



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE
GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autores:

MICHAEL MAURICIO MERCHÁN BERMELLO

CARMEN DANIELA PONCE CÁCERES

Tutor: ING. JORGE MAGALLANES. Msc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA		
AUTORES:	Ponce Cáceres Carmen Daniela Merchán Bermello Michael Mauricio		
REVISOR: TUTOR:	Ing. María José Arguello Ing. Jorge Magallanes		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas		
ESPECIALIDAD:	Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2018	No. DE PÁGINAS:	
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnología		
PALABRAS CLAVES /KEYWORDS:	Mantenimiento, Control, Disponibilidad, Fiabilidad, Mantenibilidad.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>La empresa Generoca S.A se encarga de generar y comercializar luz eléctrica, como política de calidad es indispensable dar un buen servicio a sus clientes, para lo que requiere que sus equipos se encuentren en una disponibilidad de trabajo aceptable de tal forma que no afecte la producción de luz eléctrica. Para poder cumplir con la disponibilidad aceptable en sus equipos es importante realizar mantenimientos preventivos cada periodo según lo indique el fabricante de esta manera aseguran de que el generador de luz eléctrica y sus equipos auxiliares no sufran paradas de producción inesperadas, las cuales producen pérdidas e insatisfacción de sus clientes. El personal de mantenimiento tiene el trabajo, de revisar las fechas para las tareas de mantenimientos preventivos diarias y a la vez se encargan de realizar análisis de la información, generada por los registros de mantenimientos. En el presente proyecto se pretende disminuir las tareas administrativas del personal de mantenimiento, para así tener un mejor control de mantenimientos de tal forma que los mantenimientos preventivos se den en la fecha indicada y los mantenimientos correctivos disminuyan.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTORES: Ponce Cáceres Merchán Bermello	Teléfono: 0996575356 0958819059	E-mail: carmen.poncec@ug.edu.ec michael.merchanb@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ab. Juan Chávez Atocha		
	Teléfono: 2-307723		
	E-mail:		

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación, “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA**” elaborado por la Srta. Carmen Daniela Ponce Cáceres y el Sr. Michael Mauricio Merchán Bermello **Alumnos no titulados** de la Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. Jorge Magallanes. Msc

TUTOR

DEDICATORIA DE CARMEN DANIELA PONCE CÁCERES

Este trabajo se lo dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme las fuerzas necesarias para no desvanecer ante las adversidades y permitirme vivir esta grata experiencia. A mis padres Esperanza Cáceres y Manuel Ponce, ellos son mi pilar fundamental, quienes me inculcaron los buenos valores, y me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi vida estudiantil. A mi hermano David Ponce, por ser mi principal ejemplo de superación y de sacrificio. A mi novio Roger Coronel, por su apoyo y motivación durante esta etapa.

DEDICATORIA DE MICHAEL MAURICIO MERCHÁN BERMELLO

Dedico este proyecto de titulación a mi esposa e hijos, por ser el motivo de mi superación.

A mi abuelita y tíos que me apoyan día a día para seguir adelante, sin ellos esto no sería posible.

AGRADECIMIENTOS DE CARMEN DANIELA PONCE CÁCERES

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, por permitirme ver el resultado del esfuerzo y la perseverancia, por premiarme con unos padres excepcionales quienes han sabido formar mi carácter y me han guiado por el camino correcto.

Gracias a mi madre por su lucha constante a mi lado, por su esfuerzo y sacrificio para que yo consiga mis objetivos. A mi padre por su apoyo en cada uno de mis pasos. A mi hermano por motivarme a ser cada día mejor. A mi novio por confiar en mí y por darme fuerzas cuando más las necesité. Gracias a Uds. por su amor y por convertirme en lo que soy.

Gracias a mi tutor, revisora y compañero de tesis, quienes me apoyaron en el desarrollo de este trabajo.

A maestros, amigos y compañeros por las experiencias y conocimientos compartidos en esta etapa universitaria.

AGRADECIMIENTOS DE MICHAEL MAURICIO MERCHÁN BERMELO

Agradezco a todas las personas, compañeros y amigos que trabajaron junto a mí en tareas y trabajos universitarios, aquellas personas que me dieron ánimo de seguir adelante, a los youtubers que dieron lo mejor de sí y subieron buenos videos educativos y científicos, a Julio Profe de Colombia por sus buenos videos.

Agradezco el esfuerzo que realizan las comunidades de programadores que ponen a disposición herramientas gratuitas de desarrollo y aquellas comunidades que dan cursos gratuitos de programación online.

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD

CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Ing. Harry Luna Aveiga, M.Sc

DIRECTOR

CINT

Ing. María José Arguello, M.Sc

PROFESOR TUTOR REVISOR

Ing. José Felix Morán, M.Sc

DOCENTE DEL ÁREA

Ab. Juan Chávez A.

SECRETARIO

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”.

**PONCE CÁCERES
CARMEN DANIELA**

**MERCHÁN BERMELLO
MICHAEL MAURICIO**



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE
GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA
TÉRMICA”**

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el
título de INGENIERO EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autores:

PONCE CÁCERES CARMEN DANIELA

C.I.: 0930072483

MERCHÁN BERMELLO MICHAEL MAURICIO

C.I.: 0925233702

Tutor: ING. JORGE MAGALLANES. Msc

Guayaquil, enero del 2018

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por los egresados **PONCE CÁCERES CARMEN DANIELA, MERCHÁN BERMELLO MICHAEL MAURICIO**, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones cuyo tema es:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA”

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Ponce Cáceres Carmen Daniela C.I: 0930072483

Merchán Bermello Michael Mauricio C.I: 0925233702

TUTOR: Ing. Jorge Magallanes. Msc

Guayaquil, enero del 2018



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES**

**AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS EN FORMATO
DIGITAL**

1. Identificación del Proyecto de titulación

Nombre Alumno: Ponce Cáceres Carmen Daniela	
Dirección: Guayaquil, Isla Trinitaria Coop. Nelson Mandela 2 Mz.14 Sl.28	
Teléfono: 0996575356	E-mail: carmen.poncec@ug.edu.ec
Nombre Alumno: Merchán Bermello Michael Mauricio	
Dirección: Guayaquil, La 22 y la U Coop. Independencia plan piloto Mz.1412 Sl.09	
Teléfono: 0958819059	E-mail: michael.merchanb@ug.edu.ec
Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas.	
Carrera: Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.	
Título al que opta: Ingeniero en Networking.	
Profesor guía: Ing. Jorge Magallanes.	
Título del Proyecto de titulación: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA”	

Tema del Proyecto de Titulación: Mantenimiento, Control,
Disponibilidad, Fiabilidad, Mantenibilidad

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica de la Tesis

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de esta tesis.

Publicación electrónica:

Inmediata	X	Después de 1 año	
-----------	----------	------------------	--

Firma Alumnos:

PONCE CÁCERES CARMEN DANIELA

MERCHÁN BERMELLO MICHAEL MAURICIO

3. Forma de Envío:

DVDROM		CDROM	
--------	--	-------	--

INDICE GENERAL

.....	I
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	III
DEDICATORIA DE CARMEN DANIELA PONCE CÁCERES	IV
DEDICATORIA DE MICHAEL MAURICIO MERCHÁN BERMELLO	V
AGRADECIMIENTOS DE CARMEN DANIELA PONCE CÁCERES.....	VI
AGRADECIMIENTOS DE MICHAEL MAURICIO MERCHÁN BERMELLO.....	VII
TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN	VIII
DECLARACIÓN EXPRESA	IX
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	XI
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS EN FORMATO DIGITAL.....	XII
INDICE GENERAL	XIV
ABREVIATURAS	XVIII
INDICE DE CUADROS	XIX
INDICE DE FIGURAS	XX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXII
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	4
EL PROBLEMA	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
Ubicación del Problema en un Contexto	4
Situación Conflicto. Nudos Críticos	8
Causas y Consecuencias del Problema	8
Delimitación del Problema	9
Formulación del Problema	10
Evaluación del Problema	10
Alcances del Problema	11
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	12

CAPÍTULO II	14
MARCO TEÓRICO	14
ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	14
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	17
Mantenimiento	18
Indicadores del mantenimiento	18
Importancia del mantenimiento	22
Objetivos del mantenimiento	23
Tipos de mantenimiento	25
Tipos de mantenimiento según su objetivo	26
Tipos de mantenimiento según la aplicación	33
Tipos de mantenimiento según el responsable	34
Control de mantenimiento	34
Plan de mantenimiento	35
Elaboración de un plan de mantenimiento	37
1. Recopilación de instrucciones de fabricantes	37
2. Aportaciones de los responsables de mantenimiento	37
3. Obligaciones legales	38
Pasos para elaborar un plan de mantenimiento	38
Herramientas de Desarrollo	42
Django:	42
MySQL	42
Metodología SCRUM	43
Roles de la metodología Scrum	43
El proceso de scrum	44
Artefactos del marco de scrum	46
Scrum en las fases de un proyecto	47
FUNDAMENTACIÓN SOCIAL	47
FUNDAMENTACIÓN LEGAL	49
HIPÓTESIS	56
VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	56
Variable independiente	56
Variable dependiente	57

DEFINICIONES CONCEPTUALES	57
CAPITULO III	59
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	59
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	59
Modalidad de la Investigación	59
Cualitativo	59
Tipos de Investigación	59
Investigación aplicada	59
Instrumentos de la recolección de datos	60
Técnica	60
Instrumentos de la Investigación	60
Entrevista	60
Recolección de la información	61
Procesamiento y análisis	61
Análisis e interpretación de datos	63
Análisis de los resultados	63
Validación de la Hipótesis	69
CAPÍTULO IV	70
PROPUESTA TECNOLÓGICA	70
Análisis de factibilidad	71
Factibilidad Operacional	71
Factibilidad Técnica	71
Factibilidad Legal	71
Factibilidad Económica	72
Etapas de la metodología del proyecto	73
Entregables del proyecto	76
Procesos funcionales	76
Proceso de diseño	77
Criterios de validación de la propuesta	79
Criterios de aceptación del Producto o Servicio	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
Conclusiones	81
Bibliografía	84

ANEXOS.....	87
Anexo 1.....	88
Anexo 2.....	92
Anexo 4.....	106

ABREVIATURAS

UG	Universidad de Guayaquil
www	World Wide Web (red mundial)
Msc.	Master
Ing.	Ingeniero
Http	Protocolo de transferencia de Hyper Texto
Url	Localizador de fuente Uniforme

INDICE DE CUADROS

Cuadro n° 1 Causas y consecuencias del problema	8
Cuadro n°2 Fórmulas para analizar los indicadores de disponibilidad	21
Cuadro n° 3 Ejemplo de plan de mantenimiento	41
Cuadro n° 4 Análisis final de resultados de falencias (%)	63
Cuadro n° 5 Análisis segmentado de resultados de falencias (%)	63
Cuadro n° 6 Indicadores de equipos generadores de luz eléctrica.....	64
Cuadro n° 7 Registro de Mantenimientos	67
Cuadro n°8 Cuadro de costos.....	72
Cuadro n°9 Criterios de aceptación del producto	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sala 1 de maquinaria de la Planta térmica Generoca	7
Figura 2. Sala 2 de maquinaria de la planta térmica de Generoca.....	7
Figura 3. Tipos de mantenimiento.....	25
Figura 4. Proceso de Scrum	45
Figura 5. Página de inicio de Generoca	66
Figura 6. Resultados de análisis de información del sistema	67
Figura 7 Carpetas para el manejo de Django.....	74
Figura 9. Configuración de la Base de Datos	74
Figura 10. Diagrama de flujo de sistema de control	77
Figura 11. Mail de tareas asignadas	78
Figura 12. Registro de Mantenimiento	79



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE
GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA

Autores: Ponce Cáceres Carmen Daniela
Merchán Bermello Michael Mauricio
Tutor: Ing. Jorge Magallanes. Msc

RESUMEN

La empresa Generoca S.A se encarga de generar y comercializar luz eléctrica, como política de calidad es indispensable dar un buen servicio a sus clientes, para lo que requiere que sus equipos se encuentren en una disponibilidad de trabajo aceptable de tal forma que no afecte la producción de luz eléctrica. Para poder cumplir con la disponibilidad aceptable en sus equipos es importante realizar mantenimientos preventivos cada periodo según lo indique el fabricante de esta manera aseguran de que el generador de luz eléctrica y sus equipos auxiliares no sufran paradas de producción inesperadas, las cuales producen pérdidas e insatisfacción de sus clientes. El personal de mantenimiento tiene el trabajo, de revisar las fechas para las tareas de mantenimientos preventivos diarias y a la vez se encargan de realizar análisis de la información, generada por los registros de mantenimientos. En el presente proyecto se pretende disminuir las tareas administrativas del personal de mantenimiento, para así tener un mejor control de mantenimientos de tal forma que los mantenimientos preventivos se den en la fecha indicada y los mantenimientos correctivos disminuyan.

Palabras Claves: Mantenimiento, Control, Disponibilidad, Fiabilidad, Mantenibilidad.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y
TELECOMUNICACIONES

DESIGN OF CONTROL SYSTEM OF MAINTENANCE OF
GENERATORS AND AUXILIARY EQUIPMENT OF A THERMAL PLANT

Authors: Ponce Cáceres Carmen Daniela

Merchán Bermello Michael Mauricio

Advisor: Ing. Jorge Magallanes. Msc

ABSTRACT

The company Generoca SA is responsible for generating and marketing electric light, as a quality policy is essential to provide a good service to its customers, for which they require their equipment to be in an acceptable work availability in such a way that does not affect the production of electric light. To be able to accomplish the acceptable availability of their equipment, it is important to carry out periodic preventive maintenance as indicated by the manufacturer, ensuring that the electric light generator and its auxiliary equipment do not suffer unexpected production stops, which could lead to produce loss and dissatisfaction of its customers. The maintenance staff has been assigned to review the dates for daily preventive maintenance tasks and at the same time they are responsible for analyzing the information generated by the past maintenance records, this project has the objective of reducing the maintenance personnel's administrative tasks in order to have a better control of the maintenance so that the preventive maintenance needed is given on the indicated date and the corrective maintenance decreases.

Keywords: Maintenance, Control, Availability, Reliability, Maintainability.

Introducción

En la actualidad los sistemas de información han resultado ser muy beneficioso, por lo que muchas empresas lo aplican en sus funciones, entre los beneficios que nos brindan tenemos la disponibilidad de información, optimización de recursos, además nos permite almacenar y transmitir datos de manera eficiente, etc. Pero a pesar de los beneficios que brindan los sistemas de información, aún existen empresas que carecen de este sistema en sus funciones, ya sea porque desconocen del tema y no tienen al personal capacitado para implementarlos o porque no quieren invertir en sistemas de información al pensar que es un gasto innecesario para la empresa y no tienen una visión clara de la empresa.

Como es el caso de Generoca, una empresa que se dedica generar y comercializar energía eléctrica, donde su objetivo principal es garantizar a sus clientes fiabilidad y disponibilidad brindando un buen servicio. Para ellos hacer efectivo su objetivo, deben mantener la planta en buen estado es decir las instalaciones y los equipos que la conforman y realizarle los debidos mantenimientos preventivos y correctivos, con un control eficiente para que los equipos no sufran daños y por ende la planta paros de actividades. Un plan de mantenimiento preventivo debe ser desarrollado con el objetivo de alargar la vida útil de los equipos y para ello el control es muy importante, el cual registre las próximas fechas de mantenimiento,

las actividades que se debe realizar, y toda la información que crea necesaria la empresa.

La finalidad de nuestro trabajo de titulación es demostrar que con el uso de los sistemas de información se puede mejorar los resultados de cada empresa, ya que actualmente Generoca maneja su sistema de control con archivos en Excel, lo cual es tedioso e ineficiente por la lentitud del sistema para los técnicos del área de mantenimiento. En este caso con un diseño de control de mantenimiento, se busca facilitar el trabajo de los técnicos y obtener buenos resultados de los indicadores de mantenimiento.

A continuación, detallamos cada uno de los capítulos que conforman este proyecto de titulación:

Capítulo I – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, en este capítulo se detallan las generalidades del proyecto, especificando el problema que se desea resolver con sus causas y consecuencias, los objetivos y la justificación para la implementación de este proyecto, la delimitación y el alcance de este.

Capítulo II – MARCO TEÓRICO, en este capítulo se redacta los antecedentes de estudio, las definiciones y la metodología que consideramos importante para el desarrollo de nuestro trabajo de titulación. Adicionalmente, las fundamentaciones legales y sociales correspondientes.

Capítulo III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION, este capítulo se describe las modalidades y tipos de investigación. Con el uso de técnicas de investigación se recopilará la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

Capítulo IV – PROPUESTA TECNOLÓGICA, en este capítulo se definirá la propuesta tecnológica, se realizarán los análisis de factibilidad, etapas de la metodología, entregables del proyecto, criterios de evaluación de la propuesta y aceptación del producto o servicio.

Se elaboraron las respectivas conclusiones y recomendaciones, además se adjuntan los anexos, los cuales contienen información adicional que puede ser consultada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ubicación del Problema en un Contexto

La información que se genera dentro de una empresa es tan importante a tal punto de que puede generar grandes conocimientos y se puede aprender de errores cometidos en el pasado. Gran parte de la información generada por la planta térmica se encuentra dispersa y no centralizada, por lo cual no se puede tener una visión general de lo que ha ocurrido en la planta térmica. Por ejemplo, no se sabe los procedimientos que se han llevado a cabo en ciertos escenarios y las frecuencias de los mantenimientos. La ineficiencia y mal uso de los recursos humanos, materiales y económicos, al momento de generar una orden de mantenimiento de los generadores y equipos auxiliares de la planta térmica, genera costosos daños en equipos que requieren mantenimientos urgentes que no se han realizado en sus respectivos momentos, agregando que las piezas de dichos equipos necesitan ser importadas, lo que conlleva a un bajo rendimiento en la producción de energía eléctrica.

Por otra parte, al no tener la información centralizada y organizada se desperdicia mucho tiempo, lo cual genera, retrasos en las órdenes de trabajos para las respectivas tareas de mantenimientos y confusión en la toma de decisiones acerca de quién será el encargado de realizar el mantenimiento de un generador o equipo auxiliar y cuando se lo debe llevar a cabo, lo que ocasiona costos administrativos y en algunas ocasiones decisiones no confiables.

Sin una visión general de todo lo que acontece durante los procesos de mantenimiento en un periodo de tiempo, es complicado tomar buenas decisiones que ayuden a rentabilizar y aumentar las utilidades de la empresa, donde algunas veces las decisiones son tomadas por intuición y más no porque exista el manejo de información adecuado, que indique o alerte de las funciones que se deben realizar cada día. Como resultado, esto puede ocasionar pérdidas, retrasos y baja producción.

Tal es el caso de, Grocafuerte s.a. (GENEROCA) una empresa dedicada a la generación y comercialización de energía eléctrica, mediante generación térmica, esta labor se realiza a través de máquinas de combustión interna. Otra de sus actividades es la regulación de voltaje de las líneas de tensión eléctrica, mediante la generación de energía confiable y eficiente de manera segura y responsable, para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Para entender a la empresa, es necesario tener conocimiento de la historia de dicha organización. En el año 1992 comenzó con una razón social llamada YENTAR la cual se dedicó hasta 1995 a la nivelación de terreno, adecuación de infraestructura y montaje de maquinarias. En 1996 fue absorbida por OGESA quien se dedicó a la administración y funcionamiento de la planta donde alcanzó grandes convenios y certificaciones a nivel internacional que se desempeñó hasta mediados del 2006.

Un hito importante, fue a mediados del 2006 donde la multinacional WARTSILA absorbe a la empresa OGESA continuando con la función de generación de energía eléctrica, además de adecuar áreas para dar mantenimientos de los mismos equipos que se encontraban instalados en la planta.

En el año 2008, un accionista de Holcim los adquirió inmediatamente ya que también dicha empresa se dedicaba a regular voltaje. En el mismo año, se creó la empresa GENEROCA con razón social de Generadora Rocafuerte, siendo una empresa dedicada a la generación de energía eléctrica hasta la actualidad.

Actualmente la empresa es propietaria de una planta de generación de energía térmica, la cual se encuentra ubicada a 810 m del Km. 19.5 de la Vía a la Costa, con coordenadas UTM 17M 605860.20 mE, 9758502.37

mS. Por otra parte, GENEROCA se encarga de proveer su servicio al CENACE, organismo del control de energía en el Ecuador y a Holcim.

