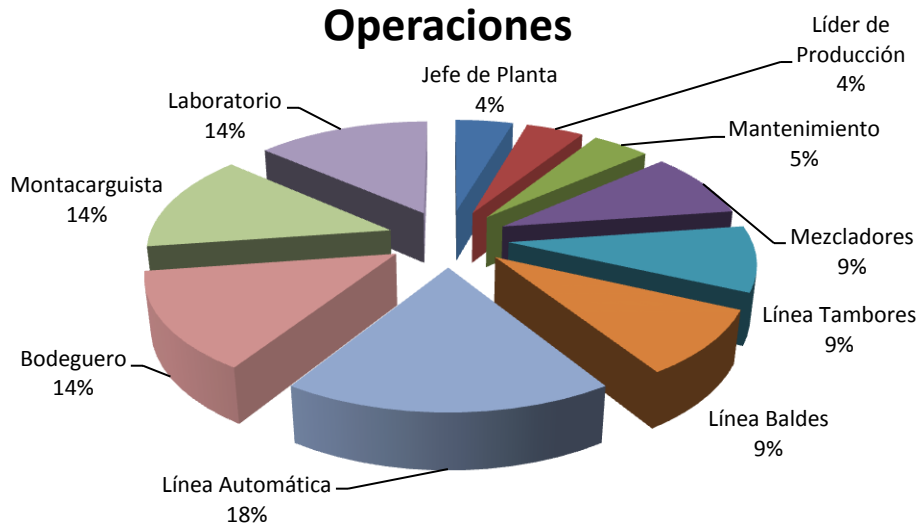


**Gráfica 3.1 Porcentaje de trabajadores por área**

**Tabla 3.2 Trabajadores en Área de Operaciones**

Área de Operaciones	No. Trabajadores
Jefe de Planta	1
Líder de Producción	1
Mantenimiento	1
Mezcladores	2
Línea Tambores	2
Línea Baldes	2
Línea Automática	4
Bodeguero	3
Montacarguista	3
Laboratorio	3
<b>Total Trabajadores</b>	<b>22</b>

**% de Trabajadores por Área de Operaciones**



**Gráfica 3.2 Porcentaje de Trabajadores en el área de operaciones**

En el **Grafico 3.2** se puede apreciar que el personal tiene una distribución similar en cada una de las áreas de producción, a excepción del área de mantenimiento que cuenta con solo una persona para ejecutar las tareas de mantenimiento a todas las maquinarias del área operativa. Dicho esto, no se contempla un personal de mantenimiento capacitado para cumplir con la demanda técnica de cada una de las maquinarias de la organización.

➤ **Mapa Estratégico de la Organización.**

La organización también cuenta con un mapa estratégico el cual se presenta a continuación;

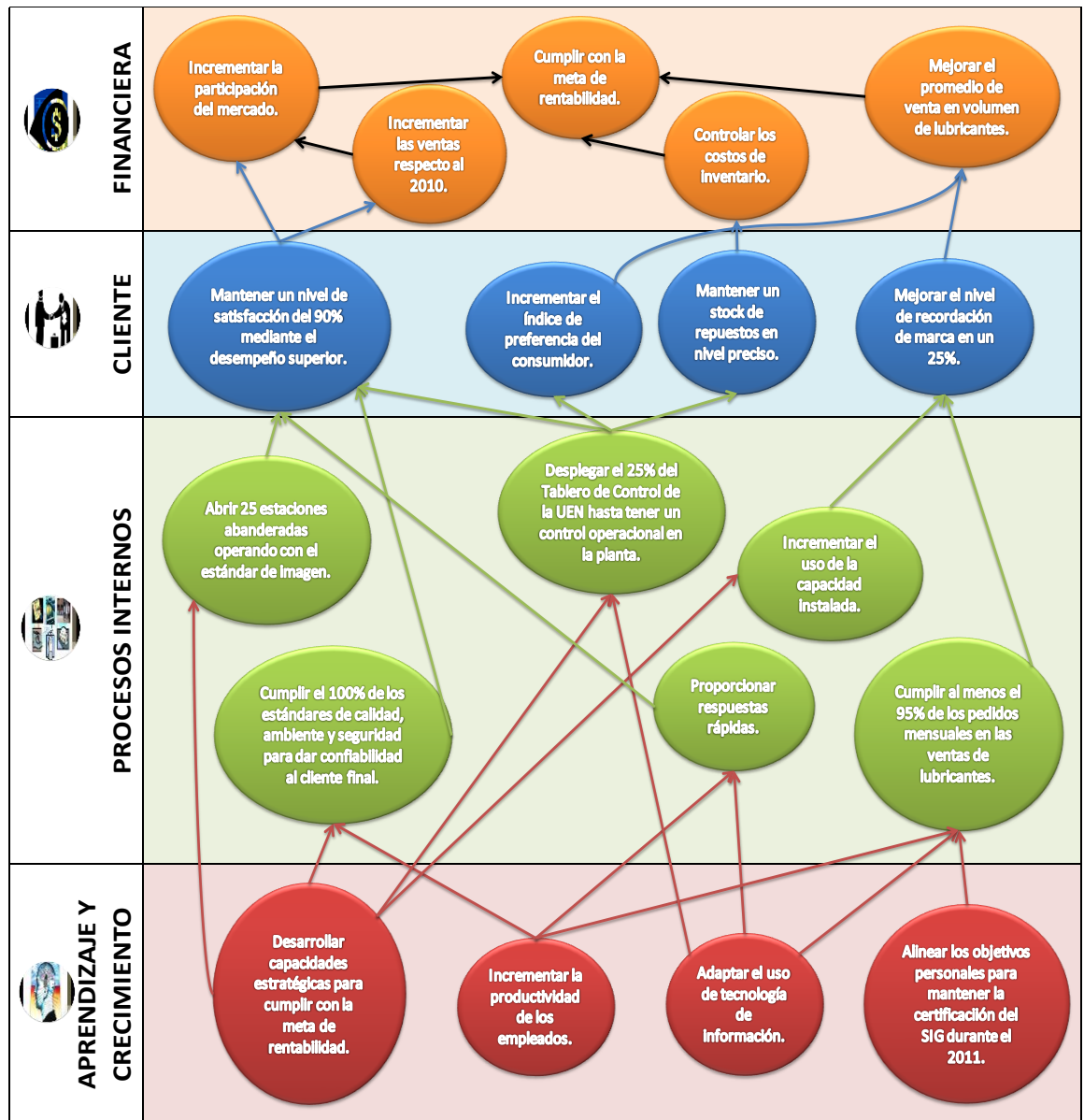
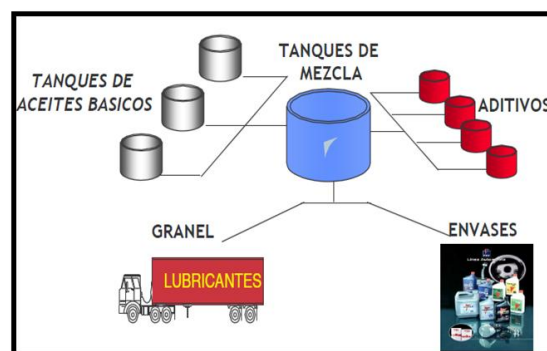


Figura 3.2 Mapa Estratégico de la organización

### 3.2 Descripción de los Procesos de Elaboración y Envasado de Aceites Lubricantes

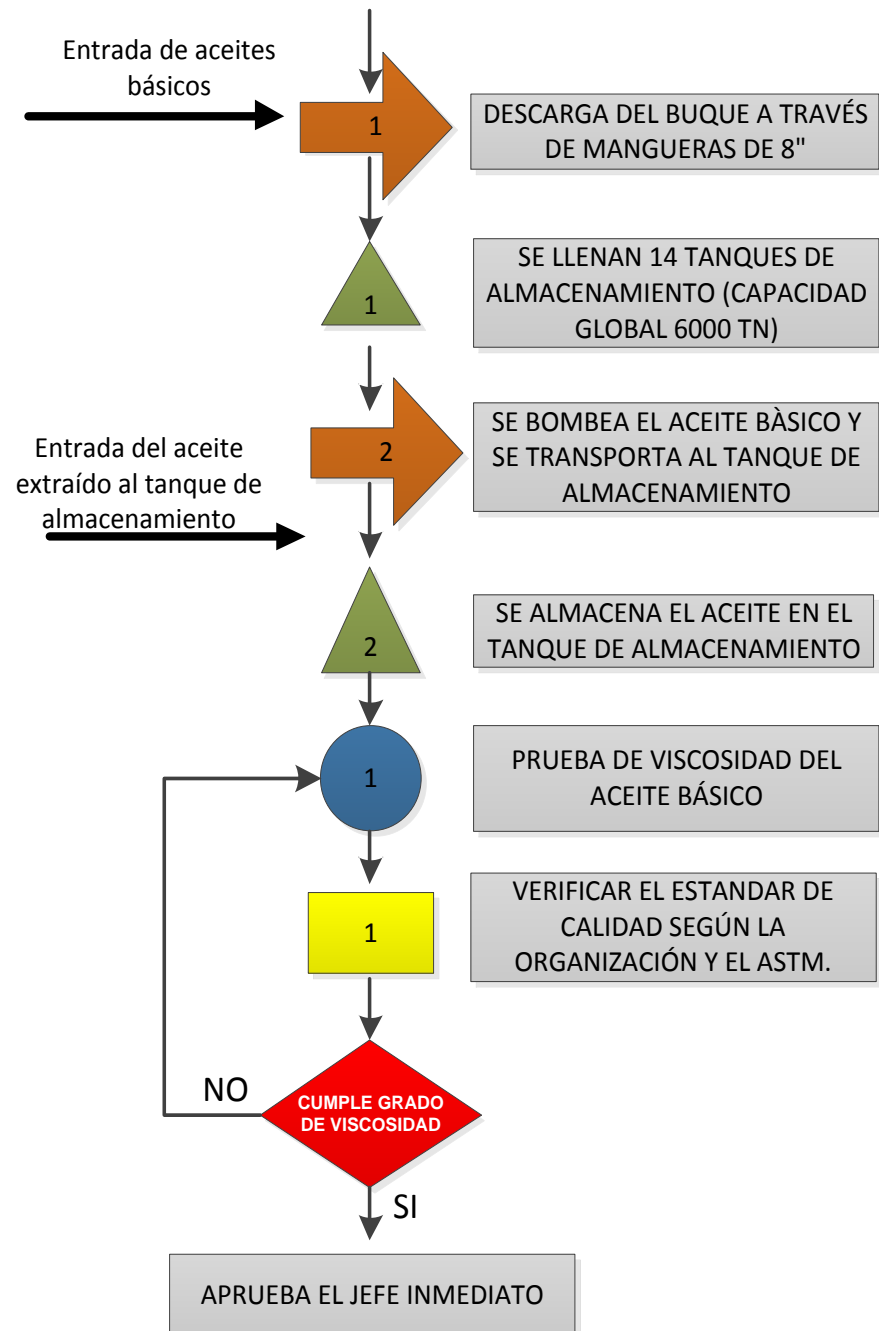
El proceso para la elaboración y envasado de aceites lubricantes inicia desde que llega el buque al muelle más cercado cargado con los aceites básicos, los cuales tienen diferentes especificaciones donde influye los siguientes parámetros:

- El grado de viscosidad dependiendo si esta es alta, mediana o baja
- El tipo de aceite básico, debido a que algunos aceites son compatibles y otros no al momento de su almacenamiento y su mezclado.
- De acuerdo a lo mencionado el proceso de elaboración y envasado tienen los siguientes pasos:

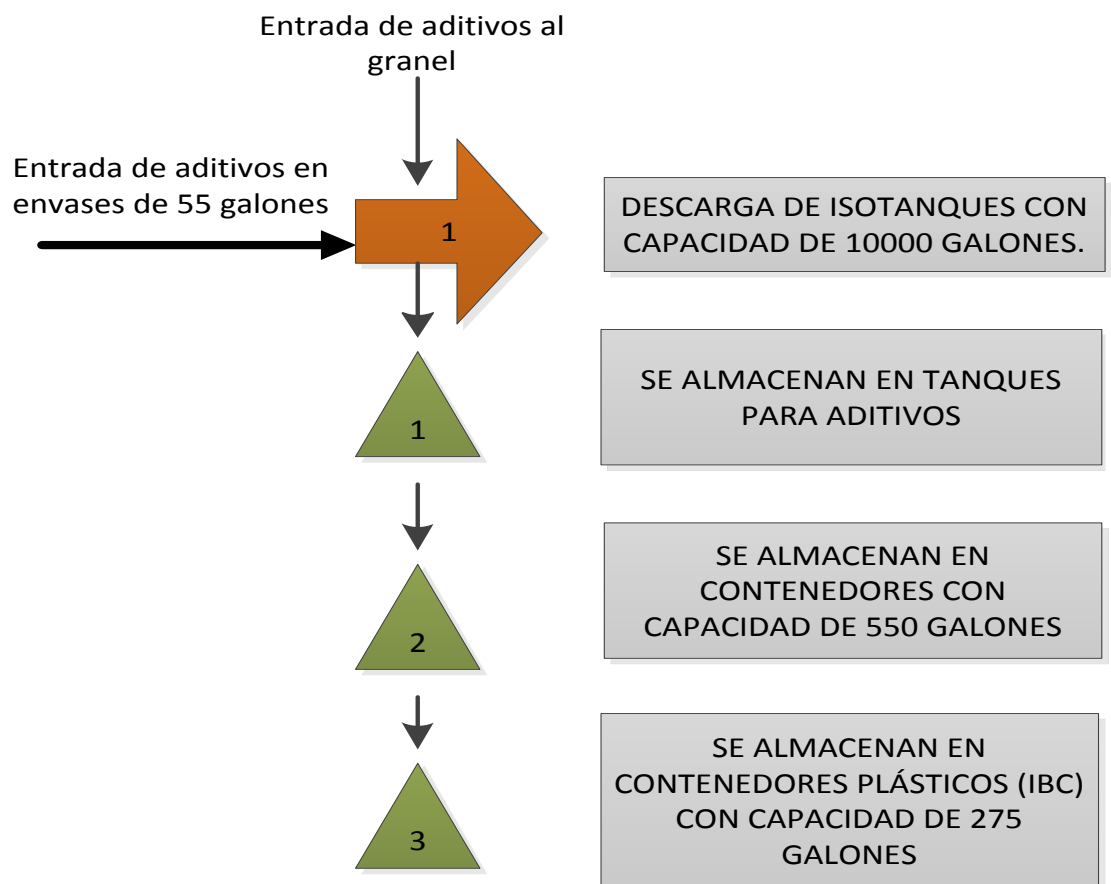


**Figura 3.3 Elaboración del Aceite Lubricante**

### 3.2.1 Descarga del aceite básico desde el buque

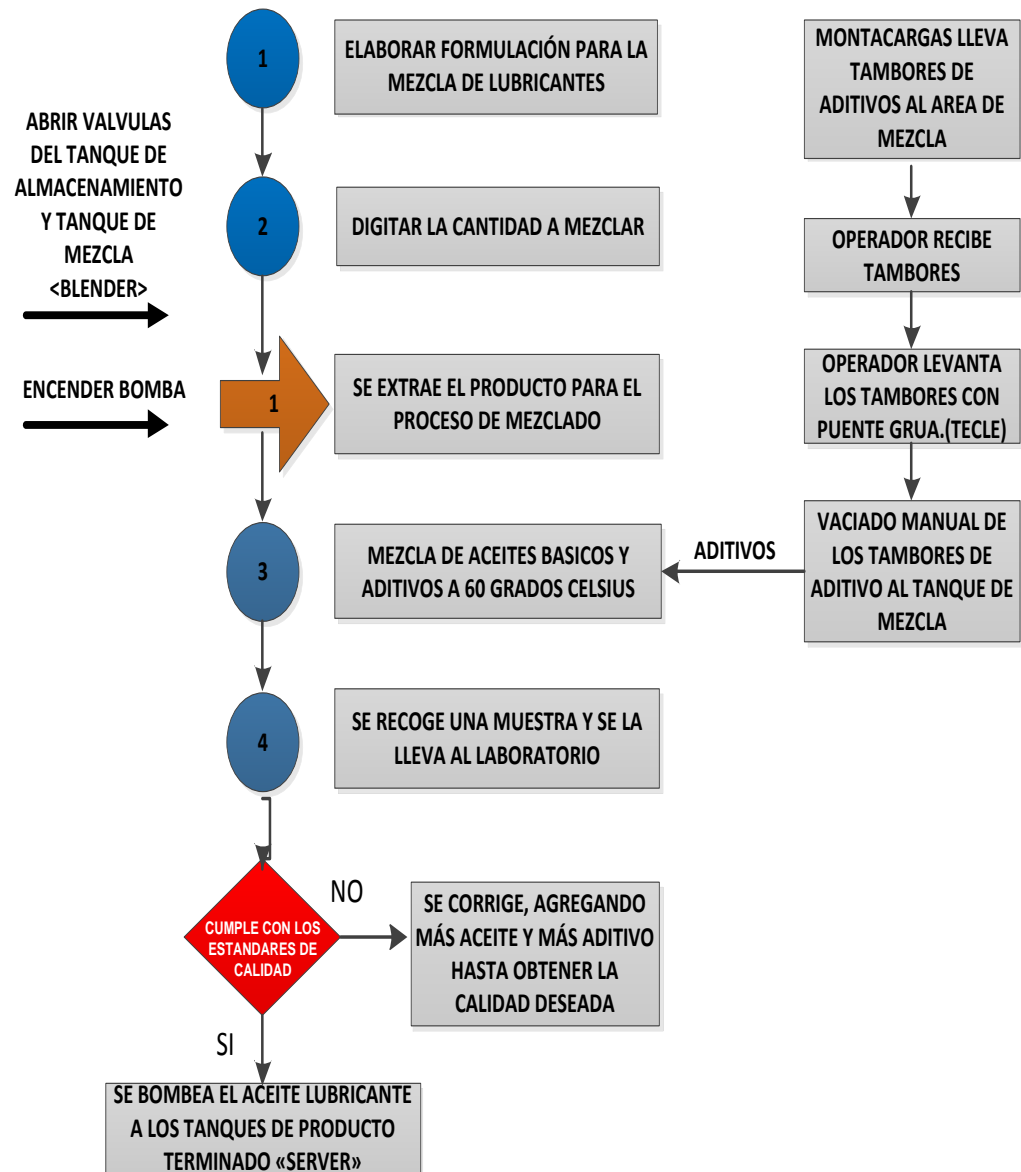


### 3.2.2 Proceso de la recepción de aditivos

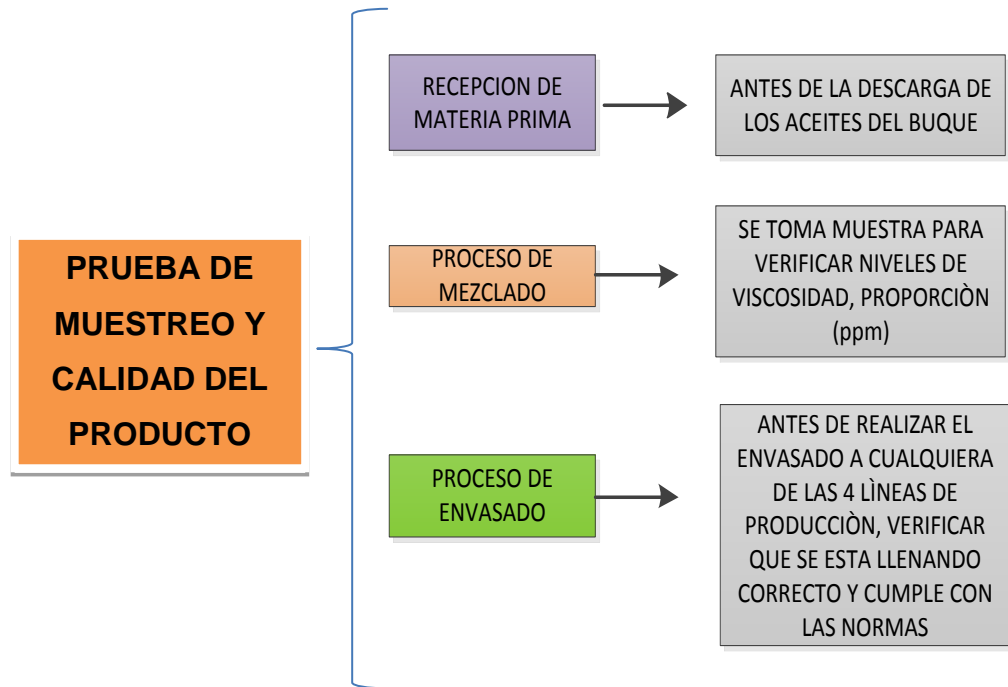




### 3.2.3 Proceso de mezcla y elaboración del lubricante



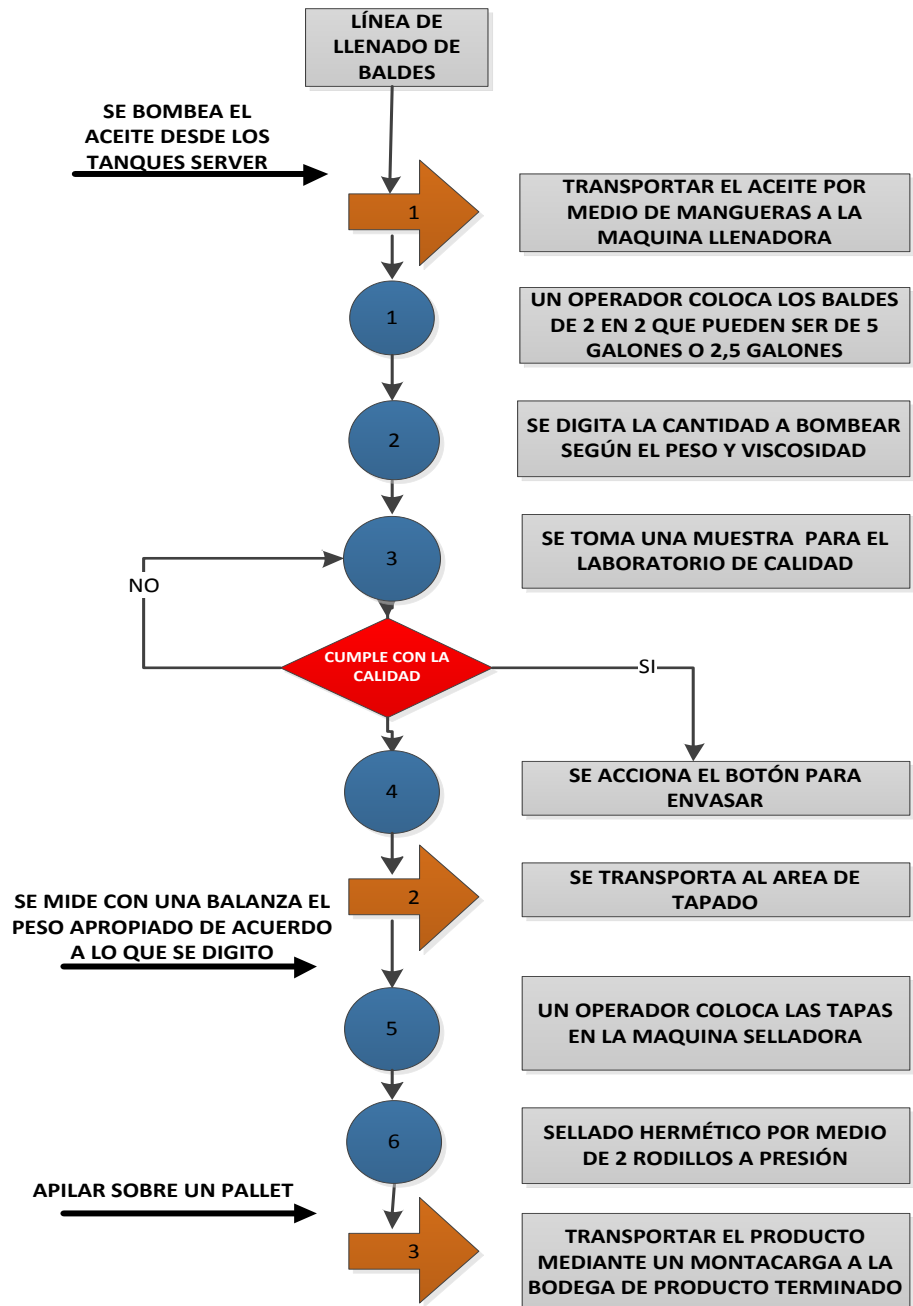
### 3.2.4 Proceso de muestreo y la prueba de calidad del producto en los laboratorios



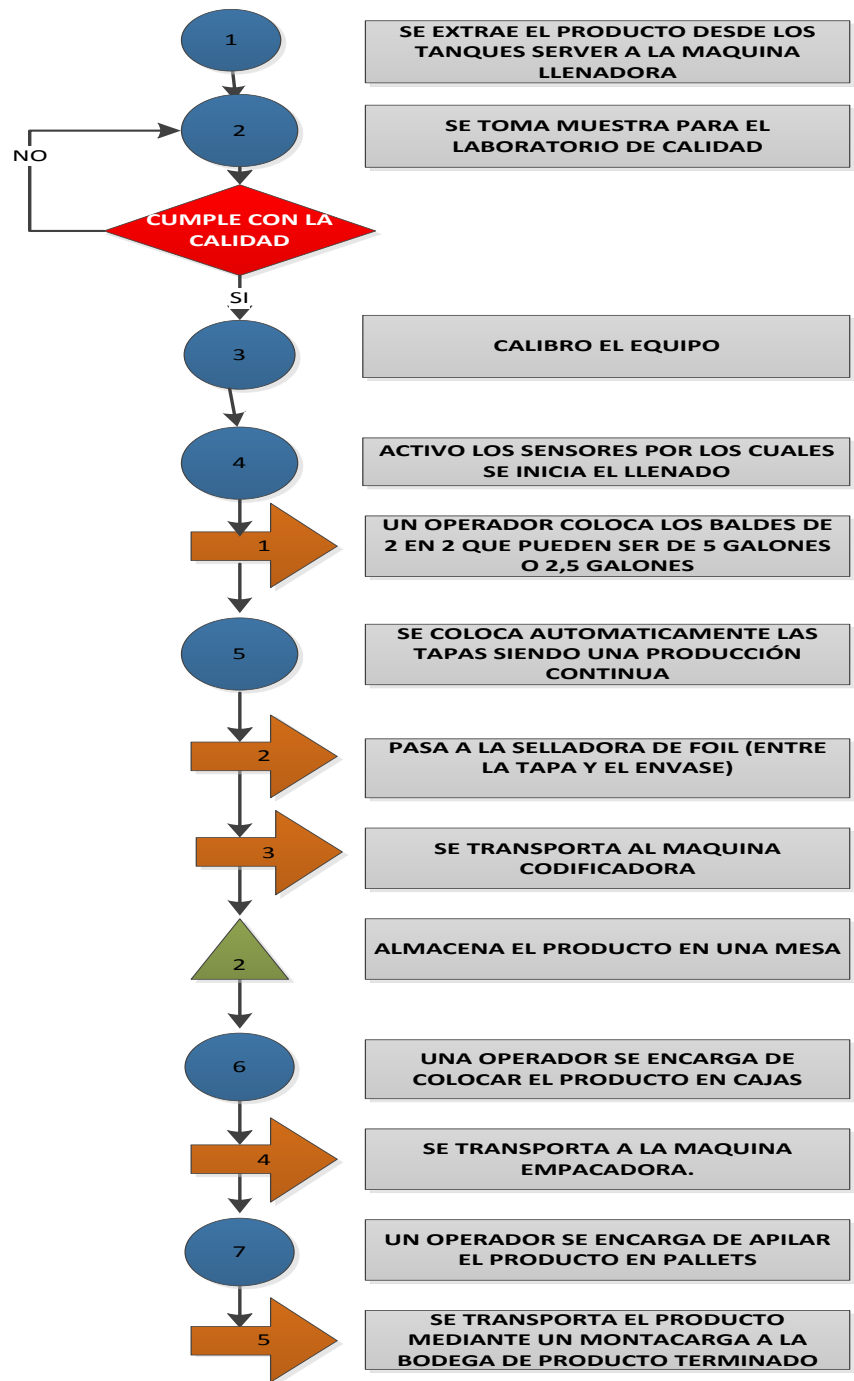
### 3.2.5 Proceso de Llenado

El proceso de llenado cuenta con cuatro líneas diferentes de acuerdo a las especificaciones del consumidor final, la cuales puede ser: tambor, baldes, litro o galón y al granel donde se bombea el producto final por medio de la bomba asignada a cada línea de llenado, desde los tanques “server” hasta cada una de las líneas por medio de unas mangueras específicas asignada a cada una de las líneas de llenado, las cuales funcionan de la siguiente manera:

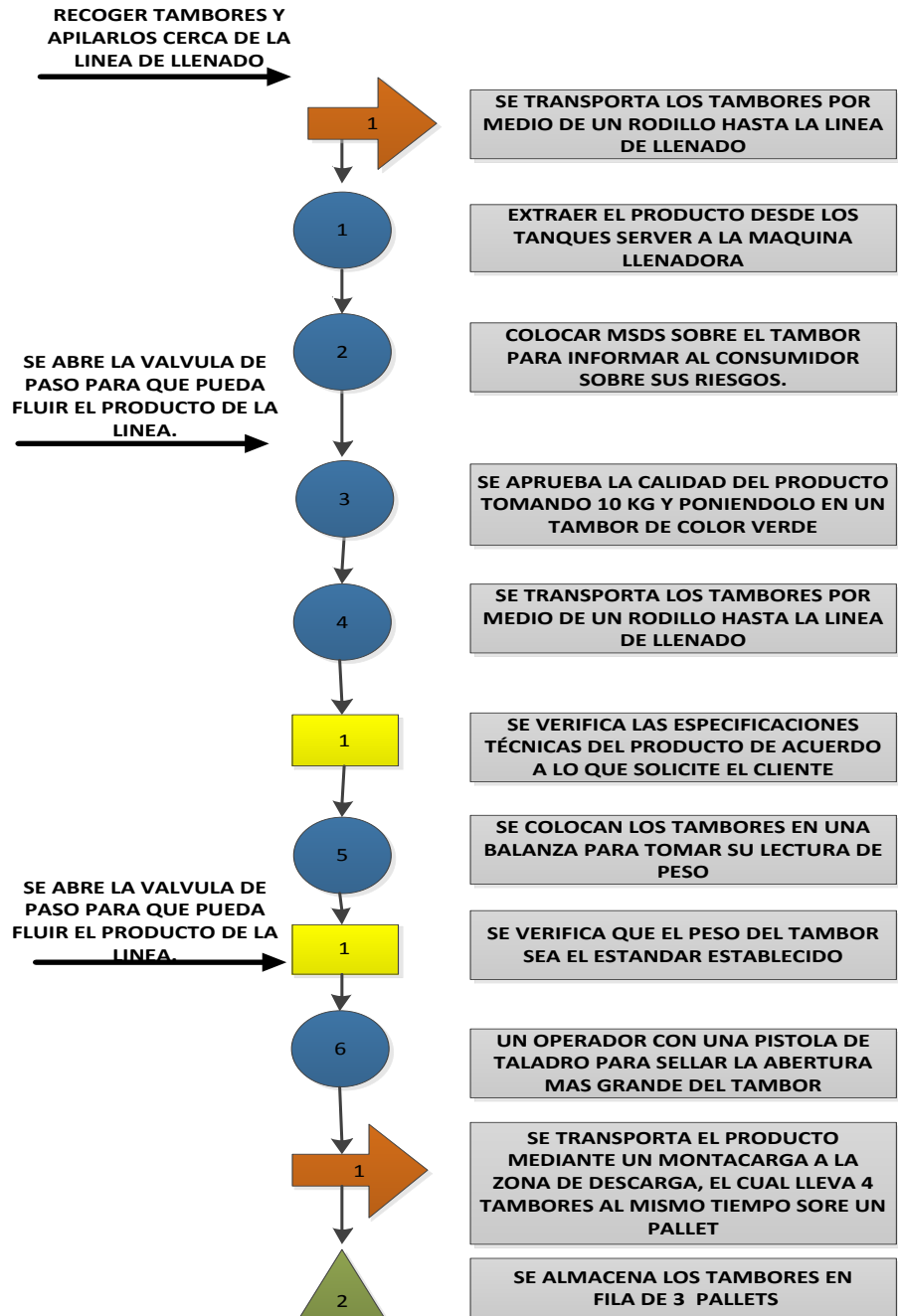
➤ **Proceso de Llenado de Baldes**



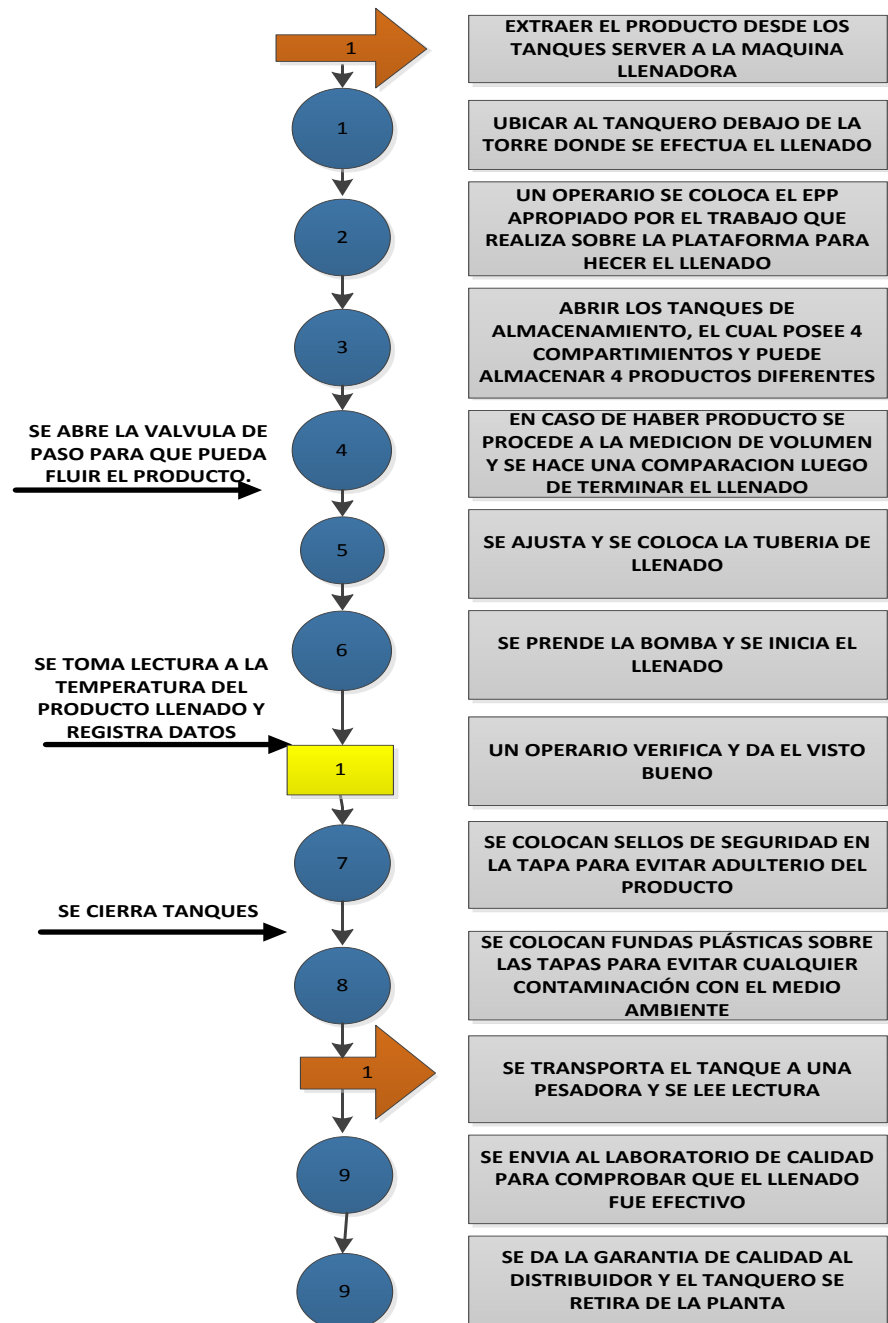
➤ **Proceso de llenado en litros y galones**



➤ **Proceso de llenado en tambores**

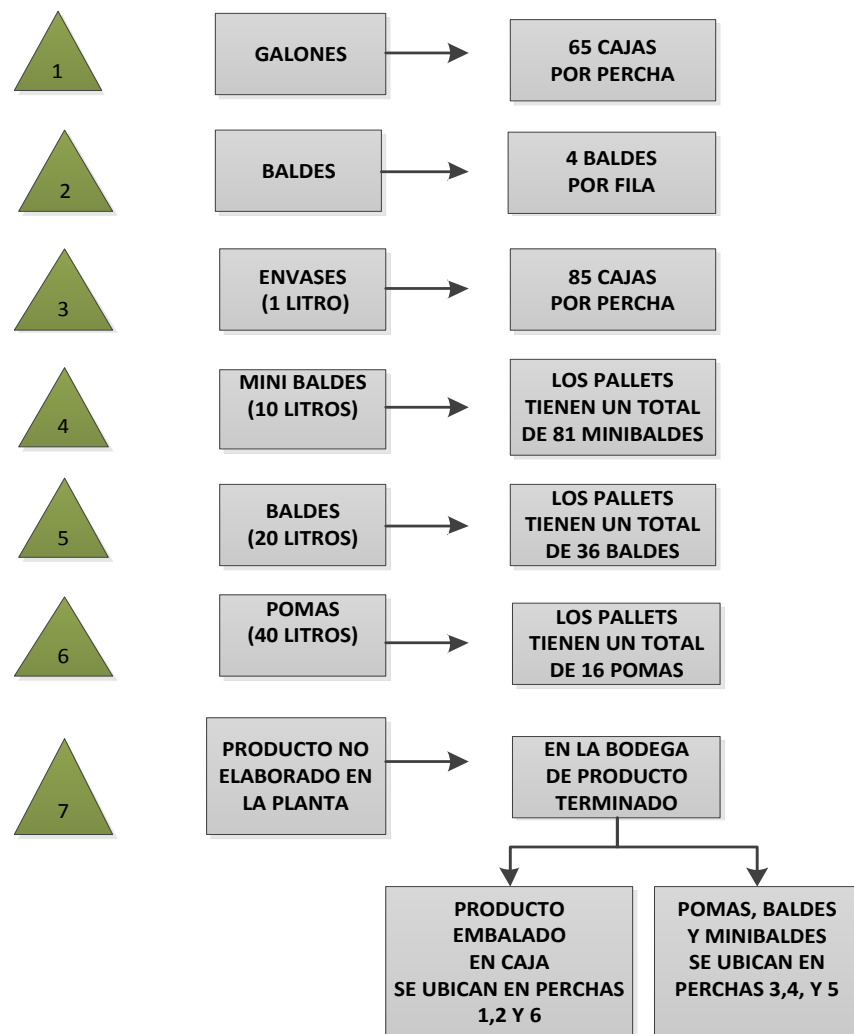


➤ **Proceso de llenado al granel**



### 3.2.6 Proceso de almacenamiento del producto terminado

Los productos envasados de cada una de las líneas de producción, se transporta con ayuda de montacargas hacia la bodega del producto terminado, y se almacena de la siguiente forma:





**Figura 3.4 Procesos para la elaboración de los lubricantes**

### **3.3 Productos**

#### **3.3.1 Especificaciones de los productos**

El producto tiene diferentes especificaciones de acuerdo a la fase del proceso en la que se encuentre, para que las bases sean transformadas en aceites lubricantes se deben combinar con una proporción de aditivos durante el proceso productivo para obtener un producto específico, luego son identificados y distribuidos en diferentes presentaciones según el segmento de mercado a donde vaya dirigido, por ejemplo, puede ser en un galón o en una caneca. Para esto, por efectos de comercialización es importante conocer que se hace referencia mucho a la cantidad o tipo de viscosidad que contiene un aceite lubricante, de manera que para ello existe un lenguaje comercial



técnico que está normalizado en los Sistemas de Clasificación de Viscosidad.

### Comparación de los Sistemas de Clasificación de Viscosidad

En este sentido, se adopta distintos sistemas para clasificar la viscosidad de los lubricantes líquidos industriales basado en la medición de la viscosidad en distintas unidades y diferentes métodos.

ISO (1)	Viscosidad (cSt) 40°C		ASTM (2)	AGMA (3)	SAE (4) MOTORES	SAE ENGRANAJES	Viscosidad (cst) 100°C
2	1.98	2.42	32				
3	2.88	3.52	36				
5	4.14	5.03	40				
7	6.12	7.48	50				2.07
10	9.00	11.0	60				2.64
15	13.50	16.50	75				3.38
22	19.80	24.20	105		5W		4.25
32	28.80	35.20	150		10W	75W	5.29
46	41.40	50.80	215	1(R & 0)			6.65
68	61.20	74.80	315	2(R & 0), (EP)	20	80W	8.53
100	90.00	110.0	465	3(R & 0), (EP)	30		11.06
150	135.00	165.0	700	4(R & 0), (EP)	40	85W	14.55
220	198.00	242.0	1000	5(R & 0), (EP)	50	90	18.75
320	288.00	352.0	1500	6(R & 0), (EP)	60		24.00
460	414.00	506.0	2150	7(EP)		140	30.35
680	612.00	748.0	3150	8(EP)			39.05
1000	900.00	1100	4650			250	49.85
1500	1350	1650	7000				63.50
2200	1980.00	2420					
3200	2880.00	3520		10, 10 (EP)			

- (1) ISO: Organización Internacional para la Normalización
- (2) ASTM: Sociedad Americana de Ensayos y Materiales
- (3) AGMA: Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes
- (4) SAE: Sociedad de Ingenieros Automotrices

### **3.3.2 Tipos de Lubricantes**

Proviene de un derivado del petróleo, que es un aceite básico lubricante y tiene la combinación de una base con una serie de aditivos que se le adiciona según el trabajo a realizar.

A continuación se menciona los productos y son:

- Aceites para Motores a Gasolina y Diesel de 4 Tiempos.
- Aceites para Motores a Gasolina de 2 Tiempos.
- Aceites para Motores a Gas Natural.
- Aceites para Motores y Equipos Marinos.
- Aceites para Transmisión Automotrices.
- Especialidades Automotrices.

- Aceites para Engranajes.
- Aceites para Compresores de Aire.
- Aceites para Compresores de Refrigeración.
- Aceites para Sistemas Hidráulicos.
- Aceites para Maquinado de Metales.
- Aceites para Trefilado y Extrusión de Metales.
- Aceites para Protección de Piezas Metálicas.
- Aceites para Equipos Neumáticos.
- Aceites para Procesos.
- Aceites para Maquinarias Textiles.
- Aceites para Turbinas.
- Aceites para Moldes.
- Aceites para Herramientas.
- Aceites para Amortiguadores.
- Grasas.

- Plastificantes.

### **3.3.3 Grupo de clientes a quienes se dirigen los productos**

La empresa realiza actividades de posicionamiento de la marca con el fin de generar demanda en el consumidor final. El grupo de clientes de la organización para la producción de líneas de lubricante son el sector:

- Automotriz
- Industrial
- Marino

### **3.4 Análisis de la Gestión de Mantenimiento**

La industria en mención, no consta con un mantenimiento totalmente planificado, organizado, dirigido y controlado por un Departamento estructurado, por lo cual se evidencia un alto índice de mantenimiento correctivo o no programado. Esta eventualidad trae consigo la disminución de la confiabilidad de los equipos, la productividad del personal y control de los costos asociados, provocando una merma en los ingresos de la empresa.

### **3.4.1 Gestión Técnica**

El mantenimiento que se hace a los equipos de la planta industrial tiene deficiencias, tales como depender de servicios técnicos externos o subcontratados, lo que significa que las actividades no solo dependen de la organización sino también de la disponibilidad de atención de algunos de los proveedores de ciertos equipos que puede tomar hasta dos días dependiendo del caso que se presente. A pesar del impacto que tiene cada parada de las máquinas en la productividad de la empresa, no se ha tenido la precaución de llevar un historial de mantenimiento en la cual se pueda contemplar los gastos incurridos.

La falta de control se evidencia como un factor importante a la hora de conocer las causas de un problema, esto demuestra la ausencia de un análisis de modo y efecto de falla acorde a una gestión de mantenimiento efectiva, un ejemplo claro es cuando las paradas de las máquinas se deben a las mismas fallas reincidentemente y más complicado es si no se toma alguna acción acertada al respecto.

A pesar de que los operadores conocen los equipos que ellos manejan, no poseen el suficiente nivel de conocimientos para efectuar el mantenimiento autónomo. Sin embargo, es una oportunidad de mejora ampliar sus conocimientos a través de inducciones en actividades de mantenimiento que permita laborar con un sistema de órdenes de trabajo y así darles a los operadores bases necesarias para que ellos puedan ser los primeros respondedores cuando se requiera dar mantenimiento autónomo a la máquina.

Como consecuencia, es evidente que no se dispone de un sistema de información que permita realizar análisis de la tendencia del desempeño del mantenimiento por medio de indicadores.

### **3.4.2 Gestión Administrativa**

Dentro de lo que realiza la parte administrativa no consta un sistema de control de gestión de mantenimiento, que esté vinculado por medio de una red que permita la comunicación organizacional en el momento que se dé la ejecución del mantenimiento y notifique la evolución del mismo.

La manera de notificar alguna novedad del funcionamiento de la maquinaria es inicialmente cuando el operador comunica al jefe inmediato de lo sucedido sobre alguna falla o anomalía de la maquinaria, todo esto sin ningún formato previo para el informe formal que realiza el Jefe de Planta. En el momento que esto sucede, si se trata de una avería superficial como calibración o reajuste, conexión de elementos se busca solucionar con el técnico de mantenimiento sin la necesidad de una orden de trabajo que detalle cada una de las razones que justifique las inspecciones de cada uno de los equipos, pero cuando se trata de trabajos de cambios de piezas importantes en maquinarias automáticas se solicita los servicios de los técnicos externos con una orden de trabajo y sin ella no se efectúa.

Para estos casos la organización cuenta con una Evaluación y Calificación de Proveedores, donde se escoge 3 opciones, sea nacionales o internacionales los cuales tienen que trabajar con los criterios de: confiabilidad, calidad, rapidez, y forma de pago.

### **3.4.3 Gestión de Talento Humano**

Esta gestión esencialmente forma parte del departamento de recursos humanos quienes se encargan de elaborar fichas según la competencia del personal, al cual lo evalúan periódicamente tomando en cuenta más lo que demande su sistema integrado de calidad, medio ambiente y seguridad, este último falta fortalecer pero ya cuenta con elementos para la higiene y seguridad industrial de su personal.

En otros campos de formación profesional, la empresa aún no ha considerado tan importante fortalecer los temas más técnicos siendo el caso de mantenimiento o relacionados a metodologías que sirven de herramientas para que los operadores o técnicos tengan más habilidades que les permita mejorar su nivel de



operación y competencias para optimizar su nivel de productividad. Cabe recalcar el ejemplo que los trabajadores tienen muy pocos conocimientos de la filosofía 5S's, sin embargo en el taller de manera informal se pueden observar aspectos de limpieza y orden, a pesar de que no manejen repuestos, pero sí existe un lugar para cada cosa o cada cosa está en su lugar.

Por esto, se identifica que existe una desmotivación por ciertos operadores o técnicos de la organización debido a que no han recibido capacitaciones sobre el mantenimiento de las maquinarias, porque la información que ellos conocen es a través de manuales de usuario y manuales técnicos, los mismos que están escritos en inglés que dificultan en gran parte el entendimiento sobre el correcto uso de los equipos. Todo esto se debe a una de las posibles causas, como la existencia de brechas entre la comunicación de las necesidades del área operativa con el área administrativa, lo cual genera una inconformidad con el sistema que se maneja en la organización.

En general la organización no se da cuenta que al momento el recurso humano técnico está atendiendo las emergencias de planta como un equipo de apoyo pero no como un equipo estratégico o líder, ya que normalmente los protagonistas son los contratistas cuando debería ser el personal interno de la planta.


### **3.5 Identificación de los Equipos Críticos de la Planta**

Se conoce que la planta de lubricantes posee una gama de equipos que sirven en conjunto para la producción continua de la empresa. Cabe recalcar, que desde el punto de vista de mantenimiento se debe identificar dichos equipos con mayor precisión, definir cuantitativamente cuales son los más críticos que por su naturaleza ejercen trabajos más rigurosos o considerados vitales para el proceso productivo.


Según lo mencionado, se elabora un cuadro de criticidad de equipos basados a la percepción del personal experimentado de la planta, quienes tienen más contacto frecuente con la operación de los mismos. Sin embargo, esos criterios establecidos por el personal operativo son fundamentados en ponderaciones estimadas de cada equipo, que van de (1- 5); en el cual 1 significa menor impacto y 5 mayor impacto a pesar de esto, se agrega valor formando el cuadro de criticidad de equipos con una columna más que nos indica lo siguiente:

**Tabla 3.3 Criticidad De Equipos**

<b>DEFINICIÓN DE CRITICIDAD DE EQUIPOS</b>					
<b>EQUIPO PARTE DE UN PROCESO</b>			<b>EQUIPO GENERAL</b>		
A	Rango	41 - 27	A	Rango	45 - 29
B	Rango	26 - 18	B	Rango	28 - 19
C	Rango	17 - 10	C	Rango	18 - 10

	<b>CRITICIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
		<b>REVISIÓN:</b>	<b>0</b>
		<b>FECHA CREADA:</b>	

DATOS GENERALES DE EQUIPOS DE PLANTA															
EQUIPO	PRODUCCIÓN				CALIDAD	COSTO		SEGURIDAD		Total p+c+c+s	Total ffoe+ f.f.+ptpp+c.f.+c.r.r.c.	TIPO DE EQUIPO	Criticidad Equipo		
	Nivel de operacion	Disponibilidad de Repuestos	Impacto fallo a otros equipos	Frecuencia del Fallo		Perdida de tiempo por parada	Impacto en la Calidad del producto	Costo del Fallo	Costo de Reparacion					Riesgo de Accidente	Riesgo de Contaminacion
1	Manguera de Descarga Muestra	5	4	2	2	4	4	4	2	3	34	18	GENERAL	A	
2	Caldero	4	4	5	1	4	4	2	4	1	33	20	GENERAL	A	
3	Tuberia 8"	5	4	2	2	4	4	2	2	4	33	16	P. PROCESO	A	
4	Medidores de Flujo	5	4	2	4	4	2	4	1	1	31	17	P. PROCESO	A	
5	Balanzas	5	4	2	4	4	2	4	1	1	31	17	GENERAL	A	
6	Generador de Edificio	5	4	4	4	4	1	2	4	1	1	30	19	GENERAL	A
7	Generador de Planta	4	4	4	4	4	1	2	4	1	1	29	19	GENERAL	A
8	Secador 1	5	4	5	1	1	4	2	2	2	2	28	13	P. PROCESO	A
9	Secador 2	5	4	5	1	1	4	2	2	2	2	28	13	P. PROCESO	A
10	Compresor 1	5	2	5	2	2	4	2	2	2	1	27	15	P. PROCESO	A
11	Compresor 3	5	4	4	2	2	1	2	4	2	1	27	16	P. PROCESO	A
12	Motor SCI	5	4	1	2	1	1	4	4	5	1	28	17	GENERAL	B
13	Compresor 2	2	2	5	2	2	4	2	2	4	1	26	17	P. PROCESO	B
14	Montacarga 1	5	2	1	2	4	1	2	2	4	1	24	15	GENERAL	B
15	Montacarga 2	5	2	1	2	4	1	2	2	4	1	24	15	GENERAL	B
16	Motor Bomba Blender 1	2	2	2	2	4	4	2	4	1	1	24	15	P. PROCESO	B
17	Motor Bomba Blender 2	2	2	2	2	4	4	2	4	1	1	24	15	P. PROCESO	B
18	Motor Bomba Blender 3	2	2	2	2	4	4	2	4	1	1	24	15	P. PROCESO	B
19	Motor Bomba Blender 4	2	2	2	2	4	4	2	4	1	1	24	15	P. PROCESO	B
20	Selladora de Foil	2	4	1	4	4	1	2	4	1	1	24	16	P. PROCESO	B
21	Montacargas 3	5	2	1	2	4	1	2	2	4	1	24	15	GENERAL	B
22	Tapadora de Envases	5	4	1	2	4	1	2	2	1	1	23	12	P. PROCESO	B
23	Llenadora de Envases	5	4	1	2	2	2	2	2	1	1	22	10	P. PROCESO	B
24	Motor Mezclado OCP	5	4	1	2	2	2	2	2	1	1	22	10	P. PROCESO	B

	<b>CRITICIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
		<b>REVISIÓN:</b>	<b>0</b>
		<b>FECHA CREADA:</b>	

	EQUIPO	PRODUCCIÓN				CALIDAD	COSTO		SEGURIDAD		Total p+c+c+s	Total ffoe+ f.f.+ptpp+c.f.+c.r.r.c.	TIPO DE EQUIPO	Criticidad Equipo	
		Nivel de operacion	Disponibilidad de Repuestos	Impacto fallo a otros equipos	Frecuencia del Fallo	Perdida de tiempo por parada	Impacto en la Calidad del producto	Costo del Fallo	Costo de Reparacion	Riesgo de Accidente					Riesgo de Contaminacion
25	Codificadora Baldes	5	2	1	1	4	2	2	2	1	1	21	11	P. PROCESO	B
26	Motor Bomba Server 9	5	4	2	1	2	1	2	2	1	1	21	10	P. PROCESO	B
27	Eliminadores de Aire	4	2	2	2	4	1	2	2	1	1	21	13	P. PROCESO	B
28	Llenadora de Canecas	5	1	1	2	4	1	2	2	1	1	20	12	P. PROCESO	B
29	Tapadora de Canecas	5	1	1	2	4	1	2	2	1	1	20	12	P. PROCESO	B
30	Motor Tanque 1	2	4	2	1	2	1	2	4	1	1	20	12	GENERAL	B
31	Motor Tanque 2	2	4	2	1	2	1	2	4	1	1	20	12	GENERAL	B
32	Maquina de Llenado Tambores	5	4	1	1	2	1	2	2	1	1	20	9	P. PROCESO	B
33	Bomba Linea Tambores	5	4	1	1	2	1	2	2	1	1	20	9	P. PROCESO	B
34	Cortadora de Aditivo	5	4	1	1	2	1	2	2	1	1	20	9	P. PROCESO	B
35	codificadora Envases	5	2	1	1	2	2	2	2	1	1	19	9	P. PROCESO	B
36	Motor Recirculador OCP	2	4	1	1	2	1	2	4	1	1	19	11	P. PROCESO	B
37	motor Tanque 3	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
38	Motor Tanque 4	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
39	Motor Tanque 5	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
40	Motor Tanque 6	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
41	Motor Tanque 7	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
42	Motor Tanque 8	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
43	Motor Tanque 9	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
44	Motor Tanque 10	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
45	Motor Tanque 11	2	4	2	1	2	1	2	2	1	1	18	10	GENERAL	C
46	Bomba de Granel - Gantry	2	4	1	1	2	1	2	2	1	1	17	9	GENERAL	C

En este capítulo también se indica el impacto económico que genera la falta de mantenimiento, lo cual se traduce en una cantidad de ventas pérdidas por cada suceso negativo que ocurren en los equipos:

Varios Efectos por Falta de Mantenimiento	% de Pérdidas por mes	Costo por galón	Pérdida Económica por mes
Quiebras, Averías y Fallas	16%	23 USD	736.000 USD
Paradas NO programadas			
Ajustes de Setup			
Pequeñas paradas y ociosidades			

Por este motivo se necesita tener una solución efectiva que permita evitar todos los inconvenientes descritos en este capítulo, por lo que se propone realizar un sistema de control de gestión de mantenimiento.

