



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
SISTEMAS DE INGENIERIA EN EL CENTRO OPERATIVO NOROCCIDENTE DE
LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Mecánico

AUTORES: BRYAN SALOMON MOLINA CUZCO
LUIS FERNANDO SIMBAÑA REASCOS

TUTOR: ENRIQUE FERNANDO LARCO CALVACHE

QUITO-ECUADOR

2022

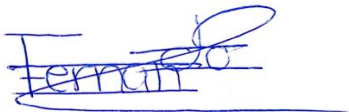
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Bryan Salomón Molina Cuzco con documento de identificación N° 1720103363 y Luis Fernando Simbaña Reascos con documento de identificación N° 1724392103; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 07 de septiembre del 2022

Atentamente,



Luis Fernando Simbaña Reascos

1724392103



Bryan Salomón Molina Cuzco

1720103363

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Luis Fernando Simbaña Reascos con documento de identificación No. 1724392103 y Bryan Salomón Molina Cuzco con documento de identificación No.1720103363, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del PROYECTO TÉCNICO: “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los sistemas de ingeniería en el Centro Operativo Noroccidente De La Empresa Eléctrica Quito”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO MECÁNICO, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que se hace la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de septiembre del 2022

Atentamente,



Luis Fernando Simbaña Reascos
1724392103



Bryan Salomón Molina Cuzco
1720103363

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Enrique Fernando Larco Calvache con documento de identificación N° 1704133550 docente de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS SISTEMAS DE INGENIERIA EN EL CENTRO OPERATIVO NOROCCIDENTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO, realizado por Luis Fernando Simbaña Reascos con documento de identificación N° 1724392103 y por Bryan Salomón Molina Cuzco con documento de identificación N° 1720103363, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción PROYECTO TÉCNICO que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de septiembre del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Enrique Fernando Larco Calvache', with a stylized flourish at the end.

Ing. Enrique Fernando Larco Calvache, M.Sc

1704133550

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y vida, por haberme permitido cumplir mis metas y sueños que me he planteado durante toda mi carrera, agradezco a mi madre Diana Esmeralda Reascos la cual son apoyo condicional en cada uno de mis pasos a mis hermanas por darnos motivación, a todos mis compañeros y docente tutor que fueron partícipes de este proceso de formación Universitaria, a la Empresa Eléctrica Quito la cual nos permitió realizar nuestro proyecto en esta noble institución, ya sea de forma directa o indirecta al Ing. Byron Andrés García Lema gracias a todo su aporte, conocimiento brindado y seguimiento del mismo.

Fernando Simbaña

DEDICATORIA

El presente Proyecto Técnico de titulación está dedicado a mi madre Diana Esmeralda Reascos, a mi madrina Diana Angelica Huilca por estar en los buenos y malos momentos con su apoyo incondicional, por sus consejos ya que sin ellos no hubiese logrado cumplir con esta meta.

A mis hermanas y amigos que con su apoyo moral en el transcurso de la carrera universitaria me supieron dar ánimos para no desmayar a mitad de camino.

A mis docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la profesión, de manera especial, al Ingeniero Fernando Larco tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

A la Empresa Eléctrica Quito por la apertura brindada para el estudio y ejecución del Proyecto Técnico, al Departamento de Servicios Generales y al Ing. Byron Andrés García Lema, jefe de Sección del Centro Operativo Noroccidente

Fernando Simbaña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Salomón y Elva, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la profesión, de manera especial, al Ingeniero Fernando Larco tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Bryan Molina

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Bryan Molina

Índice

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE	II
TITULACIÓN.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE	III
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	V
Lista de figuras	X
Lista de tablas.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	5
MARCO TEORICO	5
ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS	5
1.1. Estado del Arte	5
1.2. Aspectos Teóricos de la Investigación	7
1.2.1. Breve Historia del Mantenimiento	7
1.2.2 Mantenimiento Preventivo	9
1.2.3 Mantenimiento Predictivo	9
1.3. Mantenimiento con punto de partida el TPM	10
1.3.1. Fundamentos principales del Mantenimiento TPM.....	10
1.3.2. Indicadores en el TPM	15
1.3.3. Riesgos y su clasificación	17
1.4. Sistemas de Ingeniería mecánica	18
1.5. Grupo electrógenos o generador eléctrico	18
1.5.1. Esquema de un generador eléctrico	19
1.5.2. Principio de Funcionamiento.....	20
1.5.3. Rutinas de mantenimiento.....	21

1.6.	Sistemas hidroneumáticos	25
1.6.1.	Descripción de un sistema hidroneumático.....	25
1.6.2.	Tipos de sistemas hidroneumáticos.....	26
1.6.3.	Principio de funcionamiento del sistema Hidroneumático.....	28
1.6.4.	Actividades de mantenimiento	29
CAPÍTULO II.....		36
2.1	Selección de Indicadores.....	36
2.2.1	Disponibilidad total	36
2.2.2	Tiempo medio entre fallas MTBF	37
2.2.3	Índice del mantenimiento programado IMP.....	37
2.3	GMAO.....	38
2.4	AMEF	38
2.5	Formatos y Registro de mantenimiento.....	39
2.6	Trazabilidad	40
2.6.1	Guía de usuario correcto de los sistemas.....	40
2.6.2	Estimación de riesgos.....	41
2.7	Plan de Mantenimiento.....	42
2.7.1.	Base de datos	43
2.8	Programación de la gestión de mantenimiento.....	43
2.9	Actividades y tareas de mantenimiento.....	44
2.10	Plan de socialización del plan de mantenimiento Preventivo.....	44
CAPITULO III.....		45
DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....		45
3.1	Identificación de sistemas	45
3.1.2	Índice de criticidad en sistemas mecánicos	46
3.2	Desarrollo del SCPEEQ.....	46
3.3	Diseño del plan de mantenimiento	50
3.4	Cronograma plan de mantenimiento.....	50
CAPITULO IV		51
ANALISIS.....		51
4.1	Análisis económico.....	52
CONCLUSIONES		53

RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55

Lista de figuras

Figura 1. <i>Flujograma plan de mantenimiento preventivo</i>	6
Figura 2. <i>Evolución mantenimiento posterior a la segunda guerra mundial</i>	8
Figura 3. <i>Pilares mantenimiento tpm</i>	11
Figura 4. <i>Partes y componentes de un generador eléctrico</i>	19
Figura 5. <i>Ciclo teórico del motor diésel</i>	20
Figura 6. <i>Sistema hidroneumático booster</i>	26
Figura 7. <i>Presurizador con bomba periférica</i>	27
Figura 8. <i>Sistema de bombeo jet en acero inoxidable de tanque horizontal</i>	25
Figura 9. <i>Sistema hidroneumático con bombas multietapa</i>	28
Figura 10. <i>Esquema de funcionamiento</i>	29
Figura 11. <i>Secuencia de análisis del modo efecto falla</i>	39
Figura 12. <i>Pantalla principal programa scpee</i>	47
Figura 13. <i>Ingreso a base de datos</i>	48
Figura 14. <i>Registro de los sistemas</i>	48
Figura 15. <i>Rutina de mantenimiento de generador</i>	49
Figura 16. <i>Orden de trabajo generada para mantenimiento</i>	49
Figura 17. <i>Indicadores arrojados por el programa</i>	50

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Partes principales de un generador eléctrico</i>	19
Tabla 2. <i>Rutinas semanales de mantenimiento de un generador</i>	22
Tabla 3. <i>Rutinas mensuales de mantenimiento de un generador</i>	23
Tabla 4. <i>Rutinas semestrales de mantenimiento de un generador</i>	23
Tabla 5. <i>Rutinas semestrales de mantenimiento del tablero eléctrico de un generador</i>	24
Tabla 6. <i>Partes principales sistemas hidroneumáticos</i>	26
Tabla 7. <i>Rutinas de mantenimiento cisterna o tinaco</i>	30
Tabla 8. <i>Rutinas de mantenimiento sistema hidroneumático cisterna o tinaco</i>	30
Tabla 9. <i>Rutinas de mantenimiento diarias equipo de bombeo</i>	31
Tabla 10. <i>Rutinas de mantenimiento semestrales equipo de bombeo</i>	32
Tabla 11. <i>Rutinas de mantenimiento anuales equipo de bombeo</i>	33
Tabla 12. <i>Rutinas de mantenimiento diarias equipo de bombeo tablero eléctrico</i>	34
Tabla 13. <i>Rutinas de mantenimiento trimestral equipo de bombeo tablero eléctrico</i>	35
Tabla 14. <i>Probabilidad de riesgo y su valoración</i>	41
Tabla 15. <i>Matriz de valoración de riesgos</i>	41
Tabla 16. <i>Clasificación de niveles de riesgos</i>	42
Tabla 17. <i>Listado de sistemas c.o.e.e.q.</i>	46
Tabla 18. <i>Tabla de índice de criticidad.</i>	46
Tabla 19. <i>Proyección del presupuesto para el diseño del plan de mantenimiento preventivo</i>	52
5	52

RESUMEN

El proyecto técnico expuesto tiene como objeto a fin, proponer el diseño del plan de mantenimiento preventivo con enfoque en el Centro Operativo Noroccidente perteneciente a la Empresa Eléctrica Quito ,. Este proyecto técnico tiene como punto de partida establecer cada uno de los sistemas de ingeniería, su funcionamiento, partes y principales fallos de su funcionamiento. Saber en qué estado se encuentra cada sistema, de tal forma que se pueda determinar los fallos que incurren en cada equipo, finalmente, con los datos y antecedentes se elaborará un plan de mantenimiento al igual que un programa con una base de datos en el cual estarán definidos cada uno de los sistemas con sus principales datos, rutinas, periodos e indicadores para cada uno de los sistemas declarados.

Capítulo 1 se realiza una investigación acerca de los principales puntos que dan origen y a los cuales van ligados un plan de mantenimiento desde como diseñarlo hasta como ejecutarlo exitosamente.

Capítulo 2 se detalla cada uno de los sistemas que están ligados dentro de el plan de mantenimiento al igual que todas las rutinas en intervalos de tiempo a los cuales deben ejecutarse.

Capítulo 3 se presenta el análisis y funcionamiento del Programa de mantenimiento SCPEEQ el cual su principal objeto es la sistematización de rutinas y tiempos de trabajo del personal de mantenimiento.

Capitulo 4 tendrá como objetivo final el análisis económico del Programa y análisis de los resultados que se obtendrán al ejecutar el plan de mantenimiento enfocado en el Centro Operativo Noroccidente.

Palabras claves: Sistemas, Ingeniería, Rutinas, Mantenimiento, Preventivo

ABSTRACT

the object to end of this technical project is to indicate the proposal of a preventive maintenance plan for the Northwest Operational Center of the Quito Electric Company.

This technical project has as a starting point to establish each of the engineering systems, their operation, parts and main failures of their operation. Know what state each system is in, thus, it is possible to determine the shortcomings of each of the systems

Therefore, the analysis and detail of preventive maintenance routines will be carried out for each of the intervened systems, which will be directed to technical personnel, said system will obtain indicators that will classify each system according to its operability within time.

Finally, with the data and background, a maintenance plan will be developed as well as a program with a database in which each of the systems will be defined with their main data, routines for each of their periods and indicators for each one of declared systems

Keywords: Systems, Engineering, Routines, Maintenance, Preventive

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mantenimiento inmiscuido en la industria ha llegado a tener una gran evolución significativa, siendo uno de los pilares del desarrollo tecnológico para la preservación de cada uno de los sistemas.

El manteniendo es el que se estima una vida útil u operativa de las máquinas y se realizan intervenciones de optimización de estas durante las paradas programadas antes de llegar al límite de tiempo de inactividad estimado. Este enfoque tiene como ventajas principales la disminución del número de averías y paradas no planificadas, así como la realización del mantenimiento en el momento más conveniente para la empresa, pero se corre el riesgo de reparar, sustituir o realizar intervenciones en máquinas que no lo necesitan, así como las intervenciones en las máquinas aumenta su probabilidad de falla.

El diseño de este Plan de mantenimiento preventivo se encuentra abarcado en cuatro capítulos mismos que tienen un enfoque con temas relacionadas en primera estancia con indagaciones acerca de la metodología TPM y la decisión de adecuada indicadores los cuales favorezcan el crecimiento de este, este trabajo técnico esta conformado con la siguiente capitulación la cual es indicada: Capítulo 1 (Soporte teórico) Capítulo 2 (Metodología de trabajo); Capítulo 3 (Diseño del Plan de Mantenimiento).

ANTECEDENTES

El departamento de Servicios Generales de la Empresa Eléctrica Quito, tiene como finalidad velar y verificar el estado de cada uno de los sistemas de ingeniería que conforman cada Centro Operativo, dicho departamento no tiene en existencia un plan de mantenimiento el cual abarque cada uno de sus sistemas, llegando así a tener como consecuencia en algunos casos paros innecesarios y averías de sistemas que intervienen en el funcionamiento íntegro del Centro Operativo, ya que dichos sistemas tiene como finalidad brindar la tranquilidad y comodidad de cada uno de sus colaboradores.

PROBLEMA

El diseño de un plan de mantenimiento de dicha entidad, teniendo como punto de partida los manuales de las entidades las cuales los desarrollan, es una de la representación sutil y conveniente de diseñar un plan de mantenimiento. La perspectiva de que sea sutil no premisa establecer que pueda ser más sencilla, ya que a primeros rasgos se debe llegar a copilar todas las normas e instrucciones técnicas que son brindadas por cada uno de los fabricante y esto algunas de la veces no es el camino más fácil. Por consiguiente, cada proveedor diseña sus manuales de mantenimiento en formatos distintos, lo que tiene como consecuencia la dificultad en gran manera redactar un plan de mantenimiento con unas indicaciones en un estilo único para la empresa. Realmente, es la forma más asertiva de un diseño de un plan de mantenimiento

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se enfoca en el diseño del plan de Mantenimiento Preventivo, centrado en los sistemas de Ingeniería del Centro Operativo Noroccidente en Empresa Eléctrica Quito, enfocado en la mejora del rendimiento y alargar el tiempo de durabilidad de los sistemas. La elaboración del plan de manteamiento es indispensable para los sistemas de ingeniería ya que varios de ellos sirven y ayudan para la productividad del personal y mejora constante de su ambiente laboral.

Muchos de los sistemas analizados a largo plazo sin su debido mantenimiento pueden ocasionar pérdidas cuantiosas en ámbitos económico y en casos extremos laborales, ya que muchos de ellos utilizan combustibles y en algunos casos sustancias acidas las cuales pueden ser peligrosas

sin el debido manejo y mantenimiento, apreciando que en la zona donde están ubicados los Sistemas de Ingeniería se debe considerar el cambio climático y la calidad de agua.

