



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

**TRABAJO DE TITULACIÓN N°2, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y LA
PRODUCTIVIDAD**

**TEMA: “DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL
PROCESO DE MANTENIMIENTO, CASO CELEC EP UNIDAD DE
NEGOCIOS TERMOPICHINCHA CENTRAL GUANGOPOLO.”**

AUTORES:

**GUAPULEMA CISNEROS, YADIRA ALEXANDRA
LLUMIQUINGA SUQUILLO, JENNY ELIZABETH**

DIRECTOR: ING. VILLAVICENCIO CHAMBA, JORGE ANTONIO

SANGOLQUÍ

2018



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO, CASO CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOPICHINCHA CENTRAL GUANGOPOLO.**” fue realizado por las estudiantes **GUAPULEMA CISNEROS, YADIRA ALEXANDRA** y **LLUMIQUINGA SUQUILLO, JENNY ELIZABETH**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 03 de agosto del 2018

Firma:---

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Antonio Villavicencio Chamba', is written over a light blue circular stamp. The signature is fluid and cursive.

Mgs. Villavicencio Chamba, Jorge Antonio
C.I. 1700820044



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **GUAPULEMA CISNEROS, YADIRA ALEXANDRA** con cédula de ciudadanía N° 040130672-5 y **LLUMIQUINGA SUQUILLO, JENNY ELIZABETH** con cédula de ciudadanía N° 171817236-2, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO, CASO CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOPICHINCHA CENTRAL GUANGOPOLO.**”, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 03 de agosto del 2018

Firmas:

Ing. Guapulema Cisneros, Yadira Alexandra
C.I. 040130672-5

Ing. Llumiquinga Suquillo, Jenny Elizabeth
C.I. 171817236-2



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

AUTORIZACIÓN

Yo, **GUAPULEMA CISNEROS, YADIRA ALEXANDRA** con cédula de ciudadanía N° 040130672-5 y Yo, **LLUMIQUINGA SUQUILLO, JENNY ELIZABETH** con cédula de ciudadanía N° 171817236-2, autorizamos a la universidad De las Fuerzas Armadas ESPE, publicar el trabajo de titulación: “**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO, CASO CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOPICHINCHA CENTRAL GUANGOPOLO.**”, en el Repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 03 de agosto del 2018

Firmas:



Ing. Guapulema Cisneros, Yadira Alexandra
C.I. 040130672-5



Ing. Llumiquinga Suquillo, Jenny Elizabeth
C.I. 171817236-2

DEDICATORA

El presente trabajo dedico a mis queridos padres Aníbal y Nelly que con su amor, apoyo incondicional y sus consejos han hecho de mí una mejor persona, enseñándome a no desfallecer ni rendirme ante nada, motivándome constantemente a conseguir mis anhelos.

Yady

A mi hermosa familia; Ángel, Lourdes y Wendy por todo el apoyo que me han brindado. A mi esposo Jorge por estar a mi lado y compartir esta linda aventura conmigo; y a mis hijos, Dome y Nico por ser la inspiración de mi vida.

Jenny

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por todas las bendiciones, la fortaleza y guía para hacer este sueño realidad.

Nuestro especial agradecimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas por abrirnos las puertas a esta casa del saber y ofrecernos una formación profesional altamente competitiva,

Agradecemos también a los docentes que formaron parte de esta etapa de aprendizaje, por su tiempo, colaboración y guía. Principalmente al coordinador de la maestría Ing. Sebastián Fernández MGCP y a nuestro director de proyecto Mgs. Jorge Villavicencio por compartir sus valiosos conocimientos y su orientación hacia la culminación del proceso investigativo.

Gracias a Todos

Yady y Jenny

ÍNDICE

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Justificación e importancia	7
1.4 Objetivos	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos	8
CAPITULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Tipos de mantenimiento	10
2.1.1 Mantenimiento Correctivo	11
2.1.2 Mantenimiento Preventivo	12
2.1.3 Mantenimiento Predictivo.....	13
2.1.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)	14
2.1.5 Mantenimiento En Uso.....	15
2.2 Herramientas básicas de calidad	15
2.2.1 Diagrama Causa efecto	16
2.2.2 Planillas de Inspección	17
2.2.3 Gráficos de Control	20
2.2.4 Diagramas de flujo	22
2.2.4.1 Simbología ASME.....	23
2.2.5 Histogramas.....	25
2.2.6 Gráficos de Pareto	26
2.2.7 Diagrama de dispersión	29
2.3 Plan de Mejora	31
2.4 Marco Conceptual	32
Caracterización de procesos	32
CAPITULO III.....	36

ANALISIS PROCESO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRAL GUANGOPOLO .	36
3.1 Análisis causa y efecto	36
3.1 Plan de acción para solucionar los problemas existentes	38
3.2 Recursos y herramientas del proceso	43
3.2.1 Estructura organizacional	43
3.2.2 Procedimiento de mantenimiento Central Guangopolo.....	44
3.2.3 Infraestructura física.	45
3.2.4 Software para gestión de mantenimiento.....	46
3.3 Trazar sub-procesos.....	47
3.3.1 Planificación y programación del mantenimiento	47
3.3.2 Ejecución de mantenimiento correctivo	49
3.3.3 Ejecución de mantenimiento preventivo	50
3.3.4 Control y evaluación del mantenimiento	52
3.4 Documentación y registros	53
CAPITULO IV	54
PROPUESTA DE MEJORA DEL SGC PROCESO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRAL GUANGOPOLO	54
4.1 Sistema para gestión de mantenimiento Central Guangopolo	55
4.1.1 Procedimiento de gestión de mantenimiento	56
4.2 Optimización del proceso gestión de mantenimiento Central Guangopolo	57
4.2.1 Planificación del mantenimiento.....	57
4.2.2 Ejecución de mantenimiento correctivo	61
4.2.3 Ejecución de mantenimiento preventivo	63
4.2.4 Monitoreo predictivo.....	66
4.2.5 Administración de recursos de mantenimiento	68
4.2.6 Control y evaluación del mantenimiento.	70
4.3 Diseño de documentación	72
4.4 Indicadores del proceso Gestión de mantenimiento.....	73
CAPITULO V	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78

5.1 Conclusiones	78
Fuente: (CELEC E.P.)	80
5.2 Recomendaciones.....	81

ABREVIATURAS DEL TEXTO

ARCONE	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
ASME	La American Society of Mechanical Engineers
CELEC	Corporación Eléctrica del Ecuador Empres Pública
EP	
CENACE	Centro Nacional de Control de energía
ERP	Sistema de planificación de recursos empresariales (Enterprise Resource Planing)
GPR	Gobierno por Resultados
IFS	Sistema Corporativo Industrial and Financial Systems
	Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en
RCM	Fiabilidad/Confiabilidad)
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
SISMAC	Software para gestión de mantenimiento

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 <i>Carta de Control</i>	20
Tabla 2 <i>Datos histograma</i>	25
Tabla 3 <i>Plan de Acción Problemas existentes</i>	38
Tabla 4 <i>Documentos establecidos</i>	53
Tabla 5 <i>Proceso de mantenimiento</i>	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problema.....	6
Figura 2 Causa Efecto	17
Figura 3 Modelo de planilla de Inspección	18
Figura 4 Planilla de Inspección.....	19
Figura 5 Carta de Control.....	21
Figura 6 Formas que se utilizan en un diagrama de flujo	23
Figura 7 Simbología ASME.....	24
Figura 8 Histograma.....	26
Figura 9 Tabla de frecuencias	28
Figura 10 Datos de Pareto	28
Figura 11 Diagrama de Pareto	29
Figura 12 Tabulación	30
Figura 13 Diagrama causa y efecto.....	37
Figura 14 Organigrama Organizacional	43
Figura 15 Programación de Mantenimiento	48
Figura 16 Mantenimiento Correctivo.....	49
Figura 17 Mantenimiento preventivo	51
Figura 18 Evaluación del mantenimiento.....	52
Figura 19 Planificación de Mantenimiento.....	60
Figura 20 Mantenimiento correctivo mejora	62
Figura 21 Mantenimiento Preventivo Mejora.....	65
Figura 22 Monitoreo Predictivo.....	67
Figura 23 Administración de recursos de mantenimiento	69
Figura 24 Control y evaluación de mantenimiento	71
Figura 25 Control y evaluación de mantenimiento	75
Figura 27 Órdenes de trabajo generadas.....	77
Figura 28 Mejoras en los procesos de Gestión de mantenimiento.....	80

RESUMEN

La Central Guangopolo es administrada por CELEC EP Unidad de Negocios Termopichincha y mantiene la Certificación del Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma Internacional ISO 9001, a fin de cumplir el objetivo de optimizar el rendimiento de la Organización, estandarizar y ordenar sus procesos; sin embargo en el proyecto No. 1 “Evaluación de los procesos desconcentrados del sistema de gestión de calidad, caso CELEC EP Unidad de Negocios Termopichincha Central Guangopolo” se ha demostrado que existen incoherencias en la definición de sus procesos que provocan deficiencias en su ejecución, así como el incumplimiento de metas establecidas. Con el afán de corregir falencias encontradas en la fase de diagnóstico y por el impacto de las tareas de mantenimiento al desempeño de actividades de generación eléctrica; por lo que se diseñará una propuesta de mejora al proceso Gestión de Mantenimiento. Se determinan las causas raíz del problema mediante un análisis causa-efecto, desagregando los problemas específicos y estableciendo un plan de acción para minimizarlos o mitigarlos. Así también como parte de la propuesta de mejora se desarrolla un análisis de los recursos, herramientas y controles utilizados actualmente en el proceso Gestión de Mantenimiento y completar la información y documentación de acuerdo a modelos de gestión aceptados mundialmente.

PALABRAS CLAVES:

- **CENTRAL GUANGOPOLO**
- **SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**
- **NORMA INTERNACIONAL ISO 9001**

ABSTRACT

The Central Guangopolo is managed by CELEC EP Business Unit Termopichincha and maintains the Quality Management System Certification under the International Standard ISO 9001, in order to meet the objective of optimizing the performance of the Organization, standardize and order their processes; however, in project No. 1 "Evaluation of the decentralized processes of the quality management system, CELEC EP Business Unit Termopichincha Central Guangopolo" case, it has been demonstrated that there are inconsistencies in the definition of its processes that cause deficiencies in its execution, as well as the breach of established goals. With the aim of correcting deficiencies found in the diagnostic phase and the impact of maintenance tasks on the performance of electric generation activities; Therefore, a proposal to improve the Maintenance Management process will be designed. The root causes of the problem are determined through a cause-effect analysis, disaggregating the specific problems and establishing an action plan to minimize or mitigate them. Also, as part of the improvement proposal, an analysis of the resources, tools and controls currently used in the Maintenance Management process is developed and information and documentation are completed according to management models accepted worldwide.

KEYWORDS:

- **CENTRAL GUANGOPOLO**
- **QUALITY MANAGEMENT SYSTEM**
- **INTERNATIONAL STANDARD ISO 9001**

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La Central Guangopolo es administrado por CELEC EP Unidad de Negocios Termopichincha y mantiene la Certificación del Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma Internacional ISO 9001, desde el 28 de noviembre al 01 de diciembre del año 2017 cumplió con la Auditoría de transición con la que demostró el cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001:2015.

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) se ha implementado con el objetivo de optimizar el rendimiento de la Organización, estandarizar y ordenar sus procesos; sin embargo en el proyecto No. 1 “Evaluación de los procesos desconcentrados del sistema de gestión de calidad, caso CELEC EP Unidad de Negocios Termopichincha Central Guangopolo” se ha demostrado que existen incoherencias en la definición de sus procesos que provocan deficiencias en su ejecución, así como el incumplimiento de metas establecidas.

De acuerdo a los datos e información obtenida en la fase de diagnóstico, se elaborará una propuesta de mejora al proceso Gestión de Mantenimiento, pues como se indica en el capítulo V del Proyecto No.1, las falencias encontradas para éste pueden ser corregir.

El capítulo I, puntualiza los Antecedentes y detalla el problema que motiva la elaboración de este proyecto de investigación, y los objetivos tanto general y específicos planteados.

El Capítulo II, hace referencia a la teoría relacionada al desarrollo de este trabajo, con la finalidad de facilitar la comprensión del lector.

En el capítulo III, se realizará un análisis causa efecto para determinar los problemas específicos y así establecer un plan de acción que involucra a todas las áreas, con la finalidad de que estos sean mitigados. También se desarrolla un análisis de los recursos y herramientas utilizadas actualmente en el proceso Gestión de Mantenimiento para completar la información del mismo.

El capítulo IV, detalla la propuesta de mejora considerando las fortalezas y falencias existentes y adoptando teorías para la Gestión de mantenimiento como son el RCM y Mantenimiento Clase Mundial, sugiriendo una nueva forma de organizar la documentación y la implementación de indicadores con el objeto de controlar el proceso.

En el capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones efectuadas después de la revisión completa de la información pertinente al proceso estudiado.

La información contenida en este documento fue recopilada mediante reuniones y entrevistas con los actores y responsables del proceso de Gestión de Mantenimiento, y no es parte de ningún documento privado de la institución.

1.1 Antecedentes

CELEC EP Unidad de Negocio Termopichincha es una empresa pública estratégica, dedicada a la generación de energía eléctrica térmica y no convencional, administra dieciocho Centrales de Generación Térmica distribuidas geográficamente en seis provincias del Ecuador como son: Pichincha, Guayas, Los Ríos, Sucumbíos, Orellana y Galápagos.

En el año 2007 la organización implementó el Sistema de Gestión de Calidad obteniendo la Certificación basada en la Norma Internacional ISO 9001:2008 emitida por la empresa Bureau Veritas. Así mismo en 2015 se Re-Certifica a la empresa CELEC EP Termopichincha bajo la norma ISO 9001:2008.

Y mediante Auditoría de seguimiento y transición se pudo determinar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2015 en el Sistema de Gestión de Calidad, la cual fue realizada en el mes de diciembre 2017, logrando obtener la Certificación de conformidad con la norma.

El alcance del Sistema de Gestión de Calidad abarca las actividades de producción y comercialización de energía eléctrica e incluye el servicio de análisis de Laboratorio Químico.

Las Centrales Certificadas son:

- Guangopolo I y II

- Santa Rosa
- Quevedo II
- Sacha
- Jivino II

El proyecto No. 1 tuvo como objetivo “Evaluar la información específica de los procesos desconcentrados del Sistema de Gestión de Calidad, con el fin de determinar la situación actual en la que opera la Central Guangopolo”, recabando información para realizar un análisis de las condiciones en las que se realizan los procesos de generación de energía y gestión de mantenimiento en la Central térmica Guangopolo.

Se revisó la documentación disponible del sistema de calidad y específicamente de los procesos generación eléctrica y gestión de mantenimiento de la Central Guangopolo, además se realizó entrevistas personal con trabajadores del área seleccionados aleatoriamente.

En el proceso de generación de energía a pesar de cumplir con los requisitos de documentación de la norma ISO 9001, no se garantiza que el proceso se lleve a cabo de acuerdo a lo planificado, tal es el caso que se encontraron múltiples inconsistencias entre las características que definen el proceso con los lineamientos generales de la Corporación, por lo que es necesario ejecutar una re-ingeniería del proceso.

En el proceso de gestión de mantenimiento se han identificado algunas falencias, que no involucra la ejecución del proceso, sino más bien la medición y mejora continua, por lo que se puede elaborar una propuesta de mejora y adicionar documentación complementaria.

1.2 Planteamiento del problema

Los índices de disponibilidad y confiabilidad de la Central Guangopolo durante seis meses no cumplieron las metas establecidas en el GPR, lo que significa el 50% de incumplimiento, dando lugar a observaciones de parte de las entidades reguladoras y evidenciando problemas internos de planificación y procesos deficientes.