# **CAPÍTULO 4**

## **4 DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

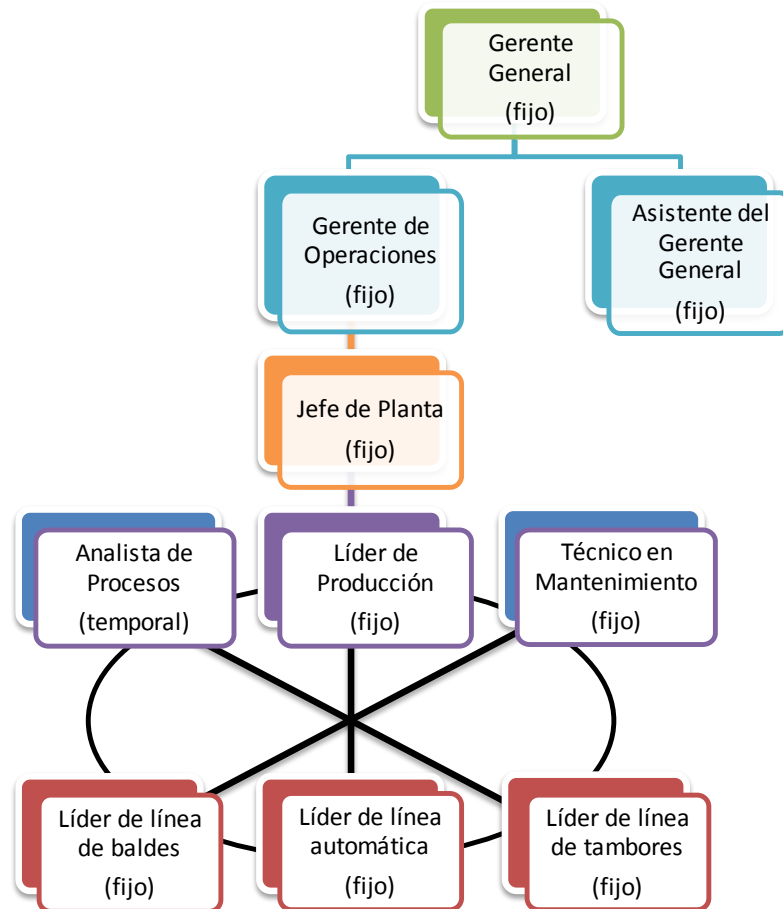
En este capítulo se diseña la estructura general y en detalle de los elementos básicos que se requieren previos a la formación del tablero de control, los cuales sirven para controlar el cumplimiento de los objetivos que se establecen para el mantenimiento dirigidos por un equipo líder, los mismos que deben estar alineados a la estrategia de la organización. Previo al desarrollo del tablero de control, se verifica el compromiso de la dirección y el convencimiento de los resultados que se esperan conseguir. Para esto, se establece un equipo líder que permite lograr una correlación directa entre los potenciales resultados y la adopción del sistema de control de gestión como proyecto propio para llevarse a cabo el cumplimiento de responsabilidades.

### **Determinación del Equipo Líder**

Se conforma de una parte gerencial, los operadores que participan en la línea piloto y el técnico de mantenimiento, quienes están para dar soporte que la gestión de mantenimiento sea exitosa. A todos ellos se suma un analista de procesos quien se encarga temporalmente en manejar el sistema y análisis de la iniciativa que se escoja más adelante, esto se realiza hasta que la cultura se mantenga con el equipo líder. De acuerdo a esto se determinan las responsabilidades del equipo que vemos a continuación:

- Administrar los objetivos con sus respectivos indicadores que se plantean.
- Manejar algún sistema de información que le permita realizar una buena gestión de mantenimiento.
- Utilizar alguna herramienta para el análisis y toma de decisiones.
- Alinear la gestión de mantenimiento con la estrategia organizacional.
- Invertir el tiempo requerido en el diseño e implementación del sistema de control de gestión de mantenimiento.
- Comunicar la estrategia a los demás niveles de la organización.
- Administrar mejor los recursos financieros y encontrar oportunidades de reducir costos.





**Figura 4.1 Equipo Líder**

#### 4.1 Diagnóstico mediante Análisis FODA

Para establecer las definiciones estratégicas de mantenimiento y alinearlas a la estrategia de la organización primero se realiza un análisis FODA.

A continuación se presente el análisis FODA para el área de mantenimiento:

### **Fortalezas**

- Tienen activos importantes y fuerza laboral capaz para formar un trabajo en equipo para la gestión de mantenimiento.
- Personal con buen nivel de experiencia sobre los equipos de la planta.
- Poseen una cultura de higiene o limpieza para las instalaciones de la planta.

### **Debilidades**

- Ausencia de un historial de fallas de los equipos de la planta, lo cual provoca importación de repuestos debido a fallas inesperadas.
- Falta de comunicación organizacional entre la parte administrativa y operativa debido a infraestructura de la planta.
- No hay indicadores de desempeño que permitan controlar la gestión de mantenimiento.

- Capacitaciones competitivas ausentes o débiles en temas técnicos o claves para el área operativa.

### **Oportunidades**

- Tener algún software de tecnología conocida que permita sostener el control del sistema.
- Establecer retos alcanzables que motive desarrollar capacidades competitivas.
- Posicionamiento en el mercado como una organización que cumple en la entrega a tiempo de sus productos.
- Entrenar al personal de operaciones y técnicos de la planta con el uso de un sistema de control de gestión junto con el personal administrativo.
- Consolidar un área operativa a base de una metodología estratégica que garantice un buen desempeño laboral.

### **Amenazas**

- Equipos parados por no realizar análisis de fallas.

- Dependier de contratistas para trabajos especiales de mantenimientos de los equipos críticos en algunas ocasiones.
- Dificultad para reducir las paradas no programadas de los equipos de la planta.
- Demora en producir de acuerdo a lo planificado por algún daño de un equipo.
- Insatisfacción del cliente por no recibir un pedido al tiempo establecido según la planificación de producción.

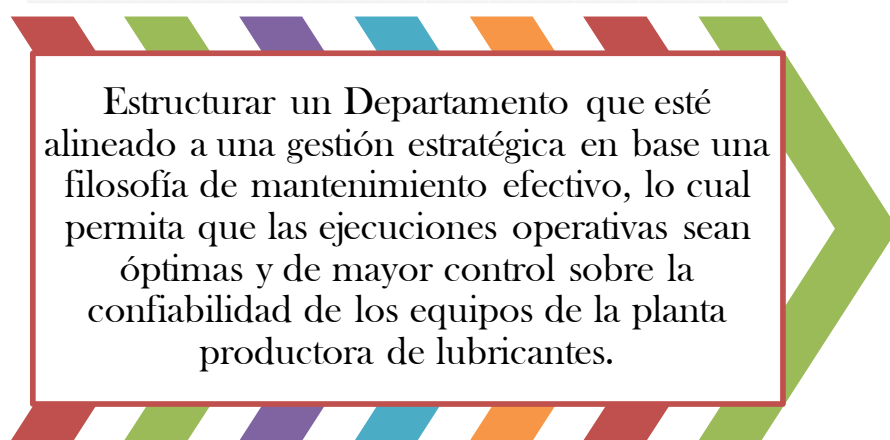


**Figura 4.2 Matriz FODA**

El representante de la dirección en consenso con el equipo líder se desarrolla una propuesta de valor que busca la estratégica en el que se elabora el mapa estratégico de para la gestión de mantenimiento ubicada en este capítulo posteriormente.

#### 4.2 Propuesta de Valor

Es la esencia o la razón por la cual da lugar a la gestión estratégica que engloba el área de mantenimiento:



### 4.3 Declaración de la misión, visión y valores

En colaboración con el equipo líder se despliega la estrategia de la organización enfocada a la gestión de mantenimiento, donde se establecen las definiciones de la misión, visión y valores como se presentan a continuación:

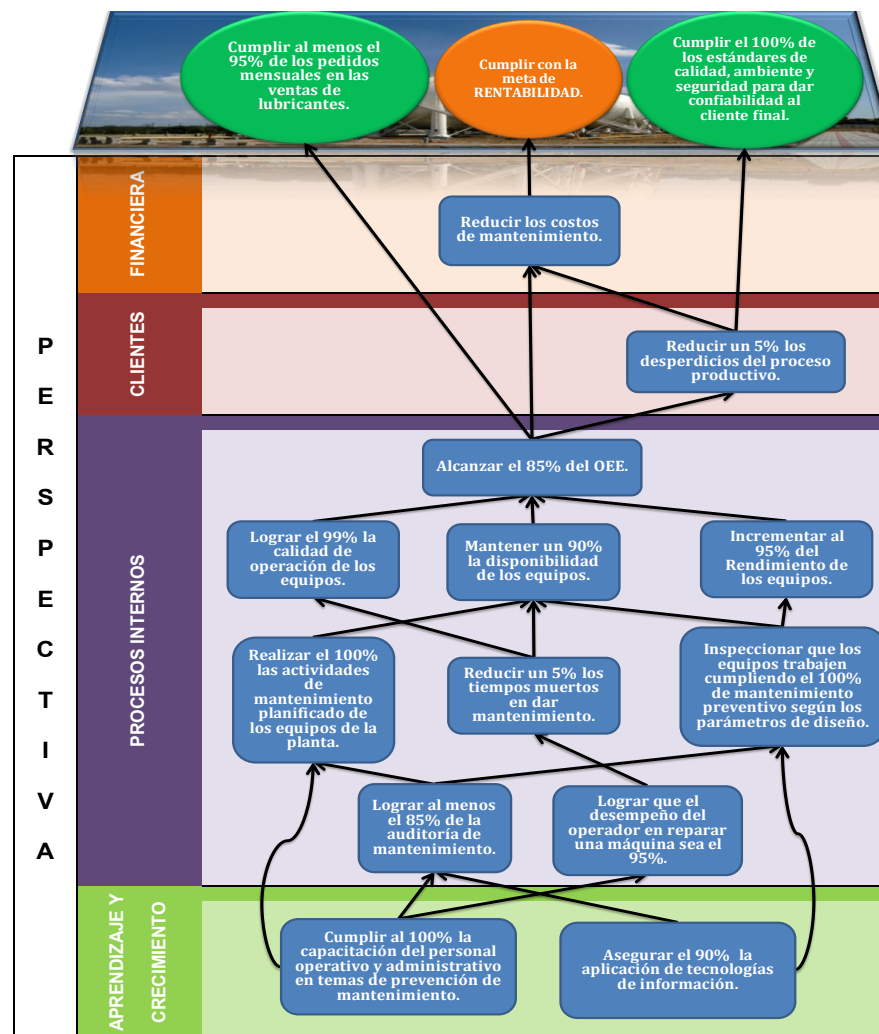


Figura 4.3 Declaración de la Misión, Visión y Valores

#### 4.4 Propuesta de Mapa Estratégico

Una vez establecidas las definiciones estratégicas para el área de mantenimiento y en vista de que la empresa ya posee un mapa estratégico organizacional, este se despliega para el área de mantenimiento el cual se observa a continuación:

**Tabla 4.1 Mapa Estratégico del Área de Mantenimiento**



#### 4.5 Diseño de Fichas de Indicadores

A continuación se presenta una Matriz de Fichas que van acorde a los objetivos del área de mantenimiento:

	OBJETIVOS	INDICADOR
1	Cumplir al 100% la capacitación del personal operativo y administrativo en temas de prevención de mantenimiento.	Cumplimiento del Plan de Capacitación
2	Asegurar un 90% la aplicación de tecnologías de información	Evaluación de la implementación del Sistema de Información
3	Reducir un 5% los tiempos muertos en dar mantenimiento.	% Tiempos muertos
4	Lograr que el desempeño del operador en reparar una máquina sea el 95%.	Desempeño del Operador en reparar Fallas
5	Lograr al menos el 85% de la auditoría de mantenimiento.	Auditoría del Departamento de Mantenimiento
6	Realizar el 100% las actividades de mantenimiento planificado de los equipos de la planta.	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento

**Figura 4.4 Objetivos e Indicadores del Área de Mantenimiento**

[del 1 al 6]



	OBJETIVOS	INDICADOR
7	Mantener un 90% la disponibilidad de los equipos.	Disponibilidad de los equipos
8	Incrementar al 95% del Rendimiento de los equipos.	Tasa de Rendimiento
9	Lograr el 99% la calidad de operación de los equipos.	Tasa de Calidad
10	Inspeccionar que los equipos trabajen cumpliendo el 100% de mantenimiento preventivo según los parámetros de diseño.	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo
11	Alcanzar el 85% del OEE.	Eficacia Global de los equipos
12	Reducir un 5% los desperdicios del proceso productivo.	% de Desperdicios
13	Reducir los Costos de Mantenimiento	Variación del Presupuesto de Mantenimiento

**Figura 4.5 Objetivos e Indicadores del Área de Mantenimiento**

**[del 7 al 13]**

Como se observa, cada objetivo ya tiene su propio indicador lo cual permite medir el cumplimiento del mismo.

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento del Plan de Capacitación			CÓDIGO:	F.I. 001
OBJETIVO:	Cumplir al 100% la capacitación del personal operativo y administrativo en temas de prevención de mantenimiento.			PERSPECTIVA:	APRENDIZAJE CRECIMIENTO
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$CPCA = \frac{\# \text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones planificadas}} \times 100\%$				
META:	90%	MÍNIMO:	80%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Registro de Asistencias				

**INACEPTABLE**  
<80%

**ACEPTABLE**  
80% - 90%

**EXCEPCIONAL**  
>90% - 100%

**Figura 4.6 Indicador N°1 - Cumplimiento del Plan de Capacitación**

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Evaluación de la implementación del Sistema de Información			CÓDIGO:	F.I. 002
OBJETIVO:	Asegurar un 90% la aplicación de tecnologías de información			PERSPECTIVA:	APRENDIZAJE CRECIMIENTO
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$EISI = \frac{\# \text{implementaciones ejecutadas del Sistema de Información}}{\# \text{implementaciones planificadas del Sistema de Información}} \times 100\%$				
META:	90%	MÍNIMO:	80%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Evaluación General del Sistema de Información				

**INACEPTABLE**  
<80%

**ACEPTABLE**  
80% - 90%

**EXCEPCIONAL**  
>90% - 100%

**Figura 4.7 Indicador N°2 – Evaluación de la implementación del Sistema de Información**

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	% Tiempos muertos			CÓDIGO:	F.I. 003
OBJETIVO:	Reducir un 5% los tiempos muertos en dar mantenimiento.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia abajo
FÓRMULA:	$\% TM = \frac{\text{Tiempos muertos}}{\text{Total de Tiempo de Operación}} \times 100 \%$				
META:	5%	MÍNIMO:	0%	MÁXIMO:	7%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Registros de Desperdicios				

INACEPTABLE

&gt;7%

ACEPTABLE

5% - 7%

EXCEPCIONAL

&lt;5%

Figura 4.8 Indicador N°3 - % Tiempos muertos

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Desempeño del Operador en reparar Fallas			CÓDIGO:	F.I. 004
OBJETIVO:	Lograr que el desempeño del operador en reparar una máquina sea el 95%.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$DOREF = \frac{\text{Tiempo promedio en reparar un equipo}}{\text{Tiempo real en reparar un equipo}} \times 100\%$				
META:	95%	MÍNIMO:	85%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Manual de Mantenimiento				

INACEPTABLE

&lt;85%

ACEPTABLE

85% - 95%

EXCEPCIONAL

&gt;95% - 100%

Figura 4.9 Indicador N°4 - Desempeño del Operador en reparar fallas

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Auditoría del Departamento de Mantenimiento			CÓDIGO:	F.I. 005
OBJETIVO:	Lograr al menos el 85% de la auditoría de mantenimiento.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$ADM = \% \text{ Total de las áreas del Dpto Mto}$				
META:	85%	MÍNIMO:	80%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Reporte de la Auditoría del Departamento de Mantenimiento				

INACEPTABLE

&lt;80%

ACEPTABLE

80% - 90%

EXCEPCIONAL

&gt;90% - 100%

Figura 4.10 Indicador N°5 - Auditoría del Departamento de Mantenimiento

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento			CÓDIGO:	F.I. 006
OBJETIVO:	Realizar el 100% las actividades de mantenimiento planificado de los equipos de la planta.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$CPM = \frac{\# \text{ acciones de mantenimiento realizadas}}{\# \text{ acciones de mantenimiento planificadas}} \times 100\%$				
META:	100%	MÍNIMO:	90%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Plan de Mantenimiento				

INACEPTABLE

&lt;90%

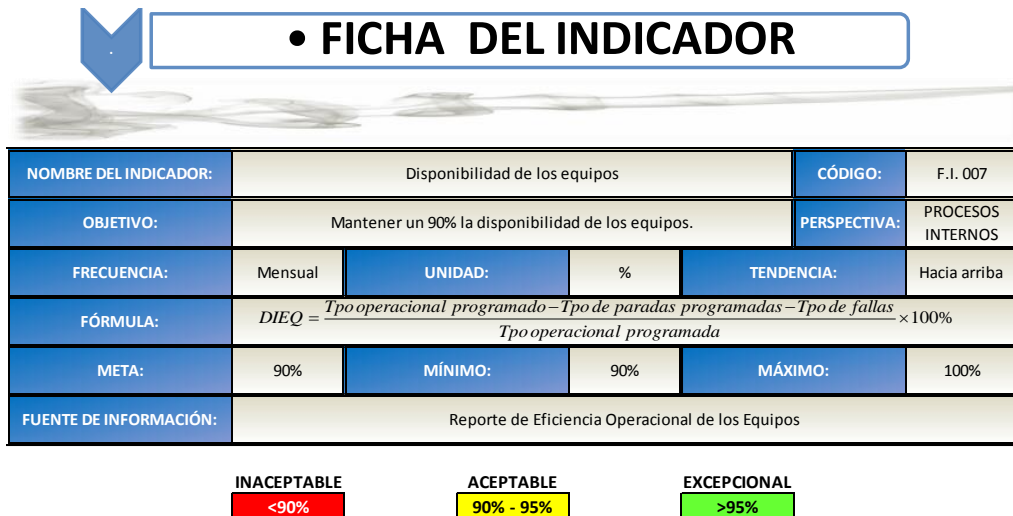
ACEPTABLE

90% - 99%

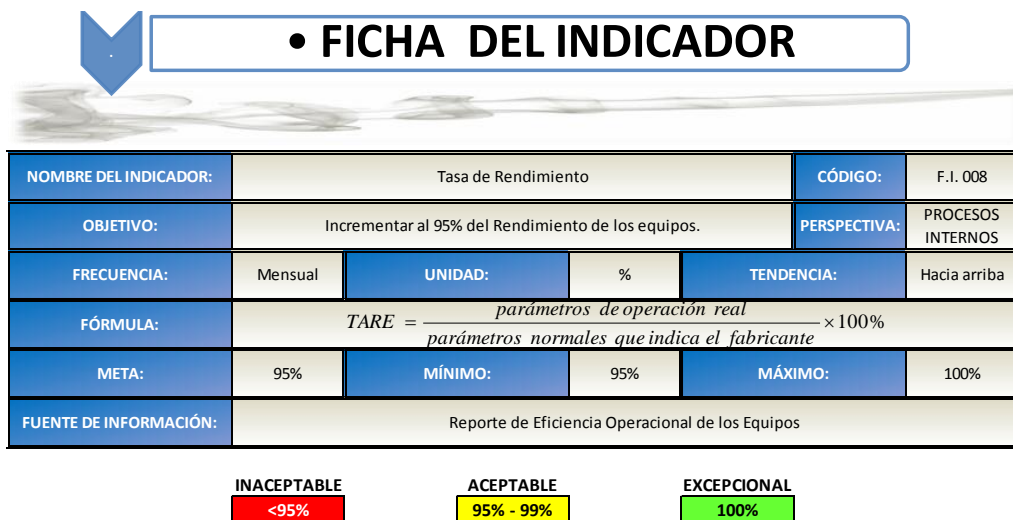
EXCEPCIONAL

100%

Figura 4.11 Indicador N°6 – Cumplimiento del Plan de Mantenimiento



**Figura 4.12 Indicador N°7 - Disponibilidad de los equipos**



**Figura 4.13 Indicador N°8 – Tasa de Rendimiento**

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tasa de Calidad			CÓDIGO:	F.I. 009
OBJETIVO:	Lograr el 99% la calidad de operación de los equipos.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$TACA = \frac{\text{parámetro real de salida}}{\text{parámetro de salida indicado por el fabricante}} \times 100\%$				
META:	99%	MÍNIMO:	95%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Reporte de Eficiencia Operacional de los Equipos				

INACEPTABLE

&lt;95%

ACEPTABLE

95% - 99%

EXCEPCIONAL

100%

Figura 4.14 Indicador N°9 - Tasa de Calidad

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo			CÓDIGO:	F.I. 010
OBJETIVO:	Inspeccionar que los equipos trabajen cumpliendo el 100% de mantenimiento preventivo según los parámetros de diseño.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$CUMP = \frac{\# \text{inspecciones ejecutadas}}{\# \text{inspecciones planificadas}} \times 100\%$				
META:	100%	MÍNIMO:	85%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Programa de Mantenimiento Preventivo				

INACEPTABLE

&lt;85%

ACEPTABLE

85% - 99%

EXCEPCIONAL

100%

Figura 4.15 Indicador N°10 – Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Eficacia Global de los equipos			CÓDIGO:	F.I. 011
OBJETIVO:	Alcanzar el 85% del OEE.			PERSPECTIVA:	PROCESOS INTERNOS
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$OEE = Disponibilidad\ de\ equipos\ (DIEQ) \times Tasa\ de\ Rendimiento\ (TARE) \times Tasa\ calidad\ (TACA)$				
META:	85%	MÍNIMO:	80%	MÁXIMO:	100%
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Registro de Eficiencia Operacional de equipos				

INACEPTABLE

&lt;80%

ACEPTABLE

80% - 85%

EXCEPCIONAL

&gt;85%

Figura 4.16 Indicador Nº 11 – Eficacia Global de los equipos

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	% de Desperdicios			CÓDIGO:	F.I. 012
OBJETIVO:	Reducir un 5% los desperdicios del proceso productivo.			PERSPECTIVA:	CLIENTE
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia abajo
FÓRMULA:	$\% DE = \frac{\# producción\ programada - \# producción\ real}{\# producción\ programada} \times 100\%$				
META:	5%	MÍNIMO:	1%	MÁXIMO:	5%
FUENTE DE INFORMACIÓN:					

INACEPTABLE

&gt;5%

ACEPTABLE

1% - 5%

EXCEPCIONAL

&lt;1%

Figura 4.17 Indicador Nº12 - % de Desperdicios

## • FICHA DEL INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR:	Variación del Presupuesto de Mantenimiento			CÓDIGO:	F.I. 013
OBJETIVO:	Reducir los Costos de Mantenimiento			PERSPECTIVA:	FINANCIERA
FRECUENCIA:	Mensual	UNIDAD:	\$	TENDENCIA:	Hacia arriba
FÓRMULA:	$VAPRE = \text{pre supuesto anterior} - \text{pre supuesto actual}$				
META:	\$ 500	MÍNIMO:	\$ 100	MÁXIMO:	\$ 1.000
FUENTE DE INFORMACIÓN:	Reporte de Gastos en Mantenimiento				

**INACEPTABLE**  
<\$100

**ACEPTABLE**  
\$100 - \$500

**EXCEPCIONAL**  
>\$500

**Figura 4.18 Indicador N° 13 – Variación del Presupuesto de Mantenimiento**

### 4.6 Diseño del Tablero de Control

**Tabla 4.2 Tablero de Control**

CÓDIGO	INDICADOR	FÓRMULA	META	MÍN.	MÁX.
G.T. 001	Cumplimiento del Plan de Capacitación	$CPCA = \frac{\# \text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones planificadas}} \times 100\%$	90%	80%	100%
G.T. 002	Evaluación de la implementación del Sistema de Información	$EISI = \frac{\# \text{implementaciones ejecutadas del Sistema de Información}}{\# \text{implementaciones planificadas del Sistema de Información}} \times 100\%$	90%	80%	100%
G.T. 003	% Tiempos muertos	$\% TM = \frac{\text{Tiempos muertos}}{\text{Total de Tiempo de Operación}} \times 100\%$	5%	0%	7%
G.T. 004	Desempeño del Operador en reparar Fallas	$DOREF = \frac{\text{Tiempo promedio en reparar un equipo}}{\text{Tiempo real en reparar un equipo}} \times 100\%$	95%	85%	100%
G.T. 005	Auditoría del Departamento de Mantenimiento	$ADM = \% \text{Total de las áreas del Dpto Mttto}$	85%	80%	100%
G.T. 006	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	$CPM = \frac{\# \text{acciones de mantenimiento realizadas}}{\# \text{acciones de mantenimiento planificadas}} \times 100\%$	100%	90%	100%



CÓDIGO	INDICADOR	FÓRMULA	META	MÍN.	MÁX.
G.T. 007	Disponibilidad de los equipos	$DIEQ = \frac{\text{Tpo operacional programado} - \text{Tpo de paradas programadas} - \text{Tpo de fallas}}{\text{Tpo operacional programada}} \times 100\%$	90%	90%	100%
G.T. 008	Tasa de Rendimiento	$TARE = \frac{\text{parámetros de operación real}}{\text{parámetros normales que indica el fabricante}} \times 100\%$	95%	95%	100%
G.T. 009	Tasa de Calidad	$TACA = \frac{\text{parámetro real de salida}}{\text{parámetro de salida indicado por el fabricante}} \times 100\%$	99%	95%	100%
G.T. 010	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo	$CUMP = \frac{\# \text{inspecciones ejecutadas}}{\# \text{inspecciones planificadas}} \times 100\%$	100%	85%	100%
G.T. 011	Eficacia Global de los equipos	$OEE = \text{Disponibilidad de equipos}(DIEQ) \times \text{Tasa de Rendimiento}(TARE) \times \text{Tasa calidad}(TACA)$	85%	80%	100%
G.T. 012	% de Desperdicios	$\% DE = \frac{\# \text{producción programada} - \# \text{producción real}}{\# \text{producción programada}} \times 100\%$	5%	1%	5%
G.T. 013	Variación del Presupuesto de Mantenimiento	$VAPRE = \text{presupuesto anterior} - \text{presupuesto actual}$	\$ 500	\$ 100	\$ 1.000

#### 4.7 Estrategias de Gestión de Mantenimiento

**Tabla 4.3 Relación entre modelo de gestión y herramienta de mantenimiento**

Para Administrar	Herramientas
Modelo de Gestión de Mantenimiento	RBI
Modelo de Gestión de Contratación de Servicios	RCM
Modelo de Planificación de Mantenimiento	ACR
Modelo de Gestión Metrológica	T.P.M.

#### ➤ Matriz de impacto de las iniciativas estratégicas

Con el fin de analizar cuál de las iniciativas tiene mayor impacto con los objetivos planteados se realiza la siguiente matriz de priorización:

**Tabla 4.4 Matriz de iniciativas estratégicas**

LA ESTRATEGIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO							
La selección de la estrategia principal a implementar será en base al mayor puntaje obtenido de acuerdo al criterio del Departamento de Mantenimiento, de manera que el resultado se visualizará en la siguiente hoja de "MATRIZ DE PRIORIZACIÓN".							
<p>* Por favor marque con el puntaje adecuado en la casilla correspondiente según el nivel de aplicación o relación, siendo:</p> <p><b>1= menos importante y 3= más importante</b></p>					HERRAMIENTAS PARA ADMINISTRAR ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO		
1	2	3					
			RBI	RCM	ACR	T.P.M.	PUNTAJE POR OBJETIVO
OBJETIVOS	Cumplir al 100% la capacitación del personal operativo y administrativo en temas de prevención de mantenimiento.	1	2	1	3	7	
	Reducir a "0" los tiempos muertos en mantenimiento.	1	3	1	2	7	
	Lograr que el operador repare una máquina en un tiempo establecido.	1	3	2	3	9	
	Garantizar en un 80% la eficiencia de la gestión administrativa.	2	2	2	3	9	
	Realizar el 100% las actividades de mantenimiento planificado de los equipos de la planta.	1	3	2	3	9	
	Mantener un 90% la disponibilidad de los equipos.	2	2	2	3	9	
	Incrementar al 95% del Rendimiento de los equipos.	2	3	2	3	10	
	Lograr el 99% la calidad de operación de los equipos.	2	3	1	3	9	
	Inspeccionar que los equipos trabajen cumpliendo el 100% de mantenimiento preventivo según los parámetros de diseño.	3	2	1	3	9	
	Alcanzar el 85% del OEE.	2	2	2	3	9	
	Reducir a "0" la cantidad de desperdicios del proceso productivo.	3	1	3	2	9	
	Reducir los Costos de Mantenimiento	1	3	2	2	8	
<b>PUNTAJE POR ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>							
			<b>21</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	

➤ **Resumen por puntaje de las iniciativas estratégicas**

ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE ALCANZADO
T.P.M. : Mantenimiento Productivo Total	33
RCM : Mantenimiento Basado en Confiabilidad	29
RBI : Inspección Basado en Riesgos	21
ACR : Análisis de Causa Raíz	21

Como resultado de este análisis se concluye que T.P.M. es la metodología que tiene mayor impacto al cumplimiento de los objetivos planteados.