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los sistemas de ingeniería en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito, basándose en las normas de funcionamiento y confiabilidad del sistema

Específicos

- Definir los principales sistemas de ingeniería a ejecutarse.
- Diseñar Check list para analizar la confiabilidad del sistema existente.
- Especificar rutinas de mantenimiento preventivo para cada uno de los sistemas.
- Establecer indicadores de confiabilidad y parámetros de funcionamiento de cada sistema según el mantenimiento y funcionamiento del sistema
- Diseñar un software de mantenimiento el cual tenga como actividad principal detallar rutinas y establecer indicadores

METODOLOGÍA

En este documento se implementará mediante la investigación científica experimental, diferentes rutinas de mantenimiento para los diferentes Sistemas de Ingeniería. Con la ayuda de este tipo de investigación, se podrá evaluar la sostenibilidad del proceso de mantenimiento llevando a cabo la confiabilidad y viabilidad de cada sistema.

Para la investigación de las rutinas de mantenimiento e indicadores para el plan preventivo de mantenimiento de sistemas de ingeniería se analizará la información actual de diversas fuentes de indagación como artículos, libros y sitios digitales científicos publicados en las diferentes revistas que constan en bases de datos científicas.

Mediante la aplicación del método de la TPM nos permitirá evaluar los diferentes sistemas de procesos y producción Sacristan et al. [3]. Menciona que el objetivo principal del TPM es así el progreso continuo del rendimiento operacional de los sistemas sea cual sea su nivel de performances técnicos, para finalizar, se va a analizar e interpretar los diferentes indicadores de

confiabilidad y viabilidad de cada sistema al cual se le haya intervenido con el mantenimiento preventivo

Capítulo I

En el presente se detalla estados del arte, aspectos teóricos, historia del mantenimiento, mantenimiento basado en TPM y los diferentes sistemas de ingeniería tales como: grupos electrógenos, sistemas hidroneumáticos, entre otros.

Capítulo II

En este capítulo se encuentra la selección de indicadores, GMAO, AMEF, formatos y registro de mantenimiento y trazabilidad los cuales esta estrictamente regidos a normas de seguridad y funcionamiento.

Capítulo III

En dicho capítulo se desarrolla el plan de mantenimiento son sus cronogramas de mantenimiento, check list, software el cual estará ligado con las rutinas y servirá para generar ordenes de mantenimiento para cada uno de los sistemas y rutinas.

Capítulo IV

Por el último en este capítulo se encontrará el análisis económico los resultado a los cuales se desea llegar con la implementación del programa de mantenimiento

CAPÍTULO 1

MARCO TEORICO

ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS

El trabajo presentado a continuación tiene como objeto a fin el diseño de el plan de mantenimiento preventivo destinado para unos de los Centros Operativos de la Empresa Eléctrica Quito y tiene como objetivo disminuir las paras o averías de los principales sistemas de ingeniería, los cuales se encuentran a cargo del Departamento de Servicios Generales de dicha empresa. El objetivo del capítulo se enfatiza en realizar un estudio relevante de los principales Sistemas de ingeniería y su funcionalidad, su eficacia y a la vez los parámetros de funcionamiento de cada uno de los sistemas.

1.1. Estado del Arte

A principios de el auge en la segunda Guerra mundial, proviene un concepto el cual es fiabilidad, lo mismo que da inicio al preámbulo a la creación del área de mantenimiento, la cual no busca únicamente la solución a daños ocasionados en el sistema, al contrario busca el prevenir futuros daños, lo que como objeto final tendrá el realce de índices de confiabilidad[2].

A través del tiempo, las máquinas han ido evolucionando para la satisfacción humana y comodidad de la misma la cual como consecuencia tiene un uso constante y por ende, el desgaste de la máquina y sus componentes, por consecuencia de dicha acción toda máquina o sistema requiere de un mantenimiento en primeras estancias preventivo y con el pasar del tiempo o el uso un mantenimiento correctivo, lo cual garantiza la vida útil del sistema y sus componentes, su objetivo final será mantener el rendimiento dentro de los parámetros de funcionamiento [3]. En la actualidad los sistemas de ingeniería han mejorado constante la vida diaria del ser humano, llegando a ser uno de los pilares de apoyo para las grandes empresas las cuales presten servicio[4].

En el estudio de McNaughton et al.[5] del diseño de un plan de mantenimiento el mismo que se precisa como una agrupación de rutinas comúnmente llamadas operaciones preventivas, dichas actividades se deben realizan a los principales Sistemas de Ingeniería dichas operaciones, son basadas en rutinas o protocolos de mantenimiento para cada tipo de Sistema, con ello su finalidad es cumplir los objetivos de funcionamiento de cada Sistema y ampliar la vida útil de cada uno de ellos

El diseño de un plan de Mantenimiento con énfasis en rutinas preventivas, verificación del sistema y su funcionamiento óptimo para una empresa es efectuada por distintos agentes en los cuales están destacados el costo de la implementación, las charlas de capacitación a los técnicos encargados de Ejecutarlo. Se debe tener en cuenta que todo tipo de sistema de ingeniería se encuentra destinado a padecer un desgaste paulatino a lo largo de su tiempo de funcionamiento, debido al uso del sistema y entre otros factores A los cuales están sometidos los sistemas como: tiempos de funcionamiento, intervalos de paro y limpieza adecuada, al igual que el tipo de operación que realiza, como se aprecia en la Figura 1 se evidencia los principales actividades dentro de un plan de Mantenimiento preventivo [6].

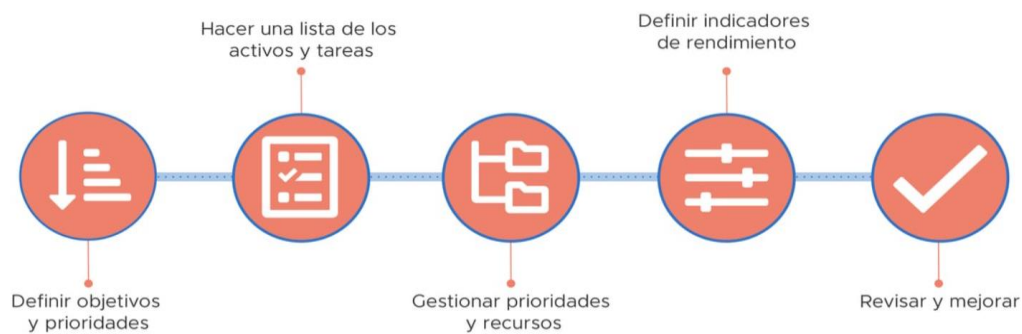


Figura 1. Flujograma Plan de Mantenimiento Preventivo, [7].

Abata et al.[8] en su estudio ratifica que el mantenimiento oportuno de estos sistemas principales de ingeniería a lo largo del tiempo tendrá como finalidad el aprovechamiento al máximo en la función en la cual es desempeñada, caso contrario dichos componentes del sistema producirán un desgaste y por consecuencia mismo, el sistema perderá eficiencia y eficacia teniendo esto como una inferencia que puede denotar en el peor de los casos la disminución del tiempo de uso del sistema o la pérdida del mismo.

El análisis para el comienzo del diseño y posterior gestión de un plan de mantenimiento preventivo, abarca un objeto a fin el cual es disminuir los costos que inciden en la reparación

y en la compra de repuestos, al igual que el tiempo perdido, en la cual el sistema se encuentra en para, teniendo en cuenta que todas las actividades del sistema deben asegurar un elevado grado de confiabilidad, llegando así a tener un realce del estandar calidad del uso del sistema y mejor respuesta hacia los usuarios de los mismos, la seguridad de uso de cada uno de ellos y por añadidura la seguridad de los operarios o técnicos los cuales estén encargados del sistema[9].

Imptek et al. [10] En la actualidad el plan de mantenimiento preventivo permite disminuir el trabajo en condiciones inadecuadas teniendo así como objetivo final el incremento de la vida útil del sistema y sus componentes, al igual que la función que ejerce y a su vez poder tener indicadores de funcionamiento los cuales puedan ser interpretados y mejorados en el caso de ser así. Las primordiales actividades de un plan de mantenimiento se basan en prever futuros daños del sistema y para del mismo[11].

1.2.Aspectos Teóricos de la Investigación

1.2.1. Breve Historia del Mantenimiento

Una de las funciones principales y más importantes del mantenimiento es la sostenibilidad del funcionamiento de la máquina, con el pasar de los años, como punto de partida esta hipótesis se pueden entender que el desarrollo del área de mantenimiento fue desarrollada en el transcurso de varias épocas[12]. La historia del mantenimiento tiene como dato base la primera revolución industrial, que tuvo sus inicios en el preambulo del siglo XVIII en Gran Bretaña; 10 años luego de su aparición logra extenderse a una gran parte de Europa y América y concluyó a finales de 1830. A inicios, los mismos operarios eran quienes ejecutaban las tareas de mantenimiento ya que en dicha época no existía personal dedicado exclusivamente a esa labor[13].

Ochoa et al. [14] Con la manifestación de sistemas más complejo se analiza la urgencia de ocasionar una área dedicado al sostenimiento en las fábricas. A lo espléndido de la Segunda Guerra Mundial (1936-1945) surge el criterio de confiabilidad y realismo que tiene como definición la expectación de conlleva que un sistema posea una funcionamiento correcto a lo espléndido de un término circunscrito soez condiciones operativas concretas; ejemplificando;

condiciones de presión, temperatura, rapidez, tensión, período de vibraciones, etc. Dumanguala et al.[14] con el transcurso de las décadas también se pudo dar como cavidad a diferentes tipos de mantenimiento los cuales fueran dando origen a mejor gestión operativa de cada uno de ellos tales como mantenimiento preventivo, emergen distintos conceptos como: predictivo, proactivo, Gestión del mantenimiento asistida por ordenadores (GMAO por sus siglas en inglés) o mantenimiento con base en la fiabilidad (RCM por las siglas en inglés), en la Figura 2 se puede apreciar la evolución del mantenimiento luego del apogeo de la Segunda Guerra Mundial.

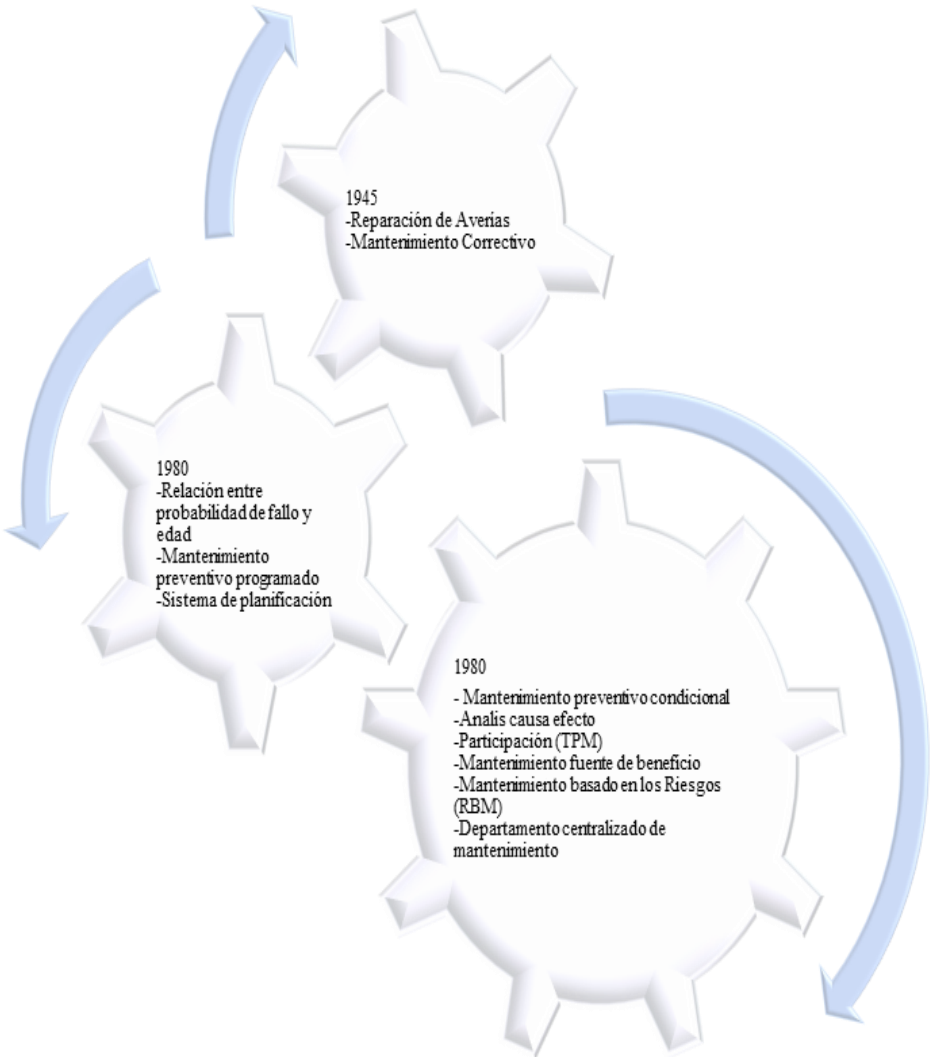


Figura 2. Evolución Mantenimiento posterior a la segunda Guerra Mundial, [15].

1.2.2 Mantenimiento Preventivo

Mora et al. [15] el mantenimiento Preventivo es aquel proceso que tiene como finalidad sustentar el funcionamiento de los sistemas o maquinarias, los cuales se encuentren en estado operativo con ayuda de la inspección de planes y funciones a ejecutarse, en varias instancias específicas a este mantenimiento se lo establece como el mantenimiento programado, porque utiliza datos existentes emitidos por los fabricantes, además del uso de estadísticas de accidente. Chang et al. [16] esto crea una agrupación de acciones de acciones, que se las desarrollan en los días señalados para evitar interrupciones no planificadas, además, este clase de mantenimiento se utiliza en rutinas que impliquen reparaciones menores o sustitución de piezas de piezas, rutinas anteriormente programadas, tales como acciones relacionadas como: lubricación, asepsia, reajuste, reinicio, correcciones menores y calibración.

Maldonado et al. [3] El mantenimiento preventivo se ejecuta periódicamente y tiene como finalidad visualizar y detectar fallas el cual pueda incurrir en el mal funcionamiento de la máquina. El mantenimiento preventivo tiene una división la cual consta de: manteniendo programado, mantenimiento predictivo y mantenimiento de oportunidad.

1.2.3 Mantenimiento Predictivo

Maldonado et al. [17] El mantenimiento predictivo también denominado el mantenimiento a base de una condición la cual se ejecuta, de una forma anticipada y pertinente, tiene como propósito evaluar el estado de la maquinaria y si es recomendable la intervención para que no interfiera en sus funciones o producción. González et al. [18] En una de sus investigaciones explica: el mantenimiento denominado predictivo abarca una gran cantidad de ensayos denominados no destructivos, los cuales tiene como finalidad dar un preciso seguimiento del funcionamiento del sistema y encontrar alguna falla que se evidencia o exista en dicha parte específica logrando así apreciar y poder sistematizar de preferencia un plan de mantenimiento enfocado en correcciones que se adecue a los menesteres que sean ocasionados en el sistemas, para ello también es imprescindible prever y enfocar todos los factores o variaciones que se inmiscuye en las operaciones en el entorno de la empresa para predecir fallas o se producen los fallos previos a que se susciten, entre los estudios más manejados se puede destacar el análisis de vibracional, registrado con cámaras fototérmicas, análisis ultrasónico, sondas de visualización, entre otras.