El proceso gestión de mantenimiento de la Central Guangopolo no contiene la suficiente información para la ejecución de los sub-procesos y las actividades involucradas, por lo que el personal técnico que labora en el área las realiza de manera empírica utilizando nada más la experiencia adquirida a través de los años.

Por esto se ha dicho que la documentación disponible del proceso es incompleta, lo que podría comprometer el desarrollo eficiente del mismo, si se diera el caso de cambios estructurales o nómina. Tampoco existen indicadores de gestión de mantenimiento, ni mediciones al proceso, información importante para realizar un seguimiento o evaluación del desempeño.

Todos estos inconvenientes existentes y conforme a la información recopilada en el proyecto 01, se pueden resumir en el incumplimiento de objetivos de disponibilidad y confiabilidad por excesivo tiempo de paro de las unidades de generación y/o sistemas auxiliares de la Central Guangopolo sea por mantenimiento programado o falla.

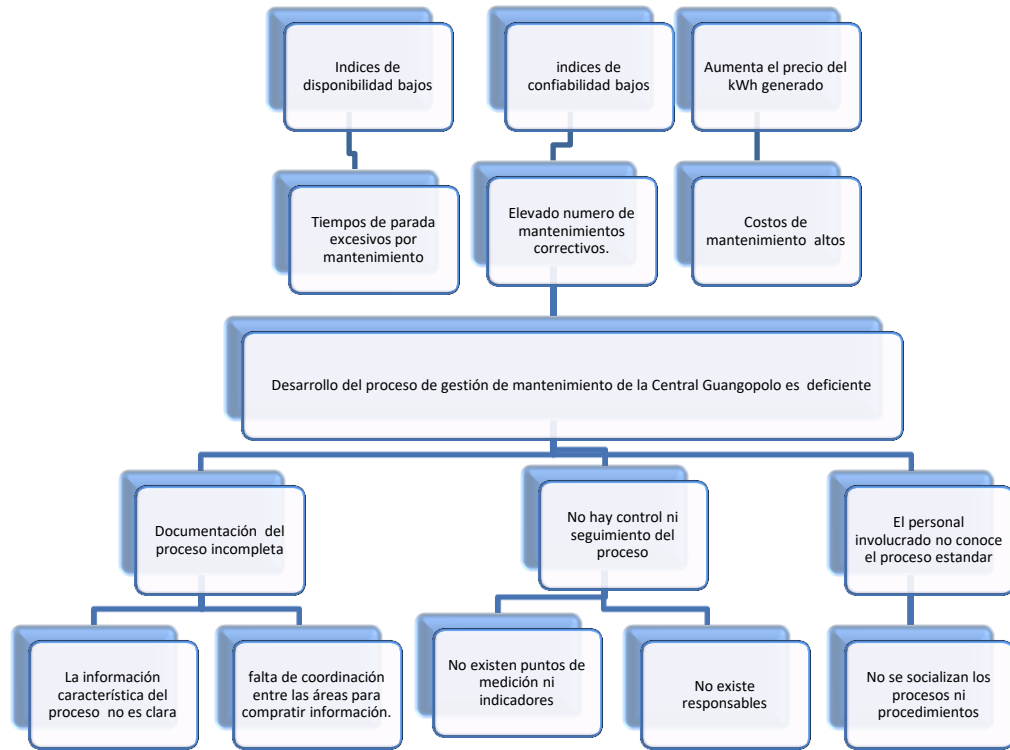


Figura 1 Árbol de problema
Fuente: (Celec E.P.)

Justificación e importancia

En las Centrales de Generación se ejecutan los procesos de realización del producto, en este caso específico la generación de energía eléctrica, por tal motivo la gestión de procesos en la Central Guangopolo debe alinearse a los objetivos estratégicos de la organización y contribuir al cumplimiento de metas mediante la efectividad y eficacia de sus procesos.

El proceso de gestión de mantenimiento está enfocado a conservar las unidades de generación y sistemas auxiliares, así como las instalaciones de central en óptimas condiciones, para que puedan cumplir con el objetivo de generar energía eléctrica a satisfacción del cliente.

Aunque en la organización se hayan establecido como indicadores de los procesos, la disponibilidad y confiabilidad son objetivos del proceso gestión de mantenimiento, por lo que es necesario diseñar indicadores para medir el desempeño del proceso y así poder planificar mejoras pertinentes y establecer estrategias que permitan cumplir con los objetivos.

La disponibilidad, depende de la frecuencia de fallas y el tiempo necesario para reanudar la generación; la confiabilidad, depende del registro de paros y/o fallas en el periodo establecido.

La mejora y simplificación del proceso de gestión de mantenimiento es necesaria para conservar las máquinas operativas, cumpliendo los tiempos de mantenimiento y reduciendo la indisponibilidad por mantenimiento o por falla en las unidades de generación o en los sistemas auxiliares, y de esta manera incrementar los índices de disponibilidad y confiabilidad de la Central.

1.3 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora del proceso de mantenimiento de la Central Térmica Guangopolo, que permita cumplir con los objetivos de disponibilidad y confiabilidad planificadas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Revisar los recursos disponibles y las leyes y reglamentos de la empresa pública.
- Realizar una priorización de los problemas hallados
- Realizar un análisis causa efecto con la finalidad de determinar las causas del problema o problemas prioritarios.
- Aplicar modelos y herramientas de calidad que permitan abordar el o los problemas prioritarios.

- Simplificar los sub-procesos y actividades del proceso de gestión de mantenimiento.
- Diseñar indicadores específicos que nos permitan medir el proceso gestión de mantenimiento de la Central Guangopolo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Tipos de mantenimiento

“Se entiende por mantenimiento todas las actividades enfocadas para conservar equipos/maquinarias/instalaciones en condiciones que permitan que cumpla sus funciones durante su vida útil.

Las actividades de mantenimiento industrial combinan acciones de orden técnico y administrativo como planificación, reemplazos, ajustes y reparaciones.

A pesar de los criterios de múltiples autores, en el mantenimiento se pueden distinguir las acciones de tipo correctivo o preventivo, por lo que se pueden diferenciar dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)
- Mantenimiento en uso” (García Garrido, 2013)

2.1.1 Mantenimiento Correctivo

“Son acciones que se ejecutan con el fin de corregir las fallas o defectos en la maquinaria o equipos. Dependiendo de la criticidad del equipo o de la gravedad del defecto se puede ejecutar de manera programada o inmediatamente.

Generalmente el área de operaciones que están constantemente operando los equipos es quien detecta la falla o defecto, reportando inmediatamente al área de mantenimiento.

El mantenimiento correctivo se puede clasificar de dos formas:

- **No planificado:** Es más conocido como mantenimiento de emergencia (reparación inmediata de roturas)
- **Planificado:** Se sabe con anterioridad cual es la reparación que se debe efectuar, de manera que cuando se presenta la falla se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizar el mantenimiento correctamente.

El mantenimiento correctivo ofrece algunas ventajas tales como no tener que elaborar una programación o planeación de tareas, además de no requerir extensos sistemas de información, seguimiento y/o almacenamiento de datos. Sus principales desventajas son el hecho de requerir un stock de repuestos (altos inventarios), se presentan grandes pérdidas en la producción, también altos costos por reparaciones y daños mayores.” (García Garrido, 2013)

2.1.2 Mantenimiento Preventivo

“Son las actividades de mantenimiento enfocadas a mantener el equipo o maquinaria funcionando en las condiciones requeridas u óptimas. Las intervenciones normalmente son programadas en el momento más oportuno, afectando mínimamente a la operación del equipo o máquina.

Así mismo mantenimiento está pendiente del estado y operatividad de los equipos, maquinaria o instalaciones mediante la medición de ciertas variables identificadas como representativas, estas variables pueden ser temperaturas, vibración, u horas de operación.

Existen 7 elementos de mantenimiento preventivo:

- **Inspección:** Inspecciones periódicas para determinar el estado de los materiales y/o componentes, comparando sus características físicas, eléctricas, y mecánicas, con los estándares esperados.
- **Servicio:** Limpieza, lubricación, y preservación de los componentes y/o materiales.
- **Calibración:** Determinar periódicamente los valores de las características de un componente comparado con los estándares, esto con el fin de tener la precisión que se espera el equipo debe tener.
- **Pruebas:** Chequeos periódicos para determinar y detectar los niveles de degradación de los componentes.

- **Alineación:** Realizar cambios en los componentes para obtener un óptimo desempeño.
- **Ajustes:** Ajustar periódicamente los distintos elementos para obtener un óptimo desempeño.
- **Instalación:** Reemplazo periódico de componentes con una vida útil limitada, o que presentan degradación, para mantener el sistema en las condiciones especificadas.

Dentro de las ventajas que tiene el mantenimiento preventivo cabe mencionar el hecho de que no necesita altos niveles de inventario, las reparaciones a realizar son menores, se incrementa la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, se reducen las pérdidas de producción, y se conservan las máquinas y equipos en óptimas condiciones de trabajo, mejorando así las condiciones de seguridad y salud ocupacional. Por otro lado este tipo de mantenimiento presenta desventajas, ya que requiere programación, planeación, y de extensos sistemas de información que deben estar bien organizados y actualizados.

También pueden existir pequeñas pérdidas en la producción debido a los paros programados, además los equipos están expuestos a posibles daños producto de las inspecciones y ajustes si no son realizadas por personal altamente calificado.” (García Garrido, 2013)

2.1.3 Mantenimiento Predictivo

“El mantenimiento predictivo consta de una serie de exhaustivos y continuos controles de las condiciones de las máquinas. Dichos controles se realizan con técnicas avanzadas y equipos electrónicos sumamente fiables, todo esto con el objetivo de conocer el estado real de las máquinas mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis fisicoquímicos, termografía, ultrasonido, endoscopía, entre otras.

Con estas técnicas se pretende conocer el momento preciso de aplicar o realizar el mantenimiento para prevenir futuros fallos, además así minimizan las pérdidas por paros programados y no programados.

Algunas de las ventajas del mantenimiento predictivo son: menor tiempo de intervención por tareas de mantenimiento, mayor confiabilidad y disponibilidad en los equipos de toda la planta, se pueden detectar las fallas desde la misma raíz del problema y no por las averías, y por último, con el mantenimiento preventivo se minimiza al máximo la necesidad de manejar un stock de repuestos e inventarios.

Las desventajas del mantenimiento predictivo incluyen: altos costos para su implementación (necesita instrumentación especializada), requiere de personal altamente calificado, y además de un amplio sistema de información (software) para su planeación y desarrollo.” (García Garrido, 2013)

2.1.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

“Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.” (García Garrido, 2013)

2.1.5 Mantenimiento En Uso

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Manténganse, Mantenimiento Productivo Total).” (García Garrido, 2013)

2.2 Herramientas básicas de calidad

“Como norma general, existen algunas características que se denominan críticas para establecer la calidad de un producto o servicio. Lo más común es efectuar mediciones de estas características, obteniendo así datos numéricos. Si se mide cualquier característica de calidad de un producto o servicio, se observará que los

valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre las distintas unidades del producto fabricado o servicio prestado.

Para realizar un mejor análisis de estos datos resulta útil apoyarse en lo que se denominan técnicas gráficas de calidad, como lo son las siete herramientas básicas de calidad, utilizadas para la solución de problemas atinentes a la calidad, mencionadas por primera vez por Kaoru Ishikawa.

- Diagramas de Causa - Efecto
- Planillas de inspección
- Gráficos de control
- Diagramas de flujo
- Histogramas
- Gráficos de Pareto
- Diagramas de dispersión “ (Salazar López, 2016)

2.2.1 Diagrama Causa efecto

“Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de "Ishikawa" porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado "Diagrama Espina de Pescado" porque su forma es similar al esqueleto de un pez." (Guajardo Garza, 2013)

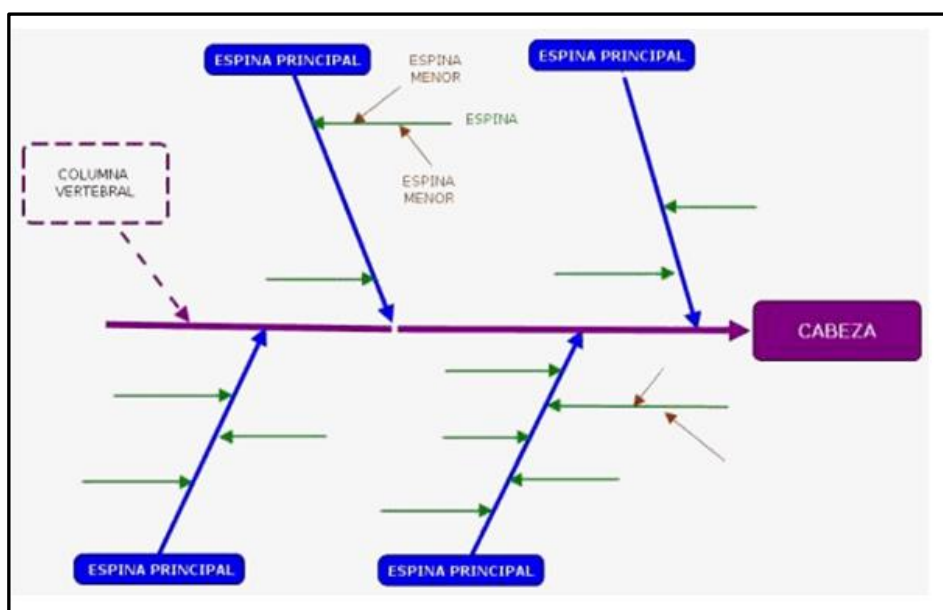


Figura 2 Causa Efecto
Fuente: (Guajardo Garza)

2.2.2 Planillas de Inspección

“Las planillas de inspección son una herramienta de recolección y registro de información. La principal ventaja de éstas es que dependiendo de su diseño sirven tanto para registrar resultados, como para observar tendencias y dispersiones, lo cual hace que no sea necesario concluir con la recolección de los datos para disponer de información de tipo estadístico. El diseño de una planilla de inspección

precisa de un análisis estadístico previo, ya que en ella se preestablece una escala para que en lugar de registrar números se hagan marcaciones simples.

Supongamos que tenemos un lote de artículos y efectuamos la medición del peso de estos. Por ejemplo si obtuvimos los 3 valores siguientes: 1,7 - 2,5 - 2,5. Cada anotación la representaremos con el signo +.

PLANILLA DE INSPECCIÓN																
Producto:	Ensamble A										N°:					
Característica de Calidad:	Peso total del ensamble															
Magnitud:	Peso - Kilogramos															
Fecha	19-ago-12															
Proceso	ENS - O1 - M2															
N° de lote	3758 - T2															
Inspector	Ing. Salazar															
Escala	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
Frecuencia																
30																
25																
20																
15																
10																
5																
0			+								+					
Frecuencia			1								2					

Figura 3 Modelo de planilla de Inspección

Fuente: (Salazar López)

En nuestra planilla podemos discriminar nuestros límites de control estadístico.