	OBJETIVOS	INDICADOR	PILAR DEL TPM
1	Cumplir al 100% la capacitación del personal operativo y administrativo en temas de prevención de mantenimiento.	Cumplimiento del Plan de Capacitación	EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO
2	Asegurar un 90% la aplicación de tecnologías de información	Evaluación de la implementación del Sistema de Información	EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO
3	Reducir un 5% los tiempos muertos en dar mantenimiento.	% Tiempos muertos	MANTENIMIENTO DE CALIDAD
4	Lograr que el desempeño del operador en reparar una máquina sea el 95%.	Desempeño del Operador en reparar Fallas	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
5	Lograr al menos el 85% de la auditoría de mantenimiento.	Auditoría del Departamento de Mantenimiento	ÁREA ADMINISTRATIVA
6	Realizar el 100% las actividades de mantenimiento planificado de los equipos de la planta.	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	MANTENIMIENTO PLANIFICADO
7	Mantener un 90% la disponibilidad de los equipos.	Disponibilidad de los equipos	MEJORA ENFOCADA
8	Incrementar al 95% del Rendimiento de los equipos.	Tasa de Rendimiento	MEJORA ENFOCADA
9	Lograr el 99% la calidad de operación de los equipos.	Tasa de Calidad	MEJORA ENFOCADA
10	Inspeccionar que los equipos trabajen cumpliendo el 100% de mantenimiento preventivo según los parámetros de diseño.	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo	PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO
11	Alcanzar el 85% del OEE.	Eficacia Global de los equipos	MEJORA ENFOCADA
12	Reducir un 5% los desperdicios del proceso productivo.	% de Desperdicios	MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD
13	Reducir los Costos de Mantenimiento	Variación del Presupuesto de Mantenimiento	ÁREA ADMINISTRATIVA

# **CAPÍTULO 5**

## **5 IMPLEMENTACIÓN DE LA INICIATIVA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M.)**

La implementación tiene por finalidad lograr y optimizar el trabajo operativo para incrementar la cultura de mantenimiento del departamento y su productividad. De manera que inicia el diseño de los modelos o formatos que son necesarios para la buena gestión de mantenimiento, al igual que los indicadores de desempeño respectivos a cada pilar T.P.M.

Además de esto, para comprender mejor el proceso sistemático de esta filosofía se esquematiza en forma general un diagrama que contiene la interacción de los pilares, el cual se muestra a continuación:



**Figura 5.1 Diagrama de Relación entre los 8 pilares del T.P.M.**

Una vez comprendida la base de esta iniciativa estratégica, se concientiza que la sustentabilidad del T.P.M. depende del trabajo y tiempo que toma el mismo, por lo tanto, se hace referencia a los objetivos que se deben ejecutar aplicando esta filosofía, y son:

- Desarrollar un programa de implementación a largo plazo (3 a 5 años).

- Vender la idea de la importancia del T.P.M. a la Gerencia.
- Garantizar el ciclo de vida útil de los equipos de planta (Prevención del Mantenimiento).
- Mantener bajo control el ambiente de trabajo y sus instalaciones.
- Mejorar la eficiencia global de los equipos (Mejoras Enfocadas).
- Impulsar el Mantenimiento Autónomo.
- Entrenamiento y capacitación de personal operativo.
- Optimizar los recursos de Mantenimiento.
- Trabajo en equipo = Trabajo basado en Mantenimiento.
- Monitoreo de resultados para una mejora continua.

A continuación se plantea los objetivos enmarcados individualmente a cada pilar del T.P.M. que genera mayor compromiso y motivación del personal por parte del Departamento de Mantenimiento.

## **5.1 Mejoras enfocadas**

### **\*Pilar # 1**

Consiste en la medición que tiene la capacidad del OEE, diseñar un análisis de modo y efecto de falla que permita tener mayor control de los equipos, su productividad y eliminación de pérdidas.

### **Análisis de Modo y Efecto de Falla**

Esta herramienta sirve para identificar aspectos que causen variabilidad en las condiciones de un equipo lo que complementa la mejora enfocada.

A continuación los criterios de evaluación y el formato elaborado para el A.M.E.F.:

### **Grado de Severidad**

Para estimar el grado de severidad, se debe de tomar en cuenta el efecto de la falla del equipo. Se utiliza una escala del 1 al 10: el "1"

indica una consecuencia que no tiene efecto. El “10” indica una consecuencia extrema que puede dañar al equipo o al operador.

**Tabla 5.1 Criterios del Grado de Severidad**

Severidad	Calificación	Criterios
Nula	1	No hay efecto
Baja	2	Los defectos pueden ser retrabajados en el lugar. Defecto menor identificado por un cliente observador.
	3	Ajuste y Acabado / Artículo con chillido o ruido. Defecto menor identificado por algunos clientes.
Moderado	4	Defecto menor identificado por casi todos los clientes. El producto requiere clasificación y algo de retrabajo.
	5	Interrupción menor en la producción. 100% de retrabajo. Desempeño reducido de la función secundaria.
	6	Interrupción menor en la producción. Algo de desperdicio. Pérdida del desempeño de la función secundaria.
Alta	7	Reducción del desempeño de la función primaria. El equipo requiere clasificación. Algo de desperdicio.
	8	Interrupción mayor de la línea de producción. Pérdida de la función primaria, 100% de desperdicio.
Extrema	9	Puede dañar la máquina o al operador. Peligro con advertencia.
	10	Puede dañar la máquina o al operador. Peligro sin advertencia.

### Grado de Ocurrencia

Se estima el grado de ocurrencia debido a la causa de la falla potencial. Se utiliza una escala de evaluación del 1 al 10. El “1” indica remota probabilidad de ocurrencia, el “10” indica muy alta probabilidad de ocurrencia.



**Tabla 5.2 Criterios del Grado de Ocurrencia**

Ocurrencia	Calificación	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	La Falla es improbable. No existen fallas asociadas con procesos casi idénticos.	< 1 en 1,500,000
Muy Baja	2	El proceso no está bajo control estadístico pero con fallas aisladas. Procesos previos tienen fallas.	1 en 150,000
Baja	3	El proceso está bajo control estadístico.	1 en 15,000
Moderada	4	El proceso está en control estadístico con fallas aisladas. Procesos previos tienen fallas.	1 en 2,000
	5		1 en 400
	6		1 en 80
Alta	7	El proceso no está en control estadístico. Procesos similares	1 en 20
	8		1 en 8
Muy Alta	9	La falla es casi inevitable	1 en 3
	10		>1 en 2

### Grado de Detección

Se estima también la probabilidad de que el modo de falla potencial sea detectado antes de que llegue al cliente. El “1” indica muy alta probabilidad de que la falla se pueda detectar. El “10” indica que es muy baja que el control detecte la falla.

**Tabla 5.3 Criterios del Grado de Detección**

Detección	Calificación	Criterio	Probabilidad de detección de la falla.
Muy Alta	1	El proceso detecta automáticamente la falla. Los controles casi siempre detectará una falla.	1 en 10,000
	2		1 en 5,000
Alta	3	Los controles tienen una buena oportunidad de detectar la existencia de una falla.	1 en 2,000
	4		1 en 1,000
Moderado	5	Los controles pudieran detectar la existencia de una falla.	1 en 500
	6		1 en 200
	7		1 en 100
Baja	8	Los controles tienen una remota posibilidad de detectar la falla.	1 en 50
	9		1 en 20
Muy Baja	10	No se conocen controles disponibles para detectar el modo de fallas.	1 en 10

### Formato A.M.E.F. elaborado

Este formato sirve para el análisis de modo y efecto de falla, el mismo que contiene:

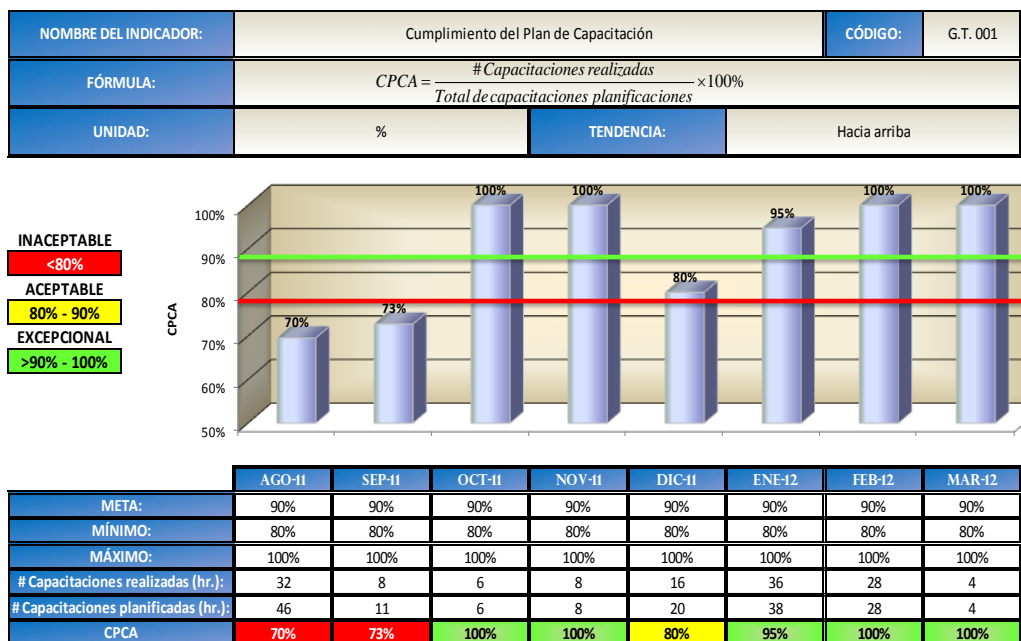
- Equipo o Proceso.
- Función del Equipo o Proceso
- Componente o pieza del equipo que presenta la falla.
- Modo de falla potencial, es decir, la manera en que el componente del equipo puede fallar en satisfacer los requisitos y propósitos del equipo o proceso.

- El efecto potencial de la falla, describe las consecuencias en términos de lo que el usuario o el equipo pueda experimentar.
- La causa potencial de la falla que hace referencia al cómo pudo haber ocurrido la falla y se describe en términos de algo que pueda ser corregido y controlado.
- Los controles actuales existentes para cada una de las fallas presentadas.
- Las acciones correctivas a llevar a cabo que reducen la falla, y
- El responsable.

El análisis realizado con los equipos parte de la prueba piloto se presentan en el Anexo A.

### ➤ Indicadores y Gráficas de Tendencia

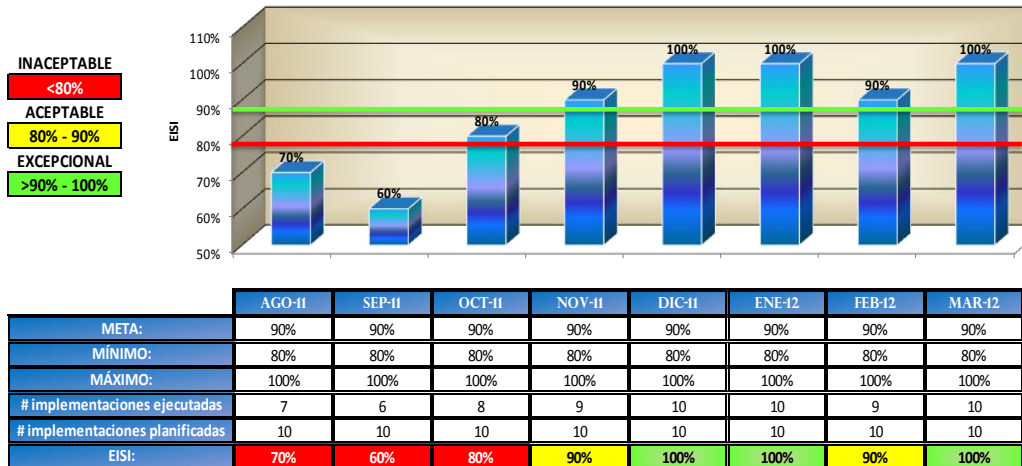
A partir de los indicadores definidos en el Capítulo 3, se analizan los resultados con el fin de conocer la mejora del sistema a través de estos. Los cálculos se lo aprecie mejor en el Anexo B.



**Gráfica de Tendencia 5.1 – Cumplimiento del Plan de Capacitación**

La gráfica de tendencia # 1, muestra el cumplimiento del Plan de Capacitaciones, de manera que evidencia las horas invertidas en estudiar temas de mantenimiento y técnicas operativas.

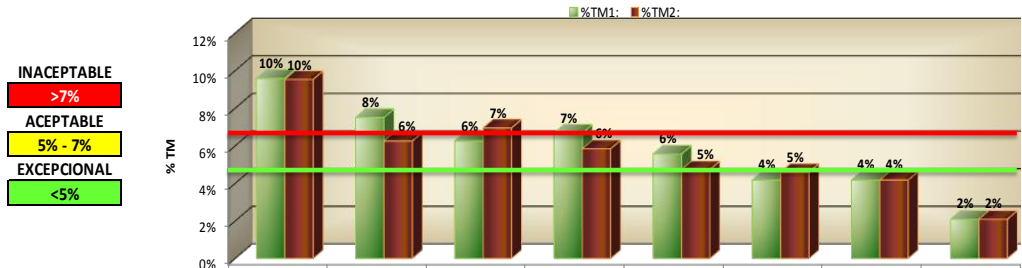
NOMBRE DEL INDICADOR:	Evaluación de la implementación del Sistema de Información	CÓDIGO:	G.T. 002
FÓRMULA:	$EISI = \frac{\#implementaciones\ ejecutadas\ del\ Sistema\ de\ Información}{\#implementaciones\ planificadas\ del\ Sistema\ de\ Información} \times 100\%$		
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba



### Gráfica de Tendencia 5.2 – Evaluación de la implementación del Sistema de Información

La gráfica de tendencia # 2, muestra la evaluación de la implementación del sistema de información para el Departamento de Mantenimiento, la misma que permite ver el nivel de inspección y utilización por parte del área operativa como también el aporte al cambio positivo de la cultura de mantenimiento, vea más en el Anexo C.

NOMBRE DEL INDICADOR:	% Tiempos muertos		CÓDIGO:	G.T. 003
FÓRMULA:	$\% TM = \frac{\text{Tiempos muertos}}{\text{Total de Tiempo de Operación}} \times 100 \%$			
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia abajo	

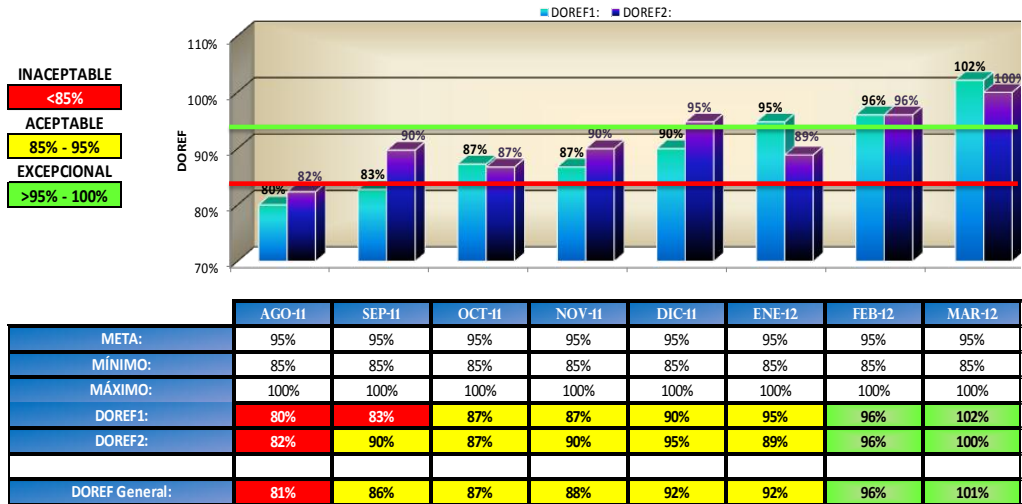


	AGO-11	SEP-11	OCT-11	NOV-11	DIC-11	ENE-12	FEB-12	MAR-12
META:	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
MÍNIMO:	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MÁXIMO:	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
%TM1:	10%	8%	6%	7%	6%	4%	4%	2%
%TM2:	10%	6%	7%	6%	5%	5%	4%	2%
% TM General:	10%	7%	7%	6%	5%	4%	4%	2%

**Gráfica de Tendencia 5.3 – %Tiempos muertos**

La gráfica de tendencia # 3, muestra el porcentaje de Tiempos muertos cuando se ejecuta el mantenimiento, de manera que se evidencia con el paso de los meses que existe mayor control sobre el tiempo que toma las actividades de mantenimiento en los equipos designados para la prueba piloto.

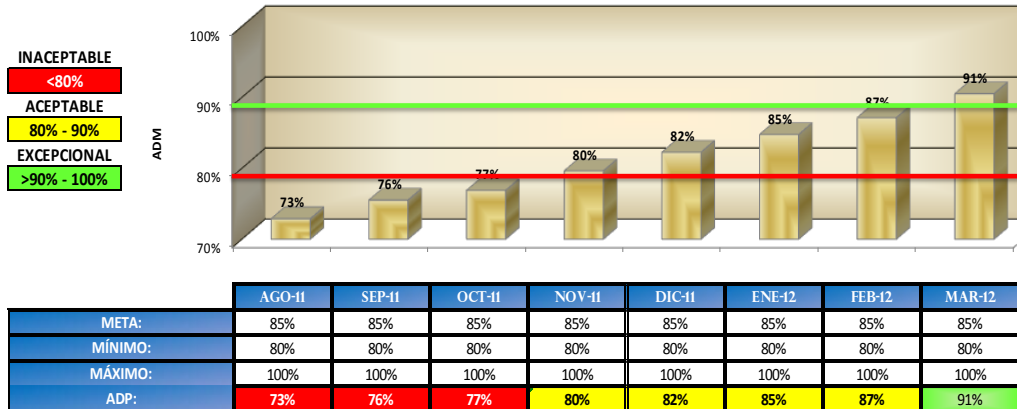
NOMBRE DEL INDICADOR:	Desempeño del Operador en reparar Fallas		CÓDIGO:	G.T. 004
FÓRMULA:	$DOREF = \frac{\text{Tiempo promedio en reparar un equipo}}{\text{Tiempo real en reparar un equipo}} \times 100\%$			
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba	



**Gráfica de Tendencia 5.4 – Desempeño del Operador en reparar Fallas**

La gráfica de tendencia # 4, muestra el Desempeño del Operador en reparar Fallas, lo mismo quiere decir la evolución de las habilidades o capacidades del operador en generar soluciones inmediatas y acorde al tiempo promedio con que se debe atender un equipo, logrando en este caso muy buen desempeño y regularidad durante el lapso del proyecto.

NOMBRE DEL INDICADOR:	Auditoría del Departamento de Mantenimiento		CÓDIGO:	G.T. 005
FÓRMULA:	$ADP = \% \text{ Total de las áreas del Dpto Mto}$			
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba	

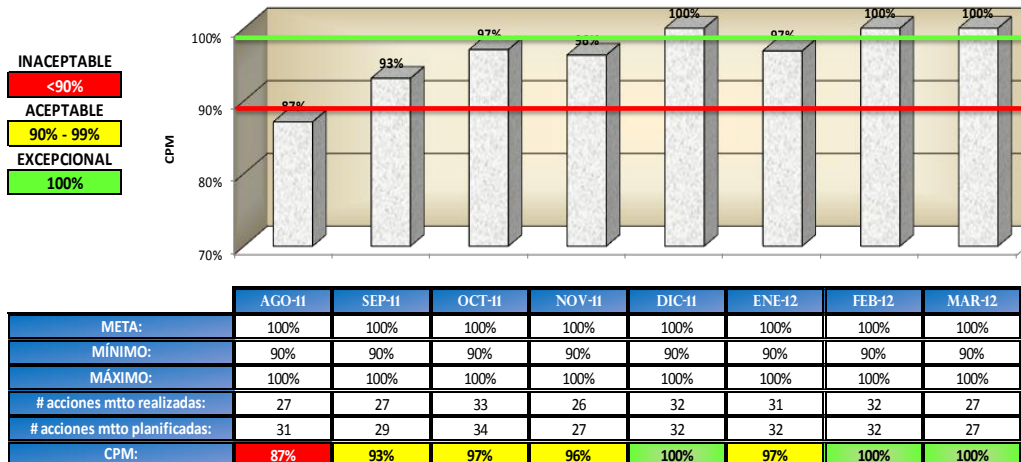


**Gráfica de Tendencia 5.5 – Auditoría del Departamento de Mantenimiento**

La gráfica de tendencia # 5, muestra la Auditoría del Departamento de Mantenimiento, que consta de algunas características fundamentales que están integradas para lograr un alto nivel de compromiso en la gestión de mantenimiento. Este indicador desde otro punto de vista enmarca la gestión técnica, administrativa y de talento humano que son bases vitales que aseguran la aplicación de la metodología del T.P.M.

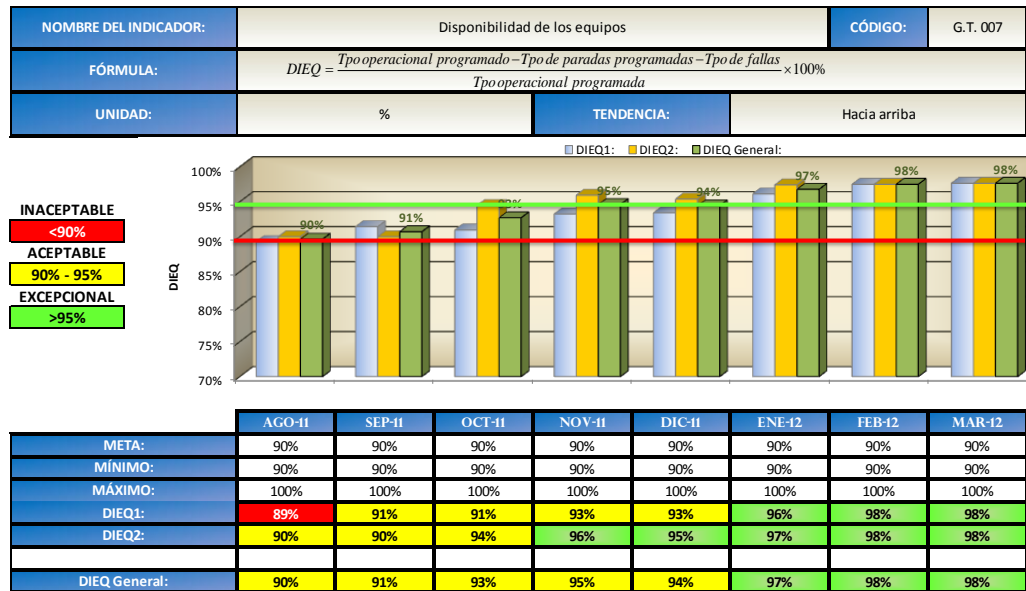


NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	CÓDIGO:	G.T. 006
FÓRMULA:	$CPM = \frac{\# \text{ acciones de mantenimiento realizadas}}{\# \text{ acciones de mantenimiento planificadas}} \times 100\%$		
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba



### Gráfica de Tendencia 5.6 – Cumplimiento del Plan de Mantenimiento

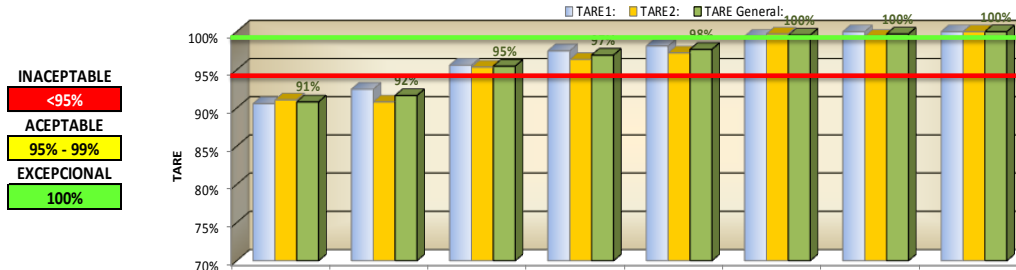
La gráfica de tendencia # 6, muestra el Cumplimiento del Plan de Mantenimiento, donde se evidencia el nivel de responsabilidad con las acciones de trabajo que hay que hacer a los equipos de planta, teniendo muy presente la colaboración puntual del equipo líder como los técnicos u operadores para la ejecución del plan propuesto. En este caso, se evidencian logros importantes por la predisposición que se siembra en la gestión de mantenimiento como se verifica que a partir del mes de Septiembre 2011 hay un comportamiento aceptable.



### Gráfica de Tendencia 5.7 – Disponibilidad de los equipos

La gráfica de tendencia # 7, muestra el comportamiento de la Disponibilidad de los equipos (prueba piloto), este indicador ayuda a medir o cuantificar el efecto de los ajustes de mantenimiento como aspecto positivo o de las fallas inesperadas como aspecto negativo. A pesar de los criterios mencionados, la gráfica evidencia el mejoramiento continuo de los equipos alcanzando un estado excepcional a partir del mes de Enero 2012, siendo un buen comienzo para el presente año.

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tasa de Rendimiento		CÓDIGO:	G.T. 008
FÓRMULA:	$TARE = \frac{\text{parámetros de operación real}}{\text{parámetros normales que indica el fabricante}} \times 100\%$			
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba	

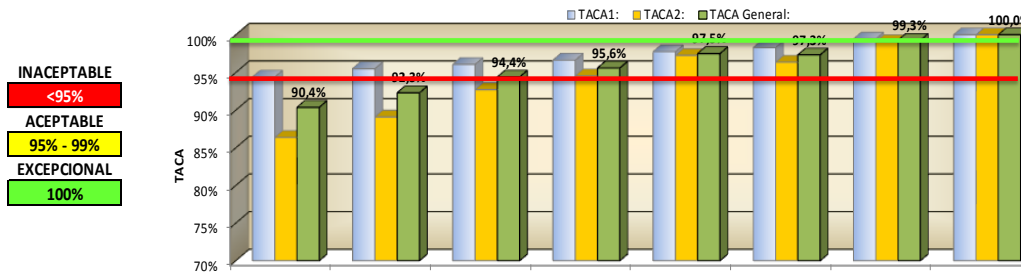


	AGO-11	SEP-11	OCT-11	NOV-11	DIC-11	ENE-12	FEB-12	MAR-12
META:	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
MÍNIMO:	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
MÁXIMO:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TARE1:	91%	92%	96%	98%	98%	99%	100%	100%
TARE2:	91%	91%	95%	96%	97%	100%	99%	100%
TARE General:	91%	92%	95%	97%	98%	100%	100%	100%

**Gráfica de Tendencia 5.8 – Tasa de Rendimiento**

La gráfica de tendencia # 8, muestra el comportamiento de la Tasa de Rendimiento de los equipos (prueba piloto), por medio de este se conoce las situaciones en que el equipo está funcionando en base a los parámetros o datos operacionales acordes a los sugeridos por el fabricante. Al principio se observa un estado inaceptable, a pesar de esto se refleja los cambios de estado que son positivos con el transcurso de los meses , de manera que al final del estudio se logra un buen rendimiento de los equipos.

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tasa de Calidad	CÓDIGO:	G.T. 009
FÓRMULA:	$TACA = \frac{\text{parámetro real de salida}}{\text{parámetro de salida indicado por el fabricante}} \times 100\%$		
UNIDAD:		TENDENCIA:	

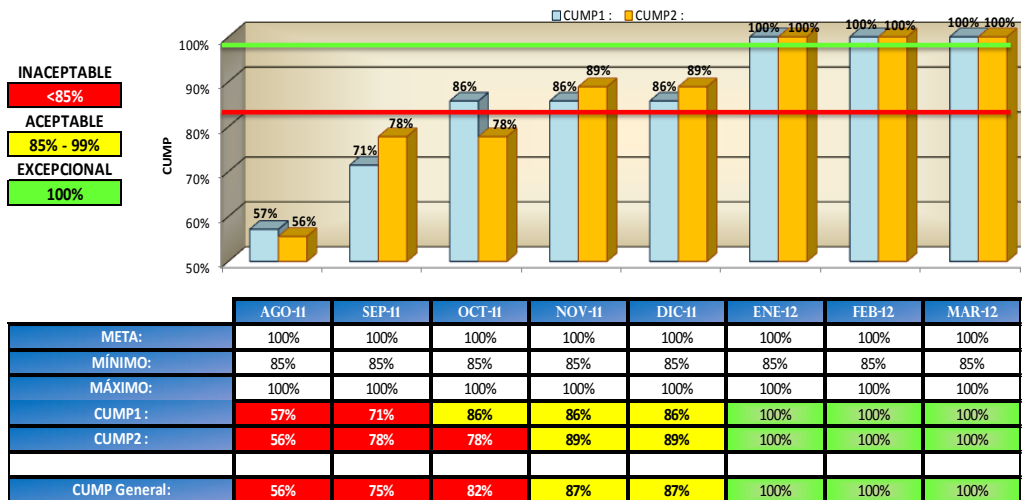


	AGO-11	SEP-11	OCT-11	NOV-11	DIC-11	ENE-12	FEB-12	MAR-12
META:	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
MÍNIMO:	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
MÁXIMO:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TACA1:	94,4%	95,5%	96,1%	96,6%	97,8%	98,3%	99,4%	100,0%
TACA2:	86,4%	89,1%	92,7%	94,5%	97,3%	96,4%	99,1%	100,0%
TACA General:	90,4%	92,3%	94,4%	95,6%	97,5%	97,3%	99,3%	100,0%

**Gráfica de Tendencia 5.9 – Tasa de Calidad**

La gráfica de tendencia # 9, muestra el comportamiento de la Tasa de Calidad de los equipos (prueba piloto), el cual mide el porcentaje del producto conforme, y se utiliza para medir el impacto que tiene el mantenimiento de los equipos en la calidad del producto.