A continuación, en las figuras 1 y 2 se puede observar las salas de maquinarias de la empresa.

Figura 1. Sala 1 de maquinaria de la Planta térmica Generoca



Fuente: Datos de la investigación

Figura 2. Sala 2 de maquinaria de la planta térmica de Generoca



Fuente: Datos de la investigación

Situación Conflicto. Nudos Críticos

El jefe de Mantenimiento Mecánico al no contar con una información útil al momento de realizar los mantenimientos ha realizado acciones de gran riesgo, donde ha tomado decisiones inmediatas para el funcionamiento de los equipos ya que la planta debe estar en producción.

Los problemas surgen desde el momento en que existen averías, desgastes, daños en los equipos, ya sean generadores o equipos auxiliares de la planta térmica, las cuales provocan paros no planificados en la producción de energía eléctrica. Por lo tanto, se produce una serie de inconvenientes tanto para el cliente como para el proveedor.

La falta de comunicación y de un sistema de información que gestione los procesos de alertas para el respectivo mantenimiento preventivo de un generador de energía eléctrica o de los equipos auxiliares, hacen que la empresa se vea afectada por un descuido o por la falta de planificación adecuada del mantenimiento. Siendo también importantes, los riesgos que se pueden ocasionar tanto ambientales como humanos, si no se toman las respectivas precauciones y acciones inmediatas.

Causas y Consecuencias del Problema

Cuadro n° 1 Causas y consecuencias del problema

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Falta de información de los generadores y los equipos auxiliares como el tipo,	<ul style="list-style-type: none">• Daño de los equipos por desconocimiento de sus especificaciones.

<p>potencia, estándares, especificaciones, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de las fechas para realizar los mantenimientos según su fabricante y sus estándares.
<p>Desorganización del control de los mantenimientos que se llevan a cabo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en los equipos por falta de mantenimiento adecuado.
<p>No llevar registros en una base de datos de los mantenimientos de cada equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la fiabilidad hacia los clientes. • Carencia de una gestión centralizada y de disponibilidad de acceso de datos.
<p>Los equipos carecen de mantenimiento preventivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos excesivos en mantenimiento correctivo. • Funcionamiento lento y errático de los equipos, generando interrupciones de actividades.

FUENTE: Datos de la información

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Delimitación del Problema

Los avances tecnológicos en el área de la información han sido de gran ayuda para disminuir los tiempos de gestión administrativos y aumentar la eficiencia en la producción de resultados, con el fin de generar confianza y disminuir el margen de error. Por lo tanto, con nuestro trabajo pretendemos reducir el mantenimiento correctivo y tener un control de mantenimiento preventivo, a través de un software que genere alertas según las fechas previstas y el tipo de mantenimiento que se debe llevar a

cabo que considere las especificaciones de cada generador y equipo auxiliar según su fabricante.

Formulación del Problema

¿Cuáles son los factores y circunstancias que inciden en el rendimiento de los generadores y equipos auxiliares de la planta térmica en la empresa Generoca?

Evaluación del Problema

El análisis se ha realizado mediante una evaluación, a cerca de las necesidades de la planta y está básicamente enfocado en la falta de control para el mantenimiento de generadores y equipos auxiliares en una planta térmica de Generoca

Con esta observación determinamos, que mediante el desarrollo de una aplicación podemos controlar el mantenimiento de los equipos, de una manera factible. Lo cual, puede ser de la siguiente manera:

- Podemos comprobar los requerimientos según las necesidades.
- Se debe generar una base de datos con los problemas surgidos y su respectiva solución.
- Se realiza un registro del lapso en el que se presentan los fallos.
- Se lleva a cabo un análisis del equipo en base a fabricante, limitaciones, estándares, y especificaciones.

Alcances del Problema

El presente trabajo de titulación se basa en un sistema de control para los registros de cada mantenimiento que se ejecuta en los equipos, donde se pretende obtener reducción de costos, y tiempo para así lograr un mejor trabajo. Se registrarán los mantenimientos preventivos a los equipos de la planta térmica para que mediante esta forma se logre reducir fallas, las cuales son capaces de retrasar las funciones y así lograr aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los generadores y equipos. Así mismo, se registrará un mantenimiento correctivo para aquellos equipos que sean observados defectuosos durante las actividades, es decir que presenten fallas, las cuales en ciertos casos vienen dadas por la naturaleza del equipo y no fueron planificadas, ni en costos ni en tiempo, y dadas las circunstancias puede requerir la variación de alguna de sus piezas.

Para llevar a cabo nuestro proyecto realizaremos un estudio y una recopilación de información de los equipos que forman parte de esta planta térmica entre ellos, sus especificaciones y funcionamientos para plantear un diseño para el sistema de control de mantenimiento en los equipos de una planta térmica en la empresa Generoca. Vale la pena recalcar que nuestro proyecto no será implementado, sino que se diseñará una aplicación, en la cual se presentarán las necesidades de la empresa para el control de mantenimiento y los registros pertinentes en un sistema de base de datos.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Diseñar un Sistema de control de mantenimiento de generadores y equipos auxiliares de una planta térmica para disminuir el mantenimiento correctivo de una empresa proveedora de servicios eléctricos.

Objetivos específicos

- Recolectar los requerimientos y datos para el desarrollo del software.
- Determinar los elementos que intervienen en base al proyecto.
- Analizar los indicadores de mantenimiento industrial.
- Desarrollar un prototipo basado en el control del mantenimiento de generadores y equipos auxiliares de una planta térmica.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad todo se maneja bajo la tecnología, por lo tanto, aquellas organizaciones que no implementen tecnologías de la información en sus procesos estarán desperdiciando información, tiempo y recursos, tanto humanos como económicos. Es de vital importancia realizar estudios para optimizar, mejorar y alcanzar un mayor nivel de efectividad en todos los procesos.

Este diseño ayudará a generar un control en los mantenimientos de los generadores y equipos de la planta generadora de electricidad. Siendo este, de gran ayuda para la transformación de la matriz productiva, y beneficiosa para el desarrollo de las empresas.

Sin duda alguna, un excelente rendimiento de los generadores y equipos no sería posible si no se encuentran en buen estado para el incremento de labores dentro de la empresa; y para ello se requiere el uso de la tecnología. Por este motivo, el área de mantenimiento cumple una ardua labor, que es mantener en buen estado los generadores y equipos de la planta para un rendimiento superior.

Con este proyecto de titulación se pretende facilitar el trabajo de los mecánicos, eléctricos y operadores dentro de una planta térmica, mediante un software que les facilite llevar un control constante de los mantenimientos realizados, con la finalidad de obtener un desempeño óptimo y modernizado, logrando brindar un servicio mejorado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las definiciones que son necesarias para argumentar este trabajo con bases teóricas y la metodología que se considera importante para el desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

De acuerdo con el trabajo de (García S. , 2012) “una idea del mantenimiento es que los equipos no solo deben estar disponibles, sino también que deben ser fiables”. Es por lo que, se requiere una planta con alta disponibilidad y con buena capacidad para cumplir de manera eficaz con la función principal de la organización, que es generar energía eléctrica. Para ello, es necesario tener en cuenta que se deben minimizar los fallos que no han sido evitados en su totalidad. Por otro lado, con una buena gestión de mantenimiento se puede lograr que la planta tenga una larga vida útil.

Algunas empresas no le dan importancia al mantenimiento preventivo, puesto que le causa costos excesivos debido a la periodicidad de estos. Pero ignoran que, sin mantenimiento preventivo los costos de los mantenimientos correctivos aumentan y a su vez se produce un resultado destructivo con los equipos de la planta porque disminuyen su vida útil.

Según (García S. , 2016) indica “que no solo realizando tareas de mantenimiento es posible conseguir altos valores de fiabilidad y disponibilidad”. Por ejemplo, en una planta térmica se deben realizar mantenimientos preventivos para un buen funcionamiento de los equipos y para evitar fallos en ellos, pero no solamente de esa manera se logra obtener garantía de los equipos. Para ello, se debe analizar las instalaciones de los generadores y equipos auxiliares, con la finalidad de garantizar y asegurar el buen funcionamiento de todos los equipos existentes.

En efecto, es necesario realizar un análisis a cerca de la vida útil de los equipos o de sus piezas internas para determinar las fallas que se desconocen y evitar que afecten a los equipos. Se dice que los equipos empiezan a fallar cuando está por caducarse la vida útil de sus piezas, aunque este no es el caso en todas las ocasiones, ya que pueden presentarse otros factores que intervienen en esta “vida útil”, entre ellos, un mal ensamblaje, fallos de fábrica, o incluso errores de instalación que han sido desconocidos por el fabricante.

Por otra parte, (García S. , 2013) , en su revista digital energiza.org en el capítulo “Mantenimiento en centrales eléctricas”, indica que la falta de mantenimiento preventivo se traduce en el daño de los equipos o sus piezas, lo cual produce fallas en la planta y genera grandes pérdidas. Sin

duda el mantenimiento preventivo puede ayudarnos a minimizar el daño en los equipos o sus piezas. De igual manera, si logramos minimizar el daño de las piezas, podemos evitar interrupciones en las actividades. No obstante, si se presenta el caso del daño de una pieza, y no se cuenta con la existencia de esta en el momento necesario, puede ser perjudicial para la planta ya que esta puede estar parada por días e incluso semanas. En consecuencia, baja la producción y se genera la presencia de pérdidas económicas.

Mientras tanto, (García Garrido, 2016) en su blog de la página reportero industrial con el tema Estimación de la vida útil de una planta industrial, se refiere a que “Una vez que un equipo es obsoleto, debe haber un plan para reemplazarlo, ya que no es rentable seguir explotándolo porque ha perdido todo su valor”. No podemos estimar la vida útil de una planta, pero si lo podemos hacer con los equipos que forman parte de la planta. Todo equipo al cumplir su vida útil se vuelve obsoleto ya sea porque su estado es inapropiado para su funcionamiento, porque no obtuvo una adecuación acorde a sus labores, o simplemente porque con el avance de la tecnología sus especificaciones ya no son viables en el mercado. Es importante recalcar que, toda planta debe estar preparada para el momento que sus equipos se desgasten, por los años de uso

Según (María, 2013) en su proyecto Modelo para la optimización del mantenimiento en los sistemas de planta a Diesel usadas para la autogeneración eléctrica afirma que “para garantizar la disponibilidad operacional de sistemas, en la planta, instalaciones y equipos, el mantenimiento debe ser ejecutado de manera continua y permanente”. Es recomendable que las empresas realicen un mantenimiento de forma continua y permanente, para poder corregir pequeños problemas existentes o que se presentan constantemente en los equipos o sus piezas. Por ejemplo, cuando no se cumple con un mantenimiento continuo los equipos pueden presentar fallas que por falta de atención o desconocimiento se producen daños en los equipos y presentan inconvenientes en el funcionamiento de la planta. Lo que ocasiona, paras de producción y se genera pérdidas económicas que no estaban previstas por la empresa.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El mantenimiento en general tiene como función principal mantener un objeto en buenas condiciones para su uso, y para evitar el desgaste de este.

El mantenimiento de la planta térmica debe llevar un control continuo, ya que, si alguna pieza o equipo dentro de las instalaciones de la planta tiene alguna falla y no es revisada a tiempo, puede provocar detención en las

actividades, lo cual generaría gastos elevados que no han sido planificados por parte de la empresa.

En este trabajo de titulación, se pretende demostrar que se puede garantizar la fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de la planta, mediante el diseño de un sistema que calcule los indicadores del mantenimiento. El sistema genera un plan para maximizar la ejecución de mantenimientos preventivos y minimizar la ejecución de mantenimientos correctivos. Así se puede mejorar el trabajo en una planta térmica, controlar los mantenimientos que se deben realizar y a su vez garantizar el buen funcionamiento de los equipos. (Salazar López, 2016)

Mantenimiento

El mantenimiento se determina como el desarrollo de actividades que tiene como objetivo principal, asegurar que los equipos mantengan prolongadas sus actividades de manera estable. Generalmente, la intención de proveer un mantenimiento es colaborar de forma que la planta cuente con disponibilidad y fiabilidad hacia los clientes y así esta sea capaz de brindar un buen servicio de energía eléctrica a los proveedores (Salazar López, 2016).

Indicadores del mantenimiento

Según (Jimenez, 2011) para que el mantenimiento se cumpla de manera eficiente debe tener claro sus indicadores:

- Fiabilidad

- Disponibilidad
- Mantenibilidad

Fiabilidad

Es la posibilidad de ejecución y funcionamiento de los equipos sin errores ni deficiencias en el tiempo dispuesto, según las limitaciones establecidas en el mantenimiento. Es decir, que exista la tranquilidad de que los equipos trabajan de manera correcta en el lapso establecido, evitando la reducción de producción de energía eléctrica. (Salazar López, 2016)

$$Fiab = \frac{HROP}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

HROP: Horas de operación

NTFALLAS: Número de fallas detectadas.

Disponibilidad

La disponibilidad de la planta térmica y de sus equipos es el indicador de mantenimiento primordial. Por ello, es interpretada como la forma de mantener la planta activa con la determinación del funcionamiento de los equipos. De tal manera, que sea descifrado como el tiempo que los equipos están en ejecución continuamente. (García S. , 2016)

$$Disp = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$$

Donde:

TMEF= Tiempo medio entre fallos

$$t_{mef} = \frac{\Sigma \text{ tiempo de funcionamiento}}{\text{número de fallas o paros}}$$

TMPR= Tiempo medio para reparación

$$t_{mpr} = \frac{\Sigma \text{ tiempo para la reparación}}{\text{número de fallas o paros}}$$

Indicadores de la disponibilidad

Según, (García S. , 2016) la disponibilidad se mide a través de varios indicadores, entre ellos los siguientes:

- Disponibilidad
- Fiabilidad
- Tiempo medio entre paradas
- Duración de las paradas
- Número de paradas por mantenimiento
- Tiempo total perdido por mantenimiento

Realizando un análisis de cada uno de estos indicadores los definimos como:

Disponibilidad: El tiempo que la planta ha estado funcionando sin interrupciones.

Fiabilidad: La posibilidad de que la planta y los equipos funcionen correctamente sin presentar inconvenientes.

Tiempo medio entre paradas: Es valorado como, el tiempo medio entre dos paradas de mantenimientos.

Duración de las paradas: Tiempo en minutos que se ha parado por mantenimiento.

Número de paradas por mantenimiento: Es el valor total de paradas de actividad por mantenimiento.

Tiempo total perdido por mantenimiento: Resultado dado por la suma de todas las horas de parada que ha sufrido la planta o un equipo por mantenimiento.

Los indicadores antes mencionados deben ser evaluados y para ello es necesario aplicar las fórmulas que se pueden observar en el cuadro n°2, sobre un tiempo definido por el encargado del área de mantenimiento.

Cuadro n°2 Fórmulas para analizar los indicadores de disponibilidad

Indicador	Fórmula
Disponibilidad	$\frac{\text{horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}}{\text{horas totales}}$
Fiabilidad	$\frac{\text{horas totales} - \text{horas parada por mant. no programado}}{\text{horas totales}}$
Tiempo medio entre paradas (TMP)	$\frac{\text{horas totales del periodo}}{\text{número de paradas}}$
Tiempo medio hasta puesta en marcha (TMPM)	$\frac{\text{horas totales de paradas}}{\text{número de paradas}}$

Fuente: (García S. , 2016)

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Mantenibilidad

Es la disposición de los equipos en general, que bajo determinadas especificaciones y medidas de control han sido protegidos y reparados en un determinado tiempo, de manera que, mediante un mantenimiento adecuado logren recuperar un buen estado para que cumpla con los cargos que le corresponden. (AEC, 2017)

$$TPPR = \frac{TTF}{\Sigma NTFALLAS}$$

Donde:

TPPR= Tiempo promedio para reparar

TTF= Tiempo Total de fallas

NTFALLAS= Número de fallas detectadas

Importancia del mantenimiento

El mantenimiento industrial procura que los equipos que se encuentren en actividad logren sostener un perfecto estado para el desarrollo de sus funciones, después de realizar diferentes análisis y las reconstrucciones pertinentes para alargar la vida útil de la planta. A pesar, de que un equipo tenga destinado un tiempo límite de vida útil, es probable que con un buen mantenimiento se alargue la vida útil del equipo y por ende de la planta.

Para realizar un mantenimiento en una planta es importante analizar qué tipo de mantenimiento se requiere. Por ejemplo, es de mucha importancia el mantenimiento preventivo, porque es aquel que ayuda a evitar que se generen daños, que los equipos se vuelvan defectuosos, o se produzca un bajo rendimiento de producción. Pero si los equipos están presentando dificultades en su funcionamiento, es necesario recurrir al mantenimiento correctivo. Con un análisis completo a las instalaciones y equipos, se puede detectar desde una mínima falla, hasta el daño de alguna pieza específica o equipo completo. Dando como solución al reparo de la falla, o al cambio de la pieza o del equipo dependiendo del caso. (Maquiclick, 2015)

Algunas empresas aun no son conscientes de la importancia de realizar un mantenimiento, ya que se fijan tan solo en el “gasto continuo” y no miden el desgaste y peligro que pueden llegar a sufrir sus equipos o sus instalaciones. Si bien en cierto, un control de mantenimiento genera costos, pero a su vez nos ayuda a evitar problemas en un futuro en cuanto al mantenimiento preventivo, y en el correctivo nos permite corregir problemas que se estén presentando o que hayan sido ignorados.

Objetivos del mantenimiento

Según (García S. , 2016) entre los objetivos principales para el mantenimiento en una planta térmica tenemos:

- Cumplir con un valor de disponibilidad y de fiabilidad estimado.

- Garantizar larga vida útil de las instalaciones y los equipos.
- Lograr los objetivos antes mencionados adaptándose al presupuesto destinado por parte de la empresa para el departamento de mantenimiento.

Es importante destacar, que cada objetivo tiene un valor fundamental dentro del mantenimiento. Aunque el objetivo primordial es garantizar la disponibilidad de las instalaciones y los equipos de la planta, para obtener como resultado una buena calidad de producción. Asimismo, se requiere cumplir con un valor de fiabilidad, el cual se mide mediante la aptitud de la planta para ejecutar un plan previsto para una buena producción y así presentar el cumplimiento de forma comprometida con los clientes ya sean externos o internos. (García S. , 2016)

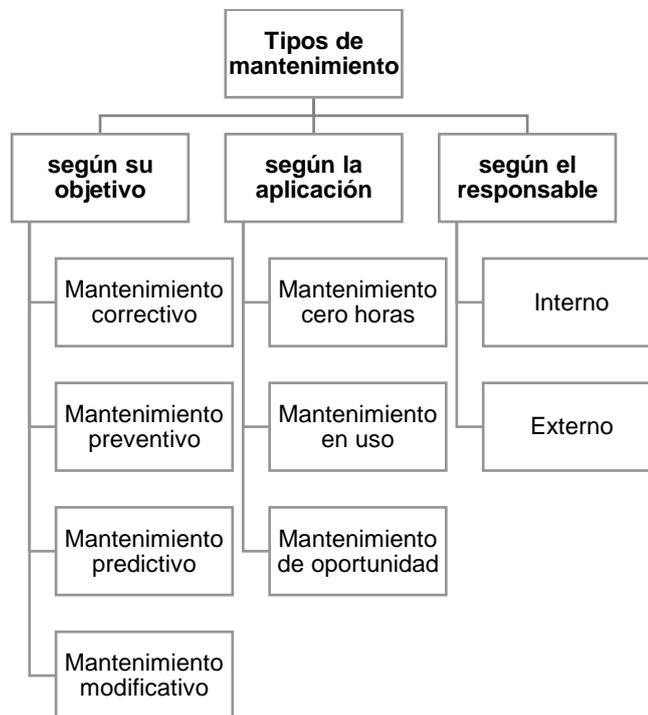
Aun cuando la finalidad de la planta es garantizar disponibilidad y fiabilidad, para el departamento de mantenimiento es muy importante tener en cuenta la vida útil y el estado de los equipos ya que esto ayuda a garantizar los objetivos antes mencionados. Mediante las tareas preventivas es posible alargar la vida útil de las instalaciones, a pesar de que a una planta con instalaciones industriales se le estima una vida útil de 20 a 30 años aproximadamente. No es posible lograr los objetivos que hemos destacado sin el cumplimiento de un presupuesto destinado de acuerdo con la estimación anual de la planta. Dado que la alta disponibilidad, fiabilidad y larga vida útil no se

consiguen sin la ejecución de mantenimientos periódicos, actividades que generan gastos. (García S. , 2016)

Tipos de mantenimiento

(Polo, 2014) nos indica que existen diferentes tipos de mantenimientos, dependiendo de su clasificación, como podemos observarlo en la figura 3 representado en un mapa conceptual.

