

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
PREDICTIVO PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA ELECTRIFICACIONES DEL ECUADOR S.A.  
"ELECDOR"**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**JOSÉ EDUARDO AGUAIZA LOJA**

jose-eal@hotmail.com

**DIRECTOR: Ing. CESAR RICARDO AYABACA SARRIA**

cesar.ayabaca@epn.edu.ec

**Quito, Febrero 2016.**

## DECLARACIÓN

Yo JOSÉ EDUARDO AGUAIZA LOJA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; además que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

José Eduardo Aguaiza Loja

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por José Eduardo Aguaiza Loja, bajo mi supervisión.

---

Ing. Cesar Ricardo Ayabaca Sarria  
DIRECTOR DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Empresa Electrificaciones del Ecuador por haberme abierto las puertas y brindado todas las facilidades para realizar este proyecto.

Al Gerente Economista Guillermo Serrano por el apoyo brindado para la ejecución del proyecto.

Al Jefe de Planta Ingeniero Gabriel Villablanca y todo el personal que labora en Planta Quito por su valiosa colaboración.

Al Ingeniero César Ayabaca por su apoyo y paciencia en la realización del presente proyecto, ya que mediante la acertada supervisión y guía se concluyó con gran éxito.

A la Escuela Politécnica Nacional y en especial a mi Querida Facultad “Ingeniería Mecánica”, por permitirme cruzar mis estudios en sus aulas.

**José E. Aguaiza Loja**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la sabiduría, la salud y la fortaleza para siempre seguir adelante.

A mis queridos padres José y Mercedes, quienes supieron apoyarme siempre para culminar este sueño y por haberme enseñado que la mejor herencia es el estudio y que con esfuerzo y constancia todo es posible.

A mis queridas hermanas Esperanza, Sandra y Patricia por siempre alentarme en los momentos difíciles.

A todos mis amigos y compañeros que con su amistad apoyo y constancia hicieron de la vida universitaria única con momentos inolvidables.

A mis profesores por todos los conocimientos transmitidos hacia mí; y a todas las personas que dieron su grano de arena para el desarrollo de esta tesis de grado.

A todos los que con esfuerzo y sacrificio logran cumplir cada una de sus metas y creen que el límite está en la imaginación.

**José E. Aguaiza Loja**

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
TABLA DE CONTENIDO.....	v
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
PRESENTACION.....	xiv
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	2
1.3 ALCANCES.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	3
1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	5
1.7 LOCALIZACIÓN .....	6
1.8 INFRAESTRUCTURA DE ELECDOR PLANTA QUITO .....	7
1.9 PRODUCTOS DE ELECDOR .....	10
1.10 CLIENTES DE PLANTA QUITO.....	10
1.11 PROVEDORES DE MATERIA PRIMA ELECDOR PLANTA QUITO .....	12
1.12 PROCESO GENERAL DE FABRICACION DE POSTES DE HORMIGON .....	13
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>26</b>
FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....	26
2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	26
2.2 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.....	26
2.3 ENFOQUE DEL MANTENIMIENTO.....	28
2.4 VÍNCULO DEL MANTENIMIENTO CON LA CALIDAD.....	29
2.5 ÁREAS DE ACCIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	30

2.6	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	31
2.7	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	32
2.8	MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	33
2.8.1	TECNICAS APLICADAS EN EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	34
2.9	MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	39
2.10	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) .....	40
2.11	COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DEL MANTENIMIENTO.....	41
2.12	COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	42
2.13	COSTOS Y PRODUCTIVIDAD.....	45
2.14	ANALISIS Y DIAGNOSTICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO.....	47
2.15	ETAPAS PARA DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO.....	48
2.16	INDICADORES DE GESTION .....	50
2.17	EL MANTENIMIENTO CON RELACION A LA NORMA ISO 9001 .....	52
 <b>CAPÍTULO III</b> .....		54
	DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO .....	54
3.1	SITUACIÓN INICIAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN ELECDOR S.A .....	54
3.1.1	DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	54
3.2	EVALUACION INICIAL DEL MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO.....	59
3.3	RESULTADO INICIAL DEL MANTENIMIENTO EN ELECDOR S.A.....	60
3.4	PLAN DE MEJORAS PROPUESTAS EN ELECDOR PLANTA QUITO .....	62
3.5	ESTABLECIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO .....	62
3.6	DESAROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	63
	ETAPA 1: ADMINSTRACION DEL PLAN EN PLANTA QUITO .....	64
	ETAPA 2: INVENTARIO DE EQUIPOS E INSTALACIONES .....	64
	ETAPA 3: CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PLANTA QUITO .....	66
	ETAPA 4: DOCUMENTACION UTILIZADA EN MANTENIMIENTO .....	67
	ETAPA 5: ELABORACION DE ACTIVIDADES PARA EQUIPOS.....	74
	ETAPA 6: PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE ELECDOR .....	83
	ETAPA 7: CONTROL DEL AREA DE MANTENIMIENTO .....	84
3.7	CONSIDERACIONES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO .....	84
 <b>CAPITULO IV</b> .....		86
	IMPLANTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EN PLANTA QUITO .....	86

4.1	PERSONAL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO EN ELECDOR S.A.....	86
4.2	RESPONSABILIDADES DE ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO .....	87
4.3	STOCK MINIMO DE REPUESTOS Y MATERIALES DE MANTENIMIENTO .....	90
4.4	ANALISIS DE PROVEDORES DE REPUESTOS Y SERVICIOS .....	92
4.5	GESTIÓN DE HERRAMIENTAS EN PLANTA QUITO.....	93
4.6	MEJORA CONTINUA DEL MANTENIMIENTO EN ELECDOR.....	94
4.7	SISTEMAS INFORMÁTICOS DE MANTENIMIENTO .....	95
4.8	INDICES PROPUESTOS PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO.....	100
4.9	EVALUACION FINAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO .....	106
 <b>CAPITULO V</b> .....		108
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
	CONCLUSIONES: .....	108
	RECOMENDACIONES: .....	110
	 BIBLIOGRAFIA.....	111
	ANEXOS.....	113

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Estructura Organizacional <sup>1</sup> .....	5
Ilustración 1-2 Organigrama de Planta Quito.....	9
Ilustración 1-3 Diagrama del proceso de fabricación de postes .....	13
Ilustración 1-4 Diagrama de flujo de Proceso de corte .....	14
Ilustración 1-5 Diagrama de flujo de Proceso de amarrado .....	15
Ilustración 1-6 Diagrama de flujo de Proceso de Arandelas .....	16
Ilustración 1-7 Diagrama de flujo de Proceso de Figuración de estribos.....	17
Ilustración 1-8 Diagrama de flujo de Proceso de Áridos .....	18
Ilustración 1-9 Diagrama de flujo de Proceso de Mezclado .....	19
Ilustración 1-10 Diagrama de flujo de Proceso de Armado .....	20
Ilustración 1-11 Diagrama de flujo de Proceso de Vibrado y llenado .....	21
Ilustración 1-12 Diagrama de flujo de Proceso de Terminados .....	23
Ilustración 1-13 Diagrama de flujo del Proceso de resane .....	24
Ilustración 2-1 Relación entre los objetivos de la organización y el mantenimiento <sup>3</sup> .....	28
Ilustración 2-2 Relación entre producción, calidad y mantenimiento <sup>5</sup> .....	30
Ilustración 2-3 Tipos de mantenimiento.....	31
Ilustración 2-4 Distribución del mantenimiento <sup>16</sup> .....	42
Ilustración 2-5 Iceberg de costo de mantenimiento <sup>17</sup> .....	44
Ilustración 2-6 Etapas para desarrollar un plan de mantenimiento .....	49
Ilustración 3-1 Estructura del código de Equipos .....	66
Ilustración 3-2 Ejemplo de Ficha Técnica.....	68
Ilustración 3-3 Ejemplo de Historial de Maquina .....	69
Ilustración 3-4 Ejemplo de Check list .....	69
Ilustración 3-5 Ejemplo de Reporte de Novedad .....	70
Ilustración 3-6 Ejemplo de Orden de Trabajo .....	71
Ilustración 3-7 Ejemplo de Rutina Preventiva .....	72
Ilustración 3-8 Ejemplo de Informe de Mantenimiento .....	73
Ilustración 3-9 Ejemplo de llenado de la programación en el plan maestro .....	84
Ilustración 4-1 Organigrama de Mantenimiento .....	87
Ilustración 4-2 Bitácora de carpetas .....	90
Ilustración 4-3 Fases de mejora continua .....	95

Ilustración 4-4 Pantalla de inicio .....	97
Ilustración 4-5 Módulos con los que cuenta el software .....	97
Ilustración 4-6 Gestión de Archivos .....	98
Ilustración 4-7 Estructura jerárquica de equipos .....	98
Ilustración 4-8 Identificación de equipos en el programa para fabrica Quito .....	99
Ilustración 4-9 listado de equipos por áreas en fabrica Quito .....	99
Ilustración 4-10 Ejemplo de una orden de trabajo .....	100
Ilustración 4-11 Atención de órdenes de trabajo .....	101
Ilustración 4-12 Disponibilidad de Equipos .....	102
Ilustración 4-13 Cumplimiento del Plan .....	103
Ilustración 4-14 Costo de mantenimiento .....	105
Ilustración 4-15 Evaluación del departamento inicial y final.....	106
Ilustración 4-16 Evaluación final del mantenimiento a equipos .....	107

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1-1 Áreas principales de Planta Quito .....	7
Tabla 1-1-2 Maquinaria de Planta Quito <sup>1</sup> .....	8
Tabla 1-3 Personal de Planta Quito.....	9
Tabla 1-4 Especificaciones de postes de hormigón según la NORMA INEN 1964.....	10
Tabla 1-5 Clientes de Planta Quito .....	11
Tabla 1-6 Proveedores de Planta Quito.....	12
Tabla 2-1 Evolución del mantenimiento <sup>4</sup> .....	27
Tabla 2-2 Ventajas,desventajas y aplicaciones del Mantenimiento preventivo <sup>5</sup> .....	33
Tabla 2-3 Ventajas,desventajas y aplicaciones del Mantenimiento predictivo <sup>5</sup> .....	34
Tabla 2-4 Ventajas,desventajas y aplicaciones del Mantenimiento correctivo <sup>14</sup> .....	40
Tabla 2-5 Costos por tipos de Mantenimiento <sup>4</sup> .....	45
Tabla 3-1 Organización de Planta Quito.....	56
Tabla 3-2 Maquinaria de Planta Quito.....	56
Tabla 3-3 Seguridad de Planta Quito .....	57
Tabla 3-4 Mano de obra de Planta Quito .....	57
Tabla 3-5 Materiales y repuestos de Planta Quito .....	58
Tabla 3-6 Resultados de la evaluación inicial.....	59
Tabla 3-7 Evaluación inicial del mantenimiento a equipos en Planta Quito.....	60
Tabla 3-8 Inventario de Equipos de fábrica Quito .....	65
Tabla 3-9 Inventario de Instalaciones de Planta Quito .....	65
Tabla 3-10 Codificación de Maquinas en Fabrica Quito .....	67
Tabla 3-11 Actividades de mantenimiento de taladros .....	78
Tabla 3-12 Instalaciones de Planta Quito.....	80
Tabla 3-13 Actividades de mantenimiento en instalaciones eléctricas .....	81
Tabla 3-14 Actividades de mantenimiento en instalaciones hidráulicas.....	81
Tabla 3-15 Actividades de mantenimiento en instalaciones sanitarias .....	82
Tabla 3-16 Actividades de mantenimiento en infraestructura civil .....	82
Tabla 3-17 Actividades de mantenimiento en equipos de seguridad contra incendios.....	83
Tabla 3-18 Plan maestro de mantenimiento.....	83
Tabla 4-1 Responsabilidades en el área de mantenimiento de Planta Quito.....	88
Tabla 4-2 Generación del Stock mínimo de repuestos.....	91
Tabla 4-3 Factores analizados proveedores de repuestos y servicios de mantenimiento.....	92

Tabla 4-4 Calificaciones requeridas para repuestos y servicios de mantenimiento .....	93
Tabla 4-5 Herramienta inventariada en Planta Quito.....	93
Tabla 4-6 Herramientas Requeridas para Planta Quito.....	94
Tabla 4-7 Ejemplo de cálculo del índice de atención de órdenes de trabajo.....	102
Tabla 4-8 Disponibilidad de equipos .....	103
Tabla 4-9 Ejemplo de cálculo de índice de eficiencia mantenimiento.....	104
Tabla 4-10 Ejemplo de índice de costos .....	105

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía: 1-1	Ubicación de la planta Quito.....	6
Fotografía: 1-2	Entrada Principal de Planta Quito .....	6
Fotografía: 1-3	Corte de Hierro.....	15
Fotografía: 1-4	Elaboración de estructuras .....	16
Fotografía 1-5	Elaboración de arandelas.....	17
Fotografía: 1-6	Figuración de estribos .....	18
Fotografía: 1-7	Colocación de Áridos.....	19
Fotografía: 1-8	Mezclado y Transporte en carretillas .....	20
Fotografía: 1-9	Armado de moldes .....	21
Fotografía: 1-10	Vibrado y Vaciado .....	22
Fotografía: 1-11	Terminados finales.....	23
Fotografía: 1-12	Resanes .....	24
Fotografía: 1-13	Trasporté y Almacenaje .....	25
Fotografía: 2-1	Ejemplo de termografía <sup>12</sup> .....	37

## RESUMEN

Con la globalización las empresas a nivel mundial buscan la perfección en sus procesos por medio de estrategias y metodologías que se diseñan en la actualidad, es por esta razón que en el Ecuador la industria se está reestructurando progresivamente con las nuevas estrategias y tendencias, para así lograr ser competitivas en el mundo industrial. Esto se logra con reducción de costos mediante una baja en las paradas de las máquinas y equipos; también logrando mejorar la calidad del producto que la empresa brinde al mercado.

El presente proyecto tiene como finalidad contribuir la organización del área de mantenimiento en la planta de producción de la empresa ELECDOR S.A , al realizar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo predictivo para las máquinas y equipos que intervienen en la fabricación de los postes de hormigón armado y vibrado para tendido eléctrico, donde no se planifica el mantenimiento y debido a esto se ejecutan acciones de mantenimiento de tipo correctivo que producen paradas innecesarias de las maquinarias.

Se realizó un análisis de la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento y se identificaron las principales actividades de mantenimiento y así elaborar un sistema de mantenimiento autónomo y proactivo a través del desarrollo de planes de acción, asignación de recursos y costos, con la finalidad de evitar fallas inspiradas y brindando una solución oportuna y confiable.

## PRESENTACION

El trabajo desarrollado se presenta en cinco capítulos que conforman la estructura básica de estudio.

El capítulo uno, presenta los antecedentes del proyecto, además de una descripción general de la empresa Electrificaciones del Ecuador “ELECDOR”, especialmente de la planta de producción ubicada en la ciudad de Quito, como es la estructura organizacional, producto que fabrican y principales clientes entre los puntos principales.

El capítulo dos, presenta los fundamentos teóricos de los diferentes tipos de mantenimiento, también podemos encontrar los principales pasos para el diseño del plan de mantenimiento, los cuales servirán de soporte para el desarrollo del proyecto, siendo las bases el mantenimiento Preventivo y Predictivo.

El capítulo tres, comprende el estudio inicial del departamento de mantenimiento, las propuestas de mejoras, las etapas seguidas para la elaboración del plan de mantenimiento

El capítulo cuatro, presenta los recursos necesarios como son personal, materiales, repuestos, tiempo requerido para la implantación del proyecto además de los beneficios y finalmente la utilización de programas computacionales para una mejor organización del área de mantenimiento ,los índices de mantenimiento planteados para realizar el seguimiento del plan de mantenimiento y medir su eficacia, además que servirá como retroalimentación y finalmente la evaluación final del área de mantenimiento una vez puesto en marcha el proyecto.

En el último capítulo, se presenta las conclusiones y recomendaciones en base al trabajo realizado en los capítulos anteriores que forman parte del presente proyecto. Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas y los anexos del proyecto para una mejor comprensión.

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de la modernización, las empresas manufactureras se han visto sometidas a ser competitivas y ofrecer una entrega oportuna de productos de alta calidad. Este nuevo entorno ha obligado a los gerentes y a los ingenieros a optimizar todos los sistemas que intervienen en el proceso de producción, con el fin de reducir las pérdidas de tiempo y brindando una seguridad al trabajador. Para lo cual **ELECDOR S.A.**, ha adoptado como política de calidad, suministrar productos que satisfagan sus requisitos, a través de la gestión de sus procesos normalizados según lo planificado en el sistema de gestión de las Calidad ISO 9001 – 2.008.

La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo en la Empresa **ELECDOR S.A.** tiene como objetivo asegurar la continuidad del proceso productivo y alcanzar las metas trazadas en la política de gestión de calidad. De igual forma, el propósito de tener un programa de mantenimiento preventivo y predictivo contribuye en aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones programadas de los posibles puntos a falla que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de los equipos e instalaciones. Además servirá para ver llevar un mejor control de gastos en mantenimiento debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto. Otro punto para considerar es mejorar las condiciones de seguridad de los operarios de las máquinas y equipos.

## 1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

### OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la planta de producción Electrificaciones del Ecuador S.A. "ELECUTOR"

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las principales actividades de mantenimiento preventivo y predictivo de los diferentes equipos con los que cuenta la planta de producción, tratando de aumentar la confiabilidad de los mismos.
- Establecer la frecuencia de las inspecciones, cambio de piezas, reparación parcial o total.
- Generar un stock mínimo de repuestos para la optimización de las actividades de mantenimiento, con el fin de reducir los costos.
- Plantear alternativas de un software de mantenimiento para su utilización el cual permita llevar un mejor control.

## 1.3 ALCANCES

- Se utilizará información con la que cuente la empresa, se realizara las fichas de equipos, ordenes de trabajo, check list, informes de mantenimiento los que serán utilizados dentro de la metodología de gestión de mantenimiento.
- Se realizará el plan de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos que participan en el proceso de producción de la planta quito de acuerdo a los manuales y criterios de operatividad, procurando alargar la vida útil de la maquinaria.
- Se aplicará el plan de mantenimiento preventivo y predictivo principalmente a los equipos que afecten la calidad del producto de acuerdo con el sistema de gestión de calidad existente.
- Se evaluará el tiempo medio entre fallas de los equipos de acuerdo a criterios e indicadores de mantenimiento para tomar acciones correctivas.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de tesis tiene como propósito fundamental elaborar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo de la planta de producción y equipos con las que cuenta la empresa Electrificaciones del Ecuador "**ELECDOR**" S.A , con el fin de reducir el mantenimiento correctivo, ayudando a minimizar las paradas imprevistas provocadas por las fallas en los equipos que participan en el proceso productivo, ayudando a mejorar la producción al contar con equipos eficientes para el trabajo requerido. Para la implementación del plan de mantenimiento preventivo y predictivo en la empresa **ELECDOR** S.A. Es necesario fortalecer la producción y cumplir con las certificaciones de calidad que cuenta la empresa.

## 1.5 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

### HISTORIA

Electrificaciones del Ecuador S.A. "ELECDOR S.A." fue creada por un grupo Español llamado Electrificaciones del Norte "ELEC NOR S.A." que llegó al país en el año 1970 a construir una línea de transmisión eléctrica para la Empresa eléctrica Ambato. La empresa fue constituida legalmente y registrada en la ciudad de Quito el 17 de octubre de 1975. El capital social con el que inició sus operaciones fue 4'000.000.00 cuatro millones de sucres y en la actualidad es de U.S.D. 250,000.00. Inicialmente se instaló la oficina administrativa y una planta industrial para la fabricación de postes y anclas de hormigón armado y vibrado en la ciudad de Guayaquil, el 20 de octubre de 1975 empezó sus operaciones con 6 empleados administrativos y 22 colaboradores en planta. Luego se instaló la planta en la ciudad de Quito de las mismas características, un año más tarde, contaba con los mismos empleados administrativos, ya que desde la misma oficina se administra ambas plantas, aquí contaban con 20 personas en la planta de producción.

La ubicación de estas dos plantas está enfocada a la atención de los clientes de todo el País, ya que la planta de Quito atiende la demanda del sector del Oriente norte, el centro y Norte de la Sierra y la Provincia de Esmeraldas. La planta de

Guayaquil atiende la demanda de la costa, centro y sur de la Sierra, y el centro y sur del Oriente. La infraestructura de maquinarias y equipos con la que inició sus operaciones en su mayoría eran de fabricación Española.

### **MISION<sup>1</sup>**

ELECDOR S.A es una compañía de fabricación y construcción de infraestructura para transporte y distribución de energía eléctrica e información, teniendo como prioridad en cumplimiento de normas de calidad, seguridad y eficiencia en todos nuestros servicios y productos.

### **VISION<sup>1</sup>**

Ser una empresa líder en la producción de postes y anclas de hormigón armado y vibrado; además en los servicios electromecánicos y de telecomunicaciones orientados a exponer nuestros productos de la más alta calidad a nuestros clientes.

### **POLITICA DE CALIDAD<sup>1</sup>**

ELECDOR S.A es una compañía de fabricación de postes de hormigón armado y vibrado; servicio de construcción de infraestructura para transporte y distribución de energía eléctrica e información, teniendo como prioridad el cumplimiento de requisitos de calidad de nuestros servicios y productos, comprometidos a aumentar la satisfacción de nuestros clientes y mejorando continuamente la eficiencia de nuestros productos.

---

<sup>1</sup> Fuente: Elecdor “manual de calidad”

## VALORES DE LA EMPRESA<sup>1</sup>

Los valores que rigen la conducta cotidiana de todo el personal que forma parte de la empresa “ELECDOR S.A”, y constituyen el soporte de la cultura organizacional son:

- a) Confianza
- b) Compromiso
- c) Respeto
- d) Responsabilidad
- e) Honestidad

## 1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa “ELECDOR” S.A., posee una estructura organizacional del tipo jerárquico o lineal vertical, es decir, siempre hay un supervisor que con autoridad dirige a un subordinado y continúa el mando por escalas ininterrumpidas, como se presenta en la ilustración 1-1.

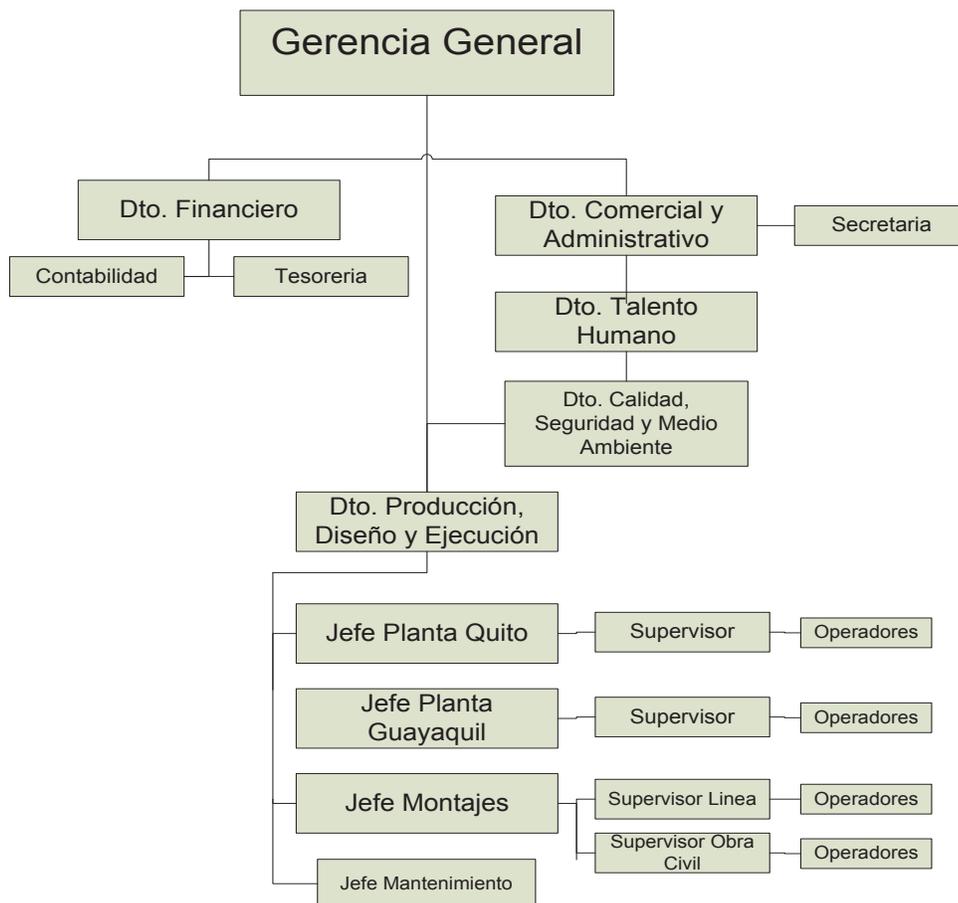


Ilustración 1-1 Estructura Organizacional<sup>1</sup>

## 1.7 LOCALIZACION

Elecdor S.A su planta de producción en la ciudad de Quito, se encuentra ubicada en la Avenida Maldonado Kilómetro 15 ½, denominado Parque Industrial del Sur. Sus números telefónicos son 022974173 022690673. En la fotografía 1-1 se puede apreciar una toma aérea de la planta, a continuación en la fotografía 1-2 se presenta la entrada principal de la fábrica y los accesos a la misma.



Fotografía: 1-1 Ubicación de la planta Quito<sup>2</sup>



Fotografía: 1-2 Entrada Principal de Planta Quito

---

<sup>2</sup> Google Map

## 1.8 INFRAESTRUCTURA DE ELECDOR PLANTA QUITO

La infraestructura del sector industrial donde se encuentra ubicada la planta cuenta con los principales servicios, la vía de acceso es una avenida de hormigón armado, energía eléctrica está cuenta con una red primaria trifásica de 13.8 Kv., red principal de agua potable, servicio telefónico además de acceso al internet.

### INSTALACIONES

ELECDOR S.A., cuenta con una planta física en la ciudad de Quito con un área total de 7900 metros cuadrados, distribuida en las siguientes áreas como se puede ver en la tabla 1-1.

AREAS PRINCIPALES DE LA PLANTA QUITO	AREA APROXIMADA
Patio de productos terminados.	4000 m <sup>2</sup>
Galpón de producción.	1080 m <sup>2</sup>
Patio de stock de hierro.	35 m <sup>2</sup>
Patio de stock de áridos finos y gruesos.	80 m <sup>2</sup>
Área de ensamblaje de estructuras.	70 m <sup>2</sup>
Área de oficinas	25 m <sup>2</sup>
Área de vestuarios	24 m <sup>2</sup>
Área de fabricación para estribos	24 m <sup>2</sup>
Área de almacenaje de productos químicos	26 m <sup>2</sup>
Área de silos y concreteteras	16 m <sup>2</sup>
Área de parqueadero	65 m <sup>2</sup>
Servicios higiénicos	24 m <sup>2</sup>
Bodega de insumos y herramientas	32 m <sup>2</sup>
Garita del guardia	4 m <sup>2</sup>
Área de recreación y espacios verdes	2300 m <sup>2</sup>
Comedor	40 m <sup>2</sup>
Taller de reparaciones	25 m <sup>2</sup>

Tabla 1-1 Áreas principales de Planta Quito  
Fuente: Elecdor S.A

## MAQUINARIA

La planta de producción Quito, para la fabricación de postes de hormigón armado y vibrado cuenta con las máquinas y equipos que se detallan en la tabla 1-3.

NOMBRE DE MAQUINARIA	CANTIDAD
Concreteiras	3
Polipastos (grúa montada sobre riel) de 10 toneladas capacidad	2
Vibradores de mesa	6
Moldes tipo circulares de hasta 15 metros	29
Soldadoras para proceso SMAW	3
Enrollador de estribos	1
Máquina de arandelas separadoras	1
Silos de almacenaje	2
Tecla 3 toneladas de capacidad	1
Cizalla para varilla de hierro	1
Bomba de agua	1
Amoladoras manuales	5
Esmeril de banco	1
Taladros	2

Tabla 1-2 Maquinaria de Planta Quito<sup>1</sup>

## PERSONAL DE LA PLANTA QUITO

A continuación se puede ver el organigrama de la planta Quito en la ilustración 1-2 de la distribución de personal para poder tener una idea de los cargos que ocupan.



Ilustración 1-2 Organigrama de Planta Quito

En la actualidad la fábrica Quito cuenta con veintiséis trabajadores que se encuentran distribuidos de acuerdo al cargo que desempeñan el cual se puede ver en la tabla 1-3 el cargo que ocupan dentro de la misma y la cantidad con la que se cuenta para cada puesto de trabajo.

CARGO QUE OCUPA EN PLANTA QUITO	CANTIDAD
Jefe de Planta	1
Jefe de mantenimiento	1
Secretaria	1
Guardias	2
Capataz	1
Soldador	1
Amarradores	3
Armadores	3
Carretilleros	3
Operador de concreteras	1
Personal de Limpieza	1
Operador de máquina de arandelas	1
Operador de polipastos	1
Personal en acabados	1
Personal en Áridos (arena y ripio)	2
Personal en operación de resanes	1
Operador de vibradores	2

Tabla 1-3 Personal de Planta Quito

## 1.9 PRODUCTOS DE ELECDOR

Los productos que fabrica y ofrece respectivamente, desde hace más de cuarenta años la empresa ELECDOR, S.A., a todos sus clientes, en la Planta Quito, es el poste de hormigón armado y vibrado de sección circular.

Se pueden fabricar postes desde los siete metros hasta los quince de altura con diferentes resistencias a la carga de rotura de acuerdo a las necesidades del cliente para el trabajo requerido, se presentan en la tabla 1-4, los postes que tienen mayor demanda.

ALTURA EN [ m ]	CARGA DE ROTURA EN [ Kgf ]
9	350
9	400
9	500
10	350
10	400
10	500
11	350
11	500
11	350
11,50	500
12	500
14	500
15	500

Tabla 1-4 Especificaciones de postes de hormigón armado y vibrado de sección circular según las NORMAS INEN 1964, INEN 1965, INEN 1966, INEN 1967.  
Fuente: Elecdor S.A

## 1.10 CLIENTES DE PLANTA QUITO

Entre los principales clientes con los que cuenta la empresa se encuentran los siguientes que se detallan en la tabla 1-5.

Clientes	TIPO DE POSTE	
	Altura [ m ]	Carga de rotura [ Kgf ]
Empresa eléctrica Quito	12	500
La CNT	10	400
La Cnel	10	500
	12	500
Municipios	9	500
	11	500
	12	500
Insucom	10	400
	12	500
	11,50	500
Ecapro	10	400
	12	500
	12	2000
Procitel	10	400
	12	500
Procisa Ecuador	12	500
Hidroalto	11	1200
	12	1500
	12	2000
Ing. Joffre Chico	9	350
	10	400
	11	500
	12	500
Ing. constructores	10	500
	12	500
	14	500
Sinohydro Corporation	11	1000
	11	1500
	12	1500
	13	1000
	13	1500
	15	1500

Tabla 1-5 Clientes de Planta Quito  
Fuente: Elecdor S.A

### 1.11 PROVEDORES DE LA MATERIA PRIMA EN PLANTA QUITO

Dentro de los principales proveedores con los que cuenta para obtener su materia prima utilizada para la fabricación de los postes de hormigón, se los detalla en la tabla 1-6.

Nombre del Proveedor	Materia Prima
Unifer S.A	Varilla corrugada de 12mm de diámetro.
Idmacero	Varilla corrugada de 12mm de diámetro
Ideal alambrec	Alambrón liso de 5.5 mm de diámetro.
Aditec	Aditivos
Concem C.A Ltda	Cemento Porlant
Sr. Manuel López	Chispa de $\frac{3}{4}$ y Arena polvo azul.

**Tabla 1-6 Proveedores de Planta Quito**  
**Fuente: Elecdor S.A**

Además de los principales proveedores se tiene la compra de insumos para bodega que también forman parte del proceso de producción como son alambre de amarrado, electrodos, tuercas, pernos, placas de identificación las cuales se realiza pedidos cada dos meses para tener en stock de acuerdo con los cronogramas de producción pueden durar más o menos tiempo.

Dentro de los proveedores de materias primas también se efectúa evaluaciones para controlar la calidad del producto que ofrecen, estas se realizan dos veces al año.

### 1.12 PROCESO GENERAL DE FABRICACION DE POSTES DE HORMIGON

Los procesos productivos que se manejan actualmente en la empresa “ELECDOR”, S.A. para la fabricación de postes se presenta de diagrama general en la ilustración 1-3, para luego detallarlos a continuación:

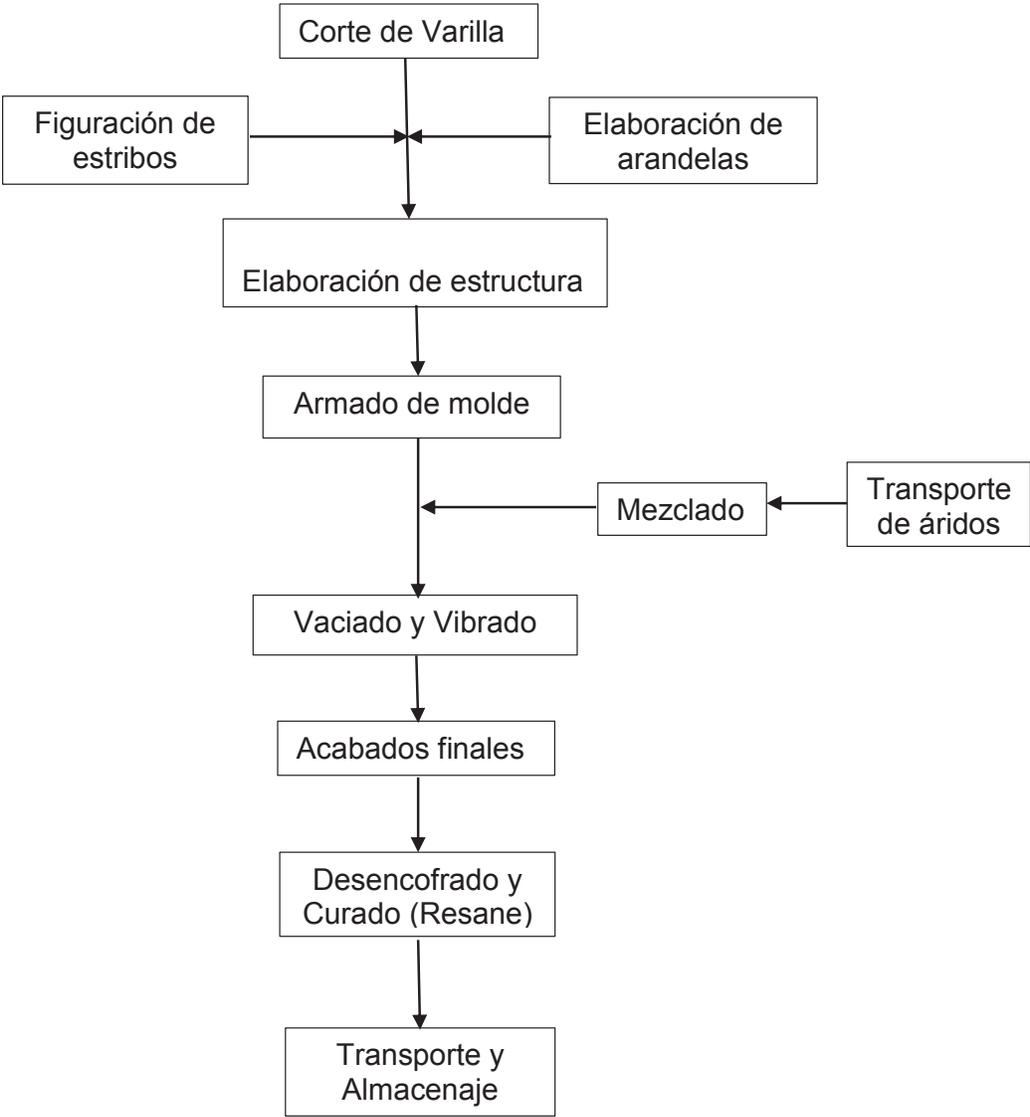
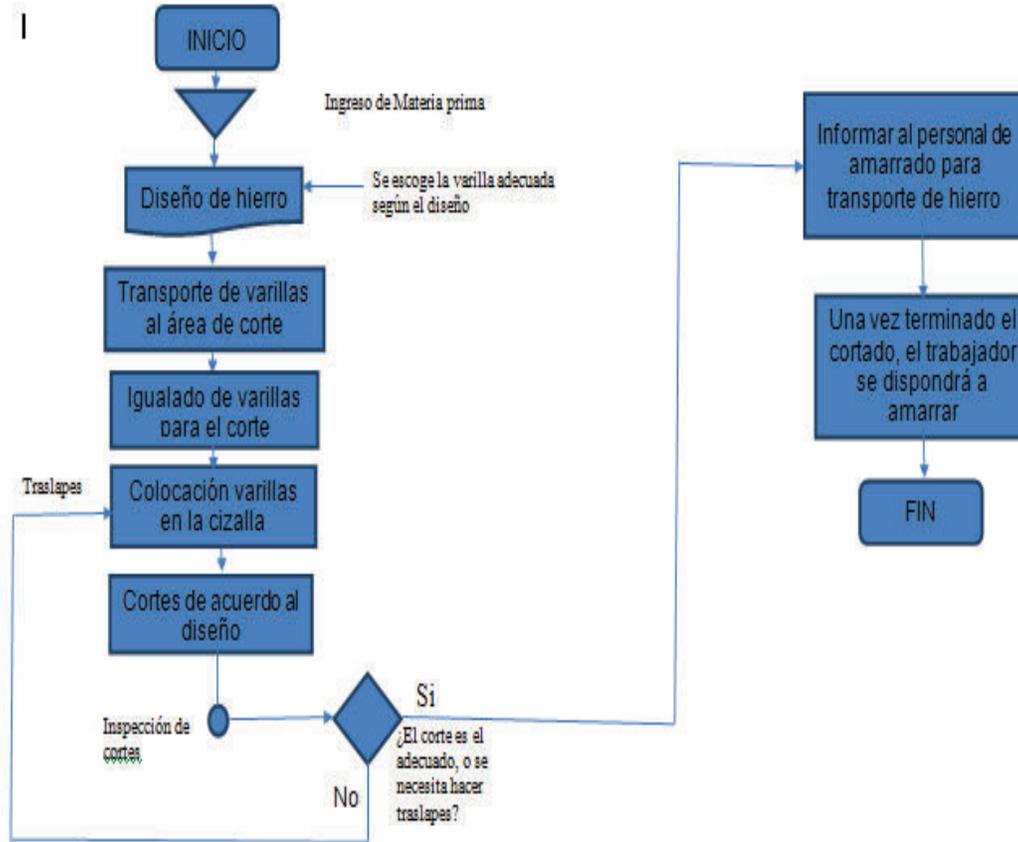


Ilustración 1-3 Diagrama del proceso de fabricación de postes

- **PROCESO DE CORTE**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-4.



**Ilustración 1-4 Diagrama de flujo de Proceso de corte**  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”

Este proceso comprende varias actividades como la selección de las varillas adecuadas según el diseño de cada tipo de poste (con varillas de 10 o 12 mm de diámetro), su transporte al área de corte. Se igualan las varillas para cortarlas en la cizalla y se cortan a la medida necesaria, para después trasladarlas al área de amarrado, donde se procederá al amarre. En la fotografía 1-3 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-3 Corte de Hierro

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESTRUCTURAS

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-5.

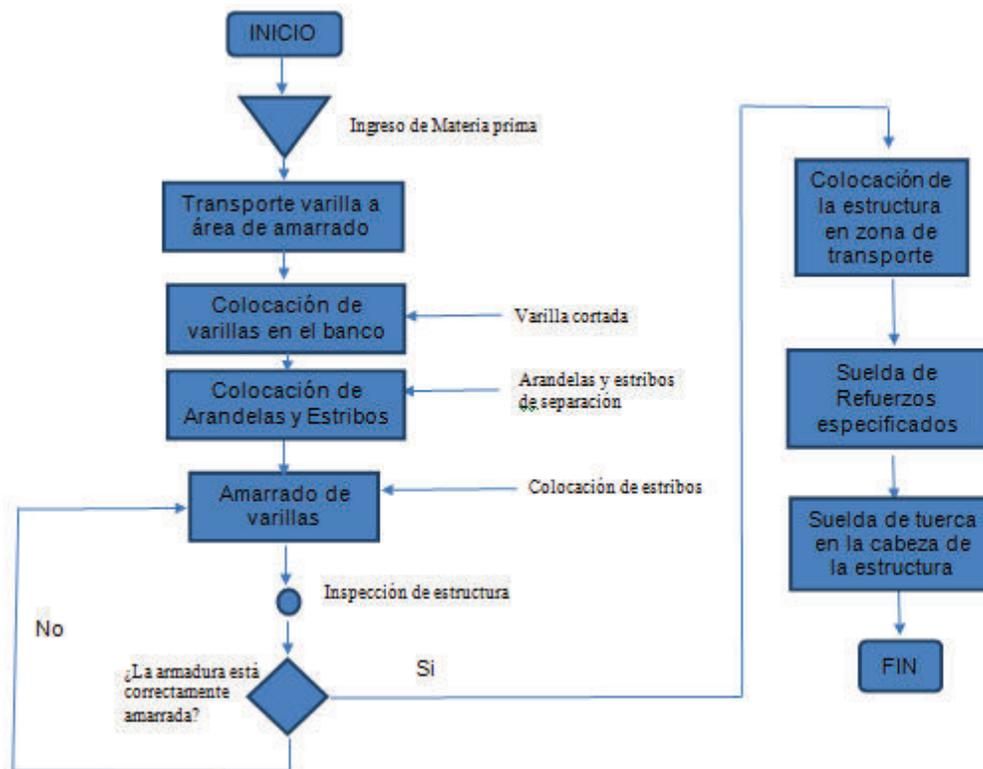


Ilustración 1-5 Diagrama de flujo de Proceso de amarrado  
Fuente: Elecdor "manual de calidad".

Una vez cortadas las varillas se procede al amarrado de las mismas además para que no queden pegadas a los bordes se utilizan unas "arandelas" de concreto que

se intercalan espaciadamente en las varillas. Cada 50 cm de espacio se colocan los denominados “estribos” circulares, luego se va amarrando la estructura y se sueldan ciertos puntos predeterminados. Finalmente se suelda una tuerca en el extremo de la estructura, que sirve para jalar el poste una vez fraguado. En la fotografía 1-4 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-4 Elaboración de estructuras

- **PROCESO DE ELABORACIÓN DE ARANDELAS SEPARADORAS.**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-6.

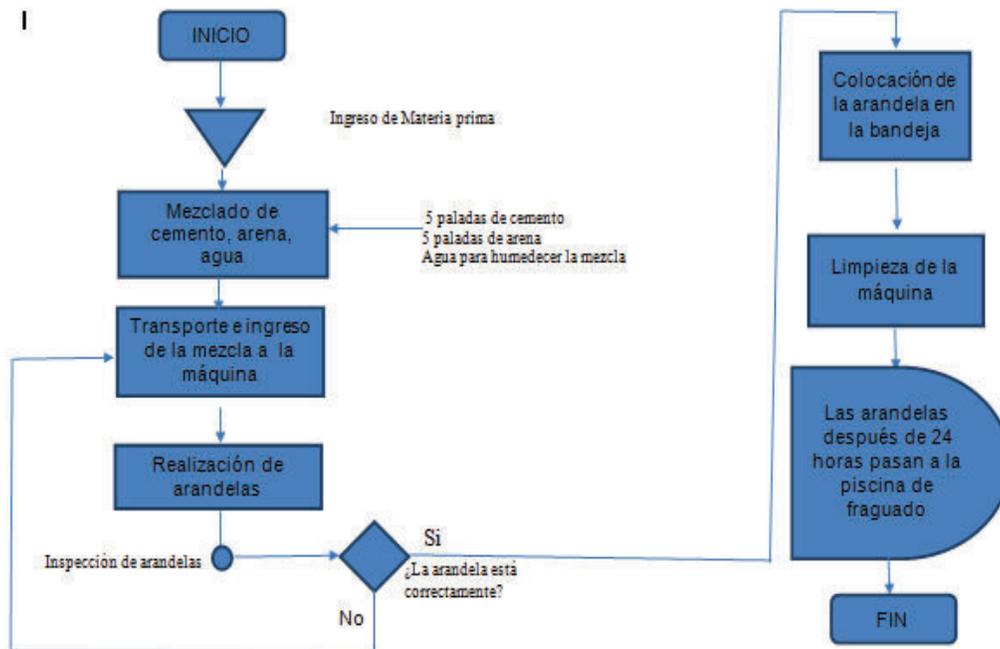


Ilustración 1-6 Diagrama de flujo de Proceso de Arandelas  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

Las arandelas se fabrican en una maquina diseñada para este fin, con una mezcla de cemento y arena en partes iguales, agua suficiente para humedecer la mezcla y dejarla homogénea, una vez realizadas se las mantiene al aire libre por 24 horas luego del cual pasan a la piscina de fraguado donde se las mantiene hasta que se encuentran listas para ser colocadas en la estructura de hierro. En la fotografía 1-5 se puede ver las actividades.



Fotografía 1-5 Elaboración de arandelas

- **PROCESO DE FIGURACION DE ESTRIBOS**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-7.

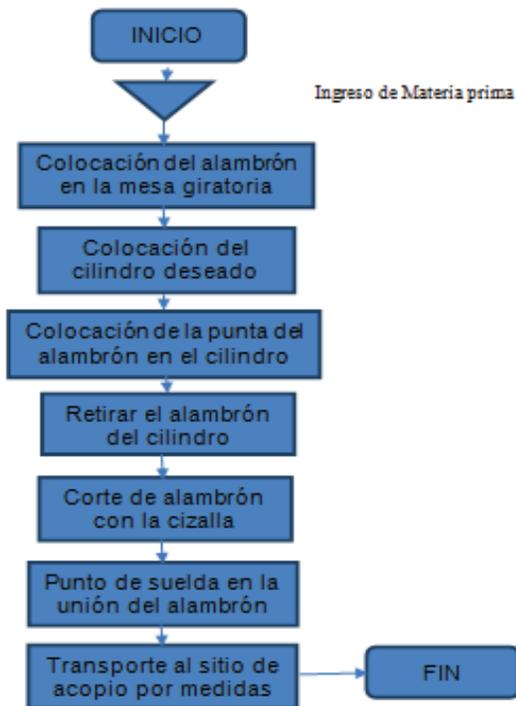


Ilustración 1-7 Diagrama de flujo de Proceso de Figuración de estribos  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

Para la elaboración de los estribos se utiliza principalmente alambro de hierro de 5 mm de diámetro que después de recortar del sitio de almacenaje es transportado, al sitio de trabajo colocado en la mesa giratoria para luego ser enrollada en el moto reductor con los diámetros requeridos para ser cortados y soldados, después transportarlos al sitio de acopio de estos componentes. En la fotografía 1-6 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-6 Figuración de estribos

- **PROCESO DE ARIDOS**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-8.

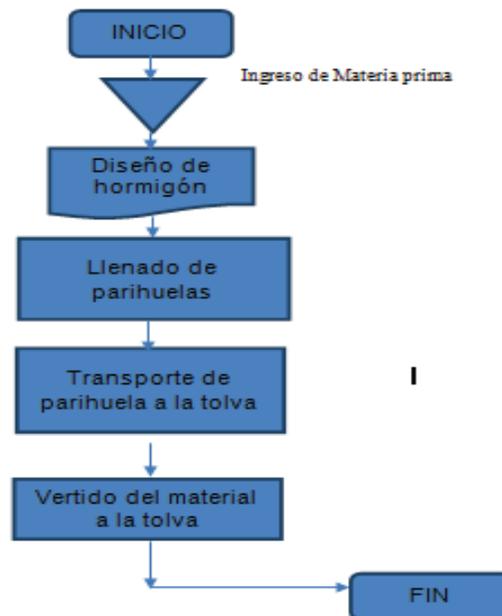


Ilustración 1-8 Diagrama de flujo de Proceso de Áridos  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

El proceso comienza en llenar dos parihuelas de cemento, arena y chispa 3/4 para su traslado y vertido a la tolva.

El diseño del hormigón corresponde a la formulación, lograda en base a la experiencia y pruebas repetidas, de los volúmenes más convenientes de cemento, arena, áridos, agua y acelerante, para obtener una mezcla que tiene una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> y es la misma para todo tipo de postes. En la fotografía 1-7 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-7 Colocación de Áridos

- **PROCESO DE MEZCLADO**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-9.

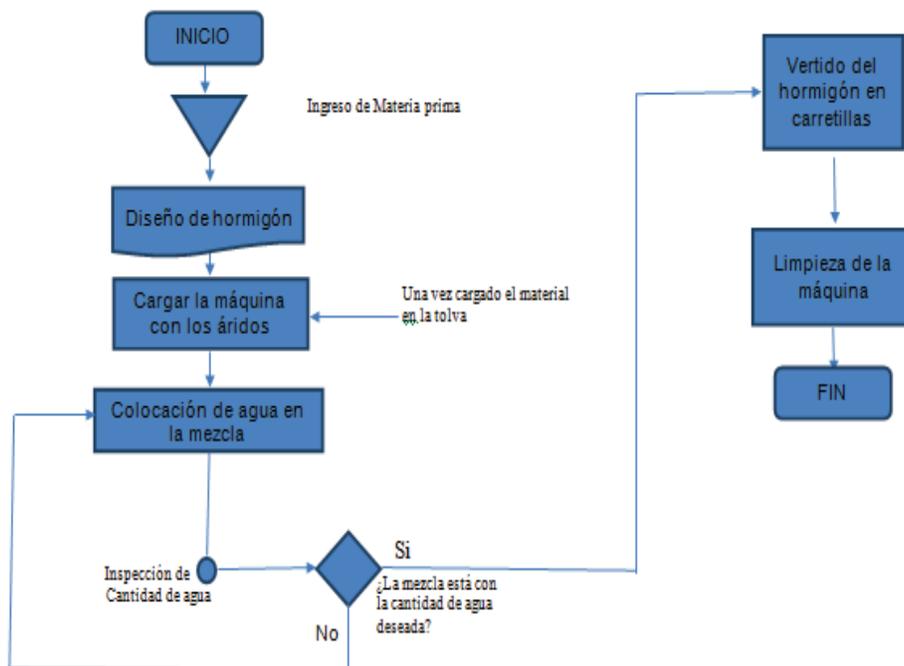


Ilustración 1-9 Diagrama de flujo de Proceso de Mezclado  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

Una vez colocados los materiales que son cemento, áridos, y el agua que tiene incorporada el acelerante, en el tambor de la concreteira, de acuerdo a las proporciones correspondientes al diseño del hormigón. Se mantiene girando por unos 4 o 5 minutos hasta que la mezcla se vea uniforme, para verterla a las carretillas que trasladarán el hormigón a los moldes. En la fotografía 1-8 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-8 Mezclado y Transporte en carretillas

- **PROCESO DE ARMADO DE MOLDES**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-10.

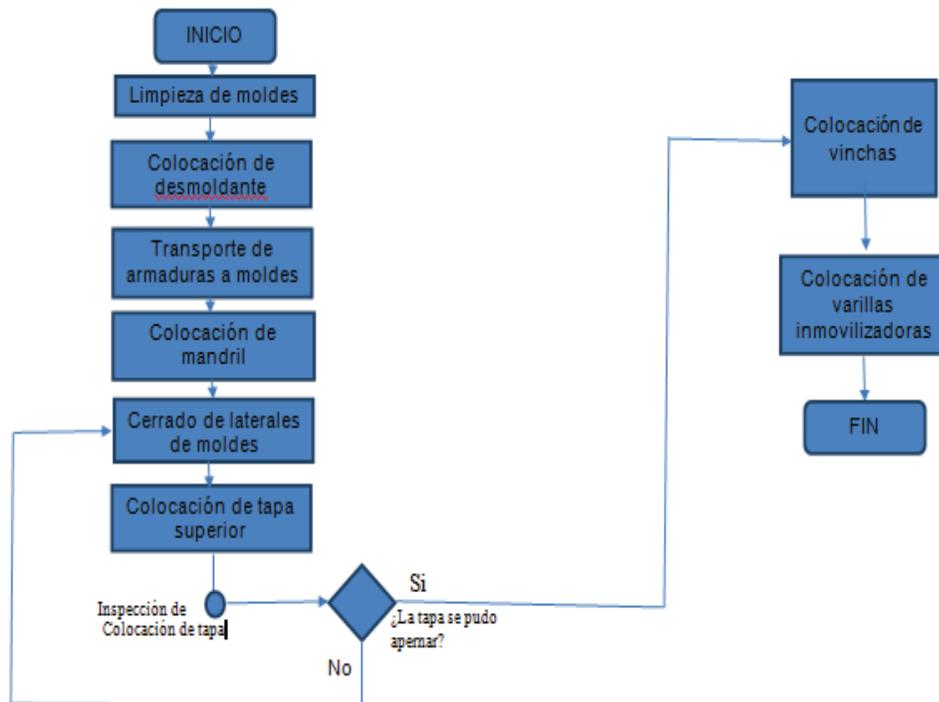


Ilustración 1-10 Diagrama de flujo de Proceso de Armado  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

Este proceso consiste en la colocación de compuestos desmoldantes dentro del molde, con el fin de que no se produzcan roturas o fallas en la superficie exterior al extraerlos. Con la ayuda de una bomba manual colocada en la espalda de un operario para aplicar en forma uniforme y con mayor rapidez el desmoldante, luego se coloca adecuadamente la armadura en cada molde, para posteriormente vaciar la mezcla de hormigón en ellos. En la fotografía 1-9 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-9 Armado de moldes

- **PROCESO DE VACIADO Y VIBRADO**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-11.

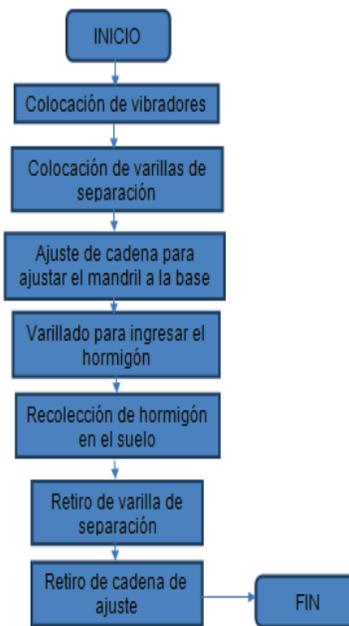


Ilustración 1-11 Diagrama de flujo de Proceso de Vibrado y llenado  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

Para empezar este proceso se inmoviliza la armadura dentro del molde, ajustar el mandril, vertido del hormigón, varillado, retiro de las cadenas y de las varillas de separación.

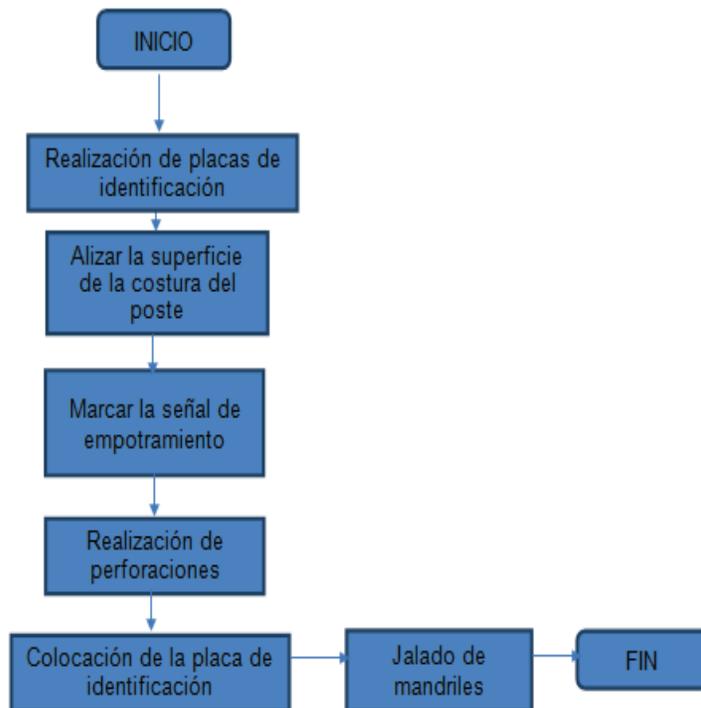
Se coloca el vibrador sobre el molde y se ajusta por medio de pernos con ganchos, se coloca varillas de 10 mm para inmovilizar la armadura en el molde, éstas van en las perforaciones hechas en los moldes, se ajusta el mandril al molde para que no haya desplazamiento del mandril, esto se hace por medio de cadenas uniendo la base del mandril con la base del molde. Una vez que se empieza a verter el hormigón comienza el varillado el cual consiste en hacer que el hormigón ingrese más rápido usando una varilla con la cual se empuja el material para adentro, una vez finalizado el varillado y vibrado se procede a retirar la cadena y las varillas de separación ya que si esto no se hace quedarían las varillas fundidas dentro del poste. En la fotografía 1-10 se puede ver las actividades.



Fotografía: 1-10 Vibrado y Vaciado

- **PROCESO DE TERMINADOS FINALES**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-12.



**Ilustración 1-12 Diagrama de flujo de Proceso de Terminados**  
 Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

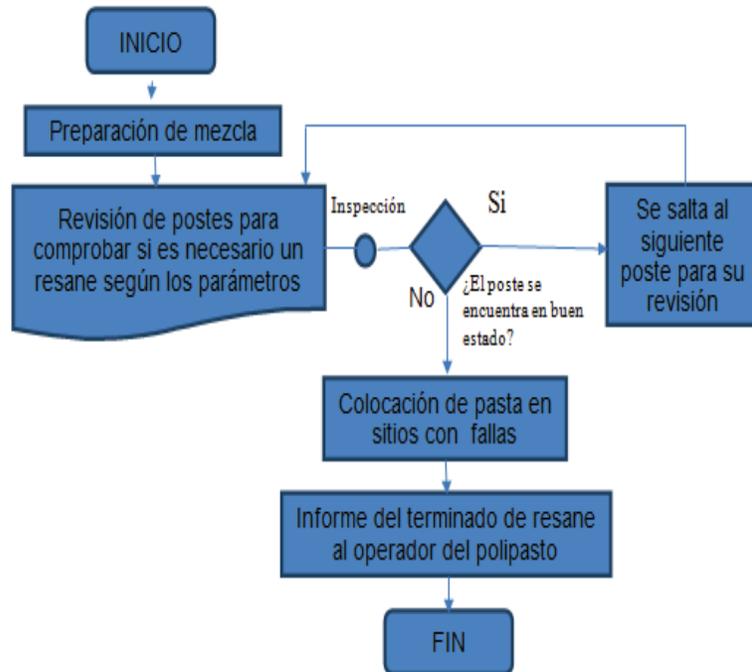
Este proceso tienen que ver con la apariencia óptima de los postes, se realiza el alisando el área de “costura”, hacer y colocar la placa de identificación, marcar la señal para el empotramiento en el terreno, realizar las perforaciones para cables y jalado del mandril del poste. En la fotografía 1-11 se puede ver las actividades.



**Fotografía: 1-11 Terminados finales**

- **PROCESO DESCOFRADO Y CURADO**

Se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso en la ilustración 1-13.



**Ilustración 1-13 Diagrama de flujo del Proceso de resane**  
Fuente: Elecdor “manual de calidad”.

Una vez abierto el molde empieza esta actividad que consiste en la revisión prolija de la superficie exterior de los postes, con el fin de eliminar las pequeñas fallas que se detectan, aplicando una mezcla de secado rápido. En la fotografía 1-12 se puede ver las actividades.



**Fotografía: 1-12 Resanes**

### **PROCESO DE ALMACENAMIENTO.**

Una vez revisados los postes y realizado el resane aquellos que ameriten, son transportados hacia las diferentes zonas de almacenamiento designadas hasta que los clientes los retiren. En la fotografía 1-13 se puede ver las actividades.



**Fotografía: 1-13 Traspoté y Almacenaje**

# CAPÍTULO II

## FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### 2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de actividades que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa<sup>2</sup>.

Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

La finalidad del mantenimiento es conservar la planta industrial con los equipos y las instalaciones en condiciones óptimas de tal manera que puedan cumplir con las funciones para la cual fueron adquiridos y proyectados, para la fabricación de productos en la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción.

### 2.2 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones.

---

<sup>2</sup><http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definicion.htm>

Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación<sup>3</sup>.

Con el pasar de los años el mantenimiento ha ido evolucionando en el cual se involucra desde el estudio de la renovación de equipos hasta el diseño de los mismos. En la siguiente tabla 2.1 se muestra la evolución del mantenimiento.

GENERACIONES	TIPOS DE GESTIONES
PRIMERA GENERACIÓN (1904- 1950)	Gestión de mantenimiento dirigida a maquinas
SEGUNDA GENERACIÓN (1950 - 1960)	Gestión de mantenimiento enfocada a la producción
TERCERA GENERACIÓN (1960-1980)	Gestión de mantenimiento dirigida a la productividad.
CUARTA GENERACIÓN (1980-1999)	Gestión de mantenimiento enfocada a la competitividad.
QUINTA GENERACIÓN (2000- 20XX)	Gestión de mantenimiento hacia la organización e innovación tecnológica industrial.

Tabla 2-1 Evolución del mantenimiento<sup>4</sup>

En la actualidad, con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación.

Estas etapas evolutivas del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y Cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).<sup>4</sup>

<sup>3</sup> <http://ingenieriadelmantenimiento.com>

<sup>4</sup>“Tavares, Augusto”, “Administración moderna del mantenimiento”.

### 2.3 ENFOQUE DEL MANTENIMIENTO

Se puede decir que es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. En la figura siguiente se muestra un diagrama de relaciones entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento. Producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumo, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes.

La principal salida de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento, la cual es tomada por el sistema de mantenimiento como una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción. La ilustración 2-1 muestra la relación entre objetivos, proceso de producción y mantenimiento.

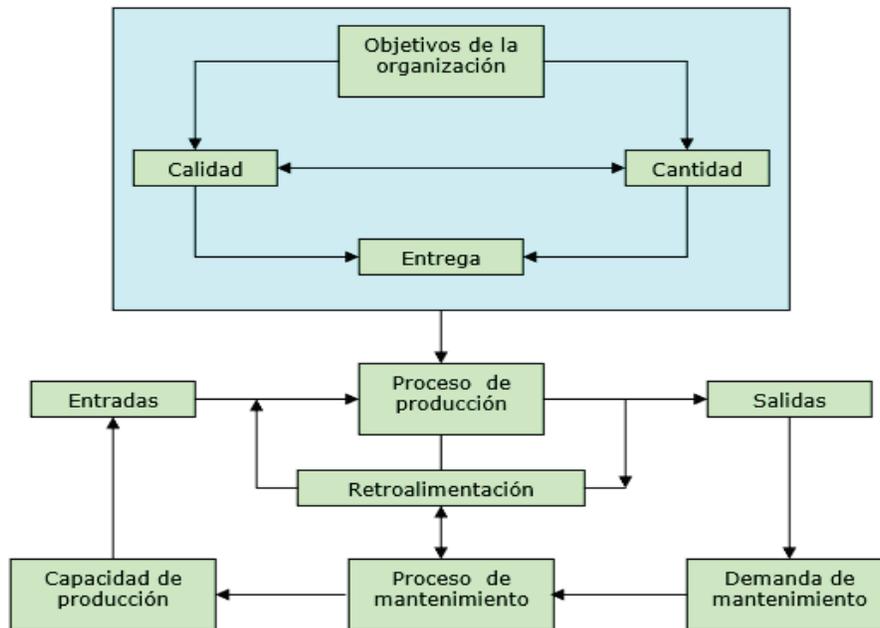


Ilustración 2-1 Relación entre los objetivos de la organización, proceso de producción y el mantenimiento<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Sierra Gabriel; "Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A." Universidad de Santander Colombia; 2004.

