



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y en Ciencias de la Producción

*"Diseño de un Sistema de Gestión en Control Operacional*

*para una Empresa Metal Mecánica"*

**TESINA DE SEMINARIO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentada por:

*PRISCILA NARANJO CHANO*

*DIEGO ROMÁN MATAMOROS*

Guayaquil - Ecuador

2010

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios por guiarnos a lo largo de nuestras vidas, y sobre todo en los momentos más difíciles que acompañaron nuestra carrera y culminación de la misma.

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional en todo momento, siendo un pilar fundamental de nuestra existencia, ya que de ellos aprendimos que con esfuerzo y tenacidad se logran las metas.

A cada uno de nuestros Maestros que con gran entusiasmo, sabiduría y dominio de Cátedra nos impartieron sin egoísmos sus saberes e inyectaron cual sabia fecunda el deseo de investigar, descubrir y ser proactivos en la construcción de un país mejor, de una sociedad equitativa y competitiva.

## DEDICATORIA

A nuestros padres por dejarnos la mejor herencia de vida, que es el estudio, por dedicar gran parte de sus vidas a nuestra formación y crecimiento como personas de bien, quienes con sus sacrificios nos brindan lo mejor de ellos a lo largo de nuestra existencia con la ilusión de vernos superar y prosperar.

A nuestros hermanos a quienes les agradecemos su apoyo y por ser parte nuestra en la búsqueda permanente de un futuro mejor.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Priscila Magdalena Naranjo Chano

---

Diego Xavier Román Matamoros

## RESUMEN

El objeto de estudio de la presente tesina, es una empresa del sector metal mecánico que se dedica a la elaboración de tubería estructural, la misma que depende principalmente de sus activos físicos para el desarrollo de sus actividades, es aquí en donde radica la importancia de implementar un sistema de gestión en control operacional, con la finalidad de optimizar el rendimiento de esos activos físicos, el desempeño asociado, evitar riesgos críticos y gastos sobre sus ciclos de vida, todo esto con la finalidad de que la empresa logre cumplir sus planes estratégicos organizacionales en función a un desempeño eficiente de sus equipos.

En primer lugar se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa, y en base a ello se selecciona el área crítica, en la cual se enfoca el desarrollo de la presente tesis, utilizando una matriz de decisión basada en cinco aspectos para su elección que son: paradas frecuentes por mantenimiento correctivo, ocupación de la línea, tiempo productivo de las máquinas, tiempos de Setup y desperdicio o pérdidas en las líneas; A través de la información recolectada y analizada, se diseña el sistema con base en los ocho pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM), creando responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares, que disminuirá las pérdidas y aumentará la productividad.

Al reconocer lo fundamental que es mantener activa la metodología de las 5S's dentro de la organización se dará un mayor enfoque a este tema con la finalidad de lograr en los operarios la habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos, reducir los gastos de tiempo y energía, reducir los riesgos de accidentes, aumentar la calidad de la producción, seguridad en el trabajo, comprender el funcionamiento de los equipos, y así de esta manera se alcanzará hacer más productivos y eficientes los activos de la organización.

Además se desarrolló una aplicación informática que facilitará la disponibilidad de información para así lograr el cumplimiento y el control de los trabajos de mantenimiento que son tan importantes para el proceso productivo. Logrando el desarrollo del Sistema de Gestión en Control Operacional se podrán cumplir las metas organizacionales de la institución con una gerencia óptima de sus recursos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que permitirán a la empresa implementar adecuadamente el sistema y cuando entre en funcionamiento se logrará tener un control eficiente sobre sus activos y por lo tanto se obtendrán beneficios como el incremento de un 20% en la disponibilidad de los equipos al aplicar un mantenimiento autónomo y proactivo, y además la implementación del plan de 5S's permitirá a la empresa reducir los defectos y actividades que no agreguen valor, al mismo tiempo mejorando el desempeño de sus activos.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS.....	IX
SIMBOLOGÍA.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Objetivo General.....	4
1.3. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Metodología de la Tesina.....	5
1.5. Estructura de la Tesina.....	5

## CAPÍTULO 2

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Gerencia de Activos y Norma PAS 5S.....	7
2.2. Diagrama Cauda Efecto.....	10
2.3. El ciclo de Mejora continua.....	12
2.4. Mantenimiento: Definición y Tipos.....	16
2.5. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	17
2.6. Filosofía de las 5S's.....	22
2.7. Indicadores Claves del Desempeño (KPI's).....	24
2.8. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF).....	27
2.9. Términos y Definiciones.....	29

## CAPÍTULO 3

<b>3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....</b>	<b>31</b>
3.1. Información General de la Empresa.....	31
3.2. Descripción de la Situación Actual.....	49
3.2.1. Análisis FODA.....	49
3.2.2. Descripción de Problemas Encontrados.....	49
3.2.3. Análisis de las Líneas de Producción.....	50
3.2.4. Selección del Área Crítica.....	59
3.3. Descripción de Problemas Encontrados.....	63

3.4. Identificación de Activos Crítica.....	69
3.5. Análisis de la SITUACIÓN actual de la Gerencia de Activos.....	72
3.5.1. Gestión Técnica .....	73
3.5.2. Gestión Administrativa.....	74
3.5.3. Gestión del Talento Humano.....	75

## **CAPÍTULO 4**

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL OPERACIONAL..	78
4.1. Mejoramiento Continuo.....	78
4.2. Mantenimiento Autónomo.....	85
4.3. Mantenimiento Planificado.....	92
4.4. Mantenimiento de Calidad.....	98
4.5. Prevención de Mantenimiento.....	101
4.6. Áreas Administrativas.....	104
4.7. Educación y Entrenamiento.....	111
4.8. Seguridad y Medio Ambiente.....	115
4.9. Diseño del Plan de Implementación de las 5S's.....	120

## **CAPÍTULO 5**

### **5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA DE SOPORTE**

<b>DEL SISTEMA.....</b>	<b>129</b>
5.1. Objetivos de la Aplicación.....	129
5.2. Descripción y Funcionalidad de los Módulos.....	131
5.2.1. Gestión Administrativa.....	132
5.2.2. Gestión del Talento Humano.....	146
5.2.3. Gestión Técnica.....	156
<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>168</b>
6.1. Conclusiones.....	168
6.2. Recomendaciones.....	171
APÉNDICES	
ANEXOS	
BIBLIOGRAFÍA	

## ABREVIATURAS

PAS	Publicly Available Specification
PHVA	Planificar, Hacer, Verificar y Actuar
TPM	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
KPI	Indicadores Clave de Desempeño
AMEF	Análisis de Modo y Efecto de Fallas
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

## SIMBOLOGÍA

**D7i** (Software de la empresa)

**OT** (Orden de Trabajo)

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Valor del Activo.....	8
Figura 2.2 Diagrama de Pescado.....	12
Figura 2.3 Diagrama de PHVA.....	14
Figura 2.4 El Ciclo PHVA “Ciclo PHVA en el mantenimiento.....	15
Figura 2.5 El Ciclo PHVA “Ciclo PHVA en el ciclo de mantenimiento.....	16
Figura 2.6 Tipos de Mantenimiento.....	17
Figura 2.7 Pilares Fundamentales del TPM.....	19
Figura 3.1 Volumen de Producción anual de la Empresa.....	32
Figura 3.2 Productos que se fabrican en la Planta Guayaquil.....	36
Figura 3.3 Identificación del corte de las bobinas.....	38
Figura 3.4 Fleje en el Desenrollador.....	39
Figura 3.5 Acumulador.....	40
Figura 3.6 Conformado de Fleje.....	41
Figura 3.7 Bobina Inductora de Acta Frecuencia.....	42
Figura 3.8 Creación del Campo Magnético.....	42
Figura 3.9 Soldadura de Tubos.....	43
Figura 3.10 Desbarbado del Tubo.....	43
Figura 3.11 Pasos Rectificadores.....	44
Figura 3.12 Pasos Rectificadores.....	45
Figura 3.13 Sistema de Corte.....	46
Figura 3.14 Rodillos de Arrastre.....	47
Figura 3.15 Selección del Área crítica.....	48
Figura 4.1 Formato de la lista de chequeo de Equipos.....	87
Figura 4.2 Sistema de Corte de la Tubera 2.....	92
Figura 4.3 Formato del Plan semanal de Mantenimiento.....	94
Figura 4.4 Formato para las Órdenes de Mantenimiento.....	95

Figura 4.5	Formato para el Reporte de Averías.....	98
Figura 4.6	Formato para el Reporte de Producción.....	100
Figura 4.7	Histórico de Mantenimiento.....	102
Figura 4.8	Formato para la compra de un nuevo equipo.....	104
Figura 4.9	Diagrama del proceso para la Capacitación.....	106
Figura 4.10	Formato de la evaluación de la Capacitación.....	115
Figura 4.11	SEIRI (Ordenar).....	122
Figura 4.12	SEITON (Clasificar).....	124
Figura 4.13	Clasificación de tachos de basura.....	125
Figura 4.14	SEIKESU (Estandarizar).....	126
Figura 4.15	Auditoría de las 5S'S.....	128
Figura 5.1	Instructivo de la Aplicación "Pantalla Principal.....	131
Figura 5.2.	Instructivo de la Aplicación "Pantalla Principal.....	132
Figura 5.3	Desglose módulo de Gestión Administrativa Mantenimiento Autónomo.....	133
Figura 5.4	Equipos Críticos.....	134
Figura 5.5	Ingreso de Equipo Crítico.....	135
Figura 5.6	Ingreso de nuevo Componente Crítico.....	138
Figura 5.7	Opción Chequeo de Equipos.....	139
Figura 5.8	Ingresar nuevo Documento de Chequeo de Equipos.....	140
Figura 5.9	Opción Procedimientos de Operación.....	140
Figura 5.10	Ingresar nuevo Documento de Procedimiento de Operación.....	141
Figura 5.11	Ingreso nuevo Documento de Seguridad y Medio Ambiente.....	143
Figura 5.12	Ingreso nuevo Documento de Análisis de Riesgos.....	144
Figura 5.13	Ingreso nuevo Documento de Análisis de Impactos Ambientales.....	145
Figura 5.14	Desglose del Módulo Gestión del Talento Humano.....	146
Figura 5.15	Opción Trabajadores.....	147
Figura 5.16	Ingreso de Trabajadores.....	149
Figura 5.17	Ingreso nuevo Plan de Capacitación.....	151

Figura 5.18 Evaluación de la Capacitación.....	153
Figura 5.19 Ingreso de nuevo Plan de Inducción.....	155
Figura 5.20 Desglose del Módulo Gestión Técnica.....	156
Figura 5.21 Opción Análisis de Fallas de Equipos.....	157
Figura 5.22 Ingreso de nuevo AMEF.....	159
Figura 5.23 Ingreso de nuevo KPI.....	161
Figura 5.24 Ingreso de nuevo reporte de averías.....	162
Figura 5.25 Ingreso de nueva Orden de Trabajo.....	163
Figura 5.26 Ingreso de nueva Orden de Mantenimiento.....	164
Figura 5.27 Opción Plan de Mantenimiento.....	165
Figura 5.28 Ingreso de nuevo Reporte de Producción.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Especificación de los Productos en las Diferentes Máquinas.....	50
Tabla 2 Promedio de las Paradas por MTTO.....	52
Tabla 3 Promedio de Ocupación de los Equipos.....	53
Tabla 4 Promedio de los Tiempos Productivos de las Máquinas.....	54
Tabla 5 Promedio de Set Up de los Equipos.....	56
Tabla 6 Promedio de Desperdicio de los Equipos.....	58
Tabla 7 Matriz de Decisión.....	60
Tabla 8 Especificaciones de los Productos realizados por la Tubera 2.....	63
Tabla 9 Pérdidas por falla de calidad en la Tubera 2.....	68
Tabla 10 Indicadores de desempeño de la Tubera 2.....	80
Tabla 11 Componentes de la tubera 2.....	81
Tabla 12 Escala de Criterios para el AMEF.....	84
Tabla 13 Especificación de los Diferentes Productos y sus Velocidades.....	90
Tabla 14 Detección de fallas en la Tubera 2.....	109
Tabla 15 Evaluación de Riesgo de Seguridad.....	117
Tabla 16 Evaluación de Riesgo de Salud.....	118
Tabla 17 Evaluación de Riesgo Ambiental.....	119

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3.1 Selección del Área Crítica.....	61
Gráfico 3.2 Promedio de Distribución de Tiempos de Tubera 2.....	65
Gráfico 3.3 Porcentaje Promedio del tiempo de Paras en la Tubera 2.....	66
Gráfico 3.4 Relación de la Producción de primera y Chatarra de Tubera.....	67
Gráfico 3.5 Promedio de Tipos de Paras en la tubera 2.....	69
Gráfico 3.6 Tiempos incurridos en Mantenimiento por parte de la Tubera 2.....	71

## INTRODUCCIÓN

En el ambiente actual, los sistemas productivos se están volviendo cada vez más complejos en su desarrollo y su desempeño, por lo que las empresas buscan métodos o maneras de poder sobrellevar estos desafíos tratando cada vez más de satisfacer de mejor manera a sus clientes.

Un método que está revolucionando actualmente a las grandes industrias es la correcta administración de sus activos, que pretende alcanzar la máxima producción predecible al costo más bajo y sustentable, de una manera segura, mediante la integración de datos, metodologías y procesos de trabajo de confiabilidad de clase mundial alcanzando así las metas organizacionales planteadas.

La empresa en estudio mantiene costos elevados por: reparación de equipos deteriorados y sus condiciones básicas descuidadas, largos tiempos de paros por averías de los mismos, baja fiabilidad de suministros y el personal con el que cuenta no está capacitado debidamente para actuar en la toma de decisiones y garantizar el cumplimiento de los planes estratégicos concernientes al mantenimiento de los equipos.

Con la Gerencia de Activos, se pueden optimizar los recursos y establecer estrategias que permitan identificar cuáles son los activos críticos de la organización, y de esta manera implementar un sistema de Gestión y Control Operacional que permita cumplir los planes de mantenimiento, para maximizar la disponibilidad y eficiencia de los equipos.

El estudio se enfoca en el área más crítica de la organización donde se realizará un plan piloto, el mismo que será desarrollado en la TUBERA 2, debido a que esta es la máquina que genera mayor ingreso a la empresa por los diferentes SKU's que produce, tomando como base para ello los ocho pilares fundamentales del Mantenimiento Productivo Total (TPM), que permita crear una cultura corporativa para alcanzar el máximo de eficiencia posible del proceso productivo, para diferenciar a la organización y hacerla más competitiva evitando fallas de equipos y tiempos muertos.

Se desarrolla un plan para la implementación de las 5S's (ordenar, clasificar, limpiar, estandarizar y mantener) que ayudará a garantizar la estrategia de gestión, así como la formación y capacitación continua del personal lo que permitirá mejorar las condiciones de trabajo, y el cumplimiento de los objetivos fundamentales: cero fallas, cero accidentes y cero contaminación.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Antecedentes**

El presente trabajo de investigación nace desde la necesidad que hoy en día tienen las industrias por ser más eficientes y eficaces en el desarrollo de sus productos, tratando de maximizar el rendimiento y la disponibilidad de sus activos y con la finalidad de alcanzar al menor costo posible las metas y estrategias corporativas para el desarrollo sustentable de la empresa.

De igual manera en los últimos tiempos se ha comprobado la importancia que tiene el capital humano dentro de la organización, pero también hay que tomar en cuenta la vital trascendencia que tienen los activos físicos que debe manejar el recurso humano, ya que conjuntamente y por medio de un sistema de gestión y control operacional dan el crecimiento no solo a la empresa sino a la industria en general.

## **1.2 Objetivo General**

Proporcionar a la empresa una herramienta de gestión que le permita llevar un control óptimo de sus recursos y registrar de manera eficiente las actividades a ejecutarse para poder gerenciar de una mejor manera sus activos.

## **1.3 Objetivos Específicos**

- Identificar el área crítica de la organización para establecer los controles necesarios en el sistema.
- Establecer un plan de mantenimiento para los activos, de acuerdo a las necesidades de cada uno de ellos.

- Determinar los tópicos necesarios de capacitación e información al personal para que se logre una correcta implementación, mantenimiento y mejora del sistema
- Desarrollar una aplicación informática que facilite la disponibilidad y accesibilidad de información al sistema diseñado.

#### **1.4 Metodología de la Tesina**

La Tesina se desarrolló dentro de un análisis de diagnóstico situacional de la organización, que permite reconocer los equipos, actividades y procesos más relevantes de la cadena de producción.

Se desarrolló el diseño de los módulos de mejoramiento continuo, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de la calidad, prevención del mantenimiento, áreas administrativas, educación y entrenamiento, medio ambiente y seguridad. Todo esto se realiza bajo la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM), Metodología de las 5S's, Método del Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA) y siguiendo los lineamientos de la norma británica PAS 55.

Por último se desarrolló una aplicación informática para efectos de fortalecer el ciclo PHVA y poder evidenciar la mejora continua del Sistema de Gestión, y optimizar el OEE de los Activos de la Organización.

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

El presente trabajo de investigación está desarrollado de la siguiente manera. En el primer capítulo se detallan generalidades. En el siguiente

capítulo se hace una breve revisión del enfoque de la Norma Pas 55 y los pilares del mantenimiento para el desarrollo del presente estudio. A continuación se realiza la descripción general de la empresa y del proceso de conformado de tubería, también se efectúa el análisis y selección de la línea de estudio. Posteriormente se describe la situación actual de la línea seleccionada, la descripción detallada de los productos que fabrica, análisis de tiempos de paras, de producción y finalmente se evalúa la factibilidad de implementar un sistema de gestión y control operacional.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 GERENCIA DE ACTIVOS Y NORMA PAS 55.

#### ¿Qué es Gerencia de Activos?

Según la norma PAS 55, son todas aquellas actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización gerencia de manera óptima sus activos físicos y el comportamiento de los equipos, riesgos y gastos mediante su ciclo de vida útil, con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional; es la mejor manera de gerenciar los activos para alcanzar un resultado deseable y sustentable. Véase Figura 2.1.



## **Figura 2.1 VALOR DEL ACTIVO**

Fuente: José Durán (The Woodhouse Partnership Limited)

### **Beneficios de la Gerencia de Activos**

- Eleva la satisfacción de los clientes.
- Mejora la salud y seguridad de los empleados.
- Optimiza el retorno sobre la inversión (ROI) y crecimiento de la organización a través de los buenos desempeños de sus activos.
- Permite cumplir con las regulaciones y estatutos legales por medio de Procesos sistemáticos controlados.
- Mejora la gerencia del riesgo y el gobierno corporativo.
- Mejora la imagen corporativa que incluye: mejorar la comercialización de los productos y servicios, incrementar la satisfacción del staff y mejorar la eficiencia de la cadena de suministros.

### **Objetivo de la Gerencia de Activos**

El objetivo es mejorar los ingresos y obtener logros específicos a partir de los activos o de su sistema a fin de alcanzar las metas de los planes estratégicos de la gerencia de activos.

### **Política de la Gerencia de Activos**

Son las intenciones y direcciones que toma una organización relacionada a la estructura de control de procesos y actividades para sus activos, y que son consistentes con el plan estratégico organizacional.

## **Estrategia de la Gerencia de Activos**

Son planes a mediano y largo plazo creados para el sistema de gerencia de activos y que también están relacionados con el plan estratégico organizacional.

## **Aspectos Generales**

La PAS 55 (Publicly Available Specification) se aplica en casos donde la organización es dependiente de la función de sus activos para la entrega de sus servicios o productos; y, donde el éxito de una organización está significativamente influenciado por el desempeño de sus activos. Dentro de los beneficios de su aplicación está elevar la satisfacción de los clientes, mejorar la salud y la seguridad, mejorar la gerencia del riesgo, optimizar el retorno sobre la inversión; y, mejorar la comercialización de los productos y servicios.

## **Alcance de la Norma Pas 55**

La Gerencia de Activos Físicos está intrínsecamente relacionada con la gerencia de otros aspectos del negocio, la infraestructura física tales como maquinarias y equipos, serán considerados solamente cuando tengan un gran impacto en la Gerencia de Activos. La norma no es aplicable para los activos humanos, de información, intangibles y financieros.

## **2.2 Diagrama Causa – Efecto**

Esta técnica es utilizada cuando se ha identificado el problema a analizar, y se quiera buscar las causas que produce la situación anormal. Cualquier

problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia. El diagrama de causa y efecto facilita los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Cuando se estudia los problemas de fallos de equipo, pueden ser atribuidos a múltiples factores cada uno de ellos puede contribuir negativa o positivamente al resultado. Sin embargo, alguno de estos factores puede contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa efecto.

Un diagrama causa y efecto facilita la recolección de numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema.

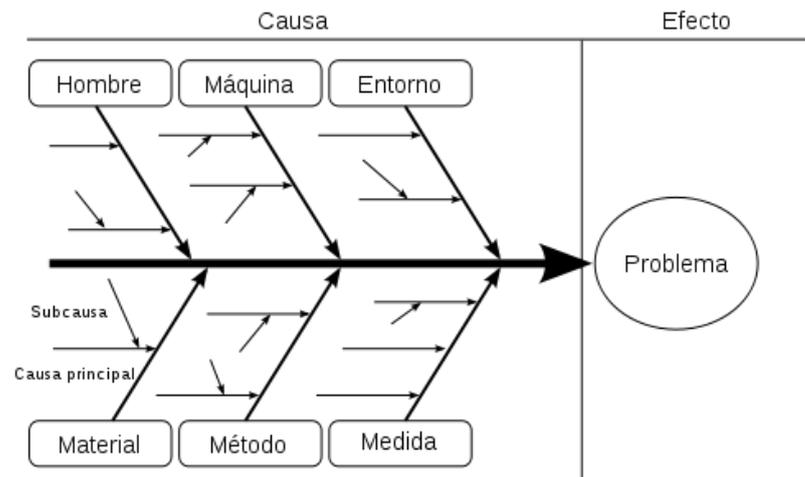
### **Construcción del Diagrama Causa y Efecto**

El diagrama de causa y efecto es un gráfico en el cual se puede evidenciar y acotar las causas y los efectos que tienen los problemas, este gráfico debe contener la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio

- Las causas secundarias que afectan a cada una de las causas primarias

A continuación se presenta un ejemplo:



**Figura 2.2 DIAGRAMA DE PESCADO**  
Fuente: Diagrama causa efecto Ishikawa

### 2.3 El Ciclo de Mejora Continua

Es una herramienta de la mejora continua que se establece a partir de 4 palabras (planificar, hacer, verificar y actuar), véase *Figura 2.3*. Los términos utilizados en el ciclo PHVA tienen el siguiente significado:

**Planear:** Es establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización y establecer la manera de lograr los objetivos propuestos.

**Hacer:** Es la implementación de los procesos exactamente como han sido planificadas y en la ejecución del plan piloto para la recolección de datos para verificar los procesos.

**Verificar:** Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar sobre los resultados.

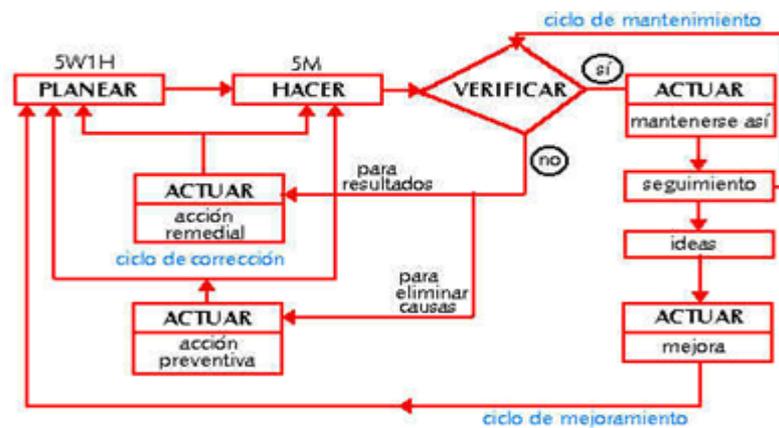
**Actuar:** Es la parte donde se toman acciones para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos.