1.3.Mantenimiento con punto de partida el TPM

Denominado el Total Productive Maintenance (TPM por las siglas en ingles), es aquel que tiene como finalidad el enfoque y asistencia al mantenimiento predictivo. Este proceso se encamina a disminuir o evitar la pérdida de la vida útil de los sistemas los cuales están ligados a la calidad o costos etc. El principal objetivo del mismo es elevar los índices de funcionalidad y rendimiento de los sistemas, es decir se tiene un trabajo en equipo de todo el personal el cual influya en el entorno de los sistemas, desde el operario hasta el área de gerentes, solo así se tendrá como objetivo final evitar que se ocasionen desperfectos o problemas.[19]

El mantenimiento TPM enmarca tres pilares principales.

- **T:** Proveniente de la palabra “total” la cual abarca todas las actividades que ejecutan los colaboradores que se encuentren entorno al sistema , existiendo tres premisas importantes las mismas que son: cooperación del personal técnico y administrativo, eficacia total y la gestión del manteniendo el cual abarca todas las nociones de prevención.[19]
- **P:** Proveniente de la palabra "productivo" que significa la productividad ala cual llegan los sistemas inmiscuidos.[19]
- **M:** Proveniente de la palabra “Mantenimiento”, su finalidad es abarcar las acciones de direccionamiento y desarrollo de una entidad.[19]

1.3.1. Fundamentos principales del Mantenimiento TPM

Los principales fundamentales del TPM, son una serie de acciones que tiene enfoque final específico el proceso adecuado de una empresa, dichos pilares se enfocan con un propósito determinado, encaminados por el responsable del área e involucrando a todo el personal, estos pilares tiene como efectos escalonados los siguientes[20].

- Eliminar pérdidas
- Prevenir fallos
- Trasformar radicalmente el sistema productivo
- Lograr el desarrollo de las personas
- Fomentar la trasformación de la empresa

Los principales pilares del Mantenimiento TPM se indican en la Figura 3.

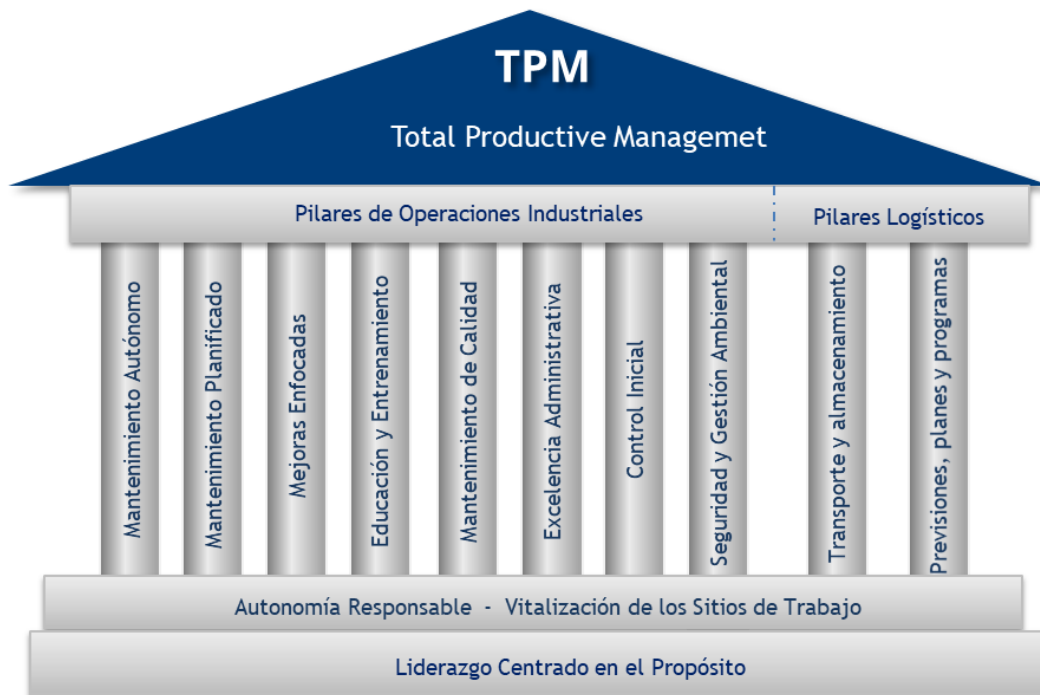


Figura 3. Pilares mantenimiento TPM, [25].

A continuación, se describe cada uno de los pilares de Mantenimiento TPM:

a) Método Kaizen

Dicho pilar debe precisar del compromiso de las distintas áreas que se encuentran abarcadas en el proceso productivo que inmescuye toda el ámbito operativo industrial, tiene como finalidad la búsqueda del aumento de la efectividad de los equipos o sistemas, este objetivo se llega a cumplir con un trabajo estructurado de buena manera, respeto a los sistemas y búsqueda de suprimir de forma permanente la eliminación de diferentes procesos[4].

El TPM indica 6 tipos de pérdidas que se aspira excluir entorno a los procesos de funcionamiento de los cada sistema más importantes los cuales de detallan a continuación[15] :

- Fallas principales de los sistemas
- Cambios ajustes y reajuste no precisados
- Paros innecesarias (Tiempos muertos)
- Disminución de velocidad
- Principales defectos en funcionamiento del sistema

- Arranques perdidos

b) Mantenimiento Autónomo (Jisho Hozen)

Tiene como finalidad el personal técnico u operador del sistema tenga conocimientos previos de la esencia del funcionamiento del sistema mecánico, el cual abarca ámbitos como: eléctrico, aspectos operativos, conservación del sistema, manejo y averías etc. Este conocimiento previo tiene como objeto a fin la ayuda y el entendimiento de la importancia de cada sistema, para así llegar a comprender el funcionamiento óptimo de cada sistema y las condiciones en las cuales son óptimas para el trabajo de este, recalcando la importancia de las inspecciones preventivas o llamadas inspecciones de usuario antes de la jornada de trabajo del Sistema[15].

Jisho Hozen tiene como finalidad evitar fallas mediante la implantación de una serie de actividades básicas las cuales constan de[15]:

- Limpieza
- Disminución de agentes de Suciedad y contaminación
- Inspecciones generales
- Rutinas de Auto revisión
- Procesos Estandarizados
- Seguimientos de Objetivos

c) Mantenimiento Programado

Dicho mantenimiento, precisa el campo de acción que comprende dicho entorno en el cual está presente el sistema, precisando el equilibrio que se encuentra entre las mediaciones costo-beneficio. Otro objetivo que abarca este mantenimiento es el de conservar el equipo en perfectas condiciones de operacionales por medio de acciones sistematizadas y metodológicas para así evitar averías en los sistemas o paras innecesarias, para eliminar o evitar esto se establece una serie de acciones las cuales son [21] :

- Definir rutinas de acción para contrariedades diarios.
- Programar y ejecutar rutinas de mantenimiento planteadas.
- Alargar Vida Útil de los sistemas.
- Registro de repuestos.
- Sistematizar el Análisis, alcance de diagnóstico y anticipo de desperfectos.
- Ejecutar rutinas propuestos de Tribología

d) Mantenimiento en base a la calidad (Hinshitsu Hozen).

Dicho tipo se denomina de calidad posee un objeto a fin de la mejora del tiempo de vida útil del sistema, el cual se enfatiza en la búsqueda y acatamiento de las principales normas a las cuales se rigen, sistematizando y efectuando las correctas condiciones de cada uno de los elementos del sistema que se encuentren involucrado y así como parte final tener un índice de productividad elevado de cada uno de los sistemas detallados en el plan[21].

Para poder llegar al acatamiento de la normativa de calidad adopta las medidas presentadas a continuación[21] :

- Efectuar las rutinas de mantenimiento enfocadas al cuidado del equipo con la finalidad de que este no genere defectos en su funcionamiento.
- Notificar averías en el ámbito de calidad validando que cada sistema llegue a cumplir con la condición para “cero defectos” y que estas estén inmersas en el conjunto de las normas técnicas.
- Procurar cuidado de las diferentes sustituciones de las características que se pueden apreciar en los sistemas como finalidad de prever averías y así poder tomar acciones.
- Identificar los principales componentes del sistema que tiene una alta incidencia en la función específica a realizar

e) Prevención del Mantenimiento

González et al. [18] Esta parte de la prevención se enfatiza en las principales actividades que se pueden optimizar en el camino del proceso de la etapa de diseño y construcción o puesta en marcha del sistema. Con esta rama del mantenimiento TPM las entidades pretenden adquirir nuevos sistemas o equipos, lo cual conlleva a revisar el historial de máquinas que poseen. Cruz et al. [21] en su investigación manifiesta que este pilar del mantenimiento TPM tiene como enfoque final identificar cual sería la mejora del diseño y poder minimizar en casi su totalidad las posibles averías y sus causas las cuales puedan presentar al instante de que el sistema este en marcha.

Las principales metodologías del mantenimiento preventivo tienen como concepto base la fiabilidad, para con ello poder estimar los datos y poseer una secuencia de desperfectos y correcciones en los sistemas [21].

f) Mantenimiento de áreas (mantenimiento de soporte)

Dicho enfoque tiene como objetivo mejorar las propuestas que llegan a las distintas áreas administrativas, y no solo las rutinas en cuanto al personal de técnico de operación. La finalidad de estas mejoras es encontrar un realce en las áreas administrativas y técnicas, es decir que tengo un núcleo de labor juntos para llegar a la ponderación en el ciclo administrativo y en el de soporte[21].

g) Desarrollo de actividades

Esta etapa tiene objeto a fin de hallar la forma asertiva de analizar, ejecutar y cuantificar las condiciones determinadas para el eficaz puesta en marcha del sistema que se encuentre dentro de la función específica que cumpla[21].

Para ejecutar el mantenimiento TPM se requiere un personal que tenga la habilidad de ejecución de las siguientes funciones:

- Destreza para precisar y revelar averías o inconvenientes en los sistemas
- Comprender el principio de funcionamiento de sistema.
- Comprender los lazos que se relacionan entre los mecanismos del equipo y las especificaciones técnicas de sus repuestos.
- Enmarcar y efectuar solución de los problemas de puesta en marcha y operaciones de cada sistema.
- Habilidad de equiparar el entendimiento posterior a eso instruir a su núcleo de trabajo
- Capacidad para laborar y cooperar en sitios dentro de todos la cadena industrial

h) Entorno y seguridad

Dicho fin es disminuir al máximo los sucesos y las contaminaciones con la finalidad de poseer un ambiente más higiénico, seguro y con los principales pilares de asepsia ambiental para mantener excelente ambiente laboral [21].

Las principales acciones que se deben tomar en cuenta para lograr el cumplimiento de disminuir al máximo los accidentes y la contaminación son[21]:

- Establecer parámetros de seguridad por sistemas.
- Obtener sitios laborales más asertivos con la seguridad.
- Realzar el campo y entrono laboral .

- Disminuir la inoculación del entorno ambiental.
- Velar por seguridad y salud del trabajador.
- Incitar normas de limpieza e higiene.

1.3.2. Indicadores en el TPM

Este índice sondea cualitativamente la acción de un sistema de extracción o procedimiento, el cual podría ser asimilado como una indirecta, detectando variaciones las cuales posterior a un estudio, tienen la curiosidad de aceptar sean acciones correctivas [22].

La finalidad de utilizar indicadores en un plan de mantenimiento tiene como objetivo evaluar el desempeño organizacional para verificar si se lo ejecutado se lo preciso de una forma correcta, por lo cual se conlleva a estudios de cada uno de los funcionamientos del sistema, y se llega a verificar las acciones que se van a ejecutar para cumplir los parámetros establecidos[22].

1.3.2.1.Tipo de Indicadores

El mantenimiento TPM se enfoca en diseñar un sistema de gestión el cual tiene como objeto a fin la búsqueda de mayor eficiencia dentro de todos los sistemas, por lo que estos indicadores como los de eficiencia en el TPM se lo puede catalogar en siete diferentes tipos que son[22]:

- Gestión.
- Eficiencia del sistema.
- Ahorro y la calidad de energía en el sistema.
- Mantenimiento.
- Salud, seguridad dentro del entorno laboral.
- Clima laboral.

a) Indicadores de gestión

El indicador tiene como finalidad juntar las actividades individuales. El resultado que arroja permite, observar cómo esta metodología del plan de mantenimiento alcanza la mejora y estabilidad y beneficia a la entidad dentro de la cual se quiere implementar. Para que este indicador sea aplicado con éxito se debe precisar que cada uno de los departamentos dentro de la entidad entienda y precisen de la mejor manera cuáles son sus responsabilidades y cuál es el enfoque de cada uno de sus objetivos. Por tal motivo este indicador se debe valorar en un tiempo

estimado de un semestre, para así dicho principio TPM está enfocado a la mejora de la empresa y el departamento encargado [22].

b) Indicadores de eficiencia de planta

El mantenimiento TPM se enfoca en evaluar un proceso en su totalidad, considerando cada uno de estos proceso los cuales son conformados por sub proceso, el cual al generalizar y posterior a eso dividir cada uno de los métodos generales, tienen un excelente control y finalización de la evaluación objetivamente[22].

En este indicador, existe una sub división en tres principales que son[22].

- Tasa de rendimiento
- Tasa de calidad del proceso o funcionamiento
- Disponibilidad

c) Indicadores de calidad y ahorro de energía

Zambrano et al. [22] en el ámbito industrial existen tipos de indicadores. Entre ellos resaltan principalmente los de calidad y ahorro de energía, los cuales no se encuentran ligados con el funcionamiento o el costo de producción.

d) Indicador de mantenimiento

El indicador de mantenimiento tiene como fin medir la calidad de las acciones que se utilizan para llegar a los objetivos planteados tales como la disminución de tiempos innecesarios y reducción de costos. Este tipo de indicador considera dos elementos principales importantes:

- La fiabilidad y conservación de los principales sistemas que son primordiales para un desarrollo, los que deben ser precisado y evaluados constantemente y tener como enfoque final la eficiencia y calidad del proceso[22].
- Valorar la eficacia de las diferentes rutinas de mantenimiento[22].

Dentro de la industria es primordial enmarcar la eficiencia de la economía en cuanto al gasto presupuestario en el departamento de mantenimiento, es por ello que se da uso a distintos indicadores que te tengan como fin tener una acertada percepción de cuál es la metodología

más confiable y económica con la cual es primordial efectuar el respectivo mantenimiento a los sistemas. [22].

e) Indicadores de formación

Dentro del programa de mantenimiento TPM amerita una mayor unificación de todo el personal que se encuentran dentro de los procesos de producción, por consecuencia de este el cual busca que el personal puedan desarrollar habilidades mediante capacitaciones, cursos y así tener a todo el personal motivado y seguro de sus acciones con el enfoque final de tener el provecho máximo de sus tareas laborales, estos indicadores llegan a ser sumamente importantes para la evolución de la formación de cada uno de los integrantes del conjunto laboral [22].

f) Indicador de salud y entorno seguro

En el ámbito operativo, este es uno de los principales indicadores ya que la seguridad es una de responsabilidad grande que todos deben tener, sim embargo existen departamentos encargados que tienen como finalidad precisar las principales los posibles orígenes de sucesos o accidentes y en el caso de ameritar, tomar las debidas precauciones y requerirlo al departamento inmediato con el fin de obtener un ambiente de labores ameno, seguro y limpio[22].