Figura 3. Tipos de mantenimiento



Fuente: (Polo, 2014)

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

A continuación, se incluye una breve explicación de cada tipo de mantenimiento, enfatizando los conceptos de mantenimiento preventivo y correctivo que son de importancia para nuestro proyecto.

Tipos de mantenimiento según su objetivo

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento no se realiza si los equipos están trabajando normalmente, dado que su finalidad es corregir desperfectos en la planta que pueden presentarse por deterioro o por el mal uso de los equipos. Es importante, llevar un control del mantenimiento realizado, por lo que se debe informar al departamento de mantenimiento los cambios y correcciones que se hayan realizado.

Características del mantenimiento correctivo

En cuanto a las características (Salazar López, 2016) nos indica lo siguiente:

- Presenta costos elevados debido a que se requiere de disponibilidad inmediata de la mano de obra.
- Habitualmente se lo realiza en pequeñas empresas, ya que no se presentan muchos inconvenientes en el proceso de paralización de actividades.
- A pesar, de que algunas empresas no realicen correcciones a sus equipos, es difícil evitar que se presenten fallas o desperfectos de un momento a otro.

Desventajas del mantenimiento correctivo

(Salazar López, 2016) las principales desventajas que presenta un mantenimiento correctivo son:

- Déficit de producción, por detención de actividades con fallas inesperadas.
- Un diminuto desperfecto en un equipo que no se solucione a tiempo, puede ocasionar daños en otras piezas del mismo equipo y producir una restauración mayor.
- Lo más común al momento de requerir una pieza o un repuesto para un problema inesperado, es no contar con ella en el momento requerido ya sea por la carencia dentro del mercado local, o por los altos costos que presentan los equipos industriales.
- Si se presenta un inconveniente en el caso de que no se pueda detener el funcionamiento del equipo, se procede a laborar con dudas en cuanto a la calidad de producción, ya que es probable que ésta se vea afectada.

Clasificación del mantenimiento correctivo

(Riquelme, 2015) el mantenimiento correctivo se clasifica en 2 grupos:

- Planificado
- No planificado

Planificado

Según, (Riquelme, 2015) esta clasificación se refiere a que con anticipación se sabe que se debe hacer, dado que cuando el equipo comience a fallar se establezcan las herramientas y piezas necesarias,

como también los técnicos que tengan la capacidad de corregir los problemas presentados.

No planificado

(Riquelme, 2015) indica que este tipo de mantenimiento correctivo es aquel que ocurre inesperadamente como una emergencia, y que necesita ser resuelto de manera oportuna por diferentes motivos; como producción, fiabilidad, seguridad, etc.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo incluye el cuidado de los equipos, el buen uso de sus actividades, para evitar pequeños daños que pueden provocar grandes costos. Ese es el motivo por el que los mantenimientos preventivos son de gran importancia, en el cual se debe plantear un plan de inspecciones constantes a la planta en general y la ejecución de actividades frecuentes que forman parte de este mantenimiento, por ejemplo, el cambio de aceite, filtros o limpieza de piezas dependiendo del equipo.

Si bien es cierto, muchas empresas prefieren no aplicar tanto el mantenimiento preventivo, por ejemplo, en caso de cambiar alguna pieza desgastada pero que aún funciona, ya que prefieren evitar el “gasto innecesario”. Aunque no es recomendable, debido a que se está realizando la explotación de una pieza o equipo que con el tiempo

presentará grandes problemas para la empresa, con una paralización del funcionamiento y lo cual generará costos mayores. (Feli, 2015)

Indica (Salazar López, 2016) que la finalidad del mantenimiento preventivo es prevenir que se presenten anomalías repentinas. Para lograrlo, es necesario basarse en un plan, el cual sea factible. Para realizar un estudio del programa y exigir la ejecución de las tareas planteadas.

Tipos de mantenimiento preventivo

(Salazar López, 2016) existen algunos tipos de mantenimiento preventivo, los cuales mencionaremos a continuación:

- Periódico
- Programado
- De mejora
- Autónomo
- Rutinario

Mantenimiento preventivo periódico

(Salazar López, 2016) es el que se realiza de manera coordinada con el departamento de proyecciones de producción ya que para llevarlo a cabo es necesario realizar grandes paradas de actividad para realizar todas las restauraciones, porque se realiza en el transcurso de un tiempo ya sea de 6 a 12 meses.

Para que el mantenimiento sea efectivo y eficiente, es necesario tener listos los repuestos, ya que así, se evitan costos excesivos por la falta de repuestos en el momento necesario e inesperadamente se puede alargar el proceso de paralización.

Mantenimiento preventivo programado

Para llevar a cabo este mantenimiento debe ser ejecutado de manera programada y frecuente. La mayoría de las empresas que demuestran buenos resultados de confiabilidad son los que se basan en este mantenimiento, ya que realizan cambios en los equipos acorde a las especificaciones de cada fabricante, y para realizar el cambio de sus piezas o equipos lo hacen mientras están en buen estado, antes de que se cumpla su vida útil. (Salazar López, 2016)

Mantenimiento preventivo de mejora

Este tipo de mantenimiento no requiere de un tiempo establecido para que se lleve a cabo, ni se debe realizar frecuentemente. Su finalidad es regenerar los procesos y si es necesario realizar cambios en los equipos que brinden un beneficio para la empresa ya sea económica o para un mejor funcionamiento de la planta. Un mantenimiento de mejora puede minimizar o descartar ciertos procedimientos en un mantenimiento. (Salazar López, 2016)

Mantenimiento preventivo autónomo

Consiste en el desarrollo de actividades sencillas, donde no es necesario mantenimientos especializados. Lo puede efectuar el operador del proceso. Este mantenimiento es la base de la teoría ¹TPM. (Salazar López, 2016)

Mantenimiento preventivo rutinario

(Salazar López, 2016) Fundamentado en rutinas, que por lo general son propuestas por los manuales de cada equipo o por la experiencia de los encargados del área del mantenimiento.

Mantenimiento predictivo

(Feli, 2015) Su función principal es anteponerse a las averías, se lo realiza cuando los equipos ya están desgastados, o por desgastarse, pero antes de que sufra deterioros. En efecto, se realizan análisis del estado de los equipos que se encuentran en operación mediante variables físicas (temperatura, vibraciones, uso de energía, presión, etc.), que ayudan a predecir de cuando pueden existir daños en los equipos.

(Salazar López, 2016) Las técnicas más usuales en este mantenimiento son:

- Estudio de temperaturas mediante termografías.
- Estudio de vibraciones mediante mediciones de amplitud, velocidad y aceleración.

¹ Mantenimiento Productivo Total: es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones.

- Estudio de lubricantes.
- Estudio de espesores mediante ultrasonidos.

Mantenimiento modificativo

(García S. , 2014) su función es mejorar la instalación de la planta mediante modificaciones o cambios en los componentes de la planta sin que incurran en reparaciones, limpiezas sino de sustituciones. Dentro de las modificaciones se consideran los siguientes:

- Sustitución de equipos o piezas por otros de mejor calidad, o cambio del diseño de los equipos ya que puede ser el caso de que los equipos sufran roturas por la tensión
- Rediseño de las instalaciones, ya que en muchas ocasiones no es el equipo o la pieza sino todo el conjunto mediante el cual se puede lograr librarse de fallos.
- Los orígenes de muchos fallos pueden ser por los suministros de energía eléctrica, térmica o mecánica. Dado que se pueden presentar variaciones que no se ajustan a las especificaciones de los equipos. En ese caso es importante realizar modificaciones de dichos suministros
- Modificación en la lubricación, los problemas de lubricación pueden estar presente en las averías. Los cambios pueden afectar a la elección del lubricante, a la temperatura que se requiere, a la forma de aplicarlo, a la filtración, al punto exacto de lubricación, etc.

Tipos de mantenimiento según la aplicación

Mantenimiento cero horas

(Polo, 2014) su finalidad es que después de que se realice este mantenimiento a cualquiera de las maquinarias existentes en la empresa, el equipo esté listo para su funcionamiento con cero horas de trabajo es decir como que si contáramos con un equipo totalmente nuevo.

Mantenimiento en uso

(Polo, 2014) está sujeto por varias tareas fáciles y básicas que se llevan a cabo cuando la maquinaria o equipos se encuentran en operación para que sus funciones se cumplan de la mejor manera posible.

Las tareas por realizar en este mantenimiento son las siguientes:

- Higiene del equipo
- Vigilancia del funcionamiento
- Control visual del equipo

Mantenimiento de oportunidad

(Polo, 2014) según este tipo, las tareas de mantenimiento sobre las maquinarias o equipos se las realizan cuando los mismos no se encuentren en operación, es decir se saca provecho de los tiempos muertos (máquinas en standby), para que al momento de operar todo funcione sin problemas en las máquinas.

Tipos de mantenimiento según el responsable

Interno

(Polo, 2014) Cuando las tareas de mantenimiento que se desean realizar son poco complejas o simples, se las ejecuta por los operadores de los equipos sin ningún problema, dándose soluciones a los problemas dentro de la misma empresa obviamente cuando se cuenta con los recursos necesarios para que dicha necesidad sea satisfecha.

Externo

(Polo, 2014) Al surgir un problema de mantenimiento y si este no puede ser remediado por la misma empresa, se procede a que dicho mantenimiento sea realizado por personal experto ajeno a la empresa.

El personal que puede dar un mantenimiento externo es:

- Fabricante
- Distribuidor
- Ensamblador
- Empresas especializadas

Control de mantenimiento

Es necesario realizar mantenimiento a los equipos para cuidar la vida útil de ellos y evitar inconvenientes a futuro. Pero al mismo tiempo se debe tener en cuenta la importancia de generar un registro de control de mantenimiento, ya que mediante el cual se puede organizar las peticiones

de mantenimiento y comprobar que a los equipos se les está realizando el mantenimiento necesario.

El proceso de mantenimiento que se realiza en una planta térmica requiere de un control eficiente para brindar seguridad y un funcionamiento estable y confiable que como resultado del trabajo sea una buena calidad y una ejecución de control garantizado (Ros Moreno, 2014)

Para llevar a cabo un control de mantenimiento se debe reconocer y programar los procesos que se realizan en los mantenimientos, los equipos, la adecuación de cada uno de ellos, las especificaciones según su fabricante, el uso que se le da en la empresa. Además, se debe ratificar que los procesos de mantenimiento se están cumpliendo de manera ordenada y adecuada.

La finalidad de diseñar un control de mantenimiento es corregir y evitar errores para generar garantía del buen funcionamiento de la planta. A su vez crear un plan de mantenimiento preventivo, con el cual se evite daños en los equipos a futuro.

Plan de mantenimiento

(García S. , 2013) consiste en un grupo de actividades de un mantenimiento programado, en el cual constan, los equipos de la planta que se les realizará mantenimiento ya sea preventivo o correctivo. En cuanto, a los mantenimientos debe seguirse las instrucciones de cada

equipo según su fabricante. Dentro de un plan de mantenimiento se registran 3 actividades las cuales son:

- Las actividades rutinarias, es decir las que se ejecutan diariamente.
- Las actividades programadas, es decir las que se realizan durante cierto tiempo.
- Las actividades que se desarrollan durante las paradas que ya han sido programadas.

(Villanueva, 2017) un plan de mantenimiento eficiente es el que ha sido capaz de analizar todos los fallos probables, y a su vez ha logrado impedirlos. Para que un plan de mantenimiento sea desarrollado de manera correcta, antes de su funcionamiento, debe haber realizado un estudio de todas las fallas existentes en la planta y sus componentes. En caso de que se carezca de los recursos necesarios para realizar el estudio, o ya este la planta en funcionamiento sin un estudio previo, lo adecuado es dividir al plan en 2 etapas:

1. Ejecutar un plan de inicio, dependiendo de cada equipo, justificado en las especificaciones de los fabricantes, instrucciones genéricas o en experiencia de los trabajadores de la planta u otros.
2. Cuando ya la planta funcione bajo el plan de mantenimiento, es necesario realizar un plan avanzado para el análisis de fallos con la finalidad de mejorar el diseño del plan de mantenimiento, plantear

mejorías que eviten fallos, crear los procesos de operación y escoger las piezas o repuestos requeridos.

Elaboración de un plan de mantenimiento

(Villanueva, 2017) el plan de mantenimiento es desarrollado en 3 fases:

1. Recopilación de instrucciones de fabricantes

Un plan fundamentado en instrucciones de fabricantes se basa en recopilar toda la información necesaria que proviene de los fabricantes de los equipos existentes en la planta, es decir los manuales de operación y especificaciones de los equipos.

2. Aportaciones de los responsables de mantenimiento

Es necesario que dentro de la planta existan técnicos expertos en mantenimiento, y poder contar con ellos para el aporte del plan, en cuanto a las tareas que no se logró recopilar con las instrucciones de los fabricantes ya que es posible que los técnicos con su experiencia localicen carencia de tareas dentro del plan, que no existan dentro de las especificaciones de los fabricantes por 2 motivos:

- Es posible que el fabricante no se incline por eliminar todos los problemas, es decir obtener un equipo con cero daños ya que esto puede perjudicar a su facturación.
- La especificación del fabricante sea neta en diseño y ensamblaje, y no en mantenimientos.

3. Obligaciones legales

(García Garrido, 2016) es obligación de toda empresa cumplir con las normas vigentes. Por ende, el plan de mantenimiento debe regirse a las leyes y reglas de cada equipo, y sujetarse más a las reglas de seguridad.

Como ejemplos sujetos al mantenimiento industrial podemos mencionar:

- ERM
- Sistema de alta tensión
- Tuberías y equipos a presión
- Torres de refrigeración
- Sistemas de control de emisiones
- Sistemas contra incendios
- Sistemas de climatización de edificios
- Intercambiadores de placa
- Etc.

Pasos para elaborar un plan de mantenimiento

Para (Polo, 2014) los pasos para crear un plan de mantenimiento son:

1. Leer y analizar el expediente de reparaciones y mantenimiento hechos anteriormente. Es de gran ayuda, verificar los equipos, sistemas, responsables, y fechas en que se llevaron a cabo. En caso de que no exista se puede avanzar al siguiente paso.

2. Realizar una lista de los equipos que forman parte de la empresa y sus piezas correspondientes.
3. Diferenciar a que equipos se les debe aplicar mantenimientos.
4. Elegir a los técnicos encargados de cada mantenimiento, ya sea interno o externo.
5. Con la información recopilada, es decir los manuales de los equipos analizar la información requerida ejemplo: la fecha límite de mantenimiento, tiempo de vida útil, recomendaciones y medidas de seguridad establecidas.
6. Consultar las obligaciones legales y las normas que hay que cumplir para que la empresa este apta para su funcionamiento y las inspecciones.
7. Realizar un listado de revisiones y reparaciones necesarias dentro de la planta.
8. Escoger el tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo en cada equipo.
9. Diseñar un programa de las tareas que se ejecutarán, entre las cuales podemos mencionar:
 - Fecha del próximo mantenimiento
 - Código o nombre del equipo y sistema al que se relaciona
 - Información relevante consultada de los manuales.

- Nombre de los responsables
- Frecuencia con que se debe realizar cada tipo de mantenimiento
- Duración del mantenimiento que se ha ejecutado
- Especificar si el equipo está operando o ha sido paralizado.

10. Ejecutar las tareas del plan de mantenimiento diseñado.

Consultar con los responsables designados si están disponibles para las tareas que fueron asignadas y si se encuentran disponibles los materiales necesarios.

Después se puede crear un informe sencillo en el cual conste la fecha del mantenimiento, que se hizo, quien lo hizo, los materiales usados, repuestos adquiridos, cuanto tiempo se demoró, fecha del próximo mantenimiento y si es necesario una sugerencia adicional

Unidad:	Centro de Estudios de Corrosión y Biomateriales					
Responsable:						
Equipo o Máquina:						
Día:	Fecha:	Turno:				
Tipo de Reporte:	Falla	Mtto Preventivo	Mtto Correctivo	Otra (Especifique)		
REGISTRO						
HORA	ACTIVIDAD REALIZADA	CAUSA	SOLUCIÓN			
Hora Inicio:						
Hora Final:						
Hora Inicio:						
Hora Final:						
Hora Inicio:						
Hora Final:						
Hora Inicio:						
Hora Final:						
Hora Inicio:						
Hora Final:						
OBSERVACIONES:						
Amerita seguimiento:						
SI	NO					
REALIZADO POR:			FIRMA:			
REVISADO POR:			FIRMA:			

Cuadro n° 3 Ejemplo de plan de mantenimiento

Fuente: Datos de la investigación

Para comprobar los resultados de los equipos de la planta, según el control de actividades de mantenimientos se debe presentar un reporte de los indicadores de mantenimiento. El cual, por cada equipo o componente de la planta, consta de:

- Código de equipo
- Número de fallas
- Tiempo de reparación
- Tiempo total
- Disponibilidad (Indicador)
- Fiabilidad (Indicador)
- Mantenibilidad (Indicador)

El registro de código de equipo dependerá del equipo evaluado.

El registro número de fallas, tiempo de reparación y tiempo total dependerá de las actividades de mantenimiento.

El registro de los indicadores de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad dependerá del resultado según las fórmulas con la que se evalúa cada uno de ellos.

Herramientas de Desarrollo

Django:

(Del Pino, 2017) Django es un ²Framework Web ³Python que promueve un desarrollo ágil, seguro y práctico. Django te ayuda a solucionar las dificultades de tu desarrollo web, es gratuito y de código abierto.

(Lily, 2017) El diseño de Django fue establecido para facilitar el trabajo a los programadores y que cumplan con el objetivo de su desarrollo de manera rápida y segura. Impulsa a los desarrolladores a obviar errores usuales de seguridad.

Por otro lado, muchos sitios web se valen de Django por su escalabilidad y flexibilidad.

MySQL

(oracle, 2017) Es un sistema de gestión de base de datos, de código abierto, pero si la finalidad es promover datos importantes en una

² Facilitan el desarrollo web ya sean sitios o aplicaciones, mediante plantillas, bibliotecas, códigos o aplicaciones de ejemplos.

³ Lenguaje de programación en scripts de alto nivel, desarrollado para libre uso es decir código abierto.

empresa se puede obtener la licencia como software propietario. Es la base de datos más conocida en el mercado y escogida por su fiabilidad, fácil uso y por sus características como: se puede ejecutar en todas las plataformas como Unix, Linux, Windows, etc., es utilizado en diferentes aplicaciones web, soporta grandes bases de datos, tiene la facilidad de entregar los mensajes de error en distintos idiomas, adicionalmente, brinda soporte para los comandos SQL para chequear, optimizar y reparar tablas

Metodología SCRUM

(Francia, 2017) Scrum es metodología de desarrollo ágil de desarrollo de productos, una de sus finalidades es reducir complicaciones en la construcción de productos al tener como objetivo la satisfacción de las necesidades de los clientes. Además, fomenta la colaboración en los equipos de trabajo con el fin de desarrollar productos complejos.