Luego de una cantidad considerable de mediciones, así luciría nuestra planilla:

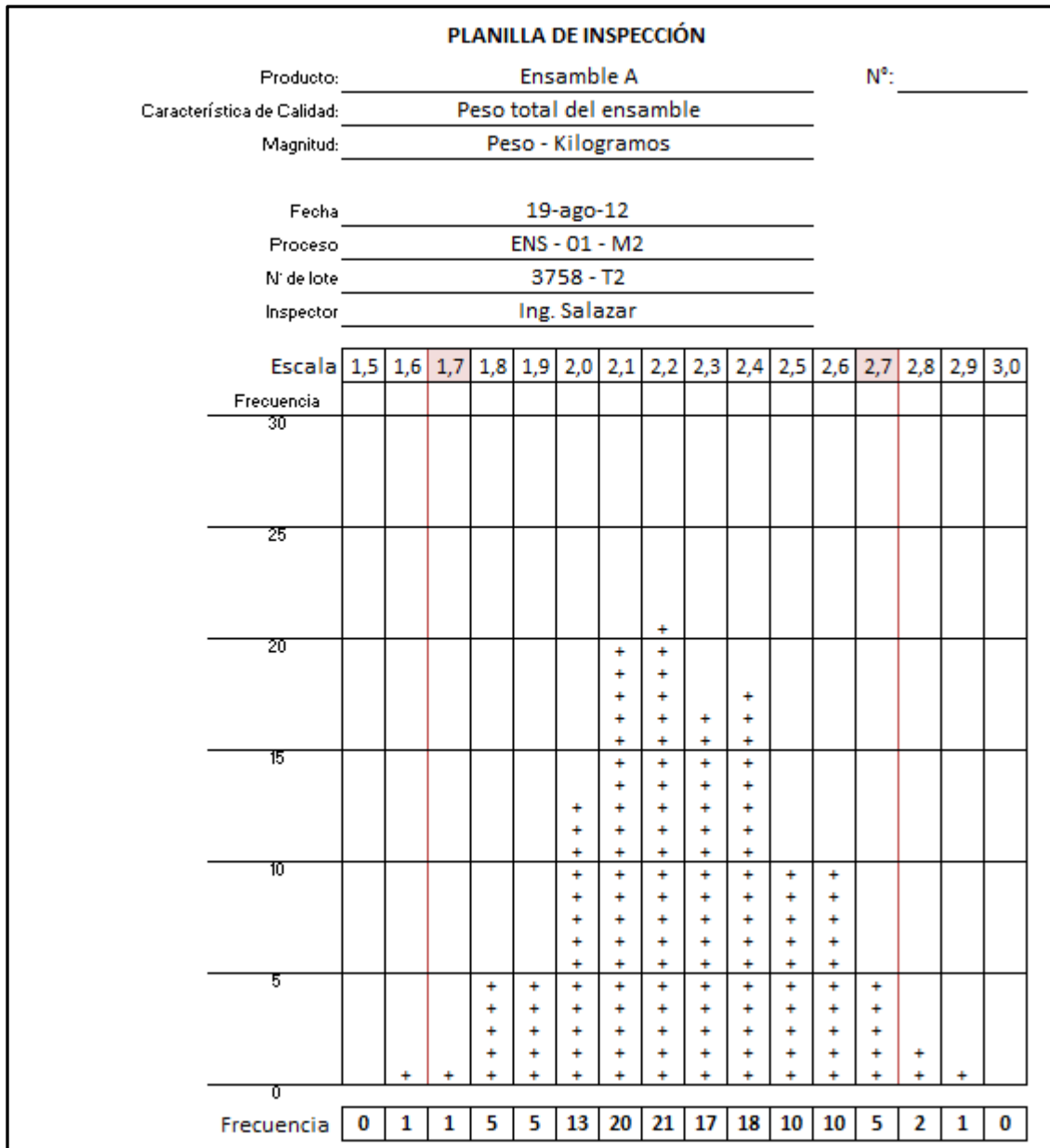


Figura 4 Planilla de Inspección

Fuente: (Salazar López)

Podemos observar como al mismo tiempo que registramos nuestros resultados, la planilla nos va mostrando cual es la tendencia central de las mediciones, el rango de

las observaciones y al tener discriminados nuestros límites de control, podemos observar qué cantidad de nuestro producto cumple con las especificaciones.”
(Salazar López, 2016)

2.2.3 Gráficos de Control

“Los gráficos o cartas de control son diagramas preparados donde se van registrando valores sucesivos de la característica de calidad que se está estudiando. Estos datos se registran durante el proceso de elaboración o prestación del producto o servicio.

Cada gráfico de control se compone de una línea central que representa el promedio histórico, y dos límites de control (superior e inferior).

Supongamos que tenemos un proceso de elaboración de sellos retenedores de aceite. Cada vez que se elabora un sello se toma la pieza y se mide el diámetro interno. Las últimas 15 mediciones sucesivas del diámetro se registran en una carta de control:

Tabla 1
Carta de Control

Nº de Muestra	Diámetro (milímetros)
1	74,012
2	73,995
3	73,987
4	74,008
5	74,003
6	73,994
7	74,008

Continua



8	74,001
9	74,015
10	74,03
11	74,001
12	74,015
13	74,035
14	74,017
15	74,01

Fuente: (Ingeniería Industrial)

Estas mediciones pueden anotarse en una carta como la siguiente:

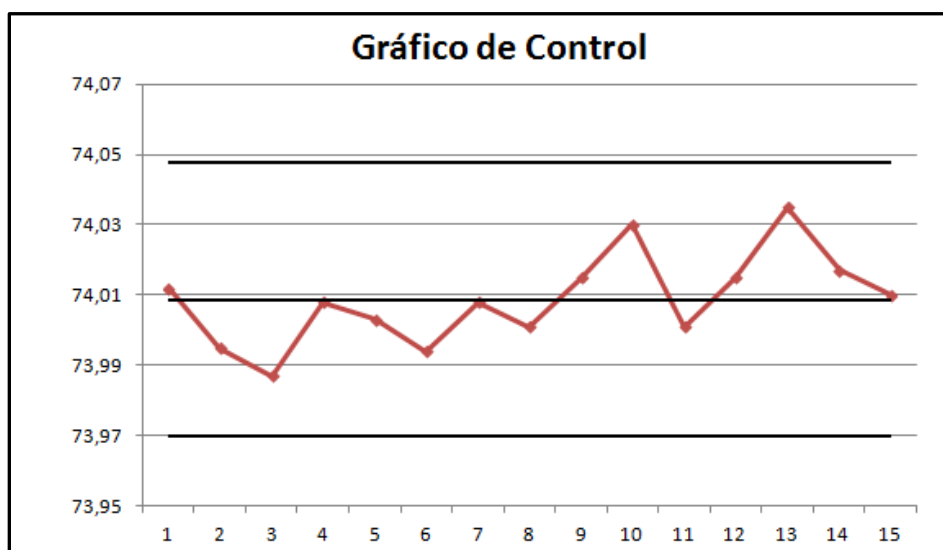


Figura 5 Carta de Control

Fuente: (Ingeniería Industrial)

En éste caso todas las observaciones fluctúan alrededor de la línea central y dentro de los límites de control preestablecidos, sin embargo, no siempre será así, cuando una observación no se encuentre dentro de los límites de control puede ser el indicio de que algo anda mal en el proceso.

Existen una gran cantidad de gráficos de control, por ejemplo, los gráficos X - R, gráficos np, gráficos C, gráficos Cusum, entre otros. Cuál elegir dependerá del tipo de variable a evaluar, o de lo que esperamos nos arroje el estudio, así mismo, variará el método de cálculo de la línea central y los límites de control.” (Salazar López, 2016)

2.2.4 Diagramas de flujo

“Un diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, esperas, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Su importancia consiste en la simplificación de un análisis preliminar del proceso y las operaciones que tienen lugar al estudiar características de calidad. Ésta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos usualmente estandarizados, y de conocimiento general. Los ingenieros industriales usualmente recurrimos a la norma ASME - Guía para la elaboración de un diagrama de proceso, para efectuar nuestros diagramas de flujo, sin embargo, existen otras representaciones, como la siguiente:” (Salazar López, 2016)

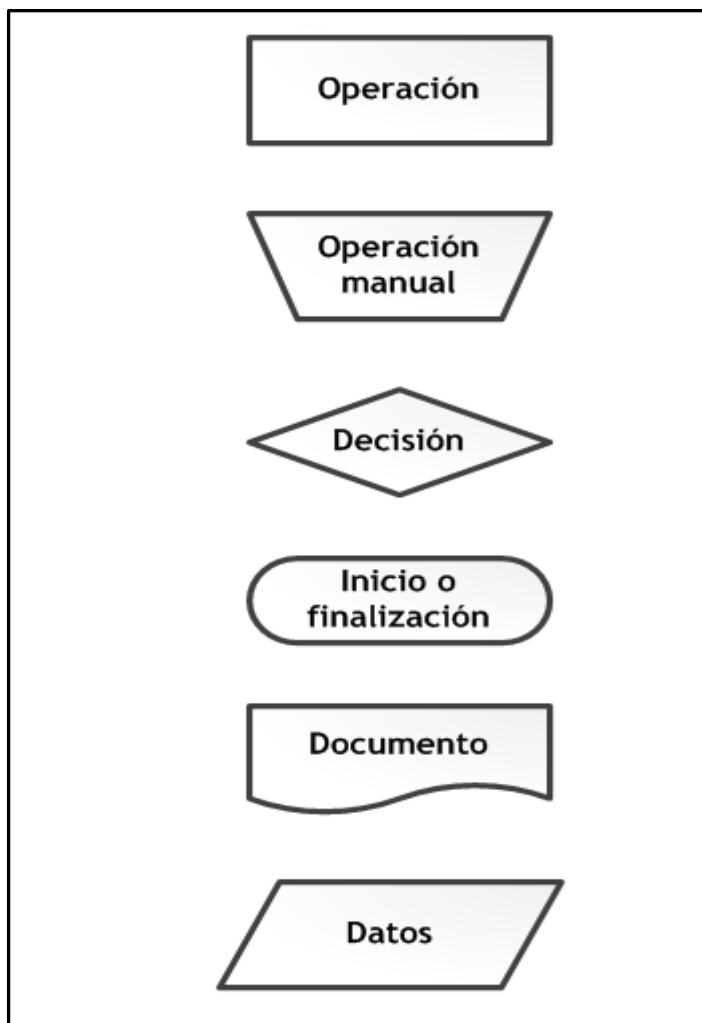


Figura 6 Formas que se utilizan en un diagrama de flujo
Fuente: (Salazar López)

2.2.4.1 Simbología ASME

“La American Society of Mechanical Engineers (ASME) ha desarrollado los signos convencionales de las gráficas, a pesar de la amplia aceptación que ha tenido esta simbología, en el trabajo de diagramación administrativa es limitada, porque no ha surgido algún símbolo convencional que satisfaga mejor todas las necesidades, sea

empleado en los diagramas orientados al procesamiento electrónico de datos con el propósito de representar los flujos de información, de la cual se han adoptado ampliamente algunos símbolos para la elaboración de los diagramas de flujo.”
(Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas, 2014)


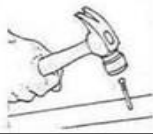


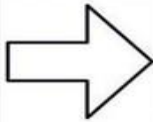







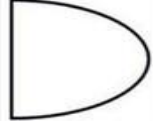
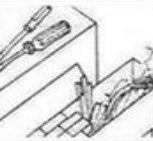


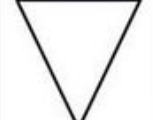


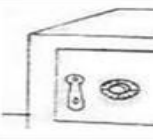
ACTIVIDAD	EJEMPLO		
OPERACIÓN 	 CLAVAR	 TALADRAR	 DIGITAR TECLAS
TRANSPORTE 	 LLEVAR MATERIALES EN CARRETILLA	 ELEVAR MATERIALES CON POLEA	 LLEVAR PAPELES EN LA MANO
INSPECCIÓN 	 EXAMINAR CALIDAD Y CALIDAD	 LEER UN MANÓMETRO	 EXAMINAR UN IMPRESO
DEMORA 	 MATERIAL ESPERANDO SER UTILIZADOS	 EN ESPERA DE UN ASCENSOR	 DOCUMENTOS PARA ARCHIVARSE
ALMACENAMIENTO 	 MATERIAS PRIMAS	 PRODUCTO TERMINADO	 DOCUMENTOS EN CAJA FUERTE

Figura 7 Simbología ASME

Fuente: (ASME)

2.2.5 Histogramas

“Un histograma o diagrama de barras es un gráfico que muestra la frecuencia de cada uno de los resultados cuando se efectúan mediciones sucesivas. Éste gráfico permite observar alrededor de qué valor se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión alrededor de éste valor. La utilidad en función del control de calidad que presta ésta representación radica en la posibilidad de visualizar rápidamente información aparentemente oculta en un tabulado inicial de datos.

Supongamos que estamos realizando mediciones sucesivas del peso de sacos de papa en una central de acopio conforme estos llegan. Inicialmente teníamos un tabulado con observaciones individuales que agrupamos en los siguientes intervalos con su respectiva frecuencia:” (Salazar López, 2016)

Tabla 2
Datos histograma

Intervalo (kilogramos)	N° de sacos (frecuencia)
55-60	1
60-65	17
65-70	48
70-75	70
75-80	32
80-85	28
85-90	16
90-95	0
95-100	3

Fuente: (Salazar López)

Así se representan nuestras observaciones en un histograma:

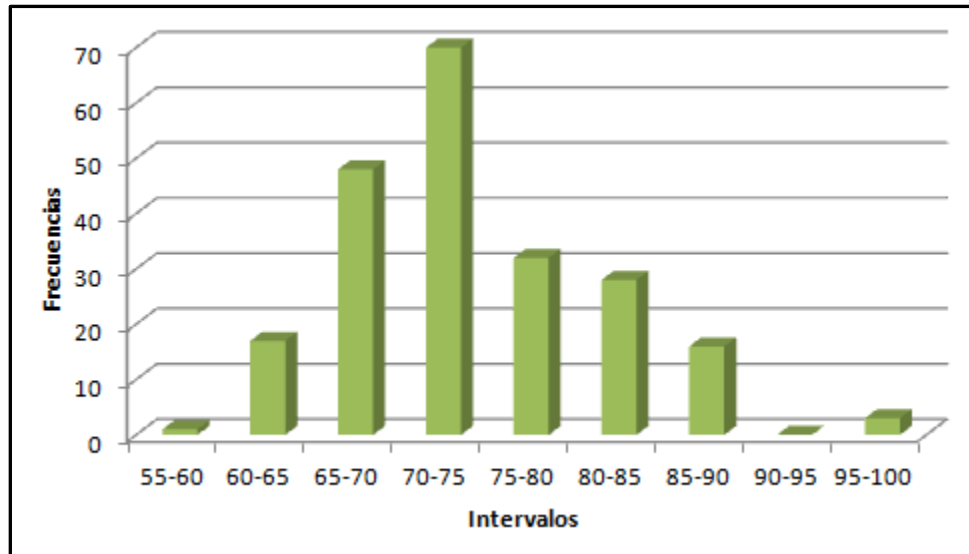


Figura 8 Histograma
Fuente: (Salazar López)

2.2.6 Gráficos de Pareto

“El diagrama de Pareto es una variación del histograma tradicional, puesto que en el Pareto se ordenan los datos por su frecuencia de mayor a menor. El principio de Pareto, también conocido como la regla 80 -20 enunció en su momento que "el 20% de la población, poseía el 80% de la riqueza".

Evidentemente son datos arbitrarios y presentan variaciones al aplicar la teoría en la práctica, sin embargo éste principio se aplica con mucho éxito en muchos ámbitos, entre ellos en el control de la calidad, ámbito en el que suele ocurrir que el 20% de los tipos de defectos, representan el 80% de las inconformidades.

El objetivo entonces de un diagrama de Pareto es el de evidenciar prioridades, puesto que en la práctica suele ser difícil controlar todas las posibles inconformidades de calidad de un producto o servicios.

Supongamos que un proceso que produce refrigeradores desea establecer controles sobre los defectos que aparecen en las unidades que salen como producto terminado en la línea de producción. Para ello se hace imperativo determinar cuáles son los defectos más frecuentes. En primer lugar se clasificaron todos los defectos posibles:

- Motor no detiene
- No enfría
- Burlete def.
- Pintura def.
- Rayas
- No funciona
- Puerta no cierra
- Gavetas def.
- Motor no arranca
- Mala nivelación
- Puerta def.
- Otros

Después de inspeccionar 88 refrigeradores defectuosos, se obtuvo la siguiente tabla de frecuencias:

Tipo de defecto	N°
Burlete def.	9
Pintura def.	5
Gavetas def.	1
Mala nivelación	1
Motor no arranca	1
Motor no detiene	36
No enfría	27
No funciona	2
Otros	0
Puerta def.	0
Puerta no cierra	2
Rayas	4
Total	88

Figura 9 Tabla de frecuencias
Fuente: (Salazar López)

Ordenamos los datos y anexamos una columna de frecuencias y otra de frecuencias acumuladas:

Tipo de defecto	N°	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Motor no detiene	36	40,9%	40,9%
No enfría	27	30,7%	71,6%
Burlete def.	9	10,2%	81,8%
Pintura def.	5	5,7%	87,5%
Rayas	4	4,5%	92,0%
Puerta no cierra	2	2,3%	94,3%
No funciona	2	2,3%	96,6%
Motor no arranca	1	1,1%	97,7%
Mala nivelación	1	1,1%	98,9%
Gavetas def.	1	1,1%	100,0%
Puerta def.	0	0,0%	100,0%
Otros	0	0,0%	100,0%
Total	88	100,0%	

Figura 10 Datos de Pareto
Fuente: (Salazar López)

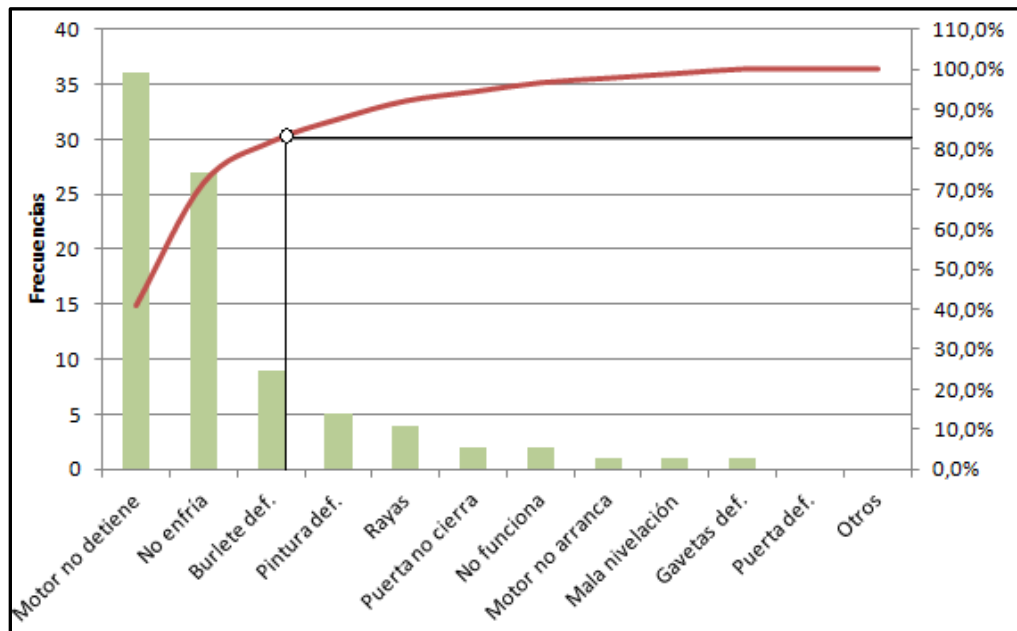


Figura 11 Diagrama de Pareto
Fuente: (Salazar López)

En éste caso el 81,8% de los defectos del proceso corresponden al 25% de los tipos de defectos, es decir que tan solo solucionando las 3 principales inconformidades se solucionarían el 81,8% de unidades defectuosas.” (Salazar López, 2016)

2.2.7 Diagrama de dispersión

“También conocidos como gráficos de correlación, estos diagramas permiten básicamente estudiar la intensidad de la relación entre 2 variables. Dadas dos variables X y Y, se dice que existe una correlación entre ambas si éstas son directa o inversamente proporcionales (correlación positiva o negativa). En un gráfico de

dispersión se representa cada par (X, Y) como un punto donde se cortan las coordenadas de X y Y.

Supongamos que en un proceso se ha evidenciado cierta fluctuación del peso del producto terminado, luego de efectuar un análisis de posibles causas se presume que el parámetro de humedad del proceso (que se puede controlar) tiene una directa relación con los cambios del peso. Para ello se efectúa un registro del parámetro del proceso y el peso del producto final, tal como observaremos en el siguiente tabulado.” (Salazar López, 2016)

Humedad	Peso
1,94	95,8
1,82	80,5
1,79	78,2
1,69	77,4
1,80	82,6
1,88	87,8
1,57	67,6
1,81	82,5
1,76	82,5
1,63	65,8
1,59	67,3
1,84	88,8
1,92	93,7
1,84	82,9
1,88	88,4
1,62	69,0
1,86	83,4
1,91	89,1
1,99	95,2
1,76	79,1
1,55	61,6
1,71	70,6
1,75	79,4
1,76	78,1
2,00	90,6

Figura 12 Tabulación
Fuente: (Salazar López)

Podemos observar que existe cierta correlación positiva entre las variables del proceso, su nivel de intensidad puede ser calculado mediante coeficientes de correlación lineal, pero desde el diagrama se puede observar que las variables evidentemente se vinculan.” (Salazar López, 2016)

2.3 Plan de Mejora

“Conjunto de acciones planeadas, organizadas, integradas y sistematizadas que implementa la organización para producir cambios en los resultados de su gestión, en respuesta a las áreas de mejora identificadas en el proceso de autoevaluación.

Constituye una herramienta para gestionar la calidad, que genera una dinámica grupal, fomenta el compromiso y la responsabilidad individual y de equipo y la mejora organizacional en su conjunto. Para lo cual se deberá determinar:

- **Área de mejora.-** todos aquellos aspectos de la organización que no funcionan de acuerdo con los parámetros de la excelencia. Es decir, que no funcionan en forma efectiva. Representan puntos débiles de la gestión, que si no son reforzados pueden convertirse en problemas para que la organización funcione adecuadamente y pueda lograr sus objetivos; por tanto, constituyen un reto importante para lograr la excelencia.
- **Acción de mejora.-** Actuación concreta, dentro de un conjunto de actuaciones, que permite superar las debilidades detectadas en un Área de Mejora para que la organización pueda ser efectiva (eficaz y eficiente) en el desempeño de su gestión.

- **Objetivos del plan de mejora.**- El objetivo principal del Plan de Mejora es, desarrollar un conjunto de acciones para el seguimiento y control de las áreas de mejora detectadas durante el proceso de evaluación, en procura de lograr el mejoramiento continuo de la organización” (Ministerio de Administración Pública, 2014)

2.4 Marco Conceptual

- **Caracterización de procesos**

“La Caracterización de Procesos consiste en identificar condiciones y/o elementos que hacen parte del proceso, tales como: ¿quién lo hace?, ¿Para quién o quienes se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Qué se requiere para hacerlo? “ (Cordova Tobon, 2018)

- **Eficiencia**

“La noción de eficiencia tiene su origen en el término latino *efficientia* y refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción.

La eficiencia, por lo tanto, está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un

objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización.” (Pérez Porto & Gardey, 2012)

- **Eficacia**

“Del latín *efficacia*, la eficacia es la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción.

Es decir, por tanto, podríamos establecer que la principal diferencia entre eficiencia y eficacia es que la primera sería la que consigue cuando se alcanzan los mismos objetivos pero utilizándose el menor número posible de recursos. O también cuando se consiguen muchos más objetivos con el mismo número de recursos.” (Pérez Porto & Gardey, 2012)

- **Productividad**

“Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), la productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas, aquí presentamos algunas posibles definiciones.

En el campo de la economía, se entiende por productividad al vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo

(mano de obra, materiales, energía, etc.). La productividad suele estar asociada a la eficiencia y al tiempo: cuanto menos tiempo se invierta en lograr el resultado anhelado, mayor será el carácter productivo del sistema.

Por medio de la productividad se pone a prueba la capacidad de una estructura para desarrollar los productos y el nivel en el cual se aprovechan los recursos disponibles. La mejor productividad supone una mayor rentabilidad en cada empresa. De esta manera, la gestión de calidad busca que toda firma logre incrementar su productividad.” (Pérez Porto & Gardey, 2012)

- **Indicadores**

“Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico.

Deber haber por lo menos un indicador por cada resultado. El indicador debe estar enfocado, y ser claro y específico. El cambio medido por el indicador debe representar el progreso que el programa espera hacer.

Un indicador debe ser definido en términos precisos, no ambiguos, que describan clara y exactamente lo que se está midiendo. Si es práctico, el indicador debe dar una idea relativamente buena de los datos necesarios y de la población entre la cual se medirá el indicador.

Los indicadores no especifican un nivel particular de logro – las palabras “mejorado”, “aumentado”, o “disminuido” no se prestan para un indicador.” (ONU, 2012)

CAPITULO III

ANALISIS PROCESO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRAL GUANGOPOLO

3.1 Análisis causa y efecto

El excesivo tiempo de paro de las unidades de generación y/o sistemas auxiliares de la Central Guangopolo sea por mantenimiento programado, mantenimiento correctivo o por falla; no permite que se cumplan con los objetivos de disponibilidad y confiabilidad establecidos.

Con la finalidad de facilitar el estudio, se ha efectuado un análisis causa efecto con el objetivo de determinar los ámbitos en los que deberá realizarse una mejora.

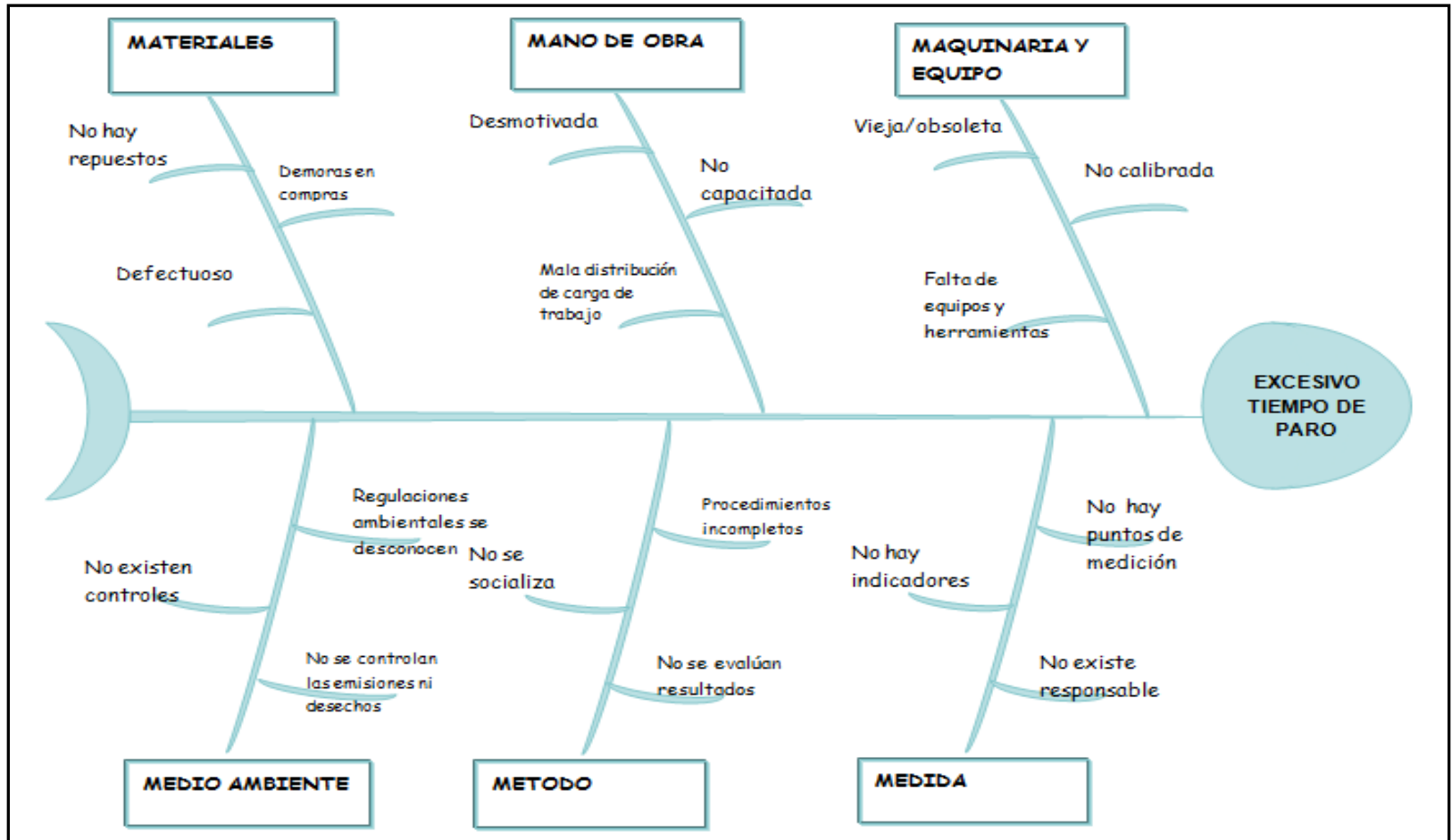


Figura 13 Diagrama causa y efecto
Fuente: (CELEC E.P.)

3.1 Plan de acción para solucionar los problemas existentes

Tabla 3

Plan de Acción Problemas existentes

PROBLEMA	CAUSA	ACCIÓN?	RESPONSABLE ?	CUANDO?	DONDE ?	POR QUE?	COMO?
Demoras por materiales	No hay disponibilidad de repuestos	Verificar la disponibilidad de repuestos en la etapa de planificación	Analista de mantenimiento	Mensualmente	Bodegas e inventarios	evitará que se atrasen los mantenimientos por falta de repuestos	Elaborando un listado de repuestos críticos necesarios para cada mantenimiento, los cuales se verificarán stock en el sistema IFS
	Demoras en compras	Solicitar la adquisición de materiales y/o repuestos con anticipación. Compras Planificadas.	Jefe de mantenimiento / Adquisiciones	Mensualmente	Departamento de adquisiciones	Para mantener un stock mínimo y de seguridad de repuestos, materiales e insumos para mantenimiento	Revisando los stock permanentemente para poder realizar compras planificadas manteniendo un stock mínimo y/o de seguridad

Continua



	Repuestos o materiales defectuosos	Inspeccionar los artículos especialmente repuestos antes del ingreso a bodega	Técnico de mantenimiento/ representante de bodega	cada vez que ingrese un material o repuesto de mantenimiento a bodega	Bodegas e inventarios	evitar que ingresen artículos defectuosos	mediante una inspección visual
Demoras por mano de obra	Personal desmotivado	Motivación, incentivos y reconocimientos al personal	Jefe de talento humano	Mensualmente	Central Térmica	Mantener un buen ambiente laboral y fomentar el liderazgo	Mejorando las relaciones humanas del personal involucrado
	Personal no tiene las competencias por falta de capacitación	Capacitación continua al personal	Jefe de talento humano /Jefe de mantenimiento	Anual	Central Térmica	Mejorar los conocimientos y competencias.	Plan anual de capacitación diseñado por cargo.
	Incorrecta distribución de carga de trabajo	Re distribuir la carga de trabajo al personal	Jefe de mantenimiento /Analista de mantenimiento	Semanalmente	Central Térmica	Aliviar la carga de trabajo a los mecánicos más experimentados	Elaborando un plan de trabajo semanal que incluya la distribución del personal.
Demoras por Maquinaria o equipo	Maquinaria vieja/obsoleta	Actualizar la maquinaria, con recambios automatizados.	Jefe de mantenimiento	Anual	Central Térmica	Mantener la maquinaria y equipos útiles y actualizados	Plan de actualización y conservación de equipos y máquinas.
	Maquinaria y herramientas no calibradas	Realizar la calibración de equipos y herramientas de medición.	Analista de mantenimiento	Anual	Central Térmica	La medición sea confiable y exacta y por tanto el mantenimiento sea confiable.	Plan anual de calibración.

Continua



	Faltan equipos y/o herramientas especializados	Adquiriendo equipos y herramientas especializados	Jefe de mantenimiento/ Adquisiciones	cuando sea necesario	Central Térmica	Contar con los elementos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento y en el menor tiempo	Revisión permanente Inventario de equipos y/o herramientas. Listado de equipos y herramientas que deban ser reemplazadas o compradas en adición.
Demoras por medio ambiente	No se realizan controles por parte de medio ambiente	Establecer lineamientos para control de desechos y de materiales contaminados con hidrocarburos	Departamento de gestión social y ambiental	Semestralmente	Central Térmica	Cuidar el medio ambiente. Evitar la reclasificación de desechos, derrames, contaminación de otros materiales.	Establecer un plan de manejo de residuos generados en mantenimiento, y socializar con el personal para que sepan cómo actuar.
	Desconocimiento de regulaciones ambientales	Socializar regulaciones aplicables en relación al medio ambiente aplicables a la Central	Departamento de gestión social y ambiental	Semestralmente	Central Térmica	Conocer las regulaciones ambientales y estar consciente del impacto de las acciones.	Mediante charlas con el personal que labora en la central.

Continua



	No existe gestión de desechos	Establecer lineamientos para control de desechos y de materiales contaminados con hidrocarburos	Departamento de gestión social y ambiental	Semestralmente	Central Térmica	Cuidar el medio ambiente. Evitar la reclasificación de desechos, derrames, contaminación de otros materiales.	Establecer un plan de manejo de residuos generados en mantenimiento, y socializar con el personal para que sepan cómo actuar.
Demoras por método	Procedimientos incompletos	Revisar los procedimientos y Elaborar una guía que permita corregir las falencias en los procedimientos	Yadira Guapulema / Jenny Llumiquinga	ahora/ en este proyecto	Departamento de mantenimiento Central Guangopolo	En el diagnóstico realizado al proceso se realizaron observaciones en cuanto a la ineficiencia del mismo.	Incluir una guía de los puntos a mejorar en el proceso de gestión de mantenimiento Central Guangopolo.
	No se ha socializado con el personal	Socializar los procedimientos con el personal involucrado.	Jefe de mantenimiento	Al realizar las correcciones en los procedimientos/cuando sea necesario	Departamento de mantenimiento Central Guangopolo	El personal necesita conocer su aporte al sistema de gestión y las consecuencias de sus acciones.	Charlas de socialización con el personal
	No existen objetivos por lo que no se evalúan resultados	Establecer objetivos de la unidad de mantenimiento alineados a los de la UNT	Jefe de mantenimiento /Analista de mantenimiento	Al realizar las correcciones en los procedimientos/cuando sea necesario	Departamento de mantenimiento Central Guangopolo	Para la mejora es necesario evaluar la gestión del mantenimiento	En base a las técnicas de mantenimiento industrial, Ingeniería de mantenimiento, mantenimiento clase mundial, RCM.

Demoras por medida	No existen indicadores del proceso	Diseñar indicadores aplicables al proceso	Jefe de mantenimiento/ Yadira Guapulema / Jenny Llumiquinga	ahora/ en este proyecto	Central Térmica	Medir el proceso y realizar las mejoras	En base a las técnicas de mantenimiento o industrial, Ingeniería de mantenimiento, mantenimiento o clase mundial, RCM.
	No existen medidas ni puntos de medición del proceso	Establecer puntos de medición del proceso	Jefe de mantenimiento	después de establecer los indicadores	Departamento de mantenimiento Central Guangopol	Medir el proceso y realizar las mejoras	En base a las técnicas de mantenimiento o industrial, Ingeniería de mantenimiento, mantenimiento o clase mundial, RCM.
	No existen responsables	Asignar responsables	Jefe de mantenimiento	después de establecer los indicadores	Departamento de mantenimiento Central Guangopol	Medir el proceso y realizar las mejoras	En base a las técnicas de mantenimiento o industrial, Ingeniería de mantenimiento, mantenimiento o clase mundial, RCM.

Fuente: (CELEC E.P.)

3.2 Recursos y herramientas del proceso

Para elaborar una propuesta de mejora es necesario analizar de manera detenida los recursos disponibles que apoyan al proceso, análisis que se basará en el diagrama causa efecto.

3.2.1 Estructura organizacional

El departamento de mantenimiento está conformado por 25 personas, distribuidas entre un jefe de mantenimiento, un analista, un asistente, personal eléctrico y personal mecánico.

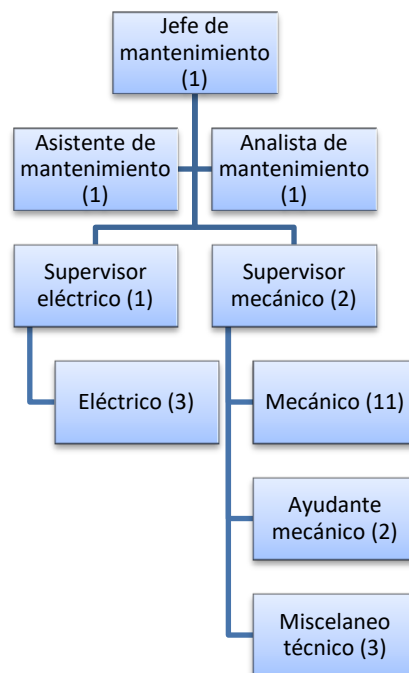


Figura 14 Organigrama Organizacional
Fuente: (CELEC E.P.)

Se revisó los perfiles de cada uno de los integrantes del equipo de mantenimiento, encontrándose que varias personas que tienen denominación de mecánicos no cumplen con el perfil solicitado según el manual de talento humano, pero tres de ellos no realizan tareas de mecánicos si no de ayudantes por no contar con las competencias necesarias.

Los misceláneos por su parte cumplen con sus actividades de orden y limpieza, pero además ejecutan actividades de ayudantes mecánicos.

3.2.2 Procedimiento de mantenimiento Central Guangopolo

El procedimiento de mantenimiento central Guangopolo incluye:

1. Objetivo
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Desarrollo
 - 4.1 Planificación del mantenimiento anual.
 - 4.2 Ejecución del mantenimiento programado.
 - 4.3 Ejecución de Mantenimiento Correctivo.
 - 4.4 Informes mensuales para la CELEC EP Matriz.
5. Referencias
6. Definiciones
7. Formatos

8. Anexos

8.1 Anexo No. 1: Diagrama de Flujo Gestión de Mantenimiento Central
Guangopolo I

8.2 Anexo No. 2: Formatos

9. Histórico de cambios

Por tanto, el procedimiento no ha considerado aspectos de seguridad industrial ni tampoco de medio ambiente.

En el desarrollo de los procedimientos se describen solamente tareas y/o actividades técnico-administrativas, y no se consideran las tareas técnicas de ejecución de los mantenimientos, por lo que es complicado evaluar la carga de trabajo que tendría cada uno de los trabajadores.

3.2.3 Infraestructura física.

La Central Guangopolo cuenta con cuatro motores de combustión interna operativos de marca MITSUBISHI-MAN modelo V9V 40/54 con 18 cilindros, los cuales opera con: combustible Diesel que permite el arranque y con residuo de petróleo para operación continua; adicional a estos cuenta con un motor Stork Wärtsilä modelo 8SW28.

La Central térmica Guangopolo fue instalada en el año de 1977, por lo que las unidades de generación y sus equipos auxiliares tienen por lo menos 40 años de

antigüedad, tiempo en el que se ha generado desgaste, lo que ha sido compensado con mantenimientos y cambios de piezas y elementos.

Cuenta también con un galpón fuera de la casa de máquinas asignado para taller mecánico, a donde se movilizan mediante montacargas los elementos y piezas que requieren mantenimiento especial que no se puede efectuar dentro de la casa de máquinas, como rectificado de coronas de pistón, rectificado de cabezotes, etc.

También existe un área específica para la limpieza y lavado de elementos como cabezotes, intercambiadores de calor, entre otros.

Sin embargo no es posible cambiar la distribución del espacio físico, por lo que no se puede realizar una mejora en cuanto a infraestructura física.

3.2.4 Software para gestión de mantenimiento

El área de mantenimiento de la Central Guangopolo se apoya en dos software para el control de los mantenimientos:

- **SISMAC:** Sistema de Gestión del Mantenimiento donde se elaboran Órdenes de Trabajo de los mantenimientos a realizarse. El sistema aplica para la gestión de mantenimiento de la central Guangopolo I.
- **Industrial Financial System-IFS:** Sistema ERP corporativo de CELEC. Dentro del sistema se incluye el módulo de Mantenimiento, utilizado para la Gestión del Mantenimiento de las centrales. El modulo aplica para la gestión de mantenimiento de la central Guangopolo II.

3.3 Trazar sub-procesos

El procedimiento de mantenimiento Central Guangopolo describe las tareas técnico-administrativas de cada sub-proceso por lo que se realiza un levantamiento de las tareas que se realizan en cada sub-proceso.

3.3.1 Planificación y programación del mantenimiento


		EMPRESA: MACROPROCESO: LEVANTAMIENTO DE PROCESOS							CODIGO			
		VERSION		1,0								
PROCESO	Gestión del mantenimiento							TIEMPO DE CICLO	429			
SUBPROCESO	planificación y programación de mantenimiento							COSTO TOTAL	\$ 9.367,74			
RESPONSABLE	Jefe de mantenimiento							FRECUENCIA	mensual			
ENTRADAS DEL SUBPRO	datos de generación/ plan anual de generación							EFICIENCIA TIEMPO	58,97%			
SALIDAS DEL SUBPRO	plan y cronograma de mantenimiento							EFICIENCIA COSTO	52,90%			
NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇨	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
1	Revisar el reporte diario de operación enviado mediante correo	supervisor de mecánico/supervisor eléctrico/supervisor de programación y control de mantenimiento					x		30		\$ 1.212,00	
2	Revisar el proceso IFS por algún aviso de fallo generado	analista de mantenimiento / supervisor de programación y control de mantenimiento					x		90			\$ 3.254,13
3	Análisis del comportamiento del equipo y/o unidad de generación	supervisor de programación y control de mantenimiento	x						60		\$ 808,00	
4	Controlar y registrar las horas de operación por unidad	analista de mantenimiento					x		10		\$ 129,70	
5	Elaborar el plan anual de mantenimiento para cada una de las unidades	analista de mantenimiento / supervisor de programación y control de mantenimiento	x						40		\$ 1.057,47	
6	Declarar los mantenimientos programados para el plan de operación del CENACE	supervisor de programación y control de mantenimiento		x					4			\$ 53,87
7	Revisar el presupuesto para cada mantenimiento	analista de mantenimiento / supervisor de programación y control de mantenimiento	x						3		\$ 79,31	
8	Definir prioridades de mantenimiento	analista de mantenimiento / supervisor de programación y control de mantenimiento	x						16		\$ 422,99	
9	Establecer el calendario de programación anual de mantenimientos	supervisor de programación y control de mantenimiento	x						30		\$ 404,00	
10	Fijar el periodo de ejecución de mantenimientos	supervisor de programación y control de mantenimiento	x						16		\$ 215,47	
11	Fijar el periodo de prueba y/o ajuste.	supervisor de programación y control de mantenimiento	x						8		\$ 107,73	
12	Elaborar el cronograma de mantenimiento programado	supervisor de programación y control de mantenimiento	x						40			\$ 538,67
13	Elaborar la orden de trabajo	analista de mantenimiento	x						2			\$ 26,93
14	Definir las actividades a ejecutar durante del mantenimiento	analista de mantenimiento	x						40		\$ 518,81	
15	Realizar seguimiento	supervisor de programación y control de mantenimiento					x		40			\$ 538,67
TOTALES									253	176	\$ 4.955,48	\$ 4.412,26
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR				APROBADO POR					

Figura 15 Programación de Mantenimiento
Fuente: (CELEC E.P.)

3.3.2 Ejecución de mantenimiento correctivo


NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
 <div style="text-align: center;"> EMPRESA: MACROPROCESO: LEVANTAMIENTO DE PROCESOS </div>			CODIGO		PV.2.1		VERSIÓN		1,0			
PROCESO			Gestión del mantenimiento						TIEMPO DE CICLO		21	
SUBPROCESO			Ejecución de mantenimiento correctivo						COSTO TOTAL		\$ 8.369,91	
RESPONSABLE			Jefe de mantenimiento						FRECUENCIA		cuando suceda	
ENTRADAS DEL SUBPRO			Falla crítica						EFICIENCIA TIEMPO		33,33%	
SALIDAS DEL SUBPRO			Unidad o Equipo operativo / Datos de costo de mantenimiento						EFICIENCIA COSTO		45,89%	
1	Revisar novedades de operación	Supervisor mecánico/supervisor eléctrico					x		1		\$ 281,57	
2	Identificar la falla	Supervisor mecánico/supervisor eléctrico	x						0	\$ 70,39		
3	General el informe de falla	Analista de mantenimiento	x						1	\$ 140,29		
4	¿Se requiere parar la operación de la unidad?	Supervisor Mecánico			x				0	\$ 70,39		
5	Consignar la unidad	Supervisor Mecánico	x						1	\$ 140,78		
6	Coordinar actividades	Supervisor Mecánico						x	1	\$ 140,78		
7	Parar la Unidad de generación	Supervisor Mecánico	x						1	\$ 140,78		
8	Desmontar la Unidad/ equipo	Técnico 2/misceláneo	x						1	\$ 679,04		
9	Reemplazar la pieza o parte	Técnico 4/técnico 2/miscelaneo	x						1	\$ 616,84		
10	calibrar la máquina	Técnico 4	x						1	\$ 277,32		
11	Realizar Pruebas en vacío y con carga	Técnico 4/técnico 2/miscelaneo					x		1	\$ 1.233,68		
12	iniciar operación comercial	Técnico 4/técnico 2/miscelaneo	x						1	\$ 204,72		
13	Crear Ordenes de Trabajo	Asistente de mantenimiento	x						1	\$ 138,66		
14	Reportar tareas diarias	Técnico 4/técnico 2/miscelaneo	x						9	\$ 3.684,94		
15	Registrar datos de Ordenes de trabajo	Asistente de mantenimiento	x						1	\$ 409,44		
16	Cerrar ordenes de trabajo	Asistente de mantenimiento	x						1	\$ 140,29		
TOTALES									7	14	\$ 3.841,27	\$ 4.528,64
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR			APROBADO POR						
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>			<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>			<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>						

Figura 16 Mantenimiento Correctivo

Fuente: (CELEC E.P.)

3.3.3 Ejecución de mantenimiento preventivo

NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇨	◆	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
 <p>EMPRESA: MACROPROCESO: LEVANTAMIENTO DE PROCESOS</p>			CODIGO		PV.2.1		VERSIÓN		1,0			
PROCESO			Gestión del mantenimiento						TIEMPO DE CICLO		573,75	
SUBPROCESO			Gestión de mantenimiento preventivo						COSTO TOTAL		\$ 558.429,91	
RESPONSABLE			Jefe de mantenimiento						FRECUENCIA		c/d 3000 H. operación	
ENTRADAS DEL SUBPROCESO			estado actual del equipo y/o maquina / RRHH, repuestos y materiales para mantenimiento						EFICIENCIA TIEMPO		81,53%	
SALIDAS DEL SUBPROCESO			Unidades o equipos operativos / datos de ejecución de mantenimiento						EFICIENCIA COSTO		97,33%	
1	Revisar el plan de mantenimiento	Supervisor mecánico					x			4		\$ 563,13
2	Solicitar consignación de unidad	Analista de mantenimiento	x						1			\$ 140,29
3	Crear la Orden de trabajo en el sistema (IFS o	Asistente de mantenimiento	x						8			\$ 1.109,29
4	Parar la operación de la unidad	Supervisor mecánico	x						2			\$ 281,57
5	Coordinar con el área de operación antes de intervenir el equipo	Supervisor mecánico	x							24		\$ 3.378,78
6	Revisar el cronograma de mantenimiento	Supervisor mecánico					x			25		\$ 3.519,56
7	Revisar la Orden de trabajo y entregar al personal que ejecutará el mantenimiento	Supervisor mecánico					x			50		\$ 7.039,13
8	Retirar los materiales de bodega	Miscelaneo		x					60			\$ 8.081,33
9	Realizar el desmontaje de la unidad y/o equipo	Técnico 2/ miscelaneo	x						40			\$ 32.549,19

Continua



10	Realizar el mantenimiento de partes y/o piezas	Técnico 4	x						40		\$ 33.278,63	
11	Reemplazo de piezas o elementos determinados	Técnico 4	x						12		\$ 9.983,59	
12	Armar la unidad y/o equipo	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						40		\$ 65.827,82	
13	Calibrar la unidad y/o equipo a las condiciones recomendadas	Técnico 4	x						24		\$ 19.967,18	
14	Realizar pruebas sin carga	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						8		\$ 13.165,56	
15	¿La unidad se encuentra en condiciones operativas y sin fugas?	Supervisor mecánico			x				0		\$ 35,20	
16	Poner en operación la unidad por 200 horas	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						200		\$ 329.139,11	
17	Parar la Unidad de generación	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						2		\$ 3.291,39	
18	Medir la deflexión de cigüeñal	Técnico 4	x						8		\$ 6.655,73	
19	¿Es necesario calibrar y/o corregir algun parametro?	Supervisor mecánico			x				1		\$ 70,39	
20	Ajustes y/o calibraciones de parámetros	Técnico 4	x						20		\$ 16.639,32	
21	Arranque de la unidad para operación comercial	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						2		\$ 3.291,39	
22	Entregar la máquina a operación y notificar la finalización del mantenimiento	Supervisor mecánico			x				2			\$ 281,57
23	Cerrar la orden de trabajo	Supervisor mecánico	x						1			\$ 140,78
TOTALES									468	106	\$ 543.506,97	\$ 14.922,95
<p>ELABORADO POR SUPERVISADO POR APROBADO POR </p>												

Figura 17 Mantenimiento preventivo

Fuente: (CELEC E.P.)

3.3.4 Control y evaluación del mantenimiento


NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◆	▼	○	●	AV	NAV	AV	NAV
 <p>EMPRESA: MACROPROCESO: LEVANTAMIENTO DE PROCESOS</p>			CODIGO		PV.2.1		VERSIÓN		1,0			
PROCESO			Gestión del mantenimiento						TIEMPO DE CICLO		168	
SUBPROCESO			Control y Evaluación						COSTO TOTAL		\$ 2.087,98	
RESPONSABLE			Jefe de mantenimiento						FRECUENCIA		mensual	
ENTRADAS DEL SUBPRO			Cronograma de ejecución de mantenimiento, datos de costos, listados de repuestos usados						EFICIENCIA TIEMPO		100,00%	
SALIDAS DEL SUBPRO			Indicadores de mantenimiento, informe de mantenimiento						EFICIENCIA COSTO		100,00%	
1	Realizar el seguimiento de las intervenciones / mantenimientos	Analista de mantenimiento	x						60		\$ 778,21	
2	Elaborar informes de avance semanal	Asistente de mantenimiento	x						12		\$ 136,14	
3	verificar el cumplimiento del cronograma	Analista de mantenimiento						x	12		\$ 155,64	
4	evaluación de costos reales de mantenimiento	Analista de mantenimiento						x	40		\$ 518,81	
5	Elaborar reportes mensuales de Ordenes de trabajo y horas hombre	Asistente de mantenimiento	x						40		\$ 453,81	
6	Elaborar el informe final del mantenimiento	Asistente de mantenimiento	x						4		\$ 45,38	
TOTALES									168	0	\$ 2.087,98	\$ 0,00
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR			APROBADO POR						
<input type="text"/>			<input type="text"/>			<input type="text"/>						

Figura 18 Evaluación del mantenimiento
Fuente: (CELEC E.P.)

3.4 Documentación y registros

Los registros y formatos establecidos y codificados para el proceso de gestión de mantenimiento son:

Tabla 4
Documentos establecidos

Ordenes de trabajo para la ejecución del mantenimiento.	1 año
Solicitud de materiales.	1 año
Reporte personal de órdenes de trabajo. (horas de trabajo individual, tareas extras y materiales utilizados en orden de trabajo)	6 meses
Informe de mantenimiento	5 años

Fuente: (CELEC E.P.)

Además también existen formatos para medición y calibración de válvulas, rines de pistón, cojinetes, camisas de cilindro, inyectoros y demás repuestos que así lo requieran, los cuales se han adjuntado a los informes de mantenimiento y se los archiva como parte de ellos.

En el sistema SISMAC se dispone de la información del personal del área, lo que incluye datos personales, formación académica y permisos otorgados; información que solo se utiliza para registrarlos dentro de la Orden de trabajo.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE MEJORA DEL SGC PROCESO GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRAL GUANGOPOLO

La gestión de mantenimiento desde una visión integral, contempla la implementación de estrategias alineadas a los objetivos de la Organización, así como a su visión y misión, buscando de esta manera lograr competitividad y rentabilidad.

Es vital presentar un modelo de gestión de mantenimiento, enfocado a la mejora continua y sostenibilidad del proceso; considerando aspectos de seguridad, productividad, confiabilidad y responsabilidad ambiental; con el fin de robustecer al departamento de Mantenimiento de la Central térmica Guangopolo.

Se ha considerado el escenario de la Central Guangopolo y los procesos asociados a la gestión de mantenimiento, especialmente el proceso generación de energía que influyen directamente en el desempeño de los subprocesos de planificación de mantenimiento y ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos.

Así con el objetivo de disminuir el tiempo de respuesta y tiempo de ejecución de mantenimiento se propone dividir al proceso de gestión de mantenimiento Central Guangopolo en cinco subprocesos:

Tabla 5
Proceso de mantenimiento

PROCESO		SUBPROCESO	
P-07-03	Gestión de mantenimiento Central Guangopolo	P-07-03-01	Planificación y programación del mantenimiento
		P-07-03-02	Ejecución de mantenimiento correctivo
		P-07-03-03	Ejecución de mantenimiento preventivo
		P-07-03-04	Monitoreo predictivo
		P-07-03-05	Administración de recursos de mantenimiento
		P-07-03-06	Control y evaluación del mantenimiento

Fuente: (CELEC E.P.)

4.1 Sistema para gestión de mantenimiento Central Guangopolo

El Sistema de gestión para mantenimiento de la Central Guangopolo garantiza la eficiencia del proceso, siempre y cuando asegure:

- Disponibilidad de recursos humanos
- Disponibilidad de herramientas
- Disponibilidad de repuestos
- Plan de mantenimiento actualizado
- Procedimientos técnicos y técnico-administrativos disponibles
- Conocimiento de regulaciones

- Gestión de Órdenes de trabajo
- Registros y análisis de históricos
- Propuestas de mejora

4.1.1 Procedimiento de gestión de mantenimiento

El procedimiento debe contar con toda la información necesaria para la ejecución de las actividades y subprocesos, para así cumplir con el ciclo del proceso.

El contenido mínimo propuesto del procedimiento es:

1. Objetivo
2. Alcance
3. Responsabilidades
4. Desarrollo: Descripción de sub-procesos/actividades.
 - 4.1 Planificación y programación del mantenimiento
 - 4.2 Ejecución de mantenimiento correctivo
 - 4.3 Ejecución de mantenimiento preventivo
 - 4.4 Monitoreo preventivo
 - 4.5 Administración de recursos de mantenimiento
 - 4.6 Control y evaluación del mantenimiento
5. Inspecciones, pruebas y puntos de medición
6. Requisitos de seguridad
7. Impacto ambiental
8. Referencias
9. Definiciones

10. Formatos/Registros

11. Anexos

11.1 Anexo 1: Ficha del proceso gestión de mantenimiento Central Guangopolo

11.2 Anexo 2: Diagrama de flujo Gestión de mantenimiento Central Guangopolo I

11.3 Anexo 3: Formatos utilizados en mantenimiento

12. Históricos de cambios

4.2 Optimización del proceso gestión de mantenimiento Central Guangopolo

4.2.1 Planificación del mantenimiento

En la planificación de mantenimiento se deberá determinar que mantenimiento se realizará, cuando y quien será el responsable de realizar dicho mantenimiento.

Además de la planificación anual de mantenimiento se debe implementar por lo menos una planificación mensual, asignando un responsable a cada tarea, cuidando que no exista más de una tarea asignada a la misma persona.

Como parte de la planificación se debe considerar también los repuestos, materiales e insumos necesarios para la realización de los mantenimientos programados, por lo que se debe verificar la disponibilidad en bodegas la existencia de dichos artículos o gestionar las compras con el departamento de adquisiciones.

Así también es necesario conocer el tiempo que lleva ejecutar cada actividad de mantenimiento, por lo que si no se cuentan con esos datos se debe realizar la

medición de tiempos que permitan calcular un tiempo promedio, evitando alargar innecesariamente la ejecución de los mismo o limitar demasiado el tiempo.

		EMPRESA:		MACROPROCESO:		CODIGO						
		LEVANTAMIENTO DE PROCESOS				VERSIÓN		1,0				
PROCESO		Gestión del mantenimiento				TIEMPO DE CICLO		339				
SUBPROCESO		Planificación y programación de mantenimiento				COSTO TOTAL		\$ 6.097,72				
RESPONSABLE		Jefe de mantenimiento				FRECUENCIA		mensual				
ENTRADAS DEL SUBPROCESO		datos de generación/ plan anual de generación				EFICIENCIA TIEMPO		86,43%				
SALIDAS DEL SUBPROCESO		plan y cronograma de mantenimiento				EFICIENCIA COSTO		N25/O5				
NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
1	Revisar el reporte diario de operación enviado mediante correo	Supervisor de mecánico/supervisor eléctrico/supervisor de programación y control de mantenimiento					x		30		\$ 1.197,10	
2	Revisar reportes de monitoreo productivo / Análisis de estado operativo del equipo o unidad de generación	Supervisor de programación y control de mantenimiento	x						60		\$ 808,00	
3	Controlar y registrar las horas de operación por unidad	Analista de mantenimiento					x		10		\$ 129,70	
4	Elaborar el plan anual de mantenimiento para cada una de las unidades	Analista de mantenimiento/supervisor de programación y control de mantenimiento	x						40		\$ 1.057,47	
6	Declarar los mantenimientos programados para el plan de operación del CENACE	Supervisor de programación y control de mantenimiento		x						4		\$ 53,87
7	Revisar el presupuesto para cada mantenimiento	Analista de mantenimiento / supervisor de programación y control de mantenimiento	x						3		\$ 79,31	

Continua



8	Definir prioridades de mantenimiento	Análista de mantenimiento / supervisor de programación y control de mantenimiento	x						16		\$ 422,99	
9	Establecer el calendario de programación anual de mantenimientos	Supervisor de programación y control de mantenimiento	x						30		\$ 404,00	
10	Fijar el periodo de ejecución de mantenimientos	Supervisor de programación y control de mantenimiento	x						16		\$ 215,47	
11	Fijar el periodo de prueba y/o ajuste.	Supervisor de programación y control de mantenimiento	x						8		\$ 107,73	
12	Elaborar el cronograma de mantenimiento programado	Supervisor de programación y control de mantenimiento	x						40		\$ 538,67	
13	Elaborar la orden de trabajo	Análista de mantenimiento	x						2			\$ 25,94
14	Definir las actividades a ejecutar durante del mantenimiento	Análista de mantenimiento	x						40		\$ 518,81	
15	Realizar seguimiento	Supervisor de programación y control de mantenimiento					x		40			\$ 538,67
TOTALES									293	46	\$ 5.479,25	\$ 618,47
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR						APROBADO POR			
<input type="text"/>			<input type="text"/>						<input type="text"/>			

Figura 19 Planificación de Mantenimiento

Fuente: (CELEC E.P.)

4.2.2 Ejecución de mantenimiento correctivo

En el mantenimiento correctivo es importante asignar prioridades a las tareas y actividades de acuerdo al tipo de falla, a la criticidad del equipo o al impacto sobre la seguridad de las personas y/o medio ambiente.

Hay que considerar el tiempo de paro de la unidad de generación o del equipo en el instante que se detecta el fallo, hasta el momento en que se ponga en servicio nuevamente la máquina, incluyendo tiempos de espera de comunicación de acopio de herramientas y repuestos, además del tiempo de evaluación y reparación de la avería, tiempos que deben reducirse al mínimo sin discutir la calidad del trabajo, la seguridad del personal y el medio ambiente con el fin de lograr los objetivos de mantenimiento.


		EMPRESA: MACROPROCESO: LEVANTAMIENTO DE PROCESOS						CODIGO		PV.2.1			
								VERSION		1,0			
PROCESO		Gestión del mantenimiento						TIEMPO DE CICLO		17,75			
SUBPROCESO		Ejecución de mantenimiento correctivo						COSTO TOTAL		\$ 7.533,69			
RESPONSABLE		Jefe de mantenimiento						FRECUENCIA		cuando suceda			
ENTRADAS DEL SUBPRO		Falla crítica						EFICIENCIA TIEMPO		43,66%			
SALIDAS DEL SUBPRO		Unidad o Equipo operativo / Datos de costo de mantenimiento						EFICIENCIA COSTO		49,25%			
NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO		
			■	⇒	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV	
1	Revisar el informe de falla	Supervisor mecánico/supervisor eléctrico					x		0,25			\$ 70,39	
2	Identificar la falla	Supervisor mecánico/supervisor eléctrico	x						0,25			\$ 70,39	
3	¿Análisis de prioridad de mantenimiento. Es urgente?	Supervisor mecánico/supervisor eléctrico			x				0,5			\$ 139,72	
4	Solicitar planificación del mantenimiento	Analista de mantenimiento	x						0,25			\$ 35,07	
5	¿Se requiere para la operación de la unidad ?	Supervisor mecánico			x				0,25			\$ 35,20	
6	Para la Unidad de generación	Supervisor mecánico	x						1			\$ 140,78	
7	Desmontar la Unidad/ equipo	Técnico 2/miscelaneo	x						1			\$ 679,04	
8	Reemplazar la pieza o parte	Técnico 4/tecnico 2/miscelaneo	x						0,5			\$ 616,84	
9	Calibrar la máquina	Técnico 4	x						0,5			\$ 277,32	
10	Realizar Pruebas en vacío y con carga	Técnico 4/tecnico 2/miscelaneo					x		1			\$ 1.233,68	
11	Iniciar operación comercial	Técnico 4/tecnico 2/miscelaneo	x						0,5			\$ 204,72	
12	Crear Ordenes de Trabajo	Asistente de mantenimiento	x						1			\$ 138,66	
13	Reportar tareas diarias	Técnico 4/tecnico 2/miscelaneo	x							9			\$ 3.684,94
14	Registrar datos de Ordenes de trabajo	Asistente de mantenimiento	x						1			\$ 138,66	
15	Cerrar ordenes de trabajo	Asistente de mantenimiento	x							1			\$ 138,66
TOTALES									7,75	10		\$ 3.710,09	\$ 3.823,60
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR			APROBADO POR							
<input type="text"/>			<input type="text"/>			<input type="text"/>							

Figura 20 Mantenimiento correctivo mejora


Fuente: (CELEC E.P.)

4.2.3 Ejecución de mantenimiento preventivo

Considerando que el mantenimiento preventivo incluye todas las actividades requeridas para mantener los equipos y máquinas en óptimo funcionamiento reduciendo paradas indeseadas y/o fallos.

A diferencia de los mantenimientos correctivos en los que se requiere intervenir el equipo o maquinaria de manera urgente y en muchos casos supondría sacar la máquina de operación por grandes lapsos de tiempo, en los mantenimientos preventivos se busca programar las intervenciones de mantenimiento asignando recursos o adelantando tareas que se puedan realizar sobre la marcha del equipo, lo que reduce al mínimo el tiempo de parada.

La ejecución del mantenimiento preventivo se apoya en el monitoreo predictivo que le proporciona datos del estado de operación de las máquinas y en la administración de recursos de mantenimiento que facilita el abastecimiento de repuestos.

		EMPRESA:		MACROPROCESO:		CODIGO		PV.2.1				
		LEVANTAMIENTO DE PROCESOS				VERSIÓN		1,0				
PROCESO		Gestión del mantenimiento				TIEMPO DE CICLO		573,75				
SUBPROCESO		Gestión de mantenimiento preventivo				COSTO TOTAL		\$ 558.429,91				
RESPONSABLE		Jefe de mantenimiento				FRECUENCIA		c/d 3000 H. operación				
ENTRADAS DEL SUBPRO		estado actual del equipo y/o maquina / RRHH, repuestos y materiales para mantenimiento				EFICIENCIA TIEMPO		81,53%				
SALIDAS DEL SUBPRO		Unidades o equipos operativos / datos de ejecución de mantenimiento				EFICIENCIA COSTO		97,33%				
NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
1	Revisar el plan de mantenimiento	Supervisor mecánico					x		4			\$ 563,13
2	Solicitar consignación de unidad	Analista de mantenimiento	x					1			\$ 140,29	
3	Crear la Orden de trabajo en el sistema (IFS o SISMAC)	Asistente de mantenimiento	x					8			\$ 1.109,29	
4	Parar la operación de la unidad	Supervisor mecánico	x					2			\$ 281,57	
5	Coordinar con el área de operación antes de intervenir el equipo	Supervisor mecánico	x						24		\$ 3.378,78	
6	Revisar el cronograma de mantenimiento	Supervisor mecánico					x		25		\$ 3.519,56	
7	Revisar la Orden de trabajo y entregar al personal que ejecutará el mantenimiento	Supervisor mecánico					x		50		\$ 7.039,13	
8	Retirar los materiales de bodega	Miscelaneo		x				60			\$ 8.081,33	
9	Realizar el desmontaje de la unidad y/o equipo	Técnico 2/ miscelaneo	x					40			\$ 32.549,19	
10	Realizar el mantenimiento de partes y/o piezas	Técnico 4	x					40			\$ 33.278,63	
11	Reemplazo de piezas o elementos determinados	Técnico 4	x					12			\$ 9.983,59	

Continua



12	Armar la unidad y/o equipo	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						40		\$ 65.827,82	
13	Calibrar la unidad y/o equipo a las condiciones recomendadas	Técnico 4	x						24		\$ 19.967,18	
14	Realizar pruebas sin carga	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						8		\$ 13.165,56	
15	¿La unidad se encuentra en condiciones operativas y sin fugas?	Supervisor mecánico			x				0,25		\$ 35,20	
16	Poner en operación la unidad por 200 horas	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						200		\$ 329.139,11	
17	Parar la Unidad de generación	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						2		\$ 3.291,39	
18	Medir la deflexión del cigüeñal	Técnico 4	x						8		\$ 6.655,73	
19	¿Es necesario calibrar y/o corregir algun parametro?	Supervisor mecánico			x				0,5		\$ 70,39	
20	Ajustes y/o calibraciones de parámetros mecánicos	Técnico 4	x						20		\$ 16.639,32	
21	Arranque de la unidad para operación comercial	Técnico 4/técnico 2/ miscelaneo	x						2		\$ 3.291,39	
22	¿Entregar la máquina a operación y notificar la finalización del mantenimiento	Supervisor mecánico			x					2		\$ 281,57
23	Cerrar la orden de trabajo	Supervisor mecánico	x							1		\$ 140,78
TOTALES									467,8	106	\$ 543.506,97	\$ 14.922,95
ELABORADO POR				SUPERVISADO POR				APROBADO POR				
<input type="text"/>				<input type="text"/>				<input type="text"/>				

Figura 21 Mantenimiento Preventivo Mejora
Fuente: (CELEC E.P.)

4.2.4 Monitoreo predictivo

Las actividades de monitoreo predictivo se ejecutan con el fin de conocer las condiciones reales en la que opera los equipos y maquinarias, detectando con anticipación fallas potenciales, deterioros y desgastes y el impacto en la funcionalidad del mismo.

Al detectar desviaciones de la operación óptima se aumenta la confiabilidad y se disminuyen los costos de mantenimiento ya que al medir algunos parámetros como vibración, temperaturas, ruidos, es posible prevenir eventos dañinos o catastróficos para la maquinaria interviniéndola a tiempo, cuando las mediciones no estén dentro de un rango aceptable.

NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
1	Revisar de datos de operación de las unidades de generación	Analista de mantenimiento/analista de operación					x		4		\$ 63,84	
2	Revisar los datos historicos de mantenimiento	Analista de mantenimiento					x		4		\$ 51,88	
3	Inspección visual de cada uno de los equipos	Analista de mantenimiento					x		40		\$ 518,81	
4	Medir presión en cada uno de los cilindros	Analista de mantenimiento	x						24		\$ 311,28	
5	Realizar termografía especializada en la parte mecánica como eléctrica	Analista de mantenimiento	x						40		\$ 518,81	
6	Medir vibraciones /análisis de aceite (laboratorio)/termografía	Analista de mantenimiento	x						20		\$ 259,40	
7	Análisis del estado actual	Analista de mantenimiento	x						24		\$ 311,28	
8	Detectar anomalías	Analista de mantenimiento	x						12		\$ 155,64	
9	¿Existe anomalía de alta importancia?	Analista de mantenimiento			x				1		\$ 12,97	
10	Elaborar reporte de falla	Analista de mantenimiento	x						2		\$ 25,94	
11	Solicitar mantenimiento emergente correctivo	Analista de mantenimiento	x							1		\$ 12,97
12	Elaborar informe de condiciones de cada motor	Analista de mantenimiento	x						8		\$ 103,76	
13	Planificar y programar los mantenimientos	supervisor de planificación y control de mantenimiento	x							40		\$ 538,67
TOTALES									179	41	\$ 2.333,61	\$ 551,64
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR			APROBADO POR						
<input type="text"/>			<input type="text"/>			<input type="text"/>						

Figura 22 Monitoreo Predictivo

Fuente: (CELEC E.P.)

4.2.5 Administración de recursos de mantenimiento

El Sub-proceso de Administración de recursos de mantenimiento abarca todas las actividades necesarias para garantizar la disponibilidad de repuestos, materiales, insumos y herramientas requeridos para efectuar el mantenimiento.

Algunas de las tareas se relacionan directamente con el proceso de compras o adquisiciones las cuales facilitarán los trámites para el abastecimiento del requerimiento con las especificaciones indicadas y en el momento necesario, eliminando así tiempos muertos por espera de repuestos, los cuales aumentan el tiempo de ejecución de mantenimiento.


		EMPRESA: MACROPROCESO: LEVANTAMIENTO DE PROCESOS					CODIGO		PV.2.1			
							VERSIÓN		1,0			
PROCESO		Gestión del mantenimiento					TIEMPO DE CICLO		268			
SUBPROCESO		Administración de recursos					COSTO TOTAL		\$ 3.689,51			
RESPONSABLE		Jefe de mantenimiento					FRECUENCIA		mensual			
ENTRADAS DEL SUBPRO		plan de mantenimiento					EFICIENCIA TIEMPO		98,51%			
SALIDAS DEL SUBPROCE		Personal, repuestos, materiales e insumos para ejecución de mantenimiento					EFICIENCIA COSTO		84,97%			
NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◇	▽	○	●	AV	NAV	AV	NAV
1	Revisar el plan de mantenimiento actualizado	Supervisor mecánico/eléctrico					x		16		\$ 207,52	
2	Elaborar el listado de repuestos y materiales requeridos mensualmente	Supervisor mecánico/eléctrico	x						40		\$ 518,81	
3	Verificar el stock de bodega de repuestos y materiales	Asistente de mantenimiento					x		30		\$ 340,35	
4	¿Existe suficiente cantidad de repuesto y/o material?	Asistente de mantenimiento			x				1		\$ 11,35	
5	Definir claramente las características/ especificaciones técnicas del material	Asistente de mantenimiento	x						20		\$ 226,90	
6	Elaborar el RBS en el sistema Lotus a enviar al área de adquisiciones	Asistente de mantenimiento						x	4		\$ 45,38	
7	Proceso de adquisición y recepción de bienes	Jefe de compras/ asistente de mantenimiento	x						80		\$ 907,61	
8	Seleccionar la Orden de trabajo referente al trabajo.	Asistente de mantenimiento		x						2		\$ 277,32
9	Asignar materiales a la orden de trabajo	Asistente de mantenimiento	x							2		\$ 277,32
10	Distribuir el trabajo entre el personal de mantenimiento	Supervisor mecánico/eléctrico	x						30		\$ 389,10	
11	Asignar personal a la orden de trabajo	Asistente de mantenimiento	x						15		\$ 170,18	
12	Enviar la Ot con el detalle de materiales para su despacho	Asistente de mantenimiento		x					8		\$ 90,76	
13	Movilización de recursos	Técnico 4		x					20		\$ 226,90	
TOTALES									264	4	\$ 3.134,87	\$ 554,64
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR			APROBADO POR						
<input type="text"/>			<input type="text"/>			<input type="text"/>						

Figura 23 Administración de recursos de mantenimiento

Fuente: (CELEC E.P.)

4.2.6 Control y evaluación del mantenimiento.

Para conseguir la mejora del proceso de gestión de mantenimiento de la Central Guangopolo, es necesario verificar el desarrollo del proceso al detalle, detectando las desviaciones indeseadas y poder corregirlas de manera inmediata, por tanto el sub-proceso de control y evaluación del mantenimiento debe realizarse de forma constante y de manera simple; considerando la base definida o metas para el período.

En el sub-proceso de evaluación del mantenimiento se debe realizar comparaciones constantes entre estándares o patrones establecidos, controlando el cumplimiento y la eficacia de la planificación y ejecución; además de realizar un control de costos de mantenimiento.

NO.	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DIAGRAMA DE FLUJO						TIEMPO		COSTO	
			■	⇒	◆	▼	○	Ⓜ	AV	NAV	AV	NAV
1	Realizar el seguimiento de las intervenciones / mantenimientos	Analista de mantenimiento	x						60		\$ 778,21	
2	Elaborar informes de avance semanal	Asistente de mantenimiento	x						12		\$ 155,64	
3	verificar el cumplimiento del cronograma	Analista de mantenimiento					x		12		\$ 155,64	
4	evaluación de costos reales de mantenimiento	Analista de mantenimiento					x		40		\$ 518,81	
5	Elaborar reportes mensuales de Ordenes de trabajo y horas hombre	Asistente de mantenimiento	x						40		\$ 518,81	
6	Elaborar el informe final del mantenimiento	Asistente de mantenimiento	x						4		\$ 51,88	
7	Cálculo de indicadores	Asistente de mantenimiento	x						24		\$ 311,28	
8	Evaluación de la gestión en el periodo	Jefe de mantenimiento	x						120		\$ 1.434,54	
TOTALES									312	0	\$ 3.924,81	\$ 0,00
ELABORADO POR			SUPERVISADO POR						APROBADO POR			
<input type="text"/>			<input type="text"/>						<input type="text"/>			

Figura 24 Control y evaluación de mantenimiento

Fuente: (CELEC E.P.)

4.3 Diseño de documentación

Como se ha mencionado en este documento se consideran actividades de mantenimiento las siguientes:

- Disponibilidad de recursos humanos
- Disponibilidad de herramientas
- Disponibilidad de repuestos
- Plan de mantenimiento actualizado
- Procedimientos técnicos y técnico-administrativos disponibles
- Conocimiento de regulaciones
- Gestión de Órdenes de trabajo
- Registros y análisis de históricos
- Propuestas de mejora

Para garantizar la disponibilidad del recurso humano, el departamento de mantenimiento debe mantener disponible una copia con información del personal

Archivo 01: Recurso Humano.

1.1 Fichas de personal

1.2 Plan de capacitación

Archivo 02: Herramientas y equipos.

2.1 Inventario actualizado de equipos y herramientas de mantenimiento.

2.2 Lista de equipos y herramientas que requieren calibración

2.3 Plan de calibración de equipos y/o herramientas

Archivo 03: Procedimientos

- 3.1 Procedimientos de la Unidad de Negocios
- 3.2 Procedimiento de intervención a unidades de generación
- 3.3 Procedimientos de intervención a sistemas auxiliares

Archivo 04: Información gestión de mantenimiento

- 4.1 Procesos de compras de materiales
- 4.2 Costos de mantenimientos
- 4.3 Informes de mantenimiento
- 4.4 Indicadores
- 4.5 Plan de mantenimiento actualizado
- 4.6 Órdenes de Trabajo para la ejecución de mantenimientos
- 4.7 Solicitud de materiales
- 4.8 Reporte personal de Órdenes de trabajo
- 4.9 Lineamientos de seguridad industrial y salud ocupacional
- 4.10 Lineamientos de control de desechos
 - 4.10.1.1.1 Formatos para calibraciones de válvulas- coronas-cojinetes etc.

4.4 Indicadores del proceso Gestión de mantenimiento

Para medir el desempeño del proceso se deben establecer indicadores que permitan evaluar la funcionalidad del proceso.

En el cálculo de los indicadores se deben determinar variables medibles y puntos de control del proceso en los que se generen cambios en el resultado del proceso.






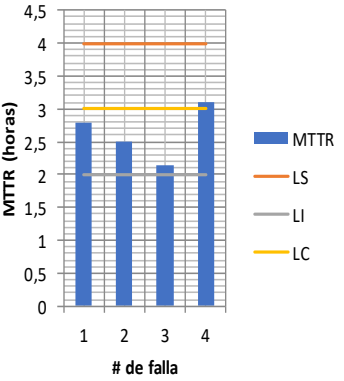
		CELEC EP TERMOPICHINCHA	
FICHA DE INDICADOR		REFERENCIA: PV.2: GESTIÓN DE LA ENERGÍA	
		CÓDIGO DE FICHA: PV3.GM 01	
Nombre del Indicador	MTTR(tiempo medio de reparación)		
Responsable del Indicador	Jefe de mantenimiento		
Descripción del Indicador	Medir el Tiempo promedio entre el momento cuando ocurre la falla y el momento cuando esta es reparada		
Forma o Fórmula de Cálculo	Tiempo en horas de intervención del mantenimiento		
Unidad de medida	numero de horas		
Fuentes de Información	Reporte de falla, reporte de corrección de falla		
Frecuencia	cuando ocurra la falla		
Resultado Planificado (meta planteada)		2	
Límite superior		4	
Límite central		3	
Límite inferior		2	
		Observaciones: La respuesta del equipo de mantenimiento debe ser inmediata. Mientras el MTTR sea mas bajo es mejor.	
		Recomendaciones: Ejecutar los mantenimientos correctivos en el menor tiempo posible. Evaluar la criticidad de la falla antes de intervenir el equipo. Detener la operación de la máquina solo cuando sea estrictamente necesario.	

Figura 25 Control y evaluación de mantenimiento
Fuente: (CELEC E.P.)


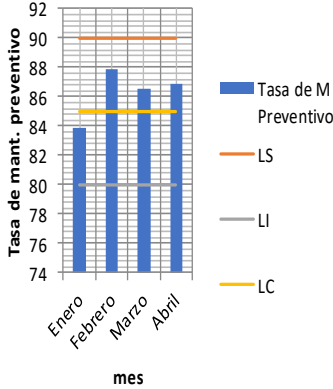
		CELEC EP TERMOPICHINCHA	
FICHA DE INDICADOR		REFERENCIA: PV.2: GESTIÓN DE LA ENERGÍA	
		CÓDIGO DE FICHA: PV3.GM 02	
Nombre del Indicador	Tasa de mantenimiento preventivo		
Responsable del Indicador	Jefe de mantenimiento		
Descripción del Indicador	Establecer el tiempo destinado para mantenimiento preventivo		
Forma o Fórmula de Cálculo	Numero de horas de mantenimiento preventivo/ Numero de horas de mantenimiento totales		
Unidad de medida	porcentaje		
Fuentes de Información	Reportes de ejecución de mantenimiento.		
Frecuencia	mensual		
Resultado Planificado (meta planteada)	●	87	
Límite superior	●	90	
Límite central	●	85	
Límite inferior	●	80	
	Observaciones: lo deseable sería obtener 0% de mantenimientos correctivos. Y 100% de mantenimiento productivo total.		
	Recomendaciones: Planificar adecuadamente los mantenimientos preventivos para evitar los mantenimientos correctivos. Detener la operación de la máquina solo cuando sea estrictamente necesario.		

Figura 26 Tasa de mantenimiento promedio
Fuente: (CELEC E.P.)


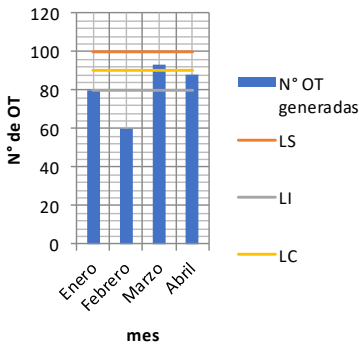
	CELEC EP TERMOPICHINCHA	
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PV.2: GESTIÓN DE LA ENERGÍA CÓDIGO DE FICHA: PV3.GM 02	
Nombre del Indicador	Número de Ordenes de Trabajo (OT) Generadas	
Responsable del Indicador	Jefe de mantenimiento	
Descripción del Indicador	Medir la carga de trabajo en un periodo	
Forma o Fórmula de Cálculo	Numero de ordenes de trabajo generadas totales y por área	
Unidad de medida	porcentaje	
Fuentes de Información	Reportes de mantenimiento.	
Frecuencia	mensual	
Resultado Planificado (meta planteada)	● 90	
Límite superior	● 100	
Límite central	● 90	
Límite inferior	● 80	
	Observaciones: el número de órdenes de trabajo es un indicador muy fiable sobre la carga de trabajo en un periodo.	
Recomendaciones: Planificar adecuadamente los mantenimientos preventivos para evitar los mantenimientos correctivos. Generar solamente las OT pertinentes.		

Figura 267 Órdenes de trabajo generadas
Fuente: (CELEC E.P.)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con la propuesta de mejora del proceso de gestión de mantenimiento se busca reducir los tiempos de respuesta y el tiempo en la ejecución de mantenimiento, permitiendo que se cumplan los objetivos estratégicos de la Corporación y las metas internas del departamento.

Los índices de disponibilidad y confiabilidad son objetivos de la gestión de mantenimiento y no deben ser considerados como indicadores del proceso, los cuales se basan en la frecuencia de fallo y tiempos de mantenimiento


De acuerdo a los controles del CENACE y ARCONEL que son entidades reguladoras es imperativo realizar las actividades técnico-administrativas dentro del proceso, por lo que existen tareas que no se pueden eliminar; sin embargo se pueden reducir en tiempo e incluso se puede redistribuir las mismas entre los mandos medios.

Las tareas para gestionar los recursos requeridos para la ejecución del mantenimiento, deberán ser consideradas como un sub-proceso adicional y asignar un responsable de dichas tareas para garantizar que las actividades de mantenimiento se completen y realicen a tiempo.

Para mejorar el proceso es necesario definir las instrucciones para la ejecución de todas las actividades del proceso, las cuales deben ser claras y concisas evitando errores, así mismo es necesario realizar un seguimiento adecuado con el fin de asegurarse de la repetición del mismo, detectando variaciones indeseadas.

Por la naturaleza de las actividades de las centrales de generación térmica, en la Central Guangopolo se genera una gran cantidad de emisiones y desechos peligrosos los cuales deben tener una gestión adecuada siguiendo los lineamientos del Ministerio del Ambiente.

Los cambios y mejoras en el proceso deben instaurarse con la participación y compromiso de todos los involucrados en el mismo, aunque éstos no formen parte del área de mantenimiento.

CELEC EP TERMOPICHINCHA - CENTRAL GUANGOPOLO		
NOMBRE DEL PROCESO:	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
RESPONSABLE:	JEFE DE MANTENIMIENTO	DE PROCESO: PRODUCTIVO
ALCANCE:	Inicia con la elaboración del plan de mantenimiento anual y termina con el análisis y evaluación de indicadores del período. Aplica a las centrales Térmicas Guangopolo I y Guangopolo II.	

RECURSOS		
Recurso humano técnico con competencia	Repuestos Materiales y consumibles Insumos	Instalaciones de la central adecuadas Equipos y herramientas especializadas para MCI

PROVEEDORES	OBJETIVO DEL PROCESO	CLIENTES
Planificación y control de la producción CENACE CELEC E.P. Matriz Bodegas e inventarios Áreas de Operaciones - Generación de Energía	Establecer los lineamientos que permitan incrementar la disponibilidad y confiabilidad de las unidades, para elevar los índices de generación de la Central Guangopolo, protegiendo los equipos e instalaciones de la Central Térmica, cumpliendo así las normativas vigentes y respetando el medio ambiente.	Unidad y/o equipo operativo después de mantenimiento. Órdenes de trabajo cerradas Informes de mantenimiento Costos de mantenimiento

ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
Declaración anual de mantenimientos - horas de operación. Consignación de la unidad Equipos y/o unidades bloqueadas para operación. Reportes de operación Información técnica para mantenimiento de equipos Materiales-insumos-repuestos	Planificación y programación del mantenimiento Ejecución del mantenimiento correctivo. Ejecución de mantenimiento preventivo. Monitoreo predictivo Administración de recursos de mantenimiento Control y evaluación del mantenimiento	Unidad y/o equipo operativo después de mantenimiento Órdenes de trabajo cerradas Informes de mantenimiento Costos de mantenimiento

INDICADORES	CONTROLES	REGISTROS
MTRR (Tiempo promedio de reparación) Tasa de mantenimiento preventivo Número de órdenes de trabajo generadas	Manual de instrucciones mantenimiento de los equipos Mitsubishi y MAN Manual eléctrico de operación de la planta y planos de secuencia. Planos de acabado eléctrico. Manuales de instrucción del wartsila. Informe de pruebas de fábrica de motores generadores y equipos eléctricos. Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública Regulaciones del ARCONEL Manuales de instrucciones de mantenimiento Requisitos CELEC EP matriz Requisitos CENACE	Archivo 01: Recurso Humano Archivo 02: Herramientas y equipos. Archivo 03: Procedimientos Archivo 04: Información gestión de mantenimiento

Figura 27 Mejoras en los procesos de Gestión de mantenimiento
Fuente: (CELEC E.P.)

5.2 Recomendaciones

Adoptar la propuesta de mejora planteada en este proyecto, ejecutando las actividades de monitoreo predictivo, administración de recursos de mantenimiento y control y evaluación de mantenimientos lo antes posible, lo que permitirá disminuir tiempos de respuesta y anticiparse al fallo o avería, lo que permitirá la cumplir los objetivos del proceso.

Para realizar el control y seguimiento del proceso se recomienda acoger por lo menos los tres indicadores para el proceso propuestos en este proyecto, con el fin de detectar puntos críticos y oportunidades de mejora en el proceso.

Asignar responsables para la realización de las actividades técnico-administrativas dentro del proceso, distribuyendo la carga de trabajo entre los mandos medios considerando las fortalezas, debilidades y competencias del personal.

Planificar de forma mensual los mantenimientos a realizarse, asignando responsables para cada actividad y gestionar con anticipación los recursos necesarios para las actividades y tareas; lo que permitirá cumplir con las tareas en el

tiempo necesario. Así también es recomendable revisar el plan semanalmente para verificar variaciones.

Elaborar procedimientos o instrucciones para la ejecución de actividades que forman parte del proceso las cuales deben ser claras y en lenguaje simple para que todo el personal pueda comprender su contenido. Una vez aprobados los procedimientos e instructivos deberán ser socializados y permanecer disponibles para todos.

En la ejecución de los mantenimientos se genera gran cantidad de desechos contaminados por hidrocarburos, por lo que se recomienda coordinar con el departamento de gestión ambiental y social con la finalidad de incluir las actividades de gestión de desechos dentro del proceso, con los lineamientos necesarios del caso

Es necesario realizar reuniones y evaluaciones permanentes con el personal que colabora dentro del departamento, con el fin de definir el grado de motivación y pertenencia a la organización y tomar las medidas correctivas necesarias pues este aspecto influye en la calidad del servicio.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas. (2014). *Normas de Diagramas ASME*. Recuperado el 15 de 03 de 2018, de Normas de Diagramas ASME: <http://www.asme.or>
- Bravo, J. (2009). *Gestión de Procesos*. Chile: Evolución.
- Carrillo, P. (2015). Reducción de defectos en la sección vestidura de cabinas de la empresa MARESA ensambladora mediante el uso de la ruta de la calidad”.
- CELEC E.P. Termopichincha. (27 de 01 de 2018). *CELEC E.P.*
- Cordova Tobon, C. (12 de 04 de 2018). *Gerencia de Procesos*. Recuperado el 30 de 05 de 2017, de <http://gerenciaprosesos.comunidadcoomeva.com/blog/index.php?/categories/5-5-Characterizacion>
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador (20 de 10 de 2008). Constitución de la Republica del Ecuador 2008. *Decreto Legislativo 0*. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial 449 de 20-oct-2008.
- Figueredo, C. M. (27 de 01 de 2018). *Cubasolar*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia48/HTML/articulo03.htm>
- García Garrido, S. (2013). Ingeniería de Mantenimiento. En S. García Garrido, *Ingeniería de Mantenimiento* (pág. 600). Madrid: RENOVETEC.
- Guajardo Garza, E. (16 de 10 de 2013). *Administración de la calidad total* (Quinta Edición ed.). Mexico: Pax Mexico.
- ISO, S. C. (2005). Normas Internacionales ISO 9000. *Normas Internacionales ISO 9000*. Ginebra, Suiza: ATR.
- Isotols. (10 de 06 de 2017). *Calidad y Excelencia*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/02/20/en-que-consiste-el-ciclo-phva-de-mejora-continua/>
- IVE Consultores. (11 de 01 de 2018). *Ingeniería de Procesos*, Recuperado el 2018, de https://www.iveconsultores.com/sistema-de-gestion-de-calidad.php?gclid=Cj0KCQiAs9zSBRC5ARIsAFMtUXGzeaezTbiPsrZ22c7jtC1am08AKEzv7nt3Q4rqIBZzoJu2QfMtnMcaAhntEALw_wcB

- León., A. M. (2007). *Relevancia de la Gestión Por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua*. Cuba: Universidad de Matanzas.
- Mallar, M. (2010). *La Gestión por Procesos: un enfoque de gestión eficiente*. Visfuturo.
- Ministerio de Administración Pública. (2014). Guía para la elaboración e implementación de un plan de mejora. *Guía para la elaboración e implementación de un plan de mejora*. Santo Domingo, República Dominicana: Publicaciones MAP.
- Moura, E. (2014). *Gestión de Procesos por Gestión por Procesos, Una Gran Diferencia*. Obtenido de <http://qualiplus.com.br/es/gestion-de-procesos-x-gestion-por-procesos-una-gran-diferencia/>
- ONU. (01 de 2012). *Entidad de las Naciones Unidas para la igualdad de género y emprendimiento de las mujeres*. Recuperado el 2018 de 01 de 04, de Entidad de las Naciones Unidas para la igualdad de género y emprendimiento de las mujeres: <http://www.endvawnow.org/es/articles/336-indicadores.html>
- Peréz Porto, J., & Gardey, A. (10 de 05 de 2012). *Diccionario financiero*. Recuperado el 10 de 03 de 2018, de Diccionario financiero: <https://definicion.de/eficiencia/>
- Progressa Lean. (15 de 02 de 2018). *Progressa Lean*. Obtenido de <http://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/>
- Riera, F. (24 de 03 de 2016). *Formación Profesional en Estrategia de Abastecimiento*. Recuperado el 30 de 05 de 2017, de <http://gerencia-logistica.blogspot.com/2016/03/concepto-de-proceso-actividad-y-tarea.html>
- Riveros Silva, P. E. (2007). *Sistemas de Gestión de Calidad el Servicio*. Bogotá: ISBN.
- Romero, H. (2002). Importancia de las diferencias entre actividad-procedimiento-proceso para la autoevaluación. *Revista Educación*, 71.
- Salazar López, B. (2016). *Ingeniería Industrial*. Recuperado el 17 de 02 de 2018, de Ingeniería Industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>
- Secretaría Central de ISO 9000. (15 de 09 de 2005). *Sistemas de Gestión de Calidad - Fundamentos y Vocabulario. ISO9000*. Ginebra, Suiza.

Secretaría Central de ISO 9001. (15 de 09 de 2015). Sistema de Gestión de Calidad Registro. *ISO9001*. Ginebra, Suiza.

Vallejo Tejada, P. (2017). Gestión de Indicadores. *Gestión de Indicadores CELEC E.P.*, (pág. 29). Quito.

Velasco, P. F. (29 de 03 de 2009). *Gestión por Procesos*. España: ESIC EDITORIAL.

Venemedia. (27 de 01 de 2018). *Venemedia*. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/disponibilidad/>

WordPress. (16 de 01 de 2018). *WordPress*. Obtenido de <https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/04/25/3-la-interaccion-entre-los-procesos-de-la-direccion-de-proyectos-segun-la-guia-del-pmbok-26-03-2012-1ra-parte-la-guia-del-pmbok-capitulo-3/>

Zaratiegui, J. R. (2012). *La Gestión Por Procesos su Gestión e Importancia en las Empresas*.