1.3.3. Riesgos y su clasificación

Los riesgos son hechos ajenos a la vida cotidiana que se originan en un ambiente de trabajo donde se trata ciertos aspectos como máquinas, herramientas, materiales, condiciones de trabajo, etc. Por estas atenuantes existen contingencias que se clasifican en relaciones al origen las cuales son provocadas, estas son los siguientes [23].

- a) **Riesgos físicos:** Detonados a causa de agentes de incidencia física tales como: estrepito, radiación y vibración
- b) **Riesgo mecánico:** Provocado a causa de un agente mecánico de algún componente que comprende el sistema ya sea líquido o sólido.
- c) **Riesgo químico:** Provocado a causa de agentes de incidencia química tales como: inhalación de vapores nocivos y relación con sustancias que llevan ala complicación epidérmica

- d) **Riesgo Biológico:** Ocasionado por microorganismos patógenos las cuales pueden provocar una serie de enfermedades
- e) **Riesgo Ergonómico:** Se da por el malas posturas del cuerpo humano para realizar alguna rutina dentro del ámbito laboral.

1.4.Sistemas de Ingeniería mecánica

Un sistema mecánico se caracteriza por estar formado por elementos fijos o partes que realizan movimientos por la acción de un impulso, en ocasiones se pueden relacionar con sistemas eléctricos para desatar un movimientos por medio de un motor el cual es puesto en marcha por la electrotécnica. En general, la mayoría de los sistemas mecánicos tienden a ser accionados por motores con ciclos combustión interna, se utilizan diversos elementos relacionados con la transmisión del movimiento, la dinámica tiene una sola intensidad y dirección en instancias necesarias, cambiar y amplificar esta dirección e intensidad, se utiliza para ello un sistema mecánico, por lo general el movimiento es de rotación o de traslación, los motores tienen un eje que se encarga de crear el movimiento circular [24].

1.5.Grupo electrógenos o generador eléctrico

Un generador es un sistema eléctrico estacionario, que tiene como objetivo principal convertir la energía mecánica, en energía eléctrica por consecuencia de una interrelación en sus principales elementos los cuales componen: el rotor y el estator una de los que produce un flujo magnético el cual tiene la función de un inductor, la otra lo convierte en electricidad dicho componente actúa como armadura.

Los Grupos electrógenos (generadores eléctricos), tiene una clasificación según el tipo de electricidad la cual es producida, por lo que se delimitan dos grupos de sistemas eléctricos rotativas, alternadores y dínamos. Estos grupos electrógenos producen electricidad de corriente alterna. El elemento inductor conocido como el rotor y el elemento del inducido es el estator[25].

Como una premisa clara se tiene los detallados a continuación:

- Generadores de centrales hidroeléctricas
- Generadores convencionales mediante combustión

1.5.1. Esquema de un generador eléctrico

En la Figura 4 se ilustra a detalle los componentes de un grupo electrógeno o generador marca KIRLOSKAR 35KW,

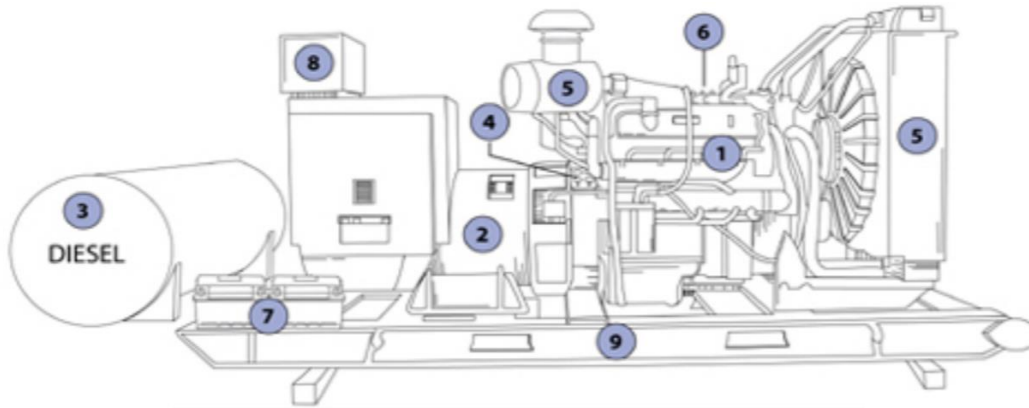


Figura 4. Partes y componentes de un generador eléctrico, [26].

En la Tabla 1 se describe detalladamente las partes principales que conforman un generador.

Tabla 1. Partes principales de un generador eléctrico [26].

Nro.	Parte
1	Motor
2	Alternador
3	Conjunto de alimentación
4	Estabilizador de voltaje
5	Escape y conjunto enfriamiento
6	Conjunto de lubricación
7	Batería
8	Tablero
9	Bancada y cuadro

1.5.2. Principio de Funcionamiento

Moyo et al. [26] El funcionamiento de una planta generadora de energía o llamada también grupo electrógeno es dada por la conocida ley de Faraday, dicha ley coexistió por el químico Inglés Michael Faraday el cual postulo: “la Tensión Inducida dentro de un circuito cerrado, esa corriente será directamente proporcional a la razón de la alteración del tiempo dentro del flujo electromagnético”. Harper et al.[27] en uno de sus libros también enfatiza que los generadores que utilizan el conocido ciclo Diésel el cual dispone de combustible para desarrollar un movimiento para la generación de electricidad mediante el electromagnetismo, este combustible es sumamente ocupado en este grupo ya que dispone características de quemarse pero no de explotar.

En la Figura 5 se detalla el ciclo Termodinámico Diésel que usan los generadores alimentados por este tipo de combustible.

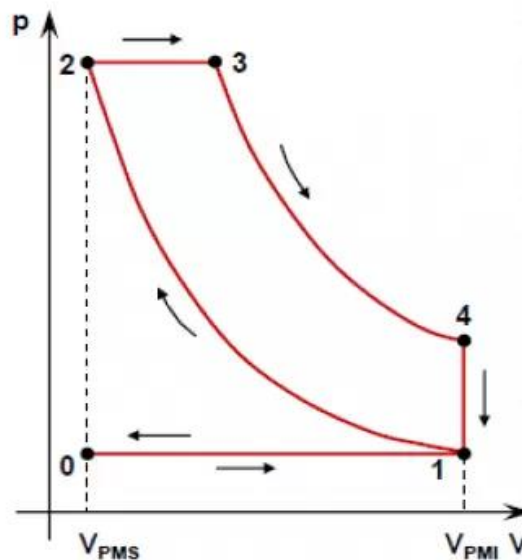


Figura 5. Ciclo Teórico del Motor diésel, [27].

En el ciclo diésel ideal, este ciclo está sometido a una serie que está constituido por 4 procesos los cuales son: dos procesos isentrópico, estos turnándose con un proceso isovolumétrico y un proceso isobárico[26].

- **Compresión isentrópica:** También conocido como recorrido de compresión el cual se describe cuando el aire es comprimido adiabáticamente a partir del inicio del estado 1 al estado 2, cuando el pistón realiza la carrera desde el límite inferior al límite superior muerto, el alrededor del pistón trabaja con el gas así aumentado su energía interna convertida en calor, la entropía no tiene cambios. Los cambios de volumen y su relación dan origen al termino conocido como relación de compresión[26].
- **Expansión isobárica:** Conocida como la período de encendido (ignición) ,dentro del estado 2 y 3; existe la trasferencia de calor a presión constante, dentro del transcurso de este proceso, de presión constante, la energía accede al sistema a medida que se añade calor y una parte del trabajo se ejecuta moviendo el pistón[26].
- **Expansión isentrópica:** Conocido como golpe de poder, el gas se expande adiabáticamente desde el límite 3 al límite 4. El gas funciona en el entorno al pistón el cual disipa una cantidad de eficiencia interna igual al trabajo que derrocha el sistema[26].
- **Descompresión isocórica:** Denominada como corrida de escape, en este ciclo se completa todo un proceso de volumen constante en el cual calor es expulsado del aire por consiguiente el pistón está en el límite muerto inferior. La presión de gas de trabajo cae instantáneamente desde el límite 4 al límite 1. La válvula de escape se abre en el punto 4. El recorrido de escape se produce directamente después de esta descompresión[26].

1.5.3. Rutinas de mantenimiento

En la Tabla 2 se muestran las primordiales rutinas semanales de mantenimiento preventivo para el generador o grupo electrógeno la cual está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 2. Rutinas semanales de mantenimiento de un generador.

Periodo	Rutina
	Revisar la cantidad de combustible que se encuentra en el reservorio del motor y llevar un registro (Indicar el nivel de tanque).
	Revisar estados de los filtros que se encuentran ubicados en la línea de ingreso del Diésel.
	Revisar la cantidad adecuado del refrigerante existente, de ser necesario cambiar refrigerante por uno existente de las mismas características.
	Revisar la cantidad de aceite que se debe suministrar.
SEMANAL	Con la ayuda de un multímetro verificar el voltaje de las baterías que se estipulan para el correcto funcionamiento del motor.
	Realice asepsia de terminales de carga de batería.
	Realizar una revisión detallada del estado de las baterías, así poder verificar que no se encuentren con abolladuras o fugas de la superficie de la batería.
	Realizar prueba manual sin carga, mantener encendido durante 15 minutos y verificar si se encuentra trabajando en condiciones óptimas.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 3 se presentas las primordiales rutinas mensuales que se realizaran en el mantenimiento preventivo para el generador o grupo electrógeno la cual está divida por intervalo de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 3 Rutinas mensuales de mantenimiento de un generador.

Periodo	Rutina
Mensual	<p>Se debe realizar pruebas de funcionamiento del grupo electrógeno a prueba carga.</p> <p>Cuando el generador se encuentra en operación, verificar que se encuentre en correcto funcionamiento, se debe descartar todo tipo de movimientos bruscos y sonidos que no conlleve con un correcto funcionamiento.</p> <p>Revisar el estado del filtro de combustible de ser el caso drenar el agua de este.</p> <p>Drenar Separador de agua</p>

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 4 se describe principales rutinas semestrales de mantenimiento con enfoque preventivo para el generador o grupo electrógeno la cual está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 4 Rutinas semestrales de mantenimiento de un generador.

Periodo	Rutina
	<p>Revisar el filtro de aire, comprobar el testigo de obstrucción del filtro de aire, si se encuentra en rojo realizar cambio de filtro de aire.</p> <p>Revisar filtros de carburante, después de la descarga de combustible, purgue el sistema de combustible.</p> <p>Completar el líquido refrigerante hasta la cantidad que recomienda el fabricante.</p> <p>Verificar la eficiencia del sistema pre-post calentamiento, observar si los cabezotes no se encuentren calientes.</p> <p>Con una aspiradora adecuada para este caso realice los retiros de polvos existentes en el intercambiador de calor (RADIADOR).</p> <p>Con un multímetro verificar voltajes y con el uso de un voltímetro verificar corrientes, actuales de las baterías que se requiere para el correcto arranque del motor.</p>

Semestral	<p>Realice el arranque manual sin carga, verificar su correcto funcionamiento y descartar todo tipo de ruido que no sea apto de un funcionamiento adecuado.</p> <p>Desconectar bornes de las baterías y con un voltímetro realice medición de corriente y voltaje que entrega el alternador. Conectar bornes de baterías.</p> <p>Realice medición de potencia eléctrica que entrega el grupo electrógeno.</p> <p>Realice cambio de aceite y refrigerante de ser el caso. (Según normas de funcionamiento y tiempo).</p> <p>Realice prueba de funcionamiento a plena carga de grupo electrógeno.</p> <p>Se debe mantener el generador en funcionamiento y verificar correcto funcionamiento, descartar todo tipo de ruido que no sea apto de un correcto funcionamiento.</p> <p>Control y mantenimiento de módulo de transferencia.</p>
-----------	--

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 5 se refiere las primordiales rutinas diarias de mantenimiento preventivo para el generador o grupo electrógeno en referencia a su cuadro de control la cual está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 5. Rutinas semestrales de mantenimiento del tablero eléctrico de un generador.

Periodo	Rutina
Diario	<p>Accionar los medios manuales de arranque y verificando su funcionamiento.</p> <p>Abra el gabinete en el cual se encuentra instalado el sistema de control.</p> <p>Revisar la cantidad adecuado del refrigerante existente, de ser necesario cambiar refrigerante por uno existente de las mismas características.</p> <p>Realizar una lectura de voltaje desde la fuente comando las lecturas medidas con los valores mostrados por el módulo de control del sistema, tanto con el equipo apagado y prendido (Registrarlo).</p> <p>Revisar que no ingrese agua y/u otros materiales que puedan averiar cualquier componente interno que en el mismo se encuentre, de existir humedad.</p>

Verificar el etiquetado, de ser faltante reponga el mismo.

Verifique la opción de activación de modo manual, compruebe la activación de cada uno de los componentes.

Verificar que el PLC (de existir) se encuentre encendido, activado y que realice las funciones para el cual fue programado.

Verificar el adecuado funcionamiento de los guarda-motores y certifique la activación de la protección de los mismos.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

1.6.Sistemas hidroneumáticos

Los sistemas de bombeo o también llamados sistemas hidroneumáticos tienen como finalidad mantener una presión constante en las tuberías de las cuales es parte este sistema sea ya de aguas blancas, aguas negras, químicos y combustibles. El enfoque del sistema permite que el líquido que es transportado por las tuberías salga a presión y un flujo adecuado, sin tener en cuenta a la distancia a la cual se debe trasladar[28].

Los sistemas Hidroneumáticos demuestran ser una de las principales opciones en cuanto a la eficiencia y versatilidad, lo cual les encamina con grandes ventajas sobre otros sistemas. Este sistema evita la construcción de sistemas innecesarios como es el caso de sistemas de alimentación por gravedad, los cuales constan de un tinaco el cual se encuentra situado en la parte superior donde se la va utilizar, asimismo mediante la instalación de sistemas hidroneumáticos se evita la acumulación de microorganismos como algas y suciedad en tuberías por flujo a baja velocidad [29].

1.6.1. Descripción de un sistema hidroneumático

En la Figura 6 se presenta el esquema principal con sus partes de un SISTEMA HIDRONEUMÁTICO BOOSTER y en la Tabla 6 se enlista sus partes principales.



Figura 6 Sistema hidroneumático BOOSTER, [28].

En la Tabla 6 se refiere detalladamente las partes fundamentales que conforman un sistema hidroneumático.

Tabla 6. Partes principales Sistemas Hidroneumáticos [28].