En Scrum es recomendado para realizar proyectos en ambiente complicado, que necesitan resultados pronto, para ello, se realiza entregas incompletas y regulares del resultado final. La flexibilidad, productividad, innovación y más características fundamentales hacen que scrum sea de gran ayuda. (Proyectos ágiles, 2017)

Roles de la metodología Scrum

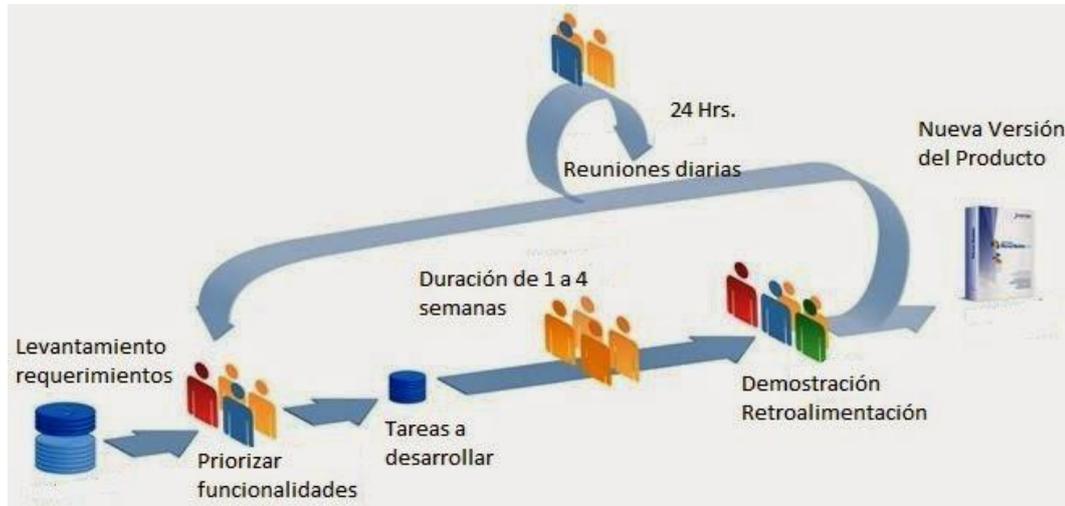
(Ramos Vega, 2017) dentro de scrum los roles más específicos son:

- a) **Scrum Máster (Maestro del modelo Scrum):** Es el líder del equipo y también se encarga de eliminar las trabas existentes que afectan para el cumplimiento de los objetivos, de igual manera asigna las funciones que sus colaboradores deben cumplir para alcanzar el nivel de colaboración al máximo. (OBS, 2016)
- b) **Product Owner (Dueño del producto):** El cliente se encuentra representado por él, delegado para analizar el producto final y sugerir mejoras. (OBS, 2016)
- c) **Scrum Team (Equipo de especialistas):** Trata de cumplir con todas las funciones dispuestas de acuerdo con su plan de trabajo, y para que el proceso sea el correcto el personal debe estar bien estructurado y ejercer las tareas determinadas. (OBS, 2016)

El proceso de scrum

(Softeng, 2017) El proceso de scrum se lo realiza de forma progresiva, está compuesta por una serie de pasos que se los conoce como sprint, los cuales tienen un periodo de duración de 1 a 4 semanas, de esta manera alcanza una versión del software con nuevos recursos dispuestos hacer usados. Cada sprint tiene su conjunto de funciones, pero siempre se prioriza las que aportan mayor valor al negocio.

Figura 4. Proceso de Scrum



Fuente: Datos de la investigación

En el gráfico 4 podemos observar los pasos a seguir en el proceso Scrum para obtener el resultado final. El proceso de scrum es una secuencia de actividades, que tiene como inicio el levantamiento de requerimientos (product backlog), siendo una serie de requisitos que se los califican como historias, priorizados por su coste-beneficio de lo cual se encarga el dueño del producto, por consiguiente el grupo de especializados se encarga de priorizar las funcionalidades (sprint planning) donde analizan las historias entregadas por el owner y establece la cantidad de historias que pueden comprometerse a cumplir en ese sprint, de ahí en una duración de tiempo de 1 a 4 semanas se trabaja con el maestro del modelo de scrum (Scrum Máster) que asigna las tareas a desarrollar (sprint backlog) y se trata de una lista que contiene todas las tareas que deben ejecutar las historias del sprint, en este proceso también, se deben realizar las reuniones diarias (Daily sprint meeting) lo cual se realiza cada

24 horas es decir diariamente, con una duración de máximo 15 minutos, y es aquí donde se organiza el personal para laborar de forma uniforme y los integrantes reportan las novedades a cerca de lo que han realizado en el ayer, y que realizarán el día actual. Dentro de este tiempo se realiza la demostración y retroalimentación que es la reunión final, donde se analiza todas las historias obtenidas con la evidencia del producto final, de igual manera se trata de evaluar que tarea se puede mejorar para conseguir una mejor eficiencia en el producto. Y así, como resultado obtener la nueva versión del producto final.

Artefactos del marco de scrum

(Scrum manager, 2016) Los artefactos del marco de scrum técnico son:

- a) **Pila del producto:** (product backlog) Lista de requerimientos, que crece desde la percepción inicial del producto hasta el desarrollo del mismo. (Palacios, 2017)
- b) **Pila del sprint:** (sprint backlog) Listado de las tareas que el equipo debe ejecutar mientras el sprint para crear el aumento antes ya planificado. (Scrum manager, 2016)
- c) **Sprint:** De esta manera se nombra cada iteración. (Palacios, 2017)
- d) **Incremento:** Es el producto de cada sprint. (Palacios, 2017)

Scrum en las fases de un proyecto

(García D. , 2016) Para todo cumplimiento de un proyecto se plantea en tres fases acuerdo a la metodología del SCRUM que son las siguientes:

- a) **Fase de planeamiento.** - Se planifica el equipo inicial, recursos, se analiza la arquitectura y el inicio del proyecto. De igual manera se plantea un presupuesto y se procede a la firma del contrato.
- b) **Fase de desarrollo.** - es la parte que realiza el Scrum, es aquí donde se ejecutan los sprints completos. En esta fase intervienen ciertos elementos como:
 - Cliente.
 - Product owner.
 - Scrum master.
 - Equipo de desarrollo.
- a) **Fase de finalización.** - en esta fase se establecen tres acciones:
 - Integración.
 - Testing.
 - Documentación.

FUNDAMENTACIÓN SOCIAL

Es de vital importancia realizar mantenimiento de los equipos y piezas existentes dentro de una empresa, y más aún de una planta térmica donde los problemas que se pueden generar por falta de mantenimiento

son costosos, y perjudican la confiabilidad hacia los clientes. (García S. , 2012)

Además de saber que se deben realizar mantenimientos, es necesario tener en cuenta que se debe llevar un registro de control de los mantenimientos realizados. Aún existen empresas que lo realizan de forma manual, y no valoran los sistemas informáticos como es el caso de Generoca.

Con este trabajo de titulación, intentamos mejorar el control del departamento de mantenimiento en una planta térmica. Con ayuda de sistemas informáticos se pretende lograr que los mantenimientos preventivo y correctivo se ejecuten de forma ordenada y eficiente, en el tiempo que sea necesario, basándonos en las especificaciones de cada equipo o pieza que se encuentren activos.

Por lo tanto, con este sistema se pretende que el mantenimiento preventivo tenga privilegio es decir que se lo realice frecuentemente, para evitar que se dañen los equipos y sus piezas. Sin duda, así se minimizaría el mantenimiento correctivo y se podría alargar la vida útil de los equipos y sus piezas. La intención del mantenimiento no es recomponer improvisadamente los errores que se presenten, sino presentar altos valores de disponibilidad y de fiabilidad, y a su vez generar una larga vida útil. (García Garrido, 2016)

FUNDAMENTACIÓN LEGAL

LEY ORGÁNICA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

(2015)

De la Constitución de la República del Ecuador

Título I

DISPOSICIONES FUNDAMENTALES

Art. 5.- Obligaciones de los consumidores o usuarios finales. - Son obligaciones de los consumidores o usuarios finales los siguientes:

1. Pagar oportunamente la factura de energía eléctrica;
2. Permitir el acceso al personal autorizado de la empresa eléctrica y organismos de control para verificar sus sistemas de medición y de sus instalaciones;
3. Utilizar de forma eficiente la energía eléctrica;
4. Cuidar las instalaciones eléctricas que le permiten contar con suministro de electricidad y denunciar a quienes hacen uso incorrecto de las mismas;
5. Evitar cualquier riesgo que pueda afectar su salud y su vida, así como la de los demás; y,

Cumplir las condiciones establecidas por la empresa eléctrica, con base en la ley, los reglamentos y regulaciones, en cuanto al uso de la energía eléctrica y al suministro del servicio público.

Art. 6.- Normas complementarias. - Son aplicables en materia eléctrica las leyes que regulan el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, la participación ciudadana, la protección del ambiente y otras de la legislación positiva ecuatoriana aplicable al sector eléctrico, en lo que no esté expresamente regulado en la presente ley.

Título IV

GESTION DE FUENTES ENERGETICAS Y ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

Art. 26.- Energías renovables no convencionales. - El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, de conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía.

La electricidad producida con este tipo de energías contará con condiciones preferentes establecidas mediante regulación expedida por el ARCONEL.

Capítulo II

RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DEL SECTOR

Art. 40.- De la generación. - La actividad de generación de electricidad será realizada por empresas públicas, empresas de economía mixta; y, por otras personas jurídicas privadas y de economía popular y solidaria,

debidamente habilitadas por la autoridad concedente para ejercer tal actividad.

Sus operaciones se sujetarán a lo previsto en su respectivo título habilitante, así como a las normas constitucionales, legales, reglamentarias y regulatorias que se establezcan, bajo su exclusiva responsabilidad, y observando principios de transparencia, eficiencia, continuidad y calidad.

El desarrollo de nuevos proyectos de generación estará basado en las políticas sectoriales establecidas en los planes sectoriales y en el Plan Nacional de Desarrollo.

Art. 46.- Transacciones de bloques de energía. - Las transacciones de bloques de energía podrán celebrarse únicamente por compras y ventas de energía a través de contratos suscritos por los participantes. Se liquidarán comercialmente por parte del Operador Nacional de Electricidad, CENACE, en función de los precios pactados en los contratos.

Para el cierre comercial de las transacciones comerciales a través de contratos, se podrán efectuar liquidaciones de transacciones en el corto plazo.

Las transacciones internacionales de electricidad serán liquidadas por el Operador Nacional de Electricidad, CENACE, en función de los acuerdos comerciales con los otros países.

El alcance y condiciones de los contratos de compra y venta de energía, así como de las transacciones de corto plazo, serán establecidos mediante la regulación que para el efecto expida el ARCONEL.

LEY DE COMERCIO ELECTRÓNICO, FIRMAS ELECTRÓNICAS Y MENSAJES DE DATOS

TÍTULO I de los mensajes de datos

Capítulo I

PRINCIPIOS GENERALES

Art. 2.- Reconocimiento jurídico de los mensajes de datos.- Los mensajes de datos tendrán igual valor jurídico que los documentos escritos. Su eficacia, valoración y efectos se someterá al cumplimiento de lo establecido en esta Ley y su reglamento.

Art. 9.- Protección de datos.- Para la elaboración, transferencia o utilización de bases de datos, obtenidas directa o indirectamente del uso o transmisión de mensajes de datos, se requerirá el consentimiento expreso del titular de éstos, quien podrá seleccionar la información a compartirse con terceros.

La recopilación y uso de datos personales responderá a los derechos de privacidad, intimidad y confidencialidad garantizados por la Constitución Política de la República y esta ley, los cuales podrán ser utilizados o

transferidos únicamente con autorización del titular u orden de autoridad competente.

Código Orgánico Integral Penal

Sección Tercera

Delitos Contra la Seguridad de los Activos de los Sistemas de Información y Comunicación

Art. 229.- Revelación ilegal de base de datos. - La persona que, en provecho propio o de un tercero, revele información registrada, contenida en ficheros, archivos, bases de datos o medios semejantes, a través o dirigidas a un sistema electrónico, informático, telemático o de telecomunicaciones; materializando voluntaria e intencionalmente la violación del secreto, la intimidad y la privacidad de las personas, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

Si esta conducta se comete por una o un servidor público, empleadas o empleados bancarios internos o de instituciones de la economía popular y solidaria que realicen intermediación financiera o contratista, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años.

Decreto 1014

Sobre el uso de Software Libre

Art. 1.- Establecer como política pública para las Entidades de la Administración Pública General la utilización de Software Libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.

Art. 2.- Se entiende por Software Libre, a los programas de computación que se pueden utilizar y distribuir sin restricción alguna, que permitan su acceso a los códigos fuentes y que sus aplicaciones puedan ser mejoradas.

Estos programas de computación tienen las siguientes libertades:

- a) Utilización del programa con cualquier propósito de uso común.
- b) Distribución de copias sin restricción alguna.
- c) Estudio y modificación del programa (Requisito: código fuente disponibles).
- d) Publicación del programa mejorado (Requisito: código fuente disponible).

Art. 4.- Se faculta la utilización de software propietario (no libre) únicamente cuando no exista una solución de Software Libre que supla las necesidades requeridas, o cuando esté en riesgo la seguridad nacional, o cuando el proyecto informático se encuentre en un punto de no retorno.

Para efectos de este decreto se comprende como seguridad nacional, las garantías para la supervivencia de la colectividad y la defensa del patrimonio nacional.

Para efectos de este decreto se entiende por un punto de no retorno, cuando el sistema o proyecto informático se encuentre en cualquiera de estas condiciones:

- a) Sistema en producción funcionando satisfactoriamente y que un análisis de costo beneficio muestre que no es razonable ni conveniente una migración a Software Libre.
- b) Proyecto en estado de desarrollo y que un análisis de costo – beneficio muestre que no es conveniente modificar el proyecto y utilizar software libre.

Periódicamente se evalúan los sistemas informáticos que utilizan software libre propietario con la finalidad de migrarlos a Software Libre.

Art. 5.- Tanto para software libre como software propietario, siempre y cuando se satisfagan los requerimientos, se debe preferir las soluciones en este orden:

- a) Nacionales que permitan autonomía y soberanía tecnológica.
- b) Regionales con componente nacional.
- c) Regionales con proveedores nacionales.
- d) Internacionales con componente nacional.
- e) Internacionales con proveedores nacionales.

f) Internacionales.

Art. 6.- La subsecretaría de Informática como órgano regulador y ejecutor de las políticas y proyectos informáticos en las entidades del Gobierno Central deberá realizar el control y seguimiento de este derecho.

Para todas las evaluaciones constantes en este decreto la Subsecretaría de Informática establecerá los parámetros y metodología obligatorias.

Art. 7.- Encárguese de la ejecución de este decreto los señores Ministros Coordinadores y el señor Secretario General de la Administración Pública y Comunicación.

HIPÓTESIS

La productividad de la planta térmica GENEROCA, generadora de energía eléctrica, puede mejorar a través de un sistema de alerta que genere automáticamente los mantenimientos que se deben realizar en el día. La finalidad del sistema se basa en efectuar los indicadores de mantenimiento: disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Variable independiente

- Horas totales.
- Horas de paradas por mantenimiento
- Horas de paradas por mantenimiento no programado
- Horas totales del periodo

- Número de paradas
- Horas totales de paradas

Variable dependiente

- Disponibilidad
- Fiabilidad
- Mantenibilidad

DEFINICIONES CONCEPTUALES

Central térmica: Encargada de generar energía eléctrica mediante la quema de combustible. (Octavio, 2016)

Mantenimiento: Proceso mediante el cual se puede mantener cuidadas las instalaciones para que funcione de manera correcta. (Rae, 2017)

Fiabilidad: Posibilidad de un buen resultado de actividades (Ros Moreno, 2014)

Disponibilidad: Disposición de un equipo cuando se lo requiere para estar en fase activada. (Jimenez, 2011)

Confiabilidad: Es la capacidad de lograr que se cumpla con el funcionamiento de los equipos en restricciones dispuestas en un lapso. (Sueiro, 2012)

Mantenibilidad: Representación de la cantidad de sacrificio con el que se obtiene mantener en buen estado un equipo después de haberse generado fallos. (Jesús, 2014)

Control de mantenimiento: Es la forma de especificar la situación en la que se encuentran los equipos. (Danfo, 2016)

Registro: Ingreso de datos almacenados en una base de datos.

Mantenimiento preventivo: Se lo realiza de manera permanente, con la finalidad de evitar fallas imprevistas. (Salazar López, 2016)

Mantenimiento correctivo: Se lo ejecuta cuando el técnico hace las correcciones para reparar fallos obtenidos en los equipos. (García S. , 2016)

Scrum: Es una metodología para desarrollo de software, con el fin de trabajar en conjunto y lograr un resultado rápido. (Proyectos ágiles, 2017)

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Modalidad de la Investigación

Cualitativo

Busca recopilar información sin extensión numérica mediante procesos de recolección de materiales como entrevistas, imágenes, videos, actividades, experiencias, etc. Así, por medio de esas técnicas, la observación y el analizando la situación de las personas en la empresa, es decir analizando el ambiente natural de la empresa se puede desarrollar el proyecto. (Eumed, 2012)

Tipos de Investigación

El tipo de investigación que se implementa en este trabajo de titulación es una investigación aplicada.

Investigación aplicada

El objetivo principal de la investigación aplicada es darles solución a los problemas mediante los conocimientos con aplicación directa a la empresa. Se trata de una investigación, siendo un enlace con el producto final. (Lozada, 2014)

El propósito en nuestro trabajo es desarrollar un diseño de Control de Mantenimiento en la planta térmica de Generoca, por medio de la

investigación aplicada se pudo obtener conocimientos de la herramienta Django, que nos ayuda a solucionar los problemas presentados en un desarrollo y a la vez nos ayuda a desarrollar de manera ágil, práctica y segura.

Instrumentos de la recolección de datos

Técnica

Es la fuente o forma de conseguir la información o datos que serán recopilados. Las principales son observación, encuestas y entrevistas. (EcuRed, 2016)

En base a esto, la técnica de campo que usaremos en nuestro trabajo de titulación será una entrevista al director de mantenimiento, debido a que la empresa cuenta con un personal de 21 integrantes en el área interesado.

Instrumentos de la Investigación

Entrevista

Es un dialogo orientado basado en un formato de preguntas y respuestas, con el objetivo de recolectar la información necesaria. Se pueden realizar preguntas abiertas o cerradas (Cáceres, 2014)

Preguntas abiertas: son aquellas que el entrevistado tiene como opción a responder una pregunta libremente, dando profundidad a su respuesta. (e-encuesta, 2015)

Preguntas cerradas: son aquellas que tiene como respuesta un límite, es decir el entrevistado debe responder según los parámetros del entrevistador. (e-encuesta, 2015)

En nuestro caso, aplicaremos ambos tipos de preguntas para verificar el estado de la planta, y como está conformada.

Recolección de la información

El objetivo de la recolección de información es obtener datos para analizar los que necesitamos en nuestro diseño. Para ello, se procedió a realizar las siguientes actividades:

- Se realizó una entrevista al director del área de mantenimiento.
- En la entrevista se realizaron preguntas abiertas, con el fin de obtener información acerca de las actividades que realizan, los equipos con los que cuentan actualmente, mantenimientos que ejecutan, etc.
- También se realizaron preguntas cerradas, con el fin de verificar el estado de la planta, las fallencias existentes y otros de manera que se obtengan resultados tabulados.

Procesamiento y análisis

En la entrevista, que se encuentra en el Anexo 1, las preguntas abiertas fueron diseñadas con el objetivo principal de obtener datos de la empresa para realizar el diseño del control de mantenimiento.

Como resultado de las entrevistas detallamos la información recopilada y su finalidad dentro del proyecto:

- **Equipos y piezas:** Equipos y piezas que forman parte de la planta para incluirlos en el sistema.
- **Empleados:** Empleados o encargados de realizar los mantenimientos correspondientes a cada equipo o pieza
- **Especificaciones de los equipos:** mediante las especificaciones de cada equipo se crea las alertas de los mantenimientos preventivos o correctivos, ya que dependiendo del tipo de mantenimiento que se deba realizar es diferente alerta.

El diseño de la entrevista de preguntas cerradas se encuentra en el anexo 2, y para clasificar los resultados, las respuestas podrían ser:

- Favorable
- Mejorable
- Muy desfavorable
- Poco desfavorable

Donde las preguntas se lograron segmentar de la siguiente manera

- Mantenimiento
- Sistema de información
- Organización de mantenimiento correctivo
- Stock de repuestos

Análisis e interpretación de datos

Análisis de los resultados

Entre todas las preguntas realizadas, según lo que indica el cuadro n°4 notamos que el 39.39% son acciones mejorables.

Cuadro n° 4 Análisis final de resultados de falencias (%)

Etiquetas de fila	Cuenta de RESPUESTA
FAVORABLE	24.24%
MEJORABLE	39.39%
MUY DESFAVORABLE	15.15%
POCO DESFAVORABLE	21.21%
Total general	100.00%

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Para obtener ese resultado de porcentaje del cuadro n°4 se realizaron algunas preguntas, las cuales se encuentran en el Anexo 2. Las preguntas han sido segmentadas dependiendo de los análisis de: los resultados de mantenimiento, el sistema de información, la organización del mantenimiento correctivo, el plan de mantenimiento, el stock de repuesto. Como se puede observar en el cuadro n°5, se logra obtener un análisis detallado de favorabilidad (dependiendo de la pregunta).

Cuadro n° 5 Análisis segmentado de resultados de falencias (%)

SEGMENTO	FAVORABLE	MEJORABLE	MUY DESFAVORABLE	POCO DESFAVORABLE	Total general
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	25.00%	41.67%	16.67%	16.67%	100.00%
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	37.50%	37.50%	25.00%	0.00%	100.00%
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0.00%	42.86%	0.00%	57.14%	100.00%
PLAN DE MANTENIMIENTO	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	100.00%
STOCK DE REPUESTO	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%	100.00%
Total general	24.24%	39.39%	15.15%	21.21%	100.00%

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Análisis de los resultados de mantenimiento

En el cuadro n°6 analizamos los indicadores de disponibilidad, lo que permite visualizar y respaldar el resultado de las preguntas realizadas. El porcentaje mínimo de disponibilidad establecido por Generoca es del 95%. En los resultados obtenidos el promedio de disponibilidad de los equipos seleccionados para el prototipo es del **96.69%**, un buen porcentaje comparado con el mínimo definido. Por otro lado, existen equipos donde la disponibilidad está por debajo del 95%.

Otro resultado importante obtenido del análisis de la entrevista es que el tiempo de mantenimiento correctivo por equipo no se logra reducir con los esfuerzos realizados por la empresa, por lo cual se puede mejorar a partir de la hipótesis de que la ejecución de mantenimientos preventivos realizados a tiempo produce una menor cantidad de mantenimientos correctivos y con ello una mayor disponibilidad de los equipos.

Cuadro n° 6 Indicadores de equipos generadores de luz eléctrica

Cód. de equipo	N° de fallos	Tiempo de reparación (H)	Tiempo total (H)	Disponibilidad (%)	Fiabilidad (H)	Mantenibilidad (H)
SPA 051	2	3,00 H	313 H	99,04%	155,00 H	1,50 H
SPA 011	14	38,00 H	6218 H	99,39%	441,43 H	2,71 H
SPA 071	25	173,40 H	7177 H	97,58%	280,14 H	6,94 H
SPA 061	28	225,60 H	6864 H	96,71%	237,09 H	8,06 H
SPA 081	21	273,10 H	5952 H	95,41%	270,42 H	13,00 H

SPA 031	21	361,50 H	7054 H	94,88%	318,69 H	17,21 H
SPA 021	11	190,40 H	6456 H	97,05%	569,60 H	17,31 H
SPA 041	13	437,00 H	6696 H	93,47%	481,46 H	33,62 H
Promedio	16,87	212.75 H	5841.25 H	96,69%	344.22 H	12,54 H

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Análisis del sistema de información

Actualmente la herramienta que utiliza la empresa para gestionar un sistema de información se basa en la utilización de ofimáticas, en específico Excel, la cual ha ayudado a mejorar sus resultados. Antes de esta herramienta, se utilizaba una bitácora de papel para los registros y en muchas ocasiones se pasaban por alto varios mantenimientos que eran obligatorios. La herramienta ofimática ayudó a mejorar el control de mantenimiento, sin embargo, ésta requiere de un personal administrativo, que revise diariamente la información y verifique qué equipos necesitan mantenimientos.

Otra de las mejoras que se deben de realizar es la unificación o centralización de la información, ya que la base de datos actual se encuentra en varios archivos de Excel.

A continuación, se muestran algunos ejemplos, donde podemos observar la información desplegada por archivos de Excel y evidenciar que la

empresa no maneja un sistema de gestión, sino que utiliza macros de Excel para el enlace de los archivos de registro.

- En la figura 5 vemos la primera visualización del sistema de Generoca, en la cual la forma de ingresar o modificar los datos es a través de Macros de Excel que ayudan a la navegación entre los libros simulando un sistema.

Figura 5. Página de inicio de Generoca



Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

- En el cuadro n°7 podemos observar como realizan los registros de mantenimiento, vale recalcar que usan Excel para llevar el control. De manera que, no tienen un control de alertas, sino que registran los mantenimientos como los van ejecutando.

Cuadro n° 7 Registro de Mantenimientos

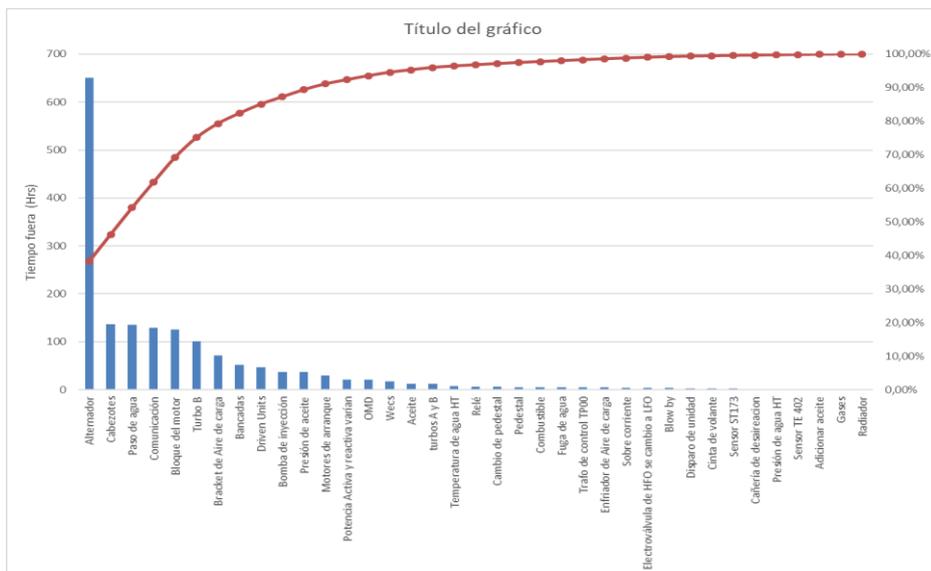
FECHA	TURNO	CODIGO #1	EQUIPO	CODIGO #2	PARTE	DEFECTO	EFE DE TURNO	Tiempo fuera	DESCRIPCION / OPSERVACION
14/12/19		SPA021				Práximó de aceite	MECANICO	23,3	Salida faros para bajar presión de aceite
21/12/19		SPA021				Bancos de	MECANICO	20,3	Salida faros para revisión de bancos B
31/12/19		SPA071				Cabezote	MECANICO	1,5	Salida faros para cambio de cohetes de Asaración en cabezote A1
31/12/19		SPA021				Para de agua	MECANICO	135,7	Fuga de agua entre el blocky camara B1
7/1/20		SPA031				turbos A y B	MECANICO	11,9	Salida faros para revisión de camara de quem de escape
4/1/20		SPA071				OHM	ELECTRICO	2	Dias para alarma de OILFlur Detector
10/1/20		SPA071				Alternador	ELECTRICO	3	Dias para par de alta temperatura de aceite y lodo acoplado
12/1/20		SPA041				Cabezote	MECANICO	3,4	Salida faros para cambio de cabezote B5
12/1/20		SPA021				Cabezote	MECANICO	2,3	Salida faros para cambio de cabezote B7
14/1/20		SPA071				Bomba de inyección	MECANICO	1	Salida faros para cambio de bomba de inyección A2
15/1/20		SPA031				Bomba de inyección	MECANICO	4,5	Salida faros para cambio de bomba de inyección de alta
15/1/20		SPA071				Motor de arranque	MECANICO	22,1	Problema de motor de arranque al motor en marcha
16/1/20		SPA061				Alternador	ELECTRICO	1,2	Dias para par potencia inyecta
17/1/20		SPA071				Bomba de inyección	MECANICO	5,7	Salida faros para cambio de bomba de inyección A4
19/1/20		SPA011				Cabezote	MECANICO	1	Salida faros para cambio de cabezote A5, E1, E4
21/1/20		SPA071				Bomba de inyección	MECANICO	1,4	Salida faros para cambio de bomba de inyección A2
22/1/20		SPA031				Cabezote	MECANICO	1,4	Salida faros para cambio de cohetes de Asaración en cabezote A5
24/1/20		SPA061				OHM	ELECTRICO	1,9	Dias para par alarma de OILFlur Detector
24/1/20		SPA071				Filtro de	MECANICO	2,1	Salida faros para cambio de filtro A2
25/1/20		SPA031				Cabezote	MECANICO	2,5	Salida faros para cambio de cohetes de Asaración en cabezote A5
26/1/20		SPA011				Combustible	MECANICO	1,8	Salida faros para falla en modulo de purificación
1/2/20		SPA011				Cabezote	MECANICO	7,4	Cambio de cabezote A4- B2
5/2/20		SPA031				Cabezote	MECANICO	1	Cambio de cabezote A4- A8
11/2/20		SPA061				Cabezote	MECANICO	3,9	Cambio de cabezote A7
11/2/20		SPA071				Cabezote	MECANICO	5,3	Cambio de cabezote A9
12/2/20		SPA011				Enfriador de Aire de carga	MECANICO	4,1	Cambio de enfriador de aire de carga
14/2/20		SPA071				Cartera de Asaración	MECANICO	1,4	Fuga de agua por cohetes de Asaración A4- A7
11/2/20		SPA031				OHM	ELECTRICO	1,3	Dias para par OHM
11/2/20		SPA071				Bomba de inyección	MECANICO	9,2	Cambio de bomba de inyección
20/2/20		SPA061				Alternador	ELECTRICO	1,9	Revisión de Carter y arranque alternador

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

- Una de las ventajas del uso de esta herramienta son los gráficos en Excel que resumen las tablas, tal como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Resultados de análisis de información del sistema



Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Análisis de organización de mantenimiento correctivo

Las respuestas apuntan a que se necesita una mejora en lo que respecta al tema de mantenimientos correctivos. Como se puede observar en el cuadro n°6, la hora promedio de tiempos de reparación por fallas o mantenimientos correctivos de motor generador de luz eléctrica está en 212.75 H por el periodo de 10 meses, siendo el mayor de 437 H. Cada hora representa la no producción de luz eléctrica.

Análisis del plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento no es muy crítico ya que, gracias a las herramientas utilizadas por la empresa, se reduce el tiempo de análisis. Sin embargo, no es del todo fiable ya que depende de una persona para que se puedan cumplir las tareas diarias lo que puede dar lugar a errores humanos. Por otro lado, la carga de trabajo aumenta para la persona encargada de revisar y mantener la información actualizada en el sistema.

Análisis de stock de repuestos

El punto más crítico de la entrevista se encuentra enfocado en el stock de repuestos. Es necesario conocer los elementos con mayores fallas en un periodo determinado y realizar un análisis independiente de porque suceden las fallas. Por otra parte, es necesario saber la cantidad de repuestos que deben tener bajo demanda. Toda esta información, se puede obtener realizando el respectivo análisis de los datos registrados por mantenimiento.

Validación de la Hipótesis

Basados en las necesidades de la empresa, según la entrevista para el análisis de falencias, es muy desfavorable el sistema que la empresa maneja en la actualidad y el gasto que realizan en repuestos. Esto se debe a la falta de un sistema que genere control de los mantenimientos mediante registros y alertas. Para lo cual nuestro sistema se basa en aumentar los mantenimientos preventivos mediante el control, y así evitar gastos excesivos en piezas por mantenimientos correctivos inesperados previniendo el desgaste de la vida útil de las piezas o equipos de la planta.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para poder solucionar el problema de la empresa Generoca S.A. de acuerdo con la entrevista realizada y la información recopilada, la cual indica que se necesita llevar control de los mantenimientos preventivos, por medio de alertas de manera automática para minimizar las tareas administrativas. También, se requiere tener unificados los registros realizados por cada mantenimiento para poder obtener información como son los indicadores de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad, esta información centralizada también es importante para poder analizar cuáles son las piezas o partes de los equipos que más problemas tienen y con ello mejorar el stock de sus repuestos.

Para llevar un control de mantenimientos por medio de alertas se propone enviar una tabla detallada con códigos de mantenimientos vía mail de esta manera los mantenimientos preventivos serán recordado a diario.

Realizar reportes gráficos y en tabla para poder visualizar indicadores que ayuden a tomar mejores decisiones administrativas como por ejemplo identificar cuáles son las piezas para repuestos que deberán tener en stock.

Este proyecto pretende aprovechar la variedad de tecnologías de software libre como lo son Python, Django como framework y la centralización de

información sistema de gestión de bases de datos Mysql para poder dar soluciones a las problemáticas planteadas en este proyecto.

Análisis de factibilidad

Factibilidad Operacional

Este proyecto es factible de acuerdo a las investigaciones y a la entrevista que se realizó, en la cual se puso en evidencia la importancia de ejecutar mantenimientos a los equipos en las fechas correspondientes en caso contrario esto podría representar gastos y pérdidas para la empresa.

Con la propuesta se pretende facilitar el trabajo administrativo y la visualización de la información para la toma de decisiones.

Factibilidad Técnica

Este proyecto es factible técnicamente, ya que las herramientas utilizadas son software libre, actualmente tienen soporte potente brindando sencillez a la hora de desarrollar aplicaciones.

Mysql motor de base de datos sin costo y utilizado en grandes proyectos a nivel mundial, django framework para el diseño de páginas web con programación Python con una gran comunidad activa hoy en día y sin costos de licencia.

Factibilidad Legal

Este proyecto es factible en lo legal ya que las herramientas utilizadas son de software libre y sin costo de licencias por lo que no existen leyes que

impidan hacer uso de las herramientas para desarrollos tecnológicos. En el segundo capítulo se especifican las leyes y reglamentos alineados al proyecto.

Factibilidad Económica

El desarrollo de la aplicación para la solución del problema hace uso de herramientas Open Source como es Python, Django y Mysql. La integración de todas estas tecnologías de desarrollo no necesita pagos, pero necesita personal calificado y con conocimientos en el tema para poder hacer el uso correcto y ágil de dichas herramientas.

El usuario que hará uso del servicio necesitará cualquier dispositivo electrónico que tenga la capacidad de poder navegar vía web, ya que el diseño de la aplicación está orientado a aplicaciones web.

Los costos por desarrollo serán distribuidos de la siguiente forma según el cuadro n°8.

Cuadro n°8 Cuadro de costos

RUBROS	CANTIDAD	HORAS	VALOR POR HORA	TOTAL
Estudiante	2	100	20	2000
Profesionales	1	60	40	2400
Software	3	-	-	-
Viajes y estudios de campo	-	10	2	20
Impresión de hojas	1	-	-	40
Total	-			4460

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Etapas de la metodología del proyecto

El desarrollo de este trabajo de titulación se llevó a cabo por medio de la metodología Scrum. A continuación, detallamos los sprint necesarios y las actividades a desarrollar de cada uno de ellos:

Sprint 1: Recopilación de información de generadores y equipos auxiliares existentes en la planta térmica, que son necesarios al diseñar un esquema para desarrollar el proyecto.

- Análisis de los equipos que se van a registrar en el sistema.
- Comparación de los diferentes tipos y tiempos de mantenimientos que se requiere registrar en cada equipo.
- Diferenciar los accesos que tendrán al sistema el administrador o los trabajadores.

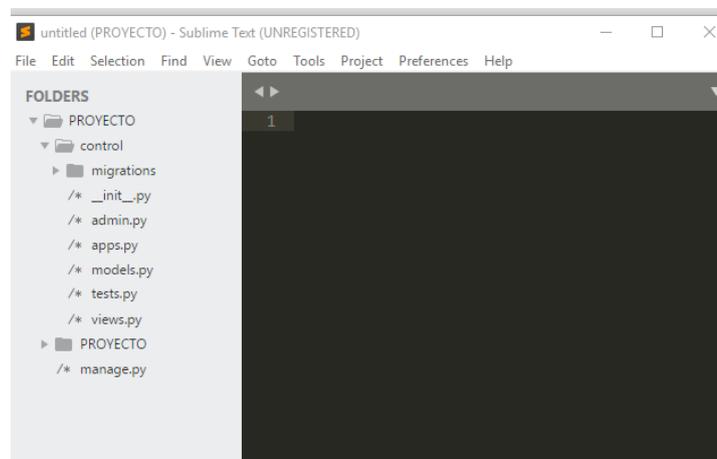
Sprint 2 Investigar todo lo referente a las herramientas que se van a utilizar para realizar el sistema y permitir un registro de control de mantenimiento de los equipos en general.

- Se eligió la herramienta Django Framework Web Python, el cual nos ayudará a realizar el desarrollo de nuestro sistema de manera rápida y segura.
- Investigación del manejo, funcionamiento y configuraciones de Django.

Sprint 3 Instalar el sistema para control, registros y autenticación, y a su vez realizar las pruebas necesarias para evitar fallos.

- Instalar Django, lo cual se realiza mediante el siguiente comando desde el cmd “*django-admin startproject PROYECTO*”, automáticamente se crean carpetas para el manejo de la aplicación como se lo puede observar en la figura 7.

Figura 7 Carpetas para el manejo de Django



Fuente: Datos de la investigación

- Configuración de los parámetros de la base de datos, como se lo muestra en la figura 8.

Figura 8. Configuración de la Base de Datos

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.db.backends.mysql',
        'NAME': 'MANTENIMIENTO',
        'USER': 'root',
        'PASSWORD': 'P@$myApp',
        'HOST': 'localhost', # Or an IP Address that your DB is hosted on
        'PORT': '3306',
    }
}
```

Fuente: Datos de la investigación

- Realizar los diferentes modelos para la base de datos, tales como
 - Modelo para equipos y piezas.
 - Modelo para los mantenimientos.
 - Modelo para la relación entre mantenimiento y piezas.
 - Modelo para empleados.
 - Modelo para registros.

Observación: La configuración de los diferentes modelos se encuentra en el Anexo 3 llamado “Manual Técnico de Configuración”.

Sprint 4 Elaborar el anteproyecto con la problemática, objetivos específicos y alcances del proyecto.

- Reunión con el director del área de mantenimiento de Generoca para analizar la importancia del desarrollo de un diseño de sistema de control.
- Reunión para analizar el estado de la empresa en cuanto a las falencias existentes en los indicadores de mantenimiento.
- Ejecución de cada tema definido en el anteproyecto.

Sprint 5 Registros en la base de datos de los empleados, equipos, mantenimientos y sus relaciones.

- Investigación de los datos importantes a registrar y sus relaciones pertinentes.
- Analizar y registrar los equipos según sus especificaciones para llevar a cabo un control de mantenimiento hacia cada uno de ellos.

Sprint 6 Control de los mantenimientos y análisis de los indicadores de mantenimiento, según las actividades de los equipos.

- Envío de e-mail automático a una hora designada, al correo del administrador, indicando de las actividades que hay que desarrollar el día actual y las que no se han desarrollado (mantenimiento urgente).
- Verificar el acceso de los usuarios al sistema.
- Analizar los resultados de los indicadores de mantenimiento por equipo.

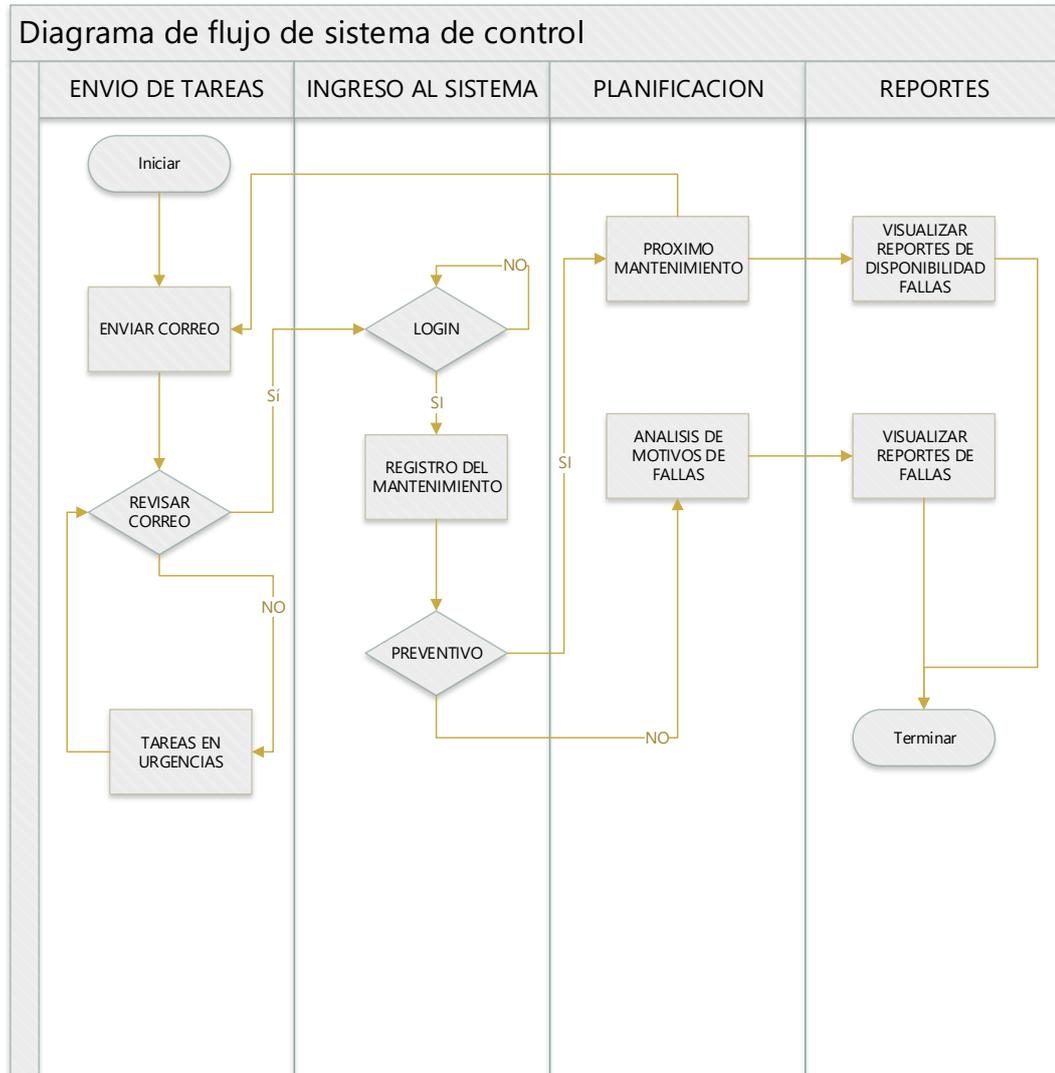
Entregables del proyecto

En nuestro trabajo de titulación, el entregable será un desarrollo web y con ello una demostración del sistema de Control de mantenimiento, para garantizar que se puede mejorar el resultado de los indicadores de mantenimiento mediante este sistema.

Procesos funcionales

El proceso de funcionamiento del sistema está dividido en etapas las cuales tienen funciones específicas que se describen en la figura 9, este detalla cómo se realizan las alertas, si las alertas vía correo son gestionadas y luego de gestionarlas, qué resultados puedo visualizar.

Figura 9. Diagrama de flujo de sistema de control



Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Proceso de diseño

El diseño finalizado de la aplicación web será capaz, de registrar los mantenimientos realizados en el respectivo día y si este es preventivo se

colocará la fecha del próximo mantenimiento para que sea notificado vía mail.

Mail Un proceso automático revisará en la base de datos las tareas asignadas para el día específico e inmediatamente enviará un mail con un código para registrar la gestión de mantenimiento, como se lo puede observar en la figura 10.

Figura 10. Mail de tareas asignadas

TAREAS ASIGNADAS PARA EL 31/12/17

CODIGOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTOS PARA EL DIA DE HOY

[IR A LA PAGINA](#)

CODIGO DE MANTENIMIENTO	NOMBRE PIEZA	CODIGO PIEZA	FECHA MANTENIMIENTO
MTNP-SPA 011	MOTOR GENERADOR	SPA 011	2017-12-31 21:37:25
MTNP-BC-SPA 011	BOMBA DE CIRCULACION	BC-SPA 011	2017-12-31 21:37:25

MANTENIMIENTOS URG

CODIGO DE MANTENIMIENTO	NOMBRE PIEZA	CODIGO PIEZA	FECHA MANTENIMIENTO
MTNP-BP-SPA 011	BOMBA DE PRELUBRICACION	BP-SPA 011	2017-12-30 21:37:25
MTNP-MAA-SPA 011	MOTOR DE ARRANQUE A	MAA-SPA 01	2017-12-30 21:37:25
MTNP-MAB-SPA 011	MOTOR DE ARRANQUE B	MAB-SPA 01	2017-12-28 21:37:25
MTNP-BI-SPA 011	BOMBA DE INYECCION	BI-SPA 011	2017-12-28 21:37:25
MTNP-IY-SPA 011	INYECTORES	IY-SPA 011	2017-12-29 21:37:25
MTNP-PB-SPA 011	PATA DE BIELA	PB-SPA 011	2017-12-28 21:37:25

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

REGISTRO: En la página web se registra la actividad del mantenimiento, como se lo muestra en la figura 11.

Figura 11. Registro de Mantenimiento

The screenshot displays a web interface for managing maintenance records. At the top, a breadcrumb trail reads 'Inicio > Control > MANTENIMIENTOS DE PIEZAS > MTNP - RCC 903'. Below this is a form titled 'Modificar mantenimiento_pieza' with a 'HISTÓRICO' button. The form contains the following fields: 'Codigo mantpz:' with value 'MTNP-RCC 903', 'Pieza mt:' with value 'RCC 903', 'Mantenimiento mt:' with value 'MTNP', 'Frecuencia mt:' with value '0', 'Fech prox mt:' with value '28 de Diciembre de 2017 a las 16:37', and 'Notificar mt:' with a red dot icon. Below the form is a section titled 'REGISTRO DE MANTENIMIENTOS (ESCONDER)' containing a table with the following columns: 'TIPO RMT', 'FECHA DE INICIO', 'FECHA DE FINALIZACION', 'OBSERVACION RMT', 'ENCARGADOS RMT', 'DEFECTO RMT', 'COSTO RMT', and '¿ELIMINAR?'. The table has one row with the following data: 'TIPO RMT' is a dropdown menu, 'FECHA DE INICIO' is '04/01/2018' with a calendar icon and a time picker set to '15:47:47', 'FECHA DE FINALIZACION' is '04/01/2018' with a calendar icon and a time picker set to '15:47:47', 'OBSERVACION RMT' is an empty text box, 'ENCARGADOS RMT' is 'JUAN SANTOS' with a dropdown arrow, 'DEFECTO RMT' is an empty text box, and 'COSTO RMT' is '0.0'. There is a green plus sign below the table.

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

Observación: Adjunto a este proyecto de titulación se entrega un manual técnico, el cual se encuentra en el anexo 4.

Criterios de validación de la propuesta

La propuesta se validó realizando pruebas en el sistema, colocando registros de mantenimientos que se habían realizado desde el mes de enero hasta el mes de octubre con lo cual se obtuvieron resultados de indicadores exactos y reportes con los mismos valores numéricos de los que tenían el sistema realizado en Excel por parte de la empresa.

También se realizaron simulaciones de envíos de alerta vías mail y la información que se recibió fue la correcta demostrando de esta manera la validación del proyecto.

Criterios de aceptación del Producto o Servicio

La aplicación web es aceptada por su sencillez y fácil uso al ser una aplicación web, esta necesitará de un servidor el cual puede ser Open Source y minimizar costes para la empresa la seguridad es importante y el sistema tiene seguridades informáticas gracias al framework Django además el sistema es escalable y confiable, los usuarios pueden navegar con facilidad por el sistema siempre y cuando tengan credenciales. Los requerimientos y aceptaciones son descritos en el cuadro n°9.

Cuadro n°9 Criterios de aceptación del producto

REQUERIMIENTOS	ACEPTACIÓN
Software necesario	Un sistema operativo con capacidades de alojar servicios web el cual puede ser Open Source, esto reduce costos.
Hardware necesario	Para esto se puede utilizar una máquina virtualizada puede ser en la nube o en la red interna
Fácil configuración	El sistema al ser web y con interfaz gráfica es fácil de utilizar y configurarlo.
Interfaz gráfica de fácil manejo para el usuario.	El acceso a la aplicación web es sencillo y cualquiera lo puede utilizar
Comprobar mediante el prototipo el funcionamiento del sistema.	Las pruebas que se realizaron demostraron el correcto funcionamiento

Fuente: Datos de la investigación

Elaborado por: Daniela Ponce – Michael Merchán

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Cumplido con los requerimientos para el sistema de control de mantenimientos de los generadores y equipos auxiliares se llega a las siguientes conclusiones:

- Los requerimientos y los datos para la elaboración del sistema fueron obtenidos como resultado de las entrevistas realizadas al director de mantenimiento. Con ello se procedió a realizar un diseño de flujo de trabajo y el diseño del software para el prototipo.
- Se pudo determinar la información y los elementos que debían ser tomados en consideración para el desarrollo de nuestro proyecto. Los elementos importantes son los equipos, los mantenimientos y los tiempos a considerar entre los mantenimientos. La información relacionada a los tiempos no se puede obtener de forma exacta debido a que se necesitan dispositivos electrónicos que indiquen en qué momento los equipos están funcionando y cuándo han interrumpido su funcionamiento, esta información es importante para tener indicadores más precisos.
- Los indicadores que se muestran en el sistema son valores cercanos a los reales, ya que para el cálculo de la variable del tiempo de actividad se obvian los tiempos inactivos debido a lo mencionado en la conclusión anterior.

- El desarrollo del prototipo basado en el control de mantenimiento cumple tareas tales como: alertar mantenimientos por realizar; registrar equipos, empleados, mantenimientos y realizar las gestiones de mantenimientos; también permite visualizar los indicadores de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad. Las alertas son enviadas vía correo al administrador asignado, para que pueda distribuir las tareas entre los trabajadores a cargo de la labor.

Recomendaciones

Una vez concluido con el proyecto de titulación se recomienda lo siguiente:

- Que la administración de la base de datos esté disponible sólo para el administrador del sistema. Dependiendo de los roles, es recomendable que se creen credenciales en el sistema de control de mantenimientos.
- La información debe ser veraz al momento de registrarla en el sistema, caso contrario los indicadores tendrán valores erróneos. Para ello, el supervisor debe realizar una revisión de calidad de la información.
- Se puede mejorar la obtención de datos de actividad e inactividad de los equipos, utilizando un sensor que se comunique con nuestro

sistema y registre los tiempos activos e inactivos de cada equipo para mejorar los resultados en el cálculo de los indicadores.

- Para que las alertas de los mantenimientos se generen, el proceso de envío de correo deberá estar activo y se debe fijar una hora en el día y los destinatarios quienes recibirán las alertas.
- El software se puede mejorar de tal manera que pueda distribuir las tareas entre los trabajadores y estos pueden registrar directamente la gestión de mantenimiento.

Bibliografía

- AEC. (2017). Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenibilidad>
- Cáceres, O. (11 de Agosto de 2014). *Slidshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/oscarcaceres9862/tecnicas-de-investigacion-entrevista-encuesta-y-observacin>
- Danfo. (2016). Obtenido de <https://www.danfo.com/es/servicios/controles-de-mantenimiento/>
- Del Pino, V. (2017). *MDN web docs*. Obtenido de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Server-side/Django>
- EcuRed. (2016). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de https://www.ecured.cu/T%C3%A9cnicas_de_Recolecci%C3%B3n_de_Informaci%C3%B3n
- e-encuesta. (22 de Abril de 2015). *e-encuesta*. Obtenido de <http://www.e-encuesta.com/blog/2015/tipos-de-pregunta-en-la-encuesta/>
- Eumed. (2012). *enciclopedia virtual*. Obtenido de http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cualitativa.htm6C
- Feli. (07 de agosto de 2015). *Krypton Soluciones para el mantenimiento industrial*. Obtenido de <http://blog.kriptonoil.com/mantenimiento-industrial-preventivo-recomendaciones-y-tareas-a-realizar/>
- Francia, J. (25 de Septiembre de 2017). *Scrum.org*. Obtenido de <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>
- García Garrido, S. (11 de Octubre de 2016). *Blog Reportero Industrial*. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Estimacion-de-la-vida-util-de-una-planta-industrial+115680>
- García Garrido, S. (2016). *Renovetec*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/597-planes-de-mantenimiento/112-planes-de-mantenimiento/303-plan-de-mantenimiento-basado-en-instrucciones-genericas>
- García, D. (7 de Julio de 2016). *Ealde*. Obtenido de <https://www.ealde.es/scrum-fases-proyecto/>
- García, S. (2012). Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. *Renovetec*.
- García, S. (2013). *el plan de mantenimiento*. Obtenido de <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- García, S. (2013). Mantenimiento en Centrales eléctricas. *energiza.org*.

- García, S. (2014). *Renovetec*. Obtenido de <http://mantenimiento.renovetec.com/organizacionygestion/138-mantenimiento-modificativo>
- García, S. (03 de octubre de 2016). *blog reportero industrial*. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Formulas-de-calculo-de-indicadores-de-disponibilidad+115450>
- García, S. (2016). El mantenimiento sistemático, ni eficaz, ni eficiente. *Irim*.
- García, S. (2016). *Renovetec*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- García, S. (08 de septiembre de 2016). *reportero industrial*. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>
- Jesús, I. (3 de Noviembre de 2014). *Blogspot*. Obtenido de <http://mantenimientostandarizado.blogspot.com/>
- Jimenez, A. (24 de Octubre de 2011). *blogspot*. Obtenido de Mantenimiento LA: <https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>
- Lily. (07 de agosto de 2017). *Cosas de Linuxeros*. Obtenido de <http://manjaroymas.cubava.cu/category/django/>
- Lozada, J. (30 de Octubre de 2014). *Dialnet*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=investigacion+aplicada&oq=investigacion+ap&aqs=chrome.1.69i57j0l5.5855j1j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>
- Maquiclick. (14 de junio de 2015). *Maquinas industriales en un click*. Obtenido de <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/importancia-del-mantenimiento-industrial/>
- María, M. (enero de 2013). *Modelo para la optimización del mantenimiento en los sistemas de planta a Diesel usadas para la autogeneración eléctrica*. Maracaibo.
- OBS. (2016). *OBS Business School*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/project-management/roles-eventos-y-artefactos-en-la-metodologia-scrum>
- Octavio. (1 de Diciembre de 2016). *Kerchak*. Obtenido de <https://kerchak.com/que-es-una-central-termoelectrica/>
- oracle. (2017). *oracle*. Obtenido de <https://www.oracle.com/es/mysql/index.html>
- Palacios, J. (2017). Obtenido de <https://jeronimopalacios.com/scrum/>

- Polo, D. (2014). *emprender facil*. Obtenido de <http://www.emprender-facil.com/es/tipos-de-mantenimiento-pyme/#modificativo>
- Polo, D. (2014). *emprender fácil* . Obtenido de <http://www.emprender-facil.com/es/10-pasos-plan-de-mantenimiento/>
- Proyectos ágiles. (2017). *ProyectosÁgiles.org*. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- Rae. (2017). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=OH9tS8F>
- Ramos Vega, C. (6 de Febrero de 2017). *crstinaramosvega.com*. Obtenido de <https://crstinaramosvega.com/los-roles-scrum/>
- Riquelme, M. (2015). *Web y Empresas*. Obtenido de <https://www.webyempresas.com/los-tipos-de-mantenimiento-industrial-2-2/>
- Ros Moreno, A. (11 de marzo de 2014). *Issuu*. Obtenido de https://issuu.com/antonioros/docs/mantenimiento_industrial
- Salazar López, B. (2016). *Ingeniería industrial online.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>
- Scrum manager. (16 de Octubre de 2016). *Scrum Manager*. Obtenido de <https://www.scrummanager.net/bok/index.php?title=Artefactos>
- Softeng. (2017). *Softeng*. Obtenido de <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>
- Sueiro, G. (2012). Obtenido de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/calidad-y-confiabilidad.pdf>
- Villanueva, P. (septiembre de 2017). Obtenido de <http://docplayer.es/52889811-La-necesidad-de-elaborar-un-plan-de-mantenimiento-en-una-instalacion-industrial.html>

ANEXOS

Anexo 1

Entrevista de preguntas abiertas

1. ¿Qué cargo desempeña dentro de la empresa?

Director de mantenimiento.

2. ¿Qué actividades realiza Ud.?

- Asignar trabajos de mantenimiento.
- Dirección, gestión de los equipos de mantenimiento.
- Prevención de riesgos laborales para evitar accidentes.
- Asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de trabajo.
- Planificar los mantenimientos preventivos y correctivos.

3. ¿Cuáles son para Uds. los objetivos de mantenimiento?

Conseguir la ausencia de paradas no planificadas.

4. ¿Para la planta, cuál es el fin de documentar los registros de mantenimientos?

Obtener indicadores que resuman el funcionamiento de los generadores y equipos auxiliares, si estos funcionan de manera correcta o presentan averías constantemente.

5. ¿Cuántos generadores y cuántos equipos existen actualmente?

- 8 generadores.
 - 8 motores generadores de luz eléctrica WARTSILA.
- 20 equipos auxiliares.

- 3 purificadoras de combustible HFO
- 3 purificadora de aceite LO
- 3 calderas
- 3 compresores de aires de instrumentos
- 3 compresores de aires de arranque
- 5 otros equipos

Observación: Se pide una semana antes de que van a dar un mantenimiento para poder detener la producción de un generador.

6. ¿Con cuántos trabajadores consta la planta actualmente?

- 3 eléctricos
- 14 mecánicos
- 4 ayudantes

7. ¿Cuál es el objetivo de realizar el procedimiento de mantenimientos?

Establecer la metodología necesaria para la ejecución coherente, controlada y segura, de las labores de mantenimiento preventivo y correctivo en los diversos equipos de la empresa en el área de Mantenimiento Mecánico. Para asegurar la protección integral de sus empleados y contratistas, sin afectar el medio ambiente.

Este procedimiento aplica a todas las unidades de generación y sistemas auxiliares de Generadora Rocafuerte S.A. Generoca.

8. ¿A quién es aplicable y quién es el responsable el procedimiento de mantenimiento?

Este procedimiento es aplicable a todos los empleados de GENERADORA ROCAFUERTE S.A. GENEROCA. Su ejecución, implementación y actualización es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento Mecánico.

9. ¿Cuáles son los documentos de referencia que manejan para el procedimiento de mantenimiento?

- Reglamento para el Sistema de Auditoria de Riesgos del Trabajo – SART. Resolución C. D. 333.
- Manuales de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la Planta.
 - Rutina de Mantenimiento Preventivo de 500H
 - Rutina de Mantenimiento Preventivo de 1000H
 - Rutina de Mantenimiento Preventivo de 3000H
 - Rutina de Mantenimiento Preventivo de 6000H
 - GEN-F-MM-001A
 - GEN-F-MM-001B
 - GEN-F-MM-001D
 - GEN-F-MM-001E

10. ¿Cuál es la función del proceso de mantenimiento?

La función principal del proceso de Mantenimiento Mecánico es el de asegurar la disponibilidad de los equipos para la producción, por lo tanto,

es necesario medir dicho parámetro, realizando un control del tiempo que un equipo para por avería, versus tiempo total de uso. Es importante mencionar que el programa de Mantenimiento debe estar dentro del presupuesto anual de la empresa, para lo cual se requiere diagnóstico del equipo por condición.

Anexo 2

Preguntas cerradas para el análisis de falencias

SEGMENTACION	PREGUNTAS	RESPUESTA
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	MEJORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	FAVORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?	MEJORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	MEJORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El número de OT de emergencia es bajo?	MEJORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	MUY DESFAVORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	FAVORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	MEJORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	POCO DESFAVORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	POCO DESFAVORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	MUY DESFAVORABLE
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MANTENIMIENTO	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	FAVORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	FAVORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas	FAVORABLE

	órdenes?	
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?	MUY DESFAVORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿El sistema informático supone una carga administrativa excesiva?	MUY DESFAVORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿El sistema informático aporta información útil?	MEJORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿El sistema informático aporta información fiable?	MEJORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?	FAVORABLE
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	MEJORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿El plan de mantenimiento se realiza?	POCO DESFAVORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	POCO DESFAVORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿El número de averías repetitivas es bajo?	POCO DESFAVORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	MEJORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	MEJORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	MEJORABLE
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?	POCO DESFAVORABLE
PLAN DE MANTENIMIENTO	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	MEJORABLE
PLAN DE MANTENIMIENTO	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	FAVORABLE

PLAN DE MANTENIMIENTO	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	MEJORABLE
PLAN DE MANTENIMIENTO	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	FAVORABLE
STOCK DE REPUESTO	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	POCO DESFAVORABLE
STOCK DE REPUESTO	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?	MUY DESFAVORABLE

ANEXO 3

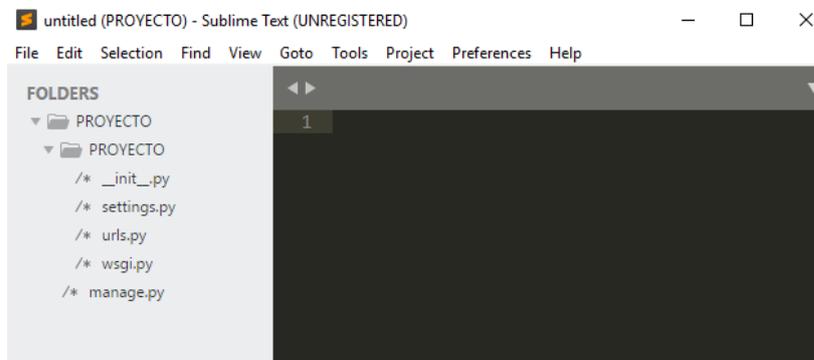
MANUAL TÉCNICO DE CONFIGURACIÓN

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA”

Comenzar un proyecto en Django con el siguiente comando desde el cmd.

```
django-admin startproject PROYECTO
```

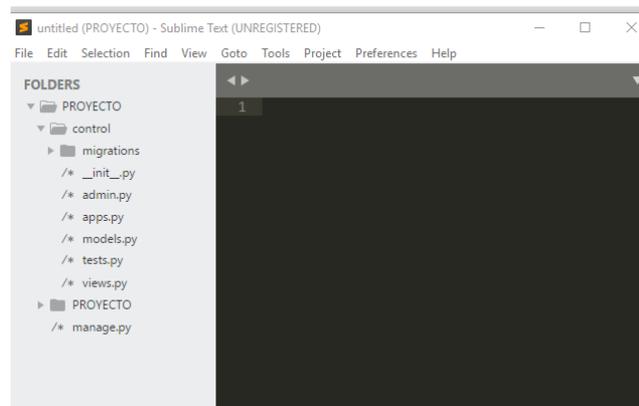
Se crean archivos propios del framework Django



Dentro del proyecto se inicia una aplicación con el siguiente comando desde el cmd.

```
python manage.py startapp control
```

Se crean carpetas para el manejo de la aplicación:



Configurar parámetros de base de datos.

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.db.backends.mysql',
        'NAME': 'MANTENIMIENTO',
        'USER': 'root',
        'PASSWORD': 'P@$myApp',
        'HOST': 'localhost', # Or an IP Address that your DB is hosted on
        'PORT': '3306',
    }
}
```

Crear los modelos para la base de datos

librerías

```
from django.db import models
from django.utils import timezone
from datetime import datetime, timedelta
from django.utils.timezone import now
```

Modelo para los equipos y piezas

```
class Equipo_pieza(models.Model):
    codigo_equipo = models.CharField(max_length=12, unique=True, help_text="", verbose_name='CODIGO')
    nombre_equipo = models.CharField(max_length=50, verbose_name='NOMBRE')
    tipo_eq = models.CharField(max_length=2, choices=(('PZ', 'Pieza'), ('EQ', 'Equipo')), verbose_name='TIPO')
    date_eq = models.DateTimeField(default=timezone.now, verbose_name='FECHA DE REGISTRO')
    padre_eq = models.ForeignKey('self', on_delete=models.CASCADE, null=True, default='null', blank=True, verbose_name='CODIGO EQUIPO')
    def __str__(self):
        return (self.codigo_equipo)
    class Meta:
        verbose_name_plural = 'EQUIPOS Y PIEZAS'
        ordering = ['codigo_equipo']
```

Modelo para los mantenimientos

```

class Mantenimiento(models.Model):
    codigo_mant = models.CharField(max_length=15, help_text="", unique=True)
    nombre_mant = models.CharField(max_length=50, help_text="")
    actividad_mant = models.CharField(max_length=200, help_text="")
    padre_mant = models.ForeignKey('self', on_delete=models.CASCADE, null=True, default='null', blank=True)
    def __str__(self):
        return (self.codigo_mant)
    class Meta:
        verbose_name_plural = 'MANTENIMIENTOS'

```

Modelo para la relación entre mantenimientos y piezas

```

class Mantenimiento_Pieza(models.Model):
    codigo_mantpiz = models.CharField(max_length=17, help_text="", unique=True)
    pieza_mt = models.ForeignKey(Equipo_pieza, on_delete=models.CASCADE)
    mantenimiento_mt = models.ForeignKey(Mantenimiento, on_delete=models.CASCADE)
    frecuencia_mt = models.PositiveSmallIntegerField(default=0)
    fech_prox_mt = models.DateTimeField(default=timezone.now)
    notificar_mt = models.BooleanField(default=True)
    def __str__(self):
        return (self.codigo_mantpiz)
    class Meta:
        verbose_name_plural = 'MANTENIMIENTOS DE PIEZAS'

```

Modelo para los empleados

```

class Empleados(models.Model):
    name_emp = models.CharField(max_length=200)
    email_emp = models.EmailField()
    cargo_emp = models.CharField(max_length=200)
    def __str__(self):
        return self.name_emp
    class Meta:
        verbose_name_plural = 'EMPLEADOS'

```

Modelos para los registros

```

class Registro_mantenimiento(models.Model):
    pieza_mantenimiento = models.ForeignKey(Mantenimiento_Pieza, on_delete=models.CASCADE)
    tipo_rmt = models.CharField(max_length=3, choices=(('CRT', 'Correctivo'),('PRV', 'Preventivo'),))
    fech_ini_rmt = models.DateTimeField('fecha de inicio', default=timezone.now)
    fech_fin_rmt = models.DateTimeField('fecha de finalizacion', default=timezone.now)
    observacion_rmt = models.CharField(max_length=100, help_text="")
    encargados_rmt = models.ManyToManyField(Empleados, blank=True)
    defecto_rmt = models.CharField(max_length=25, help_text="")
    costo_rmt = models.DecimalField(default=0.0, max_digits=6, decimal_places=2)
    def duracion(self):
        dif = self.fech_fin_rmt - self.fech_ini_rmt
        return dif.total_seconds() // 3600
    class Meta:
        verbose_name_plural = 'REGISTRO DE MANTENIMIENTOS'
    def ls(self):
        if self.pieza_mantenimiento.frecuencia_mt > 0:
            horas = self.pieza_mantenimiento.frecuencia_mt
            fechaprox = datetime.now() + timedelta(hours=horas)
            self.pieza_mantenimiento.fech_prox_mt = fechaprox
        else:
            fechaprox = datetime.now()
        return str(self.pieza_mantenimiento.fech_prox_mt)

```

Realizamos las migraciones a la base de datos con el siguiente comando desde el cmd.

```
$ python manage.py migrate
```

```

# Generated by Django 2.0 on 2017-12-26 22:21
from django.db import migrations, models
import django.db.models.deletion
import django.utils.timezone

class Migration(migrations.Migration):
    initial = True
    dependencies = [
    ]
    operations = [
        migrations.CreateModel(
            name='Empleados',
            fields=[
                ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
                ('name_emp', models.CharField(max_length=200)),
                ('email_emp', models.EmailField(max_length=254)),
                ('cargo_emp', models.CharField(max_length=200)),
            ],
        ),
        migrations.CreateModel(
            name='Equipo_pieza',
            fields=[
                ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
                ('config_equipo', models.CharField(max_length=100, unique=True)),
                ('nombre_equipo', models.CharField(max_length=50)),
                ('tipo_eq', models.CharField(choices=(('P2', 'Pieza'), ('EQ', 'Equipo')), max_length=3)),
                ('date_eq', models.DateTimeField(default=django.utils.timezone.now)),
                ('padre_eq', models.ForeignKey(blank=True, default='null', null=True, on_delete=django.db.models.deletion.CASCADE, to='Empleados')),
            ],
        ),
        migrations.CreateModel(
            name='Mantenimiento_Pieza',

```

Librerías

```

from django.db import migrations, models
import django.db.models.deletion
import django.utils.timezone

```

Migración del modelo Empleados

```

class Migration(migrations.Migration):

    initial = True

    dependencies = []

    operations = [
        migrations.CreateModel(
            name='Empleados',
            fields=[
                ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
                ('name_emp', models.CharField(max_length=200)),
                ('email_emp', models.EmailField(max_length=254)),
                ('cargo_emp', models.CharField(max_length=200)),
            ],
        ),
    ]

```

Migración del modelo Equipo pieza

```

migrations.CreateModel(
    name='Equipo_pieza',
    fields=[
        ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
        ('codigo_equipo', models.CharField(max_length=10, unique=True)),
        ('nombre_equipo', models.CharField(max_length=50)),
        ('tipo_eq', models.CharField(choices=[('PZ', 'Pieza'), ('EQ', 'Equipo')], max_length=2)),
        ('date_eq', models.DateTimeField(default=django.utils.timezone.now)),
        ('padre_eq', models.ForeignKey(blank=True, default='null', null=True, on_delete=django.db.models.deletion.CASCADE, to='control.Equipo_pieza')),
    ],
)

```

Migración del modelo Mantenimiento

```

migrations.CreateModel(
    name='Mantenimiento',
    fields=[
        ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
        ('codigo_mant', models.CharField(max_length=15, unique=True)),
        ('nombre_mant', models.CharField(max_length=50)),
        ('actividad_mant', models.CharField(max_length=200)),
        ('padre_mant', models.ForeignKey(blank=True, default='null', null=True, on_delete=django.db.models.deletion.CASCADE, to='control.Mantenimiento')),
    ],
)

```

Migración del modelo Mantenimiento de las piezas

```

migrations.CreateModel(
    name='Mantenimiento_Pieza',
    fields=[
        ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
        ('codigo_mantpiz', models.CharField(max_length=15, unique=True)),
        ('frecuencia_mt', models.PositiveSmallIntegerField(default=0)),
        ('fech_prox_mt', models.DateTimeField(default=django.utils.timezone.now)),
        ('notificar_mt', models.BooleanField(default=True)),
        ('mantenimiento_mt', models.ForeignKey(on_delete=django.db.models.deletion.CASCADE, to='control.Mantenimiento')),
        ('pieza_mt', models.ForeignKey(on_delete=django.db.models.deletion.CASCADE, to='control.Equipo_pieza')),
    ],
)

```

Migración del modelo Registro de mantenimientos

```
migrations.CreateModel(
    name='Registro_mantenimiento',
    fields=[
        ('id', models.AutoField(auto_created=True, primary_key=True, serialize=False, verbose_name='ID')),
        ('tipo_rmt', models.CharField(choices=[('CRT', 'Correctivo'), ('PRV', 'Preventivo')], max_length=3)),
        ('fech_ini_rmt', models.DateTimeField(default=django.utils.timezone.now, verbose_name='fecha de inicio')),
        ('fech_fin_rmt', models.DateTimeField(default=django.utils.timezone.now, verbose_name='fecha de finalizacion')),
        ('observacion_rmt', models.CharField(max_length=25)),
        ('defecto_rmt', models.CharField(max_length=25)),
        ('costo_rmt', models.DecimalField(decimal_places=2, default=0.0, max_digits=6)),
        ('encargados_rmt', models.ManyToManyField(to='control.Empleados')),
        ('pieza_mantenimiento', models.ForeignKey(on_delete=django.db.models.deletion.CASCADE, to='control.Mantenimiento_Pieza')),
    ],
),
```

Al momento de migrar los modelos a la base de datos Django tiene por defecto un módulo de login por lo que luego se crea las credenciales para el administrador.

```
$ python manage.py createsuperuser
```

Django tiene un módulo de administrador en la cual presentaremos los modelos para esto debemos de decirle a Django cómo será el comportamiento de los modelos y los formularios de los modelos.

librerías

```
from django.contrib import admin
from .models import Equipo_pieza,Mantenimiento,Mantenimiento_Pieza,Empleados,Registro_mantenimiento
# Register your models here
```

Migraciones de cada modelo.

```
class Mantenimiento_PiezaInline(admin.TabularInline):
    model = Mantenimiento_Pieza
    classes = ['collapse']
    extra = 1
class Equipo_piezaAdmin(admin.ModelAdmin):
    fieldsets = [
        (None, {'fields': ['codigo_equipo','nombre_equipo','tipo_eq','padre_eq']}),
        ('Date information', {'fields': ['date_eq'], 'classes': ['collapse']}),
    ]
    inlines = [Mantenimiento_PiezaInline]
    list_display = ('codigo_equipo','nombre_equipo', 'tipo_eq','padre_eq')
    search_fields = ['codigo_equipo']
    readonly_fields = ('date_eq',)
    list_per_page=10
    list_filter=('tipo_eq',)
```

```

class Registro_mantenimientoInline(admin.TabularInline):
    model = Registro_mantenimiento
    extra = 1
    classes = ['collapse']
class Mantenimiento_Pieza_Admin(admin.ModelAdmin):
    model=Mantenimiento
    fieldsets = [
        (None, {'fields': ['codigo_mantpiz', 'pieza_mt', 'mantenimiento_mt', 'frecuencia_mt', 'fech_prox_mt', 'notificar_mt']}),
    ]
    inlines = [Registro_mantenimientoInline]
    readonly_fields = ('codigo_mantpiz', 'pieza_mt', 'mantenimiento_mt', 'frecuencia_mt', 'fech_prox_mt', 'notificar_mt',)
    #Registro_mantenimientoInline.can_delete=False
    Mantenimiento_PiezaInline.can_delete=False
    list_display = ['pieza_mt', 'mantenimiento_mt', 'codigo_mantpiz']
    search_fields = ['codigo_mantpiz']
    list_per_page=10

```

```

class MantenimientoAdmin(admin.ModelAdmin):
    model=Mantenimiento
    fieldsets = [
        (None, {'fields': ['codigo_mant', 'nombre_mant', 'actividad_mant']}),
        ('Date information', {'fields': ['padre_mant'], 'classes': ['collapse']}),
    ]
    # inlines = [Mantenimiento_PiezaInline]
    list_display = ['codigo_mant', 'nombre_mant', 'actividad_mant', 'padre_mant',]
    search_fields = ['codigo_mant']
    list_per_page=10
    list_filter=('actividad_mant', 'padre_mant',)

```

```

class Registro_mantenimientoAdmin(admin.ModelAdmin):
    model=Registro_mantenimiento
    fieldsets = [
        (None, {'fields': ['pieza_mantenimiento', 'tipo_rmt', 'fech_ini_rmt', 'fech_fin_rmt', 'observacion_rmt']}),
        ('Date information', {'fields': ['encargados_rmt', 'defecto_rmt', 'costo_rmt'], 'classes': ['collapse']}),
    ]
    # inlines = [Mantenimiento_PiezaInline]
    list_display = ('pieza_mantenimiento', 'fech_ini_rmt', 'duracion', 'ls')
    search_fields = ['pieza_mantenimiento']
    list_filter=('fech_ini_rmt',)
    list_per_page=10

```

```

admin.site.register(Mantenimiento, MantenimientoAdmin)
admin.site.register(Equipo_pieza, Equipo_piezaAdmin)
admin.site.register(Registro_mantenimiento, Registro_mantenimientoAdmin)
admin.site.register(Mantenimiento_Pieza, Mantenimiento_Pieza_Admin)
admin.site.register(Empleados)

```

Independiente a los modelos tenemos templates propias para mostrar los indicadores.

Base.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>{% block title%}DOCUMENT{%endblock%}</title>
</head>
<body>
  {%block header%}
  <h4>INDICADORES GENEROCA DE EQUIPOS GENERADORES DE LUZ ELECTRICA</h4>
  {%endblock%}
  {%block content%}
  <h4></h4>
  {%endblock%}
  {%block footer%}
  <h4></h4>
  {%endblock%}
</body>
</html>
```

Css

```
<!-- Latest compiled and minified CSS -->
<link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstrap.min.css">
```

js

```
<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.2.1/jquery.min.js"></script>
<script src="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/js/bootstrap.min.js"></script>
```

Equipos_list.html

```

{%extends 'base/base.html'%}
{%block content%}
<table>
  <thead>
    <tr>
      <td>CODIGO DE EQUIPO</td>
      <td>NUMERO DE FALLOS</td>
      <td>TIEMPO DE REPARACION</td>
      <td>TIEMPO TOTAL</td>
      <td>DISPONIBILIDAD</td>
      <td>FIABILIDAD</td>
      <td>MANTENIBILIDAD</td>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
    {%if equipos%}
    {%for equipo in equipos%}
    <tr>
      <td>{{equipo.codigo}}</td>
      <td>{{equipo.numero}}</td>
      <td>{{equipo.TIEMPO_FALLO}}</td>
      <td>{{equipo.TIEMPO_TOTAL}}</td>
      <td>{{equipo.DISPONIBILIDAD}} %</td>
      <td>{{equipo.FIABILIDAD}} H </td>
      <td>{{equipo.MANTENIBILIDAD}} H</td>
    </tr>
    {%endfor%}
    {%else%}
    <h1>NO HAY REGISTROS</h1>
    {%endif%}
  </tbody>
</table>
{%endblock%}

```

Para ello se realizó la captura de información de la base de datos mediante una views y los controladores.

Librerías

```

from django.shortcuts import render
from django.http import HttpResponse
from .models import Registro_mantenimiento
from django.db import connection

```

La consulta SQL para la obtención de la información a la base de datos

```

query=""SELECT
  reg.id,COUNT(*) as numero,
  ROUND(SUM(TIMESTAMPDIFF(MINUTE,
    fech_ini_rmt,
    fech_fin_rmt) / 60), 2) AS TIEMPO_FALLO,

  |
  TIMESTAMPDIFF(HOUR,
    MIN(fech_ini_rmt),
    MAX(fech_fin_rmt)) AS TIEMPO_TOTAL,

  ROUND((TIMESTAMPDIFF(HOUR,
    MIN(fech_ini_rmt),
    MAX(fech_fin_rmt)) - (ROUND(SUM(TIMESTAMPDIFF(MINUTE,
    fech_ini_rmt,
    fech_fin_rmt) / 60), 2)))/TIMESTAMPDIFF(HOUR,
    MIN(fech_ini_rmt),
    MAX(fech_fin_rmt))*100,2) AS DISPONIBILIDAD,

  ROUND((TIMESTAMPDIFF(HOUR,
    MIN(fech_ini_rmt),
    MAX(fech_fin_rmt)) - (ROUND(SUM(TIMESTAMPDIFF(MINUTE,
    fech_ini_rmt,
    fech_fin_rmt) / 60), 2)))/COUNT(*),2) AS FIABILIDAD,

  ROUND(ROUND(SUM(TIMESTAMPDIFF(MINUTE,
    fech_ini_rmt,
    fech_fin_rmt) / 60), 2)/COUNT(*),2) AS MANTENIBILIDAD,

  (SELECT
    CASE tipo_eq
      WHEN
        'EQ'
      THEN
        (SELECT
          b.codigo_equipo
          FROM
            control_equipo_pieza AS b
          WHERE
            b.id = a.id)
      WHEN
        'pz'
      THEN
        (SELECT
          b.codigo_equipo
          FROM
            control_equipo_pieza AS b
          WHERE
            b.id = a.padre_eq_id)
      END AS EQUIPO
    FROM
      control_equipo_pieza AS a
    WHERE
      a.id = mt_pz.pieza_mt_id) AS codigo
FROM
  control_registro_mantenimiento AS reg,
  control_mantenimiento_pieza AS mt_pz
WHERE

```

Envío de información obtenida al template equipos_list.html

```
def dato(request):  
    equipo =Registro_mantenimiento.objects.raw(query)  
    contexto={'equipos':equipo}  
    return render(request,'mant/equipos_list.html',contexto)
```

Para que podamos acceder a la paginas web utilizamos las urls.

```
from django.urls import path  
  
from . import views  
from .samples import static_json_example  
  
urlpatterns = [  
    path('', views.catalogue, name='cata'),  
    path('listar', views.dato, name='listar'),  
    path('static-json-example', static_json_example.chart, name='chart'),  
]
```

Para ejecutar la aplicación lo realizamos con el siguiente comando desde el cmd.

```
$ python manage.py runserver
```

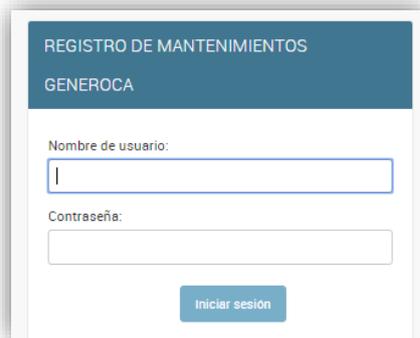
Anexo 4

Manual técnico

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS DE GENERADORES Y EQUIPOS AUXILIARES DE UNA PLANTA TÉRMICA”

INICIO DE SESIÓN

Para acceder al sistema de registro de mantenimientos es necesario contar con credenciales proporcionadas por el administrador, esto ayuda a restringir el acceso a la página aumentando la seguridad de la información Django nos brinda este módulo de autenticación.



The image shows a login form titled "REGISTRO DE MANTENIMIENTOS GENEROCA". It features two input fields: "Nombre de usuario:" and "Contraseña:". Below the fields is a blue button labeled "Iniciar sesión".

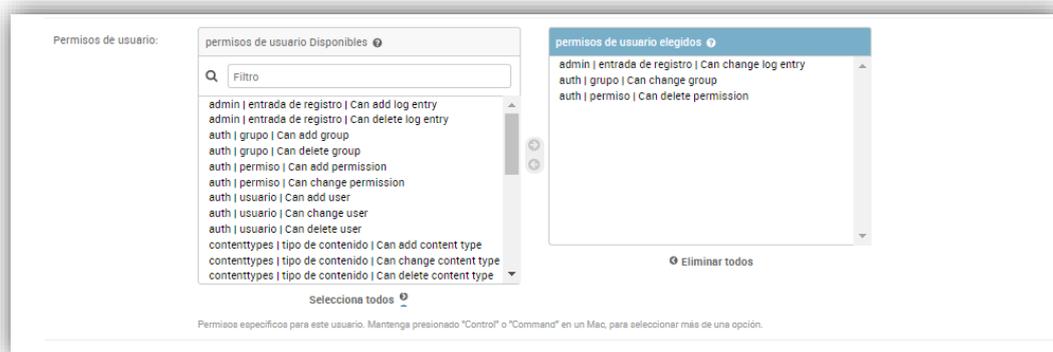
MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN

La administración de la autenticación está dividida en usuarios y grupos para poder dar privilegios y permisos.



Dar roles y permisos

El administrador es el encargado de configurar los accesos de las páginas que tienen los usuarios, unirlos por grupo y darle privilegios dependiendo de las tareas asignadas a cada trabajador.



MÓDULO DE INFORMACIÓN GENERAL

En este módulo encontraremos la información de los permisos para agregar, modificar y eliminar, lo cual dependerá de los permisos otorgados por el administrador.



MÓDULO DE MANTENIMIENTOS

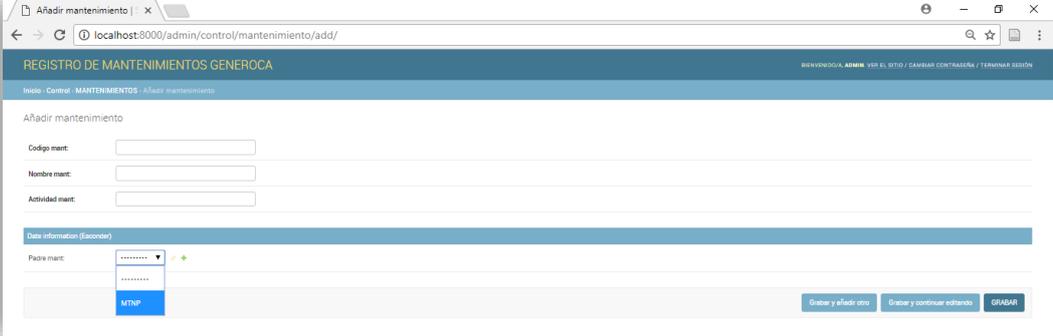


En este módulo, se puede buscar por código de mantenimiento, añadir un nuevo mantenimiento, filtrar por tipos de mantenimientos, los mantenimientos no se pueden repetir solo existe un único mantenimiento por su descripción y pueden ser compartidos con varios equipos, es decir varios equipos pueden tener un mismo código de mantenimiento.

AGREGAR MANTENIMIENTOS

El contenido de los mantenimientos es corto y requiere una breve descripción las cuales son: código del mantenimiento, nombre del mantenimiento y la actividad que se realizará.

También, puede ser parte de otro mantenimiento el cual se llama padre mantenimiento varios mantenimientos pueden ser parte de otro mantenimiento general.

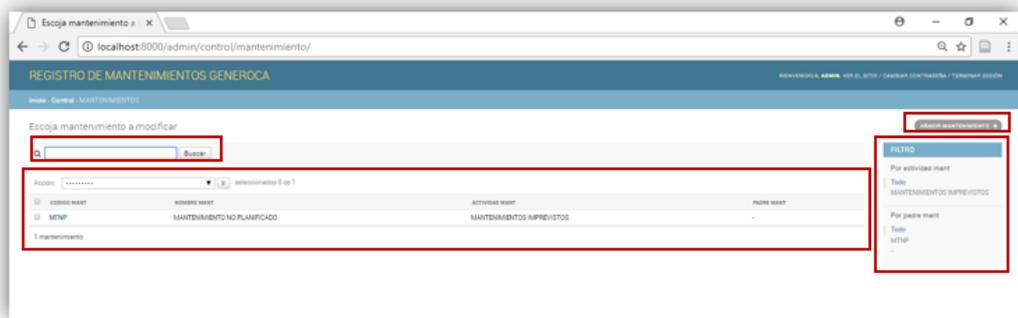


The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:8000/admin/control/mantenimiento/add/`. The page title is "REGISTRO DE MANTENIMIENTOS GENEROCA". The breadcrumb trail is "Inicio > Control > MANTENIMIENTOS > Añadir mantenimiento". The page content includes a form titled "Añadir mantenimiento" with the following fields: "Codigo mant:" (text input), "Nombre mant:" (text input), "Actividad mant:" (text input), and "Padre mant:" (dropdown menu). Below the "Padre mant:" field is a blue button labeled "MTP". At the bottom right of the form are three buttons: "Grabar y añadir otro", "Grabar y continuar editando", and "GRABAR". The top right corner of the page contains the text "BIENVENIDA ADMIN VUELVE AL SITIO / CAMBIAR CONTRASEÑA / TERMINAR SESIÓN".

MODIFICAR MANTENIMIENTOS

Dependiendo de los permisos otorgados por el administrador de la aplicación, se puede modificar el contenido de los mantenimientos.

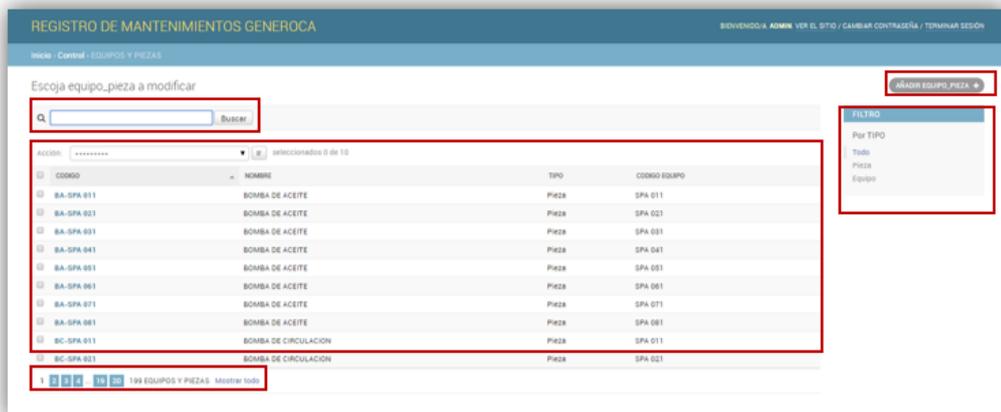
Gráfico



MÓDULO DE EQUIPOS Y PIEZAS



En este módulo se encuentra la información de piezas y equipos a las cuales se le dan mantenimientos, cada pieza tiene registro del equipo al que pertenece. Se pueden realizar búsquedas por código de pieza o equipo se pueden filtrar por el tipo, sea este un equipo o una pieza, adicionalmente, se puede agregar un nuevo equipo al sistema.



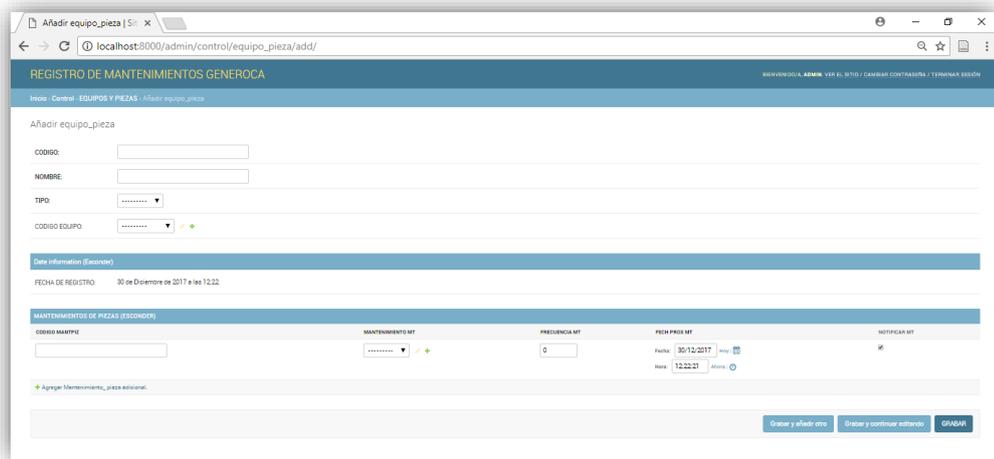
BÚSQUEDA DE EQUIPOS POR CÓDIGO

Los equipos registrados en el sistema tienen un código único, las cuales ayudan a realizar búsquedas de manera rápida.



AGREGAR PIEZAS Y EQUIPOS

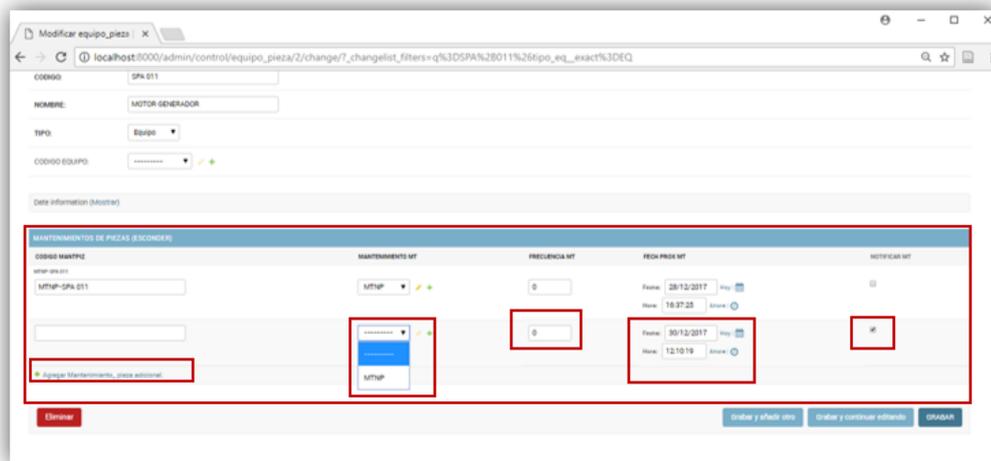
Al agregar un nuevo equipo se colocará la siguiente información: código del equipo, nombre del equipo, tipo (equipo o pieza), si es una pieza se tiene que especificar de qué equipo es la pieza, la fecha del registro se tomará automáticamente sin opción a modificar.



AGREGAR MANTENIMIENTOS A EQUIPOS Y PIEZAS

En la parte inferior, encontramos unido el módulo de mantenimiento de piezas, en el cual se puede definir los mantenimientos que se van a realizar en dicha pieza o equipo, los cuales pueden ser varios. Para ello, se debe colocar un código único e irrepetible.

A continuación, se presenta un listado de los códigos de mantenimientos que tiene el sistema los cuales se mencionaron anteriormente en el módulo de mantenimientos, lo siguiente es definir cada cuanto hora requerimos que nos alerte o nos notifique vía mail este mantenimiento en este equipo, la fecha de notificación la podemos modificar a nuestra conveniencia y por último tiene la opción si se requiere que se notifique o no.



TAREAS ASIGNADAS AUTOMÁTICAMENTE ENVIADAS AL MAIL

La información almacenada en la base de datos, en el módulo mantenimientos de piezas y equipos que se encuentran en el módulo de piezas y equipos, contiene un campo que indica la fecha del próximo mantenimiento que se realizará al equipo o pieza este a su vez contiene un código único para poder registrarlo, este código se enviará por correo al encargado de la gestión de mantenimientos. Esta tarea de envío es automático y se tiene que fijar una hora para programar la tarea.

TAREAS ASIGNADAS PARA EL 31/12/17

CODIGOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTOS PARA EL DIA DE HOY

[IR A LA PAGINA](#)

CODIGO DE MANTENIMIENTO	NOMBRE PIEZA	CODIGO PIEZA	FECHA MANTENIMIENTO
MTNP-SPA 011	MOTOR GENERADOR	SPA 011	2017-12-31 21:37:25
MTNP-BC-SPA 011	BOMBA DE CIRCULACION	BC-SPA 011	2017-12-31 21:37:25

MANTENIMIENTOS URG

CODIGO DE MANTENIMIENTO	NOMBRE PIEZA	CODIGO PIEZA	FECHA MANTENIMIENTO
MTNP-RP-SPA 011	BOMBA DE PRELUBRICACION	BP-SPA 011	2017-12-30 21:37:25
MTNP-MAA-SPA 011	MOTOR DE ARRANQUE A	MAA-SPA 01	2017-12-30 21:37:25
MTNP-MAB-SPA 011	MOTOR DE ARRANQUE B	MAB-SPA 01	2017-12-28 21:37:25
MTNP-BI-SPA 011	BOMBA DE INYECCION	BI-SPA 011	2017-12-28 21:37:25
MTNP-IY-SPA 011	INYECTORES	IY-SPA 011	2017-12-29 21:37:25
MTNP-PB-SPA 011	PATA DE BIELA	PB-SPA 011	2017-12-28 21:37:25

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

El mensaje enviado por mail tiene una tabla la cual contiene un código con la URL de la página para el registro de mantenimientos y re direcciona dicha página para optimizar el trabajo.

En este módulo se visualiza la información del código del equipo o la pieza, el código del mantenimiento que se realiza a dicho equipo las horas que tiene previsto realizar el próximo mantenimiento.

En este módulo se integra el módulo de registros de mantenimientos en la cual se pueden agregar nuevos registros y se coloca la siguiente información.

Tipo de mantenimiento: Selección de tipo (correctivo o preventivo).

Fecha de inicio: Fecha en que se inicia el mantenimiento.

Fecha de finalización: Fecha en que finaliza el mantenimiento.

Observación: Cualquier imprevisto o anomalías que se encuentren en el equipo o pieza antes de realizar el mantenimiento.

Encargados: Se despliega una lista de los empleados registrados en el sistema para poder identificar quienes realizaron el mantenimiento.

Defecto: Esta información es importante en un mantenimiento correctivo sirve para realizar un análisis estadístico e identificar las fallas con más frecuencias.

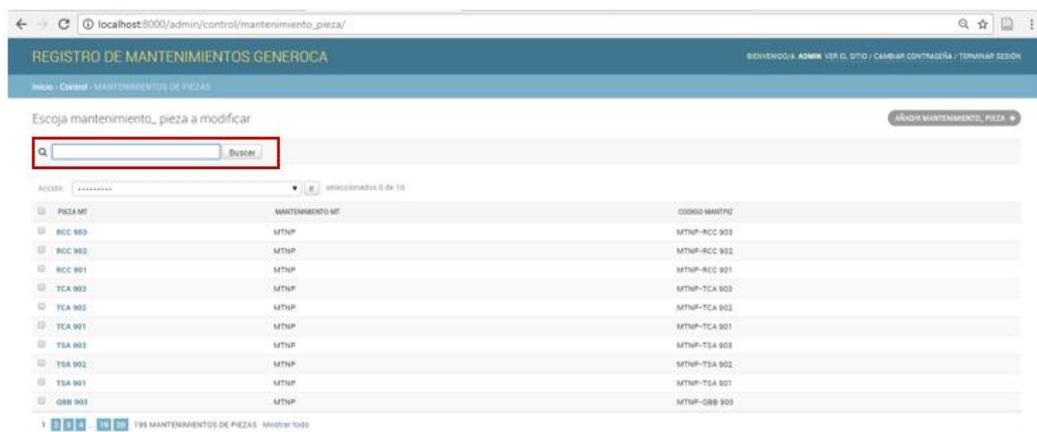
TIPO RMT	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION	OBSERVACION RMT	ENCARGADOS RMT #	DEFECTO RMT	COSTO RMT	ELABORAR
Correctivo	30/01/2018	30/01/2018	Salida forzada por falta en módulo 1 de purif	JUAN SANTOS	Combustible	58.00	
Correctivo	11/02/2018	12/02/2018	Cambio de enfriador de aire de carga	JUAN SANTOS	Enfriador de aire de carg	54.00	

BÚSQUEDA DE MANTENIMIENTOS POR CÓDIGO

Si se prefiere asignar el código a un trabajador para que este registre el mantenimiento, tiene que ingresar al sistema e ingresar al módulo de mantenimientos de piezas, la cual permite buscar por código en este caso el código enviado por mail.



Búsqueda de mantenimiento por código



REPORTE DE INDICADORES

El módulo reporte de indicadores recoge la información almacenada en cada mantenimiento correctivo y la consolida para tener una visión general de cuáles son los indicadores de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y la suma totales de actividad y tiempos de reparos.



INDICADORES GENEROCA DE EQUIPOS GENERADORES DE LUZ ELECTRICA

CODIGO DE EQUIPO	NUMERO DE FALLOS	TIEMPO DE REPARACION	TIEMPO TOTAL	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SPA 051	2	3,00	313	99,04 %	155,00 H	1,50 H
SPA 011	14	38,00	6218	99,39 %	441,43 H	2,71 H
SPA 071	25	173,40	7177	97,58 %	280,14 H	6,94 H
SPA 061	28	225,60	6864	96,71 %	237,09 H	8,06 H
SPA 081	21	273,10	5952	95,41 %	270,42 H	13,00 H
SPA 031	21	361,50	7054	94,88 %	318,69 H	17,21 H
SPA 021	11	190,40	6456	97,05 %	569,60 H	17,31 H
SPA 041	13	437,00	6696	93,47 %	481,46 H	33,62 H

ANÁLISIS DEL VALOR DE LOS INDICADORES

DISPONIBILIDAD: Para la disponibilidad se considera la suma de los tiempos de paradas por mantenimientos imprevistos (correctivos) y el tiempo de operación, el resultado es expresado en porcentaje e indica la probabilidad de que el equipo pueda ser utilizado para cumplir las tareas.

$$D = \frac{\text{TIEMPO TOTAL} - \text{TIEMPO DE PARADAS}}{\text{TIEMPO TOTAL}} * 100\%$$

FIABILIDAD: Para la fiabilidad se considera la resta de las sumas del tiempo total y los tiempos de paradas por mantenimientos imprevistos (correctivos) entre la cantidad de paradas que tuvo el equipo, el resultado es expresado en horas e indica el tiempo promedio que puede operar el equipo sin interrupciones dentro de un periodo considerado.

$$F = \frac{\text{TIEMPO TOTAL} - \text{TIEMPO DE PARADAS}}{\text{NUMERO DE PARADAS}} * 1H$$

MANTENIBILIDAD: Para la mantenibilidad se considera la suma de los tiempos de paradas por mantenimientos imprevistos (correctivos) entre la cantidad de paradas que tuvo el equipo, el resultado es expresado en horas e indica un tiempo estimado en que el equipo estará sin funcionamiento debido a un mantenimiento correctivo.

$$M = \frac{\text{TIEMPO DE PARADAS}}{\text{NUMERO DE PARADAS}} * 1H$$