**Figura 2.3 DIAGRAMA DE PHVA**

Fuente: ISO. Orientación acerca del enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión de la calidad.  
Ginebra: ISO; 2001

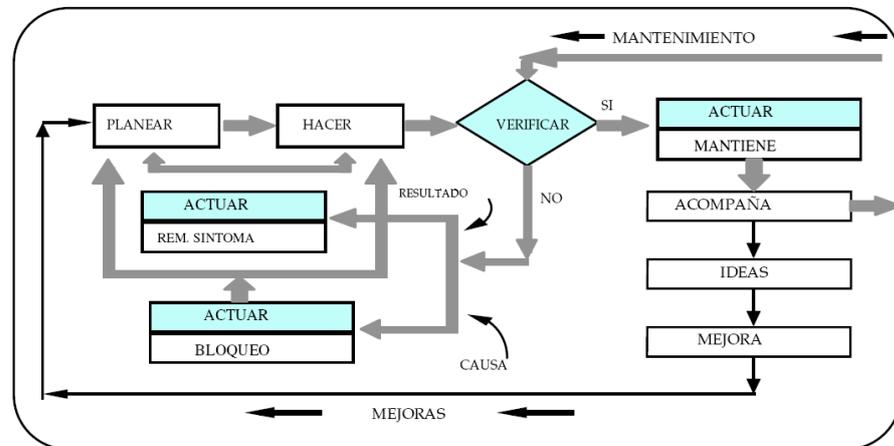
**El Ciclo PHVA en el mantenimiento** El ciclo PHVA es utilizado para el mantenimiento en el nivel de control (Cumplimiento de las directrices de control. Véase *Figura 2.4*). El trabajo que se ejecuta a través del ciclo PHVA en el mantenimiento consiste, esencialmente, en el cumplimiento de Procedimientos Operacionales de Estándar (POE).



**Figura 2.4 EL CICLO PHVA**  
 “Ciclo PHVA en el mantenimiento”  
 Fuente: Ing. Cristian Arias

Para un buen mantenimiento del nivel de control son necesarias algunas condiciones: definición de indicadores y procedimientos (planear); entrenamiento en el trabajo, en recolección de datos y ejecución de tareas de acuerdo a procedimientos (hacer); verificación de indicadores (verificar); mantener procedimientos actuales y en caso de desvíos ejecutar acciones correctivas (actuar). Una organización que busque la mejora continua de sus resultados, debe tener presente

conservar un buen mantenimiento del nivel de control. Véase *Figura 2.5*.



**Figura 2.5 EL CICLO PHVA**  
 “Ciclo PHVA en el ciclo del mantenimiento”  
 Fuente: José Maya (Universidad Nacional de Colombia, Medellín)

## 2.4 Mantenimiento: Definición y Tipos

El Mantenimiento consiste en todas las acciones que tienen como objetivo prevenir fallas tanto en las máquinas como en los procesos, busca conservar al equipo de producción, para asegurar que éste sea completamente eficiente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad para que sea seguro de operar. El objetivo principal es lograr cero averías; y, aumentar la eficiencia y eficacia de los equipos a bajos costos. Para lo cual se define varios tipos de mantenimiento (véase *Figura 2.6*).



### **Figura 2.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Fuente: Camilo Córdova (XI Congreso de Mantenimiento)

El mantenimiento planeado considera la importancia del equipo y del método a ser usado; es basado en el tiempo y cuando se inspecciona de manera rutinaria es basado en la condición.

El mantenimiento no planeado ocurre de forma inesperada, lo cual conlleva a realizar un análisis sistemático de las fallas u operación fuera del estándar, con el objeto de eliminar las causas.

## **2.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

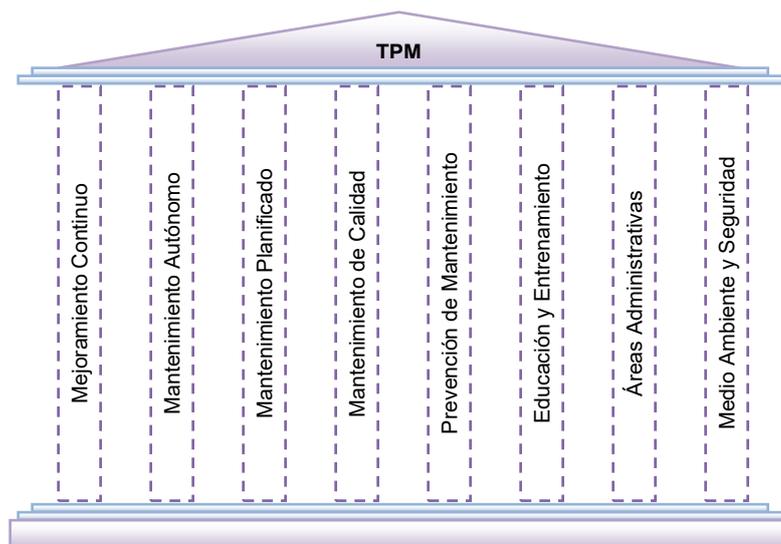
El Mantenimiento Productivo Total (de las siglas en inglés TPM), es una filosofía gerencial que promueve el cambio de la cultura organizacional hacia la calidad y la productividad a todo nivel en la empresa bajo un esquema de administración participativa.

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

El mantenimiento Productivo Total es definido frecuentemente en su sentido estrecho como mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos (actividades de mantenimiento autónomo), se base en el principio de que la mejora de los equipos deba involucrar a toda la organización, desde los operadores hasta la alta gerencia

### **Pilares Fundamentales del TPM**

Debido a que el TPM está orientado a buscar cero defectos, cero averías y cero accidentes, para lograrlo existen ocho pilares que sirven de apoyo para la construcción de un sistema productivo total. Véase *Figura 2.7*.



**Figura 2.7 PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM**

Fuente: Ing. Cristian Arias (Archivos Seminario Gerencia de Activos)

### **Mejoramiento Continuo**

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas.

Este pilar conlleva a reducir pérdidas y aumentar el potencial productivo de los activos de la empresa a través de un trabajo organizado en equipos funcionales que emplean metodología específica.

### **Mantenimiento Autónomo**

El propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc.

### **Mantenimiento Planificado**

En este pilar se tiene como filosofía: cero averías. Busca aumentar la disponibilidad y eficiencia de los equipos, y eliminar sus problemas a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

### **Mantenimiento de Calidad**

La filosofía aplicada en este pilar es: cero defectos, cero retrabajo y cero rechazo, mediante la reducción de la variabilidad, el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.

### **Prevención de Mantenimiento**

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Este pilar se encarga de reducir el tiempo de introducción de nuevos productos, equipos y procesos.

### **Educación y Entrenamiento**

El pilar de educación y entrenamiento se concentra en elevar continuamente el nivel de capacitación de los operadores en los diferentes aspectos de la empresa.

### **Áreas Administrativas**

Este pilar trata sobre la reducción de pérdidas (información, coordinación, precisión) en los procesos administrativos y aumentar el potencial de departamentos como planificación, desarrollo y administración que ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente.

### **Medio Ambiente y Seguridad**

Con el desarrollo de un Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de la metodología 5S's se obtiene una buena seguridad. La formación en habilidades de percepción es la base de la identificación de riesgos ya que el personal formado profundamente en el equipo asume mayor responsabilidad por su salud y su seguridad.

## **2.6 Filosofía de las 5S's**

Está basada en palabras japonesas que comienzan con "S". Esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar, y procesos estandarizados de trabajo. Simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

**SEIRI (ordenar)**

Significa que se debe diferenciar entre los elementos necesarios y los innecesarios, y descartar estos últimos. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada “etiquetado rojo”.

**SEITON (clasificar)**

Significa poner las cosas en orden, es decir, disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan después del Seiri, cumpliendo la filosofía de: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

**SEISO (limpiar)**

Es sinónimo de limpieza permanente del entorno de trabajo, incluidas las máquinas y las herramientas, pisos y paredes, erradicando fuentes de suciedad. Trata de eliminar la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizar lo que sí necesita el obrero, hace referencia a la limpieza del área con el objeto de conservar el buen aspecto y comodidad; además de hacer evidente problemas que antes eran ocultos por el desorden y la suciedad. Estas deficiencias, cuando no se atienden pueden llevar a falla del equipo y pérdidas de producción lo que afecta a las utilidades de la empresa.

**SEIKETSO (estandarizar)**

Es extender hacia las personas el concepto de pulcritud, y practicar continuamente los tres pasos anteriores. Se concentra en estandarizar las mejores prácticas en el área de trabajo. Los trabajadores deben participar en

el desarrollo de estos estándares o normas; las cuáles son muy valiosas fuentes de información del trabajo, aunque con frecuencia no son considerados por la alta gerencia.

### **SITSUKE (mantener)**

Construir la autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5S, mediante el establecimiento de estándares. La quinta "S" busca establecer un nuevo "status quo" y una nueva serie de normas y estándares en la organización del área de trabajo.

## **2.7 Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)**

Los KPI's miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando "qué tan buenos" son los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.

Cuando se definen KPI's en una empresa se suele aplicar el acrónimo EMART, ya que los indicadores tienen que ser: Específicos, Medibles, Alcanzables, Realistas, definidos en el Tiempo. Dentro de los indicadores de desempeño más importantes con los que debe contar una empresa para gerenciar sus activos están: disponibilidad, rendimiento, calidad; y, eficiencia global del equipo (de las siglas en inglés OEE).

### **Eficiencia Global del Equipo (OEE):**

Es un porcentaje que sirve para medir la eficiencia productiva de un activo. Su ventaja es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Resulta de multiplicar los tres indicadores descritos anteriormente; este indicador considera 6 grandes pérdidas a saber: paradas o averías, configuraciones y ajustes, pequeñas paradas, reducción de velocidad, rechazos por puesta en marcha y rechazos de producción.

#### **Disponibilidad:**

La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (TPO). Donde, TPO es igual al Tiempo Total de trabajo menos Tiempo de Paradas Planificadas; y, TO es igual al TPO menos Paradas y/o Averías. La Disponibilidad es un valor entre 0 y 1, por lo que suele ser expresado porcentualmente.

#### **Rendimiento:**

El Rendimiento resulta de dividir la cantidad realmente producida por la cantidad que se podría haber producido. La cantidad que se podría haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina, siendo la capacidad nominal de la máquina aquella declarada en las especificaciones del equipo, es decir, es proporcionada por el fabricante. Al igual que la disponibilidad, es un valor entre 0 y 1, por lo que puede ser expresado en porcentaje.

**Calidad:**

Resulta de dividir las unidades producidas conformes por el total unidades producidas incluyendo aquellas retrabajadas o desechadas. Es un valor entre 0 y 1, y para el indicador OEE sólo considera las unidades conformes que salen por primera vez, no las reprocesadas.

**2.8 Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)**

Una falla es todo lo que detiene la operación de una máquina o cuando se produce un producto defectuoso o resulta en un accidente, por lo que el AMEF surge como un instrumento que permite el análisis sistemático para establecer una falla y determinar el efecto de esta.

Durante el desarrollo del AMEF es necesario determinar todos los modos de falla con base en los requerimientos funcionales y sus efectos; además se debe describir las causas y ocurrencias para cada Modo de Falla. Las acciones son determinadas si la ocurrencia es alta (mayor a 4 para lo que no es seguridad y menor a 1 cuando la severidad es 9 o 10. Fuente: Quality Associates International). Finalmente se deben considerar pruebas, verificación del diseño y métodos de inspección.

Cuando se considere un modo de falla como riesgo se requiere un número de detección, el cual representa la habilidad de las pruebas e inspecciones planeadas para quitar defectos o evitar los modos de fallas.

La aplicación del AMEF trae consigo varios beneficios, entre los cuales se tiene:

- Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los productos, servicios, maquinaria y procesos.
- Mejora la imagen y competitividad de la empresa.
- Mejora la satisfacción del cliente.
- Reduce el tiempo y costo en el desarrollo del producto y soporte integrado al desarrollo del producto.
- Desarrolla documentos y acciones de seguimiento para reducir los riesgos.

## 2.9 Términos y Definiciones

**Activos:** Infraestructura física como maquinarias, edificios, etc.

**Activos Críticos:** Activos identificados como críticos para lograr las políticas, estrategias y objetivos de la gerencia de activos.

**Ciclo de Vida:** Intervalo de tiempo que comienza con la identificación de la necesidad del activo y termina con el retiro del mismo.

**Optimizar:** Lograr con el método apropiado los mejores resultados de costos, minimización de riesgos, maximización en cuanto a cantidad y calidad.

**Merma:** Materiales o recursos que ya no se pueden emplear productivamente, por que han sido dañados o porque son residuos de un proceso productivo.

**Reproceso en maquinarias y equipos:** Ocasionar por la transformación del desperdicio y los productos terminados retirados del mercado y devueltos por averías, en materia prima de segunda.

**Sistema de corte:** Es el sistema que se encarga de hacer el corte en las tuberías, este sistema corta los tubos de una dimensión de 6 metros y trabajo con la ayuda de un sensor.

**Flejes:** Pedazos de bobinas de acero que han sido cortados en dimensiones especificadas.

**Acero:** Es una aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2.1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%. Porcentajes mayores que el 2% de carbono dan lugar a fundiciones, aleaciones que al ser quebradizos y no poderse forjar a diferencia de los aceros, se moldean.

# CAPÍTULO 3

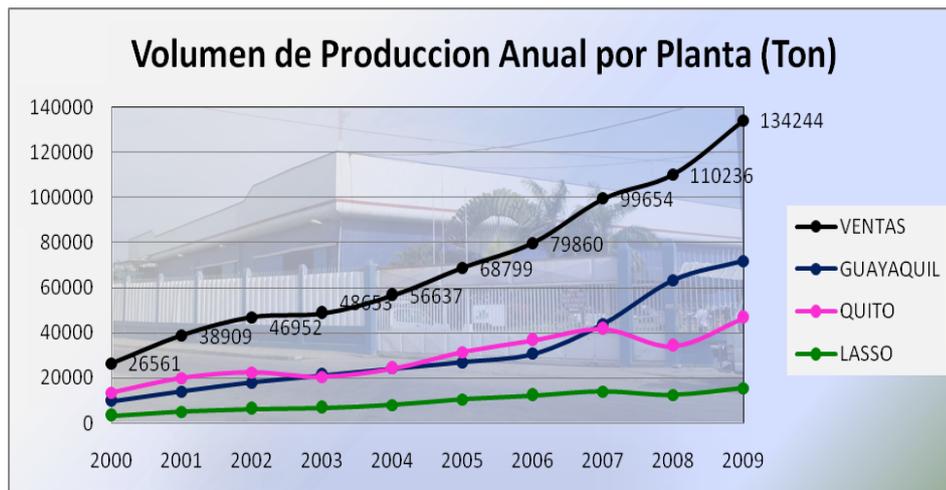
## 3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

### 3.1 Información General de la Empresa

"ABC" es una empresa de capital nacional que se dedica al procesamiento y comercialización de productos de acero, para esto cuenta con 3 plantas industriales (Quito, Lasso y Guayaquil) y oficinas de comercialización que cubren y dan servicio a la mayoría de las ciudades del país desde 1973.

Esta empresa se constituyó el 8 de Agosto de 1983, e inició sus operaciones en Enero de 1984 dentro de la rama metal - mecánica, a partir de la compra a un grupo de tres empresas de capital chileno. Esta empresa nace como producto del cambio de razón social de la Compañía "ABC" el 1 de marzo de 1994.

Hasta hace pocos años a "ABC" se la ha venido conociendo como una empresa de la Sierra, en 1996 para incrementar sus operaciones en la costa inició la instalación de una planta industrial en Guayaquil.



**Figura 3.1 VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ANUAL DE LA EMPRESA**

En la figura 3.1 se puede observar la evolución de la producción para cada planta a partir del año 2000 hasta la actualidad, en ella se evidencia porque hoy en día la planta Guayaquil se constituye como parte muy importante de la empresa, y en los últimos años sus niveles de producción han incrementado notablemente. Es importante dar a conocer que la mayoría de los productos que se fabrican en Guayaquil son de categoría A y B muy pocos C. En la actualidad esta planta se mantiene activa con 176 colaboradores, “ABC” se especializa en la fabricación de Cubiertas, Tuberías y Perfiles de alta calidad para todo el mercado nacional y últimamente internacional.

### Actividad Económica

La Empresa “ABC” se dedica a la fabricación de Estructuras Metálicas tales como:

- Cubiertas
- Tuberías

- Perfiles Estructurales

## **Misión, Visión y Valores**

### **Misión:**

“Ser reconocida como una empresa innovadora, en constante crecimiento en la Industria del acero en ECUADOR.”

### **Visión:**

“Producir y comercializar la más amplia gama de productos y soluciones de acero para satisfacer las necesidades de los clientes.”

### **Valores:**

La empresa se desarrolla acorde a los siguientes valores:

- “Respetar y valorar a las persona.”
- “Actuar con honestidad y transparencia.”
- “Satisfacer las necesidades de los clientes.”
- “Mejorar continuamente.”

## **Estructura Organizacional**

La empresa considera importante el establecimiento de una estructura organizacional que establezca un sistema de roles a desarrollar de manera conjunta dentro de la empresa, de tal manera que se logren alcanzar los objetivos y metas propuestas para un período determinado.

La Planta Guayaquil cuenta con una forma organizacional que permite delegar responsabilidades que van desde los superiores hacia los subordinados. El organigrama cuenta con un modelo de Jerarquías medias (Administrativos de Planta), que es participativo de la toma de decisiones, y a su vez estas son abaladas de forma directa por sus jefaturas, así es notable la importancia de una buena selección del personal.

Los Administrativos de Producción, Mantenimiento y Logística cuentan con un cargo intermedio de apoyo para su relación con el personal operativo, lo que les permite tener una ayuda directa para sus actividades y una mejor retroalimentación de las situaciones operativas.

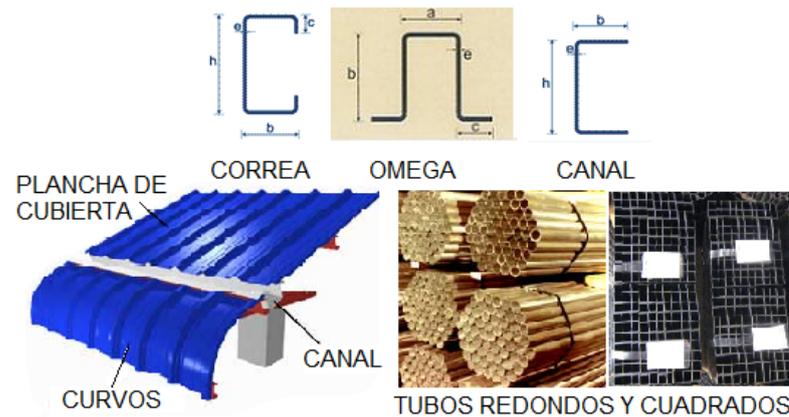
Para cada cargo se encuentran estructuradas y definidas las funciones de trabajo, aunque es visible la falta de un departamento de Ingeniería para el análisis y registro de datos sobre la producción.

## **Anexo A:** Organigrama de la empresa “ABC”

### **Tipos de Productos**

La Empresa “ABC” elabora una amplia gama de productos de acero que son producidos bajo el cumplimiento de las normas de calidad, estos productos se usan en construcciones industriales e instalaciones.

A continuación se muestra (*Véase la figura 3.2*) algunos de los productos que se fabrican en la Planta Guayaquil.



**Figura 3.2 PRODUCTOS QUE SE FABRICAN EN LA PLANTA GUAYAQUIL**

### Proceso Productivo

Para la conformación de tubos de acero se requieren de flejes como materia prima para la fabricación de productos, a continuación se presenta el proceso de la conformación de tubería ya que es el más importante, y es el mismo tanto para correas, como canales y omegas, el proceso se detalla a continuación:

### Proceso de Slitteado.

Slitter es la línea que se encarga de alimentar a la siguiente fase del proceso: elabora bobinas y obtiene flejes como producto final, los mismos que serán recetados por las Tuberías y Perfiladoras para el inicio del proceso de conformado.

### Corte de Flejes.

Se realizan diferentes medidas de cortes en las bobinas, los mismos dependen directamente del desarrollo que debe tener el fleje para el producto que se desea fabricar. La materia prima presenta siempre una variación de

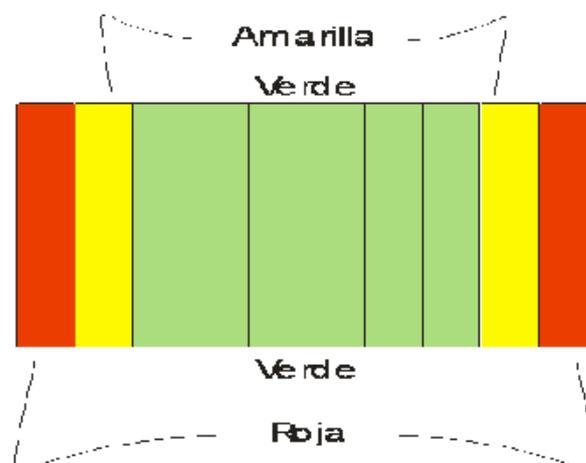
dureza que va desde los extremos hacia el medio de la bobina, el centro de la bobina mantiene las mejores características, por lo que se ha definido como óptimos para el proceso los flejes de allí cortados.

Esta máquina genera un reborde entre (0 hasta 2 cm) en cada lado, lo que está dentro del estándar del 1,02% definido como pérdida permisible en este proceso.

### **Identificación de Flejes.**

Es necesario identificar los flejes obtenidos para dar trazabilidad al producto en todo su proceso, de esta forma si existiere algún problema de altas pérdidas o calidad de producto final se puede detectar si depende netamente de la materia prima o en el corte de la bobina.

Se identifica todo fleje con un color definido según su ubicación en el corte de la bobina.



### **Figura 3.3 IDENTIFICACIÓN DEL CORTE DE LAS BOBINAS**

#### **Entrega y Recepción de Flejes.**

Terminado el proceso de Slitteado se realiza una entrega formal de los flejes en la que son trasladados a la bodega de producto en proceso y se procede a hacer la recepción y uso del material.

#### **Proceso de Conformado.**

Los Tubos y Perfiles se realizan por medio de un proceso similar, la diferencia consiste en la soldadura o unión de los filos del fleje que se realiza para la obtención de tubos, mientras que el fleje en el perfil queda abierto, es decir por su forma demanda la soldadura. A continuación se detallan las actividades necesarias para la elaboración de Tubos metálicos:

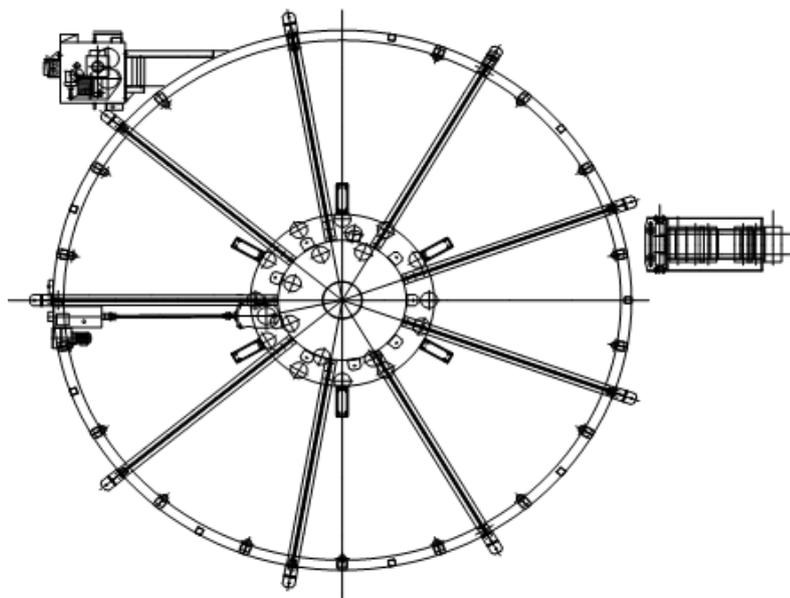
#### **Alimentación de Entrada.**

Se selecciona el fleje que se va a utilizar con la ayuda del puente de grúa, se lo traslada hacia la máquina, el fleje es colocado y ajustado en el desenrollador.



**Figura 3.4 FLEJE EN EL DESENCROLLADOR**

Después se procede a soldar la punta del nuevo fleje con la cola del fleje anterior, se debe esmerilar la soldadura. Los flejes ingresan constantemente al acumulador de la máquina que se encarga de mantener el material almacenado para que el proceso se vuelva continuo y no tenga necesidad de parar en cada selección de fleje.



**Figura 3.5 ACUMULADOR**

### Conformado de Fleje.

Se realiza a medida que el fleje cruza por cada paso del Forming de la máquina, éste consta de 5 pasos quebradores, 3 pasos conformadores, y 1 torre de rodillos enderezadores (AS). (Véase Figura 3.6), donde se muestra como se conforma el material y la forma que toma el fleje.

A partir del conformado de la tubería es necesario que fluya un líquido refrigerante el cual está compuesto del 80% de Aceite Soluble y 20% Agua, el mismo que permite disminuir el desgaste continuo de la matricería por la fricción que existe en el proceso.

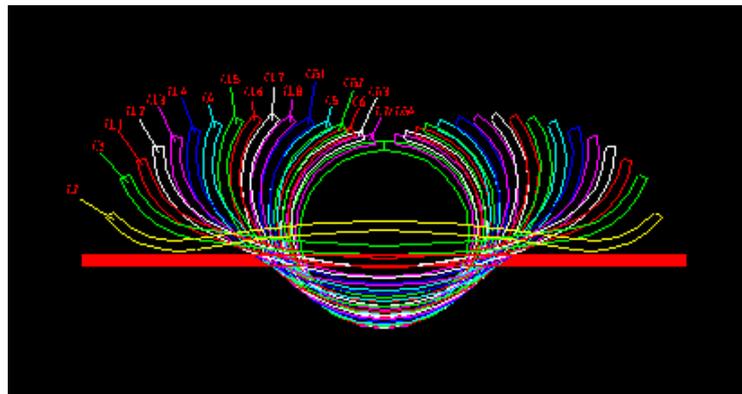
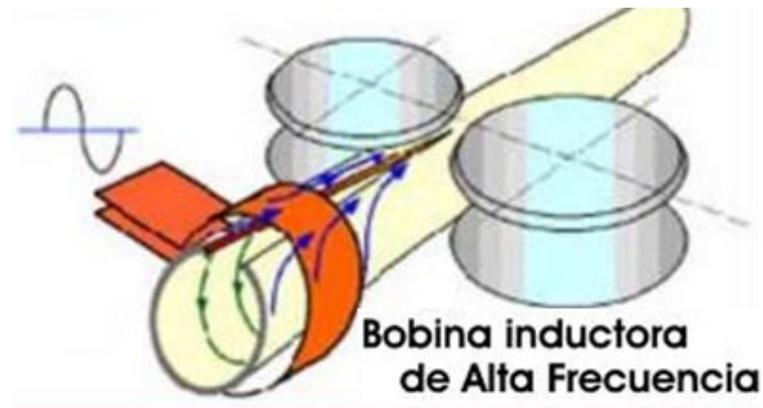


Figura 3.6 CONFORMADO DE FLEJE

### Soldadura por Inducción.

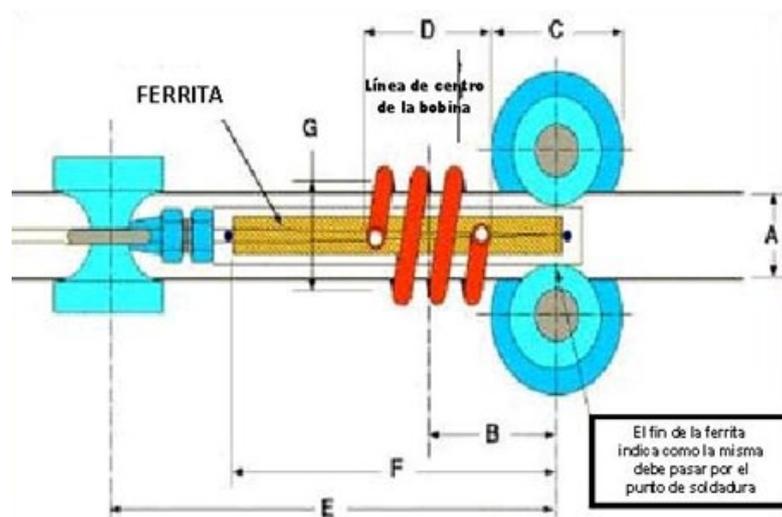
Se termina la conformación del fleje, este pasa de los rodillos AS a los rodillos soldadores donde se calientan las partes de la máquina y el material, el calor disipado desarrollado en la bobina (coil), en el impededor, en los rollos de soldadura y los fillos del fleje forma un campo magnético que es el que permite la soldadura por inducción.

El diámetro interno de la bobina o (coil) debe ser aproximadamente el 25% más del diámetro del tubo que se está fabricando, la bobina debe estar lo más cercana posible a los rodillos soldadores.



**Figura 3.7 BOBINA INDUCTORA DE ALTA FRECUENCIA**

Para obtener la soldadura adecuada y no generar un exceso del consumo de potencia la ferrita o (impider) debe estar ubicado a  $1/8$  de la distancia del centro de los rodillos soldadores, la ferrita está sujeta a una cañería que transporta en su interior líquido refrigerante que evita el calentamiento de la misma.



### Figura 3.8 CREACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO

A continuación se muestra la soldadura en el proceso, el líquido blanco que se ve es el líquido refrigerante.



Figura 3.9 SOLDADURA DE TUBOS

### Desbarbado.

Realizada la unión del tubo queda un exceso de material en la base de la soldadura, se retira el sobrante con la ayuda de la pastilla (cuchilla) que se encarga de desbarbar el tubo.



Figura 3.10 DESBARBADO DEL TUBO

**Enfriamiento.**

Terminada la soldadura, por la que el material estuvo expuesto a una elevada temperatura, pasa por una tina de enfriamiento donde la tubería se baña en líquido refrigerante para evitar las posibles deformaciones como pandeo en el tubo.

**Rectificado.**

Disminuida la temperatura del material, éste se encuentra listo para obtener las medidas exactas del producto final, esto se logra en el Sizing, el mismo que está compuesto por 4 pasos, cada uno se encarga de dar las medidas específicas del tubo en forma redonda.



**Figura 3.11 PASOS RECTIFICADORES**

**Enderezado.**

El tubo se encuentra con forma redonda y las medidas pertinentes pero es necesario que pasen por 4 torres enderezadoras o tuercas que corrigen el pandeo y torsión de la tubería, a su vez si el tubo es de forma diferente a la redonda las torres le proporcionan la forma final del tubo.



**Figura 3.12 PASOS RECTIFICADORES**

**Corte de Tubería.**

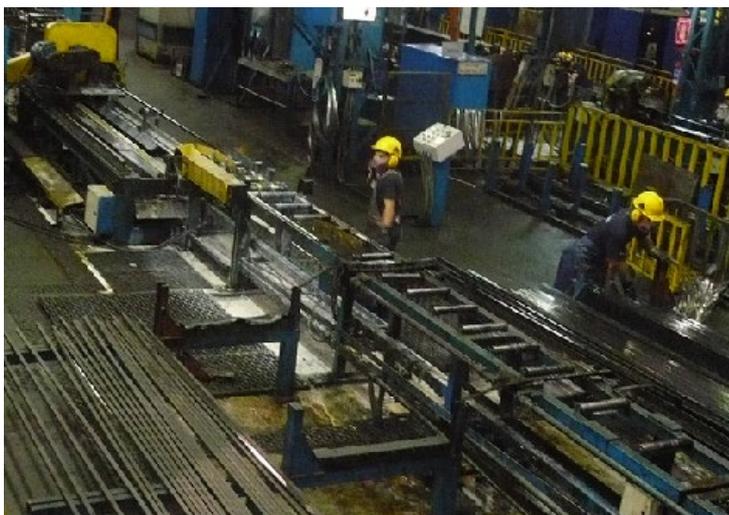
La tubería se encuentra conformada, soldada y con las medidas adecuadas, es necesario cortarla y dejar tubos con la longitud requerida, el sistema de corte (sierra por fricción), permite por medio de un encoder que gira en la superficie del tubo, indicar la longitud recorrida y activa la señal de corte del sistema.



**Figura 3.13 SISTEMA DE CORTE**

### **Salida y Manipulación del Producto.**

Cortado el tubo se traslada a una mesa de rodillos de arrastre que trabaja conjuntamente con botadores que se activan a la señal de un sensor que envían el producto a la mesa de embalaje donde se manipula para formar paquetes según las especificaciones del mismo.



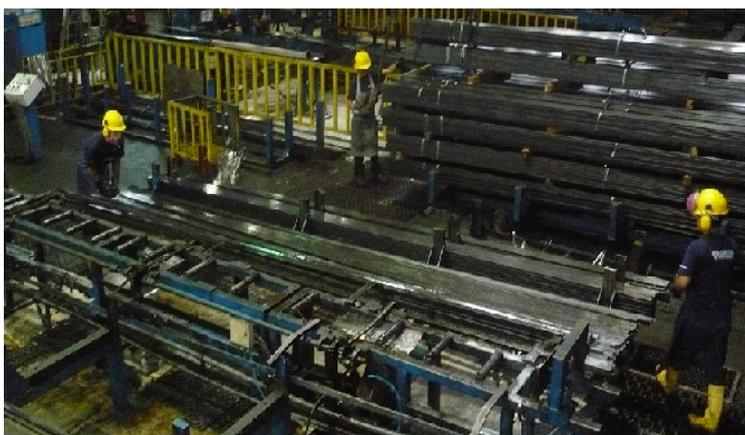
**Figura 3.14 RODILLOS DE ARRASTRE**

### **Proceso de Embalaje y Almacenamiento:**

Todos los productos salen del área de producción en paquetes que son enzunchados para mantener la seguridad del área y facilitar la manipulación del mismo con los puentes Grúa o Montacargas dependiendo de la disponibilidad de los equipos.

### **Embalaje del Producto Terminado.**

Formado el paquete se aseguran los tubos colocando una tira de acero que se ajusta con una grapa en los extremos y el medio del paquete.



**Figura 3.15 FORMACIÓN DE PAQUETES**

Formado y ajustado cada paquete se coloca la etiqueta identificando el producto, la misma que contiene (Nombre del Producto, Lote, Longitud del producto, Norma bajo la cual se produce).

### **Almacenamiento.**

Una vez que los paquetes se encuentran etiquetados y listos son trasladados al carro de transporte entre áreas ya que permite que el producto terminado salga del área de producción y pase a bodega donde será reubicado y almacenado hasta el tiempo de su despacho.

## **3.2 Descripción de la Situación Actual**

### **3.2.1 Análisis FODA**

Este análisis brinda información con la que se puede determinar estrategias para afrontar las amenazas y debilidades de la empresa para convertirlas en oportunidades y fortalezas, que permitan a la organización competir de forma estratégica. Así como también analizar la situación actual de la organización, con esta finalidad se toma en cuenta los factores internos y externos que influyen en el negocio. En el **ANEXO B** se detalla el análisis FODA.

### **3.2.2 Descripción General de las Áreas de Producción**

La empresa en los últimos años ha tenido un crecimiento en su volumen de producción, actualmente cuenta con 11 líneas de producción: Paneladora 1, Paneladora 2, Paneladora 3, Paneladora 4, Tubera 0, Tubera 1, Tubera 2, Tubera 3, Perfiladora 1, Perfiladora 2 y Slitter. A continuación se detallan en el siguiente cuadro sus especificaciones técnicas:

**TABLA 1**  
**ESPECIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EN LAS DIFERENTES**  
**MÁQUINAS**

<b>MÁQUINAS</b>	<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>CAPACIDAD INSTALADA MENSUAL</b>
PANELADORA 1	CUBIERTAS	0,65 - 0,76	<b>700 TON</b>
PANELADORA 2		0,25 - 0,90	<b>1000 TON</b>
PANELADORA 3		0,25 - 0,60	<b>1200 TON</b>
PANELADORA 4		0,20 - 0,40	<b>950 TON</b>
TUBERA 0	TUBERIAS	1,5 - 2,0	<b>600 TON</b>
TUBERA 1		0,75 - 2,0	<b>625 TON</b>
TUBERA 2		0,75 - 2,0	<b>1416 TON</b>
TUBERA 3		1,5 - 6,0	<b>900 TON</b>
PERFILADORA 1	PERFILES	1,5 - 3,0	<b>1500 TON</b>
PERFILADORA 2		1,5 - 6,0	<b>2300 TON</b>
SLITTER	FLEJES	0,75 - 6,0	<b>3500 TON</b>

### 3.2.3 Análisis de las Líneas de Producción

Para el análisis y la selección del área crítica se toman en cuenta los siguientes factores:

- Paradas frecuentes por Mantenimiento Correctivo.
- Ocupación de Línea.

- Tiempo Productivo de los Equipos.
- Tiempos de Setup.
- Pérdidas de materiales.

Para realizar la selección de la línea, se consideró información que corresponde a los meses de Agosto del 2009 a Enero de 2010. Se informa que para este estudio la máquina TUBERA 3 no será tomada en cuenta debido a que estuvo parada por dos meses de este periodo provocando inconsistencias en los datos obtenidos.

### **Paradas por Mantenimiento Correctivo**

En este análisis se considera el tiempo de paradas promedio de las máquinas por mantenimiento correctivo en los meses de agosto-enero, comparando estos datos con los tiempos disponibles de las máquinas para producir y de esta manera obtener el porcentaje de tiempo que se pierde por mantenimiento. Se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 2**  
**PROMEDIO DE LAS PARADAS POR MTTO**

<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>		
<b>LÍNEA</b>	<b>Horas/Mes</b>	<b>%H Mtto C./mes</b>
<i>PANELADORA 1</i>	6,41	6,25%
<i>PANELADORA 2</i>	5,13	3,56%
<i>PANELADORA 3</i>	2,68	0,76%
<i>PANELADORA 4</i>	13,75	5,82%
<i>TUBERA 0</i>	22,16	11,38%
<i>TUBERA 1</i>	47,37	15,07%
<i>TUBERA 2</i>	88,62	39,61%
<i>PERFILADORA 1</i>	25,22	8,60%
<i>PERFILADORA 2</i>	39,45	15,25%
<i>SLITER</i>	20,55	16,38%

Se aprecia que la TUBERA 2 es la que mayor porcentaje de tiempo de paras por mantenimiento de cada mes tiene con un 39,61%, seguida por el SLITTER con un 16,38%.

### **Ocupación de Línea**

Se considera el volumen de producción mensual por cada línea según las toneladas que han sido procesadas comparando con la capacidad instalada de cada máquina (teóricamente), de esta manera se obtienen el porcentaje de ocupación de las líneas de producción, como se detalla a continuación:

**TABLA 3**

### PROMEDIO DE OCUPACIÓN DE LOS EQUIPOS

PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN			
LINEA	PRODUCCIÓN Ton/Mes	VOLUMEN Ton/Mes	% UTILIZACIÓN DE MAQUINA
<i>PANELADORA 1</i>	160	148,85	93,03%
<i>PANELADORA 2</i>	280	246,28	87,96%
<i>PANELADORA 3</i>	750	704,10	93,88%
<i>PANELADORA 4</i>	450	381,19	84,71%
<i>TUBERA 0</i>	180	151,13	83,96%
<i>TUBERA 1</i>	250	172,27	68,91%
<i>TUBERA 2</i>	600	503,49	83,92%
<i>PERFILADORA 1</i>	600	468,83	78,14%
<i>PERFILADORA 2</i>	900	738,39	82,04%
<i>SLITTER</i>	3000	2535,45	84,51%

Tal como lo muestra la tabla anterior, las líneas de producción con mayor utilización son la PANELADORA 1 y 3 con 93,03% y 93,88% respectivamente; además se puede apreciar que la TUBERA 1 tiene el 68,91%, lo que refleja que es la máquina que menos aprovecha su capacidad para producir.

### Análisis del Tiempo Productivo de la Máquina

En este análisis se consideran los tiempos en que las máquinas estuvieron produciendo (horas de producción al mes) comparadas con las horas programadas por la planta para la producción para dicha línea en el mes. Dando como resultado el porcentaje de tiempo en que

la línea se encuentra produciendo, como se puede ver en el siguiente cuadro.

**TABLA 4**  
**PROMEDIO DE LOS TIEMPOS PRODUCTIVOS DE LAS MÁQUINAS**

<b>TIEMPOS PRODUCTIVOS DE EQUIPOS</b>			
<b>LÍNEA</b>	<b>HORAS PROGRAMADAS</b>	<b>HORAS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>% TPO. DE TRABAJO</b>
<i>PANELADORA 1</i>	159	92,33	58,07%
<i>PANELADORA 2</i>	231,83	151,08	65,17%
<i>PANELADORA 3</i>	392,5	345,83	88,11%
<i>PANELADORA 4</i>	402,83	345,17	85,68%
<i>TUBERA 0</i>	267	183,69	68,80%
<i>TUBERA 1</i>	462,5	319,81	69,15%
<i>TUBERA 2</i>	421	232,62	55,25%
<i>PERFILADORA 1</i>	392,83	300,78	76,57%
<i>PERFILADORA 2</i>	356,33	264,27	74,16%
<i>SLITER</i>	284,78	128,18	45,01%

Se aprecia que el SLITTER tiene el menor porcentaje de producción o de operación de la máquina con un 45,01%, es una línea que provee internamente a Tuberas y Perfiladoras, lo que hace tanto tiempo improductivo es el cambio de medidas que se generan a menudo. Seguidamente con un 55,25% de tiempo improductivo es la TUBERA 2 siendo esta máquina una de las que tiene un mayor volumen de producción en general y que representa mayor utilidad para la empresa por los productos que realizan en esta máquina.

### **Análisis de los Tiempos de Set up**

Para analizar los tiempos de Set up de cada línea de producción se suman los tiempos del Armado, Desarmado y Calibración de las líneas de producción, estos tiempos comprenden el Set up de la máquina, se los compara con el tiempo total programado para la producción de cada línea, de esta manera se obtiene como indicador de porcentaje de tiempo mensual de Set up que se realiza en los equipos de las líneas de producción.

A continuación se muestra en la tabla el porcentaje obtenido:

**TABLA 3.5**  
**PROMEDIO DE SET UP DE LOS EQUIPOS**

<b>TIEMPOS DE SETUP</b>		
<b>LÍNEA</b>	<b>H. SETUP C./MES</b>	<b>% DE SETUP C./MES</b>
<i>PANELADORA 1</i>	1,27	0,80%
<i>PANELADORA 2</i>	25,54	11,02%
<i>PANELADORA 3</i>	4,80	1,22%
<i>PANELADORA 4</i>	4,22	1,05%
<i>TUBERA 0</i>	39,08	14,64%
<i>TUBERA 1</i>	67,48	14,59%
<i>TUBERA 2</i>	67,10	15,94%
<i>PERFILADORA 1</i>	47,29	12,04%
<i>PERFILADORA 2</i>	41,21	11,57%

SLITTER	111,35	39,10%
---------	--------	--------

Es SLITTER tiene el mayor porcentaje de Setup (39,10%) ya que es la máquina que proporciona los flejes para el resto de equipos, por lo que es necesario armar la línea según las medidas de cortes necesarias. Seguida de esta línea esta la Tubería 2 con un 15,94% de tiempo utilizado para los Setup, esta línea trabaja por corridas de producción necesitando para cada corrida un armado diferente de matricería, los tiempos dependen directamente del producto a fabricar y la programación de las corridas, ya que existen tubos de origen de los cuales con pequeños cambios se obtiene otras medidas de tubería.

### **Análisis de Pérdidas o Desperdicios**

Para este análisis se tomó en cuenta el promedio de desperdicio de cada estación de trabajo en los meses considerados para el estudio, y se los comparó con el indicador estándar de pérdidas o desperdicio de materia prima, chatarra o material de segunda por toneladas mensuales para cada línea.

Como ejemplo se considera a la Perfiladora 2, la cual tiene un promedio de desperdicio en los últimos meses de 1,10%, y su promedio estándar de pérdida o desperdicio establecido por la empresa es del 2%. Para determinar la estación de trabajo que produce mayor desperdicio sobre el indicador estándar establecido, se divide el estándar para el real, obteniendo de esta manera el

porcentaje de pérdida real versus el estándar es  $(2.0 / 1,10 * 100\%)$  55%.

Para la utilización de datos en la matriz de selección, se procede a determinar un valor que represente esas pérdidas, se toma el valor más alto que es el de la Paneladora 4 y se divide todos los porcentajes para este valor, por ejemplo la Perfiladora tiene un 55% el porcentaje proyectado sería 20,20%  $(55\% / 272,22\%)$ .

A continuación en el cuadro se presenta los demás resultados:

**TABLA 6**  
**PROMEDIO DE DESPERDICIO DE LOS EQUIPOS**

<b>PÉRDIDAS</b>				
<b>LINEA</b>	<b>Indicador Estándar</b>	<b>Promedio Perdida Mensual</b>	<b>% de Perdida</b>	<b>% PROYECTADO</b>
<b>PANELADORA 1</b>	0,90%	0,96%	106,67%	39,18%
<b>PANELADORA 2</b>	0,90%	1,70%	188,89%	69,39%
<b>PANELADORA 3</b>	0,90%	0,27%	30,00%	11,02%
<b>PANELADORA 4</b>	0,90%	2,45%	272,22%	100,00%
<b>TUBERA 0</b>	3,40%	2,08%	61,18%	22,47%
<b>TUBERA 1</b>	3,40%	2,85%	83,82%	30,79%
<b>TUBERA 2</b>	3,40%	2,77%	81,47%	29,93%
<b>TUBERA 3</b>	3,40%	3,60%	105,88%	38,90%
<b>PERFILADORA 1</b>	2,00%	1,64%	82,00%	30,12%
<b>PERFILADORA 2</b>	2,00%	1,10%	55,00%	20,20%
<b>SLITER</b>	1,00%	1,06%	106,00%	38,94%

Se puede apreciar en la tabla que la Paneladora 4 es la que más pérdidas genera sobre el estándar con un valor proyectado de 100% y seguidamente está la Paneladora 2 con un 69,39%.

### 3.2.4 Selección del Área Crítica

Para la selección del Área Crítica se utilizó una matriz de decisión en la cual se tomó en cuenta cada uno de los aspectos antes mencionados y se les dio una ponderación por el grado de importancia como: Paradas por Mantenimiento (30%), Ocupación de la Línea (30%), Tiempo Productivo de los Equipos (20%), Tiempos de Setup por máquina (10%) y Desperdicio por Línea (10%). Estas ponderaciones se las realizaron conjuntamente con el Gerente de Operaciones y con el Jefe de la Planta.

La puntuación por cada línea se obtiene de la sumatoria del producto de los valores designados para cada uno de los factores ( $X_i$ ) con cada uno de los resultados obtenidos por las líneas de producción ( $Y_j$ ).

A continuación se presenta la matriz de decisión con cada uno de los resultados para cada línea.

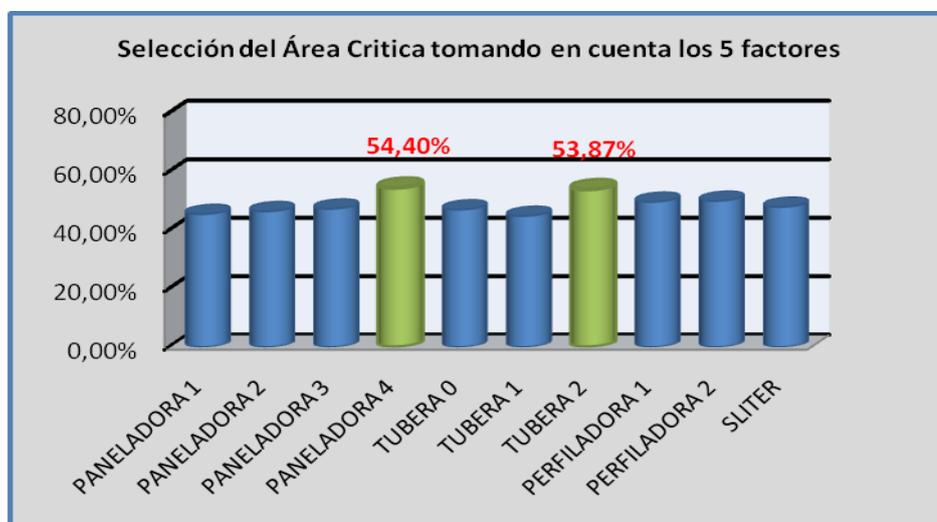
**TABLA 7**  
**MATRIZ DE DECISIÓN**

<b>MATRIZ DE DECISIÓN</b>						
$X_i$	Paradas por Mant. Corr.	Ocupación del Equipo	Tiempo Productivo de los equipos	% Tiempo de Setup	Desperdicio	$\sum X_i Y_j$
$Y_j$	30.00%	30.00%	20.00%	10.00%	10.00%	100.00%
PANELADORA 1	6.25%	93.03%	58.07%	0.80%	39.18%	45.40%
PANELADORA 2	3.56%	87.96%	65.17%	11.02%	47.76%	46.37%
PANELADORA 3	0.76%	93.88%	88.11%	1.22%	11.02%	47.24%
PANELADORA 4	5.82%	84.71%	85.68%	1.05%	100.00%	<b>54.40%</b>
TUBERA 0	11.38%	83.96%	68.80%	14.64%	31.31%	46.96%
TUBERA 1	15.07%	68.91%	69.15%	14.59%	42.90%	44.77%
TUBERA 2	39.61%	83.92%	55.25%	15.94%	41.69%	<b>53.87%</b>
PERFILADORA 1	8.60%	78.14%	76.57%	12.04%	70.52%	49.59%
PERFILADORA 2	15.25%	82.04%	74.16%	11.57%	47.30%	49.91%
SLITER	16.38%	84.51%	45.01%	39.10%	46.84%	47.86%



Los resultados obtenidos en la tabla muestran que existen dos líneas críticas que son la PANELADORA 4 y TUBERA 2 con un 54,40% y 53,87% respectivamente. La PANELADORA 4 quedará fuera del estudio ya que existe un proyecto de mejora para esta línea lo que disminuirá los desperdicios de la máquina.

Una empresa no debe enfocarse en todos los problemas que tiene ya que se pierde objetividad de los mismos (debe empezar eliminando los que más desperdicios o pérdidas le generan), por esto se procede a seleccionar la línea en la que se evidencia mayores problemas, a continuación se muestra en la gráfica.



**Gráfico 3.1 SELECCIÓN DEL ÁREA CRÍTICA**

La línea de trabajo que será considerada para la implementación del sistema de gestión en control operacional mediante los factores

analizados es TUBERA 2, debido a su alto porcentaje de criticidad, por lo tanto es la estación adecuada para realizar el plan piloto de la implementación del sistema.

En Tubera 2 se produce la mayor variedad de productos los mismos que representan un alto porcentaje de utilidad para la empresa, por su aceptación en el mercado. Los productos que se realizan en esta estación de trabajo son considerados en el siguiente cuadro:

**TABLA 8**  
**ESPECIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS REALIZADOS POR**  
**LA TUBERA 2**

<b>LISTA DE PRODUCTOS FABRICADOS EN TUBERA 2</b>			
<b>TUBO REDONDO (Ø en pulg.)</b>	<b>ESPEORES ( mm )</b>	<b>LONG. MIN.(mm)</b>	<b>LONG. MAX.(mm)</b>
1	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
1 ¼	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
1 ½	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
1 7/8	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
2	1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
2 ½	1.50, 2.00	3600	8000
3	1.50, 2.00	3600	8000
<b>TUBO CUADRADO (lado en pulg.)</b>	<b>ESPEORES ( mm )</b>	<b>LONG. MIN.(mm)</b>	<b>LONG. MAX.(mm)</b>
1	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
1 ¼	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
1 ½	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	3600	8000
2	1.10, 1.50, 2.00	3600	8000

Cada uno de estos productos tiene una forma de empaquetarse que se presenta en el **ANEXO C**, en el cual se puede ver las características de todos los productos provenientes de las Tuberías y su forma de empaquetado.

### **3.3 Descripción de Problemas Encontrados**

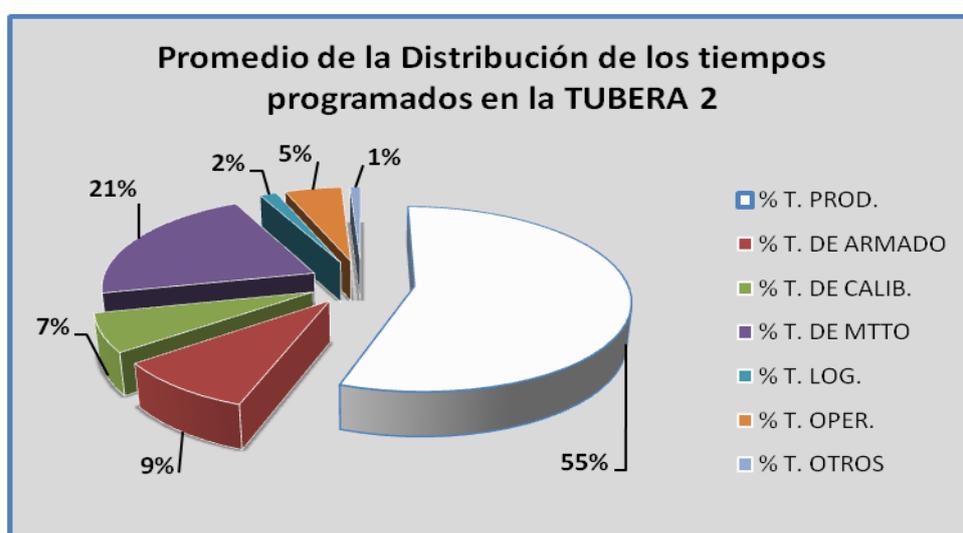
Seleccionada la línea de producción (Tubera 2), se procede a identificar los problemas encontrados los que se detallan a continuación:

#### **Paradas del equipo**

Existen algunos factores por los cuales se tienen tiempos muertos en la producción y muchos de estos se los puede disminuir o eliminar en el mejor de los casos. Estos tiempos son anotados en el Reporte de Producción, para tener un mayor control se lleva un reporte de paras mensualmente.

Las paras de equipos se dividen en mantenimiento, logística, operación y otros. También existen paradas por Set up que son los cambios de matricería y calibración del equipo.

A continuación se presenta una gráfica que demuestra la distribución de tiempo programado y las operaciones que se realizan, para esto se tomó datos promedios de los meses de octubre 2009 a enero 2010.



**Gráfico 3.2 PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DE TUBERA 2**

En el pastel se aprecia que el tiempo promedio de producción en este periodo de tiempo representa el 55% del tiempo disponible, lo que quiere decir que el 45% de tiempo restante es ocupado por las paradas (tiempos no productivos), es más concurrente el tiempo de

paras por mantenimiento correctivo (21%), armado de matrices (9%), y calibración de matrices (7%).

Tomando en cuenta el tiempo improductivo de la máquina como un cien por ciento se obtiene el siguiente gráfico:



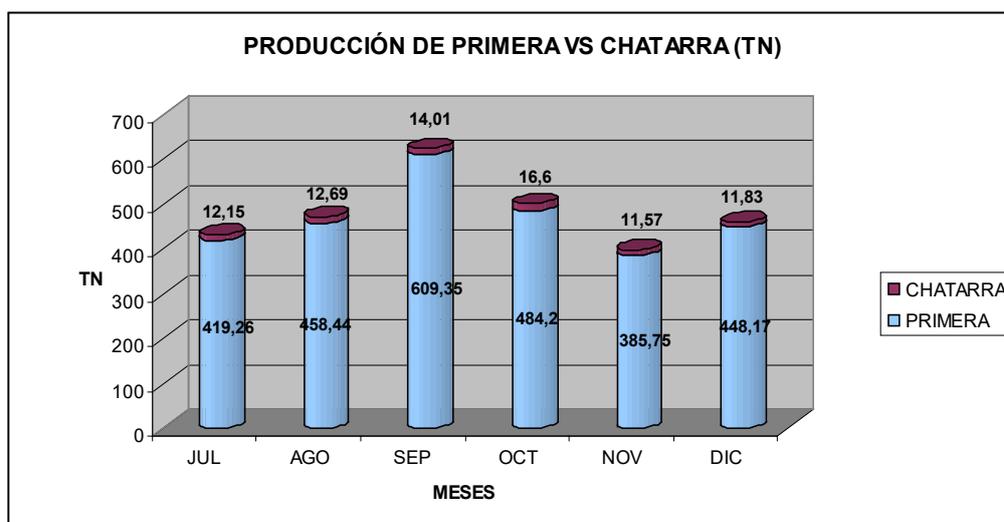
**Gráfico 3.3 PORCENTAJE PROMEDIO DEL TIEMPO DE PARAS EN LA TUBERÍA 2**

Se puede apreciar que durante el periodo (Octubre-Enero) las paras que se producen principalmente son por el mantenimiento correctivo con un 47,43% del total de paras, seguido por el tiempo de Setup (Armado y Calibración) que sumadas dan el 35,91%.

El tiempo que esta línea pasa improductiva es considerablemente alto, lo que genera una gran pérdida de recursos para la empresa.

### PÉRDIDAS POR MALA CALIDAD

Otro de los problemas encontrados en la Tubera 2 son los porcentajes de pérdida que tiene mensualmente, se realizó un análisis de Julio a Diciembre del 2009 sobre la cantidad de material de primera y chatarra que se genera en la máquina (Toneladas), el resultado obtenido se lo muestra en la siguiente gráfica:



**Gráfico 3.4 RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PRIMERA Y CHATARRA DE TUBERA 2**

Se puede apreciar que dentro de este tiempo de análisis el porcentaje de pérdida oscila entre un 2,5 % de la producción total, las razones

por la cual se genera chatarra o material de segunda son diversas, como por ejemplo falla en el sistema de corte o como también al momento de la soldadura, estos problemas generan pérdida no solo únicamente de materia prima, sino también de dinero a la organización, ya que se está dejando de percibir ganancias por ese material que no se lo puede vender como de primera.

De ese dinero que se deja de percibir, la empresa recupera parte de ello con la venta de material de segunda y chatarra que se obtiene en la planta, para un mejor análisis del verdadero problema para la empresa, se procedió a calcular un precio aproximado del kilogramo de acero que se genera en la Tubera 2, se tomó el precio de varios productos que se producen en la máquina y se aproximó un valor de \$1,45 el kilogramo de acero producido, conociendo este valor aproximado y además conociendo el precio fijo de la venta de chatarra y de segunda que es \$0.60 el kilogramo se detalló el siguiente cuadro donde se evidencia el grave problema ocasionado con las pérdidas referente al dinero que la empresa deja de ganar:

**TABLA 9**  
**PÉRDIDAS POR FALLA DE CALIDAD EN LA TUBERA 2**

MESES					
JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

<b>PRIMERA (TN)</b>	419,26	458,44	609,35	484,2	385,75	448,17
<b>CHATARRA (TN)</b>	12,15	12,69	14,01	16,6	11,57	11,83
<b>PERDIDA</b>	\$ 17.617	\$ 18.400	\$ 20.314	\$ 24.070	\$ 16.776	\$ 17.153
<b>VENTA DE CHATARRA</b>	\$ 7.290	\$ 7.614	\$ 8.406	\$ 9.960	\$ 6.942	\$ 7.098
<b>PERDIDA TOTAL</b>	\$ 10.327	\$ 10.786	\$ 11.908	\$ 14.110	\$ 9.834	\$ 10.055

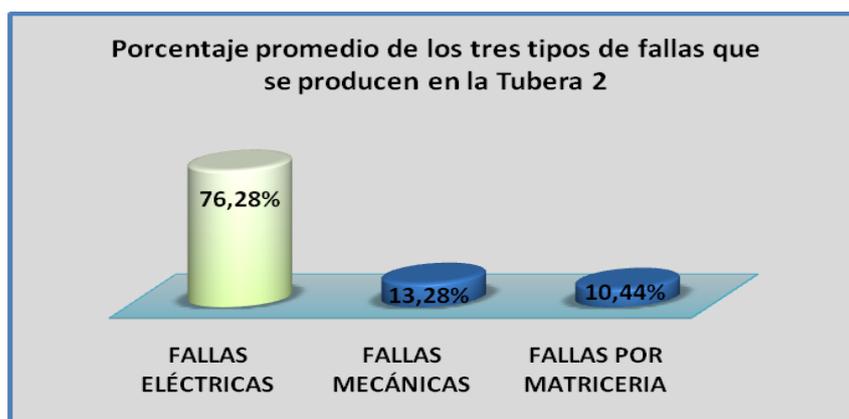
Es evidente el problema que se genera al tener un porcentaje elevado de pérdida en el equipo, por ello la urgencia de implementar nuevos proyectos que vayan en dirección a disminuirlos, lo que evitará que salga producto defectuoso, con el presente trabajo se busca disminuir ese porcentaje de pérdida con un mantenimiento preventivo en las partes críticas de la máquina, para evitar que se generen fallas que provoquen que salga material fuera de la calidad esperada.

### 3.4 Identificación de Activos Críticos

Las paras por mantenimiento que se produjeron en el período analizado representa el 21% de tiempo disponible para la producción de la línea, por lo que representa un problema para analizar el por qué y la zona donde se producen.

Las fallas generadas en Tubera 2 corresponden a los siguientes aspectos que son: Fallas de Matricería, Fallas Mecánicas y Fallas

Eléctricas. Para este análisis se tomó en cuenta los datos obtenidos en Octubre a Diciembre del 2010, el promedio de paras en los tres aspectos fueron los siguientes:



**Gráfico 3.5 PROMEDIO DE TIPOS DE PARAS EN LA TUBERA 2**

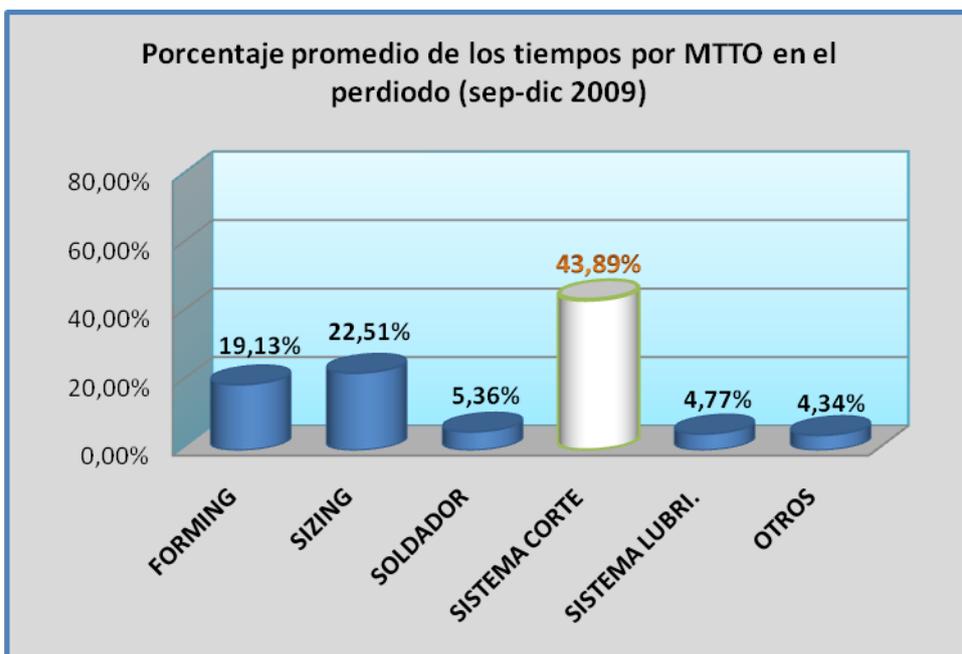
Es evidente que los mayores problemas se dan en la parte eléctrica, debido a los problemas que se tiene en el soldador (afecta a la soldadura del tubo, lo que provoca la salida de chatarra), y sistema de corte (problemas de calidad, esto genera salida de material de segunda). En el periodo de estudio las fallas eléctricas representaron un 76,28% del tiempo por paras en la máquina.

La Tubera 2 está conformada por las siguientes partes en las cuales se generan las fallas antes mencionadas:

- Forming

- Sizing
- Soldador
- Sistema de lubricación
- Sistema de corte

Para el análisis del control de paras en los meses de Octubre a Diciembre se promedia los tiempos de paras, se obtiene los siguientes resultados en cuanto al tiempo y al lugar donde generan los problemas para el mantenimiento:



### **Gráfico 3.6 TIEMPOS INCURRIDOS EN MANTENIMIENTO POR PARTE DE LA TUBERA 2**

En este gráfico se puede apreciar los sistemas de Tubera 2 donde se presentan continuamente los problemas o fallas del equipo, el sistema de corte genera más paras con un 43,89% en promedio por mes. En esta máquina cada vez que se reinicia las operaciones existe un tiempo en el cual se genera chatarra hasta que el cordón de soldadura quede estable para la producción normal.

Analizado el problema principal que es el sistema de corte, se encontró que el sensor es uno de los motivos por el cual se producen más fallas ya que este se ensucia constantemente con la viruta, lo que provoca que el sistema de corte se pase del recorrido estándar (6m.) para realizar el corte del tubo, después de esto el carro de corte debe regresar a su posición inicial para posteriormente hacer el siguiente corte. Conjuntamente con este sensor funciona una tarjeta electrónica que recibe y envía señal al sistema de corte, la cual no está funcionando correctamente.

Durante el armado y calibración de las matrices del forming y sizing, existe un tiempo estándar de 4 horas para realizarlo, y de 2 horas cuando se efectúa el cambio de los rodillos del sizing.

La calibración se realiza armada las matrices, ya que al pasar el fleje por medio de las torres se deben ajustar para que el producto (tubería) salga con las medidas apropiadas y no existan posibles problemas de pandeo.

### **3.5 Análisis de la situación de la Gerencia de Activos.**

La empresa en estudio maneja un proceso productivo de alto riesgo, por lo que es primordialmente dependiente del estado de sus activos físicos (máquinas o equipos), ya que son indispensables para poder brindar seguridad a sus empleados, la sociedad y poder obtener productos de calidad.

Para describir la situación actual de la empresa, como primer paso se procedió a utilizar el método más práctico que es el "Chek List" que se muestra en el **ANEXO D**, este permitirá realizar un análisis de identificación de los problemas existentes dentro de la organización.

Actualmente la empresa no gerencia de una forma óptima sus activos, por lo cual pierde una oportunidad de mejoramiento del

desempeño en la organización y esto crea fallas, accidentes, pérdidas e insatisfacción en los clientes.

### **3.5.1 Gestión Administrativa.**

La empresa "ABC" tiene definida sus generalidades como son: la misión, visión, política, valores. Cuenta también con un Organigrama establecido según las necesidades de su Plan Estratégico.

"ABC" tiene procedimientos para las actividades primordiales de trabajo, estos están documentados y colocados en la internet de la empresa para que todo empleado tenga acceso a revisarlos, también existen métodos de trabajo para la operación, armado, calibración de equipos, estos se encuentran ubicados en cada una de las líneas de producción para que todo trabajador de la empresa tenga acceso a ellos.

La gestión administrativa de la empresa muestra falencias en el cumplimiento de sus actividades, algunas no se ejecutan a su debido tiempo, otras no se realizan como lo establece el procedimiento, esto se debe a que no existe un constante seguimiento de todas las actividades, es decir se presta más atención a las actividades primarias, pues se piensa que estas

gestionan directamente al negocio, dejando de lado las secundarias que también son importantes.

La planta de conformado necesita llevar un registro consecutivo con un estándar de mediciones de los procesos técnicos y logísticos que se realizan con la integración de un Departamento de Ingeniería que se encargue del análisis exhaustivo de los resultados obtenidos en los procesos, se podrá detectar los problemas existentes como: cuellos de botella, desperdicios de tiempo, pérdidas de material, etc. Así como también las consecuencias de los mismos en base a sus resultados.

### **3.5.2 Gestión Talento Humano.**

En la actualidad "ABC" trabaja con 200 empleados en planta Guayaquil, lo que ha aumentado en 45% en relación a los últimos años debido a su gran crecimiento.

La empresa tiene definidas las políticas del negocio, pero se muestra la necesidad de la creación de reglas de trabajo para el personal. Pues siempre que existe un conflicto de intereses por cualquier motivo, es Recursos Humanos, Jefes Superiores y/o el Subcomité de Seguridad dependiendo del caso a tratar los que se ven en la obligación de atender de manera exclusiva la situación, lo que causa una pérdida de tiempo, confusión por parte de los empleados y deja la imagen de inestabilidad en la empresa.

La falencia en la ejecución de las actividades es posible que se deba a los muchos responsables de la realización de las mismas, es decir, los cargos se encuentran definidos y sus responsabilidades repartidas entre varios puestos de trabajo, uno o varios departamentos y en ocasiones un grupo de personas son responsables a la vez de dichas actividades lo que provoca que todos “sean responsables”, de todo, entonces ninguno es responsable de nada.

### **3.5.3 Gestión Técnica.**

En lo referente al aspecto técnico, la planta cuenta con los equipos necesarios para el cumplimiento de sus actividades que inician con el requerimiento del cliente y terminan con la entrega del producto al mismo; estos equipos comprenden: Líneas de producción (tuberas, perfiladoras, paneladoras, slitter), maquinaria para manipulación de carga (puentes grúas, montacargas), equipos de trabajo: (amoladoras, ensunchadoras, esmeril, etc.), instrumentos de medición: (calibrador, goniómetro, galgas de radio, fluxómetro, etc.).

La empresa cuenta con un plan de mantenimiento preventivo que se realiza de manera semanal. Para lo cual se reúnen todas las áreas con la finalidad de planificar las actividades a realizarse; para

todo equipo existe un plan de mantenimiento preventivo, el problema se genera cuando este plan no se cumple a cabalidad, debido a la falta de disponibilidad del equipo para la realización del mantenimiento o a causa del desgaste por los años de vida, lo que provoca incertidumbre por falla y el mantenimiento preventivo se convierte en correctivo.

Todos los productos se elaboran bajo normas de calidad, algunas de las fallas de los equipos afectan directamente al producto generando desperdicios de materiales, tiempos y mano de obra, provocando que el proceso no sea efectivo.

La empresa actualmente se está expandiendo por el crecimiento de la demanda del mercado, por lo que se está realizando la construcción de nuevos galpones para almacenamiento de materia prima y producto terminado, maquinaria y equipos; con esto se planea obtener un notable incremento de la producción, mejor almacenamiento que dará mayor control a los productos, exhaustivo seguimiento de la calidad, mejorando el desempeño de las actividades.

## **CAPÍTULO 4**

### **4. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL OPERACIONAL**

#### **4.1 Mejoramiento Continuo**

Después de detectar la zona que más oportunidades de mejora presenta, se propone un sistema de gestión y control para la empresa ABC, en el cual se vinculan los ocho pilares del mantenimiento para la comprensión y eficiencia del sistema propuesto.

El presente estudio se define bajo la premisa de que pequeños cambios generan grandes resultados, por ello la importancia de llevar un ciclo de mejora continua con la finalidad de ir generando beneficios constantes a la empresa.

### **Indicadores de Desempeño**

En este pilar se definen los indicadores adecuados para poder controlar tanto el proceso como los equipos, logrando un mayor rendimiento de los mismos. Estos indicadores deben ser medibles y tener una fuente de donde sacar la información para el cálculo de los mismos, ya que lo que no se puede medir, no se puede controlar, y lo que no se puede controlar no se puede mejorar.

Estos indicadores deberán contener información real que pueda validar su resultado, con el fin de poder tomar acciones o prevenciones en el caso de que un indicador este fuera de su rango aceptable.

Estos indicadores deberán tener tres rangos de valores, los cuales estarán representados con un color: Rojo (inaceptable), Amarillo (aceptable) y Verde (excepcional), de esta manera cualquier persona allegada al proceso podrá evidenciar en qué situación se encuentra el indicador de una manera

visual, haciendo mas proactivos los indicadores, a continuación se presentan los indicadores propuestos para la Tubera 2.

		<b>INDICADORES AREA TECNICA</b>				<b>ABC</b>			
Mes de Reporte:		Realizado:	Validado:	Aprobado:	<b>Fecha:</b>				
Area: <b>AREA TÉCNICA</b>		<b>Jefes Área</b>	<b>Jefe de Planta</b>	<b>Gerente Planta</b>					
<b>INDICADORES ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>									
<b>Sección</b>	<b>Cargos</b>	<b>Respon. de Cálculo</b>	<b>Fuente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Formula de Cálculo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado</b>
<b>TUBERA 2</b>	Jefe de Área	Jefes y Asistentes	D7i	<b>Mantenimiento Preventivo</b>	OT-Preventivas Cerradas / OT-Preventivas Generadas	%	Mensual	70	
			Reporte Mensual	<b>Disponibilidad de Equipos</b>	Horas Operativas/Hotas Operativas + Horas sin producción	%	Mensual	70	
			Reporte Mensual	<b>Paras de Mantenimiento</b>	Horas de Para por Mantenimiento Preventivo / Horas Programadas	%	Mensual	5,39	
			Reporte Mensual	<b>Abastecimiento del Supermercado-Tub</b>	100*artículos (verde + amarillo)/total artículos	%	Mensual	41,59	
			Reporte Mensual	<b>Productividad Tub</b>	Kilogramos Producidos / Horas Maquina	(Kg/Hm)	Mensual	1329,49	
			Reporte Mensual	<b>Calidad</b>	Kg. Prodcucios de primera/(Kg de primera + Kg. De chatarra)	%	Mensual	97	

**TABLA 10 INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LA TUBERA 2**

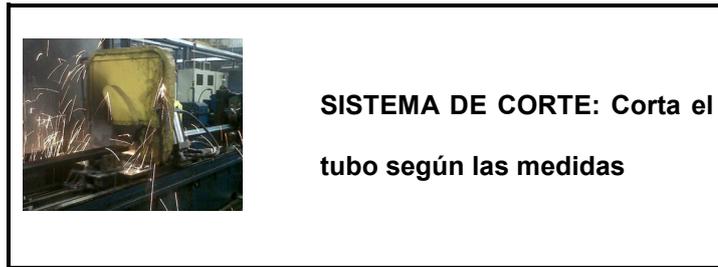


## Análisis de Modo y Efecto de Falla

Se presenta un análisis de modo y efecto de falla de los componentes de la Tubera 2 con el fin de poder prevenir y tomar acciones sobre las posibles fallas que se puedan presentar en los mismos, los componentes más relevantes de la Tubera a los cuales se realizó el análisis son los siguientes:

**TABLA 11**  
**COMPONENTES DE LA TUBERA 2**

COMPONENTE	NOMBRE / FUNCION
	<p><b>ACUMULADOR:</b> Acumula el fleje para luego ser procesado</p>
	<p><b>FORMING:</b> Quebra y conforma el tubo</p>
	<p><b>SOLDADOR:</b> Suelda el tubo</p>
	<p><b>SIZING:</b> Da las medidas al tubo</p>



Este análisis permitirá obtener información de cómo se genera, que provoca y qué consecuencias puede tener una falla en cualquiera de las partes del equipo crítico.

El AMEF contará con la siguiente información:

- Componente o pieza.
- Función que cumple dentro del equipo.
- Modo de falla potencial, es decir, la manera en que el equipo puede fallar para satisfacer los requisitos y propósitos del proceso.
- El efecto potencial que describe las consecuencias en términos de lo que el usuario podría experimentar.
- La causa 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.
- Acciones recomendadas y responsables.

Para la realización de este análisis se toman en cuenta tres aspectos, bajo los cuales se da una calificación a cada componente de la máquina, con la finalidad de determinar el índice de prioridad del riesgo, estos aspectos son: gravedad, ocurrencia y detección.

La gravedad evalúa el impacto del efecto de la falla en el usuario, y se establece en una escala del uno al diez, donde diez es lo más severo y uno lo menos severo.

La ocurrencia es la frecuencia con la que se piensa que ocurrirá la causa de la falla y la detección es la evaluación de la probabilidad de que los controles establecidos en la empresa detecten el modo de falla potencial.

En la tabla a continuación se presenta las escalas para los tres criterios antes mencionados:

**TABLA 12**  
**ESCALA DE CRITERIOS PARA EL AMEF**

<b>Gravedad</b>		
<b>Gravedad del efecto</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Criterio</b>
Peligrosa	10	Afecta seguridad/Leyes
Critica	9	Peligro con advertencia
Muy alta	8	Pérdida de la función
Alta	7	Función reducida
Media	6	Opera con deficiencias >
Baja	5	Opera con deficiencias <
Muy baja	4	Defectos muy notables
Despreciable	3	Defectos notables
Casi ninguna	2	Defectos poco notables
Ninguna o menor	1	No existe el efecto, sin consecuencias
<b>Ocurrencia</b>		
<b>Ocurrencia</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Tasa de falla</b>
Casi cierta	10	mas de 1 en 2
Muy alta	9	1 en 3
Alta	8	1 en 8
Moderada alta	7	1 en 20
Media	6	1 en 50
Baja	5	1 en 100
Muy baja	4	1 en 400
Despreciable	3	1 en 800
Remota	2	1 en 900
Casi imposible	1	1 en 1000
<b>Detección</b>		
<b>Criterio de deteccion</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Probabilidad de llegar al cliente interno</b>
Casi imposible	10	0,82 a 1
Muy remota	9	0,72 a 0,82
Remota	8	0,62 a 0,72
Muy baja	7	0,52 a 0,62
Baja	6	0,42 a 0,52
Media	5	0,32 a 0,42
Media alta	4	0,22 a 0,32
Alta	3	0,12 a 0,22
Muy alta	2	0,02 a 0,12
Casi cierta	1	0 a 0,02

El AMEF se lo presenta en el **ANEXO E**

## 4.2 Mantenimiento Autónomo

### Tarjetas de Activos

Las Tarjetas de Activos estarán disponibles para todo el personal y en mayor interés para los de mantenimiento; estas tarjetas de activos tendrán información relacionada con:

- Datos y operaciones generales del equipo
- Documentación, fechas de mantenimiento
- Características técnicas, y además
- Foto para referencia del equipo

En los aspectos generales se considera el modelo, número de serie, fabricante, proveedor, área de ubicación, año de ubicación, orden de compra y costo. En lo relacionado a datos operativos se toma en cuenta el año de construcción, tiempo de garantía, vencimiento de la garantía, inicio de operación del equipo, tiempo de vida útil y función respectiva del equipo.

La documentación hace referencia a la ficha técnica que se encuentran disponibles en la organización de cada uno de los equipos. Otro aspecto de importancia considerado en cada tarjeta de activo es el mantenimiento, en esto se considera que actividades se deben realizar, la frecuencia de realización y el responsable de la ejecución. Las tarjetas de activos realizadas para la empresa ABC se muestran en el **ANEXO F**

### **Check List de Equipos**

El Check List de equipos se lo debe realizar antes de empezar a operar el equipo, con la finalidad de descubrir alguna falla o futura falla que se genere en el funcionamiento del mismo, a su vez permite que los operadores de líneas noten y puedan evitar un posible accidente.

En la lista de chequeo debe llenarse los siguientes campos:

- Actividad / Funcionamiento
- Estado del equipo (posibles daños)
- Observaciones específicas del equipo
- Recomendaciones (posibles mantenimientos y cambios de piezas)
- Responsable de Operación y Turno de Producción

Se debe tener en cuenta que el operador de línea es el responsable de realizar las actividades de chequeo antes de encender el equipo, es importante que el formato indique las fechas de realización y las actividades que son cumplidas para llevar un control del estado del equipo, de esta forma se facilita el trabajo predictivo para mejoramiento del activo. A continuación se presenta un modelo sencillo de Check List para el arranque de un equipo:

EMPRESA ABC			
CHEQUEO DE EQUIPOS			
OPERADOR:		EQUIPO:	TUBERA 2
TURNO:			
FECHA:			
ACTIVIDAD	ESTADO	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIONES
Revisión de sierra			
Revisión de sensores del sistema de corte			
Revisión de sistema de soldadura			
Revisión de botadores y rodillos de arrastre			
Revisión de cuchilla de desbarbado			
Revisión de unidades de mantenimiento			
Revisión de niveles de agua destilada			
Revisar nivel de agua cruda en torre de enfriamiento			
Revisar nivel de dromus			
ESTADO: BUENO-MALO-ACEPTABLE			
FIRMA DEL RESPONSABLE			

**Figura 4.1**  
**FORMATO DE LA LISTA DE CHEQUEO DE EQUIPOS**

En el **ANEXO G** se presenta un Chek list que se podrá llevar de manera paralela que registre el chequeo mensualmente.

### **Procedimiento de Operación de los equipos**

Es de gran importancia que todos los equipos tengan un procedimiento de operación y de control antes de operar, con la finalidad de evitar:

- Fallas de operación
- Fabricación de productos defectuosos o fuera de norma
- Posibles daños al equipo

Todos los operarios deben conocer cuáles son las condiciones óptimas para que un equipo tenga un buen funcionamiento en el desempeño de las actividades.

A continuación se presenta un Plan de Operación de Línea.

### **Procedimiento de Operación: Tubera 2**

Para un buen funcionamiento del equipo se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Estado del Equipo
- Abastecimiento de Materia Prima

- Suministros Críticos
- Proceso / Procedimientos.

Se debe medir los grados Britz del dromus que deben estar en un rango de 3 a 6 para el buen funcionamiento del equipo. Los grados Britz pueden fluctuar en este rango para mantener estable el sistema de enfriamiento.

El porcentaje del lodo en el sistema de lubricación no debe superar el 4%, si este supera dicho porcentaje se tendrá problemas con la circulación del **dromux**.

Se debe medir el PH del dromux y este no debe ser mayor a 3.

La velocidad de la máquina debe ser controlada dependiendo a las especificaciones del producto como se indica en la tabla siguiente:

**TABLA 13**  
**ESPECIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS Y SUS**  
**VELOCIDADES**

<b>TUBERA 2</b>			
<b>ITEM</b>	<b>ESPEORES ( mm )</b>	<b>VELOCIDAD MAXIMA ( mt. / min. )</b>	<b>VELOCIDAD MINIMA ( mt. / min. )</b>
<b>TUBO REDONDO</b>			
1	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
1 1/4	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
1 1/2	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
1 7/8	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
2	1.10, 1.50, 2.00, 3	40	20
ISO 1	2,5	40	20
<b>TUBO CUADRADO</b>			
1	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
1 1/4	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
1 1/2	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
2	1.10, 1.50, 2.00	40	20
<b>CARPINTERIA METALICA</b>			
TAN 50	0,9	40	20
TTE 50	0,9	40	20
TAN 25	0,75	40	20
TTE 25	0,75	40	20
<b>TUBO RECTANGULAR</b>			
20 X 40	0.75, 0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20
25 X 50	0.90, 1.10, 1.50, 2.00	40	20

1. Se debe inspeccionar que los rodillos se encuentren sin laminilla y de ser así deben ser limpiados para evitar que el producto salga defectuoso.
2. El sensor del sistema de corte debe estar limpio, ya que durante el proceso este sensor es expuesto a la laminilla de tubos lo que genera errores en el corte del tubo.
3. Se debe verificar el color del fleje antes de iniciar el proceso de producción de las tuberías, existe la siguiente clasificación de acuerdo al

color: VERDE (buen estado del fleje no hay problema), AMARILLO (el estado del fleje es normal) y ROJO (mal estado del fleje y se lo uso para calibrar la máquina).

### **Activo Crítico y sus partes**

Las partes consideradas críticas en la máquina (Tubera 2) son:

**Sistema de Corte:** El sistema de corte es el encargado de realizar el corte a los tubos en la dimensión indicada, este sistema, el sensor y la tarjeta electrónica son los encargados que el corte se lo realice en el punto indicado para evitar pérdidas y productos que no cumplan con las especificaciones.

A continuación se presenta una imagen con el sistema de corte de la Tubera 2:



**FIGURA 4.2 SISTEMA DE CORTE DE LA TUBERA 2**

### 4.3 Mantenimiento Planificado

#### Plan de Mantenimiento

El plan de mantenimiento especifica cuáles son las actividades que se llevarán a cabo. Se debe realizar anual, semestral, mensual y semanalmente para obtener una planificación y control completo de las actividades y prioridades de mantenimiento necesarias para el completo funcionamiento de los equipos y eliminación de posibles pérdidas futuras. El formato de un Plan de Mantenimiento debe contener:

- Tiempo aproximado para realizar dichas actividades
- Horas Hombres requeridas para la actividad
- El nombre del responsable de la tarea de mantenimiento
- Cantidad repuestos o insumos necesarios
- Detalle de costos asociados
- Frecuencia con la que estas actividades se realizan
- Ficha en la cual conste las observaciones de cómo se realizaron las actividades.

A continuación se presenta un formato que se propone como alternativa, para que la empresa lleve a cabo un Plan semanal de Mantenimiento, ya que en la empresa se presentan problemas durante el transcurso de la semana que evita llevar por ahora un mantenimiento preventivo y que este formato le ayude a planificar los trabajos de mantenimiento a realizarse el fin de semana, posteriormente se puede ir programando planes de mantenimiento mensual, trimestral y hasta anualmente.



- Tiempo esperado y real de reparación del equipo
- Herramientas o suministros requeridos
- Detalle de las actividades a realizarse
- Observaciones y recomendaciones
- Costo de mantenimiento
- Firma del responsable que autoriza la orden.

A continuación se muestra el formato para las órdenes de Mantenimiento:

<b>EMPRESA ABC</b>		
<b>ORDEN DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>EQUIPO:</b>	<input type="text"/>	
<b>DAÑO:</b>	<input type="text"/>	
<b>FECHA DE REPORTE:</b>	<input type="text"/> día	<input type="text"/> mes <input type="text"/> año
<b>TIEMPO ESTIMADO DE REPARACIÓN:</b>	<input type="text"/> h	<input type="text"/>
<b>TIEMPO REAL DE REPARACIÓN:</b>	<input type="text"/> h	<input type="text"/>
<b>FECHA DE FINALIZACIÓN:</b>	<input type="text"/> día	<input type="text"/> mes <input type="text"/> año
<b>ACTIVIDADES A REALIZARCE</b>		
<b>HERRAMIENTAS O SUMINISTROS A UTILIZAR</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<input type="text"/>	
		<b>RESPONSABLE</b>

**Figura 4.4**  
**FORMATO PARA LAS ÓRDENES DE MANTENIMIENTO**

Se debe considerar el costo en que se incurre para el mantenimiento y así poder llevar un registro y control de los mantenimientos.

Con estos costos totales de mantenimiento se tendrá un control sobre los gastos para poder plantear un presupuesto sobre mantenimiento más ajustado a la realidad.

### **Reporte de Averías**

Las averías que se produzcan en los equipos se harán conocer a través de un reporte, el cual servirá para mantener un registro de las fallas ocurrientes en los activos para realizar las acciones correspondientes y mitigar esas fallas y hacer un análisis del por qué de la falla.

El reporte debe contener la siguiente información:

- Nombre de la persona que reporta la avería
- Fecha y hora en la que informa de la avería
- Equipo en cual se produce el problema
- Gravedad de la avería (Alta, media, Baja)
- Tiempo de parada del equipo
- Detalle de las posibles causas para la avería del equipo
- Acciones a seguir ya sean preventivas o correctivas
- Nombre del responsable asignado para atender la avería
- Desarrollo de la orden de mantenimiento para dicha falla

El reporte de averías le permitirá a la empresa corregir esas fallas que se presentan en los equipos y llevar un registro de todas las acciones tomadas con respecto a esta falla, y de esta manera si se repite el suceso tomar las acciones pertinentes o correctas. A continuación se muestra un formato de Reporte de Averías.

EMPRESA ABC	
<b>REPORTE DE AVERIAS</b>	
<b>EQUIPO:</b> <b>AVERIA:</b> <b>FECHA DE REPORTE:</b> <b>HORA:</b> <b>QUIEN REPORTA:</b> <b>GRAVEDAD DE AVERIA:</b>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> día <input type="text"/> mes <input type="text"/> año <input type="text"/> h <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> baja <input type="text"/> media <input type="text"/> considerable
<b>DESCRIPCIÓN DE LA FALLA</b>	
<input type="text"/>	
<b>CAUSA</b>	
<input type="text"/>	
<b>ACCIONES PREVENTIVAS O CORRECTIVAS</b>	
<input type="text"/>	
<b>RESPONSABLE DE ATENDER LA AVERIA</b>	<input type="text"/>
<b>Tiempo de para del equipo:</b>	<input type="text"/>
<b>RESPONSABLE</b>	# OT <input type="text"/>

**Figura 4.5**  
**FORMATO PARA EL REPORTE DE AVERÍAS**

#### 4.4 Mantenimiento de la Calidad

Este pilar tiene el fin de mantener en apropiadas condiciones los equipos para evitar defectos de calidad, parte del control se lleva con las rutas de inspección de equipos, con esto se pretende lograr controlar el estado de los

equipo, para de esta forma lograr cero defectos, cero rechazos y cero retrabajo, por medio de un formato que nos permita registrar y controlar dichas mediciones, que se realizarían mensualmente.

Este reporte hará referencia a cada equipo el cual debe contar con la siguiente información:

- Fecha y Hora en que se registran los datos
- Nombre del activo
- Operario a cargo, Turno de Producción
- Horas de Producción
- Unidades producidas (Primera, Segunda y Chatarra)
- Eficiencia del Proceso
- Eficacia del equipo.

La eficiencia hace referencia al uso de los recursos para la obtención de los productos, en este caso a la relación de la materia prima procesada con los productos ya terminados en perfectas condiciones, en cambio la eficacia va en relación al logro de los objetivos alcanzados, optimizando todos los recursos, es decir se mide la relación del producto terminado con el producto aceptado por el cliente (producto de calidad).

Este reporte también alimenta a los indicadores definidos en el punto 3.1.1, lo que ayudará a conseguir el objetivo de este punto que es cero defectos, cero reproceso y cero desperdicio en el producto final, que en este caso son las tuberías. El formato se lo presenta en la siguiente gráfica.

EMPRESA ABC				
REPORTE DE PRODUCCIÓN				
EQUIPO:	<input type="text"/>			
FECHA DE REGISTRO:	<input type="text"/> día	<input type="text"/> mes	<input type="text"/> año	
TURNO:	<input type="text"/> mañana	<input type="text"/> noche		
OPERARIO A CARGO:	<input type="text"/>			
UNIDADES PRODUCIDAS:	<input type="text"/> CHATARRA	<input type="text"/> SEGUNDA	<input type="text"/>	
TIEMPO DE OPERACIÓN:	<input type="text"/>			
		ESTADO		
	VALOR	B	A	N.A
EFICACIA	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EFICIENCIA	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NOTA:	<input type="text"/>			
B : BUEN RENDIMIENTO M : RENDIMIENTO ACEPTABLE N.A: RENDIMIENTO NO ACEPTABLE				
RESPONSABLE				

**Figura 4.6**  
**FORMATO PARA EL REPORTE DE PRODUCCIÓN**

#### 4.5 Prevención del Mantenimiento

La prevención del mantenimiento se basa en el CAPEX, que se refiere a la inversión que realizará la empresa para la adquisición de un nuevo equipo o cambio de alguno de ellos, tomando en cuenta todos los gastos asociados como es el mantenimiento para asegurar una larga vida útil que beneficie a la empresa.

El CAPEX está orientado a la parte operacional que tiene que ver con mejorar las capacidades y diseños de las máquinas que se vayan a adquirir para así

asegurar un buen funcionamiento y sobre todo un buen rendimiento a lo largo del tiempo.

Se presenta un formato de matriz de decisión la cual cuenta con cinco criterios: precio y reducción de costos, capacidad de la máquina, mantenimiento, optimización de personal y capacitación para el manejo, que ayudará a la organización a tomar una mejor decisión al momento de adquirir un nuevo activo.

Además se debe llevar un registro histórico de los problemas que presentan las máquinas para conocer cuáles han sido las falencias de los equipos y posteriormente en la siguiente adquisición tomar en cuenta todos esos aspectos para mejorar el diseño y tomar las acciones correctas para prevenir dichos daños contando con una vida útil del equipo mucho mayor, a continuación se propone un modelo de registro histórico de mantenimiento con su respectivo ejemplo:

HISTORICO DE MANTENIMIENTO				
FECHA	EQUIPO	DANO O AVERIA	MANTENIMIENTO	REALIZADO POR:
21/05/2010	TUBERA 2	Sensor del sistema de corte se averio por contacto con la viruta	Se realizo cambio del sensor en el sistema de corte	LUIS MACIAS

**Figura 4.7. HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO**

El precio es un factor importante que se debe tomar en cuenta ya que es una decisión que conlleva un gran desembolso de dinero y se debe analizar la mejor opción. Además la reducción de costos es vital para una organización ya que de esta manera puede incrementar sus ingresos, el enfoque que se le da en este punto es la reducción y optimización de los recursos para dicha máquina, en pocas palabras lo que se va a ahorrar la empresa con el nuevo activo.

La capacidad de la maquinaria también juega un papel importante en la decisión ya que a partir de esta se puede mejorar la producción y el rendimiento, siendo de esta manera más rentable la compra, en este caso se produciría mayor cantidad de tubería, lo cual representa mayor ingreso a la empresa.

El mantenimiento permite analizar y relacionar los costos asociados, tiempos muertos de la máquina, mayor disponibilidad del equipo, etc.

La optimización del personal se basa en el número de personas necesarias para operar el equipo.

Por último la capacitación para el manejo del equipo se refiere al conocimiento que tiene el operador sobre el funcionamiento y operación del equipo antes de ponerlo en marcha y así poder prevenir fallas o errores que puedan generar pérdidas para la empresa.

En la matriz de decisión se pondera cada uno de los factores antes mencionados, esta ponderación se la debe realizar tomando en cuenta los criterios que maneja la organización y con el consentimiento de todos los involucrados, en la figura se muestra el formato de la matriz de decisión propuesta para la compra de un activo.

EMPRESA ABC						
MATRIZ DE DECISIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE ACTIVOS						
$X_i$	PRECIO Y REDUCCIÓN DE COSTOS	CAPACIDAD	MANTENIMIENTO	OPTIMIZACIÓN DEL PERSONAL	CAPACITACIÓN PARA EL MANEJO	$\sum X_i Y_j$
$Y_j$	40%	25%	15%	10%	10%	100%
OPCIÓN 1	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	RESULTADO
OPCIÓN 2	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	RESULTADO
OPCIÓN 3	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	RESULTADO
CALIFICACIÓN 1 - 100						
RESULTADO: CALIFICACIÓN * PONDERACIÓN						

**Figura 4.8**  
**FORMATO PARA LA COMPRA DE UN NUEVO EQUIPO**

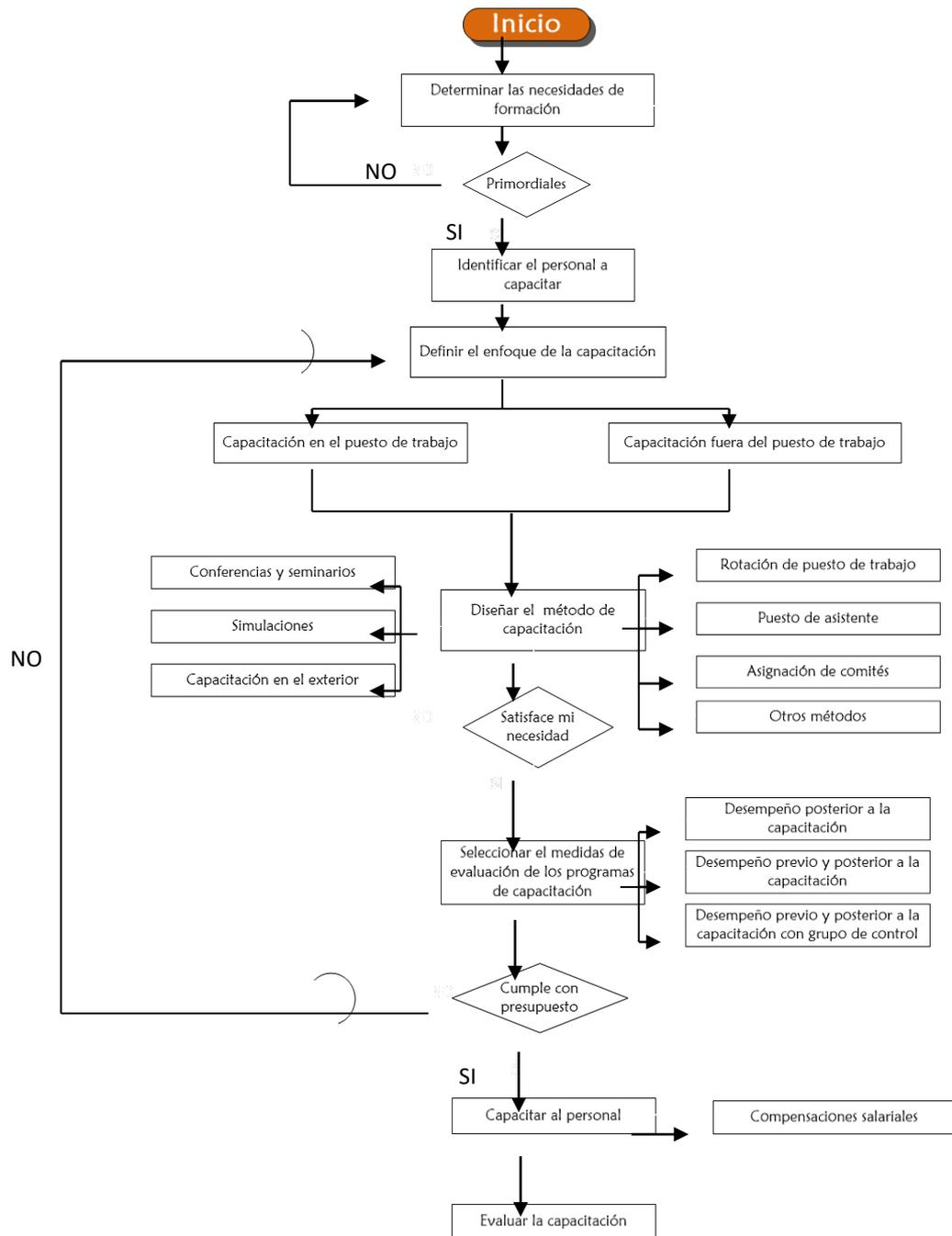
#### 4.6 Áreas Administrativas

Permiten tomar en cuenta las áreas administrativas dentro del sistema, ya que se puede lograr ser más eficientes en los procesos administrativos y alcanzar un apoyo sólido en la parte operacional.

Se consideran varios procedimientos para que la empresa maneje de una mejor manera, en especial en la parte administrativa en lo que tiene que ver con el personal, a continuación se detallan los siguientes procedimientos que contendrá el sistema de gestión y control operacional:

### **Procedimiento para la Capacitación del Personal**

Elevar la calidad de formación del recurso humano mediante su capacitación para el mejor desempeño de sus actividades, además que por medio de este se logra mejorar los niveles de productividad del personal a través de su capacitación constante.



**Figura 4.9**  
**DIAGRAMA DEL PROCESO PARA LA CAPACITACIÓN**

La evaluación del personal se la desarrollará para elegir de una manera acertada las personas que estén capacitadas para desempeñarse en las actividades que se requieren.

### **Procedimiento de Detección de Fallas.**

Dentro de este módulo se ingresa como paso preliminar un análisis de las fallas o problemas en los diferentes sistemas que conforman la Tubería 2 concernientes a la parte mecánica para empezar, posteriormente se podrán realizar los mismos análisis tanto en daños eléctricos como de matricería.

Dentro de este análisis constan los daños y los resultados de la inspección, grado de importancia y el efecto inmediato que generan dichas fallas o problemas. A continuación se presenta el procedimiento para la detección de fallas:

1. Inspeccionar la zona de importancia.
2. Identificar las fallas o posibles problemas.
3. Detallar los daños encontrados.
4. Analizar la causa del daño o problema.
5. Determinar el efecto del daño o problema encontrado.
6. Definir el grado de importancia del daño.
7. Proponer una solución al problema.
8. Hacer una lista de los requerimientos necesarios para la solución del problema o daño.
9. Detallar las actividades a desarrollarse.
10. Realizar e informar la reparación
11. Llevar un registro de las fallas o problemas en el equipo.

Este procedimiento se lo debe realizar periódicamente con el fin de ir reduciendo las fallas o problemas en los activos, y sobre todo de mantener

un registro en el cual se puedan basar los trabajadores en posibles y futuras eventualidades y tengan una información adecuada de cómo proceder, de que decisiones tomar o que actividades realizar en determinadas fallas que ya constan como registro.

En el **ANEXO H** se presenta un cuadro con todas las posibles fallas que pueden ocurrir en los diferentes sistemas de la Tubera 2 en la parte mecánica, además del grado de importancia y del efecto que generan dichas fallas o problemas.

A continuación se presenta un cuadro en el cual se presentan algunos ejemplos de posibles fallas que pueden suceder en la Tubera 2 concernientes en la parte mecánica:

**TABLA 14  
DETECCIÓN DE FALLAS EN LA TUBERA 2**

<b>IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DE LAS TUBERAS</b>		
<b>Fomador (FORMING)</b>		<b>Grado de importancia</b>
<b>Items</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS O PROBLEMAS</b>	
<b>1</b>	Mal estado del sistema de guías de entrada en el forming	<b>ALTA</b>
<b>2</b>	Tapas de torres móviles en mal estado.	<b>ALTA</b>
<b>3</b>	Mal estado de rodamientos en torres fijas.	<b>ALTA</b>
<b>4</b>	Presencia de desgaste en la bancada	<b>ALTA</b>
<b>5</b>	Mangueras de refrigeración en mal estado	<b>MEDIA</b>
<b>Sistema de soldadura</b>		
<b>6</b>	Fuga en las partes móviles del cabezal axial (A.S.)	<b>MEDIA</b>
<b>7</b>	Fuga y desgaste de soportes de rodillos soldadores	<b>ALTA</b>
<b>8</b>	Fuga en sistema de calibración de mandril del soldador	<b>MEDIA</b>
<b>Tina de enfriamiento</b>		
<b>9</b>	Pernos de ajuste de guías en mal estado	<b>ALTA</b>
<b>10</b>	Carcasa en general deteriorada	<b>ALTA</b>
<b>11</b>	El sistema de refrigeración ya no es el adecuado	<b>MEDIA</b>
<b>Calibrador (SIZING)</b>		
<b>12</b>	Tapas de torres móviles en mal estado.	<b>MEDIA</b>
<b>13</b>	Mal estado de rodamientos en torres fijas.	<b>ALTA</b>
<b>14</b>	Falta de chavetas en ejes porta matriceria	<b>MEDIA</b>
<b>15</b>	Presencia de desgaste en la bancada	<b>ALTA</b>
<b>16</b>	Mangueras de refrigeración en mal estado	<b>MEDIA</b>
<b>Torres enderezadoras (Torres Turcas)</b>		
<b>17</b>	Presencia de desgaste en la bancada	<b>MEDIA</b>
<b>18</b>	Mangueras de refrigeración en mal estado	<b>MEDIA</b>
<b>Sistema de corte</b>		
<b>19</b>	Carcasa deteriorada	<b>ALTA</b>
<b>20</b>	Tuerca de ajuste de disco de corte deteriorada	<b>ALTA</b>
<b>Mesa de embalaje y Camino de rodillos</b>		
<b>21</b>	Camino de rodillos con exceso de fricción.	<b>MEDIA</b>
<b>22</b>	Catalina y matrimonio flojos.	<b>ALTA</b>
<b>23</b>	Base de goma en mal estado	<b>MEDIA</b>

Luego de realizar la inspección y de detectar todas las fallas o posibles problemas se sigue también un procedimiento paralelo al antes mencionado que se detalla a continuación:

1. Ingresar órdenes en el sistema.
2. Convocar a una reunión con el personal a cargo de mantenimiento para presentarles el resultado de la inspección.
3. Que el mantenimiento nos dé tiempos reales de ejecución de trabajos.

4. Difundir la información al personal de producción involucrado para contar con la colaboración necesaria.
5. Empezar a ejecutar trabajos que tengan gran importancia, especialmente que afecten a los tiempos de armado (PLAN SMED).
6. Los primeros trabajos a ejecutar serían los que están marcados con rojo por su importancia.
7. Levantar documento de compromiso para el personal involucrado, incluyendo jefaturas (EL COMPROMISO ES DE TODOS).
8. Que las jefaturas den todas las facilidades tanto de Logística como económicas para la ejecución de los trabajos.
9. Dar seguimiento al cumplimiento de los trabajos.
10. Ver resultados - proponer fechas.

#### **4.7 Educación y entrenamiento**

Dentro de la implementación de cualquier sistema es importante tomar en cuenta la educación y el entrenamiento del personal involucrado, para lo cual se debe realizar un plan de capacitación anual, un plan de inducción para el personal nuevo que entra a formar parte de la empresa y que sea una inducción específica al área que vaya a trabajar, además un procedimiento para la capacitación y formato de registro para la misma.

El plan de capacitación se detalla en el **ANEXO I**, con la particularidad de que se hizo un listado con todo el personal del área de producción y se les asignó la capacitación acorde a sus necesidades. Además el plan de inducción que se propone en este caso particular para los operarios de la Tubera 2 se detalla a continuación con los temas que se debería tratar:

## **PLAN DE INDUCCIÓN PARA EL PERSONAL DE TUBERA 2**

El plan de inducción para los nuevos operarios para la Tubera 2 tomará en cuenta los siguientes puntos en el orden indicado:

1. Normas, procesos de fabricación, materiales en los varios trabajos que se realiza.
2. Proyectos y procesos de "Slitter" y todas las informaciones relativas al uso de estas máquinas.
3. Lay-out de stock de bobinas de acero para la alimentación de la máquina. Sistemas de encintamiento de bobinas, carros alimentadores de bobinas.
4. Sistemas de Conformación y sus respectivas técnicas, sistema convencional y sistema W. Generadores de Alta Frecuencia.
5. Preparación de la mesa de soldado, Impeders, Bobinas Inductoras. Sistema de raspado externo del cordón de soldadura.
6. Sistema de rebarbado interno del tubo, equipos, insertos y técnicas de operación.
7. Chillers y sistemas de filtrado del soluble de refrigeración.
8. Sistema de calibración y su técnica. Sistema de cabezas turcas y sus aplicaciones.
9. Sistemas de Corte para conformadoras, sierras de corte a frío, con rodillos por fricción; variados tipos de herramientas.
10. Mesas de Descarga, máquinas de embalaje de tubos automáticas, tipos de empaquetamiento de tubos (cuadrado, hexagonal o rectangular).
11. Los principales sistemas de control de calidad de los tubos y sus normas.
12. Lubrificantes y aceites protectores.

La inducción será realizada por la persona a cargo y tendrá uso de diapositivas donde se tienen todos los puntos anteriormente mencionados.

En el sistema se propone un formato que cuenta con tres evaluaciones que son: evaluación del instructor, evaluación del curso y evaluación del evento. Con esta información la empresa podrá tener un registro más completo sobre las capacitaciones y de esta manera tomar las acciones pertinentes para una mejora continua. Este formato de trabajo en conjunto con lo propuesto en el punto 4.6.1, que es un apoyo para el desarrollo completo en lo que concierne a la capacitación.

El formato de registro de la capacitación se lo detalla a continuación en la siguiente gráfica.

<b>EMPRESA ABC</b>					
<b>EVALUACIÓN DEL EVENTO</b>					
<b>NOMBRE DEL EVENTO:</b>					
<b>FECHA:</b>					
<b>CUIDAD:</b>					
<b>INSTRUCTOR:</b>					
<b>CALIFIQUE EL CURSO DE 1 A 5 SIENDO</b>					
1	Deficiente				
2	Regular				
3	Bueno				
4	Muy Bueno				
5	Excelente				
<b>EVALUACIÓN DEL INSTRUCTOR</b>					
1. El dominio del tema mostrado fue		1	2	3	4 5
2. Motivó la participación del grupo de manera		1	2	3	4 5
3. La comunicación y la forma de plantear sus temas fue		1	2	3	4 5
4. Resolvió las dudas que se plantearon de forma		1	2	3	4 5
5. En general qué calificación le daría al instructor		1	2	3	4 5
6. Efectividad de la Metodología Utilizada		1	2	3	4 5
<b>COMENTARIOS GENERALES SOBRE EL INSTRUCTOR</b>					
-----					
-----					
<b>EVALUACIÓN DEL CURSO</b>					
1. Los contenidos se cumplieron de manera		1	2	3	4 5
2. La claridad y orden de los temas expuestos fue		1	2	3	4 5
3. La interacción entre teoría y práctica fue		1	2	3	4 5
4. Los conocimientos adquiridos son aplicables a sus funciones de manera		1	2	3	4 5
5. La duración ( número de horas) del curso lo considera		1	2	3	4 5
<b>COMENTARIOS GENERALES SOBRE EL CURSO</b>					
-----					
-----					
<b>ORGANIZACIÓN DEL EVENTO</b>					
1. El inicio del evento a la hora citada fue		1	2	3	4 5
2. La limpieza y el orden de la sala antes de empezar fue		1	2	3	4 5
3. El material estaba ordenado de manera		1	2	3	4 5
4. El ambiente de atención y control de interrupciones externas fue		1	2	3	4 5
5. El apoyo brindado por el coordinador fue		1	2	3	4 5
<b>COMENTARIOS GENERALES SOBRE EL EVENTO</b>					
-----					
-----					
<b>GRACIAS POR SUS COMENTARIOS QUE CONTRIBUYEN A NUESTRO MEJORAMIENTO CONTINUO.</b>					

**Figura 4.10**  
**FORMATO DE LA EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN**

## **4.8 Seguridad y Medio Ambiente**

### **Seguridad**

La seguridad es un aspecto muy importante a la hora de la producción, evitando pequeñas paradas se puede evitar accidentes ya que se relaciona el número de paradas pequeñas por fallas y el número de accidentes ocurridos. Para definir aspectos sobre la seguridad de los operarios, primero se debe conocer cuáles son los factores de riesgo que existen en el proceso que pudieran causar algún accidente, lo que se busca en este punto es tratar de minimizarlos.

Es importante que la organización cuente con un plan sobre la seguridad que abarque temas como el uso de equipos de protección personal, indicadores, controles sobre los aspectos de riesgo, estadísticas de accidentes e incidentes, normas y procedimientos en materia de seguridad, y. Sobre todo mantener a un personal motivado y consiente de la importancia del tema de seguridad en la parte operacional.

El sistema en este módulo de seguridad incluirá documentos que la organización ya está poniendo en marcha como aspectos de la Norma ISO 14001 y el reglamento interno sobre seguridad y salud ocupacional, además de una matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos relacionado a todos los aspectos considerables en este caso a la Tubera 2.

La matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos tomará tres aspectos en los cuales se identifica el peligro que son: salud, seguridad y medio ambiente. A estos tres factores se les da un valor representativo a la gravedad, probabilidad y a la exposición de peligros y riesgos. A continuación se presenta una tabla con el detalle de los criterios mencionados empezando por la evaluación de riesgo concerniente a seguridad.

**TABLA 15  
EVALUACIÓN DE RIESGO DE SEGURIDAD**

<b>EVALUACION DE RIESGO DE SEGURIDAD</b>				
GRAV.	DESCRIPCION	Naturaleza del incidente	Naturaleza de daños a propiedad	Reacción de las autoridades / público
<b>64</b>	<b>CATASTRÓFICO</b>	Múltiples fatalidades	Pérdidas devastadoras de propiedad	Prensa internacional y/o proceso
<b>32</b>	<b>CRÍTICO</b>	Fatalidad o número de incidentes / incapacidad permanente total	Perdas serias	Prensa nacional / local y/o multa elevada
<b>16</b>	<b>SERIO</b>	Uno o más incidentes / incapacidad permanente parcial	Perdidas significativas	Reclamo de la comunidad y/o multa no elevada
<b>8</b>	<b>MARGINAL</b>	Lesiones graves	Pequeñas pérdidas de propiedad	Reclamo individual y/o no-conformidad legal
<b>4</b>	<b>INDIFERENTE</b>	Tratamiento de primeros auxilios	Pequeñas pérdidas de propiedad, perdidas aisladas	Potencial para reclamo y/o no-conformidad interna.
PROB.	DESCRIPCION	No. de ocurrencias	Historial de operaciones semejantes	Tasa de repetición
<b>32</b>	<b>REGULAR</b>	Más de 5 veces por año	Alto número de ocurrencias	Repetición de incidentes es regular. Repetición de incidentes leves es tolerada.
<b>16</b>	<b>PROBABLE</b>	Hasta 5 veces por año	Ocurrencias regulares	A pesar de las estrategias preventivas implementadas, los incidentes podrían ocurrir.
<b>8</b>	<b>INFRECUENTE</b>	Anualmente	Bajo número de ocurrencias	Existe repetición de incidentes pero no es muy común
<b>4</b>	<b>RARO</b>	Una vez a cada 10 años	Infrecuente	Repetición de incidentes no es frecuente y no están sometidos a control.
<b>2</b>	<b>ALTAMENTE IMPROBABLE</b>	Una vez en 100 años o más	Improbable	Repetición no es conocida
EXP.	DESCRIPCION	Características típicas de factor de riesgo	Frecuencia de exposición	Cantidades
<b>5</b>	<b>EXTENSA</b>	Extremadamente peligrosos	Continuamente	Instalación de gran dimensión
<b>4</b>	<b>ESPORADICA</b>	Muy peligroso	Diariamente	Gran instalación
<b>3</b>	<b>SIGNIFICATIVA</b>	Peligroso	Semanalmente	Gran cantidad
<b>2</b>	<b>RESTRICTA</b>	Riesgo significativo	Mensualmente	Cantidad significativa
<b>1</b>	<b>INDIFERENTE</b>	Bajo Riesgo	Anualmente	Pequeña cantidad

En la tabla se puede evidenciar que se tratan tres puntos que son la gravedad, probabilidad y exposición al peligro, estos valores posteriormente servirán para realizar la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos conjuntamente con las siguientes tablas que muestran los factores de la evaluación de riesgo de salud y de medio ambiente.

**TABLA 16  
EVALUACIÓN DE RIESGO DE SALUD**

<b>EVALUACION DE RIESGO DE SALUD</b>				
GRAV.	DESCRIPCION	Naturaleza del incidente	Consecuencias médicas	Reacción de autoridades/público
<b>64</b>	<b>CATASTRÓFICO</b>	Fatalidad(es)	Enfermedad con consecuencias fatales	Prensa internacional y/o proceso
<b>32</b>	<b>CRÍTICO</b>	Condición de salud irreversible	Enfermedad con serias consecuencias médicas en un período a largo plazo	Prensa nacional / local y/o multa elevada
<b>16</b>	<b>SERIO</b>	Condición de salud reversible	Enfermedad con consecuencias leves	Reclamo de la comunidad y/o multa no elevada
<b>8</b>	<b>MARGINAL</b>	Enfermedad leve	Efectos nocivos a la salud	Reclamo individual y/o no-conformidad legal
<b>4</b>	<b>INDIFERENTE</b>	Irritación	Efectos leves reversibles a la salud	Potencial para reclamo y/o no-conformidad interna
PROB.	DESCRIPCION	No. de ocurrencias	Historial de operaciones semejantes	Tasa de repetición
<b>32</b>	<b>REGULAR</b>	Más de 5 veces por año	Alto número de ocurrencias	Repetición de incidentes es regular. Repetición de incidentes leves es tolerada.
<b>16</b>	<b>PROBABLE</b>	Hasta 5 veces por año	Ocurrencias regulares	A pesar de las estrategias preventivas implementadas, los incidentes podrían ocurrir.
<b>8</b>	<b>INFRECIENTE</b>	Anualmente	Bajo número de ocurrencias	Existe repetición de incidentes pero no es muy común
<b>4</b>	<b>RARO</b>	Una vez en 10 años	Infrecuente	Repetición de incidentes no es frecuente y es rara cuando éstos están sometidos a
<b>2</b>	<b>ALTAMENTE IMPROBABLE</b>	Una vez en 100 años o más	Improbable	Repetición no es conocida
EXP.	DESCRIPCION	LEO (Limite de Exposición Ocupacional)	Tiempo de exposición	Características del riesgo
<b>5</b>	<b>EXTENSA</b>	Más que el doble de Limite de Exposición Ocupacional	Continuamente / diariamente	Extremadamente contaminante
<b>4</b>	<b>ESPORADICA</b>	Encima de Limite de Exposición Ocupacional	Semanalmente	Contaminante
<b>3</b>	<b>SIGNIFICATIVA</b>	Igual a Limite de Exposición Ocupacional	Mensualmente	Facilidad de ser contaminado
<b>2</b>	<b>RESTRICTA</b>	Alrededor del nivel de Limite de Exposición Ocupacional	Infrecuente	Contaminación posible pero no común
<b>1</b>	<b>INDIFERENTE</b>	Abajo del nivel de Limite de Exposición ocupacional	Raramente	Casos excepcionales

Y por último se presenta la tabla referente a la evaluación del efecto ambiental que se considera la siguiente como se puede ver el cuadro a continuación:

**TABLA 17  
EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL**

<b>EVALUACION DE ASPECTO AMBIENTAL</b>				
GRAV.	DESCRIPCION	Naturaleza del incidente	Reutilización/ Reciclaje o ahorro	Costo
<b>64</b>	CATASTRÓFICO	Daño irreversible al medio ambiente	No se promueve acciones para la reutilización, reciclaje o ahorro del consumo	Impacto negativo sobre los mercados nacionales
<b>32</b>	CRÍTICO	Efecto permanente sobre la comunidad.	Se promueve acciones para la reutilización, reciclaje o ahorro del consumo	Impacto negativo sobre los mercados regionales
<b>16</b>	SERIO	Daño a largo plazo	Se promueve acciones para la reutilización, reciclaje o ahorro del consumo	Desempeño financiero de la empresa es influenciada negativamente.
<b>8</b>	MARGINAL	Daño al medio ambiente de corto plazo. Poca influencia sobre la comunidad.	Se encuentra en etapa de implementación acciones para la reutilización, reciclaje o ahorro del consumo	Desempeño financiero del departamento es influenciada negativamente.
<b>4</b>	INDIFERENTE	Daño leve sobre el medio ambiente y de remediación inmediata.	Se tiene implementado acciones para la reutilización, reciclaje o ahorro del consumo	Costos menores se incurren como resultado del incidente
PROB.	DESCRIPCION	No. de ocurrencias	Historial de operaciones semejantes	Tasa de repetición
<b>32</b>	REGULAR	Más de 5 veces por año	Alto número de ocurrencias / El aspecto ocurre continuamente. Ejemplo: consumo de agua y energía eléctrica.	Repetición de incidentes es regular. Repetición de incidentes leves es tolerada.
<b>16</b>	PROBABLE	Hasta 5 veces por año	Ocurrencias regulares / El aspecto ocurre frecuentemente (semana, quincenal, mensual). Es planificado. Ejemplo: cambio de aceite de una máquina.	A pesar de las estrategias preventivas implementadas, los incidentes podrían volver a ocurrir.
<b>8</b>	INFRECUENTE	Anualmente	Bajo número de ocurrencias / El aspecto ocurre frecuentemente (anual), es planificado.	Existe repetición de incidentes pero no es muy común
<b>4</b>	RARO	Una vez en 10 años	Infrecuente /El aspecto ocurre esporádicamente, sin regularidad. Ejemplo: ruptura de tuberías, ocasionando vertidos de producto químico.	Repetición de incidentes no es frecuente y es rara cuando éstos están sometidos a control.
<b>2</b>	ALTAMENTE IMPROBABLE	Una vez en 100 años o más	Improbable	Repetición no es conocida
EXP.	DESCRIPCION	Período de exposición	Escala de exposición	Escala de consumo
<b>5</b>	EXTENSA	> 10 años	Fuera de los límites de la zona industrial / a fección al barrio o sector	> 76% del consumo total
<b>4</b>	ESPORADICA	5 - 10 años	Fuera de los límites del predio de la Planta	Del 51 al 75% del consumo total
<b>3</b>	SIGNIFICANTE	1 - 5 años	Local / dentro del predio de la Planta	Del 26 al 50% del consumo total
<b>2</b>	RESTRICTA	< 1 año	Alrededores inmediatos	Hasta 25% del consumo total
<b>1</b>	INDIFERENTE	< 1 día	Contenido en el área	Hasta 5% del consumo total

Con todo lo expuesto se realizó la matriz de identificación de peligros y análisis de riesgos que se presenta detalladamente en el **ANEXO J**.

#### **4.9 Diseño del Plan de Implementación de las 5 S's**

Uno de los aspectos primordiales que se debe considerar para el plan de implementación de las 5S's en la empresa es la formación de un comité que tendrá la función de vigilar la correcta ejecución del proceso y la auditoría del personal.

El comité deberá formarse en cuatro grupos: el de control interno, el de gestión ambiental, el de planeación y el de gestión administrativa financiera.

Una vez obtenido el compromiso por parte del comité y por los directivos de la organización, se debe conseguir que todas las personas de la empresa se comprometan con el plan de implementación de la metodología de las 5S's.

Después de comprometer al personal se deben establecer los objetivos y las actividades a realizar, de acuerdo a cada una de las 5S's que se describen en la metodología.

##### **SEIRI (ordenar)**

El propósito de la primera fase de la metodología es retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que son innecesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas. Para llevarlo a cabo la organización debe identificar los elementos innecesarios tanto en el área de producción como en oficinas. En este aspecto es indispensable:

1. Diseñar una lista de elementos innecesarios, donde se deberá registrar elemento, la ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación.
2. Creación de tarjetas de color, estas permitirán marcar el sitio de trabajo donde exista algo innecesario.
3. Elaborar un plan de acción para retirar elementos, el cual contendrá actividades como: mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la empresa, almacenar el elemento fuera del área de trabajo o eliminar el elemento.
4. Controlar y realizar informe final, actividad que debe ser ejecutada y publicada por el jefe del área respectiva.

A continuación se presenta una gráfica donde muestra este paso dentro de la organización, en el cual poco a poco se fue identificando y eliminando los elementos innecesarios en cada sección de la empresa.



**Figura 4.11. SEIRI (ORDENAR)**

Se puede evidenciar que se empezó eliminando los elementos que no eran necesarios en el área, ya que como se puede ver el material que se encuentra arrumado es material dañado.

### **SEITON (clasificar)**

En esta fase se pretende ubicar todos los elementos que sean necesarios tanto para el proceso de producción como el proceso de empaque y mantenimiento en lugares donde se los pueda encontrar y retornar fácilmente. Para llevar a cabo este aspecto la organización debe:

1. Realizar un control visual de los lugares donde se encuentran los elementos, de los estándares sugeridos para cada actividad, sitios donde se deben ubicar los materiales de aseo o limpieza, entre otros.
2. Elaborar un mapa de las 5S's que muestre la ubicación de los elementos a ordenar en un área determinada, tomando en cuenta la frecuencia de uso y la función de los elementos.
3. Identificar los lugares donde se guardan las cosas, detallando la cantidad de elementos en cada sitio.
4. Identificar puntos de trabajo y ubicación de elementos a través de colores.
5. Codificar los activos de la empresa.

En este pilar se utilizará indicadores que identifiquen cada uno de los elementos en cada una de las áreas y así facilitar su identificación y ubicación.

En la siguiente gráfica se muestra la implementación de este paso:



**Figura 4.12. SEITON (CLASIFICAR)**

La identificación se empezó a realizar desde los casilleros de los operadores de cada área, lo que facilita ubicar cada uno de los elementos necesarios en el lugar y evitar confusión.

La clasificación también se la llevó a cabo en lo concerniente a los desechos que se generan o que se tiene en cada área como se puede observar en la gráfica, el color de cada tacho identifica lo que se puede desechar en los mismos, de la siguiente manera:

- PLOMO: desechos metálicos.
- ROJO: desechos
- NARANJA: desechos que contengan hidrocarburos.
- AZUL: desechos orgánicos.



## FIGURA 4.13. CLASIFICACIÓN DE TACHOS DE BASURA

### **SEISO (limpiar)**

En este aspecto se trata de motivar al personal a mantener el orden y limpieza de los activos de la organización.

Aquí la organización debe:

1. Planificar la limpieza de cada área de la empresa.
2. Elaborar un manual de limpieza que incluya el propósito de la misma, la foto del área a limpiar, foto del personal que realiza la tarea, elementos de limpieza y seguridad, además del diagrama de flujo a seguir.
3. Preparar los elementos necesarios de limpieza.
4. Implantar la limpieza (retiro de polvo, aceite, grasa, etc.) en el área asignada.

En este punto se implementó un formato llamado RUTA DE ASEO que se muestra en el **ANEXO K** el que se lo desarrolló con la finalidad de llevar un control al personal sobre cómo mantener las áreas de trabajo en condiciones agradables para realizar el trabajo, este control ayudará al personal a llevar una cultura en lo que se refiere a orden y aseo, lo que establece las 5 S's.

### **Seiketsu – (estandarizar)**

En esta fase se trata de conservar todo lo anteriormente realizado en la organización. Para obtener esto la organización debe:

1. Asignar trabajos y responsabilidades.

2. Integrar las acciones de acomodo, orden y limpieza en los trabajos rutinarios de la empresa.

En este punto se llevó a cabo la estandarización de los elementos en cada estación de trabajo, como se muestra a continuación:



**FIGURA 4.14. SEIKETSU (ESTANDARIZAR)**

### **Shitsuke – (disciplina)**

Con esta fase del plan de implementación se pretende lograr un hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos y controles establecidos.

En cuanto a disciplina la organización debe:

1. Formar al personal en lo que respecta a la metodología, logrando que aprendan a través de la práctica.
2. Crear condiciones que favorezcan la disciplina, creando un equipo líder, suministrando los recursos necesarios, evaluando el progreso de la empresa, etc.

3. Asumir con entusiasmo las actividades del plan de implementación de las 5S's.
4. Hacer participativo la elaboración del plan de mejoras.
5. Difundir el progreso de la empresa después de ejecutar todo lo descrito anteriormente.

En este último paso siendo el más importante el hecho de mantener la cultura de las 5 S's dentro de la organización, se lleva un formato que se muestra en el **ANEXO L**, el mismo que representa una auditoria que se realizará mensualmente, con la finalidad de llevar un control y un seguimiento de las actividades que se realiza en la implementación de la metodología, a su vez esta es publicada en cada área como se muestra en la figura para conocimiento de la calificación y el plan de acción a seguir para mantener una mejora continua dentro del proceso.



**FIGURA 4.15 AUDITORIA DE LAS 5 S'S**

## **CAPÍTULO 5**

### **5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA DE SOPORTE DEL SISTEMA.**

#### **5.1 Objetivos de la Aplicación**

##### **Objetivo General.**

El software tiene como objetivo fundamental registrar, controlar, gestionar y facilitar la administración del Sistema de Gestión y Control Operacional de LA EMPRESA ABC.

##### **Objetivos Específicos.**

1. Facilitar el acceso y la disponibilidad de documentos relacionados con el control operacional.
2. Tener la información necesaria y requerida por la empresa para su consulta y análisis.

3. Generar información útil para ayudar en el control del Sistema de Control Operacional.

## 5.2 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONALIDAD DE LOS MÓDULOS.

El Sistema consta con tres módulos:

### PANTALLA INICIAL.

Una vez que se le haga doble clic en el icono del software esta pantalla permite el ingreso a la aplicación. Se debe escribir el nombre del usuario con su respectiva contraseña, si ambos campos son llenados correctamente, se podrá ingresar al sistema, caso contrario, aparecerá una ventana con un mensaje de error y se permitirá intentar nuevamente ingresar a la aplicación. Véase Figura 5.1.



Figura 5.1

INSTRUCTIVO DE LA APLICACIÓN “PANTALLA INICIAL”

La pantalla principal contiene una barra de menú con las siguientes opciones VÉASE FIGURA 5.2:

- Gestión Administrativa.
- Gestión del talento humano.
- Gestión Técnica.



**Figura 5.2 INSTRUCTIVO DE LA APLICACIÓN “PANTALLA PRINCIPAL”**

### 5.2.1 Gestión Administrativa:

En este módulo se encuentra todo lo relacionado a la gestión administrativa.

Se subdivide en:

Áreas.- Se pueden ingresar, ver y editar las áreas con las que cuenta la empresa.

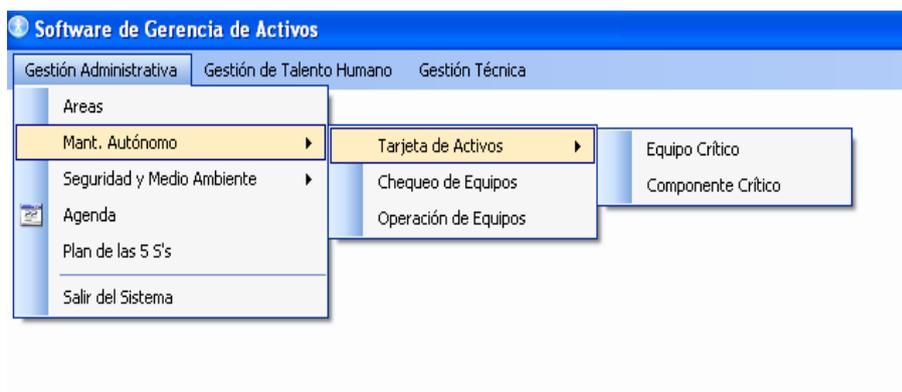
Ingresar Nueva Área.- Para ingresar un área se debe presionar el botón Ingresar. Automáticamente aparece una nueva ventana, en la cual en el cuadro de texto de “Área” se debe escribir el área a ingresar. Para guardar se presiona el botón “Guardar”, se cierra la ventana y para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.

Modificar Área.- Se debe seleccionar de la lista de áreas la que se desea modificar, aparece una nueva ventana igual a la de ingresar y se modifica el área. Finalmente se presiona el botón “Guardar”.

A cada área le será asignado un código al momento de ingresarla al sistema.

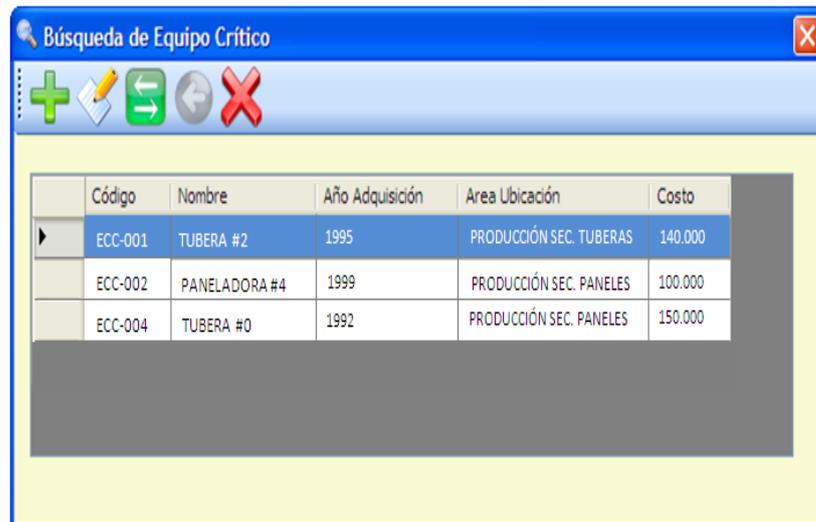
Mantenimiento Autónomo:

Tarjeta de Activos.- En este menú se encuentran dos opciones, equipos críticos y componentes críticos, ver figura 5.3



**Figura 5.3 DESGLOSE MÓDULO DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.**

En la opción de Equipos Críticos se puede ingresar, consultar o modificar información de un equipo crítico de la empresa, véase figura 5.4.



Código	Nombre	Año Adquisición	Area Ubicación	Costo
ECC-001	TUBERA #2	1995	PRODUCCIÓN SEC. TUBERAS	140.000
ECC-002	PANELADORA #4	1999	PRODUCCIÓN SEC. PANELES	100.000
ECC-004	TUBERA #0	1992	PRODUCCIÓN SEC. PANELES	150.000

**Figura 5.4 EQUIPOS CRÍTICOS**

Ingresar Nuevo Equipo Crítico.- Para ingresar un nuevo equipo crítico se debe presionar el botón “Ingresar”. En el cuadro de diálogo que aparece (véase Figura 5.5) se completa los siguientes campos:



**Ingreso de Equipo Crítico**

Código: **EC-0001**

Nombre del Equipo:  Foto: 

Datos Operativos:

Año de Adquisición:

Tiempo de Garantía:  Vencimiento de Garantía:

Inicio de Operación:  Tiempo de Vida Útil:

Función:

**Figura 5.5 INGRESO DE EQUIPO CRÍTICO**

Nombre del Equipo.- Se escribe el nombre del equipo crítico.

Foto.- Para cargar una imagen correspondiente al activo se presiona el botón "Buscar...".

Los Datos Operativos a ingresar en el sistema son:

Año de Adquisición.- Se ingresa el año de la compra del equipo (sólo acepta dígitos).

Tiempo de Garantía.- Se ingresa la cantidad y la unidad del tiempo de garantía del equipo.

Vencimiento de Garantía.- Se ingresa la fecha en que vence la garantía.

Inicio de Operación.- Se ingresa cuando el equipo comenzó a operar.

Tiempo de vida útil.- Se ingresa la cantidad y la unidad del tiempo de vida útil del equipo.

Función.- Se describe las funciones del equipo crítico.

Los Datos Generales relacionados al equipo son:

Modelo.- Se ingresa el modelo del equipo crítico.

N° de Serie.- Se ingresa la serie del activo.

Fabricante.- Se digita el nombre del fabricante.

Proveedor.- Se ingresa el nombre del proveedor.

Área de Ubicación.- Se ingresa el área de la empresa donde está ubicado el equipo.

Año de Ubicación.- Se ingresa el año en que fue ubicado el equipo en dicha área.

Orden de Compra N°.- Se ingresa el número de orden de compra con la que se adquirió el activo.

Costo.- se inserta el costo de adquisición del activo.

En lo que respecta a la documentación, aquí se debe ingresar el nombre del documento, la ruta presionando el botón buscar hasta llegar al lugar donde se encuentra almacenado el documento y dar clic en aceptar. La descripción detalla lo que contiene el documento agregado.

Finalmente, presionar el botón añadir para agregar el documento, esto se puede apreciar en la parte inferior de la ventana. Para abrir el documento se da clic en el botón Abrir Documento.

La ficha de características del equipo crítico consta de los siguientes campos:

Característica.- Se ingresa la característica técnica del equipo crítico.

Valor.- Se ingresa la cantidad correspondiente a la característica técnica que se desea añadir.

Unidad.- Se ingresa la unidad correspondiente al valor de dicha característica.

Finalmente se agrega la característica técnica al sistema dando clic en el botón añadir.

Ingresar Nuevo Componente Crítico.- En el cuadro de diálogo que aparece (véase Figura 5.6) se completa los siguientes campos:

Nombre del equipo.- Se ingresa el nombre del componente.

Foto.- Para cargar una imagen correspondiente al activo se presiona el botón “Buscar...”.

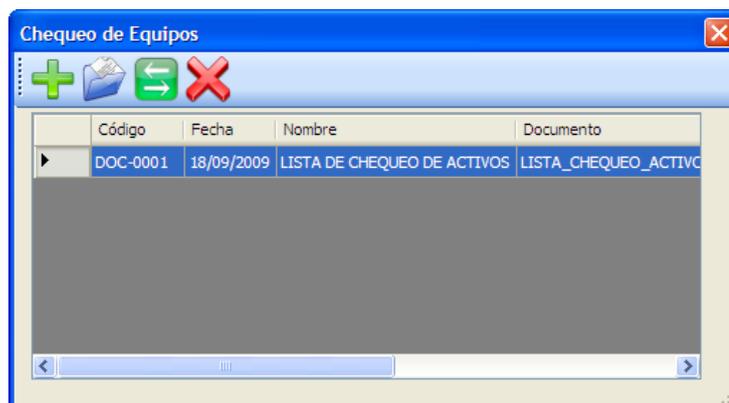
Para agregar el componente presionar el botón Agregar Equipo Crítico.

Codigo	Nombre Equipo Crítico
<input type="checkbox"/> EC-0001	ACUMULADOR
<input type="checkbox"/> EC-0002	SISTEMA DE CORTE
<input type="checkbox"/> EC-0003	FORMING
<input type="checkbox"/> EC-0004	RUEDAS TURCAS

**Figura 5.6 INGRESO DE NUEVO COMPONENTE CRÍTICO**

En la opción Chequeo de equipos (véase *Figura 5.7*) aparece una ventana en la que se puede ingresar la información respecto al

documento que contiene la lista de chequeo de cada equipo crítico o activo dentro de la organización.



**Figura 5.7 “OPCIÓN CHEQUEO DE EQUIPOS”**

Ingresar Nuevo Documento.- En el cuadro de diálogo que aparece (véase *Figura 5.8*) se completan los siguientes campos:

Ruta del Documento.- Se ingresa la ruta del documento que contiene la lista de chequeo de equipos, para ello se presiona el botón buscar.

Nombre del documento.- Se ingresa el nombre del documento que contiene la lista de chequeo de los equipos.

Descripción.- Se ingresa una breve descripción de lo que se muestra en el documento.

**Figura 5.8 “INGRESAR NUEVO DOCUMENTO DE CHEQUEO DE EQUIPOS**

En la opción Procedimientos de Operación de los equipos se puede ingresar la información respecto al documento que contiene los procedimientos de cada equipo crítico o activo dentro de la organización, véase *Figura 5.9*.

Código	Fecha	Nombre	Documento
OPE-0001	19/09/2009	Operación Equipos	PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN_MOT

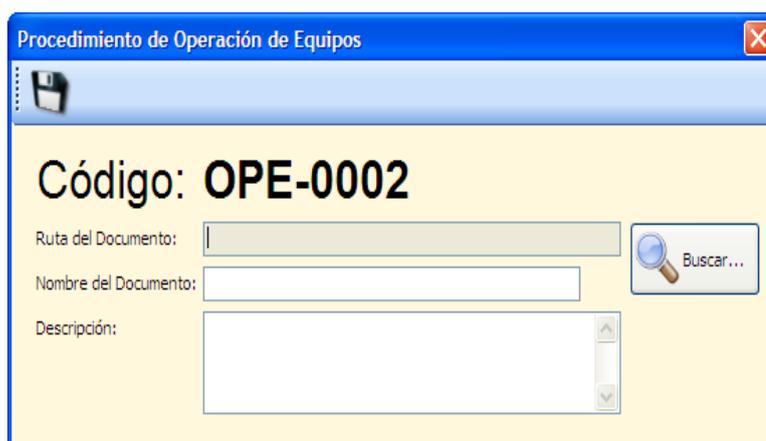
**Figura 5.9 “OPCIÓN PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN”**

Ingresar Nuevo Documento.- En el cuadro de diálogo que aparece (véase *Figura 5.10*) se completan los siguientes campos:

Ruta del Documento.- Se ingresa la ruta del documento que contiene el procedimiento de los equipos, para ello se presiona el botón buscar.

Nombre del documento.- Se ingresa el nombre del documento que contiene el procedimiento de los equipos.

Descripción.- Se ingresa una breve descripción de lo que se muestra en el documento.



**Figura 5.10 “INGRESAR NUEVO DOCUMENTO DE PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN”**

**Seguridad y Medio Ambiente:** consta de tres opciones, documentación, análisis de riesgos y análisis de impactos ambientales, las cuales se describen a continuación:

La opción de Documentación permite ingresar los documentos relacionados con Seguridad y Medio Ambiente. Para ingresar un nuevo documento se debe presionar el botón “Ingresar”. Automáticamente se abre una nueva ventana (véase *Figura 5.11*) con los siguientes campos para completar:

Ruta del Documento.- Se permite cargar el archivo presionando el botón “Buscar” y se busca su ubicación. Este archivo debe ser de Excel (\*.xls), Word (\*.doc) o Adobe Reader (\*.pdf).

Nombre del Documento.- Se escribe el nombre del documento.

Descripción.- Se escribe una breve descripción del contenido del documento.

Para guardar la información se debe presionar “Guardar” y automáticamente se cierra la ventana. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.

**Figura 5.11 “INGRESO NUEVO DOCUMENTO DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE”**

Descargar Documento.- Para descargar un documento, en la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan los documentos y se selecciona uno de ellos. Presionar el botón “Abrir Documento” y el documento se abre.

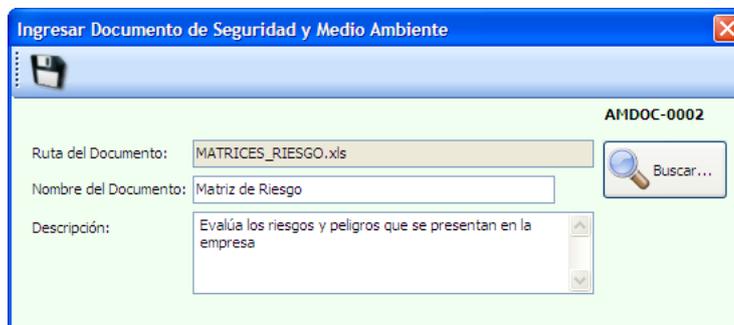
La opción Análisis de Riesgos permite ingresar archivos que contengan análisis o evaluación de riesgos relacionados con Seguridad. Para ingresar un nuevo archivo se debe presionar el botón “Ingresar”. Automáticamente se abre una nueva ventana (véase *Figura 5.12*) con los siguientes campos para completar:

Ruta del Documento.- Se permite cargar el archivo presionando el botón “Buscar” y se busca su ubicación. Este archivo debe ser de Excel (\*.xls), Word (\*.doc) o Adobe Reader (\*.pdf).

Nombre del Documento.- Se escribe el nombre del archivo.

Descripción.- Se escribe una breve descripción del contenido del archivo, se debe incluir fecha de análisis o evaluación de riesgos.

Para guardar la información se debe presionar “Guardar” y automáticamente se cierra la ventana. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.



**Figura 5.12 “INGRESO NUEVO DOCUMENTO DE ANÁLISIS DE RIESGOS”**

Descargar Documento.- Para descargar un archivo, en la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan los documentos y se selecciona uno de ellos. Presionar el botón “Abrir Documento” y el documento se abre.

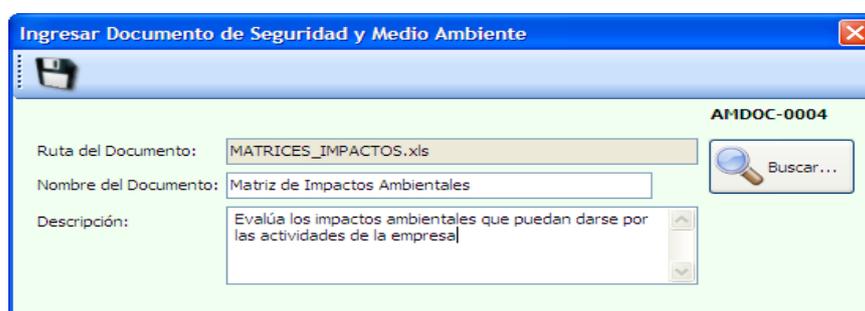
La opción Análisis de Impactos Ambientales permite ingresar archivos que contengan análisis o evaluación de impactos ambientales. Para ingresar un nuevo archivo se debe presionar el botón “Ingresar”. Automáticamente se abre una nueva ventana (véase Figura 5.13) con los siguientes campos para completar:

Ruta del Documento.- Se permite cargar el archivo presionando el botón “Buscar” y se busca su ubicación. Este archivo debe ser de Excel (\*.xls), Word (\*.doc) o Adobe Reader (\*.pdf).

Nombre del Documento.- Se escribe el nombre del archivo.

Descripción.- Se escribe una breve descripción del contenido del archivo, se debe incluir fecha de análisis o evaluación de riesgos.

Para guardar la información se debe presionar “Guardar” y automáticamente se cierra la ventana. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.



**Figura 5.13 “INGRESO NUEVO DOCUMENTO DE ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES”**

Descargar Documento.- Para descargar un archivo, en la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan los documentos y se selecciona uno de ellos. Presionar el botón “Abrir Documento” y el documento se abre.

## 5.2.2 Gestión del Talento Humano



**Figura 5.14 “DESGLOSE DEL MÓDULO GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO”**

En la opción trabajadores se puede ingresar, consultar o modificar la información personal de los trabajadores, véase *Figura 5.15*

The screenshot shows a window titled 'Trabajadores' with a toolbar containing icons for adding (+), editing (pencil), saving (S), deleting (X), and a red X icon. Below the toolbar is a table with the following data:

	Codigo	Apellidos	Nombres	Cédula	Profesión
▶	1	WONSANG CEDENO	CESAR, RAFAEL	0945673451	INGENIERO
	2	SERRANO CUESTA	JOSE RAYMUNDO	0945632098	ECONOMISTA
	3	VALERO REINOSO	WALTER FRANCISCO	0945673890	INGENIERO
	4	ALCIVAR RENDON	HECTOR JAVIER	1267589386	INGENIERO
	5	LEON RAMIREZ	FRANKLIN LEONEL	0934765890	INGENIERO
	6	BRAVO CORONEL	MIRIAM ELIZABETH	0912894560	PSICOLOGA
	7	BODERO MORALES	LUIS ANGEL	0945809678	CPA

### Figura 5.15 “OPCIÓN TRABAJADORES

Ingresar Nuevo Trabajador.- Para ingresar un nuevo trabajador y su información, se debe presionar el botón “Agregar”. Aparece una nueva ventana (véase *Figura 5.16*) en la que se deben completar los siguientes campos:

Código.- Se genera automáticamente.

Apellidos.- Se ingresan los apellidos del trabajador.

Nombres.- Se ingresan los nombres del trabajador.

Cédula.- Únicamente acepta dígitos

Profesión.- Se ingresa el nivel más alto de instrucción del trabajador.

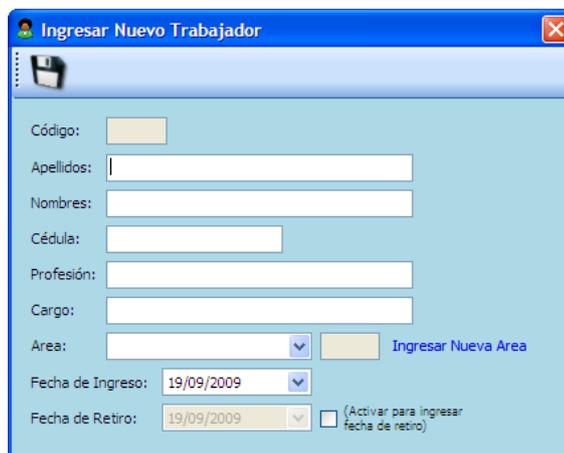
Cargo.- Se ingresa el puesto que ocupa en la compañía.

Área.- Se escoge el área de la lista desplegable. En caso de no haber ingresado antes el área se lo puede hacer desde esta ventana, haciendo clic en la opción “Ingresar nueva área”.

Fecha de Ingreso.- Se escoge la fecha desde la que ingresó a la compañía.

Fecha retiro.- Si se quiere registrar la salida del trabajador de la empresa se debe activar el casillero y escoger la fecha en que termina la relación laboral.

Consultar/Modificar Información del Trabajador.- Para consultar o modificar información de un trabajador en la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan los trabajadores y se selecciona uno de ellos. Presionar el botón “Editar” y la información correspondiente al trabajador aparece en una nueva ventana, igual a la de ingreso de información. Si se desea modificar algo se lo realiza directamente en el texto del campo y para guardar la información se presiona el botón “Guardar”.



The image shows a software window titled "Ingresar Nuevo Trabajador". The window contains a form with the following fields and controls:

- Código:
- Apellidos:
- Nombres:
- Cédula:
- Profesión:
- Cargo:
- Area:
- Fecha de Ingreso:
- Fecha de Retiro:   (Activar para ingresar fecha de retiro)

**Figura 5.16 “INGRESO DE TRABAJADORES”**

Educación y Entrenamiento: consta de dos opciones, plan de capacitación y plan de inducción, las cuales se describen a continuación:

En la primera opción se puede añadir, consultar o modificar el plan de capacitación de la compañía. Para agregar un nuevo tema de capacitación se debe presionar el botón "Ingresar". Automáticamente se abre una nueva ventana (véase *Figura 5.17*) con los siguientes campos para completar:

Seminario.- Se describe el tema de la capacitación.

Objetivos.- Se describe que se desea alcanzar con la capacitación.

Entidad.- Lugar donde se desarrollará la capacitación.

Fecha Inicio.- Se escoge la fecha de inicio de la capacitación.

Hora Inicio.- Se digita la hora de inicio de la capacitación.

Fecha Fin.- Se escoge la fecha de finalización de la capacitación.

Hora Fin.- Se digita la hora de finalización de la capacitación.

Facilitador.- Se escribe el nombre de la compañía o de la(s) persona(s) que impartirán la capacitación.

Costo.- Se ingresa el monto que va a costar realizar dicha capacitación.

Estado.- Se debe escoger el estado de pendiente cuando se crea la capacitación.

Participantes.- Se escogen de las tres opciones disponibles: todos los trabajadores (todas las personas de la compañía se muestran en el

listado); por Área (se puede escoger un área de la compañía). Cuando se activa esta opción, aparece un listado desplegable, donde se selecciona el área. Para visualizar las personas se hace clic en “Mostrar Trabajadores” y automáticamente aparecen en el cuadro de texto inferior los trabajadores correspondientes a dicha área. Si se desea eliminar algún empleado se desactiva a dicho empleado; por Trabajadores (se puede escoger uno o varios trabajadores). Cuando se activa esta opción, aparecen todos los trabajadores en el listado. Se selecciona los trabajadores activando los casilleros en la parte izquierda.

Código	Apellidos	Nombres	Cargo	Area

**Figura 5.17 “INGRESO NUEVO PLAN DE CAPACITACIÓN”**

Para guardar la información se debe presionar “Guardar” y automáticamente se cierra la ventana. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.

Consultar/Modificar Información y Generar Reporte.- Para consultar, modificar información o cambiar el estado correspondiente a una capacitación, en la tabla que se encuentra en la ventana principal se

listan las capacitaciones y se selecciona una de ellas. Presionar el botón “Editar” y la información correspondiente a la capacitación aparece en una nueva ventana, igual a la de ingreso de información.

Para cambiar el estado de la capacitación se puede seleccionar en el Estado la opción de “realizada”. Si se desea modificar algo se lo realiza directamente en el texto del campo y para guardar la información se presiona el botón “Guardar”. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.

Para generar el reporte de la capacitación se presiona el botón “Imprimir”. (Ver funciones básicas del Sistema)

*Evaluación de la Capacitación.-* Para realizar la evaluación de una capacitación, en la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan las capacitaciones y se selecciona una de ellas. Presionar el botón “Evaluar” y la información correspondiente a la capacitación aparece en una nueva ventana (véase *Figura 5.18*), y debajo de ella 7 campos a llenar de acuerdo a la escala que se ofrece.

**EVALUACION DE LA CAPACITACIÓN**

Seminario: **Administración del Mantenimiento**  
 Instructor: **Juan Ignacio Robles**  
 Fecha Inicio: **12/01/2010** Hora Inicio: **08:00**  
 Fecha Final: **15/01/2010** Hora Final: **10:00**

Calificación  
**1 = Pésimo, 2 = Malo, 3 = Intermedio, 4 = Bueno, 5 = Excelente**

1. Se cubrió el contenido planificado:
2. El material de apoyo contiene los temas del seminario:
3. El instructor responde con claridad las preguntas:
4. El instructor se dirige con respeto a los participantes:
5. El instructor muestra dominio del tema:
6. Las instalaciones resultan cómodas para este seminario:
7. Los equipos tecnológicos son usados eficientemente:

Comentarios y Sugerencias:

**Figura 5.18 “EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN”**

Se puede escribir “Comentarios y Sugerencias” con respecto a dicha capacitación, y además “Requerimientos para futuras capacitaciones”. Para guardar la información de la evaluación se presiona el botón “Guardar”.

En la opción Plan de Inducción se puede ingresar, consultar o modificar el plan de inducción de un nuevo trabajador de la compañía. Antes de ingresar una nueva inducción se debe haber ingresado al nuevo trabajador en la Opción de “Trabajador”. Para ingresar un nuevo tema de inducción se debe presionar el botón “Ingresar”. Automáticamente se abre una nueva ventana (véase *Figura 5.19*) con los siguientes campos para completar:

Empleado.- Se debe presionar el botón “Buscar empleado...” y en la nueva ventana se escoge al empleado que va a recibir la inducción. Para elegirlo se debe presionar el botón “Añadir”.

Cargo.- Se genera automáticamente de acuerdo al trabajador elegido.

Responsable.- Se debe presionar el botón “Buscar responsable...” y en la nueva ventana se escoge al empleado que va a dar la inducción. Para elegirlo se debe presionar el botón “Añadir”.

Cargo.- Se genera automáticamente de acuerdo al trabajador elegido.

Tema.- Se describe el tema de la inducción.

Fecha Inicio.- Se escoge la fecha de inicio de la inducción.

Hora Inicio.- Se digita la hora de inicio de la inducción.

Hora Fin.- Se digita la hora de finalización de la inducción.

Para guardar la información se debe presionar “Guardar” y automáticamente se cierra la ventana. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.

Ingreso de Nuevo Plan de Inducción

IND-0001

Empleado

Empleado:  Buscar Empleado...

Cargo:

Responsable

Responsable:  Buscar Responsable...

Cargo:

Tema:

Fecha Inicio: 20/09/2009

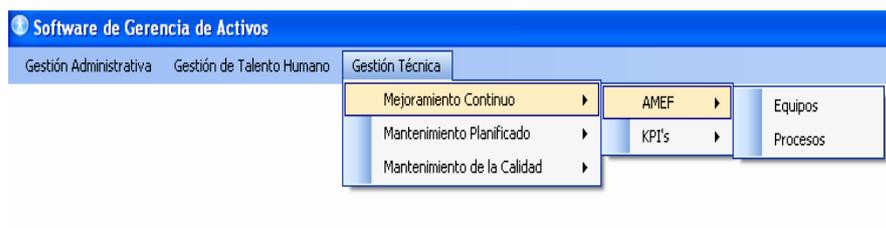
Hora Inicio:  Hora Fin:

**Figura 5.19 “INGRESO DE NUEVO PLAN DE INDUCCIÓN”**

Consultar/Modificar Información.- Para consultar o modificar información correspondiente a una inducción, en la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan las inducciones y se selecciona una de ellas. Presionar el botón “Editar” y la información correspondiente a la capacitación aparece en una nueva ventana, igual a la de ingreso de información.

Si se desea modificar algo se lo realiza directamente en el texto del campo y para guardar la información se presiona el botón “Guardar”. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.

### 5.2.3 Gestión Técnica

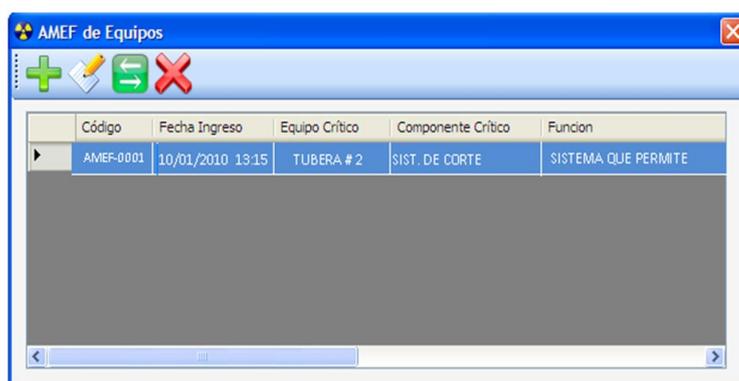
**Figura 5.20 “DESGLOSE DEL MÓDULO GESTIÓN TÉCNICA”**

En la gestión Técnica se tiene tres módulos respecto a los pilares de Mejoramiento continuo, Mantenimiento Planificado y Mantenimiento de la calidad.

**Mejoramiento Continuo:** consta de dos opciones, Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) y KPI's, las cuales se describen a continuación:

Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF).- En este menú se encuentran dos opciones Equipos y Procesos.

En la opción Equipos se puede ingresar, consultar o modificar información sobre el análisis de fallas de un equipo crítico de la empresa, véase *Figura 5.21*.



Código	Fecha Ingreso	Equipo Crítico	Componente Crítico	Funcion
AMEF-001	10/01/2010 13:15	TUBERA # 2	SIST. DE CORTE	SISTEMA QUE PERMITE

**Figura 5.21 “OPCIÓN ANÁLISIS DE FALLAS DE EQUIPOS”**

Ingresar Nuevo AMEF.- En el cuadro de diálogo que aparece (véase *Figura 5.22*) se completan los siguientes campos:

Equipo Crítico.- Se presiona el botón Buscar Equipo Crítico para seleccionar el equipo (activo) que será objeto de análisis.

Componente Crítico.- Se escoge de la lista desplegable el componente crítico que será objeto de análisis.

Función.- Se ingresa la descripción del componente crítico.

Modo de Falla Posible.- Se ingresa la manera en que el equipo puede fallar para satisfacer los requisitos del proceso.

Efecto Potencial.- Se ingresa las consecuencias en términos de lo que el usuario podría experimentar.

Gravedad.- Se escoge el nivel de gravedad del efecto.

Causa Potencial.- Se ingresa cómo pudo haber ocurrido la falla.

Ocurrencia.- Se escoge la probabilidad de ocurrencia de la falla.

Controles actuales.- Se ingresan los controles actuales existentes para cada una de las fallas presentadas.

Detección.- Se escoge la probabilidad de que los controles detecten las fallas.

IPR.- Se presiona la opción calcular IPR para obtener el resultado del índice de prioridad de riesgos.

Acciones Recomendadas.- Se ingresan las acciones recomendadas para evitar las fallas.

Responsable.- Se ingresa el responsable de ejecutar las acciones recomendadas.

**Figura 5.22 “INGRESO DE NUEVO AMEF”**

En la opción Procesos se realizan las mismas acciones descritas para la opción Equipos, la diferencia radica en que se ingresa el proceso que será objeto de análisis, en lugar del equipo y componente crítico.

*Indicadores Clave de Desempeño (KPI's).*- En esta opción se puede ingresar, consultar o modificar información sobre los indicadores de desempeño. Para ingresar un nuevo KPI se presiona el botón Añadir, luego de los cual aparece una ventana (véase *Figura 5.23*) donde se deben completar los siguientes campos:

Equipo Crítico.- Se presiona el botón Buscar Equipo Crítico para seleccionar el equipo (activo) que será objeto de análisis.

Operación.- Se ingresa el tiempo de operación del equipo.

Fallas.- Se ingresa el tiempo de parada por falla del equipo.

Imprevisto.- Se ingresa el tiempo de paradas por imprevistos en la producción.

Capacidad.- Se ingresa la capacidad del equipo al final de la producción.

Real.- Se ingresa la capacidad real del equipo en la producción.

Producción Planificada.- Se ingresa la cantidad de producción que se planea tener al final del período.

Producción Real.- Se ingresa la cantidad de producción que se obtuvo al final del período.

**Ingreso de KPI**

KPI-0001      FECHA DE REALIZACION: 19/09/2009

Equipo Critico:

**Disponibilidad (se refiere al equipo)**

Operación (O):

Fallas (F):

Imprevisto (I):

**DISPONIBILIDAD =  $O - (F + I) / O =$**   % [Calcular Disponibilidad](#)

**Eficiencia (se refiere al rendimiento)**

Capacidad (C):

Real (R):

**EFICIENCIA =  $R / C =$**   % [Calcular Eficiencia](#)

**Porcentaje de Calidad (se refiere a la producción)**

Producción Planificada (PP):

Producción Real (PR):

**PORCENTAJE CALIDAD =  $PR / PP =$**   % [Calcular Perc. Calidad](#)

**Figura 5.23 “INGRESO DE NUEVO KPI”**

**Mantenimiento Planificado:** este módulo consta de cuatro opciones, Averías, Orden de Trabajo, Orden de Mantenimiento y Plan de Mantenimiento, las cuales se describen a continuación:

En la opción Averías aparece un cuadro de diálogo (véase *Figura 5.24*) con los siguientes campos a completar:

Equipo crítico.- Se presiona el botón Buscar para elegir el equipo crítico sobre el que se hará el reporte.

Tiempo Equipo/Stop.- Se ingresa el tiempo de parada por averías.

Descripción de la Falla.- Se ingresa una breve descripción del problema encontrado en el equipo.

Causa: Se ingresa la causa que produjo la falla.

Acciones Preventivas.- Se ingresan las acciones preventivas respecto a las fallas encontradas.

Acciones Correctivas.- Se ingresan las acciones correctivas respecto a las fallas encontradas.

Oportunidades de mejora.- Se ingresan las oportunidades de mejora respecto a las fallas encontradas.

Responsable.- Se ingresan él o los responsables de ejecutar las acciones preventivas, acciones correctivas y oportunidades de mejora.

**Figura 5.24 “INGRESO DE NUEVO REPORTE DE AVERÍAS”**

La opción Orden de Trabajo permite agregar y modificar las órdenes de trabajo que se elaboren en la empresa. Al ingresar una nueva orden aparece un cuadro de diálogo (véase *Figura 5.25*) con diferentes campos a completar.

Entre los campos se encuentran: tipo de mantenimiento, clase de mantenimiento, estado del equipo, equipo crítico, área, descripción de la falla, fecha de creación, fecha de cumplimiento, actividades a realizar; y, recomendaciones de seguridad como requisitos de seguridad, posibles consecuencias de los trabajos a realizar, equipo de protección requerido y tarea relacionada.

**Figura 5.25 “INGRESO DE NUEVA ORDEN DE TRABAJO”**

En la opción Orden de Mantenimiento aparece un cuadro de diálogo (véase *Figura 5.26*) con diferentes campos a completar: equipo crítico, parte del equipo, ubicación del equipo, actividad, período, fecha del primer mantenimiento, repuestos; y costo planificado.

**Figura 5.26 “INGRESO DE NUEVA ORDEN DE MANTENIMIENTO”**

En la opción Plan de Mantenimiento aparece un cuadro de diálogo (véase *Figura 5.27*) donde se puede visualizar los mantenimientos que se han establecido en la empresa, estos se pueden observar por fechas y equipos.

Código	Orden de Mant.	Equipo Crítico	Costo Planificado	Fecha Mantenimientos	Nu
1	MANT-0001	TUBERA # 2	200	25/01/2010	1

**Figura 5.27 “OPCIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO”**

**Mantenimiento de la Calidad:** este módulo consta de la opción Reporte de Producción, donde se puede ingresar, consultar o modificar reporte de producción de un equipo crítico. Para ingresar un nuevo reporte de producción se debe presionar el botón “Ingresar”. Automáticamente se abre una nueva ventana (véase *Figura 5.28*) con los siguientes campos para completar:

**Equipo Crítico.-** Se debe presionar el botón “Buscar equipo crítico...” y en la nueva ventana se escoge al equipo crítico del cual se va a realizar el reporte de producción. Para elegirlo se debe presionar el botón “Añadir”. Automáticamente aparece en la ventana del Nuevo Reporte.

**Fecha.-** Se escoge la fecha de reporte de producción.

**Tiempo de Operación.-** Se escribe en minutos el tiempo de producción del equipo crítico en la fecha escogida.

**Calidad Esperada.-** Se llenan los campos Cantidad, Unidades (de la cantidad) y Comentarios (en caso de ser necesario) de la planificación de la Calidad para la fecha ingresada del equipo crítico.

Calidad Real.- Se llenan los campos Cantidad, Unidades (de la cantidad) y Comentarios (en caso de ser necesario) de la calidad real del equipo crítico en la fecha ingresada.

Rendimiento Esperado.- Se llenan los campos Cantidad, Unidades (de la cantidad) y Comentarios (en caso de ser necesario) de la planificación del rendimiento para la fecha ingresada del equipo crítico.

Rendimiento Real.- Se llenan los campos Cantidad, Unidades (de la cantidad) y Comentarios (en caso de ser necesario) del rendimiento real del equipo crítico en la fecha ingresada.

Para guardar la información se debe presionar “Guardar” y automáticamente se cierra la ventana. Para que aparezca en la lista se debe presionar el botón Refrescar.



**Figura 5.28 “INGRESO DE NUEVO REPORTE DE PRODUCCIÓN”**

Consultar/Modificar Reporte de Producción.- Para consultar o modificar información correspondiente a un reporte de producción, en

la tabla que se encuentra en la ventana principal se listan los reportes y se selecciona uno de ellos. Presionar el botón "Editar" y la información correspondiente a la capacitación aparece en una nueva ventana, igual a la de ingreso de información. Si se desea modificar algo se lo realiza directamente en el texto del campo y para guardar la información se presiona el botón "Guardar". Para que aparezcan los cambios en la lista se debe presionar el botón Refresca

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

1.- El mantenimiento que se realiza en las líneas de producción casi en su totalidad es correctivo, lo que provoca las paradas continuas de las líneas y genera que el mantenimiento que se planifica solo sea para cubrir esas falencias, que ocasionan tiempos improductivos en los equipos.

2.- La gestión administrativa de la empresa muestra falencias en la realización de las actividades, algunas no se ejecutan a su debido tiempo, otras no se realizan como lo establece el procedimiento, esto se debe a que no existe un constante seguimiento de todas las actividades, es decir se presta mas atención a las actividades primarias, pues se piensa que estas gestionan directamente al negocio, dejando de lado las secundarias, lo que genera que existan errores en los procedimientos al no cumplir todas las actividades.

Existen falencias en la realización de las actividades, debido a que no se encuentran bien definidas las responsabilidades, provocando que existan

muchos responsables generando confusión e ineficiencia en la consecución de las actividades.

3.- La falta de llevar un mantenimiento planificado genera paras imprevistas lo que disminuye en forma considerable la disponibilidad del equipo, llegando a tener un aproximado de 45% del tiempo improductiva la tubera 2.

4.- La organización no lleva un archivo histórico de mantenimiento que le permita corregir errores posteriores en la compra de nuevos equipos.

5.- La falta de espacio en las bodegas no permite ordenar adecuadamente el producto terminado, por lo que las áreas pasan sucias y llenas de obstáculos.

6.- La empresa se esta expandiendo a nivel nacional e internacional por lo que se esta invirtiendo en nuevas bodegas, eso permitirá tener un mayor control del producto terminado y de la calidad con la cual salga al cliente final.

7.- La empresa siempre esta buscando la capacitación de sus colaboradores en los temas pertinentes a cada área, como también en charlas sobre seguridad, S.G.I y 5 S's, generando en sus trabajadores mayor compromiso y responsabilidad al momento de ejecutar sus actividades.

8.- El porcentaje de material fuera de las especificaciones de calidad necesarias es muy alto, por el costo que representa a la empresa no percibir

ese dinero por el material que sale como segunda o chatarra, si bien es cierto se trata de rescatar en algo con la venta de ese material pero las pérdidas en cuanto a dinero son elevadas.

9.- En las inmediaciones de la planta se genera demasiado polvo lo que no permite mantener las áreas limpias y que no se preserve el material como tienen que ser, además por falta de espacio en bodega o por una mala planificación en la producción mucho material tiene que ser almacenado en los pasillos en las afueras de la bodega lo que provoca desorden.

10.- En las diferentes áreas de la empresa no se muestran indicadores visuales de las metas a conseguir en el mes, además no se difunden las metas trazadas a los trabajadores, lo que genera una falta de interés de los empleados por conseguir las metas ya que no se las conoce. Como por ejemplo en el departamento de Logística un indicador es de toneladas despachadas, pero los operadores al no conocer esta meta no le inyecta motivación a su trabajo para cumplirla.

## **6.2 Recomendaciones.**

1.- Establecer indicadores departamentales: esto le permitirá a la empresa tener un mayor control sobre lo que sucede en las diferentes áreas, esta información será objetiva y cuantificada para valorar el resultado de los indicadores de cada departamento.

2.- Indicadores Visuales: El tener indicadores visuales como el método de semaforización permitirá que los operarios, quienes son los principales responsables que se cumplan, conozcan las metas departamentales a las cuales deben llegar al mes, lo que generará un ambiente de motivación para cumplirlas lo que beneficiará el desempeño colectivo de la empresa.

3.- Llevar un Análisis de Modo y Efecto de Falla: Con la finalidad de prevenir y predecir las posibles fallas que pudieren presentarse en los equipos y poder tomar las acciones pertinentes para que no ocurran dichas fallas, es recomendable realizar el análisis de Modo y Efecto de Falla, tomando en consideración los tres criterios que permiten determinar el índice de prioridad del riesgo, como lo son la: severidad, ocurrencia y detección.

Con este análisis previo se garantizará la identificación de componentes críticos que permitan evaluar los niveles de ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo y su eficacia en la minimización de fallos en los equipos.

4.- Tarjetas de Activos: Una de las partes fundamentales de la Gerencia de Activos es la gestión operacional, con la tarjeta de activos se podrá tener un mayor control en la parte operacional de los activos críticos de la empresa, tanto en la parte documental como de su funcionamiento, esta tarjeta contará con información como características técnicas, operativas y de mantenimiento de cada uno de los equipos; estas tarjetas deben estar difundidas y disponibles para los operadores involucrados directamente con el funcionamiento, operación y mantenimiento del equipo.

5.- Monitoreo de Equipos: El realizar un monitoreo de equipos diario permitirá conocer el estado del mismo y de esta manera elaborar un adecuado Plan de Mantenimiento, que sea planificado para poder considerar el tiempo que el equipo no estará disponible, todo esto considerando el formato diseñado para el Check list de los equipos críticos.

6.- Plan de Capacitación: En lo concerniente a la Gestión del Talento Humano es importante llevar un Plan de Capacitación Anual o mensual dependiendo de las necesidades de la empresa, se estableció un procedimiento para optimizar las capacitaciones las cuales a su finalización deberán ser evaluadas para poder cuantificar el beneficio de las mismas, se recomienda que la empresa lleve un Plan de Capacitación flexible que se adapte a los cambios que concierna al giro de negocio de la empresa, y que estas capacitaciones involucren a todo el personal, tanto operativo como administrativo, lo que le brindará a la organización gente que pueda aportar de manera valiosa a la compañía en los puestos que se desempeñen mejor. Este plan se lo podrá evaluar mensualmente planteando un indicador de cumplimiento de las actividades, cursos, capacitaciones programadas al mes o al año y de esta manera buscar el cumplimiento efectivo del Plan de Capacitación.

7.- Plan de Mantenimiento: El Plan de Mantenimiento le permitirá al área contar con una planificación acertada sobre el plan de producción, ya que no existirán paras inesperadas o no programadas, y de ser el caso no serán en tiempos excesivos como sucede hoy en día en la empresa.

De la mano del Plan de mantenimiento se podría llevar un historio de mantenimiento en el cual se registraría el equipo y el daño que este presento en determinada fecha, y de esta manera tener un eficiente control sobre nuevos equipos a comprar o sobre repuestos necesarios que requiera el equipo.

8.- Censores de Alerta: Esta recomendación es una inversión que se podría realizar colocando sensores a lo largo del proceso que evidencie cualquier anomalía como falla en el sensor de corte o en el proceso de soldadura, con la finalidad de parar la producción apenas se produzca la falla y evitar que salga material fuera de las especificaciones de calidad que cuenta la empresa.

9.- Continuación de la filosofía 5 S's: Se debe continuar con el proceso de implementar las 5 S's dentro de la organización llevando esta filosofía no solo a nivel de planta, sino además a oficinas, etc. Se debe ser mas estricto cada mes en la auditoría mensual de las 5 S's para el mejoramiento continuo que requiere esta con la finalidad de ir buscando fuentes de mejora en el proceso.

Capacitación a las personas encargadas que realizan las auditorias para obtener una calificación acorde a la realidad de las áreas.

10.- El diseño del sistema de gestión en control operacional proporciona a la empresa un adecuado manejo de los activos, de tal manera que se cuente

con información necesaria y en el momento oportuno, elevando la eficiencia del personal a través de las capacitaciones reducirán el desperdicio en madera, de productos retocados y serán conscientes que la capacitación en mantenimiento les será muy útil tanto para el operador como para la empresa.

## BIBLIOGRAFÍAS

[1] **ARIAS, C.** (2010), *“Seminario Gerencia de Activos”*, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencia de la Producción, Guayaquil - Ecuador.

[2] **ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN** (2000), *“Norma ISO 9001:2000”*, Editorial AENOR, Madrid - España.

[3] **ASSET MANAGEMENT** (2003), *“Norma PAS 55”*, BSI, Estados Unidos.

[4] **CHIAVENTAO, I.** (2002), *“Gestión del Talento Humano”*, Editorial Mc Graw Hill, Bogotá – Colombia.

[5] **DURAN, J.** (2000), *“Gerencia de Activos”*, Woodhouse Partnership Limited, obtenido el 18 de marzo de 2010, desde <http://>

[www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/assetmgmt/JDQue%20es%20Gerencia%20de%20Activos.PDF](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/assetmgmt/JDQue%20es%20Gerencia%20de%20Activos.PDF).

[6] **MONOGRAFÍAS.COM** (2000), "**Manual de FMEA**", obtenido el 25 de marzo de 2010, desde [http:// www.monografias.com/...fallo/modos-fallo.shtml](http://www.monografias.com/...fallo/modos-fallo.shtml).

[7] **POWERTECH** (1997), "**Manual de Operación**", Deere Power Systems Group, Estados Unidos.

[8] **SACRISTÁN, F.** (1997), "**Mantenimiento Total de la Producción: Proceso de Implantación y Desarrollo**", Editorial Fundación Confemetal, España.

[9] **VARGAS, H.** (n.f), "**Manual de Implementación de un Programa de las 5S's**", Corporación Autónoma Regional de Santander, obtenido el 25 de marzo de 2010, desde <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>.

[10] **WIKIPEDIA** (2009), "**Indicadores Clave de Desempeño KPI**", obtenido el 26 de marzo de 2010, desde <http://es.wikipedia.org/wiki/KPI.20Activos.PDF>.