Nro.	Parte
1	Bomba centrífuga
2	Tablero de control
3	VFD (Variadores de Frecuencia)
4	Tanque presurizado
5	Instrumentación
6	Cabezal de descarga
7	Válvulas de conexión y descarga

1.6.2. Tipos de sistemas hidroneumáticos

a) Presurizador o Hidrocell

Sistema hidroneumático el cual consiste un sistema de presión completo, tiene forma de paquete, como se muestra en la Figura 7, que proporciona líquidos a presión constante en toda una red hidráulica[28].



Figura 7. Presurizador con bomba periférica,[28].

Fuente:

b) Sistemas Hidroneumáticos simples

Son de constitución mixta, es decir aire-agua, tiene como finalidad proporcionar agua mediante presión en toda la red hidráulica, este sistema para su instalación se requiere de varios factores como la conexión al suministro de electricidad y el cabezal de succión, a un tinaco como se muestra en la Figura 8, sus principales uso es el ámbito residencia y comercial[28].



Figura 8. Sistema de bombeo jet en acero inoxidable de tanque horizontal, [28].

c) Sistemas hidroneumáticos múltiples

Funcionan igual que los sistemas hidroneumáticos básicas, con la diferencia que éstos usan 2 o más bombas para crear la presión en el tanque, ya que se aplican en construcciones mayores que necesitan de una mayor presión para conseguir niveles más elevados, o por la utilización de maquinaria industrial que necesita de mucha más presión de lo normal, como se muestra en la Figura 9; estos son fabricados para usos industriales y conexiones en serie[28].



Figura 9. Sistema hidroneumático con bombas multi-etápicas. [28].

1.6.3. Principio de funcionamiento del sistema Hidroneumático

El sistema Hidroneumático está constituido por un tanque de presión el cual está herméticamente cerrado, tiene como enfoque el almacenamiento de agua y presión, está separado por la ayuda de una membrana la misma que tiene como principio de funcionamiento de mantener la presión estable dentro de este tanque[28].

Salas et al.[29] en uno de sus estudios manifiesta que el aire a presión ejerce la función de elemento elástico (resorte) el cual impulsa la salida del agua contenida en el tanque conforme el requerimiento del consumo en el sistema, como consecuencia de este principio el tanque disminuye esta presión hasta que un proceso de inyección lo reponga y volver a una presión estable, dicho así agregando una bomba para que cumpla la función de administrar agua en el tanque llegando a cumplir lo siguiente, detallado por pasos.

- La Bomba administra agua presión al tanque en cual cumple la función de comprimir el aire contenido en el mismo. En un periodo inicial el tanque está lleno sólo de aire a la presión atmosférica y al ingreso de agua comprime el mismo en el interior, incrementando la presión hasta llegar a un límite mayor previamente predeterminado, dicho límite que es medido por un presostato (interruptor accionado por la presión en el tanque) detiene el desempeño de la bomba[29].
- En la siguiente etapa el agua es expulsada del tanque para consumo o uso, esto se da por la presión acumulada en el mismo posterior a esto existe la disminución dicha presión, llegando al punto menor configurado en el presostato este accionara nuevamente la bomba[29].

- Como Fase final, entre la presión máxima del presostato, el cual cumple la función de interruptor ya que este abre o cierra el camino para el accionamiento de la bomba, el cual hace que haya la renovación o reinicio del ciclo[29].

En la Figura 10 se detalla el sistema esquemático de los principales sistemas hidroneumáticos al igual que el flujo de su funcionamiento.

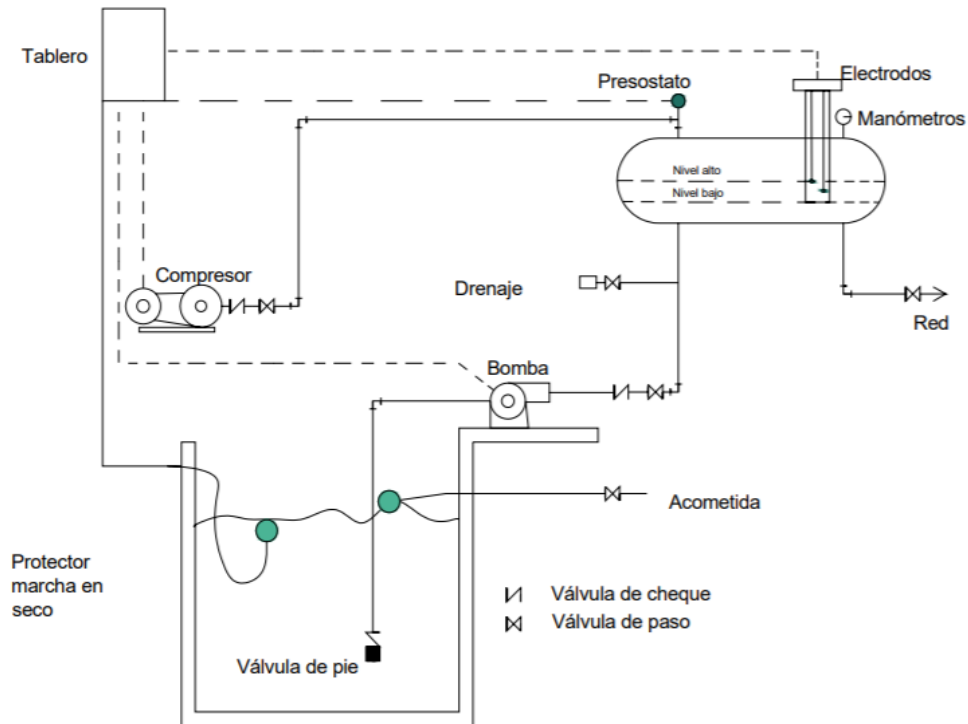


Figura 10. Esquema de Funcionamiento, [28].

1.6.4. Actividades de mantenimiento

1.6.4.1. Fuente de suministro de agua

En la Tabla 7 nos describe las principales rutinas diarias de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático, uno de los componentes el cual es la cisterna está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito

Tabla 7. Rutinas de mantenimiento cisterna o tinaco.

Periodo	Rutina
Diaria	Verificar el adecuado funcionamiento de las válvulas de compuertas, compruebe que esta cierre y abra normalmente (ABRA y CIERRE LENTAMENTE).
	Verificar el adecuado funcionamiento de la válvula de globo, comprobar que estas cierren y abra normalmente (ABRA y CIERRE LENTAMENTE).
	Verificar que la cisterna y/o tinaco, este llena al total de su capacidad.
	Comprobar que la tapa de acceso a la cisterna se encuentre en correctas condiciones, remueve el desgaste de esta.
	Comprobar el adecuado estado de la escalerilla de acceso a la cisterna.
	Comprobar el adecuado estado y limpieza de la tubería de ventilación.
	Comprobar el estado de funcionamiento de los sensores de nivel, evite que estos se encuentren atorados, garantice su libre movimiento.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 8; se muestran las rutinas trimestrales de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático uno de los componentes el cual es la cisterna está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 8. Rutinas de mantenimiento sistema hidroneumático cisterna o tinaco.

Periodo	Rutina
	Verificar que durante la intervención no se vea afectada la autonomía de funcionamiento de las instalaciones.
	Realizar el mantenimiento y limpieza de las cisternas y/o tinacos, una a la vez, (limpieza de techos paredes y pisos retire los elementos sólidos y lodos que pudiesen existir).
	Realizar el mantenimiento y limpieza de los gabinetes de contención de incendio, verificando su correcto funcionamiento uno por uno, apóyese en

la brigada de contención de incendios, Unidad de Salud y Seguridad Industrial.

Corregir goteos en el sistema y líneas de distribución de agua, cambiar por componentes nuevos.

Trimestral Restablecer las deficiencias de impermeabilizante que pudiese encontrar y en caso de no existir, impermeabilizar toda la cisterna.

Proceder con la desinfección integral de la cisterna y/o tinaco.

Restablecer la alimentación de agua necesaria para el funcionamiento del equipo de bombeo, esto para garantizar el normal funcionamiento del sistema. Garantizar que no existan goteos, fallas de impermeabilización y demás inconvenientes, que deberán ser atendidas de inmediato.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 9. se muestran las primordiales rutinas diarias de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático uno de los componentes, EQUIPO DE BOMBEO (PRESIÓN CONSTANTE), el cual está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 9. Rutinas de mantenimiento diarias EQUIPO DE BOMBEO.

Periodo	Rutina
	Verificar el correcto funcionamiento del equipo de bombeo, detectar ruido o vibración no normal a las condiciones de trabajo y no se encuentre recalentando en su estructura.
	Verificar las condiciones físicas del área destinada al funcionamiento de los equipos de bombeo, constatar una adecuada impermeabilización, garantizar el adecuado uso y conservación del área, no almacene objetos ajenos a este sistema.
Diaria	Verificar la apertura de la válvula para succión de agua potable y garantice un flujo constante de líquido.
	Verifique la apertura de la válvula para descarga de agua potable y garantice un flujo constante de líquido.
	Verificar que en el manómetro exista presión en la línea, con el objetivo de garantizar y monitorear la circulación de agua, comprobando el adecuado funcionamiento del manómetro instalado en la misma.

Comprobar que no exista goteo en la tubería y demás accesorios (sellos, empaquetaduras y conexiones) que conforman el equipo de bombeo, tanto con el equipo apagado y prendido.

Compruebe el adecuado giro de las aspas de la bomba guíese por el control de giro que se encuentra ubicado en la carcasa.

Compruebe el estado físico del módulo de control, verifique que el mismo funcione en modo manual y automático, que todos sus visualizadores, selectores y pulsadores estén operativos y en perfecto estado.

Registre las horas de funcionamiento de cada equipo de bombeo.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 10. se muestra las principales rutinas semestrales de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático uno de los componentes el cual es EQUIPO DE BOMBEO (PRESIÓN CONSTANTE), el cual está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 10. *Rutinas de mantenimiento semestrales EQUIPO DE BOMBEO.*

Periodo	Rutina
Semestrales	Medir el consumo de corriente del sistema compare los valores medidos con los valores mostrados en el módulo de control, comparar y registrar con los datos de placa.
	De existir línea de BY-PASS, abra la misma y permita el normal suministro de agua potable, de no existir la línea de BY-PASS, instalar, coordinar con las áreas usuarias, la falta de líquido vital.
	Verificar que durante la intervención no se vea afectada las operaciones en los centros de trabajo.
	Aislar el equipo por completo de la alimentación eléctrica.
	Remover la grasa completamente y remplace por nueva de acuerdo con especificaciones de fabricante sin exceder evitar temperaturas excesivas en los cojinetes.
Restablecer la alimentación eléctrica.	

Verificar el adecuado funcionamiento del equipo de bombeo en modo automático y manual.

Registrar los nuevos resultados.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 11. se muestran las primordiales rutinas anuales de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático uno de los componentes el cual es EQUIPO DE BOMBEO (PRESIÓN CONSTANTE), el cual está dividida por intervalos de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 11. Rutinas de mantenimiento anuales EQUIPO DE BOMBEO.

Periodo	Rutina
Anual	<p>Medir el consumo de corriente del sistema compare los valores medidos con los valores mostrados en el módulo de control, comparar y registrar con los datos de placa.</p> <p>De existir línea de BY-PASS, abra la misma y permita el normal suministro de agua potable, de no existir la línea de BY-PASS, instalar, coordinar con las áreas usuarias, la falta de líquido vital.</p> <p>Verificar que durante la intervención no se vea afectada la normal actividad de los centros de trabajo.</p> <p>Realizar los cortes visibles obteniendo un aislamiento completo del equipo.</p> <p>Remover la grasa completamente y remplace por nueva de acuerdo a especificaciones de fabricante sin exceder evitar temperaturas excesivas en los cojinetes.</p> <p>Garantizar la alimentación eléctrica, precautelando que no se dañe la bomba u otros equipos conectados.</p> <p>Verificar el adecuado funcionamiento del equipo de bombeo en modo automático y manual.</p>

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 12. se muestran las rutinas diarias fundamentales de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático en una de las partes la cual es EQUIPO DE BOMBEO (PRESIÓN CONSTANTE) y su cuadro de control, el cual está dividida por intervalo de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 12. Rutinas de mantenimiento diarias EQUIPO DE BOMBEO tablero eléctrico.

Periodo	Rutina
Diario	Accionar los medios manuales de arranque y verificando su funcionamiento.
	Abra el gabinete en el cual se encuentra instalado el sistema de control.
	Realizar una lectura de voltaje desde la fuente comando las lecturas medidas con los valores mostrados por el módulo de control del sistema, tanto con el equipo apagado y prendido (Registrarlo).
	Revisar que no ingrese gua y/u otros materiales que puedan averiar cualquier componente interno que en el mismo se encuentre, de existir humedad.
	Verificar el etiquetado, de ser faltante reponga el mismo.
	Verifique la opción de activación de modo manual, compruebe la activación de cada uno de los componentes.
	Verificar que el PLC (de existir) se encuentre encendido, activado y que realice las funciones para el cual fue programado.
	Verificar el adecuado funcionamiento de los guarda-motores y certifique la activación de la protección de los mismos.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

En la Tabla 13. se muestran las primordiales rutinas trimestrales de mantenimiento preventivo para un sistema hidroneumático en una de las partes la cual es EQUIPO DE BOMBEO (PRESIÓN CONSTANTE) y su cuadro de control, el cual está dividida por intervalo de tiempo, rutinas presentadas a continuación fueron obtenidas y posterior detalladas del manual de fabricación y manual de usuario del generador ubicado en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 13. Rutinas de mantenimiento trimestral EQUIPO DE BOMBEO tablero eléctrico.

Periodo	Rutina
Trimestral	Realizar tomas de medición de voltaje y descartar la existencia de este. Retirar el exceso de polvo que exista dentro del tablero. Realice una ligera limpieza de los contactos en terminales, conectores y accesorios. Realizar el ajuste de los herrajes existentes en el tablero. Realizar el reajuste de los terminales de conexión existente en el tablero. Ajustar los conectores existentes en el tablero Energizar y medir el consumo de corriente del sistema, compare los valores medidos con los valores mostrados en el módulo de control, registrar los nuevos resultados.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN METODOLOGICA

Este capítulo se enfoca en la estructura y organización metodológica de herramientas ejecutables hacia el impulso del Plan de Mantenimiento preventivo con enfoque en los sistemas de ingeniería, por cual dicha metodología, como eje principal será el plan TPM, el cual tiene como finalidad llegar a ser un proceso sistemático y satisfacer las necesidades dentro del proceso productivo o de servicio, el cual tiene un enfoque adicional a la creación de un programa de mantenimiento eficaz para establecer una mayor confiabilidad y viabilidad de los sistemas.

Para obtener un favorable diseño del plan de mantenimiento preventivo es necesario seleccionar indicadores con los cuales nos permitan precisar cuáles son las fallas principales de los sistemas si es así el caso, su desempeño y recursos a ser utilizado durante el mantenimiento,

la frecuencia con la que ocurren Planes de acción que permitirá mejorar los métodos con los cuales se realizan las rutinas de inspecciones y correcciones para lograr un acertado trabajo, estos aspectos llegaran a responder a las dificultades por la ausencia de un plan de mantenimiento dentro del CENTRO OPERATIVO NOROCCIDENTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.