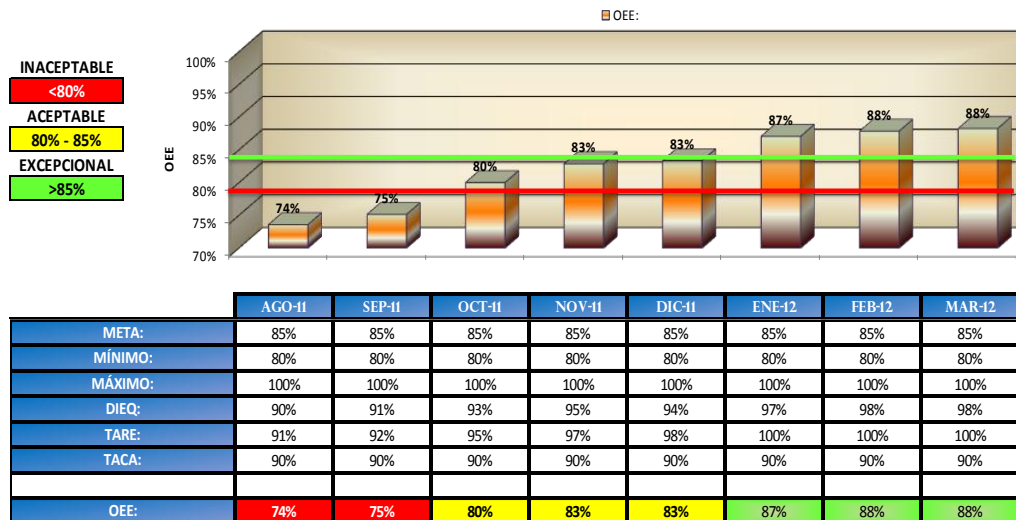
NOMBRE DEL INDICADOR:	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo	CÓDIGO:	G.T. 010
FÓRMULA:	$CUMP = \frac{\#inspecciones\ ejecutadas}{\#inspecciones\ planificadas} \times 100\%$		
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba



**Gráfica de Tendencia 5.10 – Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo**

La gráfica de tendencia # 10, muestra el comportamiento del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo por medio de las inspecciones realizadas para aumentar la vida útil de los equipos (prueba piloto) de planta. A través de esta práctica se puede verificar constantemente el estado de los componentes o mecanismos de un equipo, de manera que se observa en la gráfica un cambio lento pero seguro de asimilar una cultura de prevención dado por el sistema.

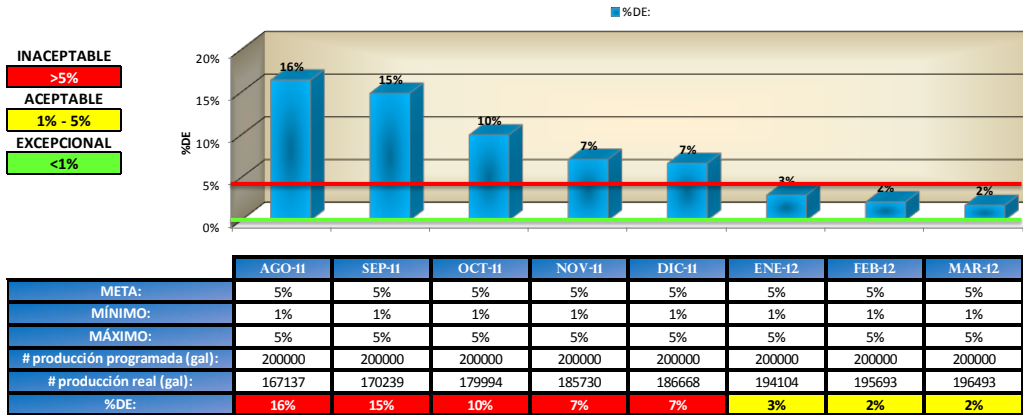
NOMBRE DEL INDICADOR:	Eficacia Global de los equipos		CÓDIGO:	G.T. 011
FÓRMULA:	$OEE = Disponibilidad\ de\ equipos\ (DIEQ) \times Tasa\ de\ Rendimiento\ (TARE) \times Tasa\ calidad\ (TACA)$			
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba	



### Gráfica de Tendencia 5.11 – Eficiencia Global de los Equipos

La gráfica de tendencia # 11, muestra el comportamiento de la Eficiencia Global de los equipos (OEE - prueba piloto), la misma que es la multiplicación de lo obtenido en: Disponibilidad \* Rendimiento \* Calidad, que permite conocer cuán eficiente es un equipo. Según los datos obtenidos del gráfico el valor del OEE fue creciendo a partir del mes de Septiembre 2011, tomando en cuenta que el rendimiento es la variable que mayor aporte da para alcanzar el objetivo planteado en los tres últimos meses del estudio.

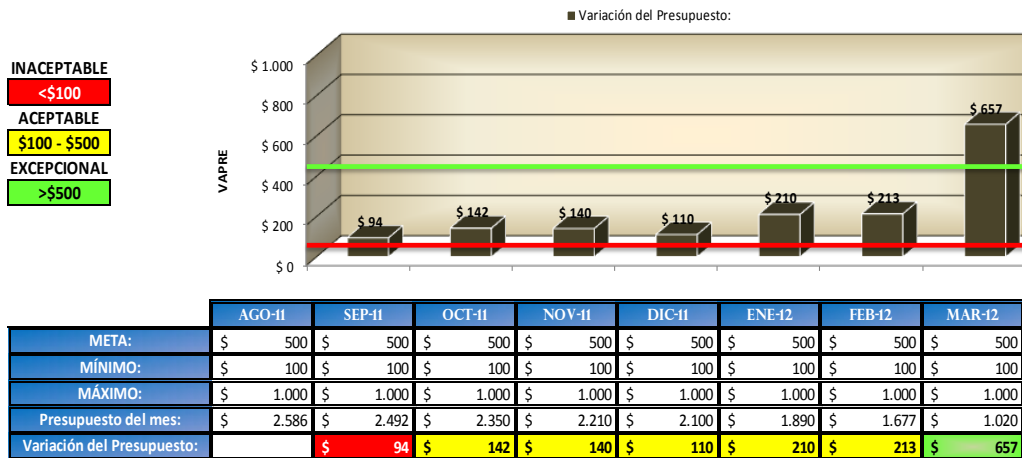
NOMBRE DEL INDICADOR:	% de Desperdicios		CÓDIGO:	G.T. 012
FÓRMULA:	$\% DE = \frac{\# producción programada - \# producción real}{\# producción programada} \times 100\%$			
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia abajo	



**Gráfica de Tendencia 5.12 – % de Desperdicios**

La gráfica de tendencia # 12, muestra el nivel porcentual de desperdicios que surge dentro de una cantidad de producción programada, para lo cual se relaciona que el volumen a producir depende de la eficiencia global de los equipos de manera que a medida que el OEE aumenta, se reduce el nivel de desperdicios como se observa en la gráfica.

NOMBRE DEL INDICADOR:	Variación del Presupuesto de Mantenimiento		CÓDIGO:	G.T. 013
FÓRMULA:	$VAPRE = \text{presupuesto anterior} - \text{presupuesto actual}$			
UNIDAD:	\$	TENDENCIA:	Hacia arriba	



### Gráfica de Tendencia 5.13 – Variación del Presupuesto de Mantenimiento

La gráfica de tendencia # 13 refleja la variación del presupuesto que se estima mensualmente para el área de mantenimiento. Dado el caso que se busca reducir costos, se cuantifica en magnitud el ahorro que puede surgir a medida que se identifique mejor las inversiones necesarias para ejecutar actividades de mantenimiento a los equipos de planta. De esta manera, se evidencia que al final del estudio se logra un ahorro significativo entre el mes de Febrero y Marzo del 2012.



➤ **Tablero de Control del Área de Mantenimiento**

Posterior a la implementación de las fichas de indicadores se presenta la compilación de los datos obtenidos por medio de un tablero de control que nos permite realizar el seguimiento de los indicadores para llevar a cabo un control de los mismos.

CÓDIGO	INDICADOR	FÓRMULA	META	MÍN.	MÁX.	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
G.T. 001	Cumplimiento del Plan de Capacitación	$CPCA = \frac{\# \text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones planificadas}} \times 100\%$	90%	80%	100%	70%	73%	100%	100%	80%	95%	100%	100%
G.T. 002	Evaluación de la implementación del Sistema de Información	$EISI = \frac{\# \text{implementaciones ejecutadas del Sistema de Información}}{\# \text{implementaciones planificadas del Sistema de Información}} \times 100\%$	90%	80%	100%	70%	60%	80%	90%	100%	100%	90%	100%
G.T. 003	% Tiempos muertos	$\% TM = \frac{\text{Tiempos muertos}}{\text{Total de Tiempo de Operación}} \times 100\%$	5%	0%	7%	10%	7%	7%	6%	5%	4%	4%	2%
G.T. 004	Desempeño del Operador en reparar Fallas	$DOREF = \frac{\text{Tiempo promedio en reparar un equipo}}{\text{Tiempo real en reparar un equipo}} \times 100\%$	95%	85%	100%	81%	86%	87%	88%	92%	92%	96%	101%
G.T. 005	Auditoría del Departamento de Mantenimiento	$ADM = \% \text{Total de las áreas del Dpto Mto}$	85%	80%	100%	73%	76%	77%	80%	82%	85%	87%	91%
G.T. 006	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	$CPM = \frac{\# \text{acciones de mantenimiento realizadas}}{\# \text{acciones de mantenimiento planificadas}} \times 100\%$	100%	90%	100%	87%	93%	97%	96%	100%	97%	100%	100%
G.T. 007	Disponibilidad de los equipos	$DREQ = \frac{\text{Tipo operacional programado} - \text{Tipo de paradas programadas} - \text{Tipo de fallas}}{\text{Tipo operacional programada}} \times 100\%$	90%	90%	100%	90%	91%	93%	95%	94%	97%	98%	98%
G.T. 008	Tasa de Rendimiento	$TARE = \frac{\text{parámetros de operación real}}{\text{parámetros normales que indica el fabricante}} \times 100\%$	95%	95%	100%	91%	92%	95%	97%	98%	100%	100%	100%
G.T. 009	Tasa de Calidad	$TACA = \frac{\text{parámetro real de salida}}{\text{parámetro de salida indicado por el fabricante}} \times 100\%$	99%	95%	100%	90%	92%	94%	96%	98%	97%	99%	100%
G.T. 010	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo	$CUMP = \frac{\# \text{inspecciones ejecutadas}}{\# \text{inspecciones planificadas}} \times 100\%$	100%	85%	100%	56%	75%	82%	87%	87%	100%	100%	100%
G.T. 011	Eficacia Global de los equipos	$OEE = \text{Disponibilidad de equipos (DREQ)} \times \text{Tasa de Rendimiento (TARE)} \times \text{Tasa calidad (TACA)}$	85%	80%	100%	74%	75%	80%	83%	83%	87%	88%	88%
G.T. 012	% de Desperdicios	$\% DE = \frac{\# \text{producción programada} - \# \text{producción real}}{\# \text{producción programada}} \times 100\%$	5%	1%	5%	16%	15%	10%	7%	7%	3%	2%	2%
G.T. 013	Variación del Presupuesto de Mantenimiento	$VAPRE = \text{pre sup uesto anterior} - \text{pre sup uesto actual}$	\$ 500	\$ 100	\$ 1.000		\$ 94	\$ 142	\$ 140	\$ 110	\$ 210	\$ 213	\$ 657

➤ **Monitoreo y Control**

El éxito de un Sistema de Control de Gestión consiste no solo en lograr su implementación, sino también en darle un seguimiento adecuado una vez que se ha conseguido que la iniciativa estratégica sea parte del día a día de la empresa para evitar caer en estado de inercia.

El monitoreo y control es responsabilidad directa del Equipo Líder del desarrollo de la Gestión de Mantenimiento de la empresa para ello se realizan reuniones periódicas programadas y no programadas, de acuerdo a las necesidades y en base a los resultados que se van presentando en donde el fin es realizar análisis de los desvíos o problemas encontrados y definir su causa raíz para proponer un plan de acción con las soluciones propuestas.

El Tablero de Control por perspectivas como resumen de los resultados de las diferentes fichas de indicadores, constituye una herramienta fundamental para el Monitoreo y Control ya que muestra en forma compactada el estado del Sistema de Control de Gestión el cual facilita el análisis de los mismos.

Luego del análisis del Tablero de Control se debe generar un formato de revisión de indicadores fuera de control, es decir aquellos que sus

resultados son inaceptables, cuyo objetivo es describir la no conformidad encontrada con todos los detalles necesarios de tal forma que facilite la información para realizar el Análisis de Fallas propuesto posteriormente.

Para este tipo de registros se establece el siguiente formato:

<b>REGISTRO DE INDICADORES FUERA DE CONTROL</b>			
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>INDICADOR:</b>	% Desperdicios		
<b>OBJETIVO:</b>	Reducir un 5% los desperdicios del proceso productivo		
<b>META:</b>	5%		
<b>DATO FUERA DE CONTROL:</b>	16%		
<b>RESPONSABLE:</b>	Jefe de Planta		
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	29-jul-11		
<b>DETALLE</b>			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se evidencia como tal todo aquello que sobra o rechaza, el cual queda inservible para el trabajo acorde que se requiere la buena producción programada.		
	En este hecho particular la falta de eficiencia operacional está afectando al sistema productivo en generar productos defectuosos y retrasos de producción.		
<b>CAUSAS POSIBLES:</b>	1. La falta de eficiencia global de los equipos genera pérdidas en la cantidad de producción programada.		
	2. No cumplir con el mantenimiento planificado y prevención de los equipos, provoca que los equipos estén expuestos a que ocurran fallas inesperadas.		
<b>ACCIONES INMEDIATAS</b>			
	<b>ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FECHA</b>
	1. Realizar inspecciones planificadas según lo que requiera cada equipo.	Equipo Líder	ago-11
	2. Ejecutar a tiempo las acciones planificadas de mantenimiento.	Técnico de Mantenimiento	ago-11
			Lograr mejoras Incrementar OEE
<b>IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE ANÁLISIS DE FALLA</b>			
	Conocer las paradas de los equipos, tiempos muertos o las reparaciones, los cuales deben mantenerse al mínimo. Mitigando estos aspectos podemos lograr una mayor confiabilidad de los equipos o activos de la planta como mejor gestión en el mantenimiento.		

**Figura 5.2 Registro de Indicadores fuera de control**

Para las reuniones programadas se propone un plan de revisión por indicador.

CRONOGRAMA DE REUNIONES DE REVISIÓN DE INDICADORES			
DATOS GENERALES			
FECHA DE ELABORACIÓN:	22/07/2011		
RESPONSABLE:	Gerente de Operaciones - Jefe de Planta		
INTEGRANTES:	Líder de línea de baldes		
	Líder de línea automática		
	Líder de línea de tambores		
	Técnico de Mantenimiento		
DETALLE			
INDICADOR	MES	RESPONSABLE(S)	OBSERVACIÓN
Cumplimiento del Plan de Capacitación	AGOSTO	Asistente de Gerente General	
Evaluación de la implementación del Sistema de Información		Analista de Procesos	
% Tiempos muertos	SEPTIEMBRE	Técnico de Mantenimiento	
Desempeño del Operador en reparar Fallas		Analista de Procesos y Líderes de línea	
Auditoría del Departamento de Mantenimiento	OCTUBRE	Asistente G. General y G. Operaciones	
Cumplimiento del Plan de Mantenimiento		Jefe de Planta y Técnico Mtto	
Disponibilidad de los equipos	NOVIEMBRE	Jefe de Producción y Planta	
Tasa de Rendimiento		Jefe de Producción y Planta	
Tasa de Calidad	DICIEMBRE	Jefe de Producción y Planta	
Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo		Jefe de Producción y Técnico Mtto	
Eficacia Global de los equipos	ENERO	Jefe de Planta	
% de Desperdicios		Jefe de Producción y Líderes de líneas	
Variación del Presupuesto de Mantenimiento	FEBRERO	Asistente G. General y G. Operaciones	

**Figura 5.3 Cronograma de Reuniones de Revisión de Indicadores**

Es importante además llevar un historial de estas reuniones para lo que se propone el siguiente formato de Registro de Reuniones, mismo que será complementado con el formato de Análisis de fallas cuando sea necesario usarlo para problemas específicos encontrados que requieran este análisis adicional.

REGISTRO DE REUNIONES DEL EQUIPO LÍDER			
DATOS GENERALES			
FECHA:	ago-11		
ASUNTO:	PÉRDIDAS O DESPERDICIOS OCURRIDOS EN PLANTA		
RESPONSABLE:	Jefe de Planta		
INTEGRANTES:	Líder de línea de baldes		
	Líder de línea automática		
	Líder de línea de tambores		
	Técnico de Mantenimiento		
DETALLE			
PROPÓSITO DE LA REUNIÓN:	Realizar una investigación o diagnóstico breve con todos los participantes de la reunión sobre el nivel de desperdicios ocurridos en algún proceso productivo, de tal manera que afecta el cumplimiento de la planificación de producción y se necesita descubrir cuales son las posibles causas.		
TEMAS A TRATAR:	Novedades informadas sobre los antecedentes de este suceso. Medidas de control de gestión a través del sistema de información. Actividades preventivas para mitigar estos defectos.		
ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	RESULTADO
1. Realizar inspecciones planificadas según lo que requiera cada equipo.	Equipo Líder	ago-11	Lograr mejoras
2. Ejecutar a tiempo las acciones planificadas de mantenimiento.	Técnico de Mantenimiento	ago-11	Incrementar OEE

**Figura 5.4 Registro de Reuniones del Equipo Líder**

## 5.2 Mantenimiento Autónomo

### \*Pilar # 2

Se ejecuta cuando se involucra al operador en la formación profesional que sirve para realizar las actividades de cuidado con respecto al área de trabajo, maquinaria, seguridad para conservar en buen estado las condiciones de trabajo.

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo.

TARJETA DE ACTIVO: CALDERO																																															
ACTIVO: equipo (Planta)																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DATOS OPERATIVOS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AÑO DE CONSTRUCCIÓN</td> <td>3</td> <td>9</td> <td>2001</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE LA GARANTÍA</td> <td colspan="3">2 AÑOS</td> </tr> <tr> <td>INICIO DE OPERACIÓN</td> <td colspan="3">2004</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE VIDA UTIL</td> <td colspan="3">25 AÑOS</td> </tr> <tr> <td>FUNCIÓN</td> <td colspan="3">VAPOR</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS OPERATIVOS					DIA	MES	AÑO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	3	9	2001	TIEMPO DE LA GARANTÍA	2 AÑOS			INICIO DE OPERACIÓN	2004			TIEMPO DE VIDA UTIL	25 AÑOS			FUNCIÓN	VAPOR				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOCUMENTACIÓN</th> </tr> <tr> <th>NOMBRE DEL DOCUMENTO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CODIGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LA LLAVE</td> <td>Parámetros de operación</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DOCUMENTACIÓN			NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO	LA LLAVE	Parámetros de operación							
DATOS OPERATIVOS																																															
	DIA	MES	AÑO																																												
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	3	9	2001																																												
TIEMPO DE LA GARANTÍA	2 AÑOS																																														
INICIO DE OPERACIÓN	2004																																														
TIEMPO DE VIDA UTIL	25 AÑOS																																														
FUNCIÓN	VAPOR																																														
DOCUMENTACIÓN																																															
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO																																													
LA LLAVE	Parámetros de operación																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS GENERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MODELO</td> <td>CB100-150</td> </tr> <tr> <td># DE SERIE</td> <td>L-100779</td> </tr> <tr> <td>FABRICANTE</td> <td>CLEAVER BROOK</td> </tr> <tr> <td>PROVEEDOR</td> <td>LA LLAVE</td> </tr> <tr> <td>UBICACIÓN DENTRO DE</td> <td>ÁREA DEL CALDERO</td> </tr> <tr> <td>COSTO DEL EQUIPO</td> <td>\$15.000,00</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS GENERALES		MODELO	CB100-150	# DE SERIE	L-100779	FABRICANTE	CLEAVER BROOK	PROVEEDOR	LA LLAVE	UBICACIÓN DENTRO DE	ÁREA DEL CALDERO	COSTO DEL EQUIPO	\$15.000,00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</th> </tr> <tr> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>VALOR</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLTAJE</td> <td>220</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA</td> <td>3</td> <td>HP</td> </tr> <tr> <td>FRECUENCIA</td> <td>60</td> <td>HZ</td> </tr> <tr> <td>AMPERAJE</td> <td>24,3</td> <td>AMP</td> </tr> </tbody> </table>		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD	VOLTAJE	220	V	POTENCIA	3	HP	FRECUENCIA	60	HZ	AMPERAJE	24,3	AMP												
DATOS GENERALES																																															
MODELO	CB100-150																																														
# DE SERIE	L-100779																																														
FABRICANTE	CLEAVER BROOK																																														
PROVEEDOR	LA LLAVE																																														
UBICACIÓN DENTRO DE	ÁREA DEL CALDERO																																														
COSTO DEL EQUIPO	\$15.000,00																																														
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS																																															
CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD																																													
VOLTAJE	220	V																																													
POTENCIA	3	HP																																													
FRECUENCIA	60	HZ																																													
AMPERAJE	24,3	AMP																																													
PUNTOS DE MANTENIMIENTO (equipo)																																															
ITEM	COMPONENTES	ACCIÓN A EJECUTAR																																													
1	Drenador	Verificar los componentes de la válvula de vapor																																													
2	Rodamientos	Lubricación de los rodamientos																																													
3	Caja de controles	Limpieza y comprobación de las borneras y verificación del cableado																																													
4	Bandas	Cambio de banda																																													
5	Motor Eléctrico	Desmontar, barnizar y cambio de rodamientos																																													
6	Sistema de Lubricación autónoma	Cambio de sellos mecánicos, rulimanes, cauchos de la bomba de lubricación																																													
7	Bombas de alimentación de agua	Lubricación, cambio de sellos mecánicos y cambio de rulimanes																																													
8	Bombas de aire de paleta	Cambio de las paletas del compresor																																													
9	Válvulas	Cambio de válvulas de acuerdo al estado																																													
10	Panel Eléctrico	Cambio de contactos de contactores y limpieza general de equipos eléctricos																																													
11	Mc. Donell	cambio de acuerdo al estado de la bolla y del interruptor de mercurio																																													
12	Block de Combustible	Limpieza y reajuste del Block																																													

Figura 5.5 Tarjetas de Activos - Caldero

TARJETA DE ACTIVO: COMPRESOR																																																						
ACTIVO: equipo (Planta)																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DATOS OPERATIVOS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AÑO DE CONSTRUCCIÓN</td> <td>17</td> <td>1</td> <td>1994</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE LA GARANTÍA</td> <td colspan="3">5 AÑOS</td> </tr> <tr> <td>INICIO DE OPERACIÓN</td> <td colspan="3">1995</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE VIDA UTIL</td> <td colspan="3">20 AÑOS</td> </tr> <tr> <td>FUNCIÓN</td> <td colspan="3">AIRE COMPRIMIDO</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS OPERATIVOS					DIA	MES	AÑO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	17	1	1994	TIEMPO DE LA GARANTÍA	5 AÑOS			INICIO DE OPERACIÓN	1995			TIEMPO DE VIDA UTIL	20 AÑOS			FUNCIÓN	AIRE COMPRIMIDO				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOCUMENTACIÓN</th> </tr> <tr> <th>NOMBRE DEL DOCUMENTO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CODIGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Catálogo de Ingersoll-Rand</td> <td>Datos</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>de</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Operación</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DOCUMENTACIÓN			NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO	Catálogo de Ingersoll-Rand	Datos			de			Operación							
DATOS OPERATIVOS																																																						
	DIA	MES	AÑO																																																			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	17	1	1994																																																			
TIEMPO DE LA GARANTÍA	5 AÑOS																																																					
INICIO DE OPERACIÓN	1995																																																					
TIEMPO DE VIDA UTIL	20 AÑOS																																																					
FUNCIÓN	AIRE COMPRIMIDO																																																					
DOCUMENTACIÓN																																																						
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO																																																				
Catálogo de Ingersoll-Rand	Datos																																																					
	de																																																					
	Operación																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS GENERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MODELO</td> <td>15TE20</td> </tr> <tr> <td># DE SERIE</td> <td>774277</td> </tr> <tr> <td>FABRICANTE</td> <td>INGERSOLL-RAND</td> </tr> <tr> <td>PROVEEDOR</td> <td>BEDFORIN</td> </tr> <tr> <td>UBICACIÓN DENTRO DE</td> <td>ÁREA</td> </tr> <tr> <td>COSTO DEL EQUIPO</td> <td>\$3.000,00</td> </tr> </tbody> </table>		DATOS GENERALES		MODELO	15TE20	# DE SERIE	774277	FABRICANTE	INGERSOLL-RAND	PROVEEDOR	BEDFORIN	UBICACIÓN DENTRO DE	ÁREA	COSTO DEL EQUIPO	\$3.000,00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</th> </tr> <tr> <th>CARACTERÍSTICAS</th> <th>VALOR</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRESIÓN MÁXIMA</td> <td>175</td> <td>PSIG</td> </tr> <tr> <td>CAPACIDAD DE AIRE</td> <td>120</td> <td>GALONE</td> </tr> <tr> <td>PRESIÓN MÁX FLUJO</td> <td>72</td> <td>CFM</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA NOMINAL</td> <td>20</td> <td>HP</td> </tr> <tr> <td>VOLTAJE / MOTOR</td> <td>200, 230, 460 - 3 - 60</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD	PRESIÓN MÁXIMA	175	PSIG	CAPACIDAD DE AIRE	120	GALONE	PRESIÓN MÁX FLUJO	72	CFM	POTENCIA NOMINAL	20	HP	VOLTAJE / MOTOR	200, 230, 460 - 3 - 60																
DATOS GENERALES																																																						
MODELO	15TE20																																																					
# DE SERIE	774277																																																					
FABRICANTE	INGERSOLL-RAND																																																					
PROVEEDOR	BEDFORIN																																																					
UBICACIÓN DENTRO DE	ÁREA																																																					
COSTO DEL EQUIPO	\$3.000,00																																																					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS																																																						
CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD																																																				
PRESIÓN MÁXIMA	175	PSIG																																																				
CAPACIDAD DE AIRE	120	GALONE																																																				
PRESIÓN MÁX FLUJO	72	CFM																																																				
POTENCIA NOMINAL	20	HP																																																				
VOLTAJE / MOTOR	200, 230, 460 - 3 - 60																																																					
PUNTOS DE MANTENIMIENTO (equipo)																																																						
ITEM	COMPONENTES	ACCIÓN A EJECUTAR																																																				
1	Drenador	Verificar los componentes de la válvula de vapor																																																				
2	Elemento compresor	Limpieza de los elementos																																																				
3	Enfriador de aire	Comprobar el funcionamiento del mismo																																																				
4	Manómetro	Verificar la lectura de operación																																																				
5	Mangueras	Ajustar los puntos de unión																																																				
6	Retenedores	Cambio de sellos o cauchos																																																				
7	Rodamientos	Lubricación, cambio de sellos mecánicos y cambio de rulimanes																																																				
8	Válvula Antiretorno	Verificar el paso controlado del fluido																																																				
9	Válvula de Seguridad	Comprobar el funcionamiento del mismo																																																				
10	Presostato	Limpieza de puntos de contacto eléctrico																																																				
11	Motor Eléctrico	Desmontar, barnizar y cambio de rodamientos																																																				

Figura 5.6 Tarjeta de Activos - Compresor

El resto de tarjetas de activos se puede observar en el Anexo D.

	<b>REGISTRO DE HISTORIAL DE FALLAS</b>	<b>CÓDIGO:</b>	
		<b>REVISIÓN:</b>	<b>0</b>
		<b>FECHA CREADA:</b>	

DATOS GENERALES	
OPERADOR:	Técnico de Mantenimiento
EQUIPO:	Caldero
COMPONENTE:	Válvula Solenoide

HISTORIAL			
FECHA	DESCRIPCIÓN FALLA	CAUSA	SOLUCIÓN
sep-11	Se apaga la llama a que se descalibra el sensor eléctrico que regula el mismo.	Humedad, suciedad o recalentamiento del motor.	Revisión y Limpieza del elemento para evitar irregularidades al control de la llama.