La principal meta general de producción es elevar al máximo las utilidades a partir de las oportunidades disponibles en el mercado, y la meta secundaria tiene que ver con los aspectos económicos y técnicos del proceso de conversión. Mantenimiento también contribuyen al logro de estas metas al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Éstas se logran reduciendo al mínimo el tiempo muerto de la planta, mejorando la calidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

## **2.4 VÍNCULO DEL MANTENIMIENTO CON LA CALIDAD**

El mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad de los productos. El equipo con un buen mantenimiento produce menos desperdicios que el equipo con un mantenimiento deficiente.

El mantenimiento puede contribuir de manera significativa a mejorar y mantener productos de calidad; por ejemplo, la capacidad de una máquina herramienta en su mejor condición producirá más del 99% de piezas dentro de las tolerancias aceptadas. Después de que la máquina ha estado en servicio durante algún tiempo y se ha presentado desgaste en algunos de los componentes de la máquina, habrá mayor traqueteo y vibración. La distribución de las características de calidad tendrá mayor variación y se producirán más piezas fuera de las especificaciones. Además, más piezas tendrán algunas características de calidad particulares alejadas del valor meta de dichas características. En términos generales, un proceso fuera de control genera productos defectuosos y, en consecuencia, aumenta los costos de producción, lo cual se refleja en una menor rentabilidad, que pone en peligro la supervivencia de la organización.

El mantenimiento preventivo basado en las condiciones emplea una estrategia de mantenimiento de ciclo cerrado en la que se obtiene información del equipo y se utiliza para tomar decisiones para el mantenimiento planeado. La decisión de mantenimiento generalmente se basa en el empleo de un umbral, el cual, una vez alcanzado, significa que debe realizarse mantenimiento. Tal estrategia asegurará una alta calidad del producto, especialmente si el umbral se elige de tal manera que

el equipo no se deteriore hasta un grado en el que se generen productos defectuosos o casi defectuosos.

El mantenimiento es un sistema que opera en paralelo con la función de producción. La principal salida de la producción es el producto deseado con un cierto nivel de calidad, que es definida por el cliente. Conforme continúa el proceso de producción, se genera una salida secundaria, a saber, la demanda de mantenimiento, que es una entrada al proceso de mantenimiento.

La salida del mantenimiento es un equipo en condiciones de dar servicio. Un equipo con un buen mantenimiento aumenta la capacidad de producción y representa una entrada secundaria a producción. Por lo tanto, el mantenimiento afecta la producción al aumentar la capacidad de producción y controlar la calidad y la cantidad de la salida. La figura 2.2 ilustra las relaciones entre producción, calidad y mantenimiento.

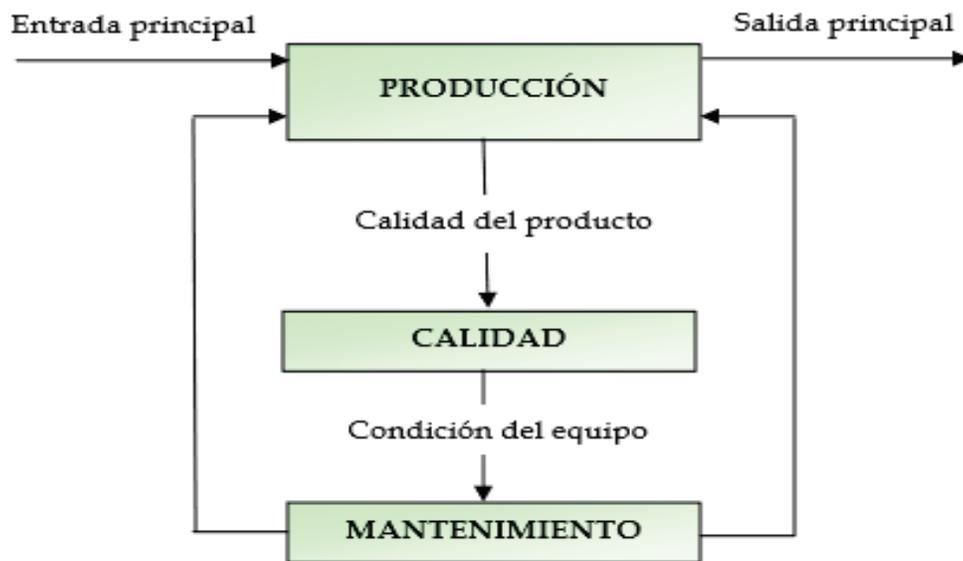


Ilustración 2-2 Relación entre producción, calidad y mantenimiento<sup>5</sup>

## 2.5 ÁREAS DE ACCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Entre las principales áreas de acción se deducen las tareas de las que el departamento de mantenimiento puede ser responsable:

- Mantenimiento de equipos.
- Realización de mejoras técnicas.

- Colaboración en las nuevas instalaciones: especificación, recepción y puesta en marcha.
- Mantener la Seguridad de las instalaciones a un nivel de riesgo aceptable.
- Mantenimientos generales (Jardinería, limpiezas, vehículos, etc.).
- El Nivel de Subcontratación y tipos de trabajos a subcontratar.
- La Política de stocks de repuestos a aplicar.

## 2.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad. Así, se hace una división de los diferentes tipos de mantenimiento, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines.

La figura 2-3 muestra los tipos de mantenimiento y su concepto.

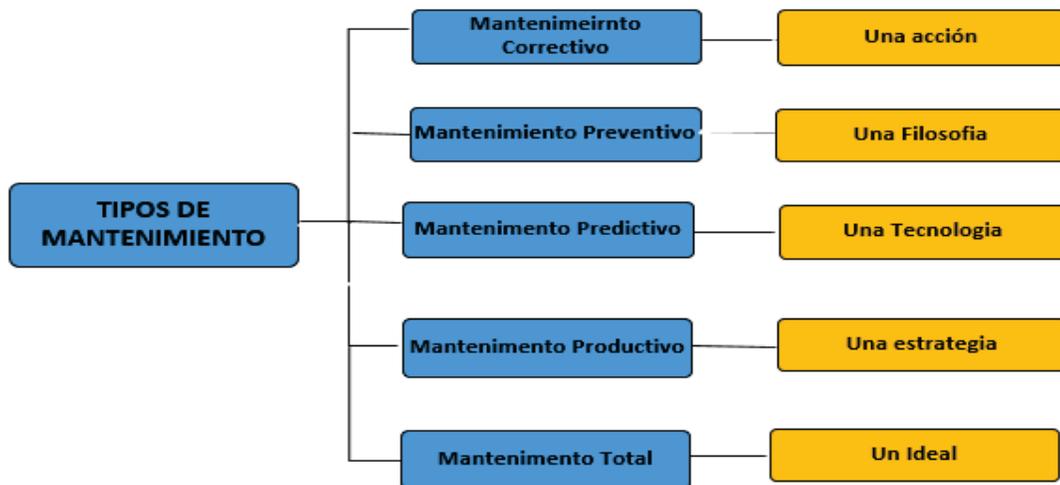


Ilustración 2-3 Tipos de mantenimiento  
Fuente: SENA; Manual de Mantenimiento; Bogotá; 1991

A continuación describiremos con detalle los principales tipos, ya que este es fundamento teórico nos servirá para la práctica del presente proyecto.

## 2.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando acabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a falla.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios:<sup>3</sup>

- Seguridad. Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.
- Vida útil. Una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- Costo de reparaciones. Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo.
- Inventarios. Es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y se puede prever su uso en el tiempo.
- Carga de trabajo. La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo, por lo que se puede reducir al minimizar las emergencias.

---

<sup>3</sup> [http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal\\_manual\\_mantenimiento](http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento)

- Aplicabilidad. Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.<sup>5</sup>

En la tabla 2-2 se puede visualizar las principales ventajas, desventajas y aplicaciones de mantenimiento preventivo.

VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIONES
Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.	No se aprovecha la vida útil completa del equipo	Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro
Es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida	Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.	

**Tabla 2-2 Ventajas, desventajas y aplicaciones del Mantenimiento preventivo<sup>5</sup>**

## 2.8 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad que permiten monitorear para “predecir” la falla; tales variables pueden ser nivel de vibraciones, temperatura, presión, velocidad, consumo de energía, etc.

Este tipo de mantenimiento es más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

El mantenimiento predictivo es una etapa avanzada del mantenimiento preventivo que reduce la incertidumbre acerca del tiempo de falla de un equipo; en un mantenimiento preventivo los periodos entre revisiones pueden ser muy cortos reduciendo el tiempo de producción y gastando piezas en buen estado o pueden ser muy largos y entonces la maquina tendrá una falla inesperada con los perjuicios que conlleva dicha falla.

En la tabla 2-3 se puede visualizar las principales ventajas, desventajas y aplicaciones de mantenimiento predictivo.

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>APLICACIONES</b>
Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.	Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.	Maquinaria rotativa
Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.	No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.	Motores eléctricos
		Equipos estáticos
Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.		Instrumentación

Tabla 2-3 Ventajas, desventajas y aplicaciones del Mantenimiento predictivo<sup>5</sup>

### 2.8.1 TECNICAS APLICADAS EN EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

A continuación se describen brevemente las principales técnicas utilizadas en la actualidad para prevenir los diferentes fallos:

- Inspección Visual

Abarca desde la simple inspección visual directa de la máquina hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios y lámparas estroboscópicas. Se pueden detectar fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, fisuras, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, etc. Se aplica a zonas que se pueden observar directamente y, cada vez más, se diseñan las máquinas para poder observar partes inaccesibles sin necesidad de desmontar.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> “Técnicas de mantenimiento industrial”. P 181.

- Líquidos penetrantes

Se trata de una inspección no destructiva que se usa para encontrar fisuras superficiales o fallos internos del material que presentan alguna apertura en la superficie.

La prueba consiste en la aplicación de una tintura especial sobre la superficie que previamente se ha limpiado concienzudamente. Se deja transcurrir un cierto tiempo para que penetre bien en todos los posibles defectos. A continuación se elimina la tintura mediante limpieza superficial. Finalmente se trata de nuevo la superficie con un líquido muy absorbente que extrae toda la tintura que quedó atrapada en poros o grietas superficiales, revelando la presencia y forma de tales defectos.<sup>9</sup>

- Partículas magnéticas

Se trata de otro ensayo no destructivo que permite igualmente descubrir fisuras superficiales así como no superficiales.

Se basa en la magnetización de un material ferromagnético al ser sometido a un campo magnético. Para ello se empieza limpiando bien la superficie a examinar, se somete a un campo magnético uniforme y, finalmente, se esparcen partículas magnéticas de pequeña dimensión. Por efecto del campo magnético estas partículas se orientan siguiendo las líneas de flujo magnético existentes. Los defectos se ponen de manifiesto por las discontinuidades que crean en la distribución de las partículas.

- Inspección radiográfica

Técnica usada para la detección de defectos internos del material como grietas, burbujas o impurezas interiores. Especialmente indicadas en el control de calidad de uniones soldadas.

Como es bien conocido consiste en intercalar el elemento a radiografiar entre una fuente radioactiva y una pantalla fotosensible a dicha radiación.

---

<sup>9</sup>F. Monchy, "Teoría y Práctica del Mantenimiento industrial".

- Ultrasonido

El ultrasonido son ondas a frecuencia más alta que el umbral superior de audibilidad humana, en torno a los 20 kHz. Es el método más común para detectar grietas y otras discontinuidades (fisuras por fatiga, corrosión o defectos de fabricación del material) en materiales gruesos, donde la inspección por rayos X se muestra insuficiente al ser absorbidos, en parte, por el material.<sup>10</sup>

El ultrasonido se genera y detecta mediante fenómenos de piezoelectricidad y son ondas elásticas de la misma naturaleza que el sonido con frecuencias que alcanzan los 109 Hz. Su propagación en los materiales sigue casi las leyes de la óptica geométrica.

Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión de la señal y la recepción de su eco se puede determinar la distancia del defecto, ya que la velocidad de propagación del ultrasonido en el material es conocida.

Tiene la ventaja adicional de que además de indicar la existencia de grietas en el material, permite estimar su tamaño lo que facilita llevar un seguimiento del estado y evolución del defecto. También se está utilizando esta técnica para identificar fugas localizadas en procesos tales como sistemas de vapor, aire o gas por detección de los componentes ultrasónicos presentes en el flujo altamente turbulentos que se generan en fugas (válvulas de corte, válvulas de seguridad, purgadores de vapor, etc.).

- Análisis de vibraciones

Todas las máquinas en uso presentan un cierto nivel de vibraciones como consecuencia de holguras, pequeños desequilibrios, rozamientos, etc. El nivel vibratorio se incrementa si, además, existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas, cojinetes defectuosos. Por tal motivo el nivel vibratorio puede ser usado como parámetro de control funcional para el mantenimiento predictivo de máquinas, estableciendo un nivel de alerta y otro inadmisibles a partir del cual la fatiga generada por los esfuerzos alternantes provoca el fallo inminente de los órganos afectados.

---

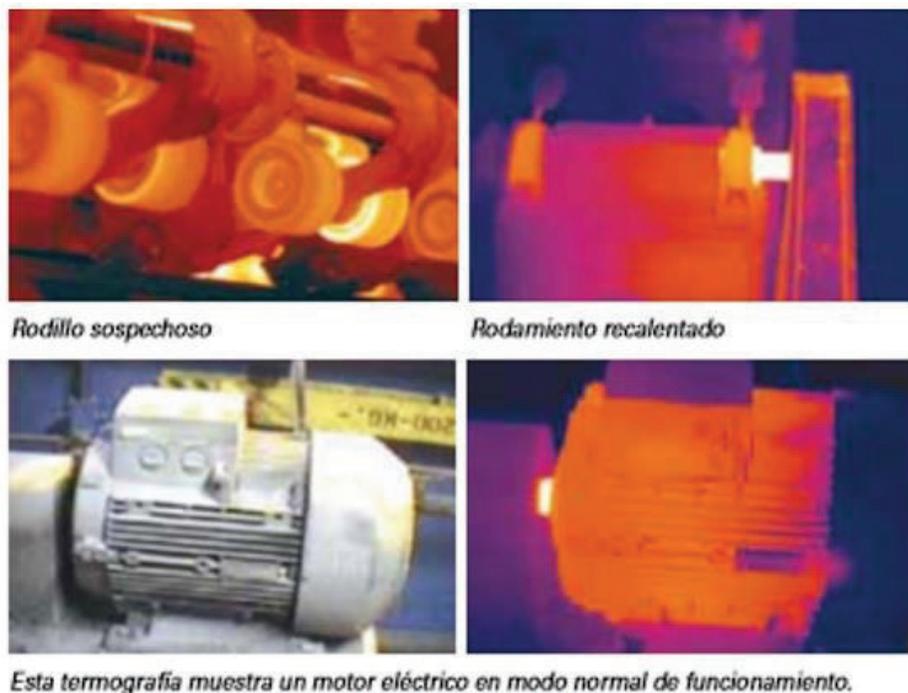
<sup>10</sup> <http://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino/libro-demantenimientoindustrial-2492510>

Se usa la medida del nivel vibratorio como indicador de la severidad del fallo y el análisis espectral para el diagnóstico del tipo de fallo.

- Termografía

Es una técnica que sin necesidad de contacto físico permite medir temperaturas exactas. La tecnología termográfica se ha convertido en una de las herramientas de diagnóstico más valiosas para el mantenimiento predictivo. Al detectar anomalías que suelen ser invisibles a simple vista, la termografía permite realizar correcciones antes de que se produzcan costosos fallos en el sistema, puesto que las instalaciones eléctricas y mecánicas suelen calentarse antes de fallar. Al descubrir estos puntos calientes con una cámara termográfica, se puede llevar a cabo una medida preventiva.<sup>11</sup>

En la fotografía 2-1 se puede observar el efecto en diferentes sistemas en funcionamiento.



Fotografía: 2-1 Ejemplo de termografía<sup>12</sup>

<sup>11</sup> <http://www.alava-ing.es/repositorio/6769/pdf/3505/2/guia-de-termografia-para-mantenimiento-predictivo.pdf>.

<sup>12</sup> <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn501.html>

- Medida de temperatura

El control de la temperatura del proceso no suele utilizarse desde el punto de vista predictivo. Sin embargo se utiliza muy eficazmente el control de la temperatura en diferentes elementos de máquinas cuya variación siempre está asociado a un comportamiento anómalo.

Así se utiliza la temperatura del lubricante, de la cual depende su viscosidad y, por tanto, su poder lubricante. Un aumento excesivo de temperatura hace descender la viscosidad de modo que puede llegar a romperse la película de lubricante. En ese caso se produce un contacto directo entre las superficies en movimiento con el consiguiente aumento del rozamiento y del calor generado por fricción, pudiendo provocar dilataciones y fusiones muy importantes.

En los rodamientos y cojinetes de deslizamiento se produce un aumento importante de temperatura de las pistas cuando aparece algún deterioro. Asimismo se eleva la temperatura cuando existe exceso o falta de lubricante. También aumenta la temperatura ante la presencia de sobrecargas. Por todo ello se utiliza frecuentemente la medida de temperatura en rodamientos y cojinetes, junto con otras técnicas, para la detección temprana de defectos y su diagnóstico.

La temperatura en bobinados de grandes motores se mide para predecir la presencia de fallos como sobrecargas, defectos de aislamiento y problemas en el sistema de refrigeración.

Por último también puede aportar información valiosa la temperatura del sistema de refrigeración. En efecto, cualquier máquina está dotada de un sistema de refrigeración más o menos complejo para evacuar el calor generado durante su funcionamiento. La elevación excesiva de la temperatura del refrigerante denota la presencia de una anomalía en la máquina (roces, holguras inadecuadas, mala combustión, etc.) o en el propio sistema de refrigeración.

- Análisis de lubricantes

El aceite lubricante juega un papel determinante en el buen funcionamiento de cualquier máquina. Al disminuir o desaparecer la lubricación se produce una disminución de la película de lubricante interpuesto entre los elementos mecánicos dotados de movimiento relativo entre sí, lo que provoca un desgaste, aumento de

las fuerzas de rozamiento, aumento de temperatura, provocando dilataciones e incluso fusión de materiales y bloqueos de piezas móviles. Por tanto el propio nivel de lubricante puede ser un parámetro de control funcional. Pero incluso manteniendo un nivel correcto el aceite en servicio está sujeto a una degradación de sus propiedades lubricantes y a contaminación, tanto externa (polvo, agua, etc.) como interna (partículas de desgaste, formación de lodos, gomas y lacas). El control de estado mediante análisis físicoquímicos de muestras de aceite en servicio y el análisis de partículas de desgaste contenidas en el aceite (ferrografía) pueden alertar de fallos incipientes en los órganos lubricados.

## 2.9 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el conjunto de tareas destinadas a la reparación una vez se ha producido el fallo de la máquina o instalación que a su vez paralizan la producción y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

- **MANTENIMIENTO PALIATIVO O DE CAMPO (DE ARREGLO)**

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

- **MANTENIMIENTO CURATIVO (DE REPARACIÓN)**

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.<sup>13</sup>

En la tabla 2-4 se puede visualizar las principales ventajas, desventajas y aplicaciones de mantenimiento correctivo.

---

<sup>13</sup> MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL-MONOGRAFIAS.COM Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimientoindustrial/mantenimiento-industrial.shtml>>

VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIONES
No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.	Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina pérdida en la producción.	Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
	Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.	Esto sólo se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.
Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.	Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un "stock" de repuestos importante.	Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias.

Tabla 2-4 Ventajas, desventajas y aplicaciones del Mantenimiento correctivo<sup>14</sup>

## 2.10 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Este es un método Japonés cuya finalidad es la de reducir los costos de producción. Se puede catalogar como la versión de oriente del mantenimiento productivo. La técnica aplicada por el método se considera de las más avanzadas hasta el momento en lo que respecta al mantenimiento preventivo, sistemático y condicional. Introduce el concepto de "costo del ciclo de vida", donde se analiza no solamente los costos de adquisición de los equipos, sino además el valor del mantenimiento y de la operación del mismo. El esquema pasa a ser muy amplio y las cifras que revisan estadísticamente son mucho más significativas. Se puede identificar las siguientes características en el método:

- Se busca optimizar la utilización de las maquinas en bases a (rendimiento sintético de equipos).
- Se analiza el costo de los equipos a lo largo de su ciclo de vida, desde una visión integral y total durante un periodo (costo del ciclo de vida).
- Se integra la participación de las áreas de producción, mantenimiento y planeación de la empresa para obtener la mayor fiabilidad y productividad.

<sup>14</sup><http://www.coiig.com/COIIG/dmdocuments/Formacion%20IKASI/cursos%20presenciales/mantenpredic.documentacion.pdf>

- Se busca participación de la gerencia en el proceso de mejoramiento continuo para poder cumplir objetivos propuestos.
- Creación de pequeños grupos orientados hacia la búsqueda de mejoras (aplicación práctica de los círculos de calidad).

El método ha sido introducido en Europa como una evolución de la política industrial esencialmente orientada hacia la reducción de costos de producción. Se trata de un método que se aplica principalmente en equipos automatizados. Según Nakajima (1988), es un mantenimiento productivo llevado a cabo por todos los empleados a través de la actividad de grupos pequeños. En el TPM el operador de la máquina es responsable del mantenimiento de la misma, así como de su operación. Se obtiene ganancias al lograrse una mayor productividad de la maquinaria.<sup>15</sup>

## **2.11 COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DEL MANTENIMIENTO**

Dentro de todas las metodologías del mantenimiento existentes siempre apuntan a optimizar los recursos empleados, sean estos humanos o materiales, con ello se logran obtener réditos económicos y por lo tanto competir en mejores condiciones en mercados exigentes tanto en calidad como en precio.

Lo más importante es mantener una planificación basada en los objetivos planteados por el propio personal de mantenimiento y respaldado por la parte administrativa o de la alta Gerencia, tanto del área de mantenimiento como de toda la empresa, las acciones a seguirse van a estar fundamentadas en el patrón de una de la técnicas o metodologías, o como ya se lo ha mencionado en una mezcla de varias de ellas.

El adaptarse a una combinación de técnicas del mantenimiento, no quiere decir que cada una por sí sola sea mala o inadecuada, pero si es importante rescatar lo bueno y sobre todo lo que mejor se adapte a la realidad de cada una de las empresas.

---

<sup>15</sup> <http://tecnicoauxiliardeservicios.blogspot.com/2011/08/conceptos-sobre-mantenimiento-de.html>

Las tareas del mantenimiento planificado o planeado pasarán a convertirse en la mayoría de los trabajos que realice el personal de mantenimiento para una realización eficiente de las actividades que se ejecutaran, en la ilustración 2-4 se muestra una distribución del porcentaje del tipo de mantenimiento.

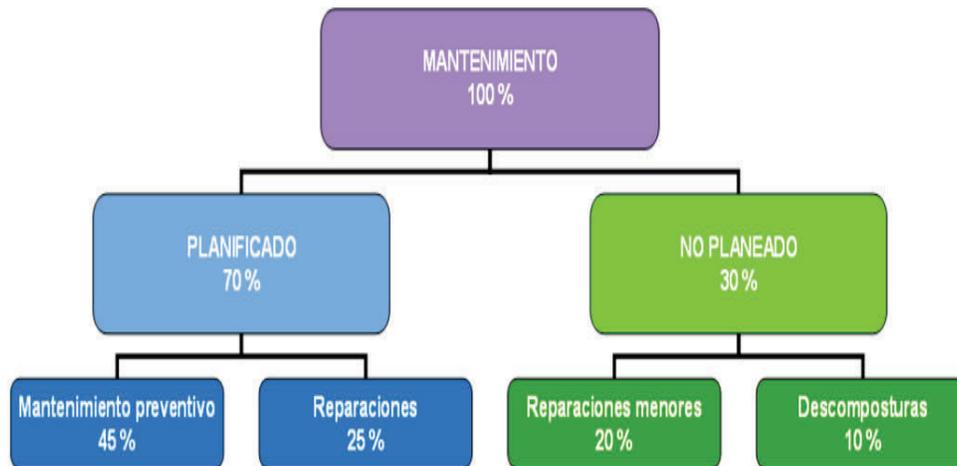


Ilustración 2-4 Distribución del mantenimiento<sup>16</sup>

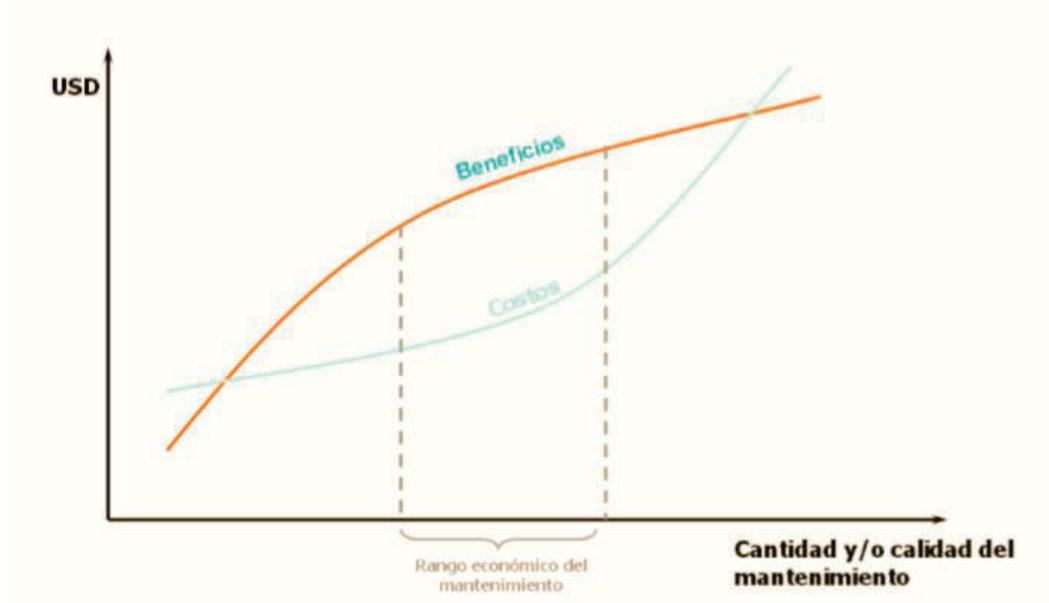
## 2.12 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento tienen un gran impacto a nivel empresarial, por lo que es una de las principales consideraciones que se deben tener en cuenta para realizar un plan de mantenimiento, en el grafico 2-1 se puede ver la relación cantidad y/o calidad del mantenimiento Vs. el costo, en la cual se destaca que los beneficios siempre están sobre los costos, con esto se garantiza la rentabilidad del proyecto y por ende la ganancia de la empresa, sin embargo hay que destacar que no se deben sobrepasar estos límites, aun cuando existan mayores beneficios.

Para tener un mejor control y poder establecer un presupuesto aproximando en base a los gastos de años anteriores con el fin de evaluar los diferentes tipos de mantenimientos aplicados.

---

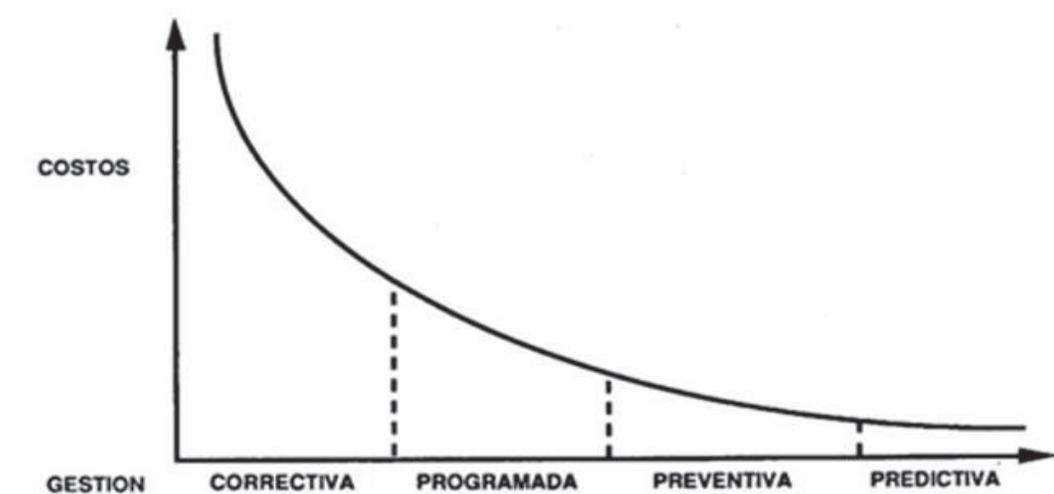
<sup>16</sup> España Verónica, Yépez Jorge, "Elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la empresa EVAGRIF C.A", EPN, 2007.



**Gráfico 2-1 Costos de Mantenimiento**

Fuente: SENA; Manual de Mantenimiento; Bogotá; 1991

Además dentro del área de mantenimiento tenemos costos asociados a las diferentes actividades de mantenimiento, es así que el costo de mantenimiento correctivo es el más alto, mientras que el costo de mantenimiento planificado es menor, como se muestra en el gráfico 2-2.



**Gráfico 2-2 Costos normales de mantenimiento**

Fuente: SENA; Manual de Mantenimiento; Bogotá; 1991

Existen costos con mayor relevancia o visibles para la dirigencia de la empresa como son: subcontrataciones, mano de obra, repuestos; pero este tipo de costos son apenas 1/3 de los costos totales de mantenimiento por esta razón se han representado en la ilustración 2-5, en el cual se representan el resto de gastos los cuales no son tan visibles para el área financiera de la empresa.<sup>4</sup>

Todos estos aspectos habrá que tenerlos en cuenta al elaborar un presupuesto anual, teniendo en cuenta que si el presupuesto es más elevado de lo que realmente se requiere se estará afectando a la cuenta de resultados, pero si el presupuesto se queda corto y no aporta suficientes recursos para realizar un mantenimiento correcto no solo proliferarán las averías, sino que además la vida útil de la planta disminuirá.

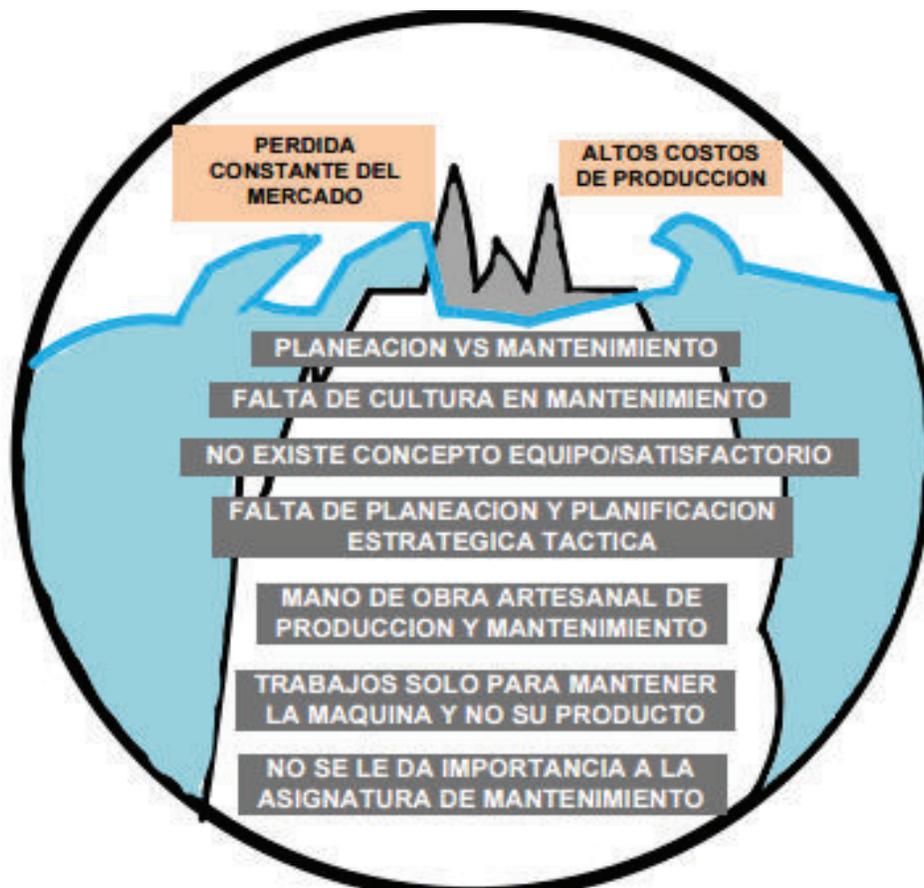


Ilustración 2-5 Iceberg de costo de mantenimiento<sup>17</sup>

<sup>17</sup>[www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos\\_rcm\\_archivos/OPTIMIZACION%20MANTENIMIENTO.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/OPTIMIZACION%20MANTENIMIENTO.pdf)

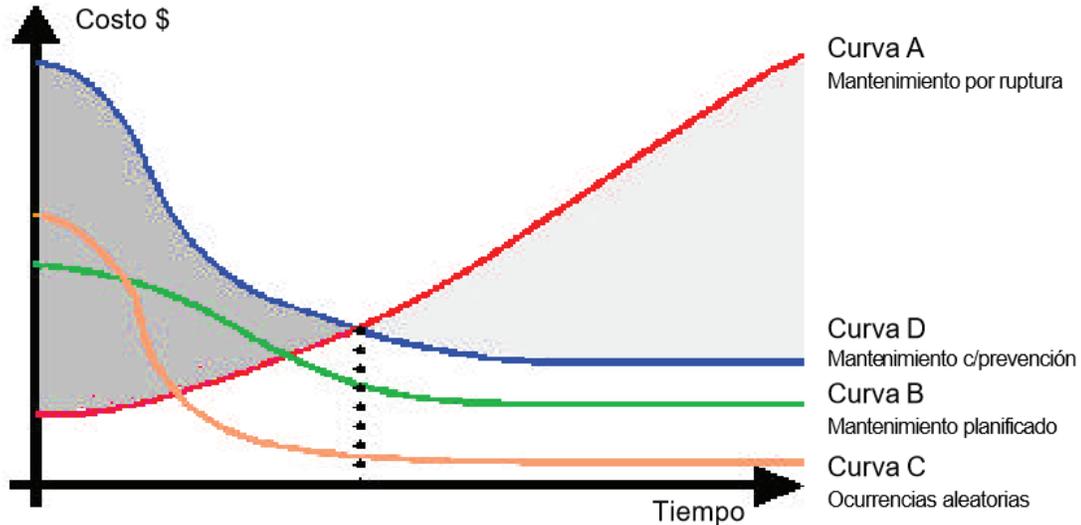
En la tabla 2-5 se pueden observar distintos niveles de costos de acuerdo al tipo de mantenimiento que se esté aplicando que fundamentan con la teoría presentada.

Costos Gestión	Materiales y repuestos	Mano de obra Directa	Mano de obra Indirecta
Correctiva	Elevados inventarios y materiales imprevistos	Alto en mano de obra genérica y baja la especialización	Muy Alto: aparece mucho imprevisto
Programada	Moderado ya que con antelación se sabe el nivel de uso	Media alta en la genérica y media baja en la especializada	Moderado ya que disminuyen los imprevistos
Preventiva	Moderado bajo ya que hay más control	Baja la genérica, moderada la especializada	Relativamente muy baja
Predictiva	Se reduce a su mínimo nivel	Mínima genérica Alta especializada	Mínima

Tabla 2-5 Costos por tipos de Mantenimiento<sup>4</sup>

### 2.13 COSTOS Y PRODUCTIVIDAD

El aspecto de costos se muestra en el gráfico 2-3, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento de adquisición de repuestos, aumento del "stock" de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes.



**Gráfico 2-3 Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo**  
Fuente: Tavares, Augusto, "Administración moderna del mantenimiento".

La implantación de la planificación y control, buscando la prevención o predicción de la falla, presenta una configuración de costos invertida, con tasa negativa anual del orden de 20% y tendencia a valores estables, que pueden representar en el cómputo total, un ahorro de 300 a 500%, siendo más de la mitad de este ahorro debido a la facturación cesante, considerando el Costo Total de una parada de equipo, como la suma del Costo del Mantenimiento, que incluye los costos de mano de obra, repuestos, materiales, combustibles y lubricantes, y el Costo de Indisponibilidad que incluye el costo de Pérdida de Producción (horas no trabajadas), debido a: mala calidad del trabajo; falta de equipos; costo por emergencias; costos extras para reorganizar la producción; costo por repuestos de emergencia; penalidades comerciales e imagen de la empresa. Experiencias de evaluación del Costo de Indisponibilidad muestran que este representa más de la mitad del Costo Total de la parada.<sup>4</sup>

- **IMPORTANCIA DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO**

El manejo adecuado de los costos de mantenimiento puede ayudar a vislumbrar para muchas empresas la barrera entre la competitividad y la ruina, como ha sido el caso de empresas que han perpetuado anacrónicos equipos y las que se han

innovado tecnológicamente sin estar preparadas para el reto de asimilar los nuevos conocimientos y procesos.

La infraestructura básica que permite adelantar tareas para controlar costos necesita de algunos elementos que faciliten tomar acciones concretas. Un elemento fundamental es un sistema de información que facilite conocer los costos a tiempo con exactitud y veracidad.

Cualquier persona dentro de la organización debe estar concientizada de la responsabilidad de velar por los costos, permaneciendo informado de su estado y de su contribución para dirigir los procesos de administración de las órdenes de trabajo, es un elemento fundamental en el sistema de gestión de costos de mantenimiento, pues debe diligenciarse con la mayor exactitud posible porque la sumatoria de sus datos permite conseguir la información necesaria.

Los costos de mantenimiento son útiles en dos sentidos:

- Permiten la evaluación de resultados internos de una organización de mantenimiento.
- Facilitan la comparación de la inversión con los resultados operativos de la empresa.

## **2.14 ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

Para realizar el análisis y diagnóstico del área empezamos con la investigación de las necesidades de los usuarios y en la evaluación de criterios para la recolección de datos, en función de los tipos de informes deseados.

Esto se lo realiza etapa, identificada con la participación de especialistas de las áreas de: Planificación, Organización y Métodos, Análisis de Sistemas y principalmente, usuarios, debiendo todos los participantes poseer la delegación del poder de decisión en sus actividades, para que el sistema desarrollado alcance el objetivo deseado. Durante esa etapa se elige el Proceso (manual o automatizado) a ser utilizado, de acuerdo con: las metas y los plazos a ser alcanzados, la confiabilidad deseada y los costos involucrados.

El Análisis y Diagnóstico, fue originalmente concebido como es presentado en la figura 10, cuando se le denominó "Polígono de Productividad del Mantenimiento" o "Radar del Mantenimiento".

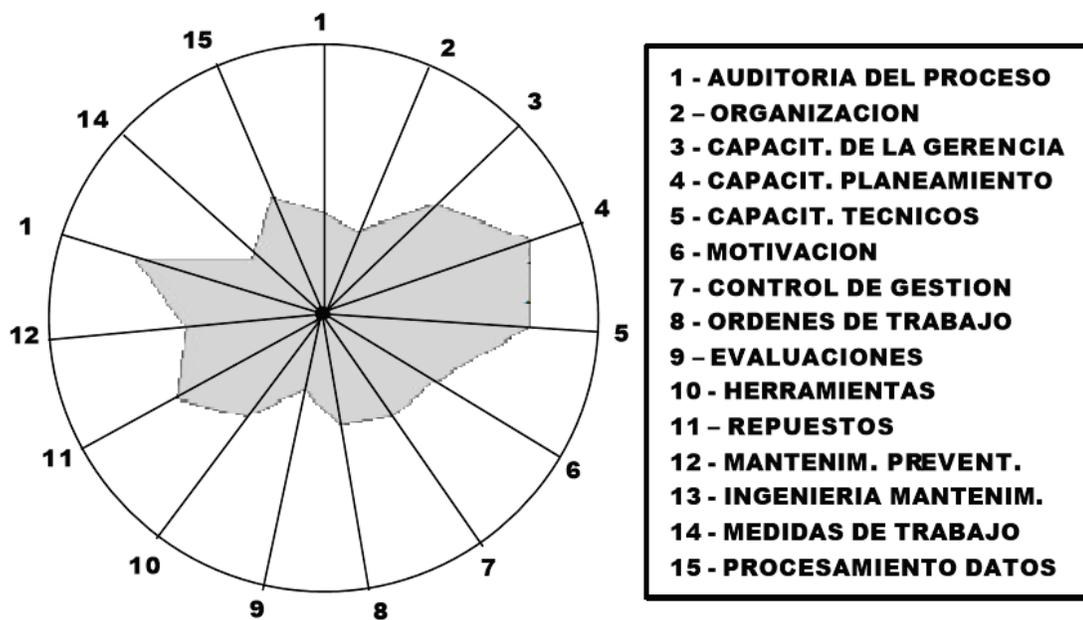
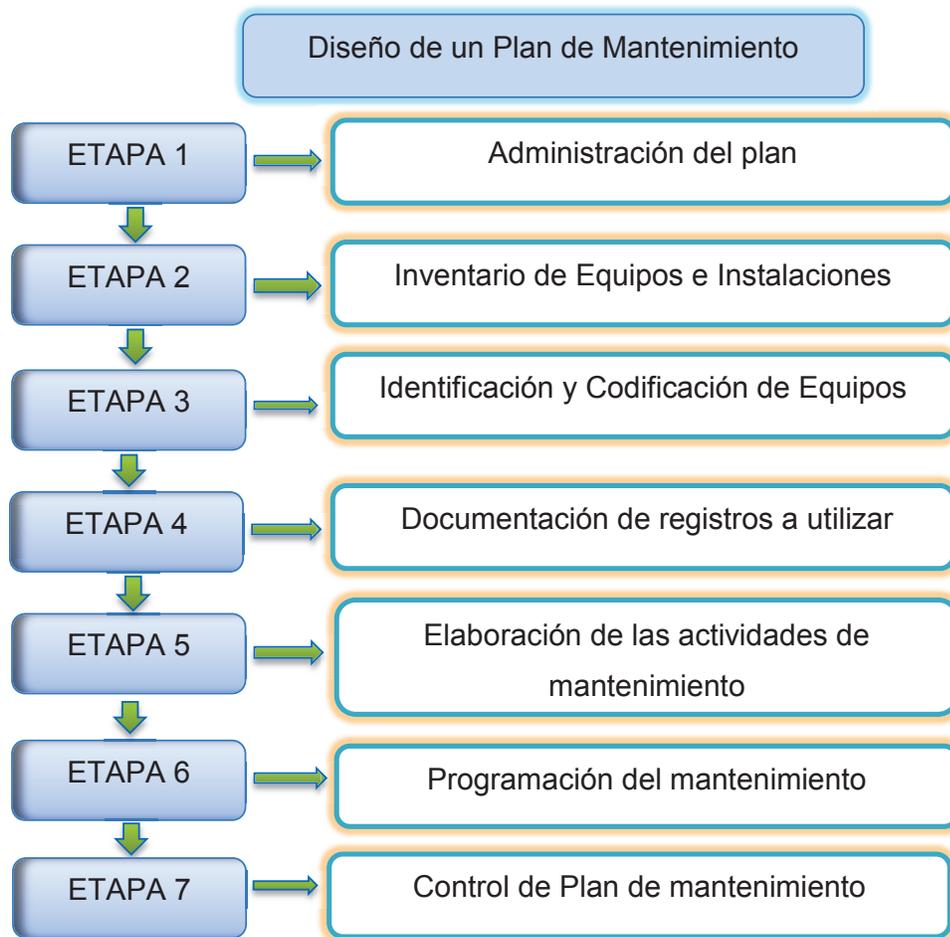


Grafico 2-4 Polígono de la Productividad del Mantenimiento (análisis y diagnóstico)<sup>4</sup>

El método se desarrolló, en el sentido de formar un grupo de trabajo de la propia empresa que, asesorado o no por consultores externos, evalúe la situación de los distintos aspectos de la gestión del mantenimiento. Este grupo de trabajo, coordinado por el gerente de mantenimiento, deberá estar compuesto por representantes de las áreas de ejecución del mantenimiento y otras a ésta directamente e indirectamente relacionadas (operación, material, organización y métodos, recursos humanos, capacitación y desarrollo, compras, procesamiento de datos, nuevos proyectos, archivo/biblioteca, control patrimonial, contabilidad y seguridad industrial), algunos de los cuales tendrán su participación limitada, solamente a los temas de sus niveles de acción.

## 2.15 ETAPAS PARA DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO.

En la ilustración 2-6 se presentan las diferentes etapas que servirán de guía para desarrollar un plan de mantenimiento.



**Ilustración 2-6 Etapas para desarrollar un plan de mantenimiento**

- **Etapa 1: Administración del plan.**- Esta etapa consiste en seleccionar el personal que controlara y además reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan
  
- **Etapa 2: Inventario de Equipos y de las Instalaciones.**-Se desarrolla una lista de todos los equipos e instalaciones de la empresa donde se va a aplicar el plan. Se elabora con el fin de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).
  
- **Etapa 3: Identificación o codificación del Equipo.**-Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique en forma única a cada equipo del

sistema, por lo tanto, se deberá establecer un sistema de identificación estándar.

- **Etapa 4: Documentación o Registro de las instalaciones.**-Es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse en el sistema de información del mantenimiento.
- **Etapa 5: Elaboración de actividades de mantenimiento.**- Se realiza la creación de las diferentes actividades basadas en manuales de las máquinas y equipos además de la experiencia del personal encargado.
- **Etapa 6: Programación de mantenimiento.**-Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada equipo del sistema general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo.
- **Etapa 7: Control del Programa.**-EL programa de mantenimiento debe realizarse según lo planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

## 2.16 INDICADORES DE GESTION

Los indicadores son herramientas de control que informan sobre tres sucesos importantes para detectar el desarrollo de nuestros planes:

1. Lo que se supone que va a acontecer
2. Lo que está aconteciendo
3. El grado de desviación entre los puntos 1 y 2.

En otras palabras miden el desempeño de un proceso de forma que se pueda alcanzar el objetivo deseado. Para esto deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas, definidos en el tiempo.

Los indicadores en una empresa se pueden dividir en 4 grupos:

**Indicadores de carga de trabajo.**-informan todo lo relativo al trabajo de mantenimiento programado que tiene el departamento y que está representado por las rutinas y órdenes de trabajo elaboradas por el centro de planeación y control de la empresa.

Estos se lo puede calcular mediante la ecuación 2-1, que nos servirá para calcular el índice de los trabajos elaborados.

$$Eficiencia = \frac{\# \text{ ordenes emitidas}}{\# \text{ ordenes programadas}} * 100 \quad \text{Ec. 2-1}$$

**Indicadores de planeación.**-permiten detectar la eficacia de la planeación del trabajo basándose en la interrelación de cargas de este, aquí se tiene dos ejemplos:

- Nivel de cumplimiento de planeación (%)
- Eficiencia de la planeación (%)

Estos se los puede calcular mediante la ecuación 2-2 en función de la necesidad.

$$Nivel \ de \ cumplimiento = \frac{\# \text{ informes de mantenimiento}}{\# \text{ actividades programadas}} * 100 \quad \text{Ec. 2-2}$$

**Indicadores de productividad.**-con este tipo de indicador se está en la posibilidad de conocer el aprovechamiento de los recursos de la empresa como pueden ser los siguientes:

- Eficiencia en el trabajo
- Nivel de disponibilidad de equipos
- Nivel de conservación

En nuestro caso mediante la ecuación 2-3 podremos calcular la disponibilidad de equipos.

$$Disp = \frac{\# \text{ equipos programados} - \text{equipos con paro}}{\text{equipos programados}} * 100 \quad \text{Ec. 2-3}$$

**Indicadores de costo.**-informan sobre la relación que existe entre los costos de mantenimiento y los diferentes costos de cualquier tipo que nos interese comparar.

- Indicador de reposición de equipos.
- Nivel de costo de mantenimiento por hora – hombre.
- Cumplimiento de presupuesto.

Un ejemplo de este tipo de indicador se calculara con la ecuación 2-4, en nuestro caso será el costo de mantenimiento de un equipo.

$$costo = \frac{\$ \text{ costo preventivo}}{\$ \text{ costo de mantenimiento total}} * 100 \quad \text{Ec. 2-4}$$

## 2.17 EL MANTENIMIENTO CON RELACIÓN A LA NORMA ISO 9001

El certificado ISO 9001 es una garantía adicional, que una organización da a sus clientes, demostrando, por medio de un organismo certificador acreditado, que la empresa tiene un sistema de gestión, con mecanismos y procedimientos para solucionar eventuales problemas referentes a la calidad.

Las normas ISO buscan describir los elementos básicos, por medio de los cuales los sistemas de aseguramiento de la calidad pueden ser implementados. Son normas de referencia, no teniendo carácter obligatorio o legal.

En la ISO 9001 el mantenimiento pasó a ser reconocido, como un requisito de control del proceso; La norma incluye un requisito de "proporcionar al equipo el mantenimiento adecuado para garantizar la capacidad continua del proceso".

El término adecuado está abierto a la interpretación. El proveedor tiene todo el derecho de determinar qué es lo adecuado, pero un auditor que conozca del proceso tiene el mismo derecho a cuestionar el programa que se haya definido. La llave del éxito de este requisito radica en que los auditores reconozcan que tienen que probar que algo no es adecuado mediante la evidencia de que los productos por entregar sufren efectos adversos, antes de redactar el informe de no cumplimiento, mientras que la compañía debe asegurarse de que se cumpla cabalmente con el requisito de "la capacidad continua del proceso".

Por lo tanto, para cumplir estas disposiciones, las empresas que desearan obtener o mantener la certificación, deberán elaborar los manuales de procedimientos del

sistema de mantenimiento, siguiendo las orientaciones hasta entonces enfocadas apenas para operación. De esta manera, los procedimientos deberán indicar:

**1: El objetivo** - de la función mantenimiento dentro de la empresa como actividad responsable por el aumento de la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos, obras e instalaciones (especialmente aquellas fundamentales a la actividad fin de la empresa), minimizando costos y garantizando el trabajo con seguridad y calidad.

**2: Referencias** - documentos internos o externos a la empresa, utilizados en la elaboración de los procedimientos del Sistema de Gestión del Mantenimiento.

**3: Áreas involucradas** – los sectores de la empresa en los cuales los procedimientos de mantenimiento serán aplicados.

**4: Estándares adoptados** – terminología.

**5: Estructura organizacional del órgano de mantenimiento** – organigrama de cada área con la indicación de los ocupantes de los cargos, responsabilidades de cada uno, procedimientos del Sistema de la Calidad, planificación de actividades, aprobación y alteración de documentos.

**5: Control** – criterios de control de actividades programadas y no programadas, las solicitudes, órdenes de trabajo y encerramiento de los servicios, criterios de control de equipos de inspección, medición y ensayos.

**6: Historial** – registros históricos de acciones correctivas y preventivas, mano de obra y material aplicados, costos implicados.

**7: Tratamiento de datos** – informes de gestión, (índices, gráficos y consultas). Las acciones para la corrección de distorsiones.

Estos criterios y procedimientos, deberán ser detallados involucrando los tipos de documentos, codificaciones, identificación, calificación, flujo de informaciones y métodos adoptados, pudiendo ser utilizados tanto para sistemas manuales como para sistemas automatizados.

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO**

#### **INTRODUCCION**

Para diseñar el plan de mantenimiento de una empresa primero es necesario realizar un análisis y diagnóstico del área para tener una idea clara y luego el alcance del plan y si el mantenimiento se hará con personal propio, externo o mixto. Eso varía en función, básicamente, de la estructura de la empresa y de los recursos de que dispone.

#### **3.1 SITUACIÓN INICIAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN ELECDOR S.A**

Con la finalidad de tener una idea clara del estado actual del área de mantenimiento se procedió a estudiar e identificar la causa de los problemas que dificultan la operación y desempeño de los equipos, en sus diferentes aspectos.

Dentro del análisis se consideró cinco aspectos fundamentales los cuales tienen correlación directa con las tareas de mantenimiento las mismas que se contemplan en el diagnóstico.

##### **3.1.1 DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO**

Primero que todo se inició con un estudio detallado de todo el mecanismo y el funcionamiento de la empresa, luego de realizar una observación detallada del funcionamiento normal de los procesos de producción fue posible determinar con mayor criterio cuales son las maquinas críticas de la planta de producción , y por consiguiente, desarrollar la estructura idónea del programa de mantenimiento el cual dará solución al problema que en la actualidad se presenta en la empresa,

como era la ejecución de un mantenimiento reactivo basado simplemente en solucionar los daños de las maquinas una vez estos se presentaban.

Al estudiar muy de cerca la gestión del mantenimiento existente, se encontró que la gran mayoría de mantenimientos se realizaban en el momento de ocurrir los daños, o sea, que solo se practicaba el mantenimiento de forma correctiva, mecanismo muy rudimentario poco eficiente al momento de producir resultados productivos y soluciones con una visión de largo plazo. Este proceso de mantenimiento y la forma de aplicación era la principal causa de que se presentaran diferentes situaciones e inconvenientes que afectaban considerablemente el proceso de producción de la empresa **ELECDOR S.A.**

Algunos mantenimientos se realizaban en el momento en que el operario creía o se daba cuenta de que “Las cosas están mal”, o sea que se dependía de su criterio, teniendo en cuenta su experiencia, en el funcionamiento mecánico de las maquinas pertenecientes al departamento de producción.

En la tabla 3-1 se presenta los criterios para evaluar la gestión de mantenimiento Elecdor Planta Quito.

<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CRITERIOS EVALUADOS</b>	
1	ORGANIZACION
2	EQUIPOS
3	SEGURIDAD
4	MANO DE OBRA
5	REPUESTOS
6	HERRAMIENTAS
7	AUDITORIAS DE MANTENIMEINTO
8	EVALUACIONES
9	ORDENES DE TRABAJO

Tabla 3-1 Criterios evaluados en Elecdor Planta Quito

### **1.-ORGANIZACIÓN.**

El área de mantenimiento carece de una estructura organizativa lo que genera una serie de problemas que conllevan a una congestión de trabajos sin terminar que

afectan directamente a la producción de la empresa, en la tabla 3-2 se presenta los problemas.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>
	<b>SITUACION ACTUAL</b>
	<b>ORGANIZACIÓN</b>
N°	PROBLEMAS
1	No existe planificación para los trabajos
2	No hay un presupuesto establecido
3	No existe actividades de registros de equipos
4	No se establece metas
5	Falta de políticas

**Tabla 3-2 Organización de Planta Quito**

Al no existir una organización adecuada, se hace muy difícil el ingreso de información así como también la actualización de la misma, lo que genera una pérdida en el historial de los diferentes equipos que forman la planta de producción.

## 2.-EQUIPOS.

La mayoría de equipos ELECDOR en la Planta Quito para su producción es de muy antigua por lo que no cuenta con sus respectivos manuales, así como tampoco con las recomendaciones del fabricante, en la tabla 3-3 se indican algunos de los problemas.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>
	<b>SITUACION ACTUAL</b>
	<b>EQUIPOS</b>
N°	PROBLEMAS
1	No existe información técnica de los equipos
2	Se realiza mucho mantenimiento correctivo
3	Desatención de los equipos por parte del mantenimiento
4	Falta de limpieza en los equipos
5	Equipos con avanzada edad

**Tabla 3-3 Equipos de Planta Quito**

### 3.-SEGURIDAD.

El personal que cumple con las tareas de mantenimiento no cumple con los requisitos o cuidados mínimos necesarios para la prevención de accidentes a esto se suman los problemas que se muestran en la tabla 3-4.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
	SITUACION ACTUAL
	SEGURIDAD
N°	PROBLEMAS
1	Improvisación de herramientas
2	No existe concientización por parte del personal
3	Falta de quipos de protección
4	Almacenamiento inseguro e inadecuado de repuestos

Tabla 3-4 Seguridad de Planta Quito

### 4.-MANO DE OBRA.

El personal que interviene en los trabajos de mantenimiento no cuenta con un conocimiento general de las tecnologías de las máquinas, así como también de conocimientos básicos de limpieza y seguridad industrial, a continuación en la tabla 3-5 se presenta los problemas encontrados.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
	SITUACION ACTUAL
	MANO DE OBRA
N°	PROBLEMAS
1	Falta de personal técnico
2	Falta de capacitación
3	Desconocimiento de técnicas de mantenimiento
4	Control inadecuado del mantenimiento

Tabla 3-5 Mano de obra de Planta Quito

### 5.-REPUESTOS.

Debido a la falta de organización, el área de mantenimiento no cuenta con un listado adecuado de materiales y repuestos, por lo cual se presentan problemas al momento de realizar el respectivo pedido de dicho insumo, a continuación en la tabla 3-6 se presentan los problemas encontrados.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>
	SITUACION ACTUAL
	<b>REPUESTOS</b>
N°	PROBLEMAS
1	No existe un control de bodega
2	No hay un stock de repuestos
3	Improvisación de materiales

**Tabla 3-6 Repuestos en Planta Quito**

## 6.-HERRAMIENTAS

La falta de herramienta para la realizar actividades de mantenimiento también se pudo encontrar, se presenta los problemas encontrados en la tabla 3-7.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>
	SITUACION ACTUAL
	<b>HERRAMIENTAS</b>
N°	PROBLEMAS
1	No existe inventario de herramientas
2	No hay un control del préstamo de herramientas en bodega
3	Falta de presupuesto para reponer herramientas

**Tabla 3-7 Herramientas de planta Quito**

## 7.-AUDITORIAS DE MANTENIMEINTO

El problema de las auditorias se presenta debido a que el personal encargado de mantenimiento desconocía sobre el tema.

## 8.-EVALUACIONES

El problema de evaluaciones se presenta principalmente debido que no manejaba ningún índice para ser evaluado, tampoco al personal encargado de las tareas de mantenimiento correctivo, la gestión del departamento tenía ningún control.

## 9.-ORDENES DE TRABAJO

El problema de las órdenes de trabajo se presentaba principalmente en que no se llenaba ningún formato todo era verbal, exceptuando cuando los daños eran de consideración en concretaras y polipastos.

### 3.2 EVALUACION INICIAL DEL MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO

Para la evaluación en la que se encuentra el área de mantenimiento, realizara mediante la evaluación de ponderaciones sobre los temas relacionados con la gestión de mantenimiento y las tareas de mantenimiento realizadas en los equipos con los que cuenta la planta de producción mediante preguntas a los trabajadores, visita a las instalaciones y revisión de documentos.

En la tabla 3-6 se muestra los resultados de los criterios evaluados y el grafico de radar de la evaluación de la gestión de mantenimiento dando un promedio de 28,75% actualmente en el departamento de la Planta Quito de ELEDOR.SA.



Tabla 3-8 Resultados de la evaluación inicial

En la tabla 3-7 se hace referencia a las tareas que involucran el mantenimiento de los equipos teniendo un promedio de 19,06 %.

 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		C O N C R E T E R A	P O L I P A S T O	V I B R A D O R E S	M O L D E S	S O L D A D O R A S	M A Q · E S T R I B O S	S I L O S	M A Q · A R A N D E L A S
EVALUACIÓN INICIAL DEL MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE PLANTA QUITO									
ITEM	CRITERIO DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN (1/5)							
A	Existe organización al realizar el mantenimiento	3	2	3	1	0	0	1	1
B	Se dispone de repuestos para las maquinas	1	1	0	1	1	0	1	2
C	Se registran todas las actividades realizadas a los equipos	1	1	1	1	0	0	0	0
D	Existe la herramienta necesaria para realizar el mantenimiento	3	2	3	1	2	1	1	2
E	Se realiza el mantenimiento recomendado por el fabricante	1	0	1	0	0	0	0	0
F	Se estimula la participacion de los trabajadores	1	3	1	2	1	1	1	1
G	Se elaboran informes de fallas ocurridas	3	1	1	2	1	1	1	1
H	Existe un plan de mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ALCANZADO		13	10	10	8	5	3	5	7
TOTAL ALCANZADO EN %		32,5	25	25	20	13	8	13	17,5
PROMEDIO GENERAL DE TODAS LAS MAQUINAS EN %		19,06							

Tabla 3-9 Evaluación inicial del mantenimiento a equipos en Planta Quito

### 3.3 RESULTADO INICIAL DEL MANTENIMIENTO EN ELECDOR S.A

El tipo de mantenimiento que actualmente es aplicado a la maquinaria de la empresa es el mantenimiento correctivo, éste consiste en ir reparando las averías o fallas a medida que se van presentando. Esto genera paros continuos y prolongados en la maquinaria, con lo cual a su vez genera mucho tiempo de ocio en los operadores de la máquina que sufre el desperfecto. Por lo general, las órdenes de producción se atrasan, lo cual genera una pérdida tanto económica como de imagen para la propia empresa.

Los propios operarios tratan de reparar el daño pero debido a su poco conocimiento en el área, en ocasiones complican más la situación. La falta de repuestos y herramientas adecuadas durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento,

hace que los trabajos efectuados por el personal operativo de la planta no sean muy confiables y por ende esto se refleja en el desempeño de los equipos.

Las actividades de mantenimiento preventivo que se realiza en la Planta Quito, se enfocaban únicamente a la lubricación y limpieza de las máquinas, pero estas se realizan sin una frecuencia previamente establecida.

Basados en el análisis de la situación actual de la empresa se determinó que:

- ELECDOR S.A. no cuenta con un Plan de Mantenimiento, todo el arreglo de averías resuelve él personal de mantenimiento cuando tienen tiempo y la maquina se paraliza.
- Toda la maquinaria tiene una avanzada edad, dificultando su mantenimiento, porque además de conocimiento técnico se tiene que saber la “maña” del funcionamiento del equipo.
- Todos los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos se efectúan sin planificación y desconocimiento de las técnicas de mantenimiento, es decir se espera a que la máquina falle para realizar los arreglos respectivos, lo que con lleva a una a una pérdida de producción.
- Todos los trabajos que se realizan por parte del personal del área de mantenimiento se efectúan utilizando herramientas inadecuadas lo que conlleva a accidentes para el trabajador y por lo tanto un trabajo ineficiente para la máquina.
- Al no existir un ente coordinador y regulador en el área de mantenimiento, este no cuenta con los materiales y repuestos necesarios para solventar los problemas de mantenimiento.
- En el momento no se lleva un sistema de información que describa los trabajos de mantenimiento ejecutados en las máquinas y equipos de la planta de producción.

### 3.4 PLAN DE MEJORAS PROPUESTAS EN PLANTA QUITO

A continuación se presentan en la tabla 3-10 las propuestas establecidas para mejorar el departamento de mantenimiento y las actividades realizadas por el personal.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHAS
Establecer un plan maestro de actividades y revisión.	Jefe de Mantenimiento	Presentar los primeros 15 días de año a Gerencia para su aprobación
Establecer un organigrama para el departamento de mantenimiento.	Departamento de Recursos Humanos	Anual
Capacitación al personal sobre los documentos establecidos y forma de llenado.	Jefe de Mantenimiento	Trimestral
Solicitar las herramientas indispensables además de equipos necesarios de protección personal para mantenimiento.	Jefe de Mantenimiento	Semestral
Dar un mantenimiento adecuado a todos los equipos .	Técnicos Electrico y Mecánico	Continuamente
Reemplazar ciertos equipos que ya cumplieron su vida útil.	Gerencia	Anual
Realizar auditorías para evaluar el desempeño del departamento de mantenimiento.	Departamento de calidad	Semestral

Tabla 3-10 Mejoras propuestas en planta Quito

### 3.5 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El establecimiento del plan de mantenimiento preventivo y predictivo de la planta de producción en la empresa “**ELECDOR**” se empezó por realizar un estudio detallado de la situación actual de la empresa respecto al mantenimiento de los equipos de producción para poder establecer cuáles son los problemas específicos que presenta la empresa en la organización del mantenimiento de los equipos.

La situación actual del mantenimiento se podría decir con mucha seguridad que necesita de mucha ayuda y orientación ya que se han realizado únicamente mantenimientos correctivos los cuales ocasionan paros innecesarios de las máquinas, con pérdida de recursos para la empresa.

Luego del análisis se procedió a listar cuales son las actividades críticas en el mantenimiento de los equipos para poder establecer con claridad cuáles son las actividades que se van a incluir en el plan de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos que intervienen en el proceso de producción de **ELECDOR**.

### 3.6 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Como se menciona en el capítulo anterior las diferentes etapas para el desarrollo del plan de mantenimiento en la Planta Quito, la cual se presenta un resumen en la ilustración 3-1.

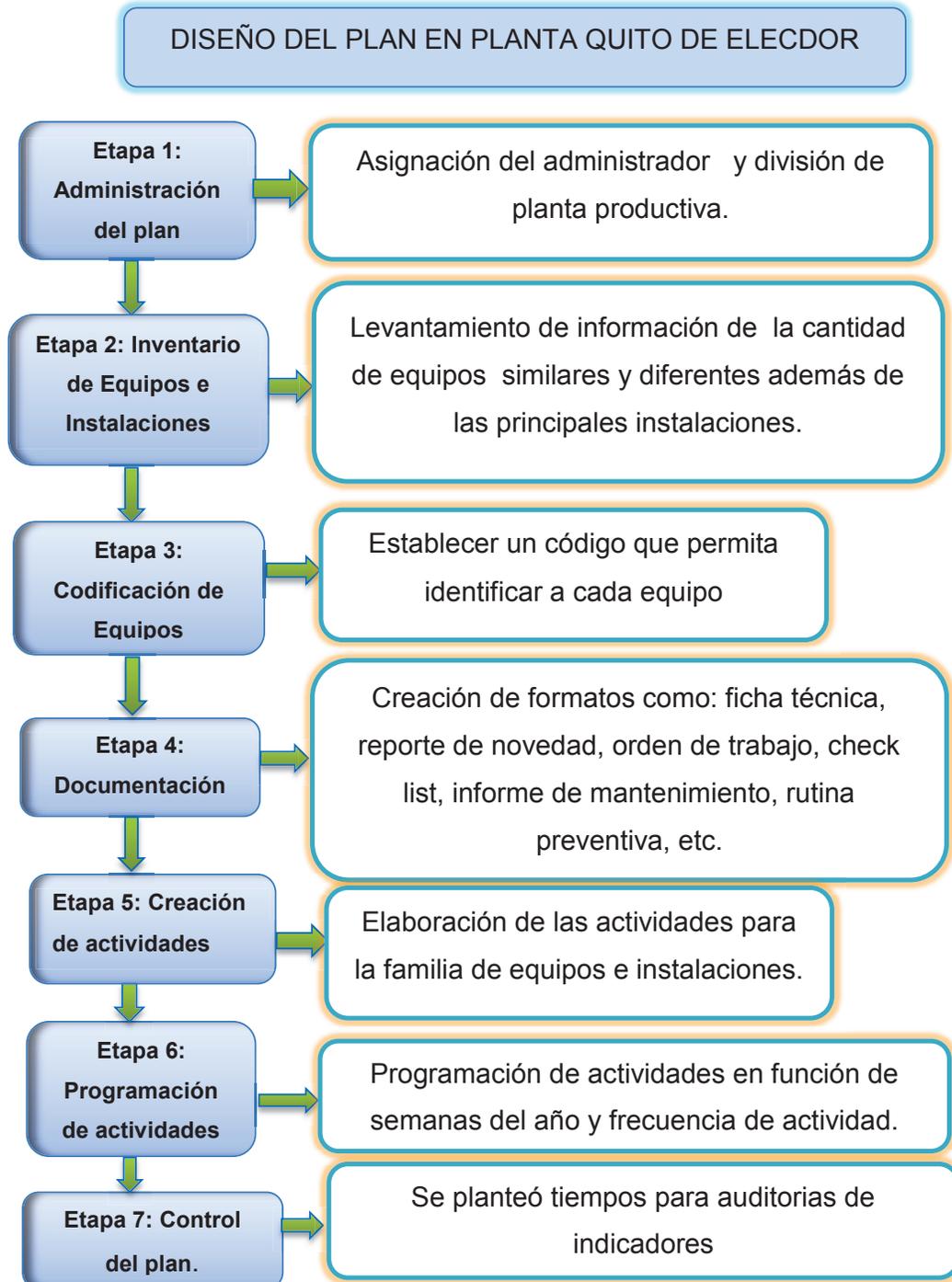


Tabla 3-11 Aplicación de las Etapas en Elecdor Planta Quito

## **ETAPA 1: ADMINISTRACION DEL PLAN EN PLANTA QUITO**

La persona encargada de administrar, planificar y organizar las actividades a ejecutarse será el Jefe de Mantenimiento en conjunto con el personal encargado del mantenimiento, además de hacer respetar el procedimiento para el mantenimiento de máquinas y equipos se puede ver en (ANEXO 1).

Para un mayor control de los equipos a los que se dará un mantenimiento preventivo y predictivo, se genera una división de la planta productiva en tres grupos:

**Producción:** Todos los equipos que intervienen directamente en la producción ya sean mecánicos, eléctricos, neumáticos, electrónicos, etc.

**Servicios:** Son equipos que suministran servicios como agua, luz, aire, etc. que no intervienen directamente en la planta productiva pero que son necesarios para la producción.

**Instalaciones:** Se refiere a las instalaciones compuestas por instalaciones eléctricas, red de drenaje, agua, infraestructura civil como oficinas, bodegas, baños, galpón de producción, almacenes, etc. Las cuales requieren de mantenimiento de obra civil principalmente.

## **ETAPA 2: INVENTARIO DE EQUIPOS E INSTALACIONES DE ELECDOR.**

Tener información de los equipos es fundamental en cualquier empresa, tener conocimientos de los equipos que funcionan nos ayuda a saber cuándo es necesario: cambiar los equipos dañados, dar el mantenimiento adecuado y a tiempo, saber cuándo es urgente un cambio de estos según el avance que tenga la tecnología, con el fin de nunca quedarse atrás de la competencia y realizar un mejor producto.

El inventario de los equipos constituye la parte más importante del proyecto, ya que con este se dio a conocer todos los tipos de equipos existentes en la planta de producción **ELECDOR S.A**, además de los principales sistemas, para realizarle así su respectiva codificación, con la finalidad anexarlos a la respectiva documentación.

En la Tabla 3-8 se indican las máquinas y equipos, así también en la tabla 3-9 las principales instalaciones de la planta de producción en Quito.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
	<b>INVENTARIO DE MAQUINAS Y EQUIPOS</b>		
	Elaborado por: Aguaiza Jose	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 05/07/2015
<b>NOMBRE DE MAQUINA O EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>		
Vibradores de banco	6		
Concreteiras	3		
Polipastos	2		
Maquina de estribos	1		
Maquina de arandelas	1		
Moldes	28		
Soldadoras	3		
Tecele de Cadena	1		
Esmeril de banco	1		
Taladro de Mano	2		
Silo de Almacenaje	2		
Amoladoras	6		
Bomba de agua	1		

Tabla 3-12 Inventario de Equipos de fábrica Quito

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
	<b>INVENTARIO DE INSTALACIONES</b>		
	Elaborado por: Aguaiza Jose	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 05/09/2015
<b>NOMBRE DE LA INSTALACION</b>			
INSTALACIONES ELECTRICAS			
INSTALACIONES HIDRAULICAS			
INSTALACIONES SANITARIAS			
INSTALACIONES DE EQUIPOS DE SEGURIDAD			
INFRAESTRUCTURA CIVIL			

Tabla 3-13 Inventario de Instalaciones de Planta Quito

### ETAPA 3: CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PLANTA QUITO

La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas y equipos de la planta de producción que permita identificar a cada uno de los equipos de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

Este es un recurso muy utilizado por el sistema de gestión de mantenimiento con la finalidad de identificar los grupos de equipos y los documentos asociados a los equipos. Para realizar la codificación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Tiene que ser corta (no más de diez caracteres)
- Entendible por todos
- Debe contener la mayor cantidad de información para identificar al equipo en su localización geográfica y tipo de trabajo que realiza
- Puede ser alfanumérico

El código correspondiente de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, se presenta la codificación que se adoptó en Elecdor S.A y se la muestra en la ilustración 3-1.

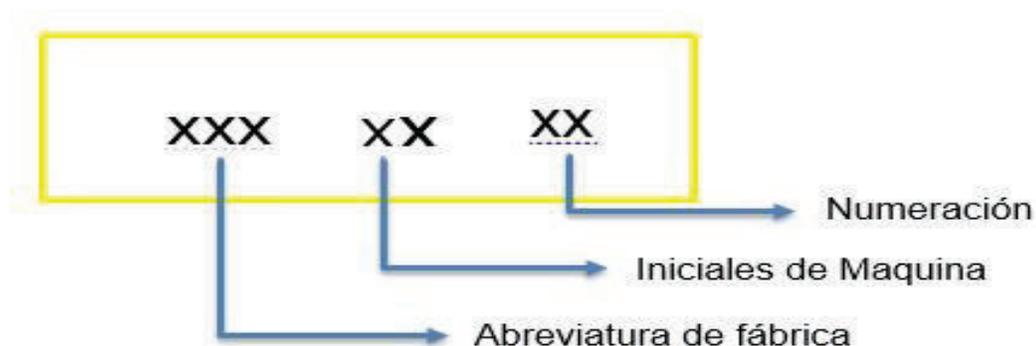


Ilustración 3-1 Estructura del código de Equipos

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se muestra en la tabla 3-10 la codificación utilizada para las máquinas dentro de la planta quito las cuales serán marcadas en todas las máquinas y equipos, para su fácil identificación.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
	<b>CODIFICACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS</b>		
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/04/2015
<b>NOMBRE DE MAQUINA O EQUIPO</b>		<b>CODIFICACION</b>	
Vibradores de banco		Fca - V0X	
Concreteras		Fca - Co0X	
Polipastos		Fca- Po0X	
Maquina de estribos		Fca- R0X	
Maquina de arandelas		Fca-A0X	
Moldes		Fca-M0X	
Soldadoras		Fca- S0X	
Tecla de Cadena		Fca-Te0X	
Esmeril de banco		Fca-E0X	
Taladro de Mano		Fca-Ta0X	
Silo de Almacenaje		Fca-Si0X	
Amoladoras		Fca-Mo0X	
Bomba de agua		Fca-B0x	

**Tabla 3-14 Codificación de Maquinas en Fabrica Quito**

#### **ETAPA 4: DOCUMENTACION UTILIZADA EN MANTENIMIENTO DE PLANTA QUITO**

Una buena administración y control de los catálogos y planos es reflejo de una adecuada integración entre los recursos técnicos y administrativos de mantenimiento y el respeto a uno de los mayores recursos de la empresa.

La mayoría de máquinas y equipos no poseen catálogos constituyéndose en una dificultad al tener que planear actividades de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones de los respectivos fabricantes.

Debido a que ELECDOR S.A. se encuentra acreditada por BUREAU VERITAS con la norma ISO 9001 versión 2008, es necesario tener registros que evidencien el cumplimiento de los requisitos de los diferentes numerales de la norma, por esta razón, fue necesario la creación y modificación de algunos formatos de documentos para sistema de información del programa los cuales se detallan a continuación:

- **Ficha Técnica.**- Registro permanente de los datos físicos o especificaciones de la maquinaria o equipo y su instalación. Estas deben ser cuidadosamente archivadas pues forman la base del sistema y se muestra un ejemplo en la ilustración 3-2.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CODIGO: MATTO-01</b>
	<b>FICHA TECNICA</b>				<b>FECHA:8-09-2014</b>
	<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		<b>REVISION :01</b>
<b>Aguaiza Jose</b>		<b>Villablanca Gabriel</b>			
<b>Maquina-Equipo:</b>	<b>Concreteira</b>	<b>Marca:</b>	<b>Piccini</b>	<b>Codigo del Equipo:</b>	<b>FCA-Co 03</b>
<b>Serie No:</b>		<b>Modelo:</b>	<b>Bio 800S</b>	<b>Tipo:</b>	
<b>Año de Ingreso:</b>	<b>2013</b>	<b>Año de fabricación:</b>	<b>2012</b>	<b>F. Recepción:</b>	<b>2013</b>
<b>Características Generales</b>					
<b>Peso:</b>	<b>2170 Kg</b>	<b>Altura:</b>	<b>3500 mm</b>	<b>Ancho: 2000mm</b>	<b>Largo: 3055 mm</b>
<b>Capacidad de Trabajo:</b>	<b>3 SACOS</b>				
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS:</b>					
<b>Capacidad de llenado</b>	<b>750 Lt</b>	<b>Voltaje:</b>	<b>220</b>	<b>Motor electrico</b>	<b>10 Hp</b>
<b>Capacidad de mezclado</b>	<b>500 Lt</b>	<b>Alimentación:</b>	<b>3 Fases</b>	<b>Motor Hidraulico</b>	<b>15 Hp</b>
<b>Presion de operación</b>	<b>140 kg/m</b>	<b>Revoluciones del tambor</b>	<b>10 rpm</b>		
<b>Presion de calibración</b>	<b>150 Kg/m</b>	<b>Amperaje:</b>	<b>15 Amp</b>		
					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>Actualmente la maquina se encuentra en funcionamiento</b>					
<b>Empresa constructora Bagant tel:022420-740</b>					

Ilustración 3-2 Ejemplo de Ficha Técnica

- **Historial de maquinaria.**- Es de primordial importancia que todas las reparaciones y ajustes más significativos sean registrados con el propósito de disponer de una información para propósito de análisis de mantenimiento efectuado, pues solamente conociendo lo que ha pasado se pueden tomar medidas correctivas para mejorar las operaciones y reducir los costos de mantenimiento en el futuro, se presenta el formato en la ilustración 3-3.



- **Reporte de novedad.**- es el formato mediante el cual los operadores informa sobre alguna anomalía de alguna maquina o equipo, se presenta en la ilustración 3-5.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CODIGO: FRN.4 - 04</b>	
					<b>FECHA: 2016-01-07</b>	
<b>REPORTE DE NOVEDAD</b>				<b>REVISIÓN:02</b>		
<b>REPORTE N°</b>				<b>FECHA:</b>		
<b>MAQUINA/EQUIPO:</b>				<b>MARCA:</b>		
<b>INSTALACIÓN:</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>				<b>CODIGO:</b>		
<b>SERIE:</b>				<b>AREA:</b>		
<b>MANTENIMIENTO:</b>	<b>PREVENTIVO:</b>		<b>CORRECTIVO:</b>		<b>OTRO:</b>	
<b>PROBLEMA:</b>	<b>MECANICO:</b>		<b>ELECTRICO:</b>		<b>ELECTRONICO:</b>	<b>OTRO:</b>
<b>INFORMADO POR:</b>						
<b>DESCRIPCION GENERAL DEL FALLO/AVERIA:</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>						
<b>INFORMADO POR:</b>				<b>RECIBIDO POR:</b>		

Ilustración 3-5 Ejemplo de Reporte de Novedad

- **Orden de trabajo.**- Es el formato que se utiliza para lograr la ejecución del programa de mantenimiento. La orden de trabajo es utilizada como un

documento para solicitud, planeación y control de los trabajos de mantenimiento, se presenta un ejemplo en la ilustración 3-6.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				CODIGO:FOT.4 -05	
					FECHA: 2016-01-07	
<b>ORDEN DE TRABAJO</b>					<b>REVISIÓN:02</b>	
<b>ORDEN DE TRABAJO N°:</b>		<b>REPORTE N°:</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>MAQUINA/EQUIPO:</b>				<b>MARCA:</b>		
<b>INSTALACIÓN:</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>				<b>CODIGO:</b>		
<b>SERIE:</b>				<b>AREA::</b>		
<b>MANTENIMIENTO:</b>	<b>PREVENTIVO:</b>		<b>CORRECTIVO:</b>		<b>OTRO:</b>	
<b>PROBLEMA:</b>	<b>MECANICO:</b>		<b>ELECTRICO:</b>		<b>ELECTRONICO:</b>	<b>OTRO:</b>
<b>PRIORIDAD:</b>	<b>ALTA:</b>		<b>BAJA:</b>		<b>URGENTE:</b>	
<b>DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO:</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>						
<b>SOLICITADO POR:</b>				<b>RECIBIDO POR:</b>		

Ilustración 3-6 Ejemplo de Orden de Trabajo

- **Formato de Rutina Preventiva.-** Resume las actividades de mantenimiento preventivas establecidas en el plan con sus respectivas fechas de realización, se presenta el formato utilizado en la ilustración 3-7.



	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CODIGO:FIM.4-06</b>	
	<b>INFORME DE MANTENIMIENTO</b>				<b>FECHA:2016-01-07</b>	
				<b>REVISION: 02</b>		
<b>INFORME N°</b>				<b>ORDEN N°</b>		
<b>MAQUINA/EQUIPO:</b>				<b>MARCA:</b>		
<b>INSTALACION:</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>				<b>CODIGO:</b>		
<b>SERIE:</b>				<b>AREA:</b>		
<b>MANTENIMIENTO:</b>	<b>PREVENTIVO:</b>		<b>CORRECTIVO:</b>		<b>OTRO:</b>	
<b>T I P O</b>	<b>MECANICO:</b>		<b>ELECTRICO:</b>		<b>ELECTRONICO:</b>	
	<b>HIDRAULICO:</b>		<b>INSPECCION:</b>		<b>LIMPIEZA:</b>	
	<b>REPARACION:</b>		<b>COMPLETAR:</b>		<b>INSPECCION GENERAL:</b>	
	<b>MANTENIMIENTO PARCIAL SENESTRAL:</b>					
	<b>MANTENIMIENTO GENERAL ANUAL:</b>					
<b>FECHA INICIO:</b>				<b>FECHA DE TERMINACION:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>						
<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>SUPERVISADO POR:</b>		<b>RECIBE CONFORME:</b>		

Ilustración 3-8 Ejemplo de Informe de Mantenimiento

**ETAPA 5: ELABORACION DE ACTIVIDADES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES EN PLANTA QUITO.**

Las actividades del plan de mantenimiento preventivo y predictivo tendrán como objetivo el conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y la de detectar posibles fallas potenciales que puedan ocasionar parada en la producción o afectar la seguridad del personal.

Con base a las recomendaciones hechas por los manuales de los fabricantes, la experiencia recogida por parte de los operarios y al estudio realizado de la literatura correspondiente al mantenimiento de equipos, se elaboró el plan de mantenimiento preventivo y predictivo por familia de las máquinas y equipos existentes en la fábrica Quito.

- **VIBRADORES DE BANCO**

En la tabla 3-11 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de vibradores de mesa.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo:Vibradores	COD:	Fca-V001
	Elaborado por: Aguiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades	Frecuencia	Tipo Mantto	
Visualizar que las conexiones esten bien aseguradas.	Diaria	Preventivo	
Inspeccionar cables que no esten rotos o sueltos			
Comprobar botonera que funcione correctamente.			
Medir intensidad y voltaje.	Semanal	Predictivo	
Lubricación de rodamientos, revisar que las conexiones de los bornes eléctricos estes bien ajustados y cables.	Mensual	Preventivo	
Limpieza de tapas, reajuste de pernos.			
Termografía para analizar futuras fallas	Semestral	Predictivo	
Revisión y limpieza completa tanto eléctrica y mecánica.	Anual	Preventivo	
Pintado del equipo			

Tabla 3-11 Actividades de mantenimiento para Vibradores de Mesa

- **MOLDES**

En la tabla 3-12 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de los moldes.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo: Moldes	COD:	Fca-M01
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades	Frecuencia	Tipo Mantto	
Limpieza de residuos con formaletas y barrido para despues pasar desmoltante.	Diario	Preventivo	
Revisar bisagras en todo el molde, lubricar bisagras.	Mensual	Preventivo	
Revisar deformaciones, estado de vinchas.			
Realizar soldadura de reparacion, revision de los mandriles.			
Revisión mecánica y pintado exterior.	Anual	Preventivo	

Tabla 3-12 Actividades de mantenimiento para moldes

- **CONCRETERAS**

En la tabla 3-13 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de concretaras.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo: CONCRETERA	COD:	Fca-Co003
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades	Frecuencia	Tipo Mantto	
Medir voltaje y corriente del motor principal	Semanal	Predictivo	
Desmontaje de la flauta de agua para limpieza del concreto e inspeccion del tambor.	Mensual	Preventivo	
Lubricación de piñon principal y cremallera del tambor.			
Revisar nivel de aceite ,bomba y mangeras que no existan fugas.			
Cambio de aceite Hidráulico.	Cada cuatro meses	Preventivo	
Limpieza en general y revisión de las principales partes, engrase de rodamientos.	Semestral	Preventivo	
Termografía en los motorestanto electrico como mecánicoy sistema de transmisión de potencia.		Predictivo	
Revisión completa de la máquina tanto eléctrica, mecánica, hidráulica y pintado.	Anual	Preventivo	
Análisis de vibraciones para comprobar funcionamiento de rodamientos.	Anual	Predictivo	

Tabla 3-13 Actividades de mantenimiento para concretas

- **SOLDADORAS**

En la tabla 3.14 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de soldadoras de arco eléctrico.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
	<b>Equipo: Soldadora</b>	<b>COD:</b>	<b>Fca-S001</b>
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
<b>Actividades</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tipo Mantto</b>	
Revisión de cables reajuste en conectores	Quincenal	Preventivo	
Medir Voltaje e intensidad.	Mensual	Predictivo	
Limpieza de maquina por dentro.	Bimensual	Preventivo	
Verificación del estado de pinza y porta-electrodo, limpieza general de maquina.	Semestral	Preventivo	

Tabla 3-14 Actividades de mantenimiento para soldadoras

- **POLIPASTOS**

En la tabla 3-15 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de los polipastos.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
	<b>Equipo: Polipasto</b>	<b>COD:</b>	<b>Fca-Po001</b>
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
<b>Actividades</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tipo Mantto</b>	
Visualizar cables que no estén rotos o desgarrados. Comprobar correcto funcionamiento del sistema de frenado y fin de carrera.	Diaria	Preventivo	
Comprobar botonera de accionamiento de los motores y estado del freno.	Mensual	Preventivo	
Medir intensidad y voltaje.	Mensual	Predictivo	
Inspeccionar visualmente cable de elevación y sus amarres.	Mensual	Predictivo	
Engrase del cable de elevacion.	Mensual	Preventivo	
Verificar niveles de aceite y de ser necesario llenar en los grupos reductores.	Trimestral	Preventivo	
Comprobar buen estado del gancho de carga, engrase rodamientos y de poleas.	Semestral	Preventivo	
Limpieza de contactores y inspección del cableado eléctrico, Examinar el desgaste de los elementos de freno.			
Revisión completa de la maquina tanto eléctrica y mecánica ,Cambio de aceite.	Anual	Preventivo	
Pintado con anticorrosivo toda la riel de trabajo.			

Tabla 3-15 Actividades de mantenimiento para polipastos

- **TECLE**

En la tabla 3-16 se presentan las actividades para ser realizadas en el tecele.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo: Tecle	COD:	Fca-T001
	Elaborado por:	Aprobado por :	Fecha:
	Aguaiza José	Gerencia	20/08/2015
Actividades		Frecuencia	Tipo Mantto
Limpieza y verificar visualmente fallos exteriores, deformaciones, grietas de la cadena.		Mensual	Preventivo
Comprobar que la cadena tenga suficiente lubricación o en caso necesario engrasar.			

Tabla 3-16 Actividades de mantenimiento para tecele

- **MAQUINA DE ESTRIBOS**

En la tabla 3-17 se presentan las actividades para ser realizadas en la máquina de estribos.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo: Maq Estribos	COD:	Fca-R01
	Elaborado por:	Aprobado por :	Fecha:
	Aguaiza José	Gerencia	20/08/2015
Actividades		Frecuencia	Tipo Mantto
Verificar nivel de aceite y reponer si hace falta.		Mensual	Preventivo
Revisar si existen posibles fugas de aceite, revisar estado de grasas en el reductor.			
Medir intensidad y voltaje del motor principal.		Mensual	Predictivo
Revisar cables de conexiones del motor y pulsador de encendido.		Trimestral	Preventivo
Engrasar rodamientos y chumaceras			
Revisión y limpieza completa tanto eléctrica y mecánica.		Anual	Preventivo
Realizar cambio de aceite en el reductor.			
Pintado del equipo			

Tabla 3-17 Actividades de mantenimiento para máquina de estribos

- **MAQUINA DE ARANDELAS**

En la tabla 3-18 se presentan las actividades para ser realizadas en la máquina de arandelas.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo:Maq Arandelas	COD:	Fca-A01
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades	Frecuencia	Tipo Mantto	
limpieza general de los dados y matrices.	Diaria	Preventivo	
Revisar y reajustar los pernos y tuercas de las matrices y de los cilindros.	Semanal	Preventivo	
Medir intensidad y voltaje del motor principal.	Mensual	Predictivo	
Verificar estado de cauchos y resortes.		Preventivo	
Revisar estado de las bandas y poleas,engrasar rodamientos.	Trimestral	Preventivo	
Revisión y limpieza completa tanto eléctrica y mecánica.	Anual	Preventivo	
Pintado del equipo			

Tabla 3-18 Actividades de mantenimiento para máquina de arandelas

- **ESMERIL DE BANCO**

En la tabla 3-19 se presentan las actividades para ser realizadas en el esmeril.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo:Esmeril	COD:	Fca-E01
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades	Frecuencia	Tipo Mantto	
Revisión eléctrica, verificar estado de carbones carbones y cambio de muelas para esmerilado.	Semestral	Preventivo	
Limpieza general y verificación del estado de piezas sea el caso reemplazo.	Anual	Preventivo	

Tabla 3-19 Actividades de mantenimiento para esmeril

- **TALADROS DE MANO**

En la tabla 3-23 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de taladros manuales.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo:Taladros	COD:	Fca-Ta 01
	Elaborado por: Aguaiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades	Frecuencia	Tipo Mantto	
Revisión de cable,carbones.	Semestral	Preventivo	
Limpieza general y revision eléctrica completa.	Anual	Preventivo	

Tabla 3-15 Actividades de mantenimiento de taladros

- **SILOS DE ALMACENAJE**

En la tabla 3-20 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de silos de almacenaje.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo: Silo de almacenaje	COD:	Fca-Si01
	Elaborado por: Aguiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades		Frecuencia	Tipo Mantto
Limpieza del sistema de filtrado de retención de polvos.		Quincenal	Preventivo
Limpieza del cono de desforge.		Trimestral	Preventivo
Inspección visual de las condiciones de: soportes, escaleras, pasamanos y demas elementos estructurales.		Semestral	Predictivo
Realizar una inspección por ultrasonido con el fin de verificar espesores .		Anual	Predictivo
Pintado general.		Anual	Preventivo

Tabla 3-20 Actividades de mantenimiento para silos de almacenaje

- **BOMBA DE AGUA**

En la tabla 3-21 se presentan las actividades para ser realizadas en la bomba de agua.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	Equipo: Bomba de agua	COD:	Fca-B01
	Elaborado por: Aguiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
Actividades		Frecuencia	Tipo Mantto
Inspeccionar visualmente los sellos en busca de fugas.		Mensual	Preventivo
Revisar conexiones electricas y reajustar pernos.		Trimestral	Preventivo
Realizar una inspeccion general revisar empaques analizar corrosión.			
Lubricación de rodamientos.			
Revisión completa mecánica y eléctrica, pintado exterior.		Anual	Preventivo

Tabla 3-21 Actividades de mantenimiento para bomba de agua

- **AMOLADORAS**

En la tabla 3-22 se presentan las actividades para ser realizadas en la familia de amoladoras.

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
	<b>Equipo:Amoladoras</b>	<b>COD:</b>	<b>Fca-Mo01</b>
	Elaborado por: Aguiza José	Aprobado por : Gerencia	Fecha: 20/08/2015
<b>Actividades</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Tipo Mantto</b>
Revision de cable,carbones y engrase de piñon de giro.		Semestral	Preventivo
Limpieza general y revision eléctrica completa.		Anual	Preventivo

Tabla 3-22 Actividades de mantenimiento de amoladoras

- **ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PARA INSTALACIONES DE PLANTA QUITO**

Dentro de las actividades del mantenimiento preventivo que se propone se toma en cuenta las instalaciones que se presentan en la tabla 3-11.

<b>INSTALACIONES DE ELECDOR PLANTA QUITO</b>
INSTALACIONES ELECTRICAS
INSTALACIONES HIDRAULICAS
INSTALACIONES SANITARIAS
INSTALACIONES DE EQUIPOS DE SEGURIDAD
INFRAESTRUCTURA CIVIL

Tabla 3-16 INSTALACIONES DE PLANTA QUITO

Para el evitar el deterioro de las instalaciones con la que cuenta la planta de producción Elecdor Quito se realizó la siguiente planificación de actividades que se muestra a continuación.

**Instalaciones eléctricas de Planta Quito**

En la tabla 3-12 se presenta las actividades que se realizaran con su respectiva frecuencia propuestas para la planta quito.

ACTIVIDADES	FRECUENCIA			
	SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
REVISION DE FUSIBLES				
REVISION DE LAMPARAS Y COMPROBAR FUNCIONAMIENO				
REVISION DE BREKES, TOMACORRIENTES Y TABLEROS DE DISTRIBUCION SECUNDARIOS				
REVISION DE EXTENSIONES Y ESTADO DE CABLE DE BOTONERA				
INSPECCION Y LIMPIEZA COMPLETA DE LOS TABLEROS DE CONEXIÓN ELECTRICA REAJUSTE DE PERNOS VISUALIZACION DEL ESTADO DE CABLES				

Tabla 3-17 Actividades de mantenimiento en instalaciones eléctricas

### Instalaciones hidráulicas de Planta Quito

Dentro de estas instalaciones se tomó principalmente las de almacenamiento del agua y sus accesorios, en la tabla 3-13 se presenta las actividades que se realizaran con su respectiva frecuencia propuestas para la planta quito.

ACTIVIDADES	FRECUENCIA		
	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
LIMPIEZA DE CISTERNA Y COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE BOYA			
VERIFICACIÓN ÓRGANOS DE CIERRE DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD. REVISIÓN GENERAL EN TRAMOS VISIBLES DE FUGAS EN REDES DE AGUA			
REVISION/REPARACION DE FUGAS EN LINEA DE CONDUCCION DEL AGUA			
REVISION DE EMPAQUES EN LLAVE DE PASO VERIFICAR CORROSION			

Tabla 3-18 Actividades de mantenimiento en instalaciones hidráulicas

### Instalaciones Sanitarias de Planta Quito

En la tabla 3-14 se presenta las actividades que se realizaran con su respectiva frecuencia propuestas para la planta quito.

ACTIVIDADES	FRECUENCIA				
	DIARIO	SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
LIMPIEZA GENERAL DE BAÑOS					
LIMPIEZA DE CANALETA DE AGUA LLUVIA					
REVISION DE BAÑOS Y DUCHAS					
REVISION Y LIMPIEZA DE CALEFON					
LIMPIEZA POR MEDIOS MECÁNICOS DE TODOS LOS CIRCUITOS DE LA RED DE SANEAMIENTO.					

Tabla 3-19 Actividades de mantenimiento en instalaciones sanitarias

### Instalaciones de infraestructura civil de Planta Quito

En la tabla 3-15 se presenta las actividades que se realizaran con su respectiva frecuencia propuestas para la planta quito.

ACTIVIDADES	FRECUENCIA			
	SEMANTAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
LIMPEZA DE INSTALACIONES GENERAL				
LIMPIEZA DEL JARDIN DE ENTRADA PRINCIPAL				
REVISION DE PUERTAS Y ACCESOS PRINCIPALES				
PINTADO EXTERIOR/INTERIOR DE FABRICA				
REPARACION DE DAÑOS POR DETERIORO				

Tabla 3-20 Actividades de mantenimiento en infraestructura civil



Se presenta en la ilustración 3-9 un ejemplo de la programación del plan de mantenimiento en equipos de fábrica Quito del periodo 2016 propuesto para dar inicio, en el anexo 1 se puede visualizar la programación completa.

		PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO DE EQUIPOS EN FABRICA QUITO DEL AÑO 2016																																																																																	
CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	TIPO	FRECUENCIA	Enero							Febrero							Marzo							Abril							Mayo							Junio							Julio																																				
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
fca C 002 fca C 003	Concreteras	Medir voltaje y corriente del motor principal	PREDICTIVO	SEMANAL	[Orange bar]																																																																														
		Desmontaje de la flauta de agua para limpieza del concreto e inspeccion del tambor.	PREVENTIVO	MENSUAL	[Blue bar]																																																																														
		Lubricación de piñon principal y cremallera del tambor.	PREVENTIVO		[Blue bar]																																																																														
		Revisar nivel de aceite ,bomba y mangueras que no existan fugas.	PREVENTIVO		[Blue bar]																																																																														
		Cambio de aceite Hidráulico	PREVENTIVO		CADA CUATRO MESES	[Brown bar]																																																																													
		limpieza en general y revision del estado de las principales partes , engrase de rodamientos.	PREVENTIVO	SEMESTRAL	[Yellow bar]																																																																														
		Termografía en los motores tanto eléctrico como hidráulico y sistema de transmisión de potencia.	PREDICTIVO	SEMESTRAL	[Yellow bar]																																																																														
		Revisión completa de la maquina tanto, eléctrica, mecánica, hidráulica, Pintado.	PREVENTIVO	ANUAL	[Red bar]																																																																														
Análisis de vibraciones para funcionamiento de rodamientos	PREDICTIVO	ANUAL	[Red bar]																																																																																

Ilustración 3-9 Ejemplo de llenado de la programación en el plan maestro

## ETAPA 7 CONTROL DEL AREA DE MANTENIMIENTO

Para el control de programa se plantea realizar auditorías de verificación en control de documentos cada seis meses, además de realizar análisis mediante la evaluación de un conjunto de indicadores de mantenimiento considerados que se emplearan para tomar decisiones sobre la mejora de actividades del departamento de mantenimiento.

### 3.7 CONSIDERACIONES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Una vez realizado de forma teórica toda la información del plan de mantenimiento preventivo y predictivo, es necesario realizar la implementación de este para comprobar su eficiencia, Para que este plan fluya de manera organizada, se recomienda a **ELECDOR S.A** aplicarlo de la siguiente manera:

Cada mes se debe generar el cronograma mensual de mantenimiento donde están incluidos las actividades que se deben realizar en el mes para los equipos, este cronograma será suministrado por el jefe de mantenimiento a los técnicos encargados del mantenimiento.

Luego de tener esta información impresa, y conocer cuántos y cuáles son los mantenimientos programados en el mes, se programara las fechas en que se van a ejecutar las actividades previniendo con esto paras que afecten considerablemente el proceso de producción de la empresa.

Cada vez que se realiza un mantenimiento el responsable se encargara de llenar adecuadamente cada uno de los informes de mantenimiento preventivo creados con el fin de especificar cual equipo o instalación recibió el mantenimiento de acuerdo a lo planificado y también cuando sea mantenimiento correctivo ya que esto ayudara para futuras auditorias que se realice en el proceso de mantenimiento.

## **CAPITULO IV**

### **IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO.**

#### **INTRODUCCION**

Para llevar la implantación del plan de mantenimiento uno de los aspectos más importantes para que funcione bien, es mantenerlo activo y asimismo irle adaptándolo a la realidad. Por lo tanto al finalizar el año es recomendable realizar correcciones oportunas, cuando se note que el sistema es ineficaz.

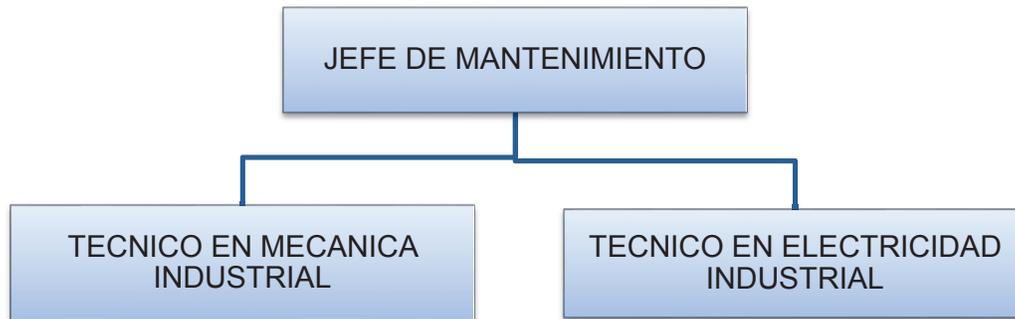
Además de contar con el recurso humano necesario para su ejecución, así también con un stock de repuestos para optimizar las actividades de mantenimiento al contar con repuestos en bodega y finalmente las herramientas necesarias.

#### **4.1 PERSONAL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO EN ELECDOR S.A**

Para el desarrollo, ejecución y control de las tareas del programa de mantenimiento preventivo es necesario contratar a una persona que con la experiencia adecuada pueda desempeñar el cargo de mecánico industrial y un técnico electricista industrial, además de la cooperación de los operarios ya que hay tareas que necesariamente requiere de más de una persona para su ejecución.

El estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio.

El departamento de mantenimiento se propone estructurarlo sobre la base del siguiente organigrama presentado en la ilustración 4-1.



**Ilustración 4-1 Organigrama de Mantenimiento**

En términos generales las funciones del personal de mantenimiento podemos resumir las siguientes principalmente:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.
- Registrar el resultado de su actividad para, mediante su análisis, permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, de la mantenibilidad, productividad).

#### **4.2 RESPONSABILIDADES DE ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO**

Para poder llevar un mejor control del programa de mantenimiento que se implementará en la empresa, es necesario definir a los encargados en la ejecución de las actividades propias del programa, también se incluye las responsabilidades que recaen sobre cada persona, como la respectiva autoridad que estas adquieren, a fin de que la ejecución del nuevo sistema de mantenimiento se realice bajo lineamientos claramente definidos.

Las responsabilidades del personal involucrado directamente con las actividades propias del programa de mantenimiento, se presenta en la tabla 4-1.

CARGO	RESPONSABILIDADES
<p align="center"><b>JEFE DE MANTENIMIENTO</b></p>	<p>Mantener un registro de los equipos y maquinaria de la organización.</p> <p>Llevar los respectivos registros actualizados y realizar la evaluación de los indicadores.</p> <p>Revisar el plan de mantenimiento de ser el caso realizar las modificaciones y presentar en los primeros quince días del primer mes del año a gerencia para su aprobación.</p> <p>Informar del estado de la maquinaria y de ser el caso solicitar el remplazo de acuerdo a un informe técnico.</p> <p>Planificar las actividades mensualmente de acuerdo con el plan de mantenimiento establecido y aprobado.</p> <p>Llevar un inventario de repuestos necesarios y realizar los pedidos.</p>
<p align="center"><b>TECNICO ELECTRICO INDUSTRIAL</b></p>	<p>Ejecutar las actividades encomendadas de la mejor manera.</p> <p>Realizar las lecturas de las variables electricas y llenar las hojas de registro</p> <p>Trabajar de una manera eficiente a fin de mantener las maquinas e instalaciones en buen estado.</p> <p>Resolver cualquier inquietud que tenga el operario de la maquinaria en cuanto a la parte eléctrica.</p> <p>Colaborar con las actividades de mantenimiento de las instalaciones.</p>
<p align="center"><b>TECNICO MECANICO INDUSTRIAL</b></p>	<p>Ejecutar las actividades encomendadas de la mejor manera.</p> <p>Colaborar en todas las rutinas de mantenimiento de maquinaria, donde se lo requiera para realizar de una manera eficiente.</p> <p>Presentar informes de las actividades realizadas.</p> <p>Colaborar para lograr los objetivos que pretende el programa de mantenimiento planteado.</p>
<p align="center"><b>PERSONAL OPERATIVO</b></p>	<p>Reportar cualquier anomalia en las maquinas que manejen en el menor tiempo posible.</p> <p>Operar correctamente las maquinas a fin de evitar cualquier desperfecto o falla debido a una mala operación.</p> <p>Evitar dañar, golpear y destruir las maquinas con el fin poder mantenerlas en buenas condiciones por mas tiempo.</p> <p>Colaborar con los trabajos de mantenimiento y efectuar las tareas que se les asigne de una manera eficaz.</p>

Tabla 4-1 Responsabilidades en el área de mantenimiento de Planta Quito

## **FACTORES QUE INFLUYEN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO**

Uno de los factores más importante es el tiempo para la implementación de sistemas de mantenimiento similares en otras empresas varía, por lo cual los resultados de éste plan de mantenimiento aplicado a los equipos e instalaciones en la empresa ELECDOR.S.A., empezarán a notarse después de seis meses.

Existe una gran cantidad de factores que influyen significativamente aparte del tiempo. Entre estos factores podemos mencionar algunas:

1. Gran resistencia al cambio
2. Aprendizaje de actividades de mantenimiento en las máquinas.
3. Aprendizaje de utilización de formatos de fichas de control.
4. Mantenimiento correctivo imprevisto en los equipos.
5. Aplicación total de las rutinas de mantenimiento en los equipos.
6. Rutinas de mantenimiento con frecuencia de más de 6 meses.

## **BITÁCORA DE MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO**

La bitácora será el espacio donde se archivara toda la información relacionada a las actividades del mantenimiento, manuales, procedimientos, etc. El cual servirá como medio de consulta de las acciones o tareas de mantenimiento y se incluye todos los sucesos que tuvieron lugar durante la realización de dichas tarea, las fallas que lo produjeron, los cambios que se introdujeron, el tiempo que la maquinaria estuvo parada, los costos de repuestos que ocasionaron de cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa ELECDOR.S.A.

En la ilustración 4-2 se muestra el espacio destinado para los archivos de mantenimiento en la Planta Quito.



Ilustración 4-2 Bitácora de carpetas

### 4.3 STOCK MINIMO DE REPUESTOS Y MATERIALES PARA MANTENIMIENTO EN PLANTA QUITO

Con la finalidad de llevar un control de los repuestos e insumos que se utilizan en todas las tareas de mantenimiento, tanto preventivo o correctivo que se ejecutan en la empresa. Esto con el objetivo de generar un historial o registro de consumo de los repuestos y materiales, que son utilizadas por el personal encargado el mantenimiento a la maquinaria y de esta manera establecer las niveles máximos, mínimos y pedido óptimo de cada uno de ellos. Los repuestos o materiales, la cantidad y período de adquisición deben de ser analizados constantemente, para lograr mantener en stock de inventarios, únicamente los materiales indispensables para la ejecución correcta y eficaz de las tareas y actividades del programa de mantenimiento.

Debido a que actualmente el tipo de mantenimiento aplicado a la maquinaria de la empresa ELECDOR S.A. es el correctivo, no se tiene un registro histórico del consumo de los repuestos, ya que éstos se compran a medida que se vayan requiriendo en el mantenimiento aplicado. Con la experiencia de los operarios se logró establecer un listado de los repuestos más utilizados en los mantenimientos a la maquinaria. Con este listado, se iniciará con un historial para cada repuesto a partir de la implementación del programa de mantenimiento, con la finalidad de establecer el control de inventarios de repuestos, materiales y herramientas.

Por el momento se propone iniciar con una mínima cantidad de cada repuesto y conforme el programa avance se podrá establecer definitivamente un stock de

repuestos. En la tabla 4-2 se plantean un stock de repuestos mínimo necesarios para realizar de una manera oportuna y sin pérdida de tiempo las labores de mantenimiento.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MOTIVO DE USO
<b>SOLDADORAS</b>		
3	Pinza porta electrodos de 300 Amp	Cambio por deterioro
3	Pinza de puesta a tierra de 300 Amp	Cambio por deterioro
60 metros	Alambre vulcanizado de 3 hilos X 10 calibre	Conexión hacia la caja de protección de tableros secundarios por deterioro
10	Terminales ojo de pollo para cable # 1	Cambio por deterioro
<b>MOTOVIBRADORES</b>		
2	Arrancadores con botoneras de encendido para motores de 5 HP	Cambio por deterioro
100 metros	Alambre vulcanizado de 3 hilos X 10 calibre	Cambio por deterioro
1	Breaker trifásico de 40 Amp	Cambio por deterioro
2	Reles termicos Tipo GKT-22 (5-8)Amp marca MEC	Cambio por deterioro
2	Contactores tipo GTK-22(-8) Amp marca Mec	Cambio por deterioro
5 libras	Grasa tipo grafito Grado 2	Lubricación de partes móviles
6	Rodamientos # 6005 2R	Cambio por deterioro
50	Terminales ojo de pollo para cable # 10	Cambio por deterioro
<b>CONCRETERAS</b>		
21 Galones	Aceite hidraulico ISO 46	Realización de cambio y completar
8	Rodamientos # 6307 3R radiales de bolas	Cambio por deterioro
4	Rodamientos #6017 C3 radiales de bolas	Cambio por deterioro
2	Rodamientos # 2212 C3 axiales doble anillo de bolas con tapas	Cambio por deterioro
2 Galones	Aceite SAE 90	Completar nivel y cambio en reductor
<b>POLIPASTOS</b>		
2	Rodamientos # 6210 2R radiales de bolas	Cambio por deterioro
2	Rodamientos # 6208 2R radiales de bolas	Cambio por deterioro
5	Pulsadores (NC) cerrado	Cambio por deterioro
5	Pulsadores(NO) abierto	Cambio por deterioro
1 Galón	Aceite SAE 140	Realización de cambio y completar
<b>MAQUINA DE ARANDELAS</b>		
2	Bandas de diente en V # A 45	Cambio por deterioro
2	Bandas de diente en V # A 43	Cambio por deterioro
2	Rodamientos # 6204 radiales de bolas	Cambio por deterioro
12	Cauchos de sujeción	con el golpeteo se desgastan
12	Pernos de sujeción con rosca metrica M13 en ambos lados con turecas y arandelas planas y de presión	Se desgastan con la vibración
<b>ENROLLADORA DE ESTRIBOS</b>		
2	Rodamientos # 6003 de bolas radiales	Cambio por deterioro
1 Galón	Aceite SAE 140	Realización de cambio y completar
<b>VARIOS</b>		
1 Tarro	Grasa en base de aluminio y calcio	Lubricación de partes móviles en polipastos y concreteras
1 Tarro	Grasa en base a litio	Lubricación en maquina de arandelas y enrolladora de estribos
2	Spray limpiadores de contactos	limpieza de tableros eléctricos
2	Spray limpiadores de corrosión	limpieza de tornilleria en maquinas
30	Bisagras de 4 pulgadas	Cambio por deterioro en moldes
4	Piedras de afilar de 8 in x 3/4	Cambio de desgaste en esmeril de banco
5	Pintura anticorrosiva diferentes colores	Pintado de maquinas
200	guaypes	Realizar limpieza de piezas
15 Galones	Gasolina	Realizar limpieza de piezas

**Tabla 4-2 Generación del Stock mínimo de repuestos**

#### 4.4 ANÁLISIS DE PROVEEDORES DE REPUESTOS Y SERVICIOS

La empresa durante los distintos mantenimientos a efectuar a la maquinaria, requiere de ciertos materiales y repuestos, por lo cual es necesario evaluar a los proveedores de estos, con la finalidad de salvaguardar los propios intereses en la adquisición de productos que llenen los requisitos que se necesitan. En esta evaluación también se incluye a las personas que prestan servicios de mantenimiento por ejemplo: servicio de torno, servicio de soldadura, chequeo de motores, trabajos eléctricos y electrónicos, etc.

Para evaluar a los proveedores se debe establecer métodos razonablemente lógicos y apropiados para determinar su desempeño. Estos deben tenerse definidos antes de realizar intenciones de compra o contratación y deben ser comunicados previamente a los posibles proveedores para que estos, estén conscientes de los requisitos con que debe cumplir.

Los factores a calificar a los proveedores y las ponderaciones planteadas se presentan en la tabla 4-3.

<b>MATERIALES Y REPUESTOS</b>		<b>SERVICIOS DE MANTENIMIENTO</b>	
Factor	Ponderación	Factor	Ponderación
Calidad	35%	Bueno	40%
Cantidad	15%	Regular	15%
Fecha de entrega	20%	Malo	0%
Precio	30%	Fecha de entrega	25%
		Precio	20%

**Tabla 4-3 Factores y ponderación a proveedores de repuestos y servicios de mantenimiento**

Las calificaciones necesarias o requeridas por la empresa ELECDOR.S.A., se presentan en la tabla 4-4; esto a fin de poder seguir con la compra de materiales y repuestos con el proveedor evaluado o ser contratando el servicio de mantenimiento requerido, según sea el caso.

<b>MATERIALES Y REPUESTOS</b>		<b>SERVICIOS DE MANTENIMIENTO</b>	
Calificación	Rango	Calificación	Rango
Optimo	80 - 100 %	Optimo	85 – 100 %
Requerido	70 - 80 %	Requerido	75 – 85 %
Critico	< 70 %	Critico	< 75 %

**Tabla 4-4 Calificaciones requeridas para repuestos y servicios de mantenimiento**

Las evaluaciones a los proveedores de materiales y repuestos, como a las personas que prestan servicios de mantenimiento, serán realizadas cada seis meses o según se crea conveniente.

#### **4.5 GESTIÓN DE HERRAMIENTAS EN PLANTA QUITO.**

Para llevar a cabo las diferentes actividades se debe tener la disponibilidad de las herramientas requeridas para los trabajos de mantenimiento, de manera que obedezcan a condiciones de uso para asegurar una buena ejecución del trabajo. Dentro de las herramientas que se cuenta la Planta Quito para los trabajos de mantenimiento, se presenta un listado en la tabla 4-5.

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>
1	Multímetro Digital	Se necesita reemplazarlo
1	Un Caja con Juego De Dados y acoples de 10mm hasta 28mm	Bueno
10	Llaves mixtas de diferente medida	Bueno
1	Alicate	Bueno
2	Destornilladores planos	Bueno
1	Destornillador estrella	Bueno
1	Grasero de 9 in	Bueno
1	Aceitero de litro	Bueno
1	Bomba de inflar llantas manual	Bueno
2	Santiago de 9 pulgadas	Bueno
15	Hexagonales de diferente medida	Bueno
12	Machuelos de diferente medida	Bueno

**Tabla 4-5 Herramienta inventariada en Planta Quito**

Además de la herramienta inventariada, se solicitó la compra de varias herramientas requeridas que se presentan en la tabla 4-6, para un mejor desenvolvimiento de las tareas de mantenimiento de una manera eficaz y eficiente.

Cantidad	Descripción
1	Juego de llaves mixta 6-12 mm
1	Llave de tubo 15 pulgadas
1	Juego de destornilladores
1	Santiago de 5 pulgadas
1	Juego de copas 6 – 12 mm
2	Pelador de cables
1	Alicate punta fina
1	Medidor de espesores metálicos
1	Llave de boca 28 mm
1	Pinza amperimétrica
5	Brochas de 3 pulgadas
1	Juego de Brocas desde 1/16 hasta 3/4 de pulgada.
1	Cámara termográfica

**Tabla 4-6 Herramientas Requeridas para Planta Quito**

#### **4.6 COMPROMISO Y MEJORA CONTINUA DEL MANTENIMIENTO EN ELECDOR**

Todo el personal que labora en la empresa se debe de concienciar de la gran importancia que conlleva la implementación de este nuevo sistema de mantenimiento, tanto los beneficios personales como de la organización y a la vez comprometerse a brindar toda la ayuda necesaria.

La mejora continua se hará en base a la aplicación de una acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales como se muestra en la ilustración 4-3.

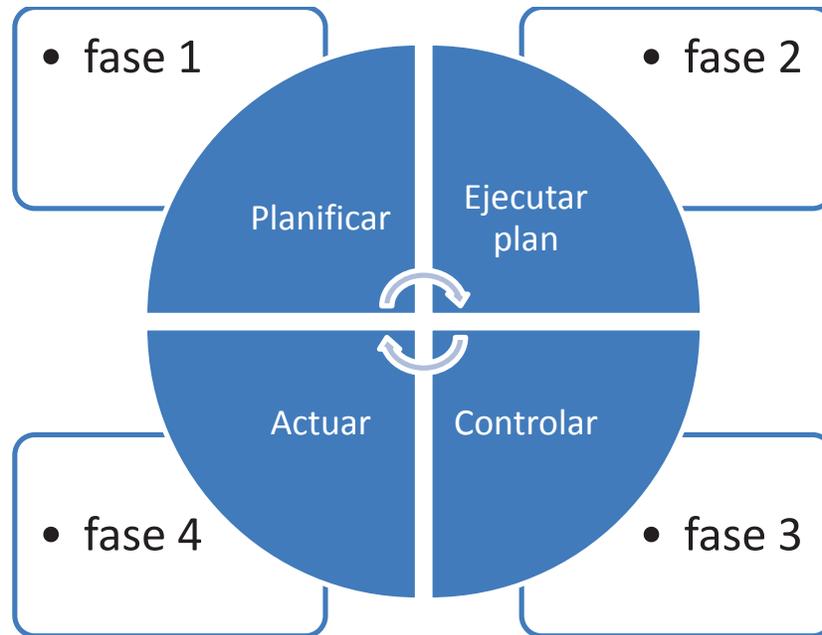


Ilustración 4-3 Fases de mejora continua

**Fase 1: Planificar.**- en base a la situación actual y a los recursos de que se dispone definir plenamente los objetivos que queremos cumplir con la implementación del programa de mantenimiento, e ir avanzando y asegurando cada uno de ellos.

**Fase 2: Ejecutar el plan de mantenimiento.**- una vez fijado el punto de partida y a los objetivos a los que se quiere llegar, debemos gestionar los recursos disponibles para lograrlos.

**Fase 3: Controlar.**- es necesario evaluar el grado de cumplimiento en base a los índices propuestos para el control de los resultados.

**Fase 4: Actuar.**- si existen desviaciones entre el modelo prefijado y los resultados, se debe proceder a corregir actuando sobre la planificación y la ejecución, estableciéndose así la retroalimentación del sistema.

#### 4.7 SISTEMAS INFORMÁTICOS DE MANTENIMIENTO

La utilización de la información como una herramienta de control, es una clara muestra de organización y orden en el mantenimiento, por la normalización de procesos escogidos.

Un buen comienzo es que exista un buen sistema de información manual, aprobado, aceptado, validado y puesto en marcha por toda la organización. Por

tanto la siguiente etapa es crear una base de datos con la estructura desarrollada manualmente permitiendo agilizar las decisiones en el área de mantenimiento.

## **SOFTWARE PROPUESTO PARA LLEVAR EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO.**

Con la finalidad de organizar el Mantenimiento en ELECDOR S.A, se plantea sistematizarlo para tener un mejor respaldo, pero principalmente para facilitar la administración, procesamiento y control de la información para la toma de decisiones basadas en resultados de informes e indicadores.

En la actualidad existen muchos proveedores de software especializados en la gestión del mantenimiento de las empresas. Pero para nuestro caso se utilizara el software RENOVEFREE® principalmente porque es una aplicación de características profesionales, útil, práctica, sencilla, y sobre todo, gratuita.

Las características principales con las que cuenta son:

- Está desarrollado en JAVA, lo que permite, en las versiones avanzadas, conectar tablets y teléfonos inteligentes (smartphones) con sistema operativo Android para la gestión de las Órdenes de Trabajo.
- En su versión estándar, es un programa gratuito. No tiene costes ocultos ni caducidad de ningún tipo.
- La versión estándar dispone de los siguientes módulos, con los que realizan las funciones más habituales que se le exigen a un software de mantenimiento:
  1. Gestión de activos, con su árbol jerárquico.
  2. Gestión de personal, usuarios de la aplicación y privilegios de acceso.
  3. Gestión del mantenimiento programado y de las gamas de mantenimiento.
  4. Incluye la creación automática del plan de mantenimiento programado.
  5. Programación de mantenimiento (Preventivo y Correctivo).
  6. Gestión de órdenes de trabajo (O.T.), preventivas y correctivas.
  7. Gestión del repuesto.
  8. Gestión de los descargos y de la seguridad al realizar O.T.

- 9. Gestión económica del mantenimiento: costes, compras, etc.
- 10. Determinación de los indicadores más usuales en mantenimiento.

A continuación se presenta el manejo de los diferentes módulos:

**Inicio del programa.-** se presenta en la ilustración 4-3 la ventana de acceso en la cual se ingresa el nombre de usuario y la clave registrada para el acceso.

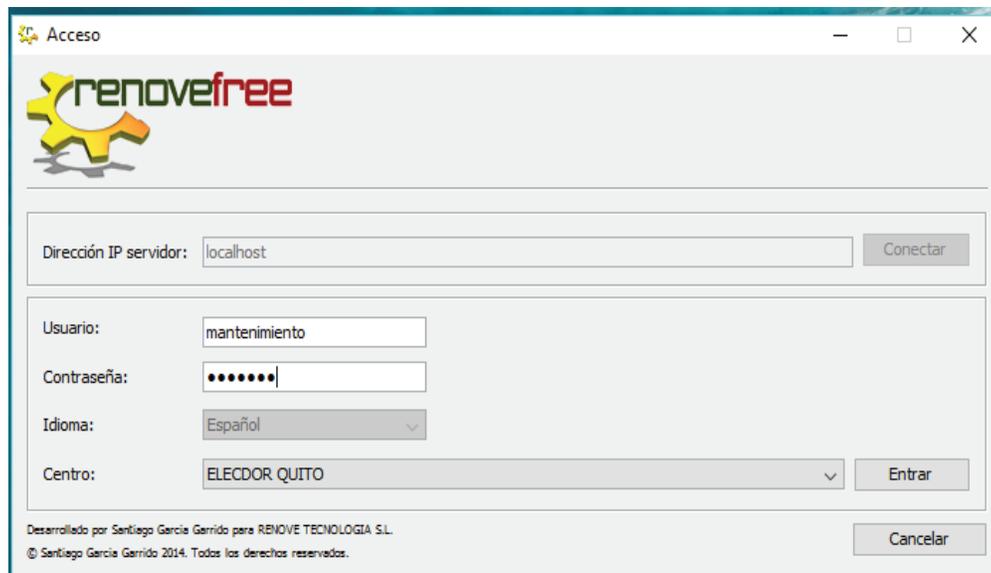


Ilustración 4-4 Pantalla de inicio

Una vez ingresado se puede apreciar en la ilustración 4-4 los módulos principales con los que cuenta para proceder a configurar los.



Ilustración 4-5 Módulos con los que cuenta el software

**Gestión de activos.-** En esta gestión se define la infraestructura y elementos de la planta en una estructura jerárquica, en donde cada entidad en la estructura excepto la planta, está subordinada a una entidad única.

La estructura jerárquica se define en RENOVEFREE® se presenta en la ilustración 4-5.

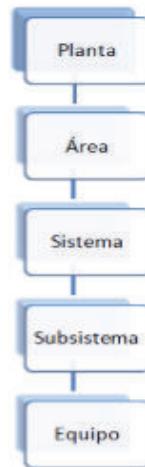


Ilustración 4-6 Gestión de Archivos

En la ilustración 4-6 se puede observar la estructura jerárquica que seleccionamos para fábrica quito de los equipos en las diferentes áreas con sus respectivos códigos.

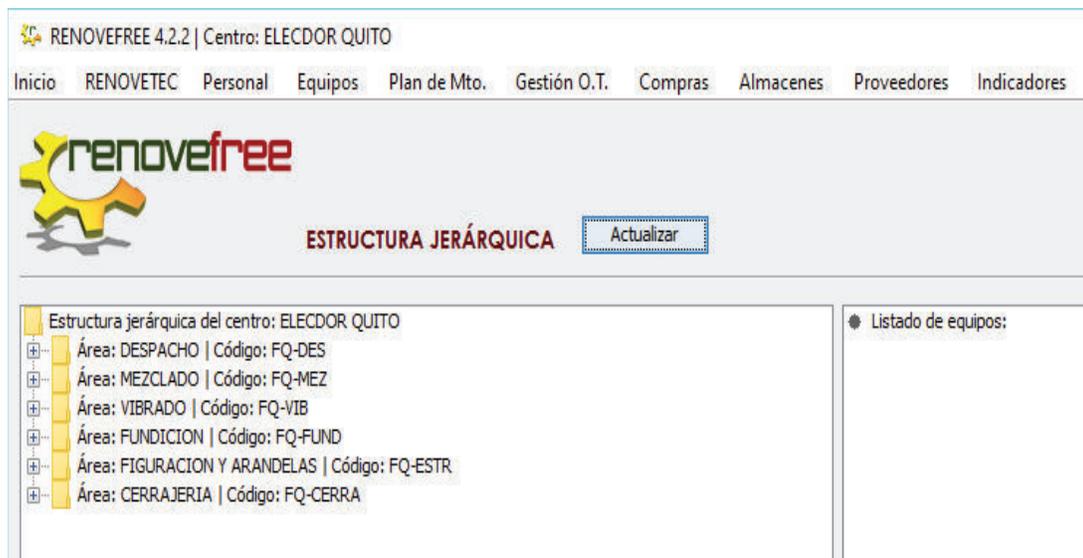


Ilustración 4-7 Estructura jerárquica de equipos

Luego se procedió a la creación de fichas de equipos además de los documentos adjuntos como se puede ver en la ilustración 4-7.

**Equipos**

renovefree

EQUIPOS

Datos generales | Órdenes de trabajo | Mantenimiento programado

Código (\*): FCAQ-M-29 Código 2: Equipo (\*): MOLDE 29

Área (\*): FUNDICION Sistemas (\*): MOLDES O FORMALETAS

Subsistema (\*): FUND Centro: ELECDOR QUITO

Edificio: GALPON DE PRODUCCION Zona: FUNDICION

Operatividad: Activo Estado:

Familia: Seleccione una familia de la lista Subfamilia: Seleccione una subfamilia de la lista Equipo genérico: Seleccione un equipo genérico de la lista

Especificaciones Técnicas y Valores de Referencia:

Código	Fuente	Parámetro	Valor	Unidad	Limite Superior	Limite Inferior	Observaciones
1	Valor de referencia puesta ...	LONGITUD	15	METROS			EL EQUIPO INGRESO EN EL...

Documentos asociados: FICHAS TECNICAS.xlsx, HISTORIAL DE MAQUINA.xlsx, inspeccion diaria.xlsx

Ilustración 4-8 Identificación de equipos en el programa para fabrica Quito

Se presenta el listado de una parte de los equipos en la ilustración 4-8.

Centro: ELECDOR QUITO Usuario: mantenimiento

Listado de equipos:

- Equipo: MOLDE 1 | Código: FCAQ-M-01
- Equipo: MOLDE 2 | Código: FCAQ-M-02
- Equipo: MOLDE 3 | Código: FCAQ-M-03
- Equipo: MOLDE 4 | Código: FCAQ-M-04
- Equipo: MOLDE 5 | Código: FCAQ-M-05
- Equipo: MOLDE 6 | Código: FCAQ-M-06
- Equipo: MOLDE 7 | Código: FCAQ-M-07
- Equipo: MOLDE 8 | Código: FCAQ-M-08
- Equipo: MOLDE 9 | Código: FCAQ-M-09
- Equipo: MOLDE 11 | Código: FCAQ-M-11
- Equipo: MOLDE 12 | Código: FCAQ-M-12
- Equipo: MOLDE 13 | Código: FCAQ-M-13
- Equipo: MOLDE 10 | Código: FCAQ-M-10
- Equipo: MOLDE 14 | Código: FCAQ-M-14
- Equipo: MOLDE 15 | Código: FCAQ-M-15
- Equipo: MOLDE 16 | Código: FCAQ-M-16
- Equipo: MOLDE 17 | Código: FCAQ-M-17
- Equipo: MOLDE 18 | Código: FCAQ-M-18
- Equipo: MOLDE 19 | Código: FCAQ-M-19
- Equipo: MOLDE 20 | Código: FCAQ-M-20
- Equipo: MOLDE 21 | Código: FCAQ-M-21
- Equipo: MOLDE 22 | Código: FCAQ-M-22
- Equipo: MOLDE 23 | Código: FCAQ-M-23
- Equipo: MOLDE 24 | Código: FCAQ-M-24
- Equipo: MOLDE 25 | Código: FCAQ-M-25
- Equipo: MOLDE 26 | Código: FCAQ-M-26
- Equipo: MOLDE 27 | Código: FCAQ-M-27
- Equipo: MOLDE 28 | Código: FCAQ-M-28
- Equipo: MOLDE 29 | Código: FCAQ-M-29

Añadir Área

Añadir Sistema

Añadir Subsistema

Añadir Equipo

Selección actual: Subsistema

Código: FQ-4

Nombre: FUND

Ir o editar selección

Borrar selección

Ilustración 4-9 listado de equipos por áreas en fabrica Quito

En la ilustración 4-9 se puede apreciar un ejemplo de la creación de una orden de trabajo con los diferentes ítems para ser llenados.

RENOVEFREE 4.2.2 | Centro: ELECDOR QUITO

Inicio RENOVEFREE Personal Equipos Plan de Mto. Gestión O.T. Compras Almacenes Proveedores Indicadores

**renovefree** Guardar

**CREAR NUEVA O.T.:**

Datos O.T.

Código ítem: (\*) FCAQ-M-01 Nombre ítem: (\*) MOLDE 1

Área: FUNDICION Sistema: MOLDES O FORMALETAS Subsistema: FUND

Equipo: MOLDE 1 Edificio: GALPON DE PRODUCCION Zona geográfica: VIBRADO

Proyecto O.T.: (\*) Seleccione un proyecto O.T. de la lista Intervención tipo: Seleccione una intervención tipo de la lista

Descripción adicional:

Prioridad: Programada Tipo de O.T.: Preventivo programado Especialidad o Departamento: Mecánica

Fecha solicitada: (\*) 21/01/2016 (Introducir solo en caso de prioridad programada)

Condiciones para la realización:

amente limpio de residuos de concreto y sin operación ^

**Ilustración 4-10 Ejemplo de una orden de trabajo**

Los siguientes módulos se completarán según avance las tareas de mantenimiento planteado para Planta Quito, para así empezar a llevar registros y realizar las auditorías planteadas en este proyecto en busca del mejoramiento continuo de las actividades realizadas para el mantenimiento de los equipos, maquinas e instalaciones, afín de disminuir el error en la organización, programación y principalmente la aplicación casi inmediata de las tareas de mantenimiento en cada máquina e instalación, ya que en el caso de llevar de forma manual sería complicado manejar tanta información que es susceptible de pérdida o de olvido.

Además se puede ir modificando los diferentes módulos para una mejor para una mejor adaptabilidad de acuerdo en la planta donde se lo utilizara.

#### **4.8 INDICES PROPUESTOS PARA EL CONTROL DEL AREA DE MANTENIMIENTO EN ELECDOR.**

Dentro de la eficacia y eficiencia del plan de mantenimiento y del departamento, es muy importante medir los resultados, con el fin de dar un seguimiento al desempeño de la gestión del mantenimiento y el desempeño de los equipos de la planta de

producción **ELECDOR S.A** se deben establecer Indicadores que de manera cuantitativa, nos permitan evaluar el logro de los objetivos hacia el Mejoramiento del mantenimiento de los equipos, se tomaran los siguientes índices.

- **INDICE DE ATENCIÓN A ORDENES DE TRABAJO**

El objetivo de este indicador es revelar si los trabajos de mantenimiento que se tienen programados se los ejecuto totalmente en relación con órdenes emitidas sin planificación por fallos ocurridos inesperadamente, lo cual permite controlar la efectividad del departamento de mantenimiento para atender las órdenes de trabajo generadas durante un periodo establecido. El periodo de cálculo del presente índice será mensualmente. Sus parámetros se detallan en la ilustración 4-10.

<b>Título:</b>	Indice de atención a órdenes de trabajo
<b>Objetivo:</b>	Porcentaie de trabaio terminados
<b>Unidad:</b>	Porcentaje (%)
<b>Cálculo</b>	$\frac{\text{Ordenes emetidas}}{\text{Ordenes programados}} \times 100\%$
<b>Fuente de Datos:</b>	Departamento de Mantenimiento control de ordenes
<b>Meta:</b>	100%
<b>Mínimo esperado:</b>	80%
<b>Revisión:</b>	Mensual
<b>Responsable de Cumplimiento:</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>Responsable de Datos Reales:</b>	Técnicos industrial y Mecánico

**Ilustración 4-11 Atención de órdenes de trabajo**

A continuación en la tabla 4-7 se presenta un ejemplo de cálculo tomando como referencia las órdenes emitidas y las programadas en el plan de mes de enero 2016, esto se lo realizara en Excel mientras se continúa cargando el software.

	EVALUACIÓN DE INDICES		
MES	ORDENES EMITIDAS	ORDENES PROGRAMADAS	INDICE AOT(%)
ENERO	54	46	85,19

Tabla 4-7 Ejemplo de cálculo del índice de atención de órdenes de trabajo

- **DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS**

Este indicador es importante para la economía, además que refleja el porcentaje real de utilización de los equipos para la producción. El periodo de cálculo se plantea trimestral y se puede implementar sobre un equipo en particular o toda la planta en general. Sus parámetros se presentan en la ilustración 4-11.

<b>Título:</b>	Disponibilidad de Equipos
<b>Objetivo:</b>	Tener la mayoría de equipos trabajando
<b>Unidad:</b>	Porcentaje (%)
<b>Cálculo</b>	$\frac{\text{Equipos programadas} - \text{Equipos con paro}}{\text{Equipos programadas}} \times 100\%$
<b>Fuente de Datos:</b>	Departamento de Mantenimiento
<b>Meta:</b>	100%
<b>Mínimo esperado:</b>	85%
<b>Revisión:</b>	Trimestral
<b>Responsable de Cumplimiento:</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>Responsable de Datos Reales:</b>	Técnicos Eléctrico y Mecánico

Ilustración 4-12 Disponibilidad de Equipos

Para la elaboración de este indicador se tiene en cuenta la información diligenciada en las órdenes de trabajo programadas y en los informes de mantenimiento preventivo. En la tabla 4-8 se presenta el ejemplo de cálculo.

	EVALUACIÓN DE INDICES		
MES	EQUIPOS CON PARO	EQUIPOS PROGRAMADOS	DISPONIBILIDAD (%)
ENERO	3	37	91,89

Tabla 4-8 Disponibilidad de equipos

- **CUMPLIMIENTO DEL PLAN**

Este indicador es indispensable para controlar la aplicación del plan según el cronograma mensual de mantenimiento. Para su cálculo se utiliza el cronograma mensual de las actividades de mantenimiento preventivo y el total informes de Mantenimiento preventivos generados, sus parámetros se presentan en la ilustración 4-12.

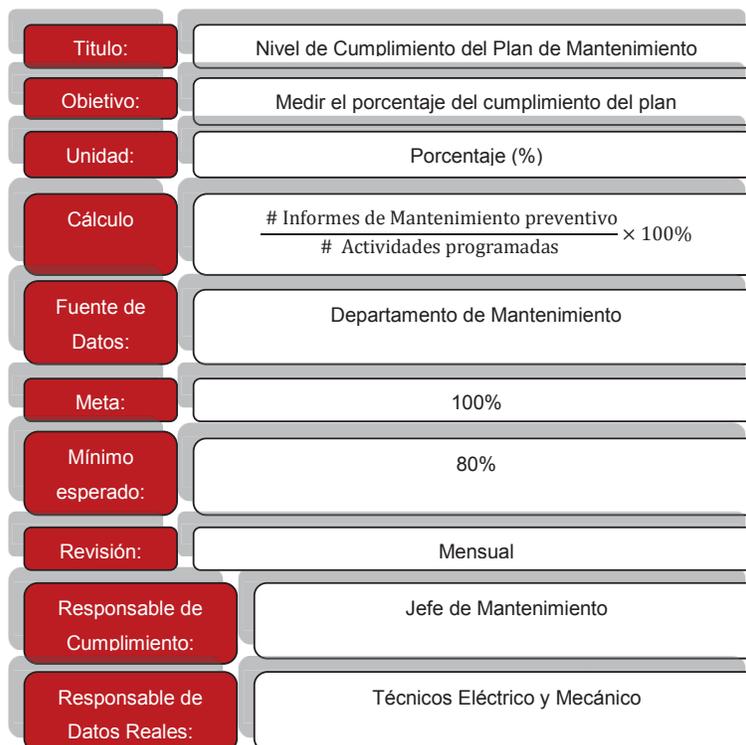


Ilustración 4-13 Cumplimiento del Plan

A continuación en la tabla 4-9 se presenta un ejemplo de cálculo tomando como referencia las actividades programadas y los informes de mes de enero 2016, esto se lo realizara en Excel mientras se continúa cargando el software.

	<b>EVALUACIÓN DE INDICES</b>		
	<b>MES</b>	<b>INFORMES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ORDENES PROGRAMADAS</b>
ENERO	40	46	86,96

Tabla 4-9 Ejemplo de cálculo de índice de nivel de cumplimiento mantenimiento

- **COSTO DE MANTENIMIENTO**

El objetivo es saber con exactitud cuánto se está gastando en el mantenimiento de las máquinas, y si excede el límite de lo permitido hacer los ajustes necesarios para el gasto del mantenimiento de la empresa.

Este caso es de responsabilidad compartida para el mínimo aceptado, pues el departamento administrativo de contabilidad y compras los cuales influyen de manera directa en la compra para el mantenimiento, si las compras superan lo presupuestado el porcentaje será alto. Para evitar incidentes los departamentos administrativo y de mantenimiento deben hacer el estudio debido de lo necesario para el mantenimiento de las maquinarias. A fin de realizar las respectivas calificaciones de proveedores para evaluar costos y calidad de materiales y servicios.

Consiste en calcular la proporción de los costos de mantenimiento preventivo sobre los costos totales de mantenimiento, sus parámetros se presentan en la ilustración 4-13.

<b>Título:</b>	Costo de Mantenimiento
<b>Objetivo:</b>	Porcentaje de inversión sea menor
<b>Unidad:</b>	Porcentaje (%)
<b>Cálculo</b>	$\frac{\text{Costo de Mantenimiento preventivo}}{\text{Costo de Mantenimiento total}} \times 100(\%)$
<b>Fuente de Datos:</b>	Departamento Administrativo
<b>Meta:</b>	90%
<b>Mínimo esperado:</b>	70%
<b>Revisión:</b>	Anual
<b>Responsable de Cumplimiento:</b>	Jefe de Mantenimiento
<b>Responsable de Datos Reales:</b>	Historial de máquinas, costos de reparaciones, proformas, repuestos.

**Ilustración 4-14 Costo de mantenimiento**

Para el cálculo de este índice se tomó como referencia los costos totales generados en base a los informes del mes de enero, en la tabla 4-10 se presenta el ejemplo. Este es un índice muy importante ya que permita a futuro poder tener un presupuesto más aproximado de los gastos.

		EVALUACIÓN DE INDICES				
MES	COSTO REPUESTOS	MANTENIMIENO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	COSTO PREVENTIVO	COSTO TOTAL	INDICE DE CMP( %)
ENERO	860	960	120	960	1940	49,48

**Tabla 4-10 Ejemplo de índice de costos**

#### 4.9 EVALUACION FINAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO

Después de la implantación de la gestión de mantenimiento, en la ilustración 4-14 podemos ver el resumen de los criterios evaluados en el análisis y diagnóstico de la empresa ELECDOR S.A, inicial y final.

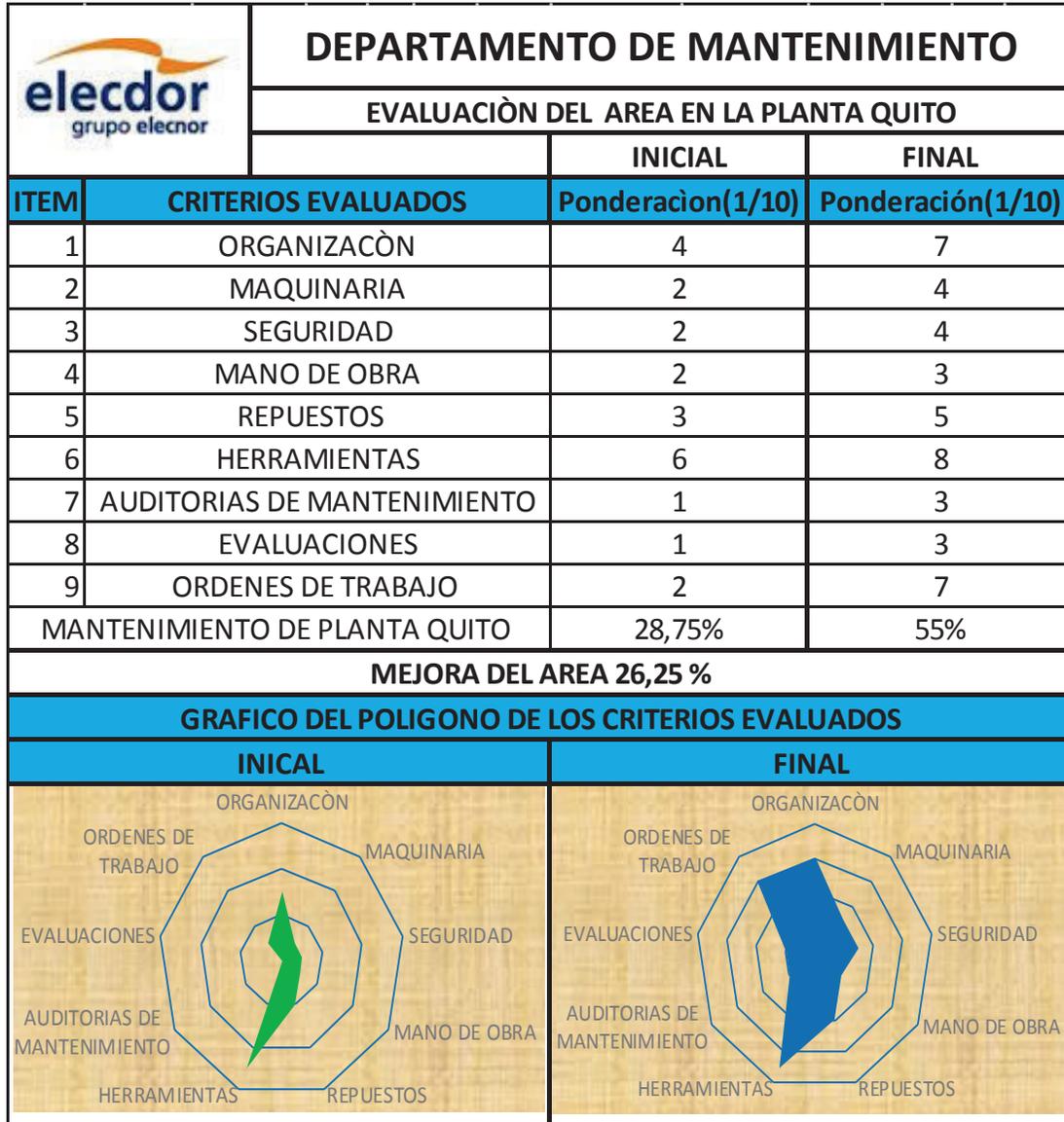


Ilustración 4-15 Evaluación del departamento inicial y final

La mejora de los criterios evaluados en todo el departamento se debe principalmente al proceso de implantación del proyecto, además al compromiso de la gerencia y de todo el personal, obteniendo una evaluación final de 55%, dando como resultado una mejora del 26,25% lo cual indica la gran importancia que tiene

la ingeniería de mantenimiento dentro de una organización, ya que permite un mejor desarrollo y cumplimiento de metas propuestas.

En cuanto a la evaluación del mantenimiento a los equipos de la planta Quito si indica en la tabla 4-15 podemos ver la evaluación final del 65 %. Debido principalmente a que todos las maquinas tienen un plan de mantenimiento, se pudo logra obtener un stock de repuestos para cada equipo, la adquisición de nuevas herramienta y el compromiso de los trabajadores ayudan finalmente a tener una organización y realizar informes sobre todas las actividades de mantenimiento en cada máquina lo cual permite llevar un historial de las mismas.

Todo lo anterior contribuyó a tener una mejora promedio del mantenimiento de todas las maquinas del 45,94 %.

 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		C	P	V	M	S	MA	S	MA
EVALUACIÓN FINAL DEL MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE PLANTA QUITO		ON	OL	IB	OL	OLD	Q	IL	Q
		CR	IP	RA	DES	D	ES	OS	LA
		ET	AS	D		O	T		S
		E	T	O		R	R		
		R	O	R		A	B		
		A	O	E		S	O		
ITEM	CRITERIO DE EVALUACIÓN	ER	TO	S		AS	OS		
		MA	MA	MA		MA	MA		
		Q	Q	Q		Q	Q		
		U	U	U		U	U		
		Y	Y	Y		Y	Y		
		2	2	2		2	2		
		3	3	3		3	3		
		4	4	4		4	4		
		5	5	5		5	5		
TOTAL ALCANZADO		31	28	29	24	25	25	22	24
TOTAL ALCANZADO EN %		77,5	70	72,5	60	63	63	55	60
PROMEDIO GENERAL DE TODAS LAS MAQUINAS		65%							
MEJORA LOGRADA		45,94 %							

Ilustración 4-16 Evaluación final del mantenimiento a equipos

# CAPITULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

- Con el apoyo de todo el personal de la Fabrica Quito se pudo diseñar el plan de mantenimiento con las actividades que mejor se acoplen a la maquinaria utilizada en el proceso de producción, también se estableció actividades de mantenimiento para las principales instalaciones.
- Para determinar las actividades de mantenimiento fue necesario identificar cada uno de los equipos del proceso productivo, realizando un inventario detallado de estos en la empresa, identificando la importancia relativa de cada uno de estos dentro de la Planta Quito, lo que se refleja en el tipo de actividades que se realizaran en el plan de mantenimiento preventivo-predictivo.
- Todas las actividades de mantenimiento del presente proyecto se realizaron con el fin de que la empresa ELECDOR S.A tenga una mejora en su gestión de mantenimiento, lo cual le permitirá tener a un corto plazo un verdadero control y organización en las actividades del mantenimiento en la Planta Quito.
- Se diseñó la documentación que permitirá tener una mejor organización, ayudando así al proceso de toma de decisiones en esta área. Dentro de la documentación diseñada podemos encontrar Fichas técnicas, hojas de vida o historial de los equipos, la cual permite ver las características de cada equipo y registrar a su vez información acerca del comportamiento del mismo, permitiendo identificar cuáles serían las fallas más comunes y los repuestos que más se utilizan, etc.

- Se consiguió generar un stock mínimo anual de los principales repuestos necesarios para las actividades de mantenimiento.
- De las evaluaciones realizadas a la gestión de mantenimiento en Elecdor Planta Quito tanto inicial y final, se pudo alcanzar una mejora del 26,25% en el presente proyecto.
- De los criterios evaluados, el criterio 2 que corresponde a los equipos tiene una mayor relevancia en la implantación del presente proyecto, las evaluaciones realizadas inicial y final de los equipos se consiguió una mejora del 45,94 %, debido principalmente a la elaboración de las actividades programadas de mantenimiento en los equipos.
- Con este proyecto contribuimos a la mejora y realización de mantenimientos preventivos y predictivos que ayuden a conservar los equipos e infraestructura en buenas condiciones garantizando un correcto funcionamiento.
- Al inicio del presente proyecto la empresa no contaba con la información necesaria que permita conocer las condiciones en que se encuentran los equipos lo que dificultó el trabajo, por este motivo se inició un control de registros de las actividades de mantenimiento en todos los equipos con el fin de poder evaluar los distintos indicadores propuestos.
- Quedan planteados indicadores para evaluar la gestión de mantenimiento y posteriores auditorias en el departamento.
- Según las evaluaciones realizadas ELECDOR Planta Quito, sobre el mantenimiento se observó que la empresa presenta inconvenientes como: paradas no planificadas de los equipos de producción, debido a los daños que se generaban en los mismos.

## **RECOMENDACIONES:**

- Se recomiendan realizar capacitaciones al personal del área en mantenimiento predictivo ya que esto nos ayuda para una mejor disponibilidad de los equipos.
- Las pautas de una aplicación informática en la gestión del mantenimiento permitirá llevar un mejor control y seguimiento a través de los indicadores, permitiendo una mayor claridad en la interpretación de la información y facilitando así la toma de decisiones, para el cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- ELECDOR deberá evaluar un software que facilite la administración de información en el área de mantenimiento, en base a la propuesta presentada.
- Es primordial que ELECDOR aplique todas las actividades de mantenimiento establecidas en el plan de mantenimiento para los equipos, ya que la ejecución de estas actividades periódicas garantizara el buen funcionamiento de los equipos y utilizar los formatos creados.
- Implementar y mantener actualizados los indicadores de mantenimiento propuesto ya que indispensables para ejercer un mejor control sobre la gestión del mantenimiento de los equipos.
- Capacitar a los operarios en el plan de mantenimiento preventivo y lo importante que es para la empresa. Realizar actividades para que estos se sientan identificados con la implementación.
- Realizar las respectivas evaluaciones de los proveedores de repuestos y servicio externo de mantenimiento, para determinar si realmente son competentes al momento de ofrecer sus productos.

## BIBLIOGRAFIA

- Manual de calidad de Elecdor
- TAVARES, LOURIVAL; Administración Moderna de Mantenimiento; Novopolo Publicaciones; Río de Janeiro – Brasil; Año 2001.
- DOFFUAA, SALIH O. Sistema de Mantenimiento “Plantación y Control”, editorial Limosa Wiley, Año 2002.
- MOYA A., ARÉVALO J, “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo para una Empresa Productora de Paletas”; Quito – Ecuador; Año 2003.
- SIERRA GABRIEL; “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A.” Universidad de Santander Colombia; Año 2004.
- RAMÍREZ ORTIZ, “Diseño de un plan maestro de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos de Fervill Ltda. Programa de administración industrial”, Universidad de Cartagena. Año 2005.
- ESPAÑA VERONICA, YEPEZ JORGE, “Elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la empresa EVAGRIF C.A”, EPN, 2007.
- González Ramón, “Ingeniería de Mantenimiento”, Bucaramanga, Año 2007.
- RENOVEFREE; Manual Práctico Para la Gestión Eficaz del Mantenimiento Industrial.
- ALBAN CARLOS, JACOME OSCAR; “Elaboración del manual de mantenimiento para la empresa SEDEMI SCS”; EPN; Año 2008.
- Pérez Jaramillo, Carlos Mario. “Gerencia de Mantenimiento y Sistema de Información”. P25. ISBN 95498-0-2.

## PAGINAS DE INTERNET

- <http://ingenieriadelmantenimiento.com/>
- [http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal\\_manual\\_mantenimiento/#](http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento/#)
- <http://cdc.fica.unsl.edu.ar/pps/Informe%20PPS%20%20Perotti%20Santiago.pdf>
- [http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/cult\\_cient/infocientifica/noti\\_may\\_2010\\_03.htm](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/otri/cult_cient/infocientifica/noti_may_2010_03.htm)
- <http://www.renovetec.com/renovetec/renovetec/versiones-disponibles/renovetec>
- <http://fidestec.com/blog/programa-mantenimiento-preventivo/>
- <http://www.solomantenimiento.com/diccionario.htm>
- <http://tecnicoauxiliardeservicios.blogspot.com/2011/08/conceptos-sobre-mantenimiento-de.html>
- <http://www.pistarelli.com.ar/TratAnMantCond1.htm>
- <http://es.slideshare.net/fernandobarroso1/introduccion-a-la-gestion-del-mantenimiento?related=3>
- <http://es.slideshare.net/ROSYPINEDA/administracion-del-mantenimiento-industrial?related=2>
- <http://es.slideshare.net/VizZioR/libro-de-mantenimiento-industrial?related=4>
- <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>

# ANEXOS

# ANEXO 1

**PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO**

	<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA MAQUINAS Y EQUIPOS</b>			<b>Revisión No.:03</b>
				Página 115 de 165
Elaborado por: DPTO MANTTO	Aprobado por: GERENCIA	Distribución: FCAS QUITO Y GYE	Fecha: 2016-01-05	

## OBJETIVO

En este documento se explica el modo de actuar frente a las actividades de mantenimiento en infraestructura, máquinas y equipos de la organización.

## ALCANCE

Aplica para todas las instalaciones y equipos de propiedad de ELECDOR S.A en las cuales se necesite realizar el mantenimiento para cumplir requisitos de fiabilidad en infraestructura y equipos.

## DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**Mantenimiento predictivo:** Consiste en hacer revisiones periódicas (usualmente programadas) para detectar cualquier condición (presente o futura) que pudiera impedir el uso apropiado y seguro del dispositivo y poder corregirla, manteniendo de esta manera cualquier herramienta o equipo en óptimas condiciones de uso.

**Mantenimiento Autónomo o inspección Diaria:** Es el mantenimiento que se realiza durante la utilización del elemento o una vez que se ha utilizado.

**Mantenimiento preventivo:** Es el nivel de mantenimiento que se debe realizar de forma periódica y consiste en tareas de revisión de los elementos del equipo con el fin de detectar a tiempo posibles fallos por efecto del uso o el paso del tiempo, normalmente debido al desgaste del elemento, además de labores de engrase, cambios por consumo de lubricantes, ajustes, limpieza, etc.

**Mantenimiento correctivo:** Es aquel que se realiza cuando el equipo se avería, con el fin de devolverlo a sus condiciones normales de trabajo.

**Gestión:** Acción o trámite que, junto con otros se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.

**Fiabilidad:** es: la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin fallos durante un tiempo determinado, en unas condiciones ambientales dadas.

## MODO DE ACTUAR

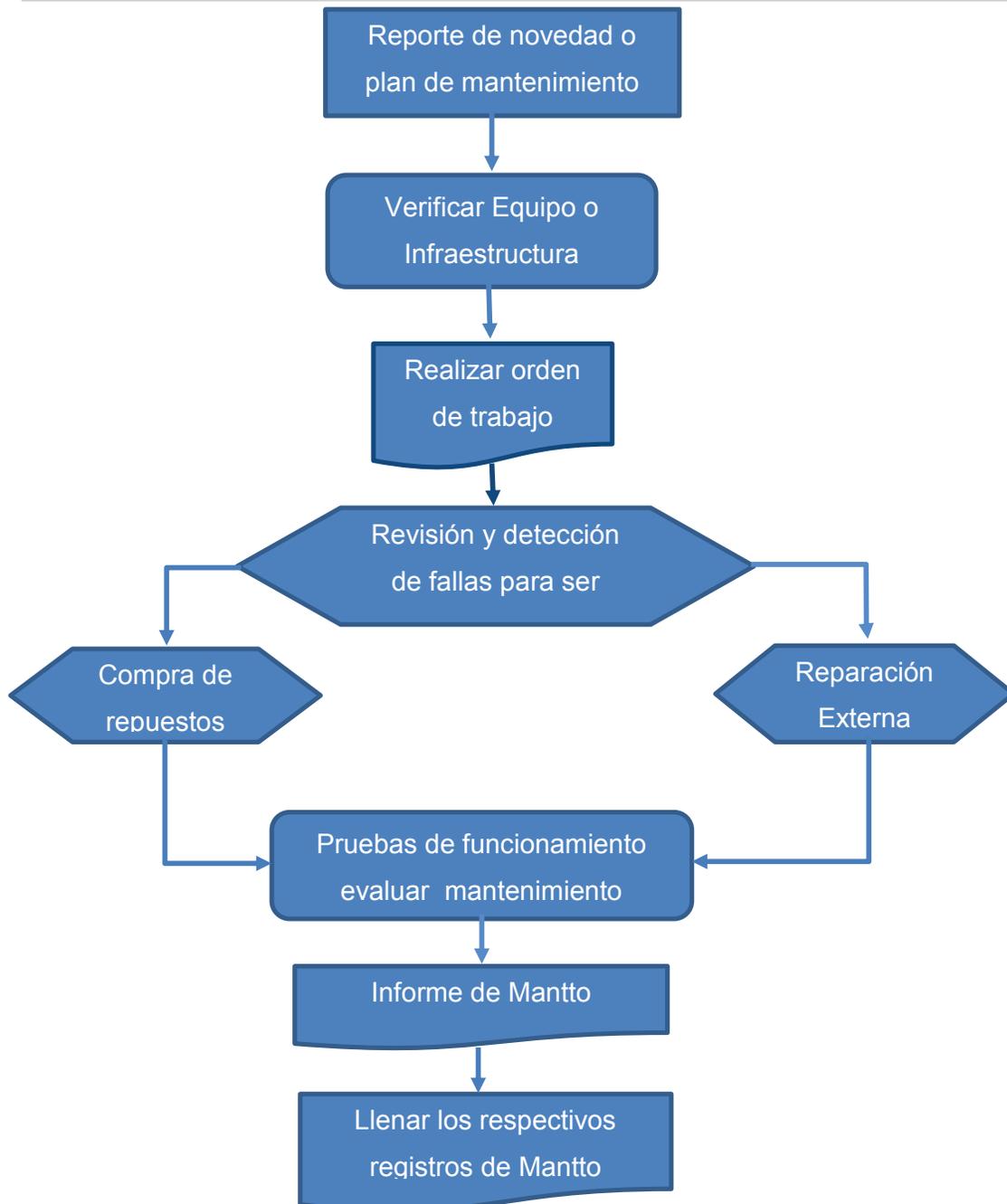
Cuando el Jefe de planta o los operarios observen un fallo o problema en el equipo o la máquina, se avisa al Responsable de Mantenimiento para que proceda a gestionar su reparación. Todas las labores de reparación y mantenimiento correctivo han de quedar registradas en el formato historial de la máquina (ver Anexo 2), indicando las horas de paro, los materiales utilizados y su costo de repuestos, siendo responsabilidad del Responsable de Mantenimiento que esto se lleve a cabo para poder evaluar la gestión. En el caso de que se contrate la reparación, se anota en el historial la descripción de la tarea, la referencia del parte de trabajo, factura de la reparación y las horas de paro de la máquina.

Al menos una vez al año, el Responsable de Mantenimiento estudia el mantenimiento realizado durante el ejercicio anterior y propone acciones de mejora para el periodo siguiente (búsqueda de proveedores de repuestos o consumibles, variación en la frecuencia del mantenimiento de cierto equipo, cambiar el modo de mantenimiento de un equipo de correctivo a preventivo o viceversa, propuestas de formación, mejoras en la maquinaria, etc.). El Responsable de Mantenimiento es responsable de analizar y presentar en la revisión del sistema, los datos más representativos del plan

	<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA MAQUINAS Y EQUIPOS</b>			<b>Revisión No.:03</b>
				Página 116 de 165
Elaborado por: DPTO MANTTO	Aprobado por: GERENCIA	Distribución: FCAS QUITO Y GYE	Fecha: 2016-01-05	

de mantenimiento realizado así como los recursos que estime necesarios adquirir. En estas revisiones se estudiará la conveniencia o no de las propuestas. Para el mantenimiento Preventivo y Predictivo, se debe determinar previamente un “Plan de Mantenimiento” (Ver Anexo 2) en el que se indicarán las labores a realizar y su periodicidad. Además se llenaran el respectivo registro (Ver Anexo 5).

#### DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO



	<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA MAQUINAS Y EQUIPOS</b>			Revisión No.:03
				Página 117 de 165
Elaborado por: DPTO MANTTO	Aprobado por: GERENCIA	Distribución: FCAS QUITO Y GYE	Fecha: 2016-01-05	

### CONTROL DE REGISTROS

Archivo /Registros	Almacenamiento	Tiempo de Retención
Reg. Plan de mantenimiento Equipos, Instalaciones	Estanteria	> 2 años Respble
Reg. Reportes de novedad	Estanteria	> 2 años Respble
Reg. Orden de trabajo.	Estanteria	> 2 años Respble
Reg. Informes de Mantenimiento Correctivo	Estanteria	> 2 años Respble
Reg. Mantto rutina preventiva	Estanteria	> 2 años Respble
Reg. Historial de maquina o Reparaciones.	Estantería	indefinido

### CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Revisión	Modificaciones
28-12-2015	01	Versión inicial

### ANEXOS

- Anexo 1: Plan actualizado de Mantenimiento de Equipos y Máquinas.
- Anexo 2: Historial de maquina o reparaciones
- Anexo 3: Rutina preventiva.
- Anexo 4: Reporte de Novedad
- Anexo 5: Orden de Trabajo
- Anexo 6: Informes de Mantenimiento

### Anexo 1

		PROGRAMACIÓN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO DE MAQUINAS Y EQUIPOS																											
CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
LEYENDA DE COLORES UTILIZADOS CON SIGNIFICADOS					SEMANAL				QUINCENAL				MENSUAL				BIMENSUAL				TRIMESTRAL				CADA CUATRO MESES				
					SEMESTRAL								ANUAL																



	<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA MAQUINAS Y EQUIPOS</b>			Revisión No.:03
				Página 119 de 165
Elaborado por: DPTO MANTTO	Aprobado por: GERENCIA	Distribución: FCAS QUITO Y GYE	Fecha: 2016-01-05	

Anexo 4

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CODIGO: FRN.4 - 04</b>	
					<b>FECHA: 2016-01-07</b>	
<b>REPORTE DE NOVEDAD</b>				REVISIÓN:02		
REPORTE N°				FECHA:		
MAQUINA/EQUIPO:				MARCA:		
INSTALACIÓN:						
UBICACIÓN:				CODIGO:		
SERIE:				AREA:		
MANTENIMIENTO:	PREVENTIVO:		CORRECTIVO:	OTRO:		
PROBLEMA:	MECANICO:		ELECTRICO:	ELECTRONICO:	OTRO:	
INFORMADO POR:						
<b>DESCRIPCION GENERAL DEL FALLO/AVERIA:</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>						
INFORMADO POR:				RECIBIDO POR:		

	<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA MAQUINAS Y EQUIPOS</b>			Revisión No.:03
				Página 120 de 165
Elaborado por: DPTO MANTTO	Aprobado por: GERENCIA	Distribución: FCAS QUITO Y GYE	Fecha: 2016-01-05	

Anexo 5

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				CODIGO:FOT.4-05	
	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>				<b>FECHA: 2016-01-07</b>	
<b>REVISIÓN:02</b>						
ORDEN DE TRABAJO N°:		REPORTE N°:		FECHA:		
MAQUINA/EQUIPO:				MARCA:		
INSTALACIÓN:						
UBICACIÓN:				CODIGO:		
SERIE:				AREA:		
MANTENIMIENTO:	PREVENTIVO:		CORRECTIVO:		OTRO:	
PROBLEMA:	MECANICO:		ELECTRICO:		ELECTRONICO:	OTRO:
PRIORIDAD:	ALTA:		BAJA:		URGENTE:	
DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO:						
OBSERVACIONES:						
SOLICITADO POR:				RECIBIDO POR:		

	<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA MAQUINAS Y EQUIPOS</b>		Revisión No.:03
			Página 121 de 165
Elaborado por: DPTO MANTTO	Aprobado por: GERENCIA	Distribución: FCAS QUITO Y GYE	Fecha: 2016-01-05

Anexo 6

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>				<b>CODIGO:FIM.4-06</b>	
	<b>INFORME DE MANTENIMIENTO</b>				<b>FECHA:2016-01-07</b>	
				<b>REVISION: 02</b>		
INFORME N°				ORDEN N°		
MAQUINA/EQUIPO:				MARCA:		
INSTALACION:						
UBICACIÓN:				CODIGO:		
SERIE:				AREA:		
MANTENIMIENTO:	PREVENTIVO:		CORRECTIVO:		OTRO:	
<b>T I P O</b>	MECANICO:		ELECTRICO:		ELECTRONICO:	
	HIDRAULICO:		INSPECCIÓN:		LIMPIEZA:	
	REPARACION:		COMPLETAR:		INSPECCION GENERAL:	
	MANTENIMINETO PARCIAL SENESTRAL:					
	MANTENIMIENTO GENERAL ANUAL:					
FECHA INICIO:				FECHA DE TERMINACION:		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS						
OBSERVACIONES:						
EJECUTADO POR:		SUPERVISADO POR:		RECIBE CONFORME:		

# **ANEXO 2**

**PLAN DE MANTENIMIENTO**









		SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL				
<b>CIVILES</b>	LIMPIEZA DE INSTALACIONES GENERAL								
	LIMPIEZA DEL JARDIN DE ENTRADA PRINCIPAL								
	REVISION DE PUERTAS Y ACCESOS PRINCIPALES								
	PINTADO EXTERIOR/INTERIOR DE FABRICA								
	REPARACION DE DAÑOS POR DETERIORO								
	LIMPIEZA DE ETIQUETAS Y INSCRIPCIONES DE TERORADAS								
<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD</b>	REVISION DEL ESTADO DE EXTINTORES REPOSICION DE SEÑALIZACION								
	COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS, ALARMAS, SENSORES, DETECTORES.								
	REVISION DE UBICACION Y SEÑALIZACION DE EQUIPO CONTRA INCENDIO								
	REVISION/ LIMPIEZA DE LAMPARAS DE EMERGENCIA Y DETECTORES DE HUMO								
	LIMPIEZA Y COMPROBAR ESTADO DEL PARAYARO.								
	RECARGA DE EXTINTORES								
		SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	BIMENSUAL	TRIMESTRAL	CADA CUATRO MESES	SEMESTRAL	ANUAL
		<b>LEYENDA DE COLORES</b>							

# **ANEXO 3**

**FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS**

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		Revisión No.:01
			Página 1 de 1
Elaborado por: José Aguaiza	Aprobado por: Ing. Gabriel Villablanca JEFE PLANTA QUITO	Código: FORM001	Fecha: 13/10/2014

### FICHA TECNICA

#### DATOS GENERALES DEL EQUIPO

<b>Nombre del equipo :</b>	Polipasto			
<b>Marca:</b>	Jaso	<b>Modelo:</b>		
<b>Serie:</b>		<b>Número:</b>		
<b>Año de ingreso:</b>	1979	<b>Fabricación:</b>		<b>Código de equipo:</b> Fca PO 001
<b>Capacidad:</b>	10 Ton			
<b>Especificaciones:</b>	<b>Motor eléctrico principal 3 fases 5 Hp</b> <b>Sistema de freno eléctrico</b> <b>Motor secundario 3 fases 3 Hp</b>			



**Observaciones:** actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		Revisión No.:01
			Página 1 de 1
Elaborado por: José Aguaiza	Aprobado por: Ing. Gabriel Villablanca JEFE PLANTA QUITO	Código: FORM001	Fecha: 13/11/2014

### FICHA TECNICA

#### DATOS GENERALES DEL EQUIPO

<b>Nombre del equipo :</b>	Enrolladora (para Hacer estribos)			
<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>		
<b>Serie:</b>		<b>Número:</b>		
<b>Año de ingreso:</b>	1988	<b>Fabricación:</b>		<b>Código de equipo:</b> Fca R001
<b>Capacidad:</b>				
<b>Especificaciones:</b>	Motor eléctrico modelo: , Marca: WEG, potencia: 2Hp, frecuencia:60 Hz, Voltaje:220 V, 3 fases, Reductor: marca: <u>Trasmot Tecnic</u> , modelo: R 3550, serie: NIE 251913			



**Observaciones:** actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		Revisión No.:01
			Página 1 de 1
Elaborado por: José Aguaiza	Aprobado por: Ing. Gabriel Villablanca JEFE PLANTA QUITO	Código: FORM001	Fecha: 13/11/2014

### FICHA TECNICA

#### DATOS GENERALES DEL EQUIPO

<b>Nombre del equipo :</b>	Máquina para hacer arandelas			
<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>		
<b>Serie:</b>		<b>Número:</b>		
<b>Año de ingreso:</b>	1996	<b>Fabricación:</b>	<b>Código de equipo:</b>	Fca A001
<b>Capacidad:</b>	6 arandelas por ciclo de trabajo			
<b>Especificaciones:</b>	Motor eléctrico modelo:S 90 , Marca: <u>Eberle</u> S.A, potencia: 1Hp, frecuencia:60 Hz, Voltaje:220 V, 3 fases			



**Observaciones:** actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento pero se necesita realizar cambios de algunas partes para mejorar eficacia y disminuir el ruido.



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Revisión No.:01

Página 1 de 1

Elaborado por:  
José Aguiza  
Pasante Ing. Mecánica

Aprobado por:  
Ing. Gabriel Villablanca  
JEFE PLANTA QUITO

Código: FORM001

Fecha: 09/11/2014

FICHA TECNICA

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo :	Teclé de cadena				
Marca:	ABLE		Modelo:	LB- II 6000	
Serie:			Número:		
Año de ingreso:	2013	Fabricación:	2012	Código de equipo:	Fca T001
Capacidad:	6 Ton				
Especificaciones:	Peso 4.4 kg, número de cadenas de carga 2, altura de elevación 1.5 m, fuerza para levantar carga completa 340 N,				



Observaciones: actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		Revisión No.:01
			Página 1 de 1
Elaborado por: José Aguaiza	Aprobado por: Ing. Gabriel Villablanca JEFE PLANTA QUITO	Código: FORM001	Fecha: 09/11/2014

### FICHA TECNICA

#### DATOS GENERALES DEL EQUIPO

<b>Nombre del equipo :</b>	Soldadora		
<b>Marca:</b>	Electro Larra	<b>Modelo:</b>	
<b>Serie:</b>		<b>Número:</b>	10750
<b>Año de ingreso:</b>	1993	<b>Fabricación:</b>	
<b>Capacidad:</b>	180 A	<b>Código de equipo:</b>	Fca S003
<b>Especificaciones:</b>	potencia: 10 Kw, frecuencia:60 Hz, Voltaje:220 V, 3 fases,		



**Observaciones:** actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		Revisión No.:01
			Página 1 de 1
Elaborado por: José Aguaiza	Aprobado por: Ing. Gabriel Villablanca JEFE PLANTA QUITO	Código: FORM001	Fecha: 20/11/2014

### FICHA TECNICA

#### DATOS GENERALES DEL EQUIPO

<b>Nombre del equipo :</b>	Silo de Almacenaje		
<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>	
<b>Serie:</b>		<b>Número:</b>	
<b>Año de ingreso:</b>	1985	<b>Fabricación:</b>	
<b>Capacidad:</b>	32 Ton		
<b>Especificaciones:</b>	Construido en Chapa de Acero A36 de 12mm		



**Observaciones:** actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Revisión No.:01

Página 1 de 1

Elaborado por:  
José Aguaiza

Aprobado por:  
Ing. Gabriel Villablanca  
JEFE PLANTA QUITO

Código: FORM001

Fecha: 09/10/2014

FICHA TECNICA

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Nombre del equipo :	Bomba de agua			
Marca:	Myers	Modelo:	QD 100 S	
Serie:	jet	Número:	0108	
Año de ingreso:	2008	Fabricación:	Código de equipo:	Fca B001
Capacidad:	1 Hp			
Especificaciones:	Voltaje: 115 V, Amperaje: 12.6 A, 1 fase, fusible del enchufe: 25A, presión de operación: 32 lb			



Observaciones: actualmente el equipo se encuentra en funcionamiento

# **ANEXO 4**

**MANUAL DEL SOFTWARE**

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

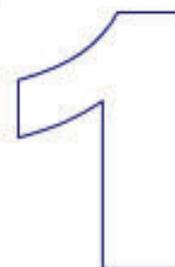
## 1.1 INTRODUCCIÓN

RENOVEFREE® es un software de gestión de mantenimiento (GMAO o CMMS) de descarga gratuita, que aspira a convertirse en la referencia en software GMAO en instalaciones industriales (centrales eléctricas de todo tipo, plantas químicas y petroquímicas, refinería, sector minero, empresa de transporte marítimo, ferroviario, aéreo o terrestre) y en edificios singulares (hospitales, centros de convención, universidades, museos y grandes edificios de oficinas y edificios inteligentes). El mercado demanda programas de mantenimiento gratuitos o de muy bajo coste, que no tengan además costosas licencias anuales que pagar. El mercado tampoco busca, en la mayoría de los casos, aplicaciones complejas a las que nunca sacará todo su partido, pero que en carecen la aplicación y complican su uso.

**RENOVEFREE®** es una aplicación de características profesionales, útil, práctica, sencilla, y sobre todo, gratuita.

Principales características de **RENOVEFREE®**:

1. Está desarrollado en JAVA, lo que permite, en las versiones avanzadas, conectar tablets y teléfonos inteligentes (smartphones) con sistema operativo Android para la gestión de las Órdenes de Trabajo.
2. En su versión estándar, es un programa gratuito. No tiene costes ocultos ni caducidad de ningún tipo.



3. La versión estándar dispone de los siguientes módulos, con los que realizar las función más habituales que se le exigen a un software de mantenimiento:
  - Gestión de activos, con su árbol jerárquico.
  - Gestión de personal, usuarios de la aplicación y privilegios de acceso.
  - Gestión del mantenimiento programado y de las gamas de mantenimiento.
  - Incluye la creación automática del plan de mantenimiento programado.
  - Programación de mantenimiento (Preventivo y Correctivo).
  - Gestión de órdenes de trabajo (O.T.), preventivas y correctivas.
  - Gestión del repuesto.
  - Gestión de los descargos y de la seguridad al realizar O.T.
  - Gestión económica del mantenimiento: costes, compras, etc.
  - Determinación de los indicadores más usuales en mantenimiento.

# CAPÍTULO 2

## REQUISITOS DEL SISTEMA

### 2.1 REQUISITOS RENOVEFREE

Los requisitos que debe cumplir el servidor en el que se instale el software RENOVEFREE PRO V2.0 son los siguientes:

- Es aconsejable (no imprescindible) que el ordenador a utilizar sea nuevo o esté preformateado, de manera que no exista en él ningún programa no compatible con la aplicación o que pueda crear conflicto con ella.
- Es aconsejable que el ordenador en el que se instala se dedique específicamente para esta aplicación.
- Debe tener instalado JAVA, versión 7-67 par 64 bits. El programa puede descargarse gratuitamente en la siguiente dirección:  
<http://www.java.com/es/download/chrome.jsp?locale=es>
- Es aconsejable tener instalado ADOBE READER V10
- Procesador Intel i3 o superior.
- Memoria RAM mínima, 4 GB. Recomendable 6GB
- Sistema operativo Windows 7 o superior. La versión RENOVEFREE V2.0 no funciona en el sistema operativo ANDROID o iOS, y tampoco lo hace en versiones inferiores del sistema operativo WINDOWS. Específicamente funciona de forma correcta con WINDOWS 8.



# CAPÍTULO 3

## INSTALACIÓN DE RENOVEFREE

Para instalar **RENOVEFREE®** en el sistema operativo Windows, siga el procedimiento que se describe a continuación:

1. Solicitar la versión básica de **RENOVEFREE® 2.0** a la dirección:

**renovetec@renovetec.com**

Debe indicar en el asunto el siguiente texto (o uno parecido):

**DESEO QUE ME ENVÍEN LA VERSIÓN GRATUITA DE RENOVEFREE SIN NINGÚN COSTE.**

Es muy importante que lo envíe desde su cuenta con servidor de correo propio, ya que no se asegura recibir solicitudes hechas a través de direcciones de hotmail, gmail, yahoo o similares.

2. Guardar Archivo



## CAPÍTULO 4 GESTIÓN DE PERSONAL

A través de la gestión del personal se puede gestionar:

- Usuarios
- Empleados
- Privilegios

Es importante tener en cuenta que en esta gestión se debe incluir datos de carácter personal por lo que deben ser tratados con las obligaciones legales que correspondan.

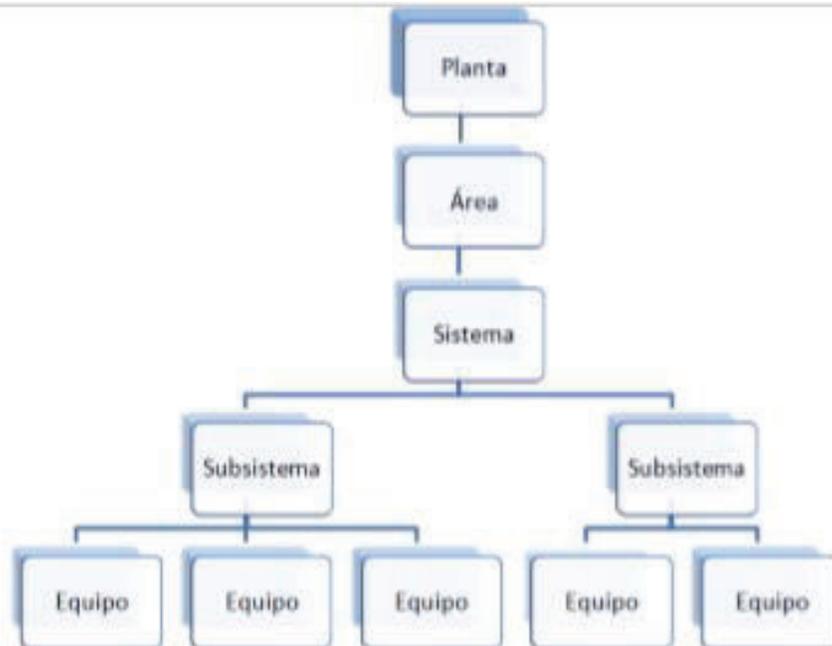
**RENOVEFREE®** está preparado para cumplir y respetar la legislación en cuanto a estos datos

En la gestión de usuarios puede crear todos los usuarios que sean necesarios, a los cuales es preciso asignarles un perfil, para ello **RENOVEFREE®** pone a su disposición una serie de Perfiles preconfigurados.

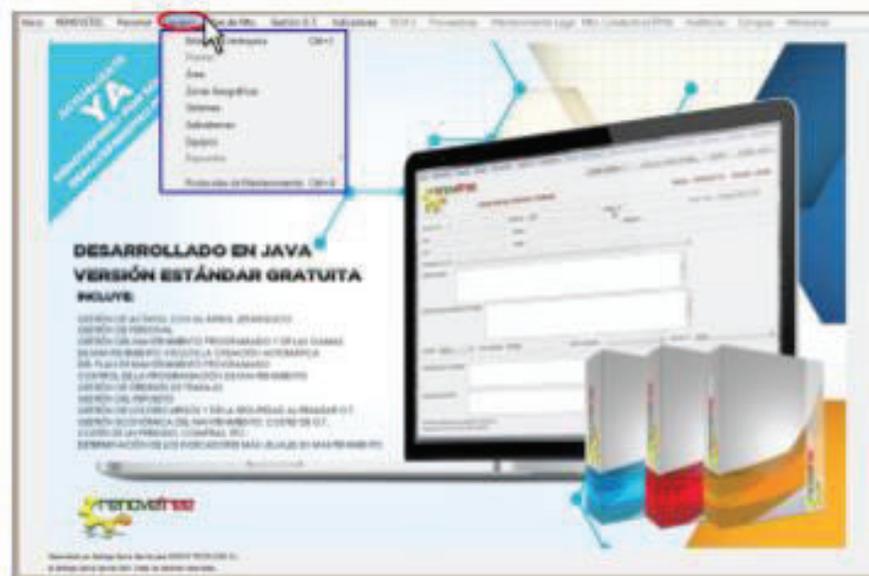
Al descargar por primera vez **RENOVEFREE®** se tiene un programa completamente vacío, por lo que la primera cosa que debe hacer será crear usuarios

En la gestión de empleados debe introducir los empleados a los que después se les podrá asignar órdenes de trabajo.

También dispone de una sección llamada privilegios que es exclusiva para la gestión de usuarios y permisos, y dependiendo



Desde la opción "EQUIPOS" ubicada en el menú de la pantalla principal de de **RENOVEFREE®** se gestionara todo lo relativo a los activos de la planta.



# 5



A continuación se explicara cómo gestionar los activos en **RENOVFREE®**.

### 5.1 ESTRUCTURA JERÁRQUICA

La estructura jerárquica es una herramienta muy útil en la gestión de activos, ya que permite ver y gestionar todos los elementos o ítems de una planta. Para ello, debe seguir la siguiente ruta:

1. En el menú principal de **RENOVFREE®** hacer clic en la etiqueta **"EQUIPOS"**.
2. Buscar en el sub menú desplegado la etiqueta **"ESTRUCTURA JERÁRQUICA"**.



3. Se abrirá la ventana de **ESTRUCTURA JERÁRQUICA**.

Debe esperar unos minutos mientras se carga toda la información de la planta



## CAPÍTULO 6

# PLAN DE MANTENIMIENTO

La fiabilidad y la disponibilidad de una planta industrial y de una central eléctrica en particular dependen:

- De su diseño y de la calidad de su montaje
- De la forma y buenas costumbres del personal que opera las instalaciones.
- Del mantenimiento que se realice

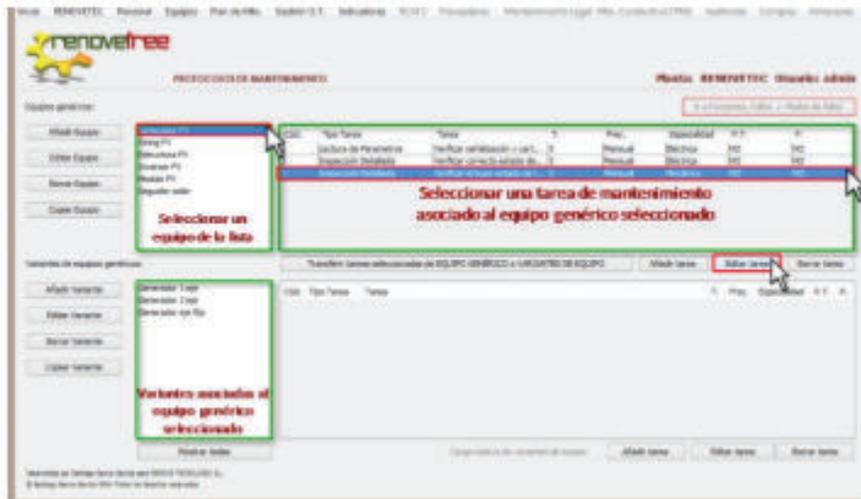
Si el mantenimiento es básicamente correctivo, atendiendo sobre todo los problemas cuando se presentan, es muy posible que a corto plazo esta política sea rentable, pero si se realiza un buen mantenimiento programado hace que la disponibilidad y la fiabilidad de una planta industrial sea muy alta, es por ello que **RENOVETEC** ha desarrollado **RENOVEFREE®** como una herramienta más, que no mantiene la planta sino que se utiliza para mantenerla, y que resulta muy útil y práctica al configurar de forma rápida y sencilla todo el plan de mantenimiento, logrando así que la mayor parte del mantenimiento sea programado, y evitando que sean las averías las causas de pérdidas de producción anual y las que dirijan la actividad del departamento de mantenimiento.

Para **RENOVEFREE®** el plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la central, que habitualmente no son todos. El usuario deci-

Puede añadir las tareas que sean necesarias a cualquier equipo genérico incluido en la lista.

2. "EDITAR TAREA"

- a. Seleccionar un equipo incluido en la lista de equipos genéricos.
- b. Seleccionar una tarea de mantenimiento asociado al equipo genérico seleccionado.



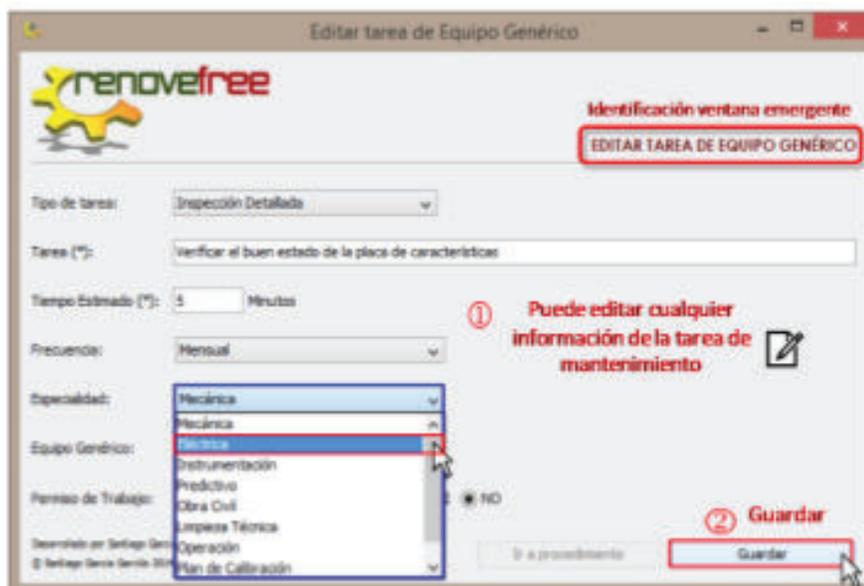
- c. Hacer clic en "EDITAR EQUIPO".
- d. Se abriera una ventana emergente **Editar Tarea de Equipo Genérico**.
- e. Puede editar cualquier información de la tarea:

- Tipo de tarea
- Tarea
- Tiempo estimado
- Frecuencia

6



- Especialidad
  - Equipo genérico
  - Permiso de trabajo
  - Equipo parado
- f. Hacer clic en "GUARDAR"



Puede editar cualquier tarea asociada a un equipo genérico incluido en el protocolo de mantenimiento.

### 3. "BORRAR EQUIPO"

- a. Seleccionar un equipo incluido en la lista de equipos genéricos.
- b. Seleccionar una tarea de mantenimiento asociado al equipo genérico seleccionado.
- c. Hacer clic en "BORRAR TAREA".



## CAPÍTULO 7

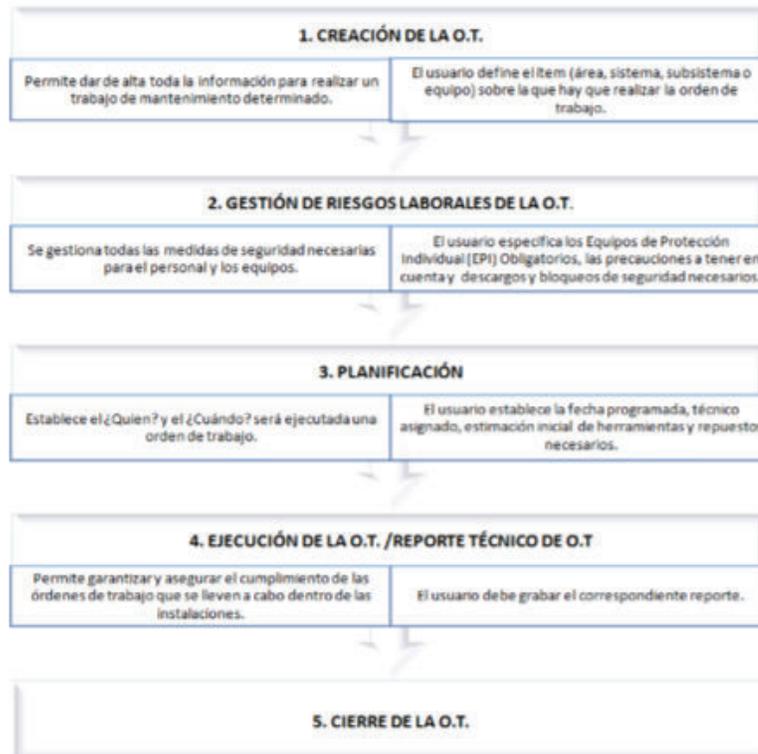
# GESTIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO

En **RENOVEFREE®** una orden de trabajo (O.T.) es una herramienta que reúne toda la información necesaria para realizar un trabajo de mantenimiento determinado, para ello, hay que especificar cómo mínimo:

- Información acerca del equipo sobre el que hay que realizar el trabajo.
- Descripción detallada del procedimiento a seguir para realizar el trabajo.
- La prioridad y la fecha de cuando hay que realizar el trabajo.
- Equipos y procedimientos de seguridad.
- Herramientas y repuestos necesarios para realizar el trabajo.
- Personas que ejecuta el trabajo.
- Razón por la que ha sido generado la orden de trabajo. En **RENOVEFREE®** una orden de trabajo puede ser creada por varias razones:
  - Averías
  - Trabajo preventivo programado o no programado
  - Trabajos de operación

- Trabajo predictivo programado o no programado
- Trabajos de comprobación/verificación
- Otros

En **RENOVEFREE®** podrá gestionar de forma eficiente y sencilla el ciclo completo de una orden de trabajo, a través del siguiente flujo:





3. Se abrirá su ventana principal, **REPORTE TÉCNICO DE ORDEN DE TRABAJO**

4. Para reportar una orden de trabajo, debe seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar "O.T."
- Incluir descripción
- Estado de la O.T.
- Herramientas utilizadas
- Repuestos consumidos
- Guardar



El manual completo se lo puede descargar en el siguiente link:  
[www.renovetec.com](http://www.renovetec.com)