2.1 Selección de Indicadores

Hay una serie de indicadores aptos para la aplicación a los métodos de mantenimiento, pero vale la pena señalar que es necesario precisar a las limitaciones a las que se pueden o no aplicar, por lo que hay indicadores que ayudan a determinar algunos aspectos donde es necesario delinear un conjunto de límites que permiten constatar y cuantificar los resultados, hay que tener cuidado en la elección de estos indicadores, ya que se corren varios incertidumbres, no se requieren todos. Deben ser seleccionados los mismos que sean beneficiosos y aporten información válida para evitar que se convierta en inmenso y fastidioso reporte de datos[30].

2.2.1 Disponibilidad total

La disponibilidad global de los dispositivos o sistemas se refiere al tiempo total de disponibilidad en el que pueden operar óptimamente y continuar cumpliendo sus funciones para

las que fueron diseñados, dicho indicador dentro del mantenimiento el mismo es el más factible ya que depende la productividad y operatividad del sistema [30].

La disponibilidad total se puede definir entre el numero de horas que un equipo esta operativo y el numero total de horas durante un periodo de trabajo, tal y como se define en la ecuación 1.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \cdot 100\% \quad (1)$$

2.2.2 Tiempo medio entre fallas MTBF

Es de suma importancia estar al tanto de la incidencia con la que se presenta un tipo de falla para realizar paradas planificadas y consecuentemente alargar el lapso promedio entre averías. El MTBF denominado así por sus siglas en inglés (Mid Time Between Failures), dicho indicador, el cual establece el lapso promedio de fallas debido a una interrupción que podría incurrir inesperadamente, ver ecuación 2 [30].

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}} \quad (2)$$

(3)

2.2.3 Índice del mantenimiento programado IMP

Dicho indicador el cual tiene la función de medir las requeridas para el mantenimiento sobre el total de horas de mantenimiento, sea o no un mantenimiento que haya sido programado, para la implementación del IMP debe existir un índice en el que se realice el mantenimiento detallado de manera ordenada, frecuencia con la que se deben desarrollar las rutinas de mantenimiento de mantenimiento, como un ejemplo (sustitución de bandas de distribución, lubricación de partes móviles, etc.). Se debe tener en cuenta que existen diferentes tipos de rutinas que dependen principalmente de la función específica que realice el equipo, esto merma la planificación y organización de un óptimo plan de mantenimiento ya que es el principal indicador

característico que lo distingue del mantenimiento correctivo que se realiza en situ de la avería[30].

$$IPM = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}} \quad (3)$$

2.2.4 Índice de confiabilidad del sistema

El índice de confiabilidad es un parámetro el cual se encuentra ligado a la seguridad del sistema al cual se lo está evaluando, la ecuación mostrada que tiene como fin el cálculo tiene como punto de partida la expresión desarrollada por el ingeniero Lourival Tavares, mediante la cual estipula: la confiabilidad se encuentra relaciona entre el MTBF y el MTTR:

$$R = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

Los índices de confiabilidad se los puede clasificar de la siguiente manera

- > 65 % Confiable
- > 55 % Mediamente Confiable
- < 45 No Confiable

2.3 GMAO

El GMAO o, como sus siglas indica, Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador en la actualidad, las industrias están tratando de ahorrar recursos y hacer el mejor uso de ellos para sí mismos y el mantenimiento de las empresas no está exento de esta medida. Por lo tanto, se utiliza el software "GMAO" como medio para hacer la Gestión de mantenimiento asistido por computadora. Por tanto, este recurso permite una adecuada y ordenada gestión del mantenimiento, realizado de una forma óptima y más sencilla[30].

2.4 AMEF

El AMEF proveniente del significado de sus siglas, Análisis de Modos de Falla y Efecto, es una técnica metódica cuyo propósito es asemejar y evaluar todos las causas en los cuales se puede detonar una avería, sus probables orígenes y efectos para prevenirlos o corregirlos,

mediante medidas específicas, estableciendo formas de control, se trata de un sistema estipulado que, como se ha mencionado anteriormente, tiene la facilidad de identificar todas las partes del proceso para autocontrolarse y reducir la probabilidad de falla de un elemento o un el sistema no puede realizar su función en el procesamiento[30].

Para analizar el AMEF a las maquinas del Centro Operativo Noroccidente de la empresa Eléctrica Quito se va a agrupar los principales sistemas mediante la importancia a versatilidad de esta.

A partir del histórico |y registro de mantenimientos del departamento de servicios generales se puede precisar cuáles son las falencias existentes en el periodo de tiempo de funcionamiento del sistema, luego de identificar el problema posteriori a esto se busca eliminar o reducir el índice de fallos, el proceso AMEF se puede ver detallado en al Figura 11.

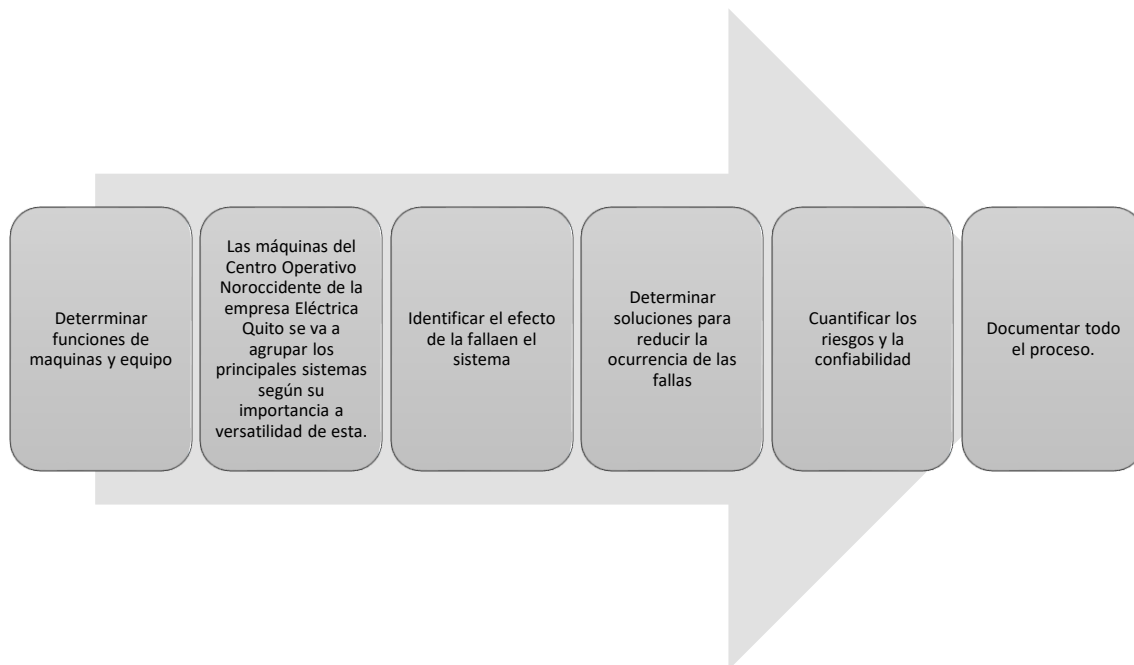


Figura 11. Secuencia de análisis del modo efecto falla.
Elaborado por: Simbaña Fernando-Bryan Molina

2.5 Formatos y Registro de mantenimiento

Los formatos en los cuales deben constar el registros de mantenimiento son de uso común dentro del desarrollo de rutinas, identificando las características de los sistemas, especificaciones técnicas, instrucciones sobre cómo usar las máquinas correctamente, análisis

de incidencias potenciales y otra información relacionada con la puesta en marcha del mantenimiento[30].

Los técnicos encargados del mantenimiento de la Empresa Eléctrica del departamento de servicios generales, debe contar con la siguiente documentación para el control adecuada del plan de mantenimiento preventivo de los principales sistemas al cual está enfocado el plan de mantenimiento preventivo dicha documentación será la siguiente.

- Listado de sistemas que se encuentran bajo mantenimiento.
- Plano de situación de equipos y maquinas.
- Plan de mantenimiento de sistemas.
- Fichas técnicas del Sistema.
- Historial de revisiones y reparaciones

2.6 Trazabilidad

Los registros de mantenimiento cuentan con una relativa codificación de trazabilidad que los identifica dentro del conjunto de documentación creada fin del proyecto la cual corresponde al mantenimiento de los equipos y sistemas, lo que conlleva al historial, ubicación y aplicabilidad de los mismos los cuales serán de ayuda y facilitaran la búsqueda de los mismos[30].

2.6.1 Guía de usuario correcto de los sistemas

Como su nombre lo indica, la Guía de correcto uso de sistemas es un formato que contiene información sobre el manera correcta de operación y uso de las sistemas, el cual necesita ser bien detallado y organizado para su mejor comprensión. En cualquier tipo de rutinas a realizar existen datos y valoraciones imprescindibles que son de ayuda para poner en marcha los dispositivos, máquinas además hay que prever que en esta guía también se detalla y especifica cada insumo utilizado.[31].

Su principal ventaja será la reducción de accidentes registrados por inexperiencia de los factores que inciden, además de dilatar el tiempo de durabilidad de los aparatos y sistemas, ya que trabajan en un estado óptimo de operatividad recomendado por sus desarrolladores[31]

2.6.2 Estimación de riesgos

La evaluación de los riesgos dentro del ámbito laboral se estipula de manera sistematizada por el grado de posibilidad e incidencia de cada riesgo que pudiera presentarse en las instalaciones del centro operativo valores de acuerdo con su severidad e impacto del riesgo los cuales se presentan en la tabla 14 y tabla 15.

Tabla 14. Probabilidad de riesgo y su valoración.

Valor de la posibilidad	Nivel de la posibilidad	Detalle
1	Bajo	Se presenta en intervalos muy poco probable
2	Medio	Se presenta en intervalos regulares
3	Alto	Se presenta la mayoría de las veces dentro del funcionamiento

Elaborado por: Molina Bryan-Simbaña Fernando

Tabla 15. Matriz de valoración de riesgos.

TABLA DE ANALISIS				
Posibilidad	Cuantía	Riesgo		
Alta	2.1-3	15	30	60
Media	1.1-2	10	20	40
Baja	0.5-1	5	10	20
	IMPACTO	TENUE	NORMAL	TRAGICO
	Valor	>5	<10	>20

Elaborado por: Molina Bryan- Simbaña Fernando

El riesgo se estima en base a su magnitud, lo que lo convierte en un indicador de control que tiene como fin interpretarse como el producto de la posibilidad y el impacto del riesgo, resultando un valor estimado entre los límites de 5 y 20, puede ser mejor detallado en la tabla 16.

Tabla 16. Categorización de niveles de riesgos.

ESTIMACIÓN DE RIESGO	
NIVEL DE RIESGO	VALOR
ACEPTABLE	5
TOLERABLE	10
MODERADO	15-20
IMPORTANTE	30-40
INACEPTABLE	50-60

Elaborado por: Simbaña Fernando-Molina Bryan

2.7 Plan de Mantenimiento

Se lo precisa como la compilación de rutinas preventivas a ejecutarse dentro de una entidad. El desarrollo de un plan de mantenimiento formula principalmente una serie de rutinas preventivas a ejecutarse en la instalación (cuarto de máquinas) teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante, en base a normas generales o, en su defecto, a un análisis de posibles errores o las posibles fallas en los equipos los cuales deben ser programados e interferidos por el personal técnico, para realizar su respectivo mantenimiento y elevar el MTBF disminuyendo en la medida de lo probable los paros inesperadas[12].

a) Determinar objetivos y metas

Como punto de partida plan de mantenimiento, es necesario delinear y especificar lo que se pretende lograr para planificar cómo lograr esas metas. Es recomendable describir con más detalle los objetivos del plan es coordinar correcta y eficazmente[32].

b) Sistema a intervenir

Se basa en la creación de un listado que abarque todos los sistemas del Centro Operativo Noroccidente. Además, debe contemplar todos los suministros y consumibles utilizados en las intrusiones de mantenimiento, junto con los datos esenciales y en caso de que una máquina necesite algún tipo de rutina específica[32].

c) Revisión de los mantenimientos previos realizados

Es importante precisar dicho listado de mantenimientos anteriores con el fin de planificar si dentro de ese tiempo no se ha realizado se estima que se iniciara de nuevo [32].

d) Análisis de los manuales de los equipos

Los datasheet que presentan los dispositivo abarca una extensa base de datos como el fabricante y los principales fallos a los cuales la maquina puede estar sometida en su trabajo [32].

e) Designar a los responsables

Tener una nómina del personal encargado de la operación que se encuentren sumidos en los trabajos de mantenimiento. La categorización se estimara en términos de sistemas es mejor mencionar que diversos técnicos ejecutaran en base de su formación académica[32].

2.7.1. Base de datos

Una base de información de mantenimiento posee el fin fundamental conceptualizar los sistemas del Centro operativo Noroccidente, por consiguiente, la supervisión del estado operativo de cada uno de los sistemas pudiendo de esta forma precisar el rendimiento y su debida disponibilidad de estas. Esta base de datos debería estar en relación a sustituciones a causa de la supervisión para que de esta forma mejorar el enfoque de reacción a cualquier eventualidad [32].

2.8 Programación de la gestión de mantenimiento

A través de la programación y recopilación de fuentes de investigación, se puede organizar el Mantenimiento. Esta gestión de mantenimiento siguió un conjunto sistemático de procedimientos para definir las actividades, tareas y acciones de mantenimiento de los sistemas del Centro de Operaciones del Noroeste, y para almacenar SCPEEQ para permitir la gestión de la información sobre ellos. Aplicación de herramientas informáticas, planes y cronogramas de acción preventiva y formatos. Finalmente, el uso de indicadores de mantenimiento para monitorear el estado y comportamiento futuro de las máquinas y plantas, esto se puede precisar sistemáticamente en todas las plantas[32].

2.9 Actividades y tareas de mantenimiento

Esta organización sirve con el fin de un adecuado uso del mantenimiento el cual abarca con la sistematización de las ocupaciones y labores de mantenimiento de los sistemas, por lo que el proyecto debería de tener por lo menos las próximas variables[32].

- Identificar y registrar sistemas (Grupo electrógeno y sistema hidroneumático)
- Asignar periódicamente las actividades y tareas de cada sistema
- Asignar responsables o en su defecto proveedores
- Ejecutar las tareas
- Gestionar el control y la documentación

2.10 Plan de socialización del plan de mantenimiento Preventivo

Dicha socialización del Plan de mantenimiento de la Empresa Eléctrica Quito de los principales sistemas de ingenierías los cuales están inmiscuidos en este plan tiene como objeto final buscar la satisfacción y mejora de cada uno de los centros operativos en un futuro, en los cuales dispone de varios sistemas de ingeniería que necesitan de sus lubricaciones y limpiezas necesarias, la gestión del plan de mantenimiento debe darse en un entorno general de la entidad teniendo como fin la sociabilización integral del mismo y puesta en marcha en toda la empresa [32].

