



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA LÁCTEA TANILACT.

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autores:

Macas Poma Deicy Beatriz

Tuquerres Mosquera Erika Amparo

Tutor académico:

Ing. MSc. Benjamín Belisario Chávez Ríos

LATACUNGA-ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Deicy Beatriz Macas Poma con número de cédula 110588396-9, y Erika Amparo Tuquerres Mosquera con número de cédula 172467751-1, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “ **Diseño de un plan de mantenimiento productivo en el área de servicios industriales en la empresa láctea Tanilact**”, siendo Ing. MSc Benjamín Belisario Chávez Ríos tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Marzo 2022

Deicy Beatriz Macas Poma

C.I. 110588396-9

Erika Amparo Tuquerres Mosquera

C.I. 172467751-1



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de director del trabajo de investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA LÁCTEA TANILACT”, de Deicy Beatriz Macas Poma y Erika Amparo Tuquerres Mosquera, postulantes de la Carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo 2022

F. 
Ing.M.Sc. Benjamín Belisario Chávez Ríos

CI: 1716760374



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, los postulantes: **Macas Poma Deicy Beatriz, Tuquerres Mosquera Erika Amparo** con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA LÁCTEA TANILACT”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, marzo del 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. MSc. Lilian Cervantes
CC: 1757274376

Lector 2
Ing. MSc. Xiomara Zambrano
CC: 1313058453

Lector 3
Ing. MSc Cristian Eugenio
CC: 172372747-3

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por sus bendiciones, por darme salud y bienestar lo cual me permitió culminar con éxito este proyecto investigativo.

Agradezco a mis padres por ser las personas que me brindan cariño y apoyo incondicional, por motivarme con sus buenos consejos a salir adelante y por creer en mí en todo momento.

A mis hermanos por ser mis confidentes y cómplices, por el cariño brindado y el apoyo suficiente en todos los momentos de mi vida.

Deicy Macas.

AGRADECIMIENTO.

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado salud, bienestar, sabiduría y fuerza siendo parte indispensable en esta trayectoria la que ha sido culminada.

Agradezco a mis padres por darme la oportunidad de vivir, siendo mi guía, mi refugio, mi fortaleza durante toda mi vida y por haberme brindado el privilegio de continuar con mis estudios para llegar hoy a ser un profesional.

También agradezco a mis hermanos los cuales son una fuente de inspiración y han sido el apoyo para seguir adelante y no desfallecer a la mitad del camino.

Erika Tuquerres

DEDICATORIA.

El presente proyecto de investigación va dedicado a mis padres por ser mi sustento, mi aliento, los forjadores de mis valores como persona y mi ejemplo vivo de superación.

A mis hermanos y familiares por su apoyo y cariño, que me vieron en la lucha continua de este sueño para que tengan en mente que todos podemos alcanzar nuestros objetivos con perseverancia y esfuerzo.

Deicy Macas.

DEDICATORIA.

Dedico este proyecto a Dios, ya que sin él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas.

A mis padres, por creer siempre en mí, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, por siempre tener un consejo, un abrazo, una mirada y una palabra precisa en los momentos más difíciles de mi carrera y de mi vida, porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Este triunfo es el resultado de todo lo que me han enseñado, ya que siempre han sido unas personas honestas, justas y entregadas a sus trabajos, pero más que todo, son unas grandes personas que siempre han podido salir adelante. Es por eso que hoy les dedico mi proyecto de titulación, por lo que valen y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos, que a pesar de la distancia siempre con su amor me han enseñado a salir adelante. Por estar en otro momento importante de mi vida.

Erika Tuquerres.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. EL PROBLEMA	2
2.1.1. Situación Problémica.....	2
2.1.2. Formulación del problema.....	3
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	3
2.2.1. Objeto de estudio.....	3
2.2.2. Campo de acción	3
2.3. BENEFICIARIOS	3
2.3.1. Beneficiarios directos	3
2.3.2. Beneficiarios indirectos	4
2.4. JUSTIFICACIÓN.....	4
2.5. HIPÓTESIS	4
2.6. OBJETIVOS.....	4
2.6.1. General	4

2.6.2.	Específicos.....	4
2.7.	SISTEMA DE TAREAS	6
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
3.1.	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	7
3.2.	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	7
3.3.	FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	8
3.3.1.	Funciones primarias del mantenimiento.....	8
3.3.2.	Funciones secundarias del mantenimiento	8
3.4.	SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	9
3.4.1.	Mantenimiento correctivo	9
3.4.2.	Mantenimiento Preventivo	10
3.4.3.	Mantenimiento Predictivo	10
3.4.4.	Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.).....	10
3.5.	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA FIABILIDAD (RCM)	11
3.6.	ENFOQUE DEL MANTENIMIENTO.....	11
3.7.	NECESIDAD DE UN MANTENIMIENTO ORGANIZADO.....	12
3.8.	REVELAMIENTO Y EVALUACIÓN INICIAL.....	13
3.8.1.	Inventario de equipos	13
3.8.2.	Clasificación e identificación de los equipos	13
3.8.3.	Clasificación de los equipos. Prioridad de fallas.....	14
3.8.4.	Tipos de fallas	14
3.8.5.	Inspección de la falla	14
3.9.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	15
3.9.1.	Disponibilidad	15
3.9.2.	Fiabilidad.....	15
3.9.3.	Costo.....	16
3.9.4.	Medio Ambiente.....	16
3.10.	CALIDAD EN MANTENIMIENTO.....	16
3.11.	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	16
3.11.1.	Niveles de mantenimiento	17

3.12.	MANTENIBILIDAD	17
3.13.	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO.....	18
3.14.	PLAN DE MANTENIMIENTO	18
3.14.1.	Frecuencia de actividades del mantenimiento.....	18
3.14.2.	Orden de trabajo en mantenimiento	18
3.14.3.	Fichas técnicas.....	19
3.15.	CRITICIDAD EN MANTENIMIENTO.....	19
3.15.1.	Consideraciones a tener en cuenta.....	20
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	21
4.2.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	21
4.2.1.	Observación.....	21
4.2.2.	De campo.....	21
4.2.3.	Entrevista.....	21
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	22
5.1.	EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	22
5.1.1.	Descripción del área de servicios industriales.....	22
5.1.2.	Fichas técnicas de la maquinaria	30
5.1.3.	Inventario técnico de la maquinaria.	31
5.1.4.	Estado técnico actual de las máquinas	32
5.1.5.	Revisión de historial de mantenimiento	40
5.1.6.	Necesidad de mejora	42
5.2.	DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	42
5.2.1.	Clasificación de la maquinaria según su prioridad y ubicación en el proceso productivo.....	42
5.2.2.	Determinación de tareas de mantenimiento requeridas por maquinaria y su frecuencia	45
5.2.3.	Desarrollo del plan maestro de mantenimiento preventivo anual	47
5.2.4.	Desarrollo de instructivo de trabajo	48

5.3.	DESARROLLO DE PROGRAMA PARA LA GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	53
5.3.1.	Requisitos para el funcionamiento del software.....	53
5.3.2.	Manual de usuario	53
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
6.1.	CONCLUSIONES.....	60
6.2.	RECOMENDACIONES	61
7.	BIBLIOGRAFÍA	62
8.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Beneficiarios directos	3
Tabla 2.2. Sistema de tareas	6
Tabla 3.1. Variables fundamentales.	7
Tabla 3.2. Valores asignados a la probabilidad y gravedad de ocurrencia de una falla.	14
Tabla 3.3 Niveles del mantenimiento y elementos correspondientes.	17
Tabla 5.1. Ficha técnica del compresor SCR30M	30
Tabla 5.2. Ficha técnica del compresor Emerson 3hp	30
Tabla 5.3. Ficha técnica del caldero 100 BHP	31
Tabla 5.4. Sistema de agua natural	31
Tabla 5.5. Sistema de aire comprimido	32
Tabla 5.6. Sistema de vapor de agua	32
Tabla 5.7. Sistema de agua helada.....	32
Tabla 5.8. Sistema de energía eléctrica	32
Tabla 5.9. Sistema y refacciones Caldero 100 BHP.....	33
Tabla 5.10. Sistema y refacciones Caldero 80 BHP	34
Tabla 5.11. Sistema y refacciones Caldero 200 BHP.....	34
Tabla 5.12 Sistema y refacciones Caldero 200 BHP	35
Tabla 5.13 Sistema de refacciones del ablandador de agua natural	35
Tabla 5.14. Sistemas de refacciones del filtrado de agua natural	35
Tabla 5.15. Sistema de refacciones generador eléctrico Caterpillar.....	36
Tabla 5.16. Sistema de refacciones Compresor SCR40	37
Tabla 5.17. Sistema de refacciones Compresor SCR30M.....	37
Tabla 5.18. Sistemas y refacciones compresor de banco de hielo.....	37
Tabla 5.19. Sistemas y refacciones compresor de banco de hielo.....	38
Tabla 5.20. Sistema y refacciones Transformador	38
Tabla 5.21. Sistema de refacciones Secador.....	39
Tabla 5.22. Historial de mantenimiento de sistema de generación de vapor	40
Tabla 5.23. Historial de mantenimiento del sistema de generación de electricidad.....	40
Tabla 5.24. Historial de mantenimiento del sistema de generación de agua helada	41
Tabla 5.25 Historial de mantenimiento del sistema de aire comprimido	41
Tabla 5.26. Categorización de maquinaria	42
Tabla 5.27. Categorización de maquinaria	43

Tabla 5.28. Matriz de riesgos	44
Tabla 5.29. Clasificación y priorización de riesgo	44
Tabla 5.30 Clasificación y priorización de riesgo	45
Tabla 5.31. Actividades de mantenimiento y sus frecuencias	45
Tabla 5.32 Actividades de mantenimiento y sus frecuencias	46
Tabla 5.33 Plan maestro de mantenimiento.....	47
Tabla 5.34. Instructivo de inspección y purga de calderos.....	48
Tabla 5.35. Instructivo de sistemas auxiliares de calderos	49
Tabla 5.36. Instructivo de limpieza interior de calderos	50
Tabla 5.37. Instructivo de mantenimiento de motores eléctricos	51
Tabla 5.38. Instructivo de limpieza de compresor	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Funciones primarias.	8
Figura 3.2. Funciones primarias.	8
Figura 5.1. Layout Área de Servicios Industriales	24
Figura 5.2. Layout agua natural.....	25
Figura 5.3. Layout aire comprimido.....	26
Figura 5.4. Layout vapor de agua.....	27
Figura 5.5. Layout agua helada	28
Figura 5.6. Layout energía eléctrica.....	29
Figura 5.7. Menú principal	53
Figura 5.8. Vista de módulo de máquinas	54
Figura 5.9. Ejemplo de registro de máquinas	54
Figura 5.10. Vista de módulo de mantenimientos.....	55
Figura 5.11. Vista de registro de mantenimiento	55
Figura 5.12. Ejemplo de asignación de mantenimiento	56
Figura 5.13. Vista de mantenimiento programado	56
Figura 5.14. Vista de mantenimiento correctivo	57
Figura 5.15. Vista de registro de mantenimiento correctivo	57
Figura 5.16. Vista de registro de orden de trabajo	58
Figura 5.17. Vista de módulo de reportes.....	58
Figura 5.18. Ejemplo de ficha técnica.....	59



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

TEMA: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA LÁCTEA TANILACT.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se desarrolla en la empresa láctea Tanilact, ubicada en la parroquia Tanicuchí, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, con el objetivo de diseñar el plan de mantenimiento productivo en el área de servicios industriales, debido principalmente a que la maquinaria con el que cuentan presentan problemas ocasionando retrabajo y esto a su vez pérdidas económicas por costos de nuevos suministros, desgaste de la maquinaria y paro de la producción. Para cumplir con el objetivo se utiliza la investigación descriptiva que permite conocer las características y el funcionamiento de las máquinas facilitando la evaluación de los estudios técnicos, también se aplica la técnica de campo que permite estar en contacto directo con las máquinas de la industria. En los resultados se identifica 43 máquinas y equipos distribuidos en 5 sistemas los cuales son: agua natural, aire comprimido, vapor de agua, agua helada y energía eléctrica. Del análisis de los resultados se determinó que el sistema de vapor de agua compuesto por tres calderos de 100, 80, 200 bhp necesitan un cambio de las válvulas de purga y en los demás sistemas las máquinas necesitan mantenimientos periódicos. De acuerdo a las necesidades identificadas en las máquinas se detallan las actividades y las frecuencias a realizarse en el plan de mantenimiento. El diseño del plan de mantenimiento productivo se realiza a través de un software Microsoft Excel en el cual se programa acciones de mantenimiento automáticas y se lleva el registro de las máquinas y equipos.

PALABRAS CLAVES:

Industria Láctea, Mantenimiento productivo, Plan de mantenimiento, Preventivo, Servicios industriales.



**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY**

TOPIC: “DESIGN OF A PRODUCTIVE MAINTENANCE PLAN IN THE INDUSTRIAL SERVICES AREA OF TANILACT DAIRY COMPANY.”

Authors: Macas Poma Deicy Beatriz
Tuquerres Mosquera Erika Amparo

ABSTRACT

This research project is developed in the Tanilact dairy company, located in the parish Tanicuchí, Latacunga canton, province of Cotopaxi, with the objective of designing the productive maintenance plan in the area of industrial services, mainly because the machinery they have has problems causing rework and this in turn economic losses due to costs of new supplies, wear of machinery and production stoppage. In order to fulfill the objective, descriptive research is used to know the characteristics and operation of the machines, facilitating the evaluation of the technical studies, and the field technique is also applied to be in direct contact with the machines of the industry. The results identify 43 machines and equipment distributed in 5 systems, which are: natural water, compressed air, steam, chilled water and electric energy. From the analysis of the results, it was determined that the steam system, consisting of three boilers of 100, 80 and 200 bhp, needs a change of the purge valves, and the other systems need periodic maintenance. According to the needs identified in the machines, the activities and frequencies to be carried out in the maintenance plan are detailed. The design of the productive maintenance plan is carried out through a Microsoft Excel software in which automatic maintenance actions are programmed and a record of the machines and equipment is kept.

KEYWORDS: Dairy industry, productive maintenance, maintenance plan, preventive, industrial services.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de titulación cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO EN EL ÁREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA LÁCTEA TANILACT”** presentado por: **Macas Poma Deicy Beatriz y Tuquerres Mosquera Erika Amparo** estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Industrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 07 marzo del 2022

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Diseño de un plan de mantenimiento productivo en el área de servicios industriales en la empresa láctea Tanilact.

Fecha de inicio: Octubre 2021

Fecha de finalización: Marzo 2022

Lugar de ejecución: Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Tanicuchí, Barrio Centro.

Facultad que auspicia: Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: Proyecto formativo

Equipo de Trabajo:

Ing. MSc. Benjamín Belisario Chávez Ríos

Macas Poma Deicy Beatriz

Tuquerres Mosquera Erika Amparo

Área de Conocimiento: 07 Ingeniería

Línea de investigación: Procesos Industriales.

Sublíneas de investigación de la Carrera Ingeniería Industrial: Administración y gestión de la producción.

2. INTRODUCCIÓN

La empresa Láctea Tanilact, ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio Tanicuchí, fue creada aproximadamente hace 16 años por el Sr. Ricardo Chancusig conjuntamente con su esposa la Sra. Martha Catota, bajo el nombre de Productos Lácteos Tanicuchí; en un principio esta industria tenía una planta de producción totalmente reducida en lo que respecta al espacio físico produciendo únicamente quesos; luego de algunos años empezaron a ampliar sus instalaciones y por ende a elaborar más productos tales como: yogurt, quesos, leche pasteurizada descremada y semidescremada. En la empresa láctea Tanilact con el paso del tiempo las máquinas, los equipos de trabajo pierden su capacidad de funcionar adecuadamente, debido al desgaste, al envejecimiento u otros factores como fallos en el diseño, en la fabricación, en la instalación, por uso o manipulación inapropiada o incluso debido a un mantenimiento inadecuado. El presente proyecto consiste en diseñar un plan de mantenimiento productivo en el área de servicios industriales apoyado por ordenador para la empresa láctea Tanilact. Esto con la finalidad de que la maquinaria permanezca operando la mayor cantidad de tiempo; contribuyendo así con el logro de objetivos organizacionales, evitando tiempos perdidos por fallas que inciden en el cumplimiento de obligaciones con los clientes.

2.1. EL PROBLEMA

Actualmente, la empresa láctea Tanilact se dedica a elaborar productos tales como: yogurt, quesos, leche pasteurizada descremada y semidescremada. Para elaborar tales productos es necesario la intervención de máquinas y equipos que con el paso de los años van perdiendo su capacidad de funcionar adecuadamente debido al desgaste, ya que no existe una planificación, registros, indicadores de disponibilidad de mantenimiento para cada maquinaria y por la falta de inventario de insumos y repuestos.

2.1.1. Situación Problémica

La forma en la que numerosas industrias del país llevan el mantenimiento de sus plantas de producción, a veces no es la más adecuada, esto influenciado muchas veces por gerencia o por miembros que conforman el departamento de mantenimiento, creyendo aún que las acciones preventivas, predictivas y proactivas en vez de contribuir a la mejora de su accionar, lo que hacen es acarrear tiempo y dinero.

El mantenimiento se ha visto en la necesidad de crecer junto con la tecnología moderna ya que se ha convertido en una herramienta con la que se puede incrementar la productividad de cualquier empresa, tomando en cuenta esto la empresa láctea Tanilact ha decidido tomar en cuenta esta propuesta del diseño de un plan de mantenimiento, debido principalmente a que la maquinaria del área de servicios industriales con el que cuentan presentan problemas, lo que ocasiona retrabajo y esto a su vez pérdidas económicas por costos de nuevos suministros, desgaste de la maquinaria, paro de la producción, mano de obra, etc.

2.1.2. Formulación del problema

¿Qué actividades de mantenimiento aplicables a los equipos y la maquinaria del área de servicios industriales deben desarrollarse en la empresa láctea Tanilact?

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1. Objeto de estudio

El objeto de esta investigación son las máquinas y equipos en el área de servicios industriales en la empresa láctea Tanilact.

2.2.2. Campo de acción

El campo de acción está definido en la nomenclatura internacional de la UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología:

- **Área:** Ciencias Tecnológicas
- **Sub-área Conocimiento:** 3310 Tecnología Industrial
- **Sub-área Específica Conocimiento:** 331002 Maquinaria Industrial

2.3. BENEFICIARIOS

2.3.1. Beneficiarios directos

Tabla 2.1. Beneficiarios directos

Beneficiarios directos	Cantidad
Gerente	1
Jefe de mantenimiento	1
Empleados del área de producción	22
Empleados del área administrativa	3
Total	27

2.3.2. Beneficiarios indirectos

- Clientes
- Proveedores
- Empresas.

2.4. JUSTIFICACIÓN

En la empresa láctea Tanilact se requiere hacer un levantamiento de información de la maquinaria del área de servicios industriales para llevar un adecuado registro de mantenimiento de las máquinas, analizar sus requerimientos técnicos, actividades de mantenimiento a realizar, llevar un control de insumos y repuestos, programar las actividades de forma periódica y equitativa y llevar el control de sistema de gestión apoyado por ordenador. El proyecto se realiza para lograr optimizar la disponibilidad de las máquinas del área de servicios industriales, permitiendo mayor precisión y confiabilidad en el proceso. La realización de este estudio es importante porque tiene como objetivo eliminar las pérdidas de producción debido al estado de los equipos, es decir, que los equipos siempre estén en disposición para producir su máxima capacidad con la calidad esperada sin ninguna interrupción. Con la elaboración de este tipo de mantenimiento se pretende beneficiar a la empresa, evitando pérdidas por retraso de entrega a clientes, ya que al elaborar este plan de mantenimiento productivo se previenen los paros de producción.

2.5. HIPÓTESIS

La elaboración de un plan de mantenimiento productivo para las máquinas del área de servicios industriales permitirá llevar un adecuado control de tareas preventivas programadas.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. General

- Diseñar un plan de mantenimiento productivo en el área de servicios industriales en la empresa láctea Tanilact.

2.6.2. Específicos

- Recopilar la información técnica de la maquinaria, condiciones, historiales del mantenimiento para el análisis de la situación actual de la máquina.

- Diseñar el plan de mantenimiento productivo de acuerdo a las necesidades identificadas para la maquinaria del área de servicios industriales.
- Desarrollar el sistema de control apoyado por ordenador para gestionar actividades, tareas y tiempo de ejecución.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2.2. Sistema de tareas

ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.				
Nº	Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados de la actividad	Técnicas, Medios e Instrumentos
1	Recopilar la información técnica de la maquinaria, condiciones, historiales del mantenimiento para el análisis de la situación actual de la máquina.	Levantamiento de procesos	Fichas técnicas	Observación.
		Identificación de la distribución de la maquinaria	Inventario técnico de la maquinaria	Visita técnica
		Listado de características y condiciones	Estado técnico actual de las máquinas	Entrevista
			Historial de mantenimiento	
2	Diseñar el plan de mantenimiento productivo de acuerdo a las necesidades identificadas para la maquinaria del área de servicios industriales.	Construcción de un cronograma de mantenimiento con fecha y tipo de análisis a realizar y el personal competente para la ejecución.	Elaboración de tareas de mantenimiento	Investigación exploratoria
			Plan maestro de mantenimiento.	Hojas de registro
		Elaboración de un prototipo a seguir para el mantenimiento de cada máquina	Instructivo de trabajo	
3	Desarrollar el sistema de control apoyado por ordenador para gestionar actividades, tareas y tiempo de ejecución.	Inspección del plan de mantenimiento	Sistema de control de mantenimiento apoyado por ordenador	Software Excel
		Digitalización de la guía técnica que contenga el plan de mantenimiento de cada máquina.		
		Entregar la guía técnica a los operadores del área		

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Interpretado como un conjunto de técnicas usadas para conseguir en los activos productivos una óptima utilización, alcanzando en estos un estado que eficiente de productividad [1].

3.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Cualquier sistema organizativo, desde su diseño e implementación, siempre debe tener en consideración que está bajo la orden de objetivos en específico, incluso después de su informatización. Esta clase de sofisticaciones en el sistema deben ser contempladas con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaran dichos objetivos o se dificulte su consecución. Esto no es diferente para aspectos como el mantenimiento, ya que su organización y datos deben mantener una guía permanente consecuente a los siguientes objetivos [2]:

- Optimizar la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminuir los costos de mantenimiento.
- Optimizar los recursos humanos.
- Maximizar la vida de la máquina.

Existen variables fundamentales que logran en función a los componentes del mantenimiento presentar cierta variación, tal y como se expone en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Variables fundamentales. [2]

VARIABLES	OBJETIVOS	CÓMO LOGRARLOS
Disfuncionamiento y Averías	SUPRIMIR LA CAUSA (Análisis sistemático de fallos)	Reforma de proyecto (MBM)
	ANTICIPARSE A LOS EFECTOS (Revisión e inspección periódica)	Mantenimiento preventivo-predictivo
Repuestos e inmovilizados	SOPESAR RIESGO DE INVERSIÓN	Gestión racional de repuestos Control de stock (almacén)
Mano de obra	FACILITAR EL TRABAJO	Mejora métodos de mantenimiento Programación trabajos Mto
	MEJORAR LA UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA	Control de la M.O. Formación continua Implementar TPM Contratación servicios externos

3.3. FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento industrial está definido por las funciones que le son atribuidas, mismas que pueden clasificarse formando parte del grupo de mantenimiento en dos grandes grupos; las funciones primarias y las funciones secundarias

3.3.1. Funciones primarias del mantenimiento

Las funciones primarias del mantenimiento son aquellas que el Departamento de Mantenimiento debe realizar diariamente, dedicando la mayor parte de su tiempo. Estas funciones principales se pueden agrupar dentro de las siguientes categorías.

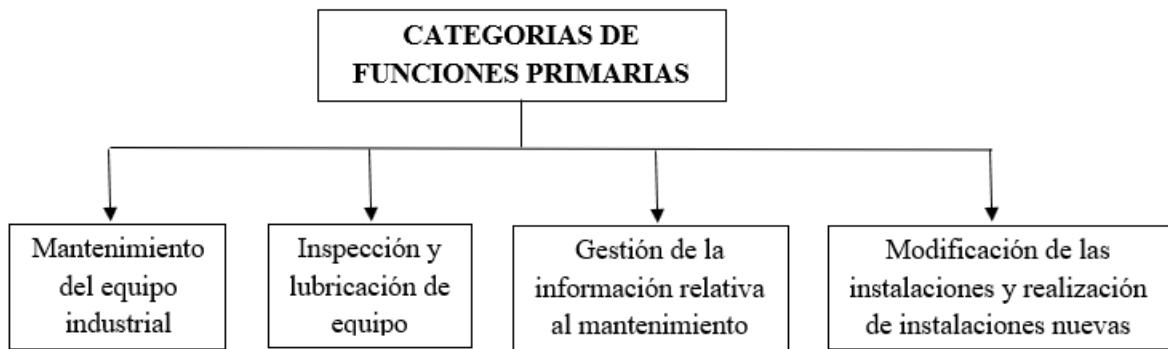


Figura 3.1. Funciones primarias. [3]

3.3.2. Funciones secundarias del mantenimiento

Existen algunas otras funciones que pueden estar atribuidas al Departamento de Mantenimiento por razones de conveniencia o por requerimiento de conocimientos técnicos. Las funciones secundarias se encuentran las siguientes:[3]

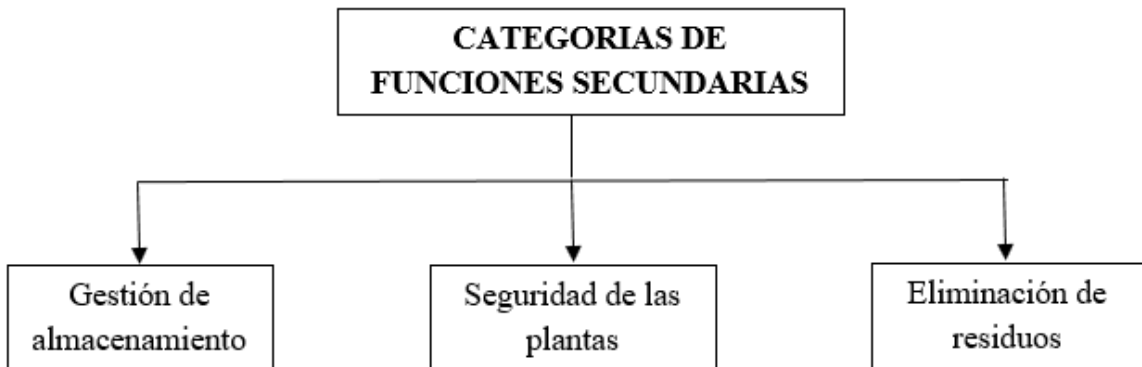


Figura 3.2. Funciones secundarias. [3]

3.4. SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Para garantizar la continuidad en los procesos productivos y asegurar una satisfactoria calidad de salida se necesita de un buen sistema de mantenimiento.

En la actualidad en las instalaciones en operación se pueden encontrar variados sistemas que responden efectivamente al servicio de mantenimiento, muchos de estos no solamente se especializan en la corrección de las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas haciéndolo tanto sobre los bienes, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades correspondientes[4].

Los tipos de mantenimiento que se analizarán son los siguientes: el correctivo, el predictivo, el preventivo, y el mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

3.4.1. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es aquel que no puede ser eliminado en su totalidad, es decir cuando existe una correcta gestión de mantenimiento se extraerán conclusiones de todo el sistema y se intentará realizar reparaciones de manera permanente, ya sea en el mismo momento o programando un paro con el fin de que esa falla no se repita. [2]

3.4.1.1. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

A continuación, se presentan las ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo. Ventajas del mantenimiento correctivo: [5]

- Tanto la operación como la reparación al detectar una falla se realiza de manera rápida.
- La necesidad de una enorme infraestructura es reemplazada por la pericia de operarios capacitados, expertos y competentes.
- Es práctico realizarlo en equipos que no intervienen de forma preponderante en la producción, ya que implementar otro sistema sería desventajoso.

3.4.1.2. Desventajas del mantenimiento correctivo

Algunas desventajas que podemos mencionar son las siguientes: [5]

- Debido a la rapidez con la que se efectúan las reparaciones, estas necesitarán una intervención definitiva para dejar de considerarlas provisionales.
- El mantenimiento correctivo es, sobre todo, el resultado de no contar con una inspección de rutina que mida el desgaste de algunos componentes de equipo, aunado a la falta de planeación, lo que trae como consecuencia una afectación directa a la producción.

- Tiempos muertos que se generarán desde su intervención, así como los ajustes o calibraciones que se requieran para garantizar que la calidad de los productos no sea afectada.

3.4.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene por objetivo evitar la parada inoportuna de un sistema por avería o una disminución inaceptable de sus funciones [2]. Se logra por dos vías:

- Anticipándose a la avería.
- Eliminando la causa raíz de una avería.

3.4.2.1. Monitoreo de condición

Se refiere al conjunto de actividades de inspección, generalmente en marcha, que se realizan para monitorear la salud de los activos. Son inspecciones rutinarias y sistemáticas basadas en los modos y efectos de fallas de los activos. Su objetivo es evaluar los componentes de un sistema y detectar avisos tempranos de fallas (fallas incipientes) de manera de hacer seguimiento a su evolución, definir la criticidad del problema, establecer las acciones preventivas para impedir la falla funcional y finalmente definir el momento oportuno para la intervención del activo, esto último en sociedad con producción y mantenimiento. El proceso de monitoreo de condición se fundamenta en la adquisición de los datos, análisis de la información y diagnóstico de la condición. [6]

3.4.3. Mantenimiento Predictivo

Tal y como su nombre lo indica, este mantenimiento consiste en la predicción de fallas antes de que éstas sucedan. Consiste en adelantarse a la falla o detectar con anterioridad el momento en el cual un equipo o elemento deja de operar en sus condiciones óptimas. Para lograr este tipo de predicciones se hace uso de herramientas y técnicas de monitoreo que toma en consideración parámetros físicos de evaluación [2].

3.4.4. Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Conocido también como TPM por sus siglas en inglés *Total Productive Maintenance*. Este es un sistema de mantenimiento industrial japonés donde la letra M hace especial referencia a acciones de *MANAGEMENT* y Mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. [2]

Las características del TPM más significativas son: [4]

- Tomar acciones de mantenimiento en cada una de las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Amplia participación de todas las personas que integran la organización.
- Considerado una estrategia global de empresa y no solamente un sistema de mantenimiento.
- Posee una orientación que garantiza principalmente la Efectividad Global de las operaciones.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.

3.5. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA FIABILIDAD (RCM)

El RCM por sus siglas en inglés *Reliability Centered Maintenance*, es una estrategia de análisis objetivo, bibliográfico y sistémico que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial, de mucha utilidad cuando se trata del desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo. Es así que, esta metodología analiza los fallos potenciales que puede presentar una infraestructura, así como sus consecuencias y posibles soluciones.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad involucra hacerse las siguientes siete preguntas sobre el activo que está siendo examinado, a saber: [7]

- ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento asociados del activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en el cumplimiento de sus funciones?
- ¿Qué es lo que causa cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre la falla?
- ¿Hasta qué punto y de qué forma importa si ocurre cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
- ¿Qué pasa si no se puede encontrar una tarea proactiva apropiada?

3.6. ENFOQUE DEL MANTENIMIENTO

Esta clase de enfoque se basa en la programación de inspecciones, ya sean estas de funcionamiento o de seguridad, incluyendo en estas acciones de ajuste, reparación, análisis, limpieza, lubricación, calibración o cualquier otra acción que requiera llevarse a cabo de forma periódica basándose en un plan y no en base a alguna demanda del personal con el fin de detectar las fallas en su fase inicial y darles corrección de manera oportuna. Al aplicar éste se obtiene

experiencia en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como para definir puntos débiles de instalaciones, y máquinas.

Este enfoque hace uso de las siguientes estrategias:[8]

- Definir una tarea a realizar a cada integrante del equipo de trabajo.
- Aplicar estándares a cada orden de trabajo.
- Mejorar la relación de servicio al cliente, considerado como el operario.
- Utilizar un método de manera segura que permita la asignación del menor número de trabajadores para realizar un trabajo en específico.
- Programar puntos de control para identificar y corregir demoras.
- Delimitar responsabilidades en el grupo de trabajo para cada parte del trabajo.

3.7. NECESIDAD DE UN MANTENIMIENTO ORGANIZADO

Para organizarlo y modernizarlo se estudia la situación, se recopilan datos, se confeccionan estadísticas, se organiza científicamente el trabajo y todo ello va conformando un cuerpo de doctrina [9]. Es así que los factores que han hecho necesario un mantenimiento organizado son:

- Creciente mecanización, que, si bien disminuye los costes de la mano de obra directa por unidad producida, demanda un mantenimiento de maquinaria adicional que sale del mismo beneficio producido.
- Los procesos continuos, usualmente con tres turnos de trabajo, no dejan suficiente tiempo entre una jornada y otra para una posible intervención.
- La existencia de procesos en cadena transferida formando líneas automáticas, en las que la parada de una máquina o puesto de trabajo paraliza toda la instalación productiva.
- Las interrupciones producidas cuando el producto está terminado, produciendo un posible incumplimiento en plazos de entrega, causando una posible pérdida de clientes.
- La corrección de las condiciones degradadas que mantienen el rendimiento en cantidad y calidad de la maquinaria, además de disminuir costos de reparación.
- Planificación durante toda la jornada de trabajo para el personal de mantenimiento, brindando empleo racional y completo.
- La legislación y el sentir general de evitar accidentes, una de cuyas causas puede ser el deficiente estado de la maquinaria e instalaciones.
- Asegurar la existencia en bodega de las piezas de recambio requeridas en mantenimiento, esto gracias a la correcta planificación de las operaciones.

En la planificación y organización de mantenimiento se toma en consideración diferentes factores, entre los cuales están: [9]

- Clase de equipo a mantener.
- Turnos de trabajo.
- Situación geográfica de las naves de producción.
- Tamaño de la industria.
- Campo de acción asignado al mantenimiento.
- Nivel de formación, cualificación y experiencia del personal de fabricación y mantenimiento.
- Niveles de intervención.

3.8. RELEVAMIENTO Y EVALUACIÓN INICIAL

3.8.1. Inventario de equipos

Es evidente que antes de comenzar se debe conocer el entorno y los medios donde se efectuará la planificación. Por lo tanto, esta etapa consiste en el relevamiento de las instalaciones, las máquinas y los equipos, sus características, sus localizaciones y sus antecedentes. Estas informaciones parten de las especificaciones de los fabricantes o del proyecto, y deben abarcar datos tales como el uso, las cualidades y aspectos generales de su conformación, el desempeño, la ubicación física y el centro de costo donde están asignadas. Esto da forma a lo que llamaremos Inventario de los Equipos. Naturalmente la información recolectada será tanto más útil a los fines de la programación del mantenimiento cuanto más detallados y confiables sean los datos.

Se distinguen dentro de esta etapa distintos tipos de datos: [10]

- De identificación
- De adquisición
- De ubicación
- Técnicos
- De gestión administrativa

3.8.2. Clasificación e identificación de los equipos

Una etapa importante en el proceso de mantenimiento, pero usualmente considerada como tediosa y difícil a causa del volumen de trabajo a contabilizar, además de la complejidad y gran tamaño de la maquinaria. Para considerar que una clasificación de equipos es la correcta, esta

debe estar basada en su reemplazabilidad y función. El sistema de codificación numérica es aquel considerado como sistema de identificación más simple [11].

3.8.3. Clasificación de los equipos. Prioridad de fallas.

En primera instancia se debe evaluar la importancia que la falla tiene para cada ente y luego que ese departamento le asigne un valor, se analiza el efecto del desperfecto en el conjunto de la empresa. Por ejemplo, puede ser que bajo el punto de vista de producción una determinada falla no sea significativa, pero desde el área de ecología represente un grave riesgo de contaminación o una violación a alguna ley ambiental.

La calificación de la gravedad y la probabilidad se ejemplifican en la tabla 3.2. [10]

Tabla 3.2. Valores asignados a la probabilidad y gravedad de ocurrencia de una falla. [9]

Probabilidad		Gravedad	
Alta	5	Muy grave	5
Media	2	Grave	3
Baja	1	Leve	1

3.8.4. Tipos de fallas

Para la dimensión de fallas en la maquinaria existen clasificaciones variadas, para este caso se pueden clasificar en función al momento de la vida útil: [12]

- **Fallas tempranas:** Presentada de forma repentina y causante de daños graves si no es atendida a la brevedad posible. Estas fallas aparecen al comienzo de la vida útil del material o equipo y constituyen un pequeño porcentaje del total de la falla.
- **Fallas adultas:** Estas son fallas que se presentan con mayor frecuencia durante la vida útil de los equipos. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores.
- **Fallas tardías:** Este tipo de fallas representa una pequeña fracción de las fallas en la etapa final de la vida útil del elemento.

3.8.5. Inspección de la falla

Consiste en tener la superficie de la fractura y de la pieza fallada bajo constante observación. Es necesario tener un conocimiento amplio de las fallas, sus clasificaciones y saber interpretar

las señales que dan un panorama más amplio de la falla para hallar su origen y realizar su posterior corrección [13].

3.9. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Esta clase de indicadores miden la calidad de las operaciones con el fin de cumplir los objetivos de mantenimiento previamente definidos, ya sea la reducción del tiempo de inactividad o lograr una disminución de costes. Son indicadores de referencia que permiten evaluar la evolución del equipo a lo largo del tiempo, que ponen de manifiesto en qué punto se encuentra el equipo y qué debe hacer para alcanzar los objetivos [14].

3.9.1. Disponibilidad

En una instalación, su disponibilidad es definida como la cantidad del tiempo de producción que ha tenido dicha instalación, gozando o no de plena independencia por razones ajenas a su estado técnico. Es así que, la actividad más importante del mantenimiento es asegurar que la disposición de producir de las instalaciones marque un mínimo de horas determinadas al año.

$$D(\infty) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (3.1)$$

Para el cálculo de la disponibilidad se toma en cuenta los siguientes factores:

- Número de horas totales de producción.
- Número de horas de indisponibilidad total para producir, que pueden ser debidas a diferentes tipos de actuaciones de mantenimiento.
- Número de horas de indisponibilidad parcial, es decir, número de horas que la planta está en disposición para producir, pero con una capacidad inferior a la nominal debido al estado deficiente de una parte de la instalación, que impide que ésta trabaje a plena carga.

3.9.2. Fiabilidad

Este es un indicador encargado de medir la capacidad que posee una infraestructura o planta de cumplir con su plan de producción. En el caso de existir incumplimiento con este programa de carga, las instalaciones pueden presentar penalizaciones económicas, es por ello que este valor es importante el tenerlo medido y tomarlo en consideración a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de una instalación

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (3.2)$$

3.9.3. Costo

Los objetivos de disponibilidad y fiabilidad no pueden conseguirse a cualquier precio. El departamento de mantenimiento debe conseguir los objetivos marcados ajustando sus costes a lo establecido en el presupuesto anual de la planta.

3.9.4. Medio Ambiente

El último objetivo del mantenimiento es el medio ambiente. Tener en cuenta la seguridad y el cuidado del medio ambiente, nos aseguran la reducción del riesgo de impacto ambiental de los equipos y de las acciones de mantenimiento [15].

3.10. CALIDAD EN MANTENIMIENTO

Cuando se trata de la calidad de mantenimiento es conveniente entender lo siguiente: es aquello interpretado con la máxima disponibilidad al mínimo coste [16]. Otras apreciaciones son:

- Disponer de suficiente mano de obra y con el nivel de organización necesario.
- Mano de obra cualificada con los conocimientos requeridos para cumplir con las tareas que sean necesarias llevar a cabo.
- La más alta calidad posible en el rendimiento de dicha mano de obra.
- Disponer de útiles y herramientas adecuadas para los equipos que hay que atender.
- Materiales que se empleen en mantenimiento con los requisitos necesarios.
- El dinero gastado en materiales y repuestos sea el más bajo posible.

3.11. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Esta es una función empresarial que toma lugar en relación a cada uno de los niveles jerárquicos comprendidos en la organización, de ahí que es sumamente importante el definir buenas relaciones con todos los entes de la empresa a fin de conseguir excelentes niveles de colaboración y trabajo en equipo, puesto que de ello depende el alcance de sus objetivos. Por otra parte, la gestión de mantenimiento deberá procurar la entrega de un buen servicio de mantenimiento al menor costo posible y con la mayor calidad, objetivos reflejados en los altos niveles de satisfacción de sus clientes internos y externos y la mínima degradación del medio ambiente.

En la actualidad, para las empresas, la gestión de mantenimiento se mira desde otro enfoque diferente al de mantener y reparar, sino como una función que requiere de atención, soporte, tecnificación, que genera costes necesarios para apoyar los procesos productivos de generación de bienes y servicios.

3.11.1. Niveles de mantenimiento

Se establecen cuatro niveles de mantenimiento, como lo muestra la tabla 3.3. siendo el nivel instrumental más bajo, en el que se cimienta el sistema de gestión. [17]

Tabla 3.3 Niveles del mantenimiento y elementos correspondientes. [14]

NIVELES DEL MANTENIMIENTO		
Nivel estratégico	Abarca las metodologías que evalúan el grado de éxito alcanzado con las tácticas aplicadas	Indicadores, rendimientos, cálculo LCC, costos, terotecnología, etc.
Nivel Táctico	Abarca el conjunto de acciones de mantenimiento aplicadas a un caso específico, siguiendo reglas y normas	TPM, RCM, PMO, Reactiva, Proactiva, Clase mundial, RCM Scorecard.
Nivel Operacional	Abarca todas las acciones por realizar en el mantenimiento de los equipos	Acciones preventivas, acciones correctivas, acciones predictivas, acciones modificativas.
Nivel Instrumental	Abarca todos los elementos reales que generan el mantenimiento	Registros, información, 5s, mejoramiento continuo, análisis de fallas, manejo de inventarios, herramientas, repuestos.

3.12. MANTENIBILIDAD

Definida como aquella expectativa que cae sobre un equipo o sistema para ser colocado en condiciones de funcionamiento durante un periodo de tiempo previamente definido, es decir, la acción de mantenimiento toma lugar en función a procedimientos prescritos. En términos probabilísticos, Francois Monchy, define la mantenibilidad como “la probabilidad de restablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos” [18]. O simplemente “la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo t ” [18]. De igual manera al indicador de confiabilidad, la mantenibilidad puede ser apreciable por medio de la siguiente fórmula:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (3.3)$$

3.13. HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

De manera general, este historial es un registro de los mantenimientos que tuvieron lugar durante el periodo de tiempo en el cual se ha dado uso a la maquinaria. Es decir, sirve como una rendición de cuenta de la cantidad de ocasiones que una máquina fue llevada a reparación y de los mantenimientos que fueron necesarios, al igual que otros detalles que se verán a continuación [19].

3.14. PLAN DE MANTENIMIENTO

Este es considerado como un conjunto de operaciones preventivas que se deben llevar a cabo en los activos de una instalación, fundamentándose en protocolos de mantenimiento que cada tipo de activo posee, para lograr cumplir con unos objetivos de disponibilidad, fiabilidad y coste y por ende ampliar la vida útil de los equipos [20]. Los tipos de actividades englobadas en este tipo de plan son:

- Actividades realizadas diariamente, llevada a cabo frecuentemente por el equipo de operación.
- Actividades programadas para realizarlas a lo largo del año.
- Actividades realizadas durante las paradas programadas.

3.14.1. Frecuencia de actividades del mantenimiento

Esta frecuencia es posible fijarla en función a la experiencia que poseen los técnicos que elaboran el plan de mantenimiento. Esta es conocida como la forma más frecuente de realizarlo, principalmente porque las dos anteriores presentan una complejidad excesiva para un departamento de mantenimiento habitual. Se requiere por tanto cierta experiencia a la hora de redactar un plan, o en su defecto, aprovechar la experiencia de otros [21].

La frecuencia con la que se debe realizar una tarea de mantenimiento puede ser de dos formas:

- Indicando el espacio de tiempo que debe transcurrir entre intervenciones.
- Determinando a partir de las horas de funcionamiento.

3.14.2. Orden de trabajo en mantenimiento

Una orden de trabajo de mantenimiento es una autorización para realizar un tipo específico de actividad de mantenimiento, que puede ser una reparación eléctrica o hidráulica, así como una instalación. Las órdenes de trabajo describen exactamente el tipo de tarea que los técnicos

deben realizar, incluyendo la falla detectada y qué piezas se necesitan para resolverla. Una orden de trabajo puede emitirse ya sea por un cliente o el mismo personal de la empresa.

El formato de una orden de trabajo de mantenimiento es estándar. Por lo tanto, indistintamente del tipo de avería o negocio, debe incluir: [22]

- Descripción de la tarea o necesidad.
- Nombre del departamento o individuo solicitante.
- Fecha estimada de finalización.
- Nombre de la persona o equipo para completar la tarea (pueden emplearse recursos internos o de un tercero).
- Ubicación de las actividades (nombre de la instalación o área en el edificio donde se presenta la falla).
- Requisitos previos para completar el objetivo final (piezas, herramientas, documentación, etc.).

3.14.3. Fichas técnicas

Este es un documento usualmente con la estructura de un sumario en donde se encuentran descritas de manera detallada las características de un material, proceso o programa. Los contenidos varían dependiendo del producto, servicio o entidad descrita, pero en general suelen contener datos como el nombre, características físicas, el modo de uso o elaboración, propiedades distintivas y especificaciones técnicas. Para garantizar la satisfacción de un usuario es importante garantizar la correcta redacción de la ficha técnica, especialmente cuando la errónea utilización de un producto represente en algún tipo de daño personal, material o inclusive de cuando se trata de responsabilidades civiles o penales. [23]

3.15. CRITICIDAD EN MANTENIMIENTO

La criticidad es el nivel de impacto e importancia que tiene una máquina, equipo o dispositivo en los procesos de una organización. El grado de prioridad determinará, a su vez, la intensidad y frecuencia con la que deberíamos prestar mantenimiento a un activo. Muchas veces, el presupuesto, la disponibilidad de mano de obra y el tiempo exigirán identificar los elementos más determinantes en una empresa. Cuando los recursos son acotados, la mejor estrategia es jerarquizar los dispositivos y máquinas que requieren más atención.

El objetivo de conocer la criticidad en mantenimiento es poder planificar un programa de trabajo acorde con las necesidades de los activos de la empresa [24]. De este modo, se busca focalizar el esfuerzo del equipo para alargar la vida útil de los activos maximizando la rentabilidad. El sistema diferencia tres zonas de clasificación:

- Alta criticidad
- Mediana criticidad
- Baja criticidad

3.15.1. Consideraciones a tener en cuenta

Se debe tener en cuenta 3 consideraciones para iniciar un proceso de análisis de criticidad:

- **Entender que no todos los equipos poseen la misma importancia.** No es lo mismo realizar una tarea de mantenimiento a una Bomba que a una Caja de Engranajes o un Motor de Combustión. Incluso no es lo mismo realizar mantenimiento a un Equipo de 2 HP que realizar mantenimiento a otro Equipo de 1000 HP, por otro lado, hay algunos equipos que nos pueden parar la Planta o el proceso productivo y otros no, es por ello que debemos conocer su importancia dentro del proceso [25].
- **Recursos de Mantenimiento.** Es probable que para atender todas las actividades de mantenimiento no tengamos los suficientes recursos o la cantidad de personal para hacer mantenimiento a todos que se quisieran hacer. Otro factor importante es el Presupuesto que manejamos para hacer los mantenimientos, quizás disponemos de un presupuesto limitado y no podamos cumplir con todas las actividades [25].
- **Diversidad de Actividades de Mantenimiento en Activos similares.** Existen muchos equipos similares dentro de las organizaciones y por ende quizás se piense hacer las mismas tareas de mantenimiento. Esto no es una buena práctica de mantenimiento, ya que estos equipos similares trabajan en distintos contextos operacionales, tales como: carga, ubicación, ritmo de uso, condiciones ambientales, etc. y por ende van a requerir de diferentes estrategias de mantenimiento [25].

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizó la investigación exploratoria porque permite indagar sobre nuestra investigación propuesta. En esta investigación se propone incursionar un plan de mantenimiento para la empresa láctea Tanilact, por lo tanto, se emprenderá la exploración de las maquinarias que cuenta dicha empresa. Además, se utilizó la investigación descriptiva que permitió conocer en forma detallada las características y el funcionamiento de la maquinaria ya que esto nos facilitará la evaluación de los estudios técnicos de las maquinarias.

En el presente proyecto se recurre a la búsqueda de información en fuentes bibliográficas, documentos, libros y artículos científicos más relevantes a la variable de estudio para fundamentar su desarrollo. La información bibliográfica documental obtenida sirve para realizar la fundamentación teórica del proyecto. Finalmente se emplea la investigación documental que permite obtener información fundamental, al manejar archivos referentes al plan de mantenimiento como son: fichas técnicas, manuales, etc, de la documentación con respecto al plan de mantenimiento, se obtendrá información acerca de los historiales del mantenimiento de la maquinaria, esto permitirá cumplir con la investigación planteada.

4.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.2.1. Observación

Con esta técnica implementada podemos ver el estado en el que se encuentra la maquinaria de la industria láctea, permitiendo también conocer la investigación planteada y las actividades que realizan diariamente con respecto al mantenimiento de la misma.

4.2.2. De campo

En el desarrollo del proyecto investigativo se aplica esta técnica de investigación por que permite estar en contacto directo con la maquinaria de la industria a estudiar, en este caso la empresa láctea es Tanilact en el área de servicios industriales.

4.2.3. Entrevista

Mediante la entrevista se recopila información, que permitirá conocer el funcionamiento que tiene cada maquinaria en el proceso del área de servicios industriales, esto ayudará a realizar el mantenimiento que requiere cada máquina en su debido tiempo

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1.1. Descripción del área de servicios industriales

Servicios industriales es una de las principales áreas de la empresa, y está conformada por 5 sistemas: agua natural, aire comprimido, vapor de agua, agua helada, energía eléctrica, en las cuales existen distintas máquinas que son indispensables para el funcionamiento de la empresa, esta área es importante ya que ayuda a la transformación de la materia prima en producto terminado.

5.1.1.1. Sistema de agua natural

El agua natural tiene un proceso que consiste en extraer el agua a través de un pozo que tiene una profundidad de 65 m, donde se encuentra ubicada una bomba sumergible tipo vertical que extrae el agua e impulsa hacia una cisterna que almacena 50m³, seguidamente pasa a ser aplicado a un tratamiento de filtrado y ablandado de agua para poder controlar la dureza del agua y posteriormente pasa a otra cisterna para ser distribuida mediante bombas.

5.1.1.2. Sistema de aire comprimido

El proceso del aire comprimido cuenta con dos compresores de tornillo de 30 y 40 Hp seguidamente pasa por los acumuladores respectivamente, así transcurriendo a la siguiente etapa que pasa por un filtro para evitar que ingresen partículas que impidan el proceso, seguidamente dirigiéndose hacia el secador.

5.1.1.3. Sistema de vapor de agua

Este sistema consta de 3 calderas, cada caldera cuenta con un tanque de diésel y un tanque de agua con tratamiento para su correcto funcionamiento, la actividad de las calderas es quemar combustible y calentar agua hasta que esta genere vapor que sale por tuberías, posteriormente el vapor de agua generado por las calderas pasa a un acumulador de vapor donde llegan todas las líneas de las calderas para ser distribuida a la planta.

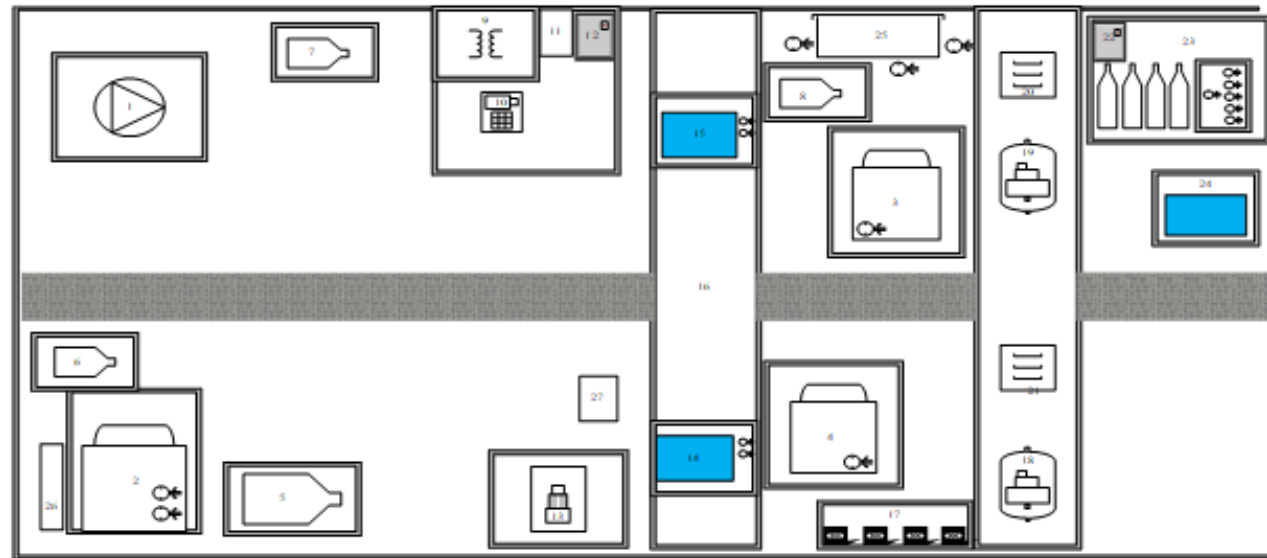
5.1.1.4. Sistema de agua helada

El equipo de refrigeración comprende un compresor de gas movido por un motor eléctrico, un intercambiador de calor con un caño en forma de zigzag llamado condensador, otro con caño en forma de serpentín llamado evaporador y una válvula de expansión, todos interconectados en un circuito cerrado. En el interior de la cañería se introduce el gas refrigerante por medio de una válvula. El compresor y el condensador están fuera del banco de hielo mientras que la válvula de expansión y el evaporador están dentro del banco de hielo. Al trabajar el compresor eleva la presión del gas que llega caliente del banco de hielo por las calorías que tomó. Cuando el gas llega a los valores de presión y temperatura previstos le corresponde al gas pasar por el condensador a la fase líquida emitiendo calor latente de fusión. El condensador está provisto de aletas que transmiten el calor que pasa por las paredes del caño al aire. Pasa entonces por la válvula de expansión, ya en el interior del banco de hielo, y pierde presión. Al llegar al evaporador el gas está frío y sin presión. le corresponde volver a su estado gaseoso. Necesita calor latente de evaporación. Éste lo toma del caño de cobre que por ello se enfría y este a su vez toma calor del agua. Con ayuda de un ventilador se establece una corriente de aire caliente que pasa por el serpentín del evaporador entregando calorías del agua. El gas llega caliente al compresor completando el circuito.

El refrigerante que se utiliza es el R-22. En este sistema consta de dos bancos de hielo denominados banco de hielo 1 y 2. El proceso consiste en mantener los bancos con hielo con una temperatura que oscila de -2 C° y 2 C° . El agua de los bancos de hielo es un sistema cerrado ya que mediante bombas circulan el agua hacia el área de producción, una vez utilizada el agua regresa con una temperatura mayor hacia los bancos de hielo para ser enfriada nuevamente

5.1.1.5. Sistema de energía eléctrica

Este sistema tiene el proceso donde recibe 13800 voltios en una celda de interfaz, seguidamente pasa al transformador. También cuenta con un banco de capacitores que tiene como finalidad corregir el factor de potencia y posteriormente ser dirigido a un tablero de distribución de electricidad.



- 1.- Bomba vertical
- 2.- Caldero 200 BHP
- 3.- Caldero 80 BHP
- 4.- Caldero 100 BHP
- 5.- Tanque diésel
- 6.- Tanque diésel
- 7.- Tanque de reserva de diésel
- 8.- Tanque diésel
- 9.- Transformador
- 10.-Celda media tensión

- 11.-Banco de capacitores
- 12.-Tablero de control
- 13.- Generador
- 14.-Banco de hielo 1
- 15.-Banco de hielo 2
- 16.-Sistema de refrigeración
- 17.-Distribuidor de vapor
- 18.-Compresor SCR30M
- 19.-Compresor SCR40M
- 20.-Secador de aire DRY250

- 21.-Secador de aire DRY210
- 22.-Tablero de control cisternas
- 23.-Tratamiento de agua
- 24.-Cisterna de agua
- 25.- Tanque de tratamiento de agua
- 26.- Tanque de tratamiento de agua
- 27.- Tanque de diésel

Figura 5.1. Layout Área de Servicios Industriales

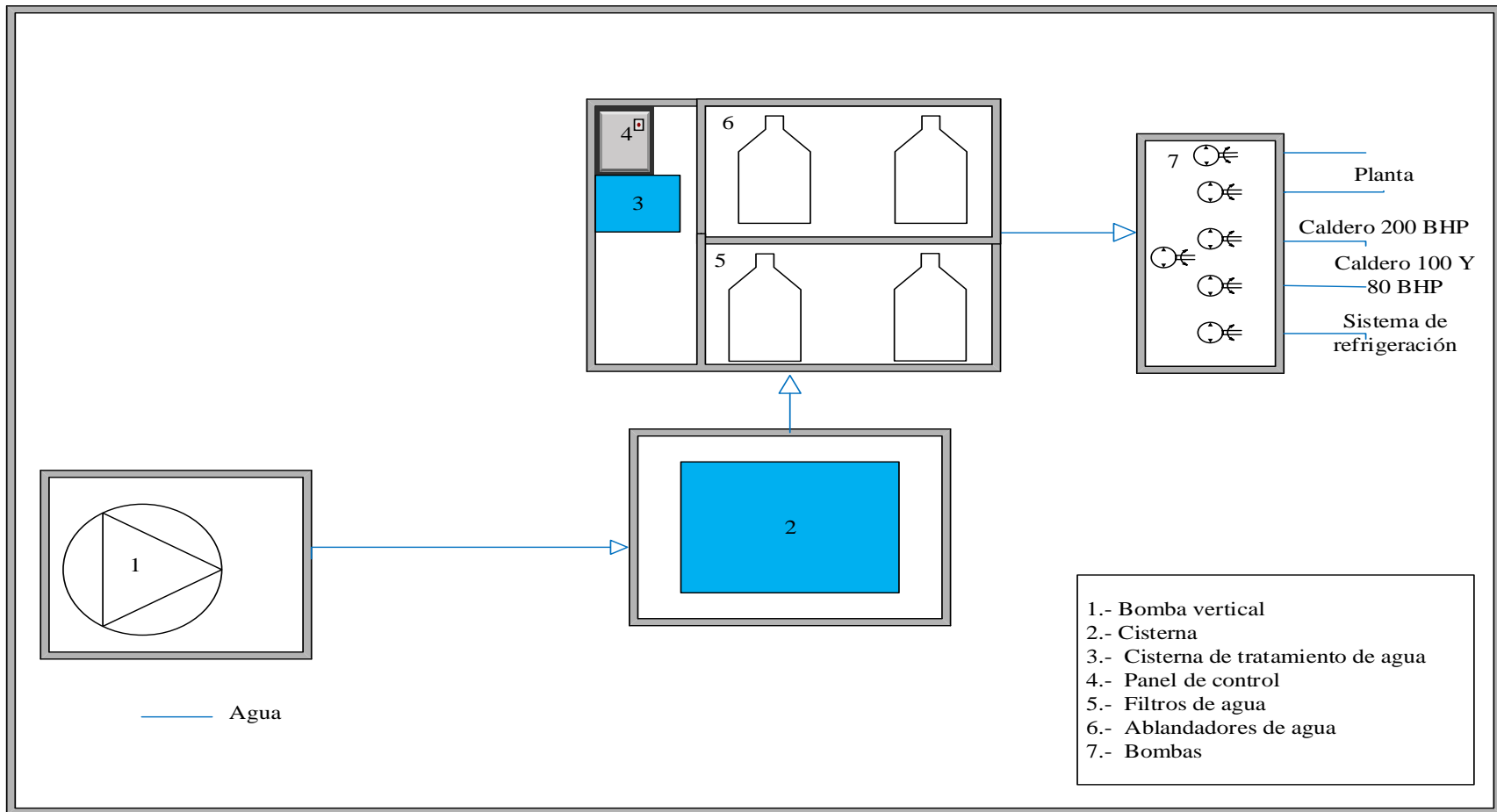


Figura 5.2. Layout agua natural

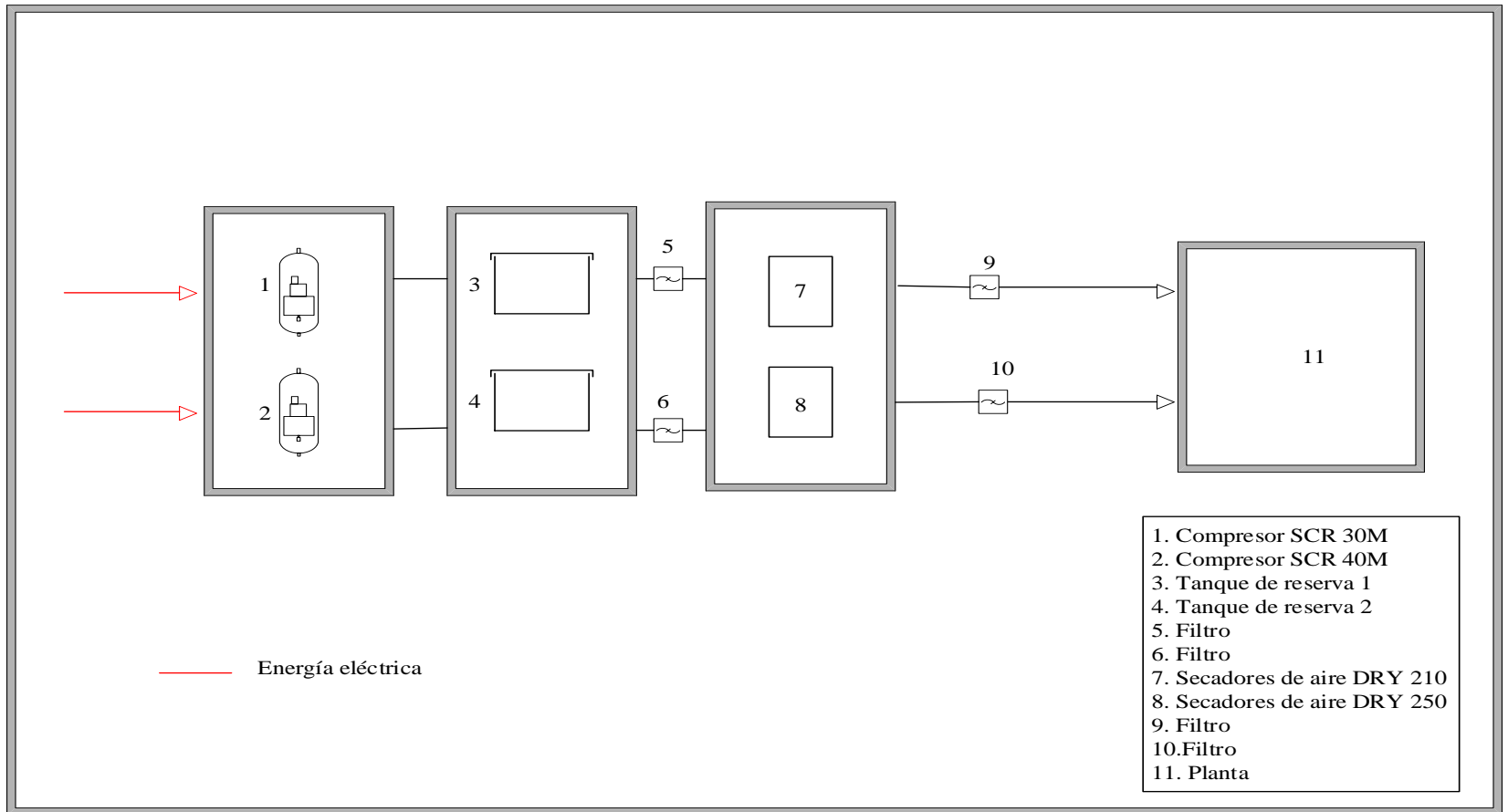


Figura 5.3. Layout aire comprimido

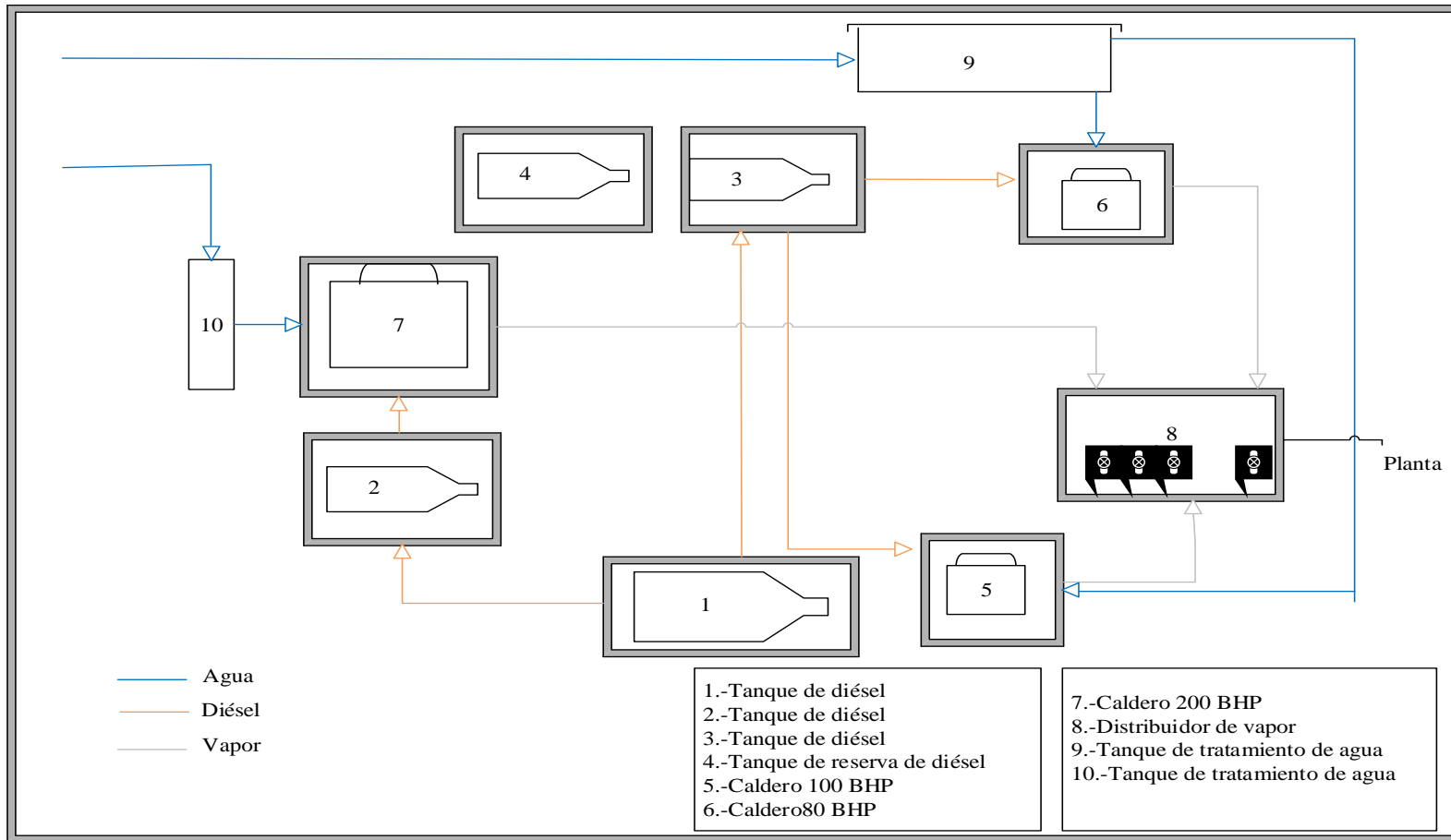


Figura 5.4. Layout vapor de agua

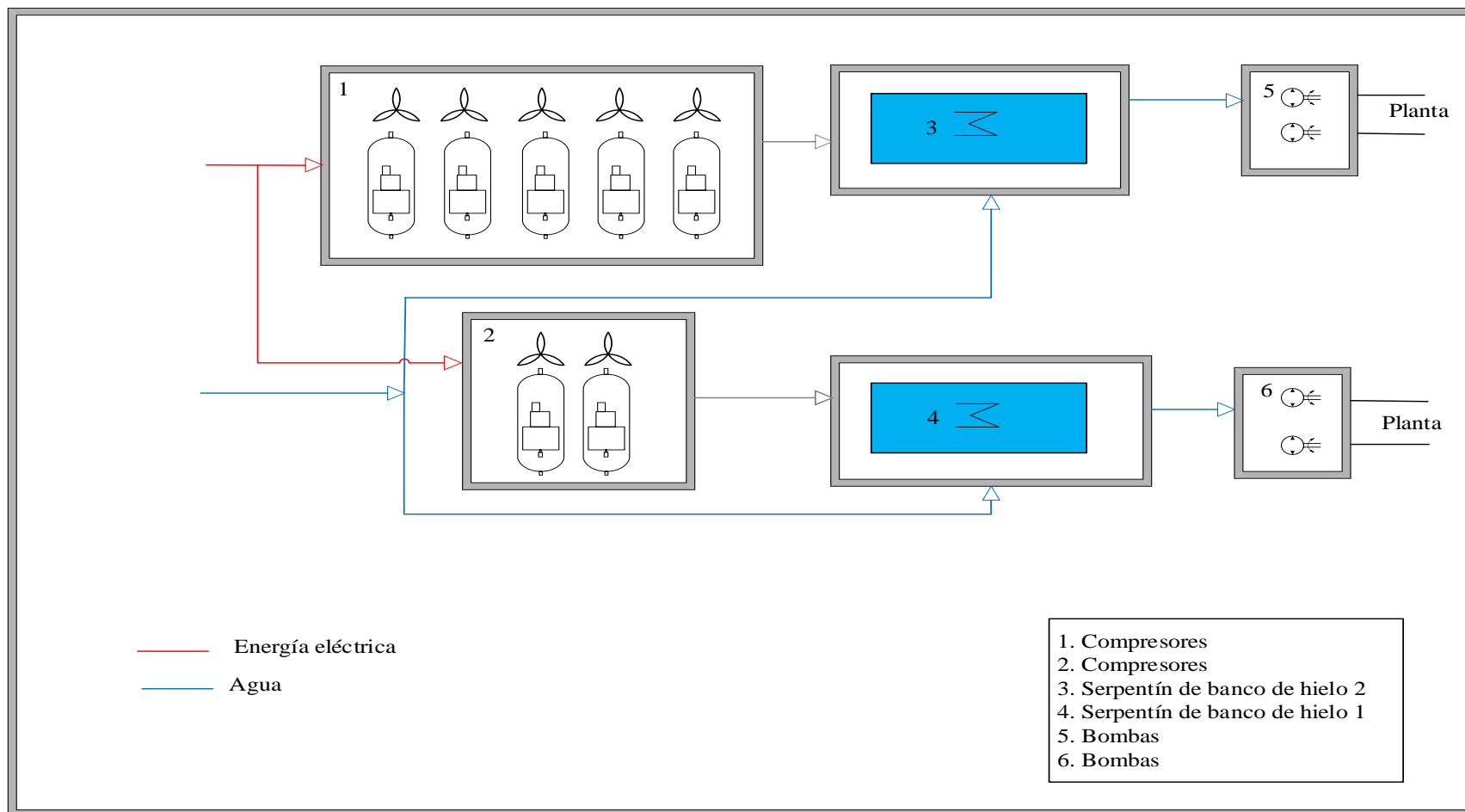


Figura 5.5. Layout agua helada

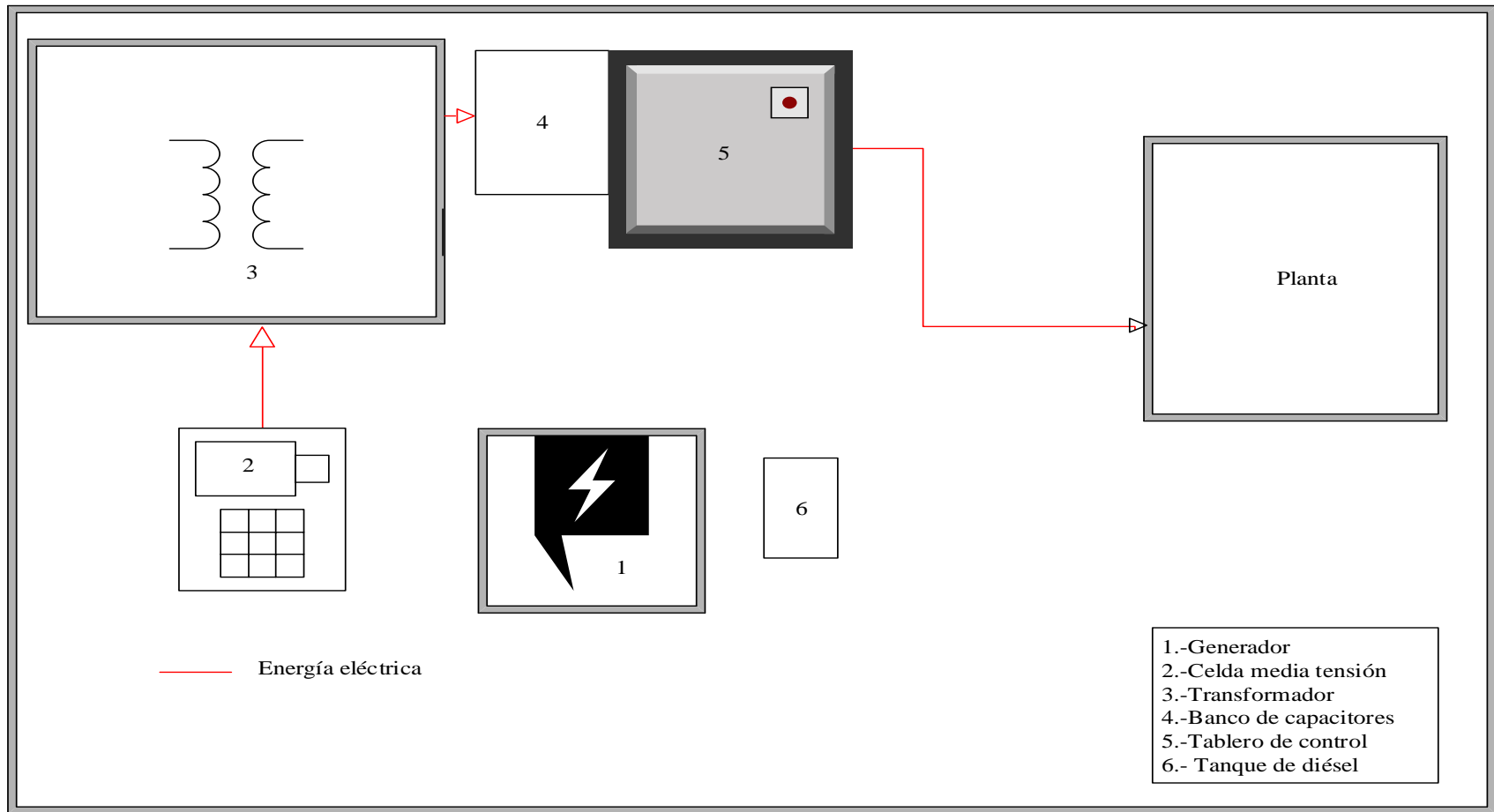


Figura 5.6. Layout energía eléctrica

5.1.2. Fichas técnicas de la maquinaria

En las siguientes fichas se detallan las características principales de la maquinaria y equipo del área de servicios industriales.

Tabla 5.1. Ficha técnica del compresor SCR30M

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	1
		Sección	Sistema de aire comprimido
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor 1		
Año:	2018		
Marca:	SCR Comp		
Modelo:	SCR30M		
Procedencia:	China		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	22 KW (30 HP)		
Voltaje:	220 V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
1150 mm	900 mm	1350 mm	580 kg

Tabla 5.2. Ficha técnica del compresor Emerson 3hp

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	5
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2013		
Marca:	EMERSON		
Modelo:	TSK		
Procedencia:	USA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	3 HP		
Voltaje:	230V-460V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
1800 mm	1030 mm	2120 mm	N/A

Tabla 5.3. Ficha técnica del caldero 100 BHP

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	16
		Sección	Sistema de vapor de agua
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Caldero 100 BHP		
Año:	2014		
Marca:	JORSEEPLOY		
Modelo:	N/A		
Procedencia:	ECUADOR		
Tipo de corriente:	N/A		
Potencia	N/A		
Voltaje:	N/A		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
3090 mm	1080mm	2014 mm	N/A

5.1.3. Inventario técnico de la maquinaria.

En el inventario se muestran las distintas máquinas que se utilizan en cada sistema del área de servicios industriales en la cual se detalla el nombre del equipo, marca (en algunas máquinas no se puede determinar la marca por la antigüedad o pérdidas de placas y documentos de identificación), edad que lleva trabajando en la empresa y vida útil.

Tabla 5.4. Sistema de agua natural

SISTEMA DE AGUA NATURAL				
EQUIPO	MARCA	EDAD AÑOS	VIDA ÚTIL (AÑOS)	FUNCIONAMIENTO
Bomba vertical	N/A	10	20	Permite que la bomba trabaje rodeada de agua, mientras que el motor permanece en la superficie, ya que puede estar inmediatamente sobre la bomba o muy por encima a través de un eje alargado
Columna de filtros de agua	SAN EIRON	12		Retener y eliminar el paso de todo tipo de contaminantes
Columna de ablandadores de agua	SAN EIRON	12	15	Hace pasar el agua dura a través de una cama de resinas de intercambio iónico, y como resultado a la salida, se obtiene agua con bajo contenido de dureza.

Tabla 5.5. Sistema de aire comprimido

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO				
EQUIPO	MARCA	EDAD AÑOS	VIDA ÚTIL (AÑOS)	FUNCIONAMIENTO
Compresor SCR30M	SCR COMP	3	30	Absorbe aire a presión ambiental a través de un sistema de filtrado y lo devuelve a la presión deseada
Compresor SCR40M	SCR COMP	5	30	
Secador de aire ABC 210	ABAC	3	15	Eliminar el vapor de agua o humedad del aire
Secador de aire ABC 250	ABAC	5	15	

Tabla 5.6. Sistema de vapor de agua

SISTEMA DE VAPOR DE AGUA				
EQUIPO	MARCA	EDAD AÑOS	VIDA ÚTIL (AÑOS)	FUNCIONAMIENTO
Caldero 100 BHP	JORSEEPLAY	7	30	Generar vapor
Caldero 80 BHP	DISTRAL S.A	8	30	
Caldero 200 BHP	DISTRAL S.A	3	30	

Tabla 5.7. Sistema de agua helada

SISTEMA DE AGUA HELADA				
EQUIPO	MARCA	EDAD AÑOS	VIDA ÚTIL (AÑOS)	FUNCIONAMIENTO
Compresor	EMERSON	8	30	Circular el refrigerante y aumentar la presión
Unidad de enfriamiento	RIVACOLD	4	30	
Compresor	COPELAMETIC	8	30	
Compresor	CARLYLE	8	30	
Compresor	COPELAMETIC	8	30	
Compresor	TECUMSEH	8	30	
Unidad de enfriamiento 2	N/A	3	30	

Tabla 5.8. Sistema de energía eléctrica

SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA				
EQUIPO	MARCA	EDAD AÑOS	VIDA ÚTIL (AÑOS)	FUNCIONAMIENTO
Generador	CATERPILLAR	8	30	Genera electricidad
Celda de media tensión	ORMAZABAL	4	25	Recibir y distribuir la energía eléctrica.
Transformador	ECUATRANS	4	35	Permite variar la función de la corriente

5.1.4. Estado técnico actual de las máquinas

En las siguientes tablas se detallan los sistemas, subsistemas y componentes principales de cada máquina, seguido por un detalle del estado en la que se encuentra como:

- OPERATIVO (O): se refiere a que se encuentra en óptimas condiciones y funcionamiento.
- REGULAR (R): se refiere a que se encuentra en funcionamiento, pero con ciertas falencias.
- NO OPERATIVO (NO): se refiere a que los componentes de la máquina no se encuentran en funcionamiento.

Tabla 5.9. Sistema y refacciones Caldero 100 BHP

Sistemas y refacciones caldero 100 BHP					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Sistema de combustión		X		
1.1	Sistema de suministro de aire		X		
1.1.1..	Ventilador	1	X		
1.2	Sistema de encendido		X		
1.2.1..	Electrodos	1	X		
1.3	Sistema suministro combustible		X		
1.3.1	Bombas	1	X		
1.3.2	Filtros de malla limpiables/reusables	1	X		
1.3.3	Atomizador	1	X		
1.3.3.1	Lubricante Aceite		X		
1.3.4	Boquilla	1	X		
2	Sistema de Evaporación				
2.1	Lado de Agua		X		
2.1.1	Hogar		X		
2.1.1.1	Válvulas de purga	2		X	
2.1.2	Evaporador		X		
2.1.2.1	Válvulas de seguridad de presión	2	X		
2.2	Lado de Fuego		X		
2.3	Empaque de manpol	1	X		
3	Sistema suministro agua		X		
3.1	Recuperador de condensados	1	X		
3.1.1	Bomba	1	X		
4	Sistema de seguridad				
4.1	Empaque de visor de McDonnell	1	X		

Tabla 5.10. Sistema y refacciones Caldero 80 BHP

Sistemas y refacciones caldero 80 BHP					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Sistema de combustión		X		
1.1	Sistema de suministro de aire		X		
1.1.1..	Ventilador	1	X		
1.2	Sistema de encendido		X		
1.2.1..	Electrodos	1	X		
1.3	Sistema suministro combustible		X		
1.3.1	Bombas	1	X		
1.3.2	Filtros de malla limpiables/reusables	1	X		
1.3.3	Atomizador	1	X		
1.3.3.1	Lubricante Aceite		X		
1.3.4	Boquilla	1	X		
2	Sistema de Evaporación				
2.1	Lado de Agua		X		
2.1.1	Hogar		X		
2.1.1.1	Válvulas de purga	2		X	
2.1.2	Evaporador		X		
2.1.2.1	Válvulas de seguridad de presión	2	X		
2.2	Lado de Fuego		X		
2.3	Empaque de manpol	1		X	
3	Sistema suministro agua		X		
3.1	Recuperador de condensados	1	X		
3.1.1	Bomba	1	X		
4	Sistema de seguridad				
4.1	Empaque de visor de McDonnell	1		X	

Tabla 5.11. Sistema y refacciones Caldero 200 BHP

Sistemas y refacciones caldero 200 BHP					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Sistema de combustión		X		
1.1	Sistema de suministro de aire		X		
1.1.1..	Ventilador	1	X		
1.2	Sistema de encendido		X		
1.2.1..	Electrodos	1	X		
1.3	Sistema suministro combustible		X		
1.3.1	Bombas	1	X		
1.3.2	Filtros de malla limpiables/reusables	1	X		
1.3.3	Atomizador	1	X		
1.3.3.1	Lubricante Aceite		X		
1.3.4	Boquilla	1	X		

Continuación

Tabla 5.12 Sistema y refacciones Caldero 200 BHP

2	Sistema de Evaporación				
2.1	Lado de Agua		X		
2.1.1	Hogar		X		
2.1.1.1	Válvulas de purga	2		X	
2.1.2	Evaporador		X		
2.1.2.1	Válvulas de seguridad de presión	2	X		
2.2	Lado de Fuego		X		
2.3	Empaque de manpol	1		X	
3	Sistema suministro agua		X		
3.1	Recuperador de condensados	1	X		
3.1.1	Bomba	1	X		
4	Sistema de seguridad				
4.1	Empaque de visor de McDonnell	1		X	

Tabla 5.13 Sistema de refacciones del ablandador de agua natural

ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Cisterna		X		
1.1	Tanque	1	X		
1.2	Bomba	1	X		
2	Ablandador		X		
3	Válvula de maniobra	1		X	

Tabla 5.14. Sistemas de refacciones del filtrado de agua natural

ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Cisterna		X		
1.1	Tanque	1	X		
1.2	Bomba	1	X		
2	Filtrado		X		
3	Gravilla	1		X	

Tabla 5.15. Sistema de refacciones generador eléctrico Caterpillar

ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Motor de combustión interna		X		
1.1	Sistema de alimentación	1	X		
1.1.1	Depósito de combustible	1	X		
1.1.2	Filtros	3	X		
1.1.2.1	Filtro de combustible coalescente	1	X		
1.1.2.2	Filtro de combustible externo C9771	1	X		
1.1.2.3	Filtro de aire	1	X		
1.1.3	Bomba inyectora	1	X		
1.2	Sistema de refrigeración		X		
1.2.1	Radiador	1	X		
1.2.2	Ventilador	1	X		
1.2.3	Fluido refrigerante		X		
1.2.3.1	Refrigerante		X		
1.3	Sistema de lubricación		X		
1.3.1	Carter	1	X		
1.3.2	Filtros	1	X		
1.3.2.1	Filtro de aceite	1	X		
1.3.3	Lubricante		X		
1.3.3.1	Aceite	55 gal.	X		
1.4	Sistema de distribución		X		
1.4.1	Árbol de levas	1	X		
1.4.2	Válvulas	1	X		
1.5	Sistema de escape		X		
1.5.1	Catalizador	1	X		
1.5.2	Colector	1	X		
1.5.3	Conductos	1	X		
1.6	Sistema de encendido		X		
1.6.1	Batería		X		
1.6.1.2	Agua destilada		X		
1.6.2	Calentadores		X		
2	Generador		X		
2.1	Estató		X		
2.1.1	Bobinado		X		
2.1.2	Inductor		X		
2.2	Colector		X		
3	Tablero de control		X		
3.1	Botoneras		X		
3.2	Contactores		X		

Tabla 5.16. Sistema de refacciones Compresor SCR40

Sistemas y refacciones Compresor SCR40M					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Cabezal		X		
1.1	Filtro	1	X		
1.1.1	Filtro de aire SCT25100043-071	1	X		
1.2	Válvulas		X		
1.3	Cilindro		X		
1.4	Pistón		X		
1.4.1	Aceite compresor sintético SCTSKR 400	20 lt	X		
1.4.2	Filtro de aceite	1	X		
2	Motor	1	X		
3	Estructura		X		
3.1	Tanque de presión		X		
3.2	Válvula de seguridad		X		
4.	Panel de mando	1	X		

Tabla 5.17. Sistema de refacciones Compresor SCR30M

Sistemas y refacciones Compresor SCR30M					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Cabezal		X		
1.1	Filtro	1	X		
1.1.1	Filtro de aire SCT25100043-071	1	X		
1.2	Válvulas		X		
1.3	Cilindro		X		
1.4	Pistón		X		
1.4.1	Aceite compresor SCS-SLS 91346-200	20lt	X		
1.4.2	Filtro de aceite	1	X		
2	Motor	1	X		
3	Estructura		X		
3.1	Tanque de presión		X		
3.2	Válvula de seguridad		X		

Tabla 5.18. Sistemas y refacciones compresor de banco de hielo

Sistemas y refacciones de agua helada					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Unidad condensadora	1			
1.1	Compresor	1	X		
1.1.1	Aceite	15 lit	X		

Continuación

Tabla 5.19. Sistemas y refacciones compresor de banco de hielo

1.1.2	Trampa de líquidos	1	X		
1.1.2.1	Refrigerante R22	35 kg	X		
1.1.2.2	Filtro línea líquido Sporlar TD304	1	X		
1.1.2.3	Filtro Piedra DCR 0485	1	X		
1.2	Condensador	1	X		
1.2.1	Ventilador	2	X		
1.2.2	Intercambiador de calor	1	X		
2	Unidad evaporadora				
2.1	Válvula de expansión	1	X		
2.2	Evaporador	1	X		
2.2.1	Intercambiador de calor	1	X		
2.2.3	Sistema de descongelación	1	X		
3	Panel de control		X		
3.1	Botoneras	1	X		
3.2	Contactores	1	X		

Tabla 5.20. Sistema y refacciones Transformador

Sistemas y refacciones Transformador					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Sistema interno				
1.1	Panel de refrigeración	3	X		
1.2	Soporte de breaker de baja tensión	1	X		
1.3	Portafusibles	3	X		
1.4	Soporte de parqueo	3	X		
1.5	Visor de aceite	1	X		
1.6	Válvula de sobrepresión	1	X		
1.7	Válvula de nitrógeno	1	X		
1.8	Tapón de llenado	1	X		
1.9	Válvula de drenaje	1	X		
1.10	Conector a tierra	2	X		
1.11	Bushing tipo pozo	3	X		
1.12	Bushing tipo pad	4	X		
1.13	Seccionador	1	X		
1.14	Portapapeles	1	X		
1.15	Colector de aceite	1	X		
1.16	Tuerca para neutro	1	X		
1.17	Manija de seguridad	1	X		

Tabla 5.21. Sistema de refacciones Secador

DRLY 210					
ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESTADO		
			OP.	R.	N.O
1	Sistema interno				
1.1	Compresor	1	X		
1.1.1	Motor eléctrico	1	X		
1.1.2	Refrigerante R22		X		
1.2	Condensador	1	X		
1.3	Ventilador motorizado IP 54	1	X		
1.4	Evaporador de aire		X		
1.5	Separador de condensado	1	X		
1.6	Intercambiador de calor aire	1	X		
1.7	Interruptor de presión máxima	1	X		
1.8	Válvula de servicio	1	X		
1.9	Interruptor de presión	1	X		
1.10	válvula de derivación de gas caliente	1	X		
1.11	Filtro de fluido refrigerante	1	X		
1.12	Tubo capilar	1	X		
1.13	Válvula de servicio	1	X		
1.14	Panel de instrumentos	1	X		
1.15	Filtro de impurezas	1	X		
1.16	Descarga automática de condensado	1	X		

5.1.4.1. Análisis de la situación actual de las máquinas

Mediante el levantamiento de información de la situación actual de las máquinas en el área de servicios industriales se identifica que, en el sistema de vapor de agua, los tres calderos de 100, 80, 200 bhp necesitan un cambio de las válvulas de purga, el caldero de 80 y 200 bhp requieren de cambios de empaques de manpol y del visor de McDonnell. En el sistema de agua natural el tanque de ablandado de agua requiere cambio de la válvula de maniobra y en los tanques de filtración de agua se debe cambiar la gravilla. Esto muestra que los elementos detallados de los diferentes sistemas se encuentran en un estado regular, que hace referencia a que está en funcionamiento, pero con ciertas falencias. Las máquinas de los demás sistemas se encuentran en funcionamiento y óptimas condiciones, pero para seguir manteniendo en las condiciones adecuadas se debe realizar mantenimientos constantes de todas las máquinas.

5.1.5. Revisión de historial de mantenimiento

La información detallada a continuación fue proporcionada por el área de servicios industriales de la empresa láctea Tanilact la cual cuenta con pocos datos de los registros del historial de mantenimiento de las máquinas.

5.1.5.1. Sistema de generación de vapor de agua

Tabla 5.22. Historial de mantenimiento de sistema de generación de vapor

DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
10/10/2020	Limpieza interna y recolección de lodos
30/05/2021	Limpieza interna y recolección de lodos
CALDERO 100 BHP	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
13/07/2021	Cambio de filtro de diésel
25/09/2021	Limpieza de quemador, electros, filtro
CALDERO 80 BHP	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
15/09/2021	limpieza del quemador
01/11/2021	Cambio de empaque fleximetálico de la salida principal
CALDERO 200 BHP	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
02/10/2021	Cambio de filtro del combustible
11/01/2022	Limpieza de válvula

5.1.5.2. Sistema de generación de electricidad

Tabla 5.23. Historial de mantenimiento del sistema de generación de electricidad

GENERADOR CATERPILLAR	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
29/09/21	Encendido por lubricante
	Limpieza externa de filtro

5.1.5.3. Sistema de generación de agua helada

Tabla 5.24. Historial de mantenimiento del sistema de generación de agua helada

UNIDADES DE ENFRIAMIENTO BANCOS DE HIELO	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
12/10/21	Carga de refrigerante
12/10/21	Cambio de tuercas
12/10/21	Cambio de presostato

5.1.5.4. Sistema de generación de aire comprimido

Tabla 5.25 Historial de mantenimiento del sistema de aire comprimido

COMPRESOR SCR 30M	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
6/10/2021	Cambio de filtro de aceite
	Cambio de filtro de aire
	Limpieza interna
SECADOR DY 210	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
6/7/2021	Cambio de filtros
	Limpieza de los porta filtros
COMPRESOR SCR 40M	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
25/11/2021	Cambio filtro de aceite
	Separador aire y aceite
	Limpieza interna
SECADOR DRY 250	
FECHA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
6/7/2021	Cambio de filtros
	Limpieza de los porta filtros

5.1.6. Necesidad de mejora

En la empresa láctea Tanilact en el área de servicios industriales se realizó el levantamiento de información del estado técnico de la maquinaria en el cual se dio a conocer que el departamento de mantenimiento cuenta con escasos datos de registros o instructivos de mantenimiento, esto por no tener un programa de mantenimiento. Razón por la cual con este proyecto se deberá satisfacer las siguientes necesidades:

- Programa de mantenimiento de acuerdo a las prioridades de la maquinaria.
- Registros de trabajos por máquina.
- Instructivos de trabajo.
- Software de gestión del programa de mantenimiento.

5.2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.2.1. Clasificación de la maquinaria según su prioridad y ubicación en el proceso productivo

- Necesidad de urgencia: Significa la importancia de la máquina para otras máquinas, se refiere a que si una máquina deja de funcionar cuántas más se verán afectadas en el proceso.
- Complejidad de máquina: Se refiere a la complejidad de mantenimiento que tiene la máquina.
- Importancia de producción: Se refiere a que máquina o equipo son más o menos importantes desde el punto de vista de producción.

Un índice de criticidad es desarrollado para cada equipo, este generalmente se designa con una numeración de uno (1) al diez (10), siendo el uno el menos crítico y el diez el más crítico, este índice generalmente se genera a través de un análisis de criticidad, sin embargo, puede haber variaciones de esta metodología según cada empresa y sus políticas.

Tabla 5.26. Categorización de maquinaria

SISTEMA	EQUIPO	NECESIDAD DE URGENCIA	COMPLEJIDAD DE MÁQUINA	IMPORTANCIA DE PRODUCCIÓN	TOTAL
VAPOR DE AGUA	Depósito de combustible	9	6	7	7
	Caldero 100 BHP	9	9	9	9
	Caldero 80 BHP	9	9	9	9
	Caldero 200 BHP	9	9	9	9

Continuación

Tabla 5.27. Categorización de maquinaria

AGUA NATURAL	Bomba vertical sumergible	7	7	8	7
	Filtrador de agua	8	6	7	7
	Ablandador de agua	8	6	7	7
AGUA HELADA	Compresores	9	9	8	9
	Bombas	7	6	9	7
AIRE COMPRIMIDO	Compresores SCR30M y 40M	9	9	9	9
	Tanques de aire	8	6	9	8
	Filtros Coalescentes	8	6	9	8
	Secadores DRY 210 y 250	8	7	9	8
ENERGÍA ELÉCTRICA	Generador Caterpillar	7	9	8	8
	Celda de media tensión	9	9	9	9
	Transformador	9	9	8	9
	Banco de capacitores	8	8	8	8

En la tabla 5.27 se realiza la categorización de la maquinaria y equipos para conocer la prioridad de mantenimiento, en el cual se analiza la necesidad de urgencia, complejidad de la máquina y la importancia de producción, donde los calderos, compresores, celda de media tensión y el transformador muestran un grado de criticidad alto, es decir tienen mayor prioridad de mantenimiento.

5.2.1.1. Matriz de riesgos

En la siguiente tabla se muestra la matriz que indica la probabilidad del riesgo que una máquina se dañe y la severidad de las consecuencias negativas que resultan.

Severidad:

- **Insignificante:** Daños de mínimas consecuencias en máquinas.
- **Menor:** Daños que tiene un pequeño potencial de consecuencias negativas.
- **Moderado:** Daños reparables en máquinas mayores, incidente no catalogado como incidente serio o grave.
- **Crítico:** Daños con consecuencias negativas sustanciales
- **Catastrófico:** Daños con extremas consecuencias negativas.

Probabilidad:

- **Nada probable:** riesgos extremadamente raros.
- **Ligeramente probable:** riesgos que son relativamente pocos comunes

- **Un poco probable:** riesgos que son más típicos
- **Muy probable:** riesgos que es muy probable que ocurran
- **Extremadamente probable:** riesgo que casi con certeza se manifestaran.

Tabla 5.28. Matriz de riesgos

		Probabilidad				
		Nada probable	Ligeramente probable	Un poco probable	Muy probable	Extremadamente probable
Severidad	Insignificante	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menor	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderado	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Crítico	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastrófico	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Clasificación y priorización de riesgo

- **Bajo:** las consecuencias del riesgo son menores y es poco probable.
- **Medio:** es posible que ocurra algo, pero estos riesgos tienen consecuencias un poco más graves
- **Alto:** son riesgos graves que tienen consecuencias importantes y es probable que ocurran.
- **Muy alto:** riesgos catastróficos tiene graves consecuencias y es muy probable que ocurran.

Tabla 5.29. Clasificación y priorización de riesgo

MÁQUINA	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	CLASIFICACIÓN
Calderos 100/80/200 bhp	Ligeramente probable	Moderado	Medio
Bomba vertical sumergible	Ligeramente probable	Crítico	Medio
Filtrador de agua	Nada probable	Menor	Bajo
Ablandador de agua	Ligeramente probable	Menor	Bajo
Compresores	Ligeramente probable	Menor	Bajo
Bombas	Ligeramente probable	Menor	Bajo
Compresores SCR30M y 40M	Un poco probable	Menor	Medio
Tanques de aire	Nada probable	Menor	Bajo
Filtros Coalescentes	Nada probable	Insignificante	Bajo

Continuación

Tabla 5.30 Clasificación y priorización de riesgo

Secadores DRY 210 y 250	Ligeramente probable	Moderado	Medio
Generador Caterpillar	Ligeramente probable	Moderado	Medio
Celda de media tensión	Ligeramente probable	Crítico	Medio
Transformador	Ligeramente probable	Crítico	Medio
Banco de capacitores	Muy probable	Moderado	Alto

Al realizar el análisis se identificó que en la tabla existen 6 máquinas con clasificación baja, ya que las consecuencias son menores y poco probable que ocurran, también existen 7 máquinas con clasificación media esto quiere decir que los riesgos son poco comunes pero estos riesgos tienen consecuencias un poco más graves y la clasificación alto es en el banco de capacitores ya que es muy probable que el riesgo de daño ocurra pero estos son riesgos graves que tiene consecuencias importantes para la empresa.

5.2.2. Determinación de tareas de mantenimiento requeridas por maquinaria y su frecuencia

En la siguiente tabla se detalla las actividades y su frecuencia de mantenimiento que se debe realizar para cada una de las máquinas de los diferentes sistemas del área de servicios industriales.

Tabla 5.31. Actividades de mantenimiento y sus frecuencias

SISTEMA	MAQUINARIA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
VAPOR DE AGUA	Depósito de combustible	Limpieza interna	Anual
		Inspección y purga	Diario
	Caldero 100 BHP	Sistemas auxiliares	Mensual
		Limpieza interna	Semestral
		Inspección y purga	Diario
	Caldero 80 BHP	Sistemas auxiliares	Mensual
		Limpieza interna	Semestral
		Inspección y purga	Diario
	Caldero 200 BHP	Sistemas auxiliares	Mensual
Limpieza interna		Semestral	
Inspección y purga		Diario	

Continuación

Tabla 5.32 Actividades de mantenimiento y sus frecuencias

AGUA NATURAL	Bomba vertical sumergible	Inspección de vibración y giro	Trimestral
		Limpieza interna	Anual
	Filtrador de agua	Limpieza externa y lubricación de manijas	Mensual
		Limpieza interna	Una vez por semana
	Ablandador de agua	Limpieza externa y lubricación de manijas	Mensual
		Limpieza interna	Una vez por semana
AGUA HELADA	Compresores	Limpieza interna y cambio de cartucho filtros	Semestral
		Limpieza del radiador	Semanal
	Bombas	Lubricación cojinetes	Trimestrales
		Cambio de empaque y sellos mecánicos	Semestral
AIRE COMPRIMIDO	Compresores SCR30M y 40M	Limpieza del filtro de aire y válvula	Mensual
		Limpieza interna	Semestral
	Tanques de aire	Limpieza de Purgado	Diaria
	Filtros Coalescentes	Limpiar el filtro coalescente	Semanal
	Secadores DRY 210 y 250	Limpieza interna y limpieza de filtros	Mensual
ENERGÍA ELÉCTRICA	Generador Caterpillar	Inspección	Mensual
		Cambio de aceite, filtros	Trimestral
		Limpieza, ajustes y lubricación	Semanal
	Celda de media tensión	Inspección de aisladores	Anual
		Inspección de elementos de protección y seccionadores	Semestral
	Transformador	Limpieza, inspección y cambio de empaques	Anual
Banco de capacitores	Inspección, limpieza y torque	Mensual	

5.2.4. Desarrollo de instructivo de trabajo

Se han desarrollado los instructivos de trabajo para la empresa láctea Tanilact, en la cual se detallan trabajos específicos para las máquinas más complejas como también trabajos generales.

Tabla 5.34. Instructivo de inspección y purga de calderos

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Inspección y purga			
Área / Sistema	Vapor de Agua	Equipo:	Caldero 100/80/200 BHP
Frecuencia:	Diario	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Protector de oídos Ropa de trabajo Mascarilla			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Garantizar el mínimo de requerimientos para un correcto y seguro funcionamiento del caldero			
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que las válvulas del combustible gas estén cerradas y que no se presenten fugas ni acumulación de gases. • Revisión de la operatividad de la válvula de seguridad • Revisión de los accesorios y líneas de agua del sistema • Revisión de los accesorios y líneas de vapor del sistema • Revisión de los accesorios y líneas de combustible del sistema • Revisión de la operatividad del sistema de ablandamiento • Revisión de elementos eléctricos • Purgar columna de agua • Coloque el control del quemador en fuego bajo • Abra la válvula de columna de agua • Regrese el control del quemador o modulador a posición normal 			

Tabla 5.35. Instructivo de sistemas auxiliares de calderos


	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Sistemas auxiliares			
Área / Sistema	Vapor de agua	Equipo:	Caldero 100/80/200 BHP
Frecuencia:	Mensual	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Mascarilla Protector de oídos Protector de ojos Ropa de trabajo			
Herramientas de ajuste Equipo para limpieza general		Lija grano fino	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Asegurar el correcto estado de los sistemas auxiliares de la máquina			
<ul style="list-style-type: none"> • CONJUNTO QUEMADOR <ul style="list-style-type: none"> Desmante y limpieza de electrodo de ignición. Revisión del transformador de ignición. Revisión del cable de alta y terminales de baquelita. Limpieza de la unidad de encendido. Limpieza de la mirilla Limpieza de la foto celda Limpieza general del conjunto quemador. Limpie el conjunto de la boquilla con papel de lija de grano fino. • TREN DE REGULACIÓN DE GAS <ul style="list-style-type: none"> Limpieza del filtro de gas y del elemento filtrante. Inspección del regulador de segunda etapa Revisión de la válvula motorizada Limpieza general de la tubería y accesorios. Revisión del switch de presión de gas. 			

Tabla 5.36. Instructivo de limpieza interior de calderos


	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza interna				
Área / Sistema	Vapor de agua	Equipo:	Calderos 100/80/200 BHP	
Frecuencia:	Semestral	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Mascarilla Protector de oídos Protector de ojos Ropa de trabajo				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Prevenir la ocurrencia de accidentes por manipulación incorrecta o mantenimiento inadecuado a los calderos.				
<ul style="list-style-type: none"> • CUERPO DE LA CALDERA Cambio de empaquetadura de inspección de mano. Cambio del empaque del cuello de inspección manhole. Revisión de la válvula de seguridad. Revisión de la válvula de purga de fondo. Revisión del aislamiento de la caldera. Revisión del cono refractario. Limpieza de la tubería de gases de combustión. Suministro y cambio del cordón de asbesto de las tapas delanteras y traseras. Lavado con agua a presión para desalojo de los lodos existentes y retiro por este medio de los lodos de la tubería, con la bomba de la caldera. Prueba hidrostática del vaso de presión a 1,5 veces la presión de trabajo. • CONTROL DE NIVEL DE AGUA Cambio de empaquetadura del flanche del control de nivel de agua. Inspección de las ampollitas y/o microswitch de bomba de agua y bajo nivel. Limpieza mecánica del interior del control de nivel de agua. Purga del manifold del control de presión, modulación y manómetro. Mantenimiento al control de presión y modulación. • TANQUE DE CONDENSADO Limpieza de la varilla de bajo nivel. Limpieza mecánica del interior del control de nivel de agua. Limpieza filtro en y válvulas de purga Revisión de motobomba alimentación agua caldera. Revisión de acople motobomba Cambio de vidrio visor. 				

Tabla 5.37. Instructivo de mantenimiento de motores eléctricos



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Mantenimiento de motores eléctricos				
Área / Sistema	Todos		Equipo:	Todos
Frecuencia:	Mensual		Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Ropa de trabajo Mascarilla Herramientas de ajustes Utensilios de limpieza Pintura, rodamientos				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Garantizar el óptimo funcionamiento y mayor vida útil posible de los motores eléctricos.				
<ul style="list-style-type: none"> • Con el motor apagado <ul style="list-style-type: none"> Limpieza interior con aire seco a baja presión con aspirador. Comprobar conexiones y devanados. Examinar si existen señales de humedad grasa o aceite en el devanado Probar resistencia en aislamiento y conexión a tierra Comprobar carga en el arranque Comprobar engrase y estado de los rodamientos cambiándolos si fuese necesario Comprobar y equilibrar el motor • Con el motor en marcha <ul style="list-style-type: none"> Limpieza exterior Comprobar la buena ventilación y calentamientos anormales Observar ruidos anormales, olor a quemado, vibraciones Comprobar estado de rodamientos Comprobar carga en los aparatos de medida Comprobar si rozan, cadena, bandas o correas, poleas sobre las protecciones. Comprobar influencia de los agentes externos tales como el polvo, agua, aceite, ácidos o gases. 				

Tabla 5.38. Instructivo de limpieza de compresor

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza interna y cambio de cartucho filtros				
Área / Sistema	Agua helada	Equipo:	Compresor	
Frecuencia:	Semestral	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Protector de ojos Ropa de trabajo Mascarilla Guaípe Grasa industrial				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Realizar un correcto proceso de cambio de cartucho con el fin de obtener la mayor vida útil posible.				
<ul style="list-style-type: none"> • LIMPIEZA DE LOS SOPORTES Y CAMBIOS DE LA GRASA Desmontado el motor. Limpie todas las partes del cojinete y del soporte Retirando la grasa vieja. Séquelas Controle el estado de desgaste del cojinete y, si es necesario, cámbielo. Llene todos los espacios vacíos en el interior del cojinete con grasa nueva No hay que llenar los espacios laterales del soporte. • CAMBIO DEL CARTUCHO DEL FILTRO SEPARADOR DE ACEITE Abrir el panel delantero para acceder al interior del compresor. Quite los tubos del aire comprimido de los empalmes . Desconecte el tubo aflojando la tuerca . Desenrosque las tuercas y levante la tapa para acceder al interior del depósito separador. Cambie el filtro viejo por un filtro nuevo. Siga el procedimiento invirtiendo las instrucciones para montar las piezas desarmadas. • CAMBIO DEL CARTUCHO DEL FILTRO DEL AIRE Abrir el panel de arriba para acceder al interior del compresor. Quite la tapa . Cambie el cartucho del filtro de aire y monte nuevamente la tapa. 				

5.3. DESARROLLO DE PROGRAMA PARA LA GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento se lo realizó en un software, utilizando el programa de base datos como es el Microsoft Excel en el cual se lleva un registro de las máquinas y equipos, de esta manera facilita la planificación de los mantenimientos.

5.3.1. Requisitos para el funcionamiento del software.

El software se ejecutará en cualquier ordenador que cuente con Microsoft Excel versión 2016 o superior.

5.3.2. Manual de usuario

Al hacer clic en abrir menú se abre una ventana donde se muestran 6 botones principales los cuales son: maquinaria, preventivos, correctivos, órdenes de trabajo, mantenimientos, reportes y salir.

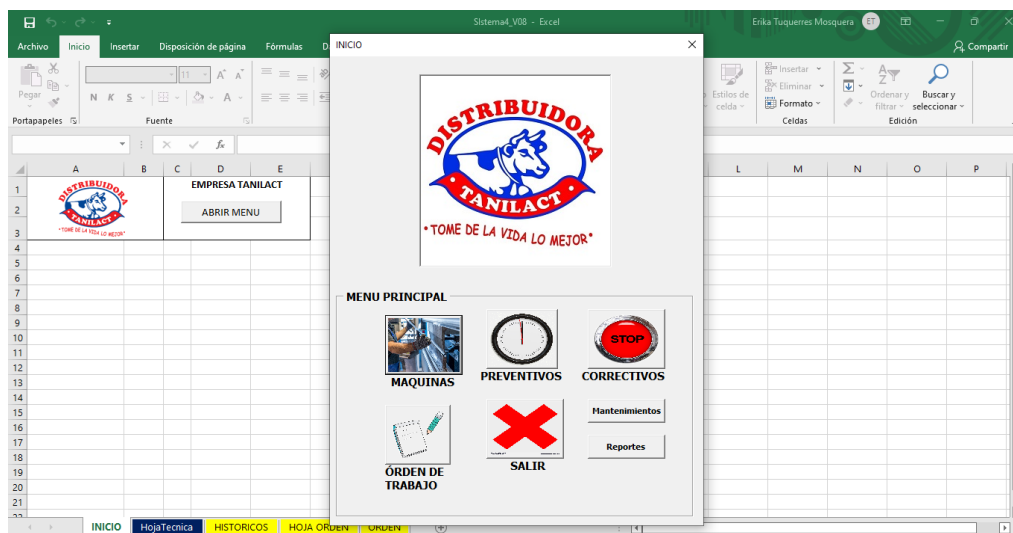


Figura 5.7. Menú principal

5.3.2.1. Máquinas

Al dar clic en el primer botón de máquinas se abre una ventana en el cual muestra en la parte superior las opciones de agregar, eliminar y mantenimiento.

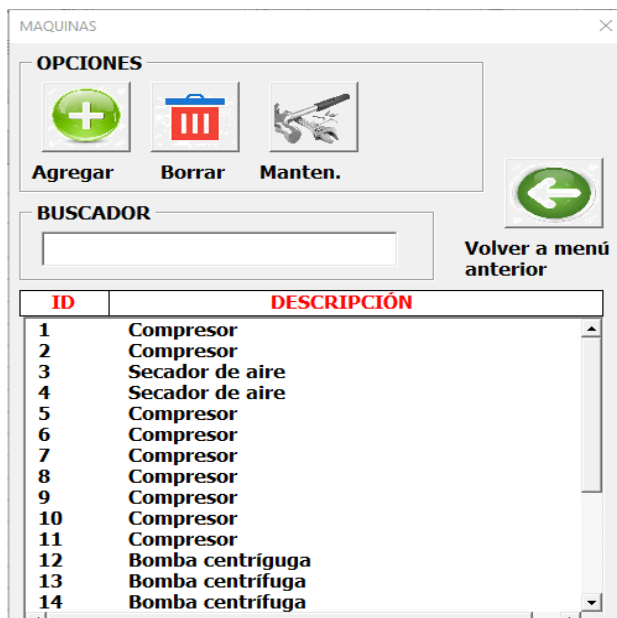


Figura 5.8. Vista de módulo de máquinas

Al seleccionar el comando agregar se despliega un formulario para agregar una máquina, en la parte de descripción se ingresa el nombre de la máquina y la opción de agregar imagen.

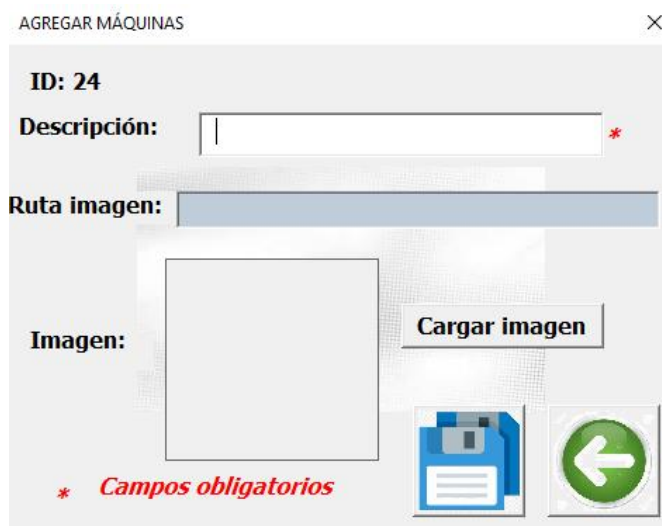


Figura 5.9. Ejemplo de registro de máquinas

Al seleccionar una máquina y dar clic en la opción de mantenimiento se muestra una ventana con los mantenimientos de la maquinaria y con la opción de agregar y borrar.

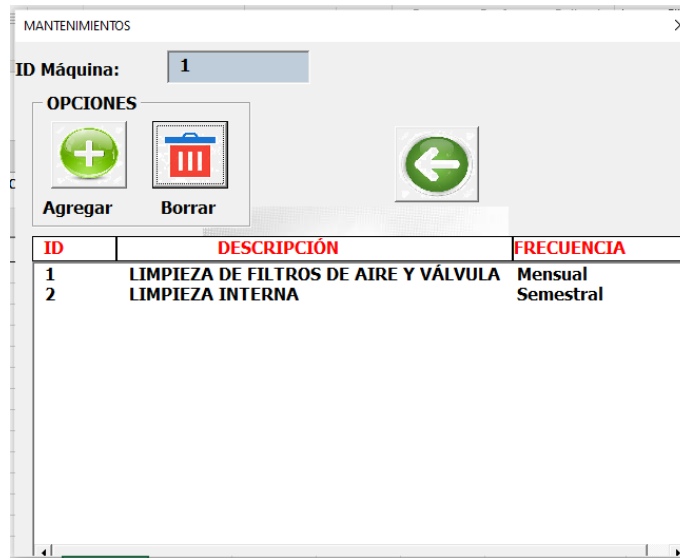


Figura 5.10. Vista de módulo de mantenimientos

En la opción agregar se despliega un formulario de descripción donde se ingresa la actividad de mantenimiento y frecuencia.

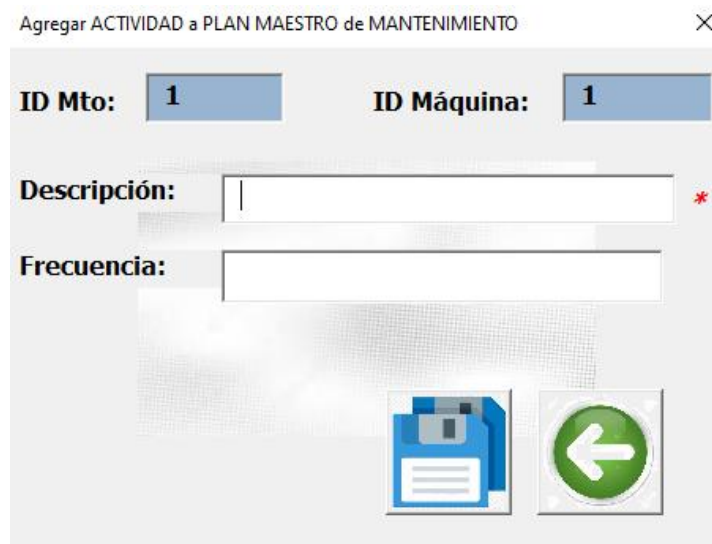


Figura 5.11. Vista de registro de mantenimiento

5.3.2.2. Mantenimiento

Al dar clic en mantenimiento se abre una ventana que consta de tres opciones: seleccione tipo de edición, seleccione equipo y responsable. Esto permite programar el mantenimiento preventivo.

Figura 5.12. Ejemplo de asignación de mantenimiento

5.3.2.3. Preventivos

Al dar clic en preventivos se abre una ventana con los mantenimientos programados anteriormente.

ID	MÁQUINA	FECHA	HORA	RESPONSABLE	STATUS
2	Compresor SCR30M	24/02/2022	0,8493055	ING. ROBERTO	Sin iniciar
3	Compresor SCR30M	24/02/2022	0,8493055	ING. ROBERTO	Sin iniciar

Figura 5.13. Vista de mantenimiento programado

5.3.2.4. Correctivos

Al dar clic en correctivos se abre una ventana que consta de un botón de agregar nuevo, también consta de dos controles uno para dar inicio al mantenimiento y otro para dar por terminado el mantenimiento.

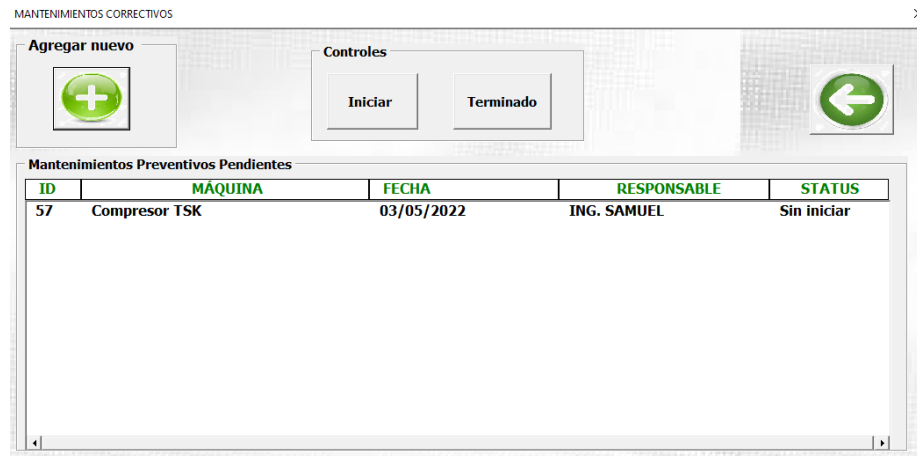


Figura 5.14. Vista de mantenimiento correctivo

Al hacer clic en agregar se despliega un formulario con 3 campos que son de seleccionar máquina y actividad de mantenimiento, ingresar nombre del responsable y guardar.

Figura 5.15. Vista de registro de mantenimiento correctivo

5.3.2.5. Orden de trabajo

Al hacer clic en la orden de trabajo se despliega un formulario con distintos campos de selección e ingreso de datos como se muestra en la figura.

Orden de Trabajo

Orden de trabajo

Fecha de inicio: (dd/mm/yyyy) Fecha de finalización: (dd/mm/yyyy)

Descripción:

Seleccionar Máquina: Tipo de mantenimiento: Área:

Descripción:

Responsable:

Materiales y/o fracciones:

CONCEPTO	CANTIDAD
<input type="text"/>	0
<input type="text"/>	0
<input type="text"/>	0
<input type="text"/>	0

Hora de inicio: (hh:mm) Hora de finalización: (hh:mm)

Observaciones:

Causas de la falla

Mecánica:	Neumática:	Hidráulica:	Electrica:	Electrónica:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 5.16. Vista de registro de orden de trabajo

5.3.2.6. Reportes

Al dar clic en reportes se abre una ventana que muestra: seleccione reporte y seleccione equipo, en la primera opción se nos despliega ficha técnica.

UserForm1

Seleccione reporte:

Seleccione equipo:

- Ficha técnica
- Consulta mantenimientos

Aceptar Cancelar

Figura 5.17. Vista de módulo de reportes

La ficha técnica muestra las características importantes de la máquina como muestra la figura.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1		EMPRESA TANILACT			Área:	Servicios Industriales		
2					Código:	1		
3					Sección:	Sistema de aire comprimido		
4	<input type="button" value="Ir a MENU"/>		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
6	Descripción:		Compresor SCR30M					
7	Año:		2018					
8	Marca:		SCR COMP					
9	Modelo:		SCR30M					
10	Procedencia:		China					
11	Tipo de corriente:		AC					
12	Potencia:		22KW					
13	Voltaje:		220 V					
14	Dimensiones							
15	Largo		Ancho		Altura		Peso	
16	1150 mm		900 mm		1350 mm		580 Kg	
17								

Figura 5.18. Ejemplo de ficha técnica

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se elabora para la empresa láctea Tanilact un registro del inventario técnico, donde existen 43 máquinas y equipos que se encuentra en el área de servicios industriales, los cuales están distribuidos en cinco sistemas como: sistema de agua natural en la que se encuentran 6 bombas centrífugas, 1 bomba vertical sumergible y 2 tanques de ablandado y filtrado de agua; sistema de aire comprimido conformado por 2 compresores, 2 tanques de aire, 4 filtros coalescentes y dos secadores de aire; sistema de vapor de agua constituido por 3 calderos 3 bombas verticales, 3 bombas de combustible y una bomba centrífuga; sistema de agua helada conformada por 4 bombas centrífugas y 7 compresores; sistema de energía eléctrica constituido por 1 generador, 1 celda de media tensión y un transformador.
- La situación actual de las máquinas en el área de servicios industriales se identifica que, en el sistema de vapor de agua, los tres calderos de 100, 80, 200 bhp necesitan un cambio de las válvulas de purga, el caldero de 80 y 200 bhp requieren de cambios de empaques de manpol y del visor de McDonnell. En el sistema de agua natural el tanque ablandador de agua requiere cambio de la válvula de maniobra y en los tanques de filtración de agua se debe cambiar la gravilla. Esto muestra que los elementos detallados de los diferentes sistemas se encuentran en un estado regular, que hace referencia a que está en funcionamiento, pero con ciertas falencias. Las máquinas de los demás sistemas se encuentran en funcionamiento y óptimas condiciones.
- Se diseña el Plan de Mantenimiento Productivo, que permitirá asegurar el normal funcionamiento de los sistemas y máquinas en el área de servicios industriales, maximizando su eficiencia dentro del proceso para el cual han sido diseñados y aumentando el tiempo de su vida útil. El diseño permite conocer los sistemas y máquinas involucrados en el proceso, de esta manera se logró definir e identificar la prioridad de mantenimiento de la maquinaria, donde los calderos, compresores, celda de media tensión y el transformador muestran un grado de criticidad alto, es decir tienen mayor prioridad de mantenimiento.
- Se desarrolló un software de gestión de mantenimiento programado en Microsoft Excel en el cual se lleva registros de las máquinas y equipos, programar las acciones de

mantenimiento automáticas, llevar registros de mantenimientos realizados y generar ordenes de trabajo

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener siempre disponible los manuales de mantenimiento de las máquinas y equipos, en caso de que carezcan de dichos manuales se debe monitorear todas las partes de la respectiva máquina.
- A pesar de que las máquinas se encuentran en funcionamiento y óptimas condiciones, se recomienda realizar mantenimientos constantes para evitar fallos imprevistos en la maquinaria produciendo paros en la producción.
- Para manejar sistemas de mantenimiento con mayor cantidad de máquinas y equipos se recomienda ampliar la aplicación del software para que permita una mejor administración.
- En el software se recomienda agregar una opción de registro de inventario para llevar el control de los repuestos que se emplean en los mantenimientos de cada máquina.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. J. C. Carrasco, *ingeniería del mantenimiento industrial Knowledge Management in Industrial Maintenance Engineering search on the Incidence in their StrategicActivities.* .
- [2] J. Denia, *Procesos y gestión del mantenimiento y calidad.* 2018.
- [3] J. L. S. B. y P. J. R. C. F. T. Sanchez Marin, A. Perez Gonzales, *Mantenimiento mecánico de máquinas,* Rectorat. Madrid, 2018.
- [4] E. Padilla, *Los Sistemas de Mantenimiento,* no. 06. 2017.
- [5] V. L. G. A. J. Á. Medrano Márquez, *Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales,* Patria S.A. Mexico, 2017.
- [6] N. Aguado and G. Trujillo, “Lubricación y mantenimiento industrial,” *Rev. Digit. Latinoam.,* vol. 1, p. 34, 2020.
- [7] A. Jeklin, *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial,* no. July. 2016.
- [8] A. E. Lago, *Ingeniería Industrial.* México, 2015.
- [9] F. R. Sacristán, *Manual de Mantenimiento Integral de La Empresa.* 2016.
- [10] I. G. y D. Pontelli, *Mantenimiento Industrial,* Jorgue Sar. Argentina, 2019.
- [11] E. Vilardell, *Mantenimiento Industrial Práctico.* 2018.
- [12] P. Gestion and D. E. L. Mantenimiento, “Programa: Gestión del Mantenimiento,” *Propymes,* pp. 1–40, 2017.
- [13] J. Schutz, N. Rezg, and J. B. Léger, “An integrated strategy for efficient business plan and maintenance plan for systems with a dynamic failure distribution,” *J. Intell. Manuf.,* vol. 24, no. 1, pp. 87–97, 2019, doi: 10.1007/s10845-011-0543-3.
- [14] F. Gonzáles, “Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión.” p. 249, 2018.
- [15] E. Álvarez Fernández, *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM.* 2018.
- [16] S. García Garrido, *Organizacion Y Gestion Integral De Mantenimiento,* Diaz de Sa., vol. 1. España, 2017.

- [17] I. Parra, “Diagnóstico de la gestión de mantenimiento y diseño del plan de mejora para la gestión de mantenimiento,” 2017.
- [18] D. MESS, Y. ORTIZ, and M. PINZON, “La Confiabilidad La Disponibilidad Y La Mantenibilidad Di-4830901,” *Sci. Tech. Año XII*, no. 30, pp. 155–160, 2018.
- [19] L. Schvab, *Máquinas y herramientas*. 2018.
- [20] P. J. Rodríguez Cervantes, “Mantenimiento mecánico de máquinas,” *Manten. mecánico máquinas*, p. 390, 2020, doi: 10.6035/infitec.2007.25.
- [21] J. Jaumandreu Patxot, “Ingeniería de mantenimiento.,” *Ing. química*, vol. 31, no. 360, pp. 87–91, 2019.
- [22] Pontificia Universidad Javeriana, “Macroproceso Gestión De Infraestructura Proceso Ejecución Del Mantenimiento,” p. 15, 2020, [Online]. Available: <https://www.javeriana.edu.co/documents/17504/4127405/IF-P21-PR04+Procedimiento+Ejecución+y+cierre+de+orden+de+trabajo+de+mantenimiento/851fd624-b4d6-43c9-922d-d786a9f2f0ab?version=1.1>.
- [23] L. J. Hendrix, W. Associated General Contractors of America DC., and S. C. and I. M. C. Oklahoma State Board of Vocational and Technical Education, *Industrial Mechanical Maintenance*. 2016.
- [24] Y.-A. Padura, A. Elena, G. Tol, and A. D. Concepción, “Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos; Analysis of criticality in the mechanical systems of the generators,” *Ing. Energética*, vol. 38, no. 3, pp. 224–230, 2019.
- [25] A. M. Castillo-serpa, “Análisis de Criticidad Personalizados.,” *Rev. Ing. Mecánica*, vol. 12, no. 3, pp. 07–17, 2018.

8. ANEXOS

ANEXO A

Anexo A.1. Compresor SCR 40M

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	2
		Sección	Sistema de aire comprimido
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2016		
Marca:	SCR Comp		
Modelo:	SCR40M		
Procedencia:	China		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	30 KW		
Voltaje:	220 V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
900 mm	1150 mm	1350 mm	640 kg

Anexo A.2. Secador de aire DRY 210

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	3
		Sección	Sistema de aire comprimido
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Secador de aire		
Año:	2018		
Marca:	ABAC		
Modelo:	DRY 210		
Procedencia:	Italia		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	1,040 Kw		
Voltaje:	220 V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
520 mm	350 mm	850 mm	44 kg

Anexo A.3. Secador de aire DRY 250

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	4
		Sección	Sistema de aire comprimido
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Secador de aire		
Año:	2016		
Marca:	ABAC		
Modelo:	DRY 250		
Procedencia:	Italia		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	1,157 Kw		
Voltaje:	220 V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
520 mm	460 mm	750 mm	53 Kg

Anexo A.4. Compresor 4RA3-1000-TSK

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	6
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2013		
Marca:	COPELAMETIC		
Modelo:	4RA3-1000-TSK		
Procedencia:	USA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	15 HP		
Voltaje:	208V-230V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
1600 mm	1100 mm	900 mm	N/A

Anexo A.5. Compresor 06da502184

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	7
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2013		
Marca:	CARLYLE		
Modelo:	06da502184		
Procedencia:	USA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	20 HP		
Voltaje:	230V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
2000 mm	1000 mm	900 mm	N/A

Anexo A.6. Compresor 9RC1-1015-TFC-200

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	8
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2013		
Marca:	COPELAMETIC		
Modelo:	9RC1-1015-TFC-200		
Procedencia:	USA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	3 HP		
Voltaje:	230V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
1670 mm	920 mm	1120 mm	N/A

Anexo A.7. Compresor S15-51Y

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	9
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2017		
Marca:	RIVACOLD		
Modelo:	S15-51Y		
Procedencia:	USA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	3 HP		
Voltaje:	230V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
4900 mm	1600 mm	2800 mm	N/A

Anexo A.8. Compresor TAGP4573T

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	10
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2013		
Marca:	TECUMSEH		
Modelo:	TAGP4573T		
Procedencia:	FRANCIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	10 HP		
Voltaje:	230V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
2250 mm	1100 mm	1240 mm	N/A

Anexo A.9. Compresor S15-51Y

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	11
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Compresor		
Año:	2016		
Marca:	RIVACOL		
Modelo:	S15-51Y		
Procedencia:	USA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	3 HP		
Voltaje:	230V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
4900 mm	1600 mm	2800 mm	N/A

Anexo A.10. Bomba centrífuga DS-10

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	12
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Bomba centrífuga		
Año:	2020		
Marca:	WEG		
Modelo:	DS-10		
Procedencia:	ITALIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	10 HP		
Voltaje:	220 V - 440V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	68 Kg

Anexo A.11. Bomba centrífuga WEG

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	13
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Bomba centrífuga		
Año:	2017		
Marca:	WEG		
Modelo:	N/A		
Procedencia:	ITALIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	6,7 HP		
Voltaje:	220V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	N/A


Anexo A.12. Bomba centrífuga HFm 5AM

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	14
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Bomba centrífuga		
Año:	2018		
Marca:	PEDROLLO		
Modelo:	HFm 5AM		
Procedencia:	ITALIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	2 HP		
Voltaje:	220V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	21,5 Kg

Anexo A.13. Bomba centrífuga JMM3219T

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	15
		Sección	Sistema de agua helada
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Bomba centrífuga		
Año:	2016		
Marca:	BALDOR		
Modelo:	JMM3219T		
Procedencia:	ITALIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	7,5 HP		
Voltaje:	208V- 460V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	31 Kg

Anexo A.14. Caldero 80 BHP

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	17
		Sección	Sistema de vapor de agua
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Caldero 80 BHP		
Año:	2013		
Marca:	NACIONAL		
Modelo:	RL100		
Procedencia:	ECUADOR		
Tipo de corriente:	N/A		
Potencia	N/A		
Voltaje:	N/A		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
4400 mm	1930 mm	2800 mm	N/A

Anexo A.15. Caldero 200 BHP

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	18
		Sección	Sistema de vapor de agua
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	Caldero 200 BHP		
Año:	2018		
Marca:	DISTRAL S.A		
Modelo:	RL1910		
Procedencia:	COLOMBIA		
Tipo de corriente:	N/A		
Potencia	N/A		
Voltaje:	N/A		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
4070 mm	2030 mm	2870 mm	N/A

Anexo A.16. Generador Caterpillar

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	19
		Sección	Sistema de energía eléctrica
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	GENERADOR		
Año:	2013		
Marca:	CATERPILLAR		
Modelo:	C15 PGC1		
Procedencia:	N/A		
Tipo de corriente:	N/A		
Potencia	581 HP		
Voltaje:	N/A		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	4800 Kg

Anexo A.17. Celda de media tensión Ormazabal

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	20
		Sección	Sistema de energía eléctrica
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	CELDA DE MEDIA TENSIÓN		
Año:	2017		
Marca:	ORMAZABAL		
Modelo:	N/A		
Procedencia:	ALEMANIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	N/A		
Voltaje:	13800		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
135 cm	96 cm	289 cm	289 Kg

Anexo A.18. Transformador Ecuatrans

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	21
		Sección	Sistema de energía eléctrica
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	TRANSFORMADOR		
Año:	2017		
Marca:	ECUATRANS		
Modelo:	N/A		
Procedencia:	ECUADOR		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	N/A		
Voltaje:	N/A		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
215 cm	102 cm	258 cm	N/A

Anexo A.19. Bomba centrífuga FE540-SE899


	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	22
		Sección	Sistema de agua natural
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	BOMBA CENTRÍFUGA		
Año:	2016		
Marca:	WEG		
Modelo:	FE540-SE899		
Procedencia:	ITALIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	5 HP		
Voltaje:	220V-240V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	N/A

Anexo A.20. Bomba centrífuga A50108-100

	EMPRESA TANILACT	Área:	Servicios Industriales
		Código:	23
		Sección	Sistema de agua natural
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Descripción:	BOMBA CENTRÍFUGA		
Año:	2015		
Marca:	WEG		
Modelo:	A50108-100		
Procedencia:	ITALIA		
Tipo de corriente:	AC		
Potencia	5 HP		
Voltaje:	220V-240V		
Dimensiones			
Largo	Ancho	Altura	Peso
N/A	N/A	N/A	34 Kg

ANEXO B


Anexo B.1. Instructivo de cambio de empaque de bombas

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Cambio de empaque y sellos mecánico				
Área / Sistema	Agua helada	Equipo:	Bombas	
Frecuencia:	Semestral	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Protector de ojos Ropa de trabajo Mascarilla Guantes				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Realizar el correcto proceso para evitar futuros daños en el equipo.				
<ul style="list-style-type: none"> <p>• CAMBIO DE EMPAQUE</p> <p>Saque el collarín.</p> <p>Use un gancho o extractor para sacar el empaque viejo y el anillo de linterna, si se usa. Asegúrese de que se cambien todos los empaques viejos en ambos lados del anillo de linterna.</p> <p>Limpie y observe la camisa (manguito) o eje lo mejor posible. Si hay algún signo de desgaste, reponga el eje y la camisa.</p> <p>Consulte las instrucciones del fabricante en cuanto al tipo de empaques y al número de anillos.</p> <p>Si se emplean empaques enrollados. córtelos a la medida precisa.</p> <p>Coloque los anillos de empaque cuidadosamente en el eje, uno por uno. Las juntas deberán estar dispuestas alternadamente 45° a la derecha e izquierda a partir del centro superior del eje, en tal forma que no estén en línea dos juntas adyacentes.</p> <p>Si se emplea un anillo de linterna, cerciórese de que esté alineado con la entrada del fluido del sello, de tal manera que el fluido corra libremente a través de la caja de empaques.</p> <p>Cuando todos los anillos de empaque se hayan insertado, reemplace el collarín y ajuste sus tuercas. Luego hágalas retroceder poco menos que el ajuste manual.</p> <p>Deje que la bomba funcione un par de horas antes de intentar controlar las fugas.</p> <p>• CAMBIO DE SELLOS MECANICOS</p> <p>La bomba deberá trasladarse a una área limpia de trabajo.</p> <p>Asee el interior de la bomba e inspeccione en busca de desgaste o daños.</p> <p>Si la bomba tiene una caja de empaques, límpiela totalmente.</p> <p>Inspeccione el eje, la camisa (manguito) del eje, el cuñero y la cuña, y el tornillo opresor en busca de rebabas o ranuras.</p> <p>Abra el paquete de sellos muy cuidadosamente y con las manos limpias. La mugre y los rasguños inadvertidos en la superficie de un sello pueden arruinarlo.</p> <p>Inspeccione en busca de defectos, y si detecta o sospecha un defecto, devuelva el sello al fabricante.</p> <p>Lubrique ligeramente el anillo "O" interno, la cuña de teflón o los fuelles antes de instalarlos. El lubricante debe ser compatible con el material del anillo "O".</p> <p>Coloque el sello de reemplazo siguiendo las instrucciones del fabricante. Si el anillo debe fijarse, ponga especial atención al espacio entre las caras de los sellos.</p> 				

Anexo B.2. Instructivo de limpieza interna del depósito de combustible

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza interna				
Área / Sistema:	Generación de vapor	Equipo:	Depósito de combustible	
Frecuencia:	Anual	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Ropa de trabajo Guantes Mascarilla Equipo de limpieza				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Garantizar el correcto orden y limpieza en el depósito de combustible para mantener la zona en condiciones óptimas				
<ul style="list-style-type: none"> • Extraemos el gasoil que quede en buen estado y lo almacenamos en un depósito temporal. • Aspiramos todos los lodos de hidrocarburos y agua con equipos de aspiración por vacío. • Rociamos los restos del gasoil en las paredes del depósito con productos específicos con acción desincrustante para desprendernos de los restos de lodo, hidrocarburos y sedimentos acumulados. • Almacenamiento, transporte y gestión adecuados para evitar que los residuos puedan afectar al medio ambiente. • Micro-filtramos y trasasamos el combustible en buen estado al depósito original. • Actualizamos el depósito con la etiqueta y el número del depósito correspondiente, que servirá para dejar constancia de que se ha realizado la limpieza. 				

Anexo B.3. Instructivo de lubricación de rodamientos/chumaceras


	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Lubricación de rodamientos / Chumaceras				
Área / Sistema	Todos	Equipo:	Todos	
Frecuencia:	Trimestrales	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Ropa de trabajo Gafas protectoras Mascarilla		Grasera Grasa multipropósitos (NLGI 2 EP) Llaves Tanque para recoger lubricantes Destornillador, artículos de limpieza		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Proveer una película para separar las superficies y hacer el movimiento más fácil.				

Continuación


Anexo B.3.1. Instructivo de lubricación de rodamientos/chumaceras

- Examine cuidadosamente el tipo y propiedades del aceite base, espesantes y aditivos de la grasa
- Una vez hecho esto, seleccione una grasa apropiada para las condiciones de operación del rodamiento.
- Ubique el punto de lubricación (engrasador)
- Limpie el engrador y asegúrese que no esté obstruido
- No llene por completo el espacio con lubricante, esto para que la grasa dentro del rodamiento salga a la hora de arranque


Anexo B.4. Instructivo de lubricación de bombas

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Lubricación Bombas				
Área / Sistema	Todos	Equipo:	Todos	
Frecuencia:		Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Ropa de trabajo Gafas protectoras Mascarilla		Grasera Grasa multipropósitos (NLGI 2 EP) Llaves Tanque para recoger lubricantes Destornillador Artículos de limpieza		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Realizar la lubricación de manera correcta y segura.				
<ul style="list-style-type: none"> • BOMBAS LUBRICADAS CON GRASA Examine cuidadosamente el tipo y propiedades del aceite base, espesantes y aditivos de la grasa Una vez hecho esto, seleccione una grasa apropiada para las condiciones de operación del rodamiento. Si es necesario apague el equipo Ubique los puntos de lubricación con los que el equipo cuenta Límpielos y verifique que no estén obstruidos Coloque la grasa nueva • BOMBAS LUBRICADAS CON ACEITE Examine cuidadosamente el tipo y propiedades del aceite base, espesantes y aditivos de la grasa Una vez hecho esto, seleccione una grasa apropiada para las condiciones de operación del rodamiento. Apague el equipo Ubique el tapón del drenaje y el orificio de carga. Es conveniente drenar el aceite del equipo a una temperatura media para que fluya más fácilmente Llene hasta donde el nivel lo indique. Orificio de carga. Lubrique con aceite ISO 68 				

Anexo B.5. Instructivo de inspección de bomba vertical sumergible

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Inspección de vibración y giro				
Área / Sistema	Agua natural	Equipo:	Bomba vertical sumergible	
Frecuencia:	Trimestral	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Protector de ojos. Mascarilla. Ropa de trabajo. Botas de caucho				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Prevenir los riesgos asociados al servicio prestado.				
<ul style="list-style-type: none"> • GIRO DE LA BOMBA Desarmar y limpiar la bomba Limpiar la tubería Revisar que la tubería sea hermética hasta la bomba y el sello Revisar que la válvula de la base esté cerrada herméticamente Llenar de nuevo la bomba para volver a cebar. • VIBRACIÓN DE LA BOMBA Desarmar y limpiar la bomba Revisar y apretar las tuercas en los pernos de los remaches Revisar que la bomba pueda girar libremente sin ninguna resistencia anormal Revisar las conexiones de la bomba. 				

Anexo B.6. Instructivo de limpieza interna de bombas verticales

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza interna				
Área / Sistema	Agua natural	Equipo:	Todas las bombas verticales	
Frecuencia:		Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Protector de ojos Ropa de trabajo Casco Mascarilla Botas de caucho Guantes				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				

Continuación


Anexo B.6.1. Instructivo de limpieza interna de bombas verticales

<p>OBJETIVO: Asegurar el correcta limpieza en el equipo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmontar las piezas y limpiarlas a fondo, tanto en los surcos como en las juntas • Limpiar también todas las tuercas y arandelas del componente. • Engrasa las piezas que requieran lubricante para alcanzar el apriete indicado. • Compruebe si hay piezas desgastadas o deterioradas. • Si hallas piezas rotas: sustitúyelas • Coloca nuevas unidades de sellado para evitar que el agua llegue al motor. • Finalmente haz una revisión y montaje de toda la unidad y sus componentes antes de su inmersión.

Anexo B.7. Instructivo de limpieza interna del tanque de filtro

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Limpieza interna			
Área / Sistema	Agua natural	Equipo:	Tanque de filtro de agua
Frecuencia:	Una vez por semana	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Ropa de trabajo			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Garantizar el óptimo funcionamiento de los filtros de agua.			
<ul style="list-style-type: none"> • Retro lavar a F1 y F2 simultáneamente con 1/3 de presión de agua por 5 min. • Enjuagar a F1 y F2 simultáneamente con 1/3 de presión de agua por 5 min. • Volver a posición de servicio a F1 Y F2. No olvidar el giro de ida y vuelta de las válvulas. 			

Anexo B.8. Instructivo de limpieza interna del tanque de ablandado de agua

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Limpieza interna			
Área / Sistema	Agua Natural	Equipo:	Tanque de ablandado de agua
Frecuencia:	Una vez por semana	Responsable:	Mantenimiento

Continuación


Anexo B.8.1. Instructivo de limpieza interna del tanque de ablandado de agua

EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS
Ropa de trabajo
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
OBJETIVO: Garantizar el óptimo funcionamiento del ablandador de agua.
<ul style="list-style-type: none"> • Retro lavar a A1 y A2 simultáneamente con 1/3 de presión de agua por 5 min. • Enjuagar a F1 y F2 simultáneamente con 1/3 de presión de agua por 5 min. • Regenerar a A1 y A2 simultáneamente con 1/3 de presión de agua por 25 min. • Enjuagar a A1 y A2 simultáneamente con 1/3 de presión de agua por 25 min. • Comprobar que el agua de A1 y A2 está dulce y regresar a servicio sin olvidar el giro de válvulas de ida y vuelta.

Anexo B.9. Instructivo limpieza y lubricación del tanque de filtro y ablandado de agua

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza externa y lubricación de manijas				
Área / Sistema	Agua Natural	Equipo:	Tanque de filtro de agua/ablandador de agua	
Frecuencia:	Mensual	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Ropa de trabajo Equipo de limpieza Lubricante				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Garantizar el óptimo funcionamiento de los filtros de agua.				
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando una esponja limpiar la parte exterior del tanque de filtro • Limpieza y lubricación de las manijas 				

Anexo B.10. Instructivo de limpieza de radiador del compresor

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza del radiador				
Área / Sistema	Agua helada	Equipo:	Compresor	
Frecuencia:	Semanal	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Protector de ojos Ropa de trabajo Mascarilla Aceite sintético				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Asegurar el correcto funcionamiento y obtener la mayor vida útil posible				
<ul style="list-style-type: none"> • LIMPIEZA DEL RADIADOR AIRE/ACEITE Limpiar las impurezas del radiador. Soplar con una pistola desde el interior. Abrir el panel izquierdo y soplar con aire comprimido sobre el radiador desde el interior. • LIMPIEZA DEL PREFILTRO ANTIPOLVO Sacar el pre filtro. Soplar con aire comprimido. Cambiarlo si fuera necesario. 				

Anexo B.11. Instructivo de limpieza de filtro del compresor

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza del filtro de aire y válvula				
Área / Sistema	Aire Comprimido	Equipo:	Compresor	
Frecuencia:	Mensual	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Mascarilla Protector de ojos Ropa de trabajo				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				

Continuación

Anexo B.11.1. Instructivo de limpieza de filtro del compresor

<p>OBJETIVO: Garantizar que el equipo tenga un sistema de admisión de aire sin partículas contaminantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <p>LIMPIEZA DEL FILTRO</p> <p>Desenroscar el filtro sujeto a la parte superior de la máquina compresora.</p> <p>Abrir el recipiente del filtro.</p> <p>Inspeccione el elemento para ver si está dañado, sucio o con partículas.</p> <p>Extraerlo y sacudirlo un poco para remover la suciedad que se pueda haber acumulado en éste.</p> <p>Es recomendable realizar esta acción después de cada uso para poder alargar la vida del filtro.</p> <p>No limpie el filtro golpeando o por cualquier otro método que pueda dañar los pliegues</p> <p>Inspeccione nuevamente el estado del filtro.</p> <p>Remueva la cinta adhesiva o el trapo de la succión del aire del equipo.</p> <p>Coloque el filtro y ajuste o tape.</p> <p>LIMPIEZA DE LA VALVULA</p> <p>Desmontaje de la válvula de descarga</p> <p>Retire la manguera que conecta la válvula de descarga al filtro de aire;</p> <p>Retire todas las demás partes de la línea de aire conectadas a la válvula de alivio;</p> <p>Retire la bobina de la válvula solenoide;</p> <p>Retire la tuerca ensamblada de la válvula de descarga y la unidad principal y retírela;</p> <p>Mueva la válvula de alivio al piso con un papel limpio o un piso limpio relacionado.</p>
--

Anexo B.12. Instructivo de limpieza de compresores

	<p>INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO</p>		<p>Área: Servicios Industriales</p>
	<p>Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres</p>		<p>Fecha: Enero 2022</p>
<p>Título: Limpieza interna</p>			
<p>Área / Sistema</p>	<p>Aire Comprimido</p>	<p>Equipo:</p>	<p>Compresores SCR30M y 40M</p>
<p>Frecuencia:</p>	<p>Semestral</p>	<p>Responsable:</p>	<p>Mantenimiento</p>
<p>EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS</p>			
<p>Mascarilla</p> <p>Ropa de trabajo</p> <p>Protector de ojos</p> <p>Guantes Aceite mineral</p>			
<p>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</p>			
<p>OBJETIVO: Asegurar correcto funcionamiento del compresor para evitar futuros daños.</p> <ul style="list-style-type: none"> Cierre la prensa de aire Espera a que la presión interna se escape Abra la tapa del combustible Vierta en el agente de limpieza del compresor de aire y apriete la tapa del combustible 			

Continuación

Anexo B.12.1. Instructivo de limpieza de compresores

<ul style="list-style-type: none"> • Suelte el aceite viejo y agregue aceite nuevo. • Primero haga funcionar el compresor de aire durante unos minutos, y el aceite alcanzará la temperatura normal • Abra el compresor de aire durante 30 minutos • En general, la temperatura del compresor de aire después de la limpieza descenderá unos 10 grados.

Anexo B.13. Instructivo de purgado del tanque de aire

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Purgado de tanque de aire			
Área / Sistema	Aire comprimido	Equipo:	Tanques de aire
Frecuencia:	Diario	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Guantes descartables Protector facial. Gafas antiparras Ropa de trabajo			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Garantizar un nivel de control y de mantenimiento correcto para el adecuado funcionamiento del equipo			
Para realizar el purgado del tanque de aire se deberá seguir los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Parar el compresor por medio del interruptor eléctrico. Si el compresor no se encuentra funcionando también debe cortarse la corriente eléctrica antes de proceder al purgado. • Debe tenerse el cuidado apropiado para el trabajo alrededor de una máquina que puede arrancar en forma automática. • Coloque un recipiente para la recolección del agua debajo de la válvula de purga que se encuentra en el tanque acumulador del compresor. • Abrir la válvula de purga. • Mantener alejado el rostro de la salida de líquido. • Tener cuidado pues la presión del aire puede expulsar agua y partículas violentamente. • Cuando deja de salir agua y sólo sale aire cerrar la válvula de purga. 			

Anexo B.14. Instructivo de limpieza de filtros coalescentes

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Limpieza del filtro coalescente			
Área / Sistema	Aire comprimido	Equipo:	Filtros Coalescentes
Frecuencia:	Semestral	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Guantes descartables Protector facial. Gafas antiparras Ropa de trabajo			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Garantizar que el equipo tenga un sistema de admisión de aire sin partículas contaminantes.			
<ul style="list-style-type: none"> • Para limpiar completamente el filtro coalescente, no es necesario desmontarlo de la línea. • Cierre la válvula de cierre de aire principal. • Dispense la pistola o la válvula dispensadora y abra todas las válvulas de drenaje para liberar la presión. • Asegúrese de cerrar el suministro de aire y despresurizar el filtro. • Limpie todas las piezas con disolvente de limpieza y sople aire por el cuerpo del filtro coalescente. • Reemplace el filtro coalescente. 			

Anexo B.15. Instructivo de limpieza del secador de aire

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Limpieza interna y limpieza de filtros			
Área / Sistema	Aire comprimido	Equipo:	Secador DRY 210 y 250
Frecuencia:	Semestral	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Guantes descartables Protector facial. Gafas antiparras Ropa de trabajo			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			

Continuación

Anexo B.15.1. Instructivo de limpieza del secador de aire

<p>OBJETIVO: Mantener en condiciones adecuadas para un mejor funcionamiento del equipo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • LIMPIEZA Sólo use las herramientas apropiadas para el mantenimiento y las reparaciones. El mantenimiento y las reparaciones sólo se pueden hacer cuando el secador está parado, despresurizado y cuando el interruptor principal está fuera de tensión. Antes de desmontar una parte bajo presión, cierre cada fuente de presión y despresurice la red. Tenga cuidado durante el mantenimiento y las reparaciones. Cubra los componentes y los orificios con tela, papel o sello adhesivo para impedir que el polvo entre. No deje nunca herramientas, partes desarmadas o trapos en el secador o encima de él. Antes de poner de nuevo el secador en marcha, compruebe los dispositivos de control y de seguridad del secador, así como la presión y la temperatura de la red de aire comprimido. • LIMPIEZA DE FILTROS Apague los calentadores del secador y deje que se enfríen antes de que se paren los sopladores. Retire con cuidado los elementos del filtro. Limpie o reemplace los elementos del filtro. Aplique aire o vacío a los filtros para eliminar polvo y partículas acumuladas. No perforo o deforme los filtros. Reemplace los elementos del filtro si están dañados, deformados o no pueden limpiarse. Vuelva a instalar cuidadosamente los elementos de filtro para que no haya fugas alrededor de la base del filtro, en la carcasa del filtro o en la tapa.

Anexo B.16. Instructivo de cambio de aceite y filtros del generador

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Cambio de aceite y filtros			
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Generador Eléctrico
Frecuencia:	Trimestral	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Mascarilla Protector de oídos Protector de ojos Ropa de trabajo	Aceite SAE Filtros de aceite y combustible Herramientas de ajustes Artículos de limpieza		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			

Continuación

Anexo B.16.1. Instructivo de cambio de aceite y filtros del generador

<p>OBJETIVO: Mantener en condiciones adecuadas la lubricación y los filtros del motor del generador.</p>
<ul style="list-style-type: none">• CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR. Realizar el cambio con el aceite caliente, NUNCA frío. Colocar un recipiente para la recolección del aceite usado. Quite los tapones de drenaje del cárter (de la parte más profunda y menos profunda). Deje drenar completamente el aceite. Una vez drenado, limpie e instale los tapones de drenaje del cárter. Quite los filtros de aceite. Corte e inspeccione los filtros usados de aceite (una cantidad excesiva de partículas de metal en el filtro es señal de un desgaste prematuro o una falla inminente). Limpie la superficie de sellado del filtro, retire toda la empaquetadura vieja. Aplique aceite en el empaque del filtro nuevo. NO llene los filtros de aceite antes de instalarlos. Una vez que el empaque del filtro haga contacto con la base, apriete el filtro de vuelta a mano. Quite la tapa del tubo de entrada del aceite y llene la cantidad necesaria de acuerdo al equipo. Arranque el motor en velocidad baja y haga funcionar por 5 minutos, busque fugas en los filtros. Pare el motor y espere 10 minutos. Verifique el nivel de aceite.• Limpie el respiradero del cárter: afloje las abrazaderas, separe el conjunto del respiradero, lave con disolvente no inflamable y deje secar. Inspeccione el sello, aplique aceite de motor limpio en los empaques y reinstale en la misma posición que antes de quitarlo.• FILTROS DE COMBUSTIBLE Desconecte el motor o las baterías. Cierre la válvula de suministro del tanque de combustible. Limpie el filtro de combustible primario con disolvente limpio no inflamable. Remueva el filtro de combustible final y deséchelo, limpie la base. Coloque diésel limpio en el empaque del filtro nuevo e instale. Apriete 3/4 de vuelta a mano. NO llene los filtros de combustible antes de instalarlos. Abra la válvula de suministro de combustible Cebe el sistema de combustible.• Arranque el motor en velocidad baja y deje funcionar hasta que el motor funcione uniformemente.• Limpie el radiador con agua a presión con el fin de eliminar las partículas de las aletas del radiador.• Compruebe el estado y el ajuste de las correas del alternador y los accesorios.• Busque fugas en las mangueras debido a abrazaderas en mal estado o rotura de las mangueras.• Limpie el tanque de consumo diario de combustible, para esto seque el tanque, y remueva todas las impurezas y sedimentos que se puedan haber acumulado. Recoja todas las impurezas y colóquelas en la zona especificada para derrames de combustible.• Vuelva a llenar el tanque e inspeccione que todas las válvulas, interruptores y selectores estén en posición correcta para el funcionamiento normal del equipo.

Anexo B.17. Instructivo de ajustes y lubricación del generador

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Limpieza, ajustes y lubricación			
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Generador Eléctrico
Frecuencia:	Semanal	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Mascarilla Protector de oídos Protector de ojos Ropa de trabajo		Herramientas de ajustes Artículos de limpieza Grasa NLGI N° 2 Agua destilada Refrigerante con bajo contenido de silicatos o mezcla de agua y aditivos suplementarios	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Mantener en condiciones adecuadas la lubricación del ventilador y controlar el estado del refrigerante.			
<ul style="list-style-type: none"> • LUBRICACIÓN DE MANDO DEL VENTILADOR (SI APLICA). Inspeccione el conjunto de polea de mando del ventilador, no debe estar flojo. Engrase la conexión ubicada antes de la polea. LIMPIE Y COMPRUEBE EL ESTADO DE LAS ABRAZADERAS. Quite las tapas de los tubos de llenado. Inspeccione el nivel, si es necesario añadir agua, use solamente agua destilada. Limpie las baterías. Limpie todos los bornes de las baterías. Limpie las abrazaderas de los cables. Recubra las abrazaderas de los cables y los bornes con grasa. Revise el funcionamiento del cargador de baterías, la lectura del amperímetro debe estar muy próximo a cero. • CAMBIO DEL REFRIGERANTE. Con el motor parado y frío. Afloje lentamente la tapa del radiador para aliviar la presión y quite la tapa. Quite los tapones de drenaje del bloque y del enfriador de aceite. Quite el tapón de drenaje del fondo de la caja de la bomba de agua. Drene el refrigerante. Una vez drenado, haga circular agua limpia por el sistema para remover partículas. Limpie e instale todos los tapones de drenaje. Llene el sistema con una mezcla de agua limpia y limpiador de sistemas de enfriamiento de acción rápida. Añada 0,5 litros de limpiador por cada 14 litros (3,7 galones) de agua. Vierta la mezcla despacio, no lo haga demasiado rápido o entrara burbujas de aire al sistema. Instale la tapa de entrada del sistema de enfriamiento. Arranque y haga funcionar el motor durante 30 minutos. Pare el motor y deje que se enfríe. Afloje la tapa de entrada y alivie la presión, quite la tapa. Remueva todos los tapones de drenaje del sistema. Deje que se drene toda la solución. 			

Continuación

Anexo B.17.1. Instructivo de ajustes y lubricación del generador

<p>Enjuague el sistema con agua limpia hasta que el agua que sale por los drenajes salga transparente.</p> <p>Limpie e instale todos los tapones de drenaje.</p> <p>Llene el sistema con refrigerante.</p> <p>Deje funcionar el motor con la tapa de llenado quitada. Deje que se caliente el refrigerante, se abra el termostato y se establezca el nivel de refrigerante. Compruebe el nivel de refrigerante y añada si se requiere hasta que el nivel este como máximo a 12 mm (1,2 cm) de la parte inferior del tubo de llenado.</p> <p>Inspeccione que la tapa del tubo de llenado este en buen estado. Coloque la tapa.</p> <p>Arranque el motor y busque si hay fugas de refrigerante.</p> <p>Pare el motor. Inspeccione el estado y el ajuste de los pernos de soporte del motor.</p> <p>De mantenimiento a los inyectores de combustible, solo si:</p> <p>Hay un funcionamiento irregular del motor. Hubo circulación de combustible sucio.</p> <p>El humo de escape es negro.</p> <p>Existe un aumento en el consumo de combustible.</p> <p>Compruebe que todos los elementos sometidos a mantenimiento estén correctamente instalados.</p> <p>Deje el área limpia y libre de obstáculos.</p> <p>Deje el motor en modo de funcionamiento normal o automático.</p>

Anexo B.18 Instructivo de inspección del generador

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Inspección				
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Generador Eléctrico	
Frecuencia:	Mensual	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Mascarilla Protector de oídos Protector de ojos Ropa de trabajo		Herramientas de ajustes Artículos de limpieza Aceite Refrigerante		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Garantizar el correcto encendido y funcionamiento de los sistemas básicos del generador eléctrico.				
<ul style="list-style-type: none"> • Busque derrames de combustible, lubricante o refrigerante, si existiesen ubique su fuente y tome las medidas correctivas necesarias. Recoja el derrame según el instructivo correspondiente. • Limpie el motor, remueva suciedades de todos los elementos accesibles, asegúrese que las tapas de los sistemas de combustible, refrigeración, etc. Se encuentren limpios. 				

Continuación


Anexo B.18.1. Instructivo de inspección del generador

<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccione que las tuberías y conexiones estén bien sujetas y apretadas. • Drene el agua y los sedimentos del tanque de depósito de combustible y del tanque de uso diario. • Compruebe el nivel de electrolito de las baterías, para esto desconecte antes los cargadores de batería. • Inspeccione el tablero de control, busque señales de desgaste, suciedad, etc. • Encienda el motor durante 10 minutos. Luego Apáguelo. • Compruebe el nivel del aceite con el motor parado. Vierta aceite nuevo si se requiriera. • Compruebe el nivel de refrigerante y el estado de la tapa del tubo de llenado. • Revise que el generador de electricidad tenga las baterías conectadas, el circuito de combustible abierto y el interruptor en la posición de automático.

Anexo B.19. Instructivo de inspección de la celda de media tensión

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Inspección de aisladores				
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Celda de media tensión/Transformador	
Frecuencia:	Anual	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
<p>Guantes dieléctricos</p> <p>Zapatos de seguridad dieléctricos</p> <p>Ropa de seguridad ceñida</p> <p>Maletín de herramientas para mecánico-electricista</p> <p>Equipo de detector de tensión</p> <p>Gafas de protección</p>				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Mantener en condiciones adecuadas los aisladores.				
<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el aislador si está roto y ajustar los accesorios de ferretería-aisladores, de ser necesario. • Verificar condición del amarre de la línea con el aislador, corregir si fuera necesario. • Aplicación de grasa siliconada al aislador de ser el caso. • Verificar que el área de trabajo quede en perfecto estado de orden y limpieza, proceder al traslado y devolución de los materiales en los lugares autorizados. • Comunicar al centro de control la culminación del mantenimiento. 				

Anexo B.20. Instructivo de inspección de elementos de protección

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Inspección de elementos de protección y seccionadores				
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Celda de media tensión	
Frecuencia:	Semestral	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
Guantes dieléctricos		Maletín de herramientas para mecánico-electricista		
Zapatos de seguridad dieléctricos		Multímetro		
Ropa de seguridad ceñida		Mili ohmímetro		
Gafas de protección		Ohmímetro		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Mantener en condiciones óptimas de funcionamiento la celda de media tensión				
<ul style="list-style-type: none"> • AUTOVALVULAS Se comprobará su conexión a la red de tierra y la medida de esta. Al ser un equipo sellado no se pueden realizar más pruebas. • SECCIONADORES Se comprobará que los contactos ajustan correctamente Que la transmisión del mando se realizar correctamente y en todo caso se lubricará y engrasarán los elementos móviles para garantizar su funcionamiento. Se comprobará que el enclavamiento entre el seccionador principal y el de puesta a tierra es correcto. • INTERRUPTORES Dependiendo del tipo de interruptor se podrán ejecutar distintas labores de mantenimiento. En los de corte al aire es fundamental que los mandos de maniobra y las transmisiones estén bien alineadas y lubricadas para que ejerzan la fuerza suficiente en la maniobra. En los de aceite se verificará el estado y nivel de aceite dentro de las cámaras. En los de hexafluoruro de azufre se comprobará el nivel de gas de las cámaras. En todos ellos se comprobará su correcta actuación. Se puede realizar medida de resistencia de contactos, esto es medir el valor de la resistencia de las piezas de unión para evitar que se produzcan puntos calientes con el ohmímetro • ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Fusibles Los fusibles deben ser revisados durante las operaciones de mantenimiento y comprobar los siguientes parámetros: Estado de conservación. Intensidad nominal adecuada. Montaje con el percutor en el lado correcto. Medida de resistencia, en caso de no darnos continuidad, deberemos sustituir el fusible ya que esta fundido, lo realizaremos con el multímetro. 				

Anexo B.21. Instructivo de limpieza, inspección del transformador

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área:	Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha:	Enero 2022
Título: Limpieza, inspección y cambio de empaques				
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Transformador	
Frecuencia:	Anual	Responsable:	Mantenimiento	
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS				
<p>Guantes dieléctricos Zapatos de seguridad dieléctricos Gafas de protección Ropa de seguridad Maletín de herramientas para mecánico-electricista</p>				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
OBJETIVO: Mantener un total control del estado de la maquinaria.				
<ul style="list-style-type: none"> • LIMPIEZA E INSPECCIÓN Limpieza de todos sus elementos, cuba, porcelanas, radiadores... Observación de pérdidas de fluido a través de las juntas, bornes, válvulas, etc. Reapriete de los elementos. Medida de aislamiento entre sus arrollamientos. Comprobación de anclaje y conexión a la red de tierra de herrajes de los raíles. Pruebas de actuación de sus protecciones propias instaladas. Toma de muestra y análisis de rigidez dieléctrica del fluido dieléctrico. Verificación del estado de la pintura. • CAMBIO DE EMPAQUES Antes de reemplazar un empaque. Limpie cuidadosamente y muy bien todas las superficies de acero entre las cuales los empaques van hacer comprimidos. La limpieza debe ser hecha raspando o cepillando con cepillo de alambre la superficie luego lave con alcohol de limpieza. Use un pegamento recomendado para empaques cuando instale los empaques. Coloque el empaque en su sitio y atornille conjuntamente las dos superficies, hasta ejercer una presión uniforme en el empaque. Después que la unidad haya estado en servicio por un período de seis meses, vuelva a apretar todos los tornillos. 				

Anexo B.22. Instructivo de inspección, limpieza y torqueo de banco de capacitores

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Área: Servicios Industriales
	Realizado por: Deicy Macas, Erika Tuquerres		Fecha: Enero 2022
Título: Inspección, limpieza y torqueo			
Área / Sistema	Eléctrica	Equipo:	Banco de Capacitores
Frecuencia:	Mensual	Responsable:	Mantenimiento
EQUIPOS/INSUMOS NECESARIOS			
Guantes Herramientas de ajuste Ropa de trabajo			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO			
OBJETIVO: Mantener en condiciones adecuadas los elementos del banco de capacitores.			
<ul style="list-style-type: none"> • Control del funcionamiento de contactores • Verificación del funcionamiento de relé varimétrico • Medición de la corriente nominal de los pasos • Medición de aislación • Medición de capacidad • Medición de corriente de trabajo • Limpieza y apriete de conexiones 			