**Figura 5.7 Registro Histórico de Fallas**

➤ **Lista de Chequeo de Equipos**

Antes de mencionar el indicador, se define un “checklist” diario de los equipos de la planta” la cual contribuye con las inspecciones que se realiza de acuerdo a los trabajos cotidianos o periódicos que exige el mantenimiento, de manera que este formato sirve para tener constancia del trabajo que se efectúa y en caso de que se evidencie una anomalía o situación tenga que atenderse por ser de carácter



necesario, el mismo que debe registrar en el espacio de las observaciones.

		<b>CHECK LIST DIARIO DE EQUIPOS DE PLANTA</b>		CÓDIGO:			
				REVISIÓN:			
				FECHA CREADA:			
				0			
				jul-11			
MES:	ene-12						
ITEM	DESCRIPCIÓN	DIA:	LUNES 9	MARTES 10	MIERCOLES 11	JUEVES 12	VIERNES 13
<b>1 GENERADOR DEL EDIFICIO</b>							
HOROMETRO DEL GENERADOR (Anotar lectura)							
1.1	Inspección y limpieza de rutina, nivel de agua y presión (PSI)		x	x	x	x	x
1.2	Inspección y purga de filtro de combustible DAHL (Mant. Semanal)						x
1.3	Inspección de filtro de combustible (Mantenimiento Semanal)						x
1.4	Inspección de nivel de aceite y del filtro		x	x	x	x	x
<b>2 COMPRESORES</b>							
HOROMETRO DE COMPRESOR 1 (Anotar lectura)							
HOROMETRO DE COMPRESOR 2 (Anotar lectura)							
HOROMETRO DE COMPRESOR DE TORNILLO (Anotar lectura)							
2.1	Drenar cualquier residuo de agua de las trampas, del tanque, de las líneas y del tanque del compresor		x	x	x	x	x
2.2	Inspección de cualquier ruido extraño		x	x		x	x
2.3	Prueba de funcionamiento de las válvulas de seguridad			x	x	x	x
2.4	Verificar caída de presión en Compresor de Tornillo (PSI)		x	x	x	x	x
<b>3 SECADORES</b>							
3.1	Chequear luces de operación		x	x	x	x	x
3.2	Drenar residuos del filtro		x	x	x	x	x
<b>4 SISTEMAS NEUMÁTICOS DE PLANTA</b>							
4.1 Drenar cualquier residuo de condensado de los pulmones de aire de los siguientes equipos:							
a	Zona de Blender 3		x	x	x	x	x
b	Zona de Blender 4		x	x	x	x	x
c	Tanque de Compresores		x	x	x	x	x
4.2	Drenar cualquier residuo de condensado de las líneas de aire		x	x	x	x	x
4.3	Inspección por fugas en las tuberías		x	x	x		x
<b>5 LINEAS DE VAPOR</b>							
5.1	Inspeccionar las líneas por fugas		x	x	x	x	x
5.2	Inspeccionar las válvulas		x	x	x	x	x
<b>6 CONTROL ENERGÉTICO</b>							
6.1	Chequeo de nivel de combustible (Apuntar altura en cm.)		x	x	x	x	x
6.2	Chequeo de medidores de luz (Apuntar consumo)		x	x	x	x	x
<b>7 CALDERO Y CISTERNA</b>							
7.1	Encendido de caldero		x	x	x	x	x
7.2	Purga de caldero		x	x	x		x
7.3	Chequeo de nivel de Agua y Químicos de tratamiento		x	x	x	x	x
7.4	Revisión de nivel de aceite en turbina de caldero		x	x	x	x	x
7.5	Chequeo de nivel de Agua de Cisterna y Tanque Elevado		x		x	x	x
<b>8 SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)</b>							
8.1	Inspección semanal				x		
HOROMETRO DE BOMBA DE SCI (Anotar lectura)							
8.3	Nivel de agua		x	x	x	x	x
8.4	Nivel de Aceite		x	x	x	x	x
Observaciones:							

Técnico de Mantenimiento  
Revisa

Jefe de Planta  
Aprueba

Figura 5.8 Lista de Chequeo de Equipos

➤ **Etiqueta Azul y Roja**

Estas etiquetas permiten identificar cuando un equipo se encuentra en la necesidad de reparación o servicio técnico, el cual puede realizarse de acuerdo al caso se presente; cuando es una situación en la cual el operador está en capacidad de atender la eventualidad del equipo y tiene todo los recursos para darle servicio técnico se coloca sobre el equipo a revisar una etiqueta azul, en caso de ser otra situación que involucra una atención de mayor nivel o reparación más complicada y que el operador desconozca como resolverlo, se coloca sobre el equipo atender una etiqueta roja para que el técnico de mantenimiento o un especialista atienda este caso.



ETIQUETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTICULO:			
FECHA:	DÍA	MES	AÑO
			<b>MANTENEDOR</b>
CATEGORIA DE CONTROL OPERACIONAL:			
	1. Herramienta de Trabajo		
	2. Componente de un Equipo /Maquinaria		
	3. Condición de las instalaciones		
	4. Elemento / Mecanismo Externo		
	5. Accesorio		
RAZÓN:			
	1. Reparación		
	2. Deterioro		
	3. Material de Desperdicio		
	4. Limpieza		
	5. Otro:		
DESCRIPCIÓN			
ELABORADO POR:		ÁREA DE PLANTA:	


Etiqueta Roja

### 5.3 Mantenimiento Planificado

#### \*Pilar # 3

La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla e indique con etiquetas, con formas, números y

colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina. Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es eficaz ya que al mecánico y al operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla.

		<b>REGISTRO DE ANÁLISIS DE FALLAS</b>		<b>CÓDIGO:</b>	
				<b>REVISIÓN:</b>	0
				<b>FECHA CREADA:</b>	Jul-11

<b>PROCESO:</b>	Generación de vapor	<b>RESPONSABLE:</b>	Técnico de Mantenimiento		
<b>CÓDIGO:</b>		<b>EQUIPO:</b>	Caldero		
<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>PARTE DE LA MÁQUINA O EQUIPO:</b>		FECHA:	HORA:		
Válvulas					
<b>UNIDAD EJECUTORA:</b>	<input type="checkbox"/> MECÁNICO	<input type="checkbox"/> ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/> SERV. GENERALES		
<b>TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> OTRA (ESPECIFIQUE)		
<input checked="" type="checkbox"/> PREVENTIVO	FECHA DE PARADA: Lun 15 Ago-11	HORA: 07H30	FECHA DE ENTREGA: Lun 15 Ago-11		
<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	FECHA DE PARADA:	HORA:	FECHA DE ENTREGA:		
<b>ACTIVIDAD REALIZADA:</b> Regulaciones de válvulas o equipos según el requerimiento del proceso.					
<b>CAUSA:</b> Evitar pérdida de cantidad del vapor saturado que suministra el caldero.					
<b>SOLUCIÓN:</b> Calibración periódica recomendada para mantener el flujo adecuado.					
<b>PARTES O REPUESTOS CAMBIADOS O MODIFICADOS E INSUMO UTILIZADO</b>					
DESCRIPCION	CANT.	UBICACIÓN EN EL EQUIPO, O PARTE	DESCRIPCION	CANT.	UBICACIÓN EN EL EQUIPO, O PARTE
<b>CUADRO DE SEGUIMIENTO</b>					
<b>AMERITA SEGUIMIENTO:</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>			
SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>				
<b>FECHA:</b>	ago-11				
<b>REALIZADO POR:</b>	Técnico de Mantenimiento	<b>REVISADO POR:</b>	Jefe de Planta	<b>FIRMA:</b>	

Figura 5.9 Registro de Análisis de Fallas

STATUS						
99%		REPORTE				
ACCION	INTERVALO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CALDERO	BIMENSUAL	97%				
	ANUAL					
COMPRESOR 1 Y 2	SEMANAL	100%	100%	100%	100%	100%
	MENSUAL					
COMPRESOR 3	SEMANAL	100%	100%	100%	100%	100%
	TRIMESTRAL					
SECADORES 1 Y 2	MENSUAL					
	ANUAL					
CALIBRACION MEDIDORES DE FLUJO	TRIMESTRAL					
MITO. BALANZAS DE PLANTA	SEMESTRAL					
TERMOMETROS	SEMESTRAL					
MITO. MAQUINA TAPADORA - AUTOM	SEMANAL	100%	100%	100%	100%	100%
MITO. LLENADORA AUTOMATICA	SEMANAL	100%	100%	100%	100%	100%
MITO. SELLADORA DE FOIL	MENSUAL					
	TRIMESTRAL					
MITO. LLENADORA DE BALDES	MENSUAL					
	ANUAL					
MITO. LLENADORA DE TAMBORES	MENSUAL					
MITO. CORTADORA DE OCP	MENSUAL					
	SEMESTRAL					
MITO. MONTACARGAS	MENSUAL					
SISTEMA CONTRA INCENDIOS	MENSUAL					
	SEMESTRAL					
MITO. EXTINTORES	MENSUAL					

Figura 5.10 Plan de Mantenimiento

### 5.4 Mantenimiento de Calidad

#### \*Pilar # 4

La meta es ofrecer un producto con cero defectos como efecto de una máquina, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

Para este pilar, se propone referirse al análisis de modo y efecto de falla para constar con las causas que producen situaciones no

conformes como las averías que obligan a parar los equipos inesperadamente. Esta información se provee en el Anexo C.

## 5.5 Prevención del Mantenimiento

### \*Pilar # 5

La herramienta que desarrolla este pilar es el Registro de Mantenimiento por equipo ya que es la base de datos que ayuda a tomar decisiones según las inspecciones realizadas de los ítems que se deben checar por equipo.

ITEMS	MENSUAL	ANUAL	
CALDERO	1	Inspeccionar y limpiar el quemador	Limpiar el agua con bomba a presión
	2	Chequear el cierre correcto de la válvula de combustible	Chequear el estado de los refractarios de compuertas
	3	Chequear los brazos y bielas del sistem de aire	Mantenimiento del bloque regulador
	4	Inspeccionar fuga de gases de combustión	Analizar la calidad de los gases
	5	Inspeccionar los quemadores locales	Chequear el estado de los refractarios de compuertas
	6	Revisión de guardas de seguridad	Calibrar del sistema según análisis
	7	Chequear y limpiar el filtro de aire (compresor de aire instalado)	Revisar las válvulas de seguridad
	8		Prueba hidrostática
	9		Limpiar y calibrar el ventilador
	10		
COMPRESOR	1	Revisar el nivel del refrigerante	Limpiar el orificio separador
	2	Inspeccionar temperatura de aire	Cambiar bandas y tensores de bandas
	3	Inspeccionar diferencia de presión en separador de aire	Mantenimiento del motor eléctrico
	4	Inspeccionar diferencia de presión en filtro de aire (full carga)	Inspeccionar el arranque
	5	Engrasar motor	
	6	Inspeccionar drenaje	
	7	Chequear las válvulas de seguridad	
	8	Cambiar el aceite lubricante	
	9	Revisar la tensión de las bandas	
	10		

EQUIPO	INTERVALO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	% INSPECCIONES REALIZADAS POR EQUIPO
CALDERO	BIMENSUAL	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	100%
	ANUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	100%
COMPRESOR 1 Y 2	SEMANAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100%
	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
COMPRESOR 3	ANUAL	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	100%
	SEMANAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100%
SECADORES 1 Y 2	TRIMESTRAL	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	100%
	ANUAL	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	100%
CALIBRACION MEDIDORES DE FLUJO	TRIMESTRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	ANUAL	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	100%
MTTO. BALANZAS DE PLANTA	SEMANAL	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	100%
TERMOMETROS	SEMANAL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	100%
MTTO. MAQUINA TAPADORA - AUTOM	SEMANAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100%
MTTO. LLENADORA AUTOMATICA	SEMANAL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100%
MTTO. SELLADORA DE FOIL	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	TRIMESTRAL	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	100%
MTTO. LLENADORA DE BALDES	ANUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100%
	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
MTTO. LLENADORA DE TAMBORES	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
MTTO. CORTADORA DE OCP	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	SEMANAL	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	100%
MTTO. MONTACARGAS	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
SISTEMA CONTRA INCENDIOS	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	SEMANAL	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	100%
MTTO. EXTINTORES	MENSUAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%

Figura 5.11 Prevención del Mantenimiento

## 5.6 Educación y Entrenamiento

### \*Pilar # 6

Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.



PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL ÁREA OPERATIVA 2011 - 2012																
SEMINARIOS / CHARLAS	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	# HORAS PLANEADAS	# HORAS RELIZADAS	# PERSONAS	CUMPLIMIENTO
1 Las 5 S, la Metodología que guarda los secretos de la Productividad						■							8	8	22	100%
2 Sensibilización al Mantenimiento Básico								■					4	4	14	100%
3 Metodología T.P.M.									■				16		2	0%
4 Relaciones Humanas y Comunicación Eficaz												■	32		22	0%
5 Los ocho pilares del T.P.M.	■					■						■	18	12	4	67%
6 Gestión del Mantenimiento. Lean Maintenance y T.P.M.	■						■						40	40	22	100%
7 Medir para mejorar. Indicadores T.P.M.				■					■				8	4	22	50%
8 Conceptos Básicos de Métodos y Tiempos	■												6	6	2	100%
9 Mantenimiento Autónomo	■												5	5	22	100%
10 Análisis de Averías o Fallas					■								20	20	1	100%
11 Medioambiente y Gestión de residuos. ISO 14001:2004. Auditorías						■							24	24	4	100%
12 El trabajo en equipo			■									■	6	3	22	50%
13 El A.M.E.F y sus aplicaciones						■							8	8	11	100%
14 Elaboración de un Programa de Prevención del Mantenimiento												■	8		11	0%
15 Ingeniería de Mantenimiento									■	■			32		22	0%
<b>TOTAL DE HORAS AL AÑO</b>													<b>235</b>	<b>134</b>		

■ Capacitación Realizada
■ Capacitación Pendiente

Elaborado: Por el autor  
Preparado por: Dpto. de Mantenimiento y el autor  
Revisado y Autorizado por: Gerente General

**Figura 5.12 Plan de Capacitación para el Área Operativa**

## 5.7 Áreas Administrativas

### \*Pilar # 7

El T.P.M. es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante que cada uno haga su trabajo a tiempo.

En estos departamentos las siglas del T.P.M. toman estos significados

T.- Total Participación de sus miembros

P.- Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)

M.- Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

Las auditorías de mantenimiento se las observan con mayor facilidad en el Anexo E.

## **5.8 Medio Ambiente y Seguridad**

### **\*Pilar # 8**

En la empresa se está llevando a cabo paralelamente un proyecto para fortalecer el sistema de seguridad. Sin embargo, lo importante de este pilar es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo o de las herramientas que se emplean en el área de trabajo, por lo tanto, se considera la realización de los siguientes ítems:

➤ **Aplicación de las 5'S**

**Auditoria 5S's**

**Auditor :** Roddy Pérez Parra      **Área Auditada :** Planta      **Fecha :** 27 /ENERO /2012

Criterios de Evaluación		
0 = cinco + problemas	1 = cuatro problemas	2 = tres problemas
3 = dos problemas	4 = un problema	5 = cero problemas

SEIRI - Clasificar "Mantener solo lo necesario"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?	4	Se encuentran herramientas pertenecientes a otras áreas, hay más de dos de las mismas herramientas.
¿Existen herramientas en mal estado o inservibles?	5	
¿Están los pasillos bloqueados dificultando el tránsito?	5	
¿En el área hay cajas, cubrebocas, papeles, etc. que son innecesarios?	5	
<b>Evaluación del Clasificar</b>	<b>4,75</b>	

SEITON - Organizar "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay materiales y/o herramientas fuera de su lugar o carecen de un lugar asignado?	4	Las Herramientas ya no tienen el espacio adecuado.
¿Están los materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?	4	Los materiales y herramientas se encuentran accesibles por los usuarios aunque las herramientas no tengan un espacio seguro.
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?	5	El área de trabajo se encuentra delimitado por paredes, pero los pasillos no están delimitados ya que muchas veces se los obstruye con mercadería.
<b>Evaluación del Organizar</b>	<b>4,33</b>	

<b>SEISO - Limpieza "Un área de trabajo impecable"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿Existen fugas de aceite, aire, agua en el área?	5	El área de trabajo está aislada aunque podría aislarse completamente.
¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, banquillos, etc.)?	5	Pisos, Máquinas, Paredes libres de suciedad por los desechos generados en el proceso productivo.
¿Están equipos y/o herramientas sucios?	5	Los equipos están se conservan limpios la mayoría del tiempo.
<b>Evaluación del Limpieza</b>	<b>5</b>	

<b>SEIKETSU - Estandarizar "Todo siempre igual"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada? ¿Sólo están las carpetas con la documentación necesaria para las operaciones en las estaciones de trabajo?	5	El personal conoce la operación que realiza, y existe documentación acorde a las operaciones
¿Se realiza la operación o tarea de forma repetitiva?	5	Las tareas son periódicas.
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?	4	Existe señalamiento aunque se deben estandarizar el aspecto físico de los mismos.
<b>Evaluación del Estandarizar</b>	<b>4,67</b>	

<b>SEIKETSU – Autodisciplina "Seguir las reglas y ser consistente"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿El personal conoce las 5S's? ¿Han recibido capacitación acerca de éstas?	4	
¿Se aplica la cultura de las 5S's? ¿Se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	5	Se tiene un base sólida que permite mantenerse en mejor ambiente laboral
¿Completó la auditoria planteada y se comunicaron los resultados de desempeño al personal? ¿Se implementaron las medidas correctivas?	5	Las observaciones que se hacen son más de prevención, las cuales sirven para mejorar continuamente.
<b>Evaluación del Autodisciplina</b>	<b>4,67</b>	

➤ **Plan de Capacitación**

PLAN DE CAPACITACION MEDIO AMBIENTE 2011 - 2012															
SEMINARIOS / CHARLAS	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	# HORAS PLANEADAS	# HORAS REALIZADAS	CUMPLIMIENTO
1 Operación Segura de Montacargas	█	█											24	24	100%
2 Charla Inducción de Productos Bituminosos	█												2	2	100%
3 Congreso de Medioambiente	█												16	16	100%
4 Técnicas de productos lubricantes en el exterior		█											32	32	100%
5 Seminario de Aditivos en el Exterior			█										24	24	100%
6 Lubes School - Cítgo en el Exterior				█									20	20	100%
7 Actualizacion del Sistema Integrado de Gestión				█									8	8	100%
8 Simulacro Control de Derrames (descargas)				█									5	5	100%
9 Simulacros: Evacuación					█								2	2	100%
10 Sistema de Comando de Incidentes					█								12	12	100%
11 Charla de "Trascientes de Sobrevoltaje"						█							2	2	100%
12 Charla de Primeros Auxilio - Brigadistas						█							12	12	100%
13 Seminario de Lubricantes Industrial - Exterior						█							8	8	100%
15 Formación Brigadistas y Simulacro Contra Incendios v Uso / Manejo de Extintores	█												16	16	100%
16 Charla de Seguridad Vial							█						2	2	100%
17 Simulacros de Derrames en Planta								█					4	4	100%
19 Seminario SART IESS							█						40	40	100%
20 Seminario de Auditores Internos						█							24	24	100%
21 Apoyo estudios al personal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	240	160	67%
23 Simulacro de Evacuación									█	█	█		8	2	25%
24 Charla Motivacional												█	2	0	0%
<b>TOTAL DE HORAS AL AÑO</b>													<b>503</b>	<b>415</b>	

█ Capacitación Realizada
█ Capacitación Pendiente

**Figura 5.13 Plan de Capacitación Medio Ambiente 2011- 2012**

# CAPÍTULO 6

## 6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

OBJETIVOS	INDICADORES	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN FINAL	RESULTADOS OBTENIDOS
Cumplir al 100% la capacitación del personal operativo y administrativo en temas de prevención de mantenimiento.	Cumplimiento del Plan de Capacitación	En esta instancia se evidencia pocas horas de capacitación relacionadas con temas a prevención de mantenimiento. (70%)	Ahora el personal consta de conocimientos acordes al objetivo proyectado. (100%)	<b>100%</b>
Asegurar un 90% la aplicación de tecnologías de información	Evaluación de la implementación del Sistema de Información	No posee ningún sistema de información que permita medir y controlar la gestión de mantenimiento. (70%)	Existe un sistema de gestión de control de mantenimiento que logra una mejor cultura de un mantenimiento efectivo. (100%)	<b>100%</b>
Reducir un 5% los tiempos muertos en dar mantenimiento.	% Tiempos muertos	Se observa tiempo muerto en dar mantenimiento el cual se debe a falta de planificar todos los instrumentos necesarios. (10%)	Se obtuvo un mejoramiento en el control del tiempo donde se redujo la variabilidad. (2%)	<b>2%</b>

Lograr que el desempeño del operador en reparar una máquina sea el 95%.	Desempeño del Operador en reparar Fallas	El operador normalmente sobrepasa su esfuerzo y disminuye su desempeño para reparar un equipo. (81%)	Actualmente el operador desempeña mejor su trabajo para atender un equipo. (101%)	<b>101%</b>
Lograr al menos el 85% de la auditoría de mantenimiento.	Auditoría del Departamento de Mantenimiento	De acuerdo a las áreas que se audita en el Dpto. de Mantenimiento se evidencia menor cumplimiento según el objetivo planteado. (73%)	Actualmente la Auditoría de Mantenimiento logra superar el objetivo planteado. (91%)	<b>91%</b>
Realizar el 100% las actividades de mantenimiento planificado de los equipos de la planta.	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	No hay una buena organización de Mantenimiento Planificado al inicio. (87%)	Las actividades planificadas de mantenimiento se respetan y cumplen según cada mes. (100%)	<b>100%</b>
Mantener un 90% la disponibilidad de los equipos.	Disponibilidad de los equipos	Se tiene al principio una disponibilidad de los equipos al mínimo nivel. (90%)	Se sostuvo el porcentaje de disponibilidad a pesar que en el desarrollo en algunos meses hubo fallas que actualmente no se evidencia.	<b>98%</b>
Incrementar al 95% del Rendimiento de los equipos.	Tasa de Rendimiento	A pesar de que el caldero y compresor son equipos que no cumplen las condiciones de diseño. (91%)	Gracias a las mejoras enfocadas se tuvo un rendimiento general acorde a las condiciones de diseño. (100%)	<b>100%</b>

Lograr el 99% la calidad de operación de los equipos.	Tasa de Calidad	El producto que emite cada equipo es muy importante para el proceso productivo, a pesar de esto se necesita aumentar la calidad de los mismos. (90,4%)	Mejora de las instalaciones a través de las inspecciones y acciones realizadas. (100%)	<b>100%</b>
Inspeccionar que los equipos trabajen cumpliendo el 100% de mantenimiento preventivo según los parámetros de diseño.	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo	En esta etapa presenta algunos inconvenientes con efectuar inspecciones realizadas. (56%)	Se ejerce acciones en un programa de mantenimiento preventivo que al momento cumple en su totalidad. (100%)	<b>100%</b>
Alcanzar el 85% del OEE.	Eficacia Global de los equipos	Debido a fallas del sistema de producción actual se llega a producir menos de lo previsto. (74%)	Se logró aumentar la eficiencia sobre el objetivo establecido. (88%)	<b>88%</b>
Reducir un 5% los desperdicios del proceso productivo.	% de Desperdicios	Es inevitable que al inicio se contemple algunos desperdicios porque no hay control sobre los mismos dentro del proceso de producción. (16%)	En el mes de Marzo se puede observar que el control sobre los desperdicios disminuye porque se ha aumentado el OEE y se ejecuta el sistema de control de gestión de mantenimiento. (2%)	<b>2%</b>



Reducir los Costos de Mantenimiento	Variación del Presupuesto de Mantenimiento	Inicialmente no se contempla un ahorro en el presupuesto establecido. (\$0)	Se logra ahorro importante tanto para la confiabilidad de muestra el trabajo del Dpto. de Mantenimiento como para al organización. (\$657)	\$ 657
-------------------------------------	--	---	--	--------

# **CAPÍTULO 7**

## **7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

1. El Sistema de Control de Gestión de Mantenimiento permite estructurar las necesidades del área operativa y transformarlas en objetivos estratégicos, definidos de tal forma que se alinean con el Mapa Estratégico y la iniciativa T.P.M.

2. La metodología T.P.M., permite garantizar el normal funcionamiento de las maquinarias o equipos de planta, maximizando el OEE dentro de la gestión de mantenimiento para el cual se establece el diseño del Tablero de Control.

3. Debido a la implementación de la metodología T.P.M. se logra que el departamento de mantenimiento adquiera una cultura estratégica basada en la gestión y control de indicadores de desempeño acordes a las expectativas ocupacionales del personal de planta.

4. Al establecer un Tablero de Control este permite monitorear la evolución de la gestión técnica, administrativa y de talento humano que es realizado por el departamento de mantenimiento, de manera que se construye un sistema de control de gestión medible, consistente, claro y comparable.

5. Con el A.M.E.F. se ayuda a identificar los posibles problemas y evitarlos antes de que ocurran, es el caso en la que se presenta para la prueba piloto; donde el análisis de modo y efecto de falla del caldero se previene y predice las posibles fallas presentadas en un momento dado.

6. La filosofía del T.P.M. implementada en la organización contribuye al mantenimiento autónomo, en la cual, los protagonistas son los operadores quienes hacen uso de un Plan de Mantenimiento, un Histórico de fallas, un Checklist de mantenimiento de equipos, tarjetas de colores entre otros elaborados para lograr más agilidad dentro del departamento; y así optimizar los esfuerzos de mantenimiento y tener mayor control sobre lo que se ejecuta.

7. Con la implantación de los indicadores de desempeño desde el punto de vista técnico se efectúa trabajos preventivos para la prueba piloto, lo cual, demuestra que fue posible desplegar con el tiempo esta nueva estrategia de mantenimiento ya que aumentó hasta el 88% la eficiencia operacional de equipos, alcanzó el 100% el cumplimiento del plan de mantenimiento planificado, y el 100% del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.

## 7.2 Recomendaciones

1. Tomar en cuenta que una de las claves más importantes para la puesta en marcha del T.P.M. en forma exitosa es que la dirección comunique el motivo del cambio estratégico que se inicia en los centros productivos con tanta claridad y en una forma que logre el interés en un principio y un compromiso total en todos los niveles para llevar a cabo esta estrategia.

2. Establecer políticas y procedimientos que respalden la implantación del T.P.M. Las acciones T.P.M. requieren de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de los integrantes de la organización por los procesos productivos. Es necesario establecer las “reglas del juego” como: objetivos específicos, índices de gestión, sistemas de control de las rutinas y todo aquello que ayude a mejorar la gestión de las operaciones industriales.

3. Desarrollar sistemas de comunicación eficaces que permitan que el personal del departamento de mantenimiento de la compañía pueda

realizar su trabajo “alineado” a los objetivos estratégicos organizacionales. Que apoyen en modelos de comunicación informales como reuniones de trabajo, jornadas internas, comunicación visual entre otros.

4. Dar un seguimiento continuo al sistema de control para poder mantener la cultura de la filosofía del T.P.M., recordando que esta estrategia se consolida en un promedio de 3 a 5 años de acuerdo a la filosofía japonesa.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL EQUIPO EN ESTUDIO

EQUIPO PROCESO	FUNCIÓN DEL EQUIPO O PROCESO	COMPONENTE O PIEZA	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO POTENCIAL DE LA FALLA	SEVERIDAD	CAUSA POTENCIAL DE LA FALLA	OCURRENCIA	CONTROL ACTUAL O MEDIO DE LA INSPECCIÓN	IR: DETECCIÓN	ACCIONES PARA REDUCIR LA FALLA	EJECUTADAS	RESPONSABLE	RESULTADOS			
													SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	
Generación de Vapor para los equipos de planta	Ventilador	Ventilador del Caldero	Baja velocidad del equipo	Empezar a expulsar humo, debido a que no se expande la llama por falta de aire	10	Vibración por mal estado de los rodamientos	5	Ninguno	10	500	Enviar a balancear el motor y el ventilador	Dpto. Mantenimiento	10	5	10	500
	MacDonell Bola	Indicador de niveles de agua (estado abierto o cerrado) para el interior del caldero	La bomba sigue enviando agua hacia el interior del caldero ya que la bola está en el fondo	Se llena el caldero de agua y se activan las válvulas de seguridad en la parte superior.	10	Desgaste y rompimiento de la bola	2	Ninguno	10	200	Desmontaje y cambio de la bola	Técnico de Mantenimiento	10	2	10	200
	MacDonell switches	Controla el nivel de agua, accionando la bomba de agua	No hay bombeo de agua	Se llena el caldero y se activan las válvulas de seguridad en la parte superior. Baja la bola y no activa el switch, entonces el caldero puede explotar	10	Falta de Lubricación de las chumaceras del eje	2	Lubricación Mensual	9	180	Revisión Semanal	Técnico de Mantenimiento	10	2	9	180
	Válvula Solenoid	Válvula de entrada para el accionamiento de paso de combustible	Se apaga la llama, debido a que se quema, es eléctrica	Parada de motor bomba de combustible	9	Humedad, suciedad, recalentamiento del motor	3	Ninguno	10	270	Revisión Mensual	Técnico de Mantenimiento	9	3	10	270
Motor de la bomba para agua	Proveer de energía a la bomba para transportar hacia el caldero	Rulmanes, sellos mecánicos, falla eléctrica del contador	Se quema el motor, no hay abastecimiento de agua	10	Falta de mantenimiento eléctrico y mecánico	3	Supervisión aleatoria en el área de despacho	10	300	Revisión mensual	Técnico de Mantenimiento	10	3	10	300	
Motor de la bomba para combustible	Proveer de energía a la bomba para transportar hacia el caldero	Rulmanes, sellos mecánicos, falla eléctrica del contador	Se quema el motor, no hay abastecimiento de agua	10	Falta de mantenimiento eléctrico y mecánico	2	Supervisión aleatoria en el área de despacho	10	200	Revisión Mensual	Técnico de Mantenimiento	10	2	10	200	



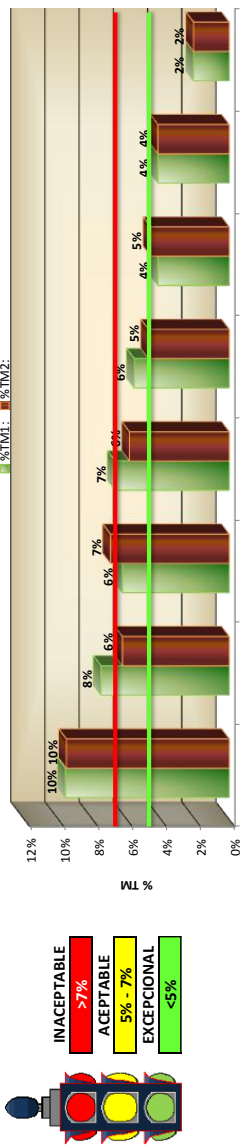
## ANEXO B. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL SCGM

EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN	NO SE CUMPLE	SE CUMPLE PARCIAL	SE CUMPLE TOTAL
¿Se garantiza que los indicadores muestren información objetiva, y por lo tanto, no deben de estar influenciado sus resultados por justificaciones que cambien la información?			
¿Se cuenta con un sistema que permita visualizar la información a tiempo para tomar decisiones?			
¿Los resultados de los indicadores permiten el visualizar la diferencia entre los resultados deseados y reales?			
¿El sistema de control de gestión, facilita la comparación de varios indicadores?			
¿El sistema de control de gestión, provee información para un análisis más profunda sobre las causas de desviación a los resultados para tomar decisiones?			
¿Los resultados de los indicadores se presentan de una manera visual, incluyendo gráficas y colores para tomar decisiones?			
¿Los responsables del área, actividad o proceso pueden proponer a las personas que autorizan acciones para corregir las tendencias detectadas y alcanzar los objetivos?			

# ANEXO C. GRÁFICAS DE TENDENCIAS Y CÁLCULOS DE INDICADORES

## • GRÁFICA DE TENDENCIA

<b>NOMBRE DEL INDICADOR:</b>	% Tiempos muertos	<b>CÓDIGO:</b>	G.T. 003
<b>FÓRMULA:</b>	$\% TM = \frac{\text{Tiempos muertos}}{\text{Total de Tiempo de Operación}} \times 100 \%$		
<b>UNIDAD:</b>	%	<b>TENDENCIA:</b>	Hacia abajo



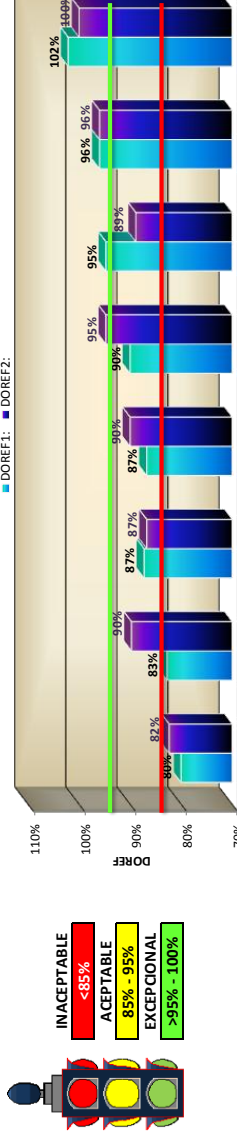
	AGO-II	SEP-II	OCT-II	NOV-II	DIC-II	ENE-II	FEB-II	MAR-II
<b>META:</b>	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
<b>MÍNIMO:</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>MÁXIMO:</b>	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
<b>Tiempos muertos (min.):</b>	23	18	30	24	20	15	10	5
<b>Total Tpo de operación (min.):</b>	240	240	480	360	360	360	240	240
<b>%TMI:</b>	10%	8%	6%	7%	6%	4%	4%	2%
<b>Tiempos muertos (min.):</b>	40	30	25	21	17	11	10	5
<b>Total Tpo de operación (min.):</b>	420	480	360	360	360	240	240	240
<b>%TM2:</b>	10%	6%	7%	6%	5%	5%	4%	2%
<b>% TM General:</b>	10%	7%	7%	6%	5%	4%	4%	2%

CALDERO

COMPRESOR

**• GRÁFICA DE TENDENCIA**

<b>NOMBRE DEL INDICADOR:</b>	Desempeño del Operador en reparar Fallas	<b>CÓDIGO:</b>	G.T. 004
<b>FÓRMULA:</b>	$DOREF = \frac{\text{Tiempo promedio en reparar un equipo}}{\text{Tiempo real en reparar un equipo}} \times 100\%$		
<b>UNIDAD:</b>	%	<b>TENDENCIA:</b>	Hacia arriba



	AGO-11	SEP-11	OCT-11	NOV-11	DIC-11	ENE-12	FEB-12	MAR-12
<b>META:</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>MÍNIMO:</b>	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
<b>MÁXIMO:</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Tpo promedio reparar (min.):</b>	48	48	96	72	72	48	48	48
<b>Tpo real reparar (min.):</b>	60	58	110	83	80	76	50	47
<b>DOREF1:</b>	80%	83%	87%	87%	90%	95%	96%	102%
<b>Tpo promedio reparar (min.):</b>	84	96	72	72	72	48	48	48
<b>Tpo real reparar (min.):</b>	102	107	83	80	76	54	50	48
<b>DOREEZ:</b>	82%	90%	87%	90%	95%	89%	96%	100%
<b>DOREF General:</b>	81%	86%	87%	88%	92%	92%	96%	101%

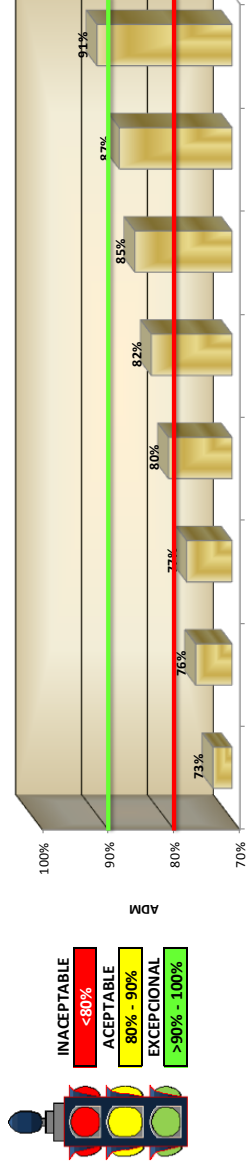
CALDERO

COMPRESOR



• GRÁFICA DE TENDENCIA

NOMBRE DEL INDICADOR:	Auditoría del Departamento de Mantenimiento	CÓDIGO:	G.T. 005
FÓRMULA:	ADP = % Total de las áreas del Dpto Mtro		
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba

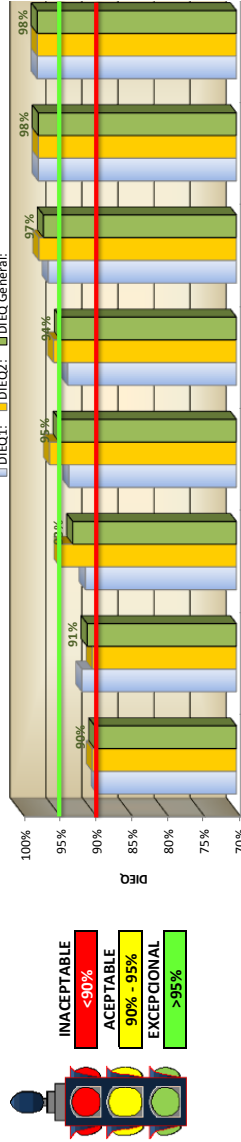


	AGO-HI	SEPT-HI	OCT-HI	NOV-HI	DICI-HI	ENE-HI	FEB-HI	MAR-HI
META:	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
MÍNIMO:	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
MÁXIMO:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
% ORGANIZACIÓN:	72%	76%	77%	80%	82%	85%	87%	91%
% CAPACITACIÓN:	75%	78%	79%	80%	84%	88%	90%	95%
% PERSONAL:	76%	79%	82%	85%	90%	92%	95%	98%
% CONTROL DE COSTOS:	70%	73%	75%	79%	81%	83%	87%	91%
% PLANIFICACIÓN:	73%	75%	76%	79%	84%	87%	91%	93%
% MATERIAL:	74%	77%	77%	80%	81%	82%	83%	85%
% INGENIERÍA:	68%	70%	73%	76%	78%	80%	82%	85%
% INSTALACIONES:	75%	76%	78%	78%	81%	81%	82%	86%
ADP:	73%	76%	77%	80%	82%	85%	87%	91%



• GRÁFICA DE TENDENCIA

NOMBRE DEL INDICADOR:	Disponibilidad de los equipos	CÓDIGO:	G.T. 007
FÓRMULA:	$DIEQ = \frac{\text{Tpo operacional programado} - \text{Tpo de paradas programadas} - \text{Tpo de fallas}}{\text{Tpo operacional programado}} \times 100\%$		
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba



	AGO-H	SEP-H	OCT-H	NOV-H	DIC-H	ENE-H	FEB-H	MAR-H
<b>META:</b>	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<b>MÍNIMO:</b>	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<b>MÁXIMO:</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tpo operacional program (hr):	140	140	144	148	152	155	160	170
Tpo paradas program (hr):	4	4	8	6	6	6	4	4
Tpo de Fallas (hr):	11	8	5	4	4	0	0	0
<b>DIEQ1:</b>	88%	91%	91%	93%	95%	96%	98%	98%
Tpo operacional program (hr):	140	140	144	148	152	155	160	170
Tpo paradas program (hr):	7	8	6	6	6	4	4	4
Tpo de Fallas (hr):	7	6	2	0	1	0	0	0
<b>DIEQ2:</b>	90%	90%	94%	96%	95%	97%	98%	98%
<b>DIEQ General:</b>	90%	91%	93%	95%	94%	97%	98%	98%

CALDERO  
 COMPRESOR

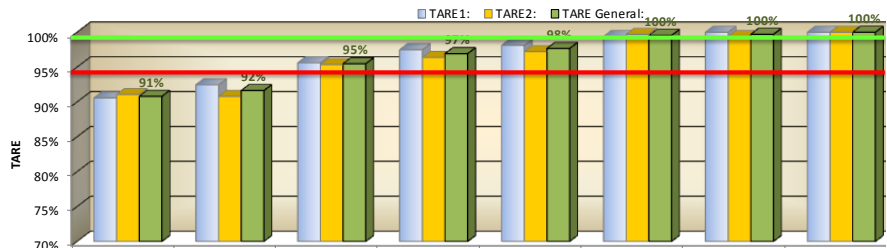


## • GRÁFICA DE TENDENCIA

NOMBRE DEL INDICADOR:	Tasa de Rendimiento	CÓDIGO:	G.T. 008
FÓRMULA:	$TARE = \frac{\text{parámetros de operación real}}{\text{parámetros normales que indica el fabricante}} \times 100\%$		
UNIDAD:	%	TENDENCIA:	Hacia arriba



<b>INACEPTABLE</b>	<95%
<b>ACEPTABLE</b>	95% - 99%
<b>EXCEPCIONAL</b>	100%

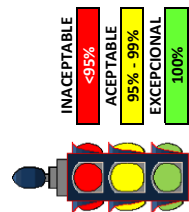
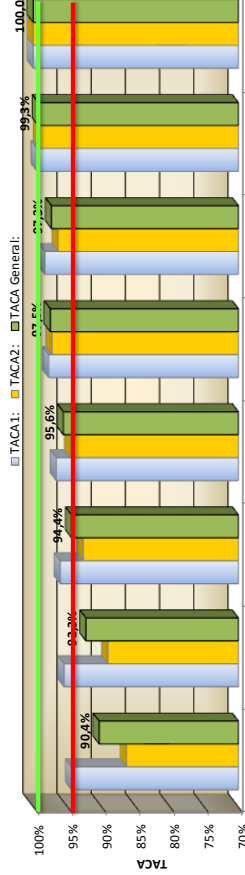


	AGO-11	SEP-11	OCT-11	NOV-11	DIC-11	ENE-12	FEB-12	MAR-12
<b>META:</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>MÍNIMO:</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>MÁXIMO:</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>CALDERO</b>								
parámetros de operación real (Presión "psi") :	69	71	74	76	77	79	80	80
parámetros de operación real (Temperatura "°C") :	74	75	77	78	78	78	78	78
parámetros normales que indica el fabricante ( Presión "psi" ) :	80	80	80	80	80	80	80	80
parámetros normales que indica el fabricante ( Temperatura "°C" ) :	78	78	78	78	78	78	78	78
<b>TARE1:</b>	91%	92%	96%	98%	98%	99%	100%	100%
<b>COMPRESOR</b>								
parámetros de operación real (Presión "psi") :	101	102	104	106	106	110	109	110
parámetros de operación real (Voltaje "voltios") :	212	212	216	215	217	218	218	220
parámetros de operación real (Corriente "amperios") :	51	50	56	57	58	60	60	60
parámetros normales que indica el fabricante ( Presión "psi" ) :	110	110	110	110	110	110	110	110
parámetros normales que indica el fabricante ( Voltaje "voltios" ) :	220	220	220	220	220	220	220	220
parámetros normales que indica el fabricante (Corriente "amperios") :	60	60	60	60	60	60	60	60
<b>TARE2:</b>	91%	91%	95%	96%	97%	100%	99%	100%
<b>TARE General:</b>	91%	92%	95%	97%	98%	100%	100%	100%

## • GRÁFICA DE TENDENCIA



<b>NOMBRE DEL INDICADOR:</b>	Tasa de Calidad	<b>CÓDIGO:</b>	G.T. 009
<b>FÓRMULA:</b>	$TACA = \frac{\text{parámetro real de salida}}{\text{parámetro de salida indicado por el fabricante}} \times 100\%$		
<b>UNIDAD:</b>	TENDENCIA:		



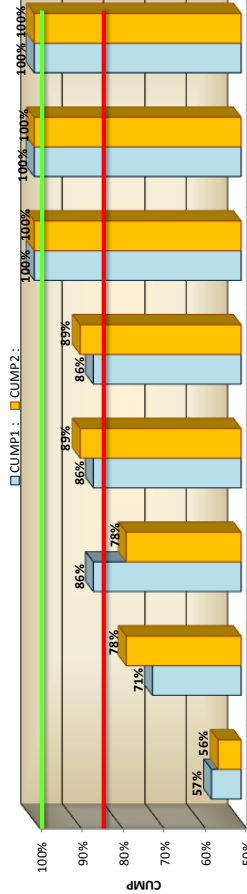
	AGO-II	SEP-II	OCT-II	NOV-II	DIC-II	ENE-II	FEB-II	MAR-II
<b>META:</b>	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
<b>MÍNIMO:</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
<b>MÁXIMO:</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
parámetro real de salida ( kgs. Vapor saturado (gaseoso)) :	168	170	171	172	174	175	177	178
parámetro de salida indicado por el fabricante ( 1kg. De vapor H húmedo) :	178	178	178	178	178	178	178	178
<b>TACA1:</b>	94.4%	95.5%	96.1%	96.6%	97.8%	98.3%	99.4%	100.0%
parámetro real de salida ( Presión de servicio " ps" ) :	95	98	102	104	107	106	109	110
parámetro de salida indicado por el fabricante ( Presión de servicio " ps" ) :	110	110	110	110	110	110	110	110
<b>TACA2:</b>	86.4%	89.1%	92.7%	94.5%	97.3%	96.4%	95.1%	100.0%
<b>TACA General:</b>	90.4%	92.5%	94.4%	95.6%	97.5%	97.3%	95.3%	100.0%

CALDERO

COMPRESOR

**• GRÁFICA DE TENDENCIA**

<b>NOMBRE DEL INDICADOR:</b>	Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo	<b>CÓDIGO:</b>	G.T. 010
<b>FORMULA:</b>	$CUMP = \frac{\# \text{inspecciones ejecutadas}}{\# \text{inspecciones planificadas}} \times 100\%$		
<b>UNIDAD:</b>	%	<b>TENDENCIA:</b>	Hacia arriba



- INACEPTABLE <85%
- ACEPTABLE 85% - 95%
- EXCEPCIONAL 95% - 100%
- 100%

	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
<b>META:</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>MÍNIMO:</b>	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
<b>MÁXIMO:</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b># Inspecciones ejecutadas:</b>	4	5	6	6	6	7	7	7
<b># Inspecciones planificadas:</b>	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>CUMP1:</b>	57%	71%	86%	86%	86%	100%	100%	100%
<b># Inspecciones ejecutadas:</b>	5	7	7	8	8	9	9	9
<b># Inspecciones planificadas:</b>	9	9	9	9	9	9	9	9
<b>CUMP2:</b>	56%	78%	78%	89%	89%	100%	100%	100%
<b>CUMP General:</b>	56%	75%	82%	87%	87%	100%	100%	100%

CALDERO

COMPRESOR



## ANEXO D. TARJETAS DE ACTIVOS

### TARJETA DE ACTIVO: LLENADORA DE BALEAS

ACTIVO: equipo (Planta)

DATOS OPERATIVOS			
	DIA	MES	AÑO
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	12	6	1998
TIEMPO DE LA GARANTÍA	4 AÑOS		
INICIO DE OPERACIÓN	2000		
TIEMPO DE VIDA UTIL	15 AÑOS		
FUNCIÓN	LLENAR DE BALDES		



DOCUMENTACIÓN		
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO
Manual	Características	LLB-L02
	y	
	Operación	

DATOS GENERALES	
MODELO	PANTHER 2028
# DE SERIE	5187886-SAC
FABRICANTE	ESPINOZA PAEZ
PROVEEDOR	PRECITROL S.A.
UBICACIÓN DENTRO DE	LÍNEA LLENADORA
COSTO DEL EQUIPO	\$30.000,00

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
VOLTAJE	110	V

PUNTOS DE MANTENIMIENTO (equipo)		
ITEM	COMPONENTES	ACCIÓN A EJECUTAR
1	Boquilla	Limpiar semanalmente la boquilla de llenado para evitar paradas de producción
2	Codificadora	Limpiar mensualmente para evitar daños en el equipo
3	Rodamientos	Lubricación y cambio de rodamientos de acuerdo al estado
4	Motor Eléctrico	Lubricación e inspección de sus condiciones

### TARJETA DE ACTIVO: LLENADORA AUTOMÁTICA

ACTIVO: equipo (Planta)

DATOS OPERATIVOS			
	DIA	MES	AÑO
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	23	4	1999
TIEMPO DE LA GARANTÍA	2 AÑOS		
INICIO DE OPERACIÓN	2000		
TIEMPO DE VIDA UTIL	15 AÑOS		
FUNCIÓN	LLENAR LITROS-		



DOCUMENTACIÓN		
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO
Manual de Llenador	Características	LLA-L01
	y	
	Operación	

DATOS GENERALES	
MODELO	HP201DQ
# DE SERIE	4625
FABRICANTE	ADELPHI
PROVEEDOR	IMOCON
UBICACIÓN DENTRO DE	PRODUCCIÓN
COSTO DEL EQUIPO	\$35.000,00

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
VOLTAJE	110	V
VELOCIDAD	30	CM/S
TEMPERATURA	60	°c

PUNTOS DE MANTENIMIENTO (equipo)		
ITEM	COMPONENTES	ACCIÓN A EJECUTAR
1	Sensor de los cilindros de llenado	Ajustar los sensores del cilindro para volver a iniciar la operación
2	Purga de la válvula de aire	Identificar el lugar de la fuga, sacar el perno y mandar a torneear
3	Percibles de la boquilla	Retirar boquilla de la máquina y cambiar los percibles

## TARJETA DE ACTIVO: LLENADORA DE TAMBORES

ACTIVO: equipo (Planta)

DATOS OPERATIVOS			
	DIA	MES	AÑO
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	29	5	1999
TIEMPO DE LA GARANTÍA			
INICIO DE OPERACIÓN	2000		
TIEMPO DE VIDA UTIL	15 AÑOS		
FUNCIÓN	Llenar Tambores		

DATOS GENERALES	
MODELO	DWM-IV/AEF
# DE SERIE	F-20700
FABRICANTE	FLEX-WEIGHT CORP. CALIFORNIA
PROVEEDOR	VELCON
UBICACIÓN DENTRO DE	PRODUCCIÓN
COSTO DEL EQUIPO	



DOCUMENTACIÓN		
NOMBRE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	CODIGO
Manual de		
Operación de	Características	
Sistemas de Llenado	de operación	
de Tambores		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Voltaje	110	V

## PUNTOS DE MANTENIMIENTO (equipo)

ITEM	COMPONENTES	ACCIÓN A EJECUTAR
1	Válvulas de suministración de lubricante	Revisar las válvulas del equipo, para evitar fugas del producto
2	Balanza	Calibrarla Diariamente
3	Conecciones eléctricas	Revisar diariamente que no hayan problemas eléctricos

## ANEXO E. AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO

ÁREA UNO: ORGANIZACIÓN		
1	¿Cuál es el estado del organigrama?	10
a.	Actualizado y completo	10
b.	Sin revisar en el último año o incompleto	6
c.	Desactualizado e incompleto	4
d.	No hay	0
2	¿Cada supervisor cuenta con la descripción de su trabajo y la de su cuadrilla?	7
a.	Todos	10
b.	Más del 90%	9
c.	Del 80 al 89%	8
d.	Del 70 al 79%	7
e.	Del 50 al 69%	6
f.	Menos del 50%	0
3.	¿Cuál es la relación entre empleados por hora y supervisión?	8
a.	15:01	10
b.	De 8 a 14:1	8
c.	De 16 a 20:1	8
d.	Menos de 8:1 o más de 20:1	5
4.	¿Qué funciones de apoyo existen: Ingeniero de mantenimiento, ingeniero de planta, planificador, coordinador de materiales, capacitación, depósitos?	8
a.	Todas	10
b.	Cuatro o cinco, con planificador	8
c.	Cuatro o cinco, sin planificador	6
d.	Una a tres	4
e.	Ninguna	0
5.	¿El departamento utiliza una política de control del mantenimiento por escrito, con objetivos de administración semanales?	7
a.	Sí, cubre más del 85% de los costos	10
b.	Sí, cubre el 75% a 85% de los costos	7
c.	Sí, pero no se utiliza semanalmente	5
d.	No tiene o no la utiliza	0
PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA		8
MAXIMA PUNTUACIÓN		10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA		80%

**ÁREA DOS: CAPACITACIÓN**

1.	<b>¿Existe un plan de capacitación maestro que incluya supervisión de administración superior, apoyo, y obreros calificados o comerciantes?</b>		10
a.	Todos	10	
b.	Tres	7	
c.	Dos	5	
d.	Uno	2	
e.	Ninguno	0	
2.	<b>¿Está incluida la capacitación en productividad?</b>		7
a.	Todas	10	
b.	Tres	7	
c.	Dos	5	
d.	Uno	2	
e.	No	0	
3.	<b>¿La capacitación de la administración es formal y práctica?</b>		10
a.	Ambas	10	
b.	Solo práctica	5	
c.	Ninguna	0	
4.	<b>¿Quién recibe capacitación?</b>		10
a.	Especialistas del personal	6	
b.	Administración de línea y personal	10	
c.	Administración de línea y otros trabajadores	5	
d.	Nadie	0	
5.	<b>¿Se brinda capacitación formal y práctica a los planificadores?</b>		10
a.	Sí	10	
b.	Sólo práctica	5	
c.	No	0	
6.	<b>de planificación de órdenes de trabajo, programación, productividad, mejoramiento de métodos, planificación de materiales, planificación de proyectos, verificación de campo, estándares de tiempo de ingeniería, prácticas estándar, planificación de habilidades múltiples, mantenimiento preventivo e historia de equipos y uso de computadora?</b>		7
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	

<b>7.</b>	<b>¿Se dicta capacitación formal o práctica en oficios u ocupaciones?</b>		<b>10</b>
a.	Sí	10	
b.	Sólo práctica	5	
c.	No	0	
<b>8.</b>	<b>¿Quién recibe capacitación del oficio?</b>		<b>10</b>
a.	Sólo el personal	7	
b.	Personal más administración de línea	10	
c.	Otros empleados por hora	5	
d.	Nadie	0	
<b>9.</b>	<b>¿Qué porcentaje de oficios u ocupaciones se incluye?</b>		<b>7</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
<b>10.</b>	<b>¿Existen requerimientos mínimos de aptitudes laborales para cada trabajo calificado?</b>		<b>7</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	No	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	8,8
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	88%

**ÁREA TRES: PERSONAL**

<b>1.</b>	<b>¿Cómo es el ambiente general entre la administración y la mano de obra?</b>		<b>10</b>
a.	De colaboración	10	
b.	Neutro	7	
c.	De confrontación	0	
<b>2.</b>	<b>Seleccionar al azar 10 ejemplos de rendimiento laboral por debajo del estándar. ¿Qué porcentaje se debe a actitud y no a falta de habilidades?</b>		<b>10</b>
a.	100%	0	
b.	80 a 89%	2	
c.	60 a 79%	4	
d.	40 a 59%	6	
e.	20 a 39%	8	
f.	0 a 19%	10	
<b>3.</b>	<b>¿Se ha realizado recientemente una encuesta sobre el ambiente laboral?</b>		<b>10</b>
a.	Sí	10	
b.	Hace más de dos años	5	
c.	Nunca	0	
<b>4.</b>	<b>¿Cuál es el recambio anual por renunciaciones o despidos?</b>		<b>10</b>
a.	Menos del 2%	10	
b.	3 a 5%	7	
c.	6 al 10%	5	
d.	Más del 10%	0	
<b>5.</b>	<b>¿Qué porcentaje de horas productivas se pierden por comienzos tardíos y abandonos tempranos?</b>		<b>10</b>
a.	Menos del 2%	10	
b.	3 a 5%	7	
c.	6 a 10%	5	
d.	Más del 10%	0	
<b>6.</b>	<b>¿Hubo una huelga antes de acordar este contrato o durante él?</b>		<b>10</b>
a.	Sí	0	
b.	No	10	

<b>7.</b>	<b>¿Cuántos reclamos se han procesado en los últimos seis meses como porcentaje del total de empleados por hora de mantenimiento?</b>		<b>8</b>
a.	Menos del 2%	10	
b.	3 a 5%	8	
c.	6 a 10%	6	
d.	Más del 10%	0	
<b>8.</b>	<b>¿Cuántos reclamos se conciliaron en la primera etapa como porcentaje del total de reclamos?</b>		<b>10</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	9,75
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	98%

**ÁREA CUATRO: CONTROL DE COSTOS**

<b>1.</b>	<b>¿Utiliza medición del trabajo del piso de planta, presupuestos y costo histórico real para controlar su programa?</b>		<b>10</b>
a.	Los tres	10	
b.	Presupuestos y costos	5	
c.	Sólo costos	0	
<b>2.</b>	<b>¿Qué índices y tendencias de control, porcentaje de tiempo improductivo, rendimiento, cobertura, retrasos, costo por hora estándar, productividad, volúmen acumulado, nivel de servicio, horas extraordinarias se utilizan?</b>		<b>7</b>
a.	Todos	10	
b.	Siete u Ocho	7	
c.	Cinco o Seis	5	
d.	Dos o Cuatro	2	
e.	Menos de dos	0	
<b>3.</b>	<b>¿Cuál es la demora entre el final de un período y la recepción de los informes de control?</b>		<b>10</b>
a.	Un día o menos	10	
b.	Dos o cuatro días	5	
c.	Más de cinco días	0	
<b>4.</b>	<b>¿Con qué frecuencia se preparan los informes de rendimiento?</b>		<b>7</b>
a.	Por día	10	
b.	Por semana	7	
c.	Por mes	5	
d.	Con menos frecuencia	0	
<b>5.</b>	<b>¿Cómo se informan el tiempo de tarea y el trabajo?</b>		<b>3</b>
a.	Por individuo y puesto	10	
b.	Por día	5	
c.	Por semana	3	
d.	Por mes o sólo por registro de entrada y salida por reloj	0	
<b>6.</b>	<b>¿Cómo se resumen los datos del informe?</b>		<b>10</b>
a.	Por capataces responsables	10	
b.	Por departamento o centro de trabajo	5	
c.	Sólo totales	0	



<b>7.</b>	<b>¿Cómo se distribuyen los informes?</b>		<b>10</b>
<b>a.</b>	A capataces responsables más resúmenes a administración	10	
<b>b.</b>	Sólo a capataces	5	
<b>c.</b>	No se distribuyen a la organización de línea o no se preparan	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	8,14
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	81%

**ÁREA CINCO: PLANIFICACIÓN**

<b>1.</b>	<b>¿Qué porcentaje de personal-horas está incluido en una orden de trabajo escrita?</b>		<b>10</b>
a.	Más del 90%	10	
b.	80 a 89%	8	
c.	70 a 79%	7	
d.	69% o menos	5	
e.	Ninguno	0	
<b>2.</b>	<b>¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo se relaciona con el contenido específico del trabajo, en comparación con las de tipo general?</b>		<b>8</b>
a.	Más del 90%	10	
b.	80 a 89%	8	
c.	70 a 79%	7	
d.	69% o menos	5	
e.	Ninguno	0	
<b>3.</b>	<b>¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo tiene suficiente tiempo de avance para planificar (de 2 a 4 semanas)?</b>		<b>10</b>
a.	Más del 90%	10	
b.	80 a 90%	8	
c.	70 a 79%	7	
d.	69% o menos	5	
e.	Ninguno	0	
<b>4.</b>	<b>siguientes conceptos planificados: contenido del trabajo por oficio, materiales, herramientas y equipo especiales, determinación de secuencia de trabajos con múltiples habilidades, estándares de tiempo de trabajo de ingeniería, acceso al lugar de trabajo, fecha programada?</b>		<b>10</b>
a.	Más del 90%	10	
b.	75 a 90%	8	
c.	60 a 74%	6	
d.	40 a 59%	4	
e.	Menos del 40%	2	
f.	Ninguno	0	
<b>5.</b>	<b>¿Se planifica y programa todos los paros del trabajo?</b>		<b>10</b>
a.	Sí	10	
b.	Sólo trabajos grandes	5	
c.	No	0	

6.	<b>¿Los capataces controlan la calidad y la conclusión de cada trabajo?</b>		7
a.	Sí	10	
b.	La mayoría	7	
c.	La mitad	5	
d.	Menos de la mitad	0	
7.	<b>¿Qué porcentaje de equipos grandes cuenta con un registro histórico de reparaciones?</b>		10
a.	100%	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
8.	<b>¿Cuántos registros históricos se revisan al menos una vez al año?</b>		10
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
9.	<b>¿Qué porcentaje de equipos de planta está incluido en las rutinas de mantenimiento preventivo?</b>		10
a.	100%	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
10.	<b>¿Qué equipos están incluidos en todos los siguientes informes: tendencia de tiempo improductivo, cumplimiento del PM con el programa, instrucciones escritas de PM, tiempo total de PM, tiempo elevado de reparación de elementos?</b>		7
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	

<b>11.</b>	<b>¿Con qué frecuencia se preparan los informes?</b>		<b>7</b>
<b>a.</b>	Semanal	10	
<b>b.</b>	Mensual	7	
<b>c.</b>	Con menos frecuencia	4	
<b>d.</b>	Ninguna	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	9,00
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	90%

**ÁREA SEIS: MATERIAL**

<b>1.</b>	<b>¿Tiene un fichero actualizado de los artículos almacenados?</b>		<b>7</b>
a.	Todos los artículos, excepto los consumidos con anterioridad	10	
b.	Artículos principales	7	
c.	Algunos artículos	4	
d.	Ninguno	0	
<b>2.</b>	<b>¿Tiene un sistema de inventario permanente para artículos y respuestos importantes?</b>		<b>10</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
<b>3.</b>	<b>¿Tiene un sistema de doble caja para artículos consumidos con anterioridad de gran volúmen y bajo costo?</b>		<b>7</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
<b>4.</b>	<b>¿Todos los retiros, excepto los de artículos consumidos con anterioridad, se controlan con un procedimiento?</b>		<b>10</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	
<b>5.</b>	<b>¿Existe un procedimiento de control de herramientas utilizado para todas las herramientas de la compañía?</b>		<b>7</b>
a.	Todos	10	
b.	75%	7	
c.	50%	5	
d.	25%	2	
e.	Ninguno	0	

6.	<b>¿Hay listas estándar de herramientas entregadas a los individuos por la compañía y entregadas por el individuo?</b>		10
a.	Sí	10	
b.	Sólo la compañía	5	
c.	Sólo el individuo	5	
d.	Ninguno	0	
7.	<b>¿Cuántas herramientas están fuera de servicio por reparación?</b>		8
a.	Menos del 5%	10	
b.	5 a 9%	8	
c.	10 a 20%	7	
d.	Más del 20%	0	
8.	<b>¿Se calculan las cantidades de orden económico?</b>		5
a.	Todos los artículos	10	
b.	La mayoría de los artículos	7	
c.	Algunos artículos	5	
d.	Ninguno	0	
9.	<b>¿Se fijan y mantienen niveles máximos/mínimos?</b>		10
a.	Todos	10	
b.	La mayoría	7	
c.	Algunos	5	
d.	Ninguno	0	
10.	<b>¿Compras mantiene un sistema de clasificación de vendedores por proveedores?</b>		7
a.	Todos	10	
b.	La mayoría	7	
c.	Algunos	5	
d.	Ninguno	0	
11.	<b>¿Qué porcentaje de órdenes de materiales se entregan a tiempo?</b>		9
a.	100%	10	
b.	90 a 99%	9	
c.	80 a 89%	8	
d.	70 a 79%	7	
e.	60 a 69%	6	
f.	59 o menos	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	8,18
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	82%

**ÁREA SIETE: INGENIERIA**

1.	¿En qué porcentaje de equipos se utiliza la ingeniería de confiabilidad para controlar el tiempo improductivo?		7
		a. 100%	10
		b. 75%	7
		c. 50%	5
		d. 25%	2
		e. Ninguno	0
2.	¿Qué porcentaje de historias de equipos se analizan para determinar estadísticamente el tiempo medio vigente entre averías (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR)?		7
		a. 100%	10
		b. 75%	7
		c. 50%	5
		d. 25%	2
		e. Ninguno	0
3.	¿Qué porcentaje de proyectos de reparación y construcción importantes tiene asignado un ingeniero?		7
		a. 100%	10
		b. 75%	7
		c. 50%	5
		d. 25%	2
		e. Ninguno	0
4.	¿En qué porcentaje de sus equipos se utilizan, en forma regular y programada, las rutinas de diagnóstico (análisis de vibración, sensores térmicos, análisis de erosión, corrosión, electricidad, medición de gas, etcétera)?		9
		a. Más del 95%	10
		b. 80 a 95%	9
		c. 60 a 79%	7
		d. 40 a 59%	5
		e. Hasta el 39%	2
		f. Ninguno	0
5.	¿Cómo se establecen los estándares de tiempo de mantenimiento?		10
		a. Tiempos predeterminados, estudio de tiempos y datos de estándar	10
		b. Medición directa con PDT y estudio de tiempo	6
		c. Muestreo de trabajo	5
		d. Estimados	4
		e. Ninguno	0

6.	<b>¿Qué sistema de aplicación se utiliza?</b>		10
	a. Asignación a grupos y comparación del contenido de trabajo	10	
	b. Medición directa	5	
	c. Ninguno	0	
7.	<b>¿Qué porcentaje de horas reales trabajadas está cubierto por estándares de tiempo?</b>		7
	a. Más del 85%	10	
	b. 70 a 85%	7	
	c. Menos del 70%	4	
	d. Ninguno	0	
8.	<b>¿Los tiempos de trabajos se colocan en la orden de trabajo para que el capataz y los empleados por hora los vean?</b>		10
	a. Ambos	10	
	b. Sólo para el capataz	5	
	c. Ninguno	0	
9.	<b>¿Qué porcentaje de trabajadores por hora de mantenimiento cobra por un plan incentivo salarial que depende de la producción?</b>		7
	a. Más del 95%	10	
	b. 80 a 95%	9	
	c. 60 a 79%	7	
	d. 40 a 59%	5	
	e. Hasta el 39%	2	
	f. Ninguno	0	
10.	<b>¿Qué tipo de plan de incentivo está utilizando?</b>		5
	a. Hora estándar 1 por 1 por individuo o grupo pequeño	10	
	b. Múltiples factores o grupo grande	5	
	c. Ninguno	0	
11.	<b>¿Qué categoría de información tiene en la computadora: nómina de sueldos, informe de tiempos, orden de trabajo, planificación del trabajo, programación diaria para trabajo de rutina, programación a gran escala para proyectos, informes de control de administración, tiempo improductivo, historia de equipos, mantenimiento preventivo, control de depósitos y materiales, análisis estadístico o justificación de costos?</b>		7
	a. Todas	10	
	b. 75%	7	
	c. 50%	5	
	d. 25%	2	
	e. Ninguna	0	
12.	<b>¿Su sistema está en línea?</b>		10
	a. Si	10	
	b. En lote	5	
	c. Ninguno	0	



13.	¿El sistema contabiliza las capacidades con la responsabilidad individual?		10
	a. Siempre	10	
	b. Casi siempre	7	
	c. A veces	5	
	d. Nunca	0	
14.	¿Los informes de computadora son oportunos?		5
	s. Semanales o más frecuentes	10	
	b. Mensuales	5	
	c. Menos frecuentes	0	
15.	¿La información es completa y confiable?		10
	a. Siempre	10	
	b. Casi siempre	7	
	c. A veces	5	
	d. Nunca	0	
16.	¿Su sistema de seguridad controla quién tiene acceso a qué nivel?		7
	a. Ambos	10	
	b. Uno	7	
	c. Control inadecuado	5	
	d. No	0	
17.	¿Con qué frecuencia se hace una copia de resguardo del sistema?		10
	a. Por día	10	
	b. Por semana	5	
	c. Con menos frecuencia	0	
18.	¿La memoria y la capacidad de almacenamiento del disco son apropiadas para soportar a los usuarios?		10
	a. Ambos	10	
	b. Uno	7	
	c. Ninguna es bastante amplia	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	8,00
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	80%

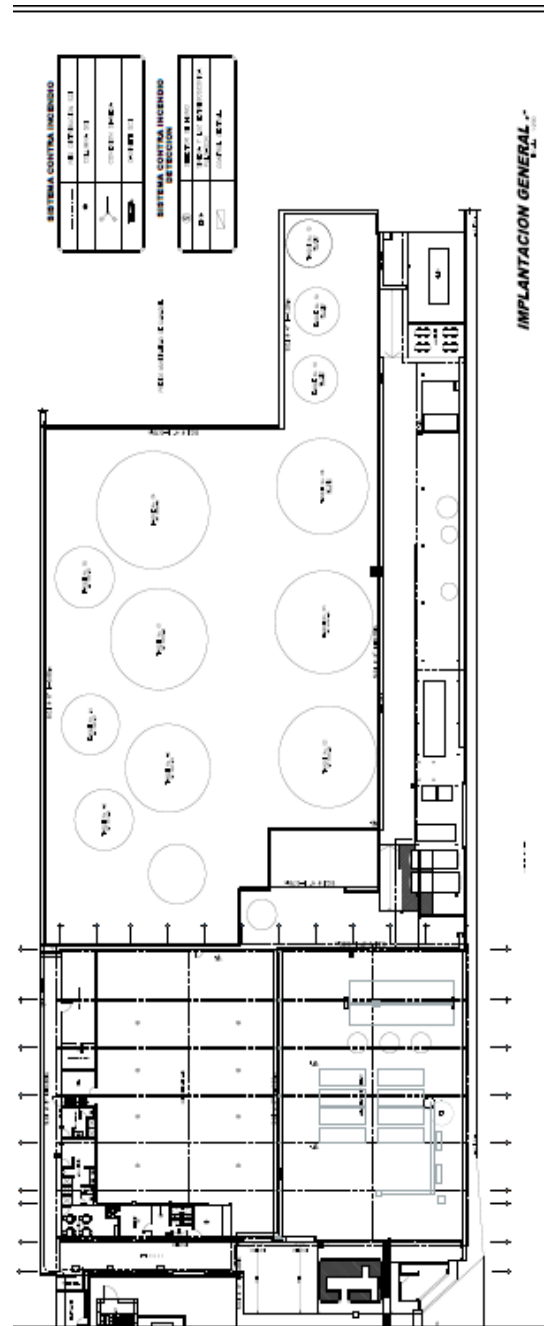
### ÁREA OCHO: INSTALACIONES

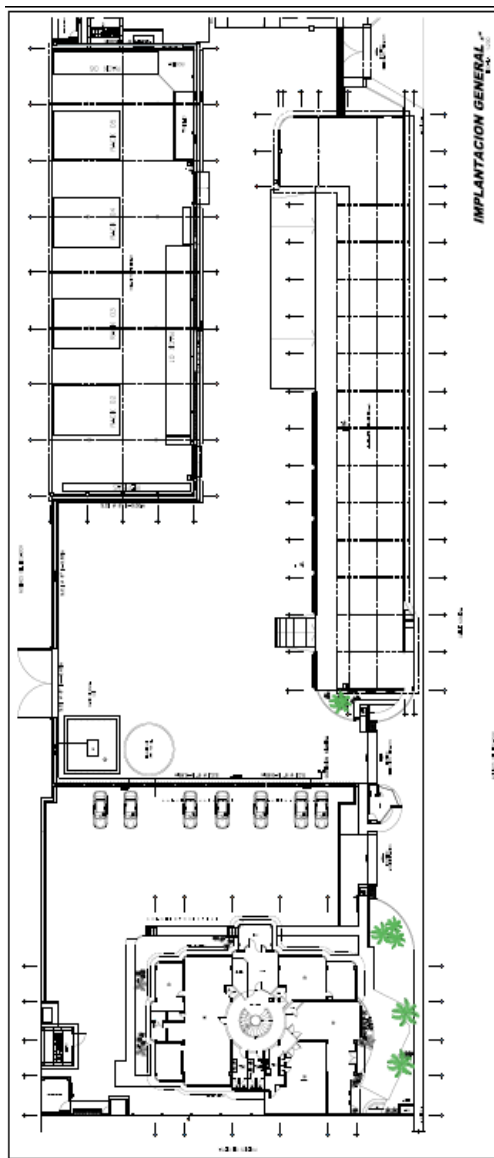
1.	<b>¿Tiene un plan vigente de piso de planta?</b>		10
	a. Actualizado en el último año	10	
	b. De dos a cuatro años de antigüedad	6	
	c. Más antiguo o ninguno	0	
2.	<b>¿Cómo son las ubicaciones y las distribuciones de la planta de mantenimiento?</b>		8
	a. Ideales	10	
	b. Buenas	8	
	c. Regulares	7	
	d. Malas	0	
3.	<b>¿Cómo es la limpieza?</b>		8
	a. Óptima	10	
	b. Excelente	9	
	c. Buena	8	
	d. Regular	7	
	e. Mala	0	
4.	<b>¿Se utilizan siempre equipos y señales de seguridad?</b>		7
	a. En todas las áreas	10	
	b. En la mayoría de las áreas	7	
	c. En algunas áreas	2	
	d. En ninguna	0	
5.	<b>¿Cómo calificaría la disponibilidad de equipos y herramientas, si toma en cuenta las habilidades necesarias y la carga de trabajo?</b>		7
	a. Mejor que el promedio	10	
	b. Promedio	7	
	c. Por debajo del promedio	5	
6.	<b>¿Cuál es el promedio de espacio de oficina (en pies cuadrados) para supervisores y personal?</b>		7
	a. Más de 75 pies cuadrados por persona	10	
	b. Alrededor de 75 pies cuadrados por persona	7	
	c. Meno de 75 pies cuadrados por persona	5	
	d. Ninguno	0	
7.	<b>¿Cómo es la iluminación para la tarea realizada?</b>		7
	a. Mejor que el promedio	10	
	b. Promedio	7	
	c. Por debajo del promedio	5	
	d. Ninguno	0	

8.	<b>¿Se programan los siguientes servicios para mantenimiento a intervalos apropiados por año? Electricidad, aire, agua, gas, vapor, cloacas y eliminación de residuos.</b>		<b>7</b>
	a. 100%	10	
	b. 75%	7	
	c. 50%	5	
	d. 25%	2	
	e. Ninguno	0	
9.	<b>¿Qué porcentaje de empleados de custodia está incluido en rutas y tareas diarias planificadas y en estándares de ingeniería?</b>		<b>10</b>
	a. Más del 95%	10	
	b. 86 a 95%	9	
	c. 66 a 85%	7	
	d. 1 a 65%	4	
	e. Ninguno	0	
10.	<b>¿Todas las grúas, camiones, montacargas y equipos de elevación están incluidos en un plan de PM?</b>		<b>10</b>
	a. 100%	10	
	b. 75%	7	
	c. 50%	5	
	d. 25%	2	
	e. Ninguno	0	

PUNTUACIÓN REAL ALCANZADA	8,1
MAXIMA PUNTUACIÓN	10
PUNTUACIÓN PORCENTUAL LOGRADA	81%

# ANEXO F. DISEÑO DE LA PLANTA DE LUBRICANTES





## ANEXO G. PROCEDIMIENTO O GUÍA OPERATIVA

INSTRUCTIVO PARA ARRANQUE DE EQUIPOS DE PLANTA		Código:	
		Revisión:	0
		Fecha:	Jul-11

**OBJETIVO**  
Establecer los pasos a seguir para encender y apagar en caso de alguna emergencia los siguientes equipos: caldero, compresores, generadores, panel de distribución eléctrico, bomba contra incendios y tablero de transferencia.

**CAMPO DE ACCION**

**DOCUMENTOS REFERENCIALES**  
N/A

**DEFINICIONES**  
N/A

**RESPONSABILIDADES**  
- Es responsabilidad del Técnico de Mantenimiento la elaboración de este instructivo.  
- Es responsabilidad del Líder de Producción la revisión de este instructivo.  
- Es responsabilidad del Jefe de Planta la aprobación de este instructivo.

**INSTRUCCIONES**

El caldero y los compresores deben ser encendidos por el personal de mantenimiento de la Compañía a primera hora de la mañana.

En el caso eventual de que no se encuentren en la empresa, lo deberá hacer un elaborador siguiendo los siguientes pasos:

a) **Caldero:**

1. Abrir la válvula de ingreso de agua al caldero y chequear los niveles de diesel y presión de gas de la llama piloto.
2. Poner todos los selectores ubicados en el tablero de control de caldero en posición automático.
3. Chequear el nivel agua del caldero, completar si es necesario.
4. Una vez completado el nivel del agua del caldero resetear el botón de precaución de nivel de agua que este ubicado al costado del caldero.
5. Encender el caldero mediante el interruptor que se encuentre en los controles del caldero marcado "On - Off"
6. Una vez encendido el caldero esperar hasta tener la presión requerida para abrir las válvulas de vapor que van a planta

b) **Compresores:**

1. Encender el compresor de tomillo mediante el botón verde que esta junto a la pantalla donde se indica las presiones, temperaturas, caldes de presión.
2. Luego de encender el compresor de tomillo encender el secador 1 que esta junto al mismo mediante el selector de "on - off"
3. Comprobar la presión abriendo la válvula de purga del condensado que esta junto al secador.
4. Luego proceder encender el compresor 1 de pistón girando el selector de "on - off"
5. Diríjase al secador 2 para proceder a encenderlo y verificar su funcionamiento.

CORSA CONTROL S.A.  
IN-005-MNT-004 - Revisión 00

INSTRUCTIVO PARA ARRANQUE DE EQUIPOS DE PLANTA		Código:	
		Revisión:	0
		Fecha:	Jul-11

**c) El generador y el tablero de transferencia:**

1. Son accionados por el personal de mantenimiento una vez que se haya detectado la falta del fluido eléctrico en la planta, siguiendo los siguientes pasos.
2. Los líderes de línea deben asegurarse de apagar las máquinas después de detectar un corte de luz.
3. Un Técnico de mantenimiento encenderá el generador eléctrico moviendo el interruptor, ubicado en la parte inferior derecha del tablero de Instrumentos, a la posición RUN.
4. Una vez que el generador se ha encendido debe esperar 2 minutos hasta que el generador alcance su velocidad de operación.
5. Diríjase al tablero de transferencia y bajar el **Breaker** identificado con las siglas **EEE** del tablero de transferencia ubicado al final del corredor de las oficinas de planta.
6. Mover la manija de la placa de seguridad del tablero hacia el lado derecho y subir el **Breaker** identificado con la palabra **GENERADOR**.
7. Avisar a los líderes de línea para que puedan proceder a encender las máquinas.
8. En caso de que el corte de energía eléctrica sea de manera parcial en la planta, una persona de mantenimiento revisará el tablero de distribución principal para comprobar que todos los **Breakers** se encuentren accionados.
9. En caso de ocurrir cortes de energía durante la noche o en días no laborales el guardia de seguridad de la planta debe realizar el procedimiento, siendo responsabilidad de Técnico de Mantenimiento realizar la inducción respectiva a todo el personal de seguridad que ocupe dicho puesto.

**d) Bomba del Sistema Contra Incendio :**

1. Este equipo se encuentra en modo automático para ser encendido por las personas entrenadas.
2. Una vez detectada la emergencia la persona deberá dirigirse al cuarto de bomba del Sistema Contra Incendio y dar arranque al equipo oprimiendo uno de los dos botones de color negro ubicado en el tablero de control de la motobomba marcado como "CRANK1" o "CRANK2". Los cuales enciende la motobomba .
3. El equipo está diseñado para arrancar y bombear hasta que algún operador entrenado lo detenga manteniendo pulsado por algunos segundos el botón de color rojo marcado como "STOP" en el tablero del control de la motobomba.
4. Las personas calificadas serán las que reciban el entrenamiento respectivo para realizar esta operación. Las personas autorizadas son: Jefe de Planta, Líder de Producción y Mantenimiento Técnico en Mantenimiento, ayudante de Mantenimiento y todos los Guardias de Seguridad ya que en horarios nocturnos y fines de semana ellos serán los encargados de encender la Bomba del SCI en caso de ser necesario, previa aprobación y conocimiento de Jefe de Planta y Líder de Producción y Mantenimiento.

CORFOCONTROL S.A.  
 IN-GEF-MNT-004 - Revisión 00

INSTRUCTIVO PARA ARRANQUE DE EQUIPOS DE PLANTA		Código:	
		Revisión:	0
		Fecha:	Jul-11

**REGISTROS**  
REG-GOM-03

**ANEXOS**  
N/A

**CONTROL DE CAMBIOS**

CONTROL DE CAMBIOS		
FECHA	REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
30-09-2009	00	Emisión del documento
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

Control:	Nombre	Cargo	Firma
Elaborado:	Fabrizio Rusles	Técnico de Mantenimiento	
Revisado:	Henry Peñes	Lider de Producción	
Aprobado:	Carlos Marcel	Jefe de Planta	

CORP CONTROL S.A.  
INS-005-INT-001 - Revisión 00



## **ANEXO H. CHARLA DE CAPACITACIÓN EN EL ÁREA OPERATIVA**

Tema: La importancia de un Sistema de Control de Gestión de Mantenimiento

Las empresas interesadas por conservar los activos que se tiene en una planta industrial, necesitan tomar en cuenta que para una buena gestión de mantenimiento en el siglo XXI lo siguiente:

- Definir la estrategia de mantenimiento con la que se va a trabajar.
- Identificar Equipos Críticos.
- Diseñar indicadores de gestión que permitan medir un proceso.
- Diseñar una lista de chequeo para el personal de operación de los activos.
- Realizar un estudio para analizar alguna falla.
- Seleccionar una Equipo Líder para que garantice la efectividad del SCGM.

El SCGM, es un sistema que integra tanto al personal como a los activos enfocados en la mejora de la eficiencia global de los equipos, con esto se logra resultados de alto nivel lo que genera mayor satisfacción de la

organización y aumenta la vida útil de la planta. Por esto mencionado, se debe estar entrenado periódicamente para formar una cultura estratégica que permita alcanzar una mayor confiabilidad en los procesos productivos de la planta.



La participación de todos los niveles jerárquicos es fundamental ya que el trabajo en equipo y la comunicación eficaz es vital para la sostenibilidad de este sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ferrer Carlos y Amigo Vicente, Tecnología de materiales, Editorial Alfaomega, Pág. 125, 2005.
2. Ferrer Carlos y Amigo Vicente, Tecnología de materiales, Editorial Alfaomega, Pág. 127, 2005.
3. Ferrer Carlos y Amigo Vicente, Tecnología de materiales, Editorial Alfaomega, Pág. 134, 2005.
4. Chavez Francisco. La tribología : ciencia y técnica para el mantenimiento
5. Edward BaileyAlton. Aceites y grasas industriales
6. Pérez Gonzalez Antonio. Mantenimiento Mecánico de Máquinas. 2da edición editada, Pág.39
7. Elola, Tejedor y Muguburu. Marcombo, Gestión integral del Mantenimiento, 1997.
8. Amado Salgueiro, "Indicadores de gestión y cuadro de mando", Editorial Diaz de Santos S.A. (2001)
9. Robert Kaplan & David Norton. "La organización focalizada hacia la estrategia", Barcelona, Ediciones Gestión 2000 (2005)

10. Dupont Chandler A., "Strategy & Structure" Harvard University (1962).
11. Santos Diaz. Plan de Negocios. Edición Mapcal S.A., Madrid España, 1994, Pág. 157 – 168.
12. Robert Kaplan, David Norton, "Mapas Estratégicos", Ediciones Gestión (2000)
13. Muñoz Rosa y Nevado Domínguez. El Desarrollo de las organizaciones del siglo XXI, Editorial Directivos, Madrid, Pág. 130 - 132
14. Tavares Lourival., Análisis y Diagnóstico, nueva modalidad para mejoría del proceso de Gestión de Mantenimiento, Revista de Mantenimiento N° 14. Chile, 1992.
15. Prando, Raúl, Manual Gestión de Mantenimiento, Uruguay, ed. Piedra Santa, 1996.
16. Tipos de Mantenimiento. Disponible en:  
<http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeMantenimiento>.
17. Garrido, Santiago García, Mantenimiento Industrial, Vol.3. (Mantenimiento Predictivo), Madrid, ed. Renovetec, 2009.
18. Garrido, Santiago García, Mantenimiento Industrial, Vol.4. (Mantenimiento Correctivo), Madrid, ed. Renovetec, 2009.

19. RBI. Disponible en: [www.bureauveritas.es](http://www.bureauveritas.es)
20. Artículo sobre el 1 Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento sobre RCM. Disponible en: [www.cmcm.com.mx](http://www.cmcm.com.mx)
21. Artículo sobre el 1 Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento sobre ACR. Disponible en: [www.cmcm.com.mx](http://www.cmcm.com.mx)
22. Tokutaro Suzuki TGP – HOSHIN, S.A. TPM en Industrias de Procesos., Madrid, 1995
23. Seiichi, Nakajima. AFNOR, La Maintenance Productive Totale, Paris, 1986.
24. Garrido, Santiago García, Organización y gestión integral de mantenimiento, España, ed. Díaz de Santos, 2003.
25. Piña Edgar. La estrategia de las 5'S. Compilación y Desarrollo. Venezuela.
26. Espinoza Fernando. Charlas para la gestión del mantenimiento. Los 8 Pilares del T.P.M.
27. Ibedrola, Generación (Guía Para El Análisis De Fallos), 1999.
28. Mendoza Miguel. Charla sobre el A.M.E.F.(Análisis de Modo y Efecto de Falla). Disponible en: [www.adsmex.com](http://www.adsmex.com)