CAPITULO III

DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La orientación de este capítulo describe la elaboración del plan de mantenimiento preventivo enfocado en el Centro operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito, para los sistemas de generación o grupos electrógenos y sistemas hidroneumáticos, las mismas que están desarrollados con el fin de precautelar fallas y malos ambientes laborales en el torno de su trabajo por consecuencia de esto es primordial establecer y calcular parámetros que arrojen información cualitativa y cuantitativa de los diferentes escenarios en los que se encuentran los sistemas.

La información indaga en este capítulo define las pautas las cuales se utilizan para desarrollar un plan de mantenimiento adecuado y correcto que cumpla con los requisitos clave que existen a casa de la falta de un plan de gestión bien organizado y a su vez establecido que él tiene para su sistema. Desarrollar un plan de mantenimiento enfoca la premisa importante y propósito para que todas las operaciones de mantenimiento y actividades sean cuantitativas, controladas y por consiguiente, susceptibles de mejora.

3.1 Identificación de sistemas

La caracterización de sistemas es imprescindible dentro del desarrollo de la gestión de mantenimiento. El eje inicial se relaciona con la disposición física y operacional que cada sistema que cumple una función en el centro operativo. El objeto a fin es delimitar y consignar a cada uno de forma sistematizada para que sea fácil su reconocimiento en los detalles de el plan de mantenimiento, donde se encuentran debidamente fichados con su correspondiente codificación[33].

En la tabla 17 muestra los sistemas a los cuales estará sometido el plan de mantenimiento del Centro Operativo Noroccidente de La Empresa Eléctrica Quito.

Tabla 17. Listado de Sistemas C.O.E.E.Q.

Área	Sistema
Generación	Generador (grupo electrógeno)
Alimentación continua	Sistema Hidroneumático

Elaborado por: Molina Bryan- Simbaña Fernando

3.1.2 Índice de criticidad en sistemas mecánicos

El análisis de criticidad está relacionado principalmente con: seguridad, medio ambiente, costos de producción, operacional y de mantenimiento, tasa de fallas y tiempo de intervención (reparaciones), dichos argumentos están relacionados con una igualdad matemática que genera un puntaje por cada ítem evaluado.

En la tabla 18. se describe cada uno de los criterios que se deben tener para asignar un índice de criticidad.

Tabla 18. Tabla de índice de criticidad.

Índice de criticidad	Descripción del criterio
A	Es uno de los ítems en el influye directamente originado un paro dentro del funcionamiento por falla de la máquina.
B	Dicho índice no es significativo, pero sin el funcionamiento del sistema no se podrá operar adecuadamente.
C	Son de poca relevancia ya que otros sistemas pueden ejecutar su función.

Elaborado por: Molina Bryan-Simbaña Fernando

3.2 Desarrollo del SCPEEQ

El desarrollo del SCPEEQ (SISTEMA DE CONTROL PREVENTIVO EMPRESA ELÉCTRICA QUITO) tiene como objeto a fin la gestión de la información de los mantenimientos y rutinas de cada equipo de una forma sistemática y práctica y a la vez amigable

en el entorno de sus trabajadores este programa podrá ser utilizados en todos los centros operativos de las dependencias de la empresa Eléctrica Quito.

A continuación, se refiere los pasos para el seteo de información dentro de la base datos creada a partir de Visual Basic.

- a. El diseño del manejo de información del programa será únicamente del jefe de sección de cada uno de los centros operativos en la Figura 12. Se precisa la pantalla inicial.



Figura 12. Pantalla Principal Programa SCPEEQ.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Molina Bryan

- b. En la Figura 13 se muestra como declarar cada uno de los sistemas los cuales vayan a ingresar a la base de datos.

Figura 13. Ingreso a base de datos

Elaborado por: Simbaña Fernando-Molina Bryan

- c. En la figura 14 se muestra el ingreso de cada sistema que cuenta el centro de operaciones noroccidente.

Máquina -Equipo	Marca	Modelo	Fabricante	Código	Observaciones
GENERADOR KIRLOSKAR	PERKINS	35 KWA	BRASIL	89420	SE ENCUENTRA EN LA PARTE POSTERIOS

Figura 14. Registro de los sistemas.

Elaborado por: Molina Bryan-Simbaña Fernando

- d. En la Figura 15 se muestra el entorno donde se va a definir las actividades o rutinas que se realizara al sistema, la persona encargada fecha y si se lo realizo con éxito.

AGREGAR MANTENIMIENTO

Fecha: 21/11/2021 Hora: 09:47 AM Máquina: GENERADOR KIRLOSKAR

Responsable: Tec. Angel Chuquimarca

Insumo requeridos: Aceite 15w40-Filtro de combustible-Filtro de aceite-separador de agua- batería-bandas-refrigerante R410A

Descripción de Mant: limpieza de radiador, cambio de bandas, cambio de batería, reajuste de sistema eléctrico

Otras observa. : Cuneta de grabilla con poca grabilla

Preventivo o Correctivo
 M. Preventivo M. Correctivo

¿ Realizado?
 Si No

Tiemp. mto (min)
 180 min






Figura 15. Rutina de mantenimiento de generador realiza el 21-11-2021.

Elaborado por: Simbaña Fernando -Molina Bryan

- e. En la Figura 16 se muestra la orden de trabajo con la rutina y el tipo de mantenimiento el cual va ser realizado, el mismo que podrás ser impreso con su previa autorización.

FICHA DE MANTENIMIENTO

Máquina: GENERADOR KIRLOSKAR

Marca: PERKINS Modelo 35 KWA

Fabricante: BRASIL Código: 89420

Observaciones de máquina: SE ENCUENTRA EN LA PARTE POSTERIOS DEL CENTRO OPERATIVO.

Fecha: 21/11/2021 Hora: 09:47 AM Responsable: Tec. Angel Chuquimarca

Insumos: Aceite 15w40-Filtro de combustible-Filtro de aceite-separador de agua-batería-bandas-refrigerante R410A

Descripción: Realice cambio de aceite y refrigerante , limpieza de radiador, cambio de bandas, cambio de batería, reajuste de sistema eléctrico

Observaciones: Cuneta de grabilla con poca grabilla

Mantenimiento Preventivo
 Ya fue realizado

Hecho por: Autorizado por:




Figura 16. Orden de trabajo generada para mantenimiento.

Elaborado por: Simbaña Fernando- Molina Bryan

- f. En la Figura 17 se mostrará MTTR con el porcentaje de fiabilidad y el tiempo promedio de las rutinas de mantenimiento de cada sistema.

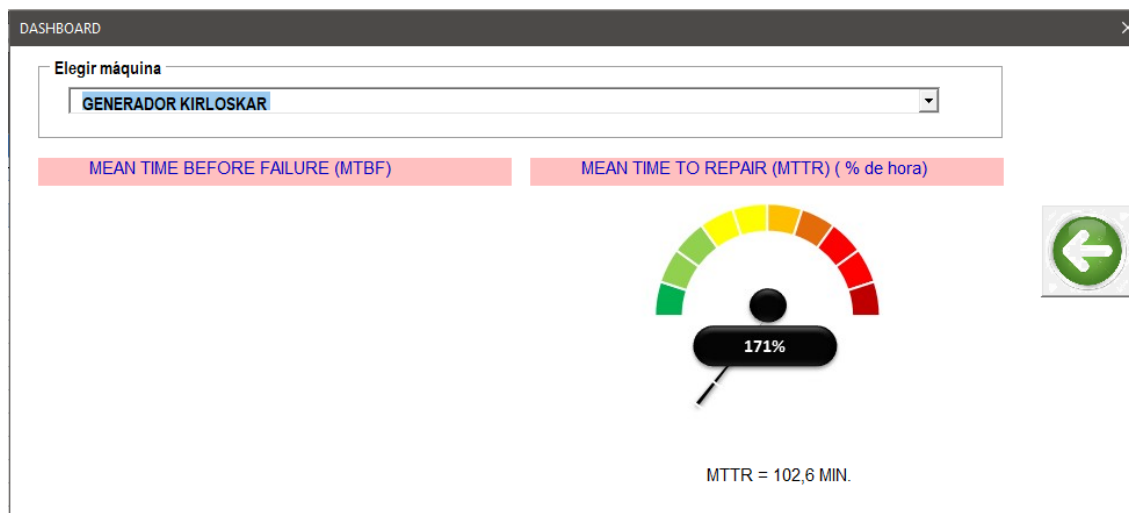


Figura 17. Indicadores arrojados por el programa.

Elaborado por: Simbaña Fernando-Molina Bryan

3.3 Diseño del plan de mantenimiento

El desarrollo del plan de mantenimiento consiste en rutinas preventivas a realizar en una periodicidad definida, siendo las rutinas de mantenimiento referidas fundamentalmente las recomendaciones del fabricante junto con las rutinas de mantenimiento planteadas previamente en el diseño, que se definen analizando el entorno en el que los sistemas del centro operativo realizan su trabajo.

Las diferentes rutinas tomadas de manuales de sus fabricantes en referencia al periodo se encontrarán en el Anexo 3 (Check list sistema hidroneumático), al igual que ficha técnica y check list de funcionamiento de cada uno de los sistemas expresado en el Anexo 4 (Check list grupo electrógeno).

3.4 Cronograma plan de mantenimiento

El desarrollar la planificación de rutinas de mantenimiento, es necesario precisar los principales tipos de averías que ocurren con mayor grado de incidencia y con alto riesgo de causar daño crítico a los sistemas. Una vez que se cuenta con la información necesaria y el entendimiento de las fallas, se puede desarrollar el plan de mantenimiento identificando, seleccionando, planeando y futuro desarrollo ordenado de las rutinas de mantenimiento preventivo para abarcar dentro del plan de mantenimiento cada una con su respectivo orden cronológico establecimiento dentro de un año.

CAPITULO IV ANALISIS

Al hablar en el ámbito de costo-beneficio, se debe tener en cuenta que el objetivo de no es disminuir el gasto presupuestario del mantenimiento, sino extender el retorno de la inversión de la entidad a través de progresos esenciales de mantenimiento para establecer mejoras importantes, una de las mejores. El camino es el mantenimiento con énfasis en la confiabilidad mediante; la identificación de modos de falla que requieren una rutina de mantenimiento que sea económicamente viable además de la mitigación del modo de falla.

Entonces, dado que las rutinas de mantenimiento se implementan para aminorar los modos de falla, ahorra una mínima cantidad. Al terminar la suma de dichos mínimos ahorros permite un balance económico como resultado de un mantenimiento más adaptado y adecuado a las circunstancias de trabajo actuales del sistema y el aumento de la productividad [32].

Los principales resultados a los cuales está enfocados la ejecución del plan de mantenimiento son los siguientes:

- El principal resultado esperado es la disminución circunstancial de las paras y averías de los principales sistemas en los cuales están enfocados nuestro plan de mantenimiento y en un futuro poder inmiscuir todos los sistemas que posee la empresa Eléctrica Quito.
- Ser el eje principal para el diseño de los demás planes de mantenimientos de los principales centros operativos de la Empresa Eléctrica Quito, teniendo en cuenta nuestro programa como pilar fundamental para toda su empresa.
- Tener un historial de mantenimientos, detallando las rutinas y tiempo en el cual se las desarrollo con el fin de tener estadísticas y confiabilidad de cada sistema y enlazarlos con el sistema de repuestos para tener un balance establecidos con entre insumos y repuestos.
- Con la herramienta informática SCPEEQ, se conseguirá dinamizar el trabajo y el control de los mantenimientos de los sistemas; con entrega de órdenes de trabajo e índices mostradas en el mismo los cuales arrojaran resultados e índices de mejora de cada uno de los equipos.
- Ser el eje principal para la creación de un departamento encargado en el mantenimiento mecánico de los principales sistemas, basándose en nuestro plan de mantenimiento.

4.1 Análisis económico

En la tabla 19 se muestra el análisis económico del desarrollo de nuestro plan de mantenimiento el cual está contemplado desde el diseño hasta la implementación la cual incluye la capacitación al personal técnico y administrativo para la correcta ejecución.

Tabla 19. Proyección del presupuesto para el diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo.

PRESUPUESTO ANUAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
1. COSTO DE DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Transporte	\$ 250.00
Consumibles de oficina	\$ 150.00
Diseño del plan de mantenimiento preventivo	\$ 600.00
Varios	\$ 150.00
Diseño del programa SCPEEQ	\$ 200.00
Socialización sobre mantenimiento preventivo (Técnicos EEQ)	\$ 400.00
Capacitación usos correcto programa SCPEEQ	\$ 100.00
COSTO TOTAL	1850.00

Elaborado por: Molina Bryan – Simbaña Fernando

CONCLUSIONES

La propuesta del diseño de el plan de mantenimiento preventivo abarca rutinas de con enfoque preventivo en frecuencia diarias, semanales, mensuales y semestrales según se hizo el estudio de recomendaciones del fabricante de cada uno de los sistemas. Además del estudio de prácticas preventivas para evitar fallos o averías en los principales sistemas dando como enfoque final incrementar la vida útil del sistema, así como su índice de fiabilidad.

El desarrollo de la herramienta computacional SCPEEQ fue mediante el software Visual Basic, la misma cuenta con una base de datos, historial de rutinas realizadas y en proceso de mantenimientos preventivos, formularios de ingreso de información como los detalles técnicos de cada uno de los sistemas declarados a su vez también tiene la funcionalidad de detallar e imprimir ordenes de trabajo con fecha y tiempo estipulado para su desarrollo. En el enfoque final de esto es brindar al técnico un ambiente laboral dinámico para así no perder la información y brindar un acertado percepción al plan de mantenimiento planteado el misma puede ser utilizado para la creación de bitácoras y sus respectivos históricos.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo tiene un costo de \$ 1850 dólares americanos enfatizando que el costo es menor al de un mantenimiento correctivo o de cambio de repuestos de cualquiera de los sistemas, dicho plan de mantenimiento generara un tiempo de vida útil de los sistemas con una mejor calidad en su funcionamiento.

La propuesta del plan de mantenimiento preventivo para los sistemas de ingeniería a cargo del departamento de Servicios Generales dicho plan se enfocará en aumentar su campo de ejecución en cuanto a la mejora y seguridad del ambiente laboral para todos los integrantes de la Empresa Eléctrica Quito.

RECOMENDACIONES

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo propuesto se recomienda que el Departamento de Servicios Generales Talleres y Transportes especialice a su personal técnico con capacitaciones en las principales áreas tales como: mecánica, neumática, eléctrica y electrónica ya que es necesario interpretar planos, rutinas de mantenimiento, fichas y esquemas técnicos.

Considerando las habilidades técnicas adquiridas por el personal de mantenimiento en la etapa de especialización el plan de mantenimiento tendrá una ejecución exitosa teniendo como objetivo el funcionamiento correcto de los sistemas de generación y sistemas hidroneumáticos.

El desarrollo de la herramienta computacional SCPEEQ registra información de mantenimiento la cual servirá de aporte para auditorías, garantizará una adecuada ejecución de recursos en cada rutina de mantenimiento.

A lo largo de la ejecución paulatinamente se irá implementando los distintos pilares del TPM en el Centro Operativo Noroccidente de la Empresa Eléctrica Quito encabezados por el Departamento de Servicios Generales, se recomienda tomar como referencia dicho plan de mantenimiento para las distintas Unidades de los Centros Operativos de la Empresa Eléctrica Quito, manteniendo en adecuada operación los distintos sistemas de ingeniería, así como una adecuada mantenibilidad y disponibilidad de los mismos, lo cual incrementará los índices de confiabilidad de las dependencias de la EEQ

REFERENCIAS

- [1] N. Thamaria, “OPTIMIZACION DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN ACERO AISI 1045 UTILIZANDO EL METODO DE SUPERFICIE DE RESPUESTA,” pp. 1–56, 2017.
- [2] L. Sanzol Iribarren, “Implantación de plan de mantenimiento TPM en planta de cogeneración,” Tesis, pp. 1–107, 2010, [Online]. Available: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1>.
- [3] J. Valdibioso, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas S.A.,” Univ. Politec. Saleciana sede Cuenca, p. 115, 2010.
- [4] E. Maldonado, “Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,” Tesis, no. Vi, pp. 1–57, 2019, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>.
- [5] K. J. McNaughton, “Bombas: Selección, Uso y Mantenimiento,” Chem. Eng., p. 379, 1989.
- [6] C. D. E. Ingeniería and M. Automotriz, “Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada y equipo caminero para el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tarqui,” 2022.
- [7] B. Feicán, J. Diego, C. Clavijo, and J. Jairo, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo mecánico y electrónico para la empresa Cervecería Artesanal La Paz en la ciudad de Cuenca-Ecuador,” 2021.
- [8] A. Abata, C. Sebastián, I. S. Mosquera, and C. Rafael, “Implementación de un Plan de Mantenimiento de Motores de Arranque para los Vehículos Tácticos y Administrativos de la Fuerza Terrestre en el Batallón de Mantenimiento ‘ Quisquis ’.,” pp. 1–82, 2021.
- [9] N. Trabajo et al., “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO,” 2020.
- [10] E. Imptek et al., “Departamento de ciencias de la energía y mecánica,” 2016.
- [11] P. A. M. R. pablo Gabriel Campoverde Rosero, “Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,” Tesis, pp. 1–100, 2021, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>.
- [12] S. O. Duffuaa, R. Abdul, and C. John, “Sistema de mantenimiento,” México DF, México Editor. Limusa, 2000.
- [13] C. M. Zarco, P. L. M. Márquez, and J. R. O. Haba, Montaje y mantenimiento de equipos. 2014.
- [14] M. Ochoa, “Proyecto Para La Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Y Manual De Procedimientos En Industrias Lacto - Cañar,” p. 44, 2014.
- [15] D. E. Elsa Maribel, “Gestión e implementación del plan de mantenimiento en los laboratorios del área de Ingeniería Mecánica en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca,” p. 87, 2014.

- [16] E. Chang Nieto, "Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler." Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2013, [Online]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/273470/2/EChang.pdf>.
- [17] V. Maldonado Arias and P. Pillajo Quija, "Manual De Ingeniería De Mantenimiento Para La Panificadora Industrial Arenas," 2009.
- [18] D. GONZÁLEZ CALLEJA, *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Ediciones Paraninfo, SA, 2016.
- [19] I. J. Luis and R. Espinoza, "Manual De Operación Y Mantenimiento Eléctrico Del Generador Síncrono De Una Unidad De Generación De La Central Hidroeléctrica Paute Sopladora," 2020.
- [20] C. De, "Implantación Del Mantenimiento Planificado Dentro Del Contexto Del Mantenimiento Productivo Total (Tpm) Y La Aplicación En Una Empresa Local," pp. 1–131, 2014.
- [21] Cruz Eduardo, "Diseño E Implementación De Un Sistema De Mantenimiento Productivo Total (Tpm) Para La Planta De Producción De La Fábrica De Tornillos, Pernos Y Tuercas Topesa S.a," p. 181, 2016.
- [22] E. Zambrano, A. Prieto, and R. Castillo, "Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas," *Telos Rev. Estud. Interdiscip. en Ciencias Soc.*, vol. 17, no. 3, pp. 495–511, 2015.
- [23] T. University, "El mantenimiento en Tenaris, Introducción a la gestión del mantenimiento." p. 686, 2008.
- [24] E. Pintor Borobia, Jesús María (Dpto. de Ingeniería Mecánica Energética y de Materiales, Universidad Pública de Navarra, "Elementos de máquinas y vibraciones," p. 248.
- [25] H. P. Díaz Chiguano, "Análisis y evaluación de la eficiencia térmica en las unidades de generación a gas de 1200 kw y diésel de 910 kw." 2021.
- [26] L. Moyo, N. I. Nwulu, and U. E. Ekpenyong, "Generator Maintenance Scheduling using Exchange Market Algorithm," *MethodsX*, vol. 7, no. March, p. 100932, 2020, doi: 10.1016/j.mex.2020.100932.
- [27] G. E. Harper, *El Libro Practico De Los Generadores, Transformadores Y Motores Electricos/The Practical Book of Generators, Transformers and Electical Motors*. Editorial Limusa, 2005.
- [28] E. A. Argueta Méndez, "Implementación De Sistemas Hidroneumáticos Residenciales, Ventajas Y Desventajas," p. 121, 2011, [Online]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55885096/Proyecto_hidroneumatico_residencial.pdf?1519432546=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPLEMENTACION_DE_SISTEMAS_HIDRONEUMATIC.pdf&Expires=1621831115&Signature=WOElly84eC5cL12OQOsL1697LxbvXBa.
- [29] J. S. Salas Quelal, "Diseño de un sistema de riego estacionario por aspersión para una

superficie de 10 440 m² para el Estadio Rafael Cabrera de San Miguel de Urucuquí.” 2017.

- [30] J. V. Ruiz Sánchez, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos e infraestructuras de las fincas pertenecientes a la empresa ORODELTÍ SA.” 2021.
- [31] J. D. Zabala Tabango, “Análisis de transitorios hidráulicos incorporando elementos disipadores de energía para disminuir la sobrepresión en la tubería a presión de la Central Hidroeléctrica Pusuno I.” 2021.
- [32] A. F. Jiménez Quimíz and K. J. Farfán Torres, “Diseño e implementación de un plan de mantenimiento predictivo basado en el análisis de vibración y termográfico para una planta de producción de balanceado para camarón.” 2019.
- [33] M. E. Galárraga García and T. Arroyo Pardo, “Diseño de un plan de marketing estratégico para la Empresa Hydroassist SA ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito.” 2012.

ANEXOS

ANEXO 1
AMEF SISTEMA HIDRONEUMATICO

Función o componente del servicio	Modo de fallo	Causas	Método de detección	Probabilidad de riesgo	Nivel de riesgo	Acciones recomendadas
SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS	Falla eléctrica	Disminución en la carga, a conexiones sueltas o por una acumulación importante de sulfato.	VISUAL	1	5	Verificar que el sistema eléctrico no se encuentre sulfatado, sobrecalentado y con protecciones eléctricas activas. Ajustar bornes en el sistema eléctrico de la bomba
	Escasez de succión	Fuga de líquido, recalentamiento de motor de la bomba.	VISUAL	3	60	Revisar que no exista fugas de agua en la bomba Revisar el estado de funcionamiento de los sensores de nivel, evite que estos se encuentren atorados. Verificar cargas de la bomba Verificar que los sensores de nivel no se encuentren obstaculizados. Verificar que la cisterna no se encuentre bajo el nivel mínimo de su capacidad.
	Aire en el sistema de succión	Motor gira sin bombear agua.	VISUAL - AUDITIVO	2	10	Verificar que se encuentre funcionando el sistema en el rango de presión de trabajo. Verificar la estanqueidad del tubo de succión
	No produce suficiente caudal	No produce suficiente caudal	VISUAL - AUDITIVO	3	60	Comprobar y relacionar las presiones de succión y descarga mostrado tanto en el módulo de control como en los manómetros. Desmontar la bomba y limpiar cuidadosamente el cuerpo de la bomba y el rodete. Verificar que no se escuche sonidos raros y que no se encuentre sobrecalentado el motor de la bomba.

ANEXO 2
AMEF GRUPO ELECTROGENO

Función o componente del servicio	Modo de fallo	Causas	Método de detección	Probabilidad de riesgo	Nivel de riesgo	Acciones recomendadas
GENERADOR ELÉCTRICO	Falla en la batería	Disminución en la carga, a conexiones sueltas o por una acumulación importante de sulfato.	VISUAL	1	5	Con la ayuda de un multímetro verificar el voltaje de las baterías que se requiere para el correcto funcionamiento del motor. Realice limpieza de bornes de la carga de batería. Realizar una revisión detallada del estado de las batería, así poder verificar que no se encuentren con abolladuras o fugas de la superficie de la batería. Realizar prueba manual sin carga, mantener encendido durante 15 minutos y verificar si se encuentra trabajando en condiciones óptimas.
	Escasez de refrigerante	Fuga de líquido refrigerante, recalentamiento de motor.	VISUAL	3	60	Revisar que no existan fugas, resecamiento o taponamiento por oxidación en mangueras donde fluye el liquido. Revisar el estado de juntas y empaques donde fluye el líquido refrigerante. Revisar la cantidad adecuado del refrigerante existente, de ser necesario cambiar refrigerante por uno existente de las mismas características.
	Fuga de aceite	Disminución de lubricante en carter del motor, generando desgaste en cigüeñal y descompensación en compresión de los cilindros.	VISUAL	3	60	Revisar que no existan fugas, resecamiento o abolladuras en sellos o juntas donde fluye el lubricante. Revisar constantemente nivel de lubricante en carter y hacer cambios de lubricante oportunos.
	Aire en el sistema de combustible	El equipo no emite arranque, no enciende.	VISUAL - AUDITIVO	2	10	Implementar pruebas de manera periódica, con el objetivo de mantener en funcionamiento el generador y evitar futuras fallas. Revisar la cantidad de combustible que se encuentra en el reservorio del motor y llevar un registro (Indicar el nivel de tanque).
	No produce suficiente energía eléctrica	No produce suficiente energía eléctrica	VISUAL	2	10	Revisar conexiones eléctricas, cables, contactos, etc, para descartar que estén averiados.
	Filtro de aire obstruido y presión de combustible incorrecta.	El motor es capaz de ponerse en marcha, pero presenta cierta dificultad al momento de hacerlo o funciona de manera irregular.	VISUAL - AUDITIVO	3	60	Revisar el filtro de aire, comprobar el indicador de obstrucción del filtro de aire, si se encuentra en rojo cambiar el filtro de aire. Revisar filtros de carburante, después de la descarga de combustible, purgue el sistema de combustible.

ANEXO 3
CHECK LIST SISTEMA
HIDRONEUMATICO



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

CK LIST DEL GENERADOR - DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES.

AÑO 2021

FECHA DE LA INSPECCIÓN :		RESPONSABLES :				
Clase:		Lugar de Inspección:				
Fecha:		Responsable de Inspección:		ROL:		
OBJETIVO	ACTIVIDADES / METAS	SI	NO	OBSERVACIÓN	MEDIDA A TOMAR	
Sitio de Instalaciones & Servicios	Sitio de Instalación Limpio y sin Obstrucciones					
	Sitio asegurado					
	Sitio con Iluminación					
Verificación de Seguridad	Grupo bloqueo hasta que se requiera arranque					
	Grupo limpio totalmente ensamblado					
	Accesos y Salidas sin obstrucciones y marcados					
Tuberías	Verificar fugas					
	Verificar juntas y acoples					
	Limpieza de bridas y acoples					
	Tubería con código de color					
Bomba	Revisión de salidas y entradas					
	Presenta sonidos extraños					
	Presenta vibraciones extrañas					
Cuadro de control	Arranque del motor	Manual				
		Automático				
	Presión en manómetros					
	Nivel de Temperatura					

ANEXO 4
CHECK LIST GRUPO ELECTROGENO



EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.

HECK LIST DEL GENERADOR - DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES.

AÑO 2022

OBJETIVO	ACTIVIDADES / METAS	SI	NO	OBSERVACIÓN	MEDIDA A TOMAR
Sitio de Instalaciones & Servicios	Sitio de Instalación Limpio y sin Obstrucciones				
	Sitio asegurado				
	Sitio con Iluminación				
Verificación de Seguridad	Grupo bloqueo hasta que se requiera arranque				
	Grupo limpio totalmente ensamblado				
	Accesos y Salidas sin obstrucciones y marcados				
Sistema de enfriamiento	Verificar el nivel líquido refrigerante de los generadores				
	Verificación de fugas				
	Revisión de limpieza de aletas del radiador				
	Revisar filtro de aire del generador				
Motor estado estacionario	Revisión del nivel de aceite				
	Revisión del nivel de combustibles				
	Revisión filtro de combustible				
	Revisión de las correas				
	Sistema de escape en buen estado				
Motor en Marcha	Arranque del motor	Manual			
		Automático			
	Presión de Aceite				
	Nivel de Temperatura				
Generador en estado estacionario	Revisión de modulo de control	Presión, fecha en la que se encendió por ultima vez			
	Tablero de transferencia Automático	Verificar funcionamiento de Breaker automático			

ANEXO 5
ORDEN DE TRABAJO GENERADA POR EL
SCPEEQ



**EMPRESA
ELÉCTRICA
QUITO S.A.**

EMPRESA ELECTRICA QUITO

Fecha de impresión:	27/5/2022 8:08
---------------------	----------------

Máquina-Equipo:	BOMBA DE ALIMENTACIÓN CENTRIFUGA
Marca:	FLINT WALLING
Modelo:	C22253
Fabricante:	-----
Código:	-----
Observaciones:	OPERATIVO

Fecha y Hora de Mantenimiento:	5/6/2022 19:52
Responsable:	Ing. Michael Mena
Insumos Requeridos:	Empaques, orins, alabes, kit de limpieza y mantenimiento, caja de herramientas y instrumentos de medición
Descripción:	Limpieza interna y externa del equipo, eliminación de obstrucciones como polvo, insectos, basura en alabes y ejes móviles. / Lubricación (limpieza e inclusión de aceite o gras según aplique) de elementos móviles como rodamientos, eje rotores, alabes. / Revisión de circuito eléctrico y electrónico, corrección de ser necesario por cable fisurado, cable cortado internamente, daño en el cable en general. / Comprobación de funcionamiento según parámetros de funcionamiento de sistema como presión máxima, presión mínima. / Comprobación y calibración de presostato en caso de utilizar. /Comprobación de funcionamiento del equipo con toma de datos como: consumos de corriente (A), Voltaje suministrado (V), RPM. /
Observaciones:	NINGUNA

Elaborado por:

Autorizado por:

