



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS
EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autor:

Yauli Achachi Miller Omar

Tutor académico:

Ing. M.Sc. Quinchimbla Pisuña Freddy Eduardo

LATACUNGA – ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Yauli Achachi Miller Omar, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA”**, siendo el Ing. M.Sc. Quinchimbla Pisuña Freddy Eduardo, tutor del presente trabajo; y eximo expresadamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Yauli Achachi Miller Omar

C.C: 1805381892

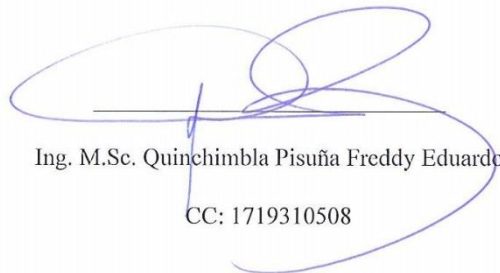


AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA”, de **YAULI ACHACHI MILLER OMAR**, de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Proyecto Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto 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, agosto de 2022



Ing. M.Sc. Quinchimbla Pisuña Freddy Eduardo
CC: 1719310508



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Trabajo 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, carrera de Ingeniería Industrial; por cuanto, el postulante: **Yauli Achachi Miller Omar**, con cedula de ciudadanía N° 1805381892, con el título de Proyecto de Titulación: **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA”**, ha 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, agosto de 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Tello Córdor Ángel Marcelo

C.C: 050151855-9

Lector 2

Ing. MSc. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo

C.C: 0503257404

Lector 3

PhD. Msc. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C. C: 100097032-5

AVAL DE LA EMPRESA

Quito, 17 de Abril del 2022

A quien interese

Por medio del presente notificamos que la empresa **ILPM ENGINEERING CIA. LTDA, S.A.**, apoya la realización del proyecto investigativo “**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA**”, llevado a cabo por el señor estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi: Yauli Achachi Miller Omar con cedula de ciudadanía N° 1805381892 en el periodo de Abril 2022 hasta Agosto 2022.

Declaramos conocer y aceptar los términos y condiciones previstas para la ejecución del Proyecto Investigativo, estando conformes con todas aquellas actividades que se prevean realizar con nuestro apoyo.

Es todo en cuanto se puede manifestar en honor a la verdad y faculto a los interesados hacer uso del presente certificado.

Atentamente;



Representante de ventas y soporte al cliente

Ing(a). Gisella Verónica Altamirano Castro

C.C. 1803306248



ILPM
ingeniería líder en proyectos y materiales
INGENIERIA Y CONSULTORIA



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sentido agradecimiento a Dios por esta nueva meta cumplida que es un gran anhelo a nivel personal.

A mis queridos padres por su gran apoyo, razón por la cual supieron guiarme toda mi vida. Gracias por su admirable esfuerzo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que mediante sus conocimientos se cumplió mi objetivo y a la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA. por abrirme las puertas de su organización para desarrollar el presente trabajo.



DEDICATORIA

Desde lo más profundo de mis emociones dedico esta tesis a:

Mis padres por su gran amor incomparable y de manera especial a mi querida madre Hilda Achachi por demostrarme todos los días que con esfuerzo y constancia podemos superar todas las dificultades que la vida nos antepone.

A mis hermanas Gisela y Johana por ayudarme a mantener la motivación gracias a sus consejos y palabras de aliento

A toda mi familia y amigos que compartieron conmigo esta etapa llena de buenos recuerdos y experiencias de vida que guardaré para la posteridad



ÍNDICE GENERAL



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
CARTA AVAL DE LA EMPRESA	iii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INFORMACIÓN GENERAL	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. RESUMEN	2
ABSTRACT	3
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	4
1.2. EL PROBLEMA	5
1.2.1. Planteamiento del problema	5
2.1.2. Formulación del problema.....	6
1.3. BENEFICIARIOS	6
Tabla 1.1: Beneficiarios directos e indirectos	6
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5. HIPÓTESIS	7
1.6. OBJETIVOS	7
1.6.1. General.....	7
1.6.2. Específicos.....	7
1.7. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8



2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
2.1. ANTECEDENTES	9
2.2. MARCO REFERENCIAL/ ESTADO DEL ARTE	10
2.2.1. Objetivos del mantenimiento.....	11
2.2.2. Breve historia del mantenimiento.....	11
2.2.3. Consideraciones para la organización de un mantenimiento.....	12
2.2.4. Las fallas o averías	12
2.2.5. Fiabilidad de los equipos	13
2.2.6. Tipos de mantenimiento	13
2.2.7. Análisis de los equipos por niveles.....	16
2.2.8. Análisis de los modos y efectos de falla.....	16
2.2.9. Modos de fallo	17
2.2.10. La prevención de fallos.....	18
2.2.11. Fiabilidad y mantenibilidad de los equipos	18
2.2.12. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).....	20
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	26
3.2. METODOLOGÍA.....	26
3.2.1. Tipo de investigación	26
3.2.2. Técnicas aplicadas	26
3.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	36
3.3.1. Mapeo de procesos y levantamiento de la planimetría de distribución.....	36
3.3.2. Descripción de los equipos generadores de valor.....	40
3.3.3. Levantamiento de información de mantenimiento	42
3.3.4. Estudio de criticidad de los equipos	44
3.3.5. Establecimiento del modelo de mantenimiento de los equipos.....	44
3.3.6. Levantamiento de ficha de equipos y de la hoja resumen de datos de mantenimiento	45
3.3.7. Resumen de datos de mantenimiento	47



3.3.8. RCM (Mantenimiento basado en la fiabilidad)	47
3.3.9. Estructuración del plan de mantenimiento	48
3.3.10. Estudio de presupuestos	61
3.4. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA	66
3.4.1. Impacto Técnico	66
3.4.2. Impacto social	66
3.4.3. Impacto Ambiental	66
3.4.4. Impacto económico	66
4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO	67
4.1. CONCLUSIONES	67
4.2. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA:	67
ANEXOS:	71



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios directos e indirectos _____	6
Tabla 1.2: Actividades y sistema de tareas _____	8
Tabla 2.3: Historia del mantenimiento _____	11
Tabla 2.4: Clasificación de fallos _____	13
Tabla 2.5: Niveles de los equipos _____	16
Tabla 2.6: Etapas para aplicar el análisis de modos de falla _____	17
Tabla 2.7: Clasificación de modos de fallo _____	17
Tabla 2.8: Evolución de los criterios fundamentales del Mantenimiento _____	22
Tabla 2.9: Pasos del RCM _____	24
Tabla 3.10: Simbología del diagrama de procesos _____	27
Tabla 3.11: Niveles de equipos _____	27
Tabla 3.12: Simbología para el cálculo de criticidad _____	29
Tabla 3.13: Encuesta de criticidad _____	29
Tabla 3.14: Esquema de ficha de equipos _____	32
Tabla 3.15: Planificación de rutas y gamas de mantenimiento _____	34
Tabla 3.16: Esquema de procedimientos _____	34
Tabla 3.17: Información general de la empresa _____	36
Tabla 3.18: Distribución de áreas ILPM _____	38
Tabla 3.19: Descripción de los equipos a analizar _____	41
Tabla 3.20: Codificación de equipos _____	42
Tabla 3.21: Codificación de elementos _____	43
Tabla 3.22: Resumen de criticidad de equipos _____	44
Tabla 3.23: Modelos de mantenimiento _____	45
Tabla 3.24: Ficha de equipo 1 _____	46
Tabla 3.25: Rutas y gamas de mantenimiento _____	49
Tabla 3.26: Rutas y gamas área 1 _____	50
Tabla 3.27: Rutas y gamas área 2 _____	50
Tabla 3.28: Orden de trabajo equipo 1 _____	52
Tabla 3.29: Resumen del plan maestro de mantenimiento _____	55



Tabla 3.30: Costos de mantenimiento _____	61
Tabla 3.31: Costos de la mano de obra _____	62
Tabla 3.32: Costos de implementación Software MP10 _____	63
Tabla 3.33: Evaluación del sistema RCM _____	64
Tabla 3.34: Estudio de fallas por mes _____	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: La búsqueda del conocimiento RCM [2]	23
Figura 2.2: Pasos propuestos en el RCM [4].....	25
Figura 2.3: Evolución de un programa RCM [4].....	26
Figura 3.4: Codificación de equipos.....	28
Figura 3.5: Codificación de elementos	28
Figura 3.6: Modelos de mantenimiento.....	31
Figura 3.7: Tabla de tipos y modos de fallos.....	33
Figura 3.8: Esquema de planificación de mantenimiento	35
Figura 3.9: Organigrama de ILPM Cía. Ltda.	37
Figura 3.10: Layout de ILPM. CIA. LTDA.	38
Figura 3.11: Distribución de áreas.....	39
Figura 3.12: Tabla de criticidad.....	44
Figura 3.13: Software MP10	56
Figura 3.14: Panel principal MP10.....	57
Figura 3.15: Panel de datos de los equipos.....	57
Figura 3.16: Plan de mantenimiento MP10.....	58
Figura 3.17: Estructura del plan de mantenimiento.....	58
Figura 3.18: Agregar ordenes de trabajo	59
Figura 3.19: Planificación del mantenimiento.....	59
Figura 3.20: Recursos extra MP10	60
Figura 3.21: Asignación de responsables	60
Figura 3.22: Grafica comparativa de fallas	65

INFORMACIÓN GENERAL

Título: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA

Fecha de inicio: 18/04/2022

Fecha de finalización: 09/09/2022

Lugar de ejecución: ILPM Engineering CIA. LTDA _Emilio Estrada y Oruña - Sector la Kennedy- Quito- Pichincha

Facultad de auspicio: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicio: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: N/A

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. M.Sc. Quinchimbla Pisuña Freddy Eduardo.

- N° de Cédula: 1719310508
- Teléfono: 0998976099
- Correo electrónico: freddy.quinchimbla@utc.edu.ec

Estudiante investigador: Yauli Achachi Miller Omar

- N° de Cédula: 1805381892
- Teléfono: 0980805531
- Correo electrónico: miller.yauli1892@utc.edu.ec

Área de conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Procesos Afines / 0715 Mecánica y metalurgia.

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sublíneas de investigación de la carrera:

Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. RESUMEN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA

AUTOR:

Yauli Achachi Miller Omar

La empresa “ILPM ENGINEERING CIA. LTDA” cuenta con una escasa documentación técnica de sus equipos, además de no tener un plan maestro de mantenimiento provoca que los encargados de esta área realicen actividades correctivo-preventivas es decir que en la mayoría de casos intervienen cuando el fallo en el equipo es evidente, provocando paros no programados que afectan a su sistema productivo. Como propuesta de solución a esta problemática se realizó el estudio de un sistema de mantenimiento RCM con el fin de reducir la frecuencia de fallas de los equipos críticos existentes y de esta manera incrementar su confiabilidad. Aplicando métodos de investigación descriptiva para el establecimiento de medidas que prevengan o reduzcan la probabilidad de ocurrencia de fallos apoyándose en los conceptos de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad, obteniendo como resultado una propuesta de actividades de mantenimiento a seguir para aumentar la disponibilidad de los equipos cuando el proceso productivo lo requiera, así como la utilización del Software de mantenimiento MP10 como sistema que agilice el almacenamiento, la organización de los documentos generados y la consulta de la información de mantenimiento para una mejor organización y reducción de la documentación física.

Palabras clave: MTTO (Mantenimiento), RCM, confiabilidad, planificación.

ABSTRACT

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TOPIC: RCM METHODOLOGY APLICATION FOR THE INDUSTRIAL EQUIPMENT MANAGEMENT IN THE ILPM ENGINEERING CIA. LTDA ENTERPRISE.

AUTHOR:

Yauli Achachi Miller Omar

The “ILPM ENGINEERING CIA. LTDA” enterprise has little technical documentation its equipment, furthermore to not having a master maintenance plan, it causes those in charge this area to make corrective-preventive activities, that is, to say, in most cases, they intervene, when the equipment failure is evident, by causing unscheduled stoppages, what affect its production system. As a proposed solution to this problem it was made the RCM maintenance system study, in order to reduce the existing critical equipment failures frequency and thus, increase its reliability. Applying descriptive research methods for the measures establishment, what prevent or reduce the faillures occurrence probability base don the reliability-centered maintenance methodology concepts, getting as a result a maintenance activities to follow to increase the equipment availability, when the production process requires it, as well as the MP10 maintenance software use a system, what speeds up the storage, generated documents organization and the maintenance information consultation for a physical documentation better organization and reduction.

Keywords: Maintenance, RCM, reliability, planning.



CENTRO
DE IDIOMAS

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 trabajo de titulación cuyo título versa: **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM PARA LA GESTIÓN DE LOS EQUIPOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA ILPM ENGINEERING CIA. LTDA** presentado por: **Yauli Achachi Miller Omar**, estudiante de la Carrera de: **Ingeniería Industrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,

Mg. Marco Beltrán



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

1.2. EL PROBLEMA

1.2.1. Planteamiento del problema

El mejoramiento continuo de la industria ecuatoriana se ha enfocado principalmente al sentido económico, a la inversión para nuevas plantas de producción y las transferencias a la tecnología actual, sin embargo es un requisito indispensable que los procesos de mantenimiento se optimicen para hacerlos más efectivos, seguros y económicos por lo cual es necesario aumentar la inversión en mantenimiento para obtener el mínimo costo total en sus actividades. Por otro lado también se toma en cuenta un cambio en el modelo de mantenimiento tradicional y hacerlo más efectivo. Las fallas técnicas en los equipos industriales son una realidad inevitable que afecta el funcionamiento normal de una empresa, generando retrasos en tiempos de ejecución y cumplimiento de aquellas actividades recurrentes de la organización, además de aumentar los costos de reparación; si no se ha aplicado una gestión de los equipos por medio de un mantenimiento confiable. Entre las fallas más comunes que se pueden identificar están aquellas relacionadas a la vibración, fatiga, corrosión, contracción y aplicación fuerzas de externas a las máquinas, también incluyen los largos periodos de inactividad.

ILPM Engineering CIA. LTDA. es una empresa destinada a la prueba de materiales, ingeniería y consultoría. El cumplimiento de sus actividades exige que los equipos que empleen funcionen de forma correcta y sin ningún tipo de falla para cumplir con los estándares de calidad a los que están sometidos este tipo de pruebas. Actualmente la empresa lleva un mantenimiento enfocado en actividades preventivas-correctivas para que al momento de presentarse un fallo invertir en su reparación, lo que suele provocar pérdida de tiempo en la ejecución de las actividades y si las máquinas no presentan un funcionamiento óptimo puede dar lugar a la obtención de datos erróneos al momento de hacer los ensayos de materiales lo que obliga a la empresa a realizar nuevas pruebas además de generar retrasos en los tiempos de entrega lo que se deduce en pérdidas económicas y reducción de confianza en la organización por parte de sus clientes. Cabe resaltar que existen algunas actividades de diagnóstico y limpieza rutinarias de los equipos pero estas no se realizan mediante una planificación estructurada. La empresa cuenta con una base de datos de los equipos, manuales y folletos del fabricante, pero no se aplica una metodología que organice la información y la documente para programar un mantenimiento eficiente.

2.1.2. Formulación del problema

¿Qué actividades permiten establecer un sistema de Mantenimiento centrado en la confiabilidad para el correcto funcionamiento de los equipos críticos y el aumento del rendimiento de los mismos en la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA?

1.3. BENEFICIARIOS

Tabla 1.1: Beneficiarios directos e indirectos

BENEFICIARIOS	
Descripción	Cuantificación
DIRECTOS	
Gerente de la empresa y propietario legal	1
Empleados	8
Personal de mantenimiento	3
Estudiante Investigador	1
TOTAL:	13
INDIRECTOS	
Socios de la empresa	4
Proveedores	3
TOTAL:	7
TOTAL BENEFICIARIOS	20

1.4. JUSTIFICACIÓN

La empresa donde se llevará a cabo este proyecto de investigación es ILPM Engineering CIA. LTDA. donde se plantea el levantamiento de información de los equipos que pertenecen a los procesos agregadores de valor, con la finalidad de diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad. Esta planificación permitirá a la empresa llevar un control del funcionamiento de la maquinaria, generando un impacto positivo en la organización y en su personal, permitiendo que los equipos tengan un grado de confiabilidad óptima de manera que cumplan con sus funciones requeridas en su contexto operacional y haciendo las áreas de trabajo más seguras. Esto mediante la ayuda y colaboración de todos los trabajadores en la planificación de las tareas básicas planificadas de mantenimiento para poder encontrar y corregir errores con anticipación, aumentar la vida útil de los equipos además de beneficios tanto económicos, productivos y de seguridad laboral. La propuesta del plan de mantenimiento en base a la

metodología RCM generará conocimientos aplicables a la empresa donde se realizó el estudio en relación a las buenas prácticas y uso correcto de sus equipos.

1.5. HIPÓTESIS

La aplicación de la metodología RCM en la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA. contribuirá a la reducción de la frecuencia de fallas en los equipos, lo que significa que estos estarán en óptimas condiciones cuando el proceso operativo lo requiera a la par que las tareas de mantenimiento serán más organizadas y controladas.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. General

Diseñar un Plan de Mantenimiento aplicando la metodología RCM en la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA. para la mejora en la gestión de sus equipos.

1.6.2. Específicos

- Caracterizar los equipos industriales en la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA. para la obtención de información de su situación actual.
- Levantar información de fallos y averías de los equipos seleccionados para el establecimiento de medidas preventivas.
- Estructurar las actividades preventivas para la generación del plan de mantenimiento RCM.

1.7. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.2: Actividades y sistema de tareas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Caracterizar los equipos industriales en la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA para la obtención de información de su situación actual.	Mapeo de procesos y Levantamiento de la planimetría de distribución de los equipos	-Mapa de procesos -Layout y mapa áreas de la empresa	-Investigación de campo y observación
	Estudio de equipos por diferentes niveles	-Tabla de resultados del análisis de los equipos por niveles.	-Investigación de campo -Búsqueda de información
	Codificación de equipos y elementos.	-Tabla de codificación de equipos y elementos	-Investigación de campo
	Estudio de criticidad y definición del modelo de mantenimiento de equipos	-Análisis de resultados y diagrama de modelos de mantenimiento.	-Aplicación de encuestas de mantenimiento -Investigación de campo
	Levantamiento de ficha de equipos y de la hoja resumen de datos de mantenimiento	-Fichas de equipos. -Tabla resumen de datos de mantenimiento.	-Investigación de campo y búsqueda de información
Levantar información de fallos y averías de los equipos seleccionados para el establecimiento de medidas preventivas.	Determinación de los tipos de fallo inmersos en los sistemas de los equipos	-Tabla resumen de fallos presentes en los equipos.	- Investigación de campo y búsqueda de información
	Clasificación de los fallos y determinación de los modos de fallos	-Tabla resumen de fallos y modos de fallos posibles.	-Observación e investigación aplicada a los equipos
	Estudio de las medidas preventivas	- Tabla de medidas preventivas a aplicar.	-Observación y búsqueda de información de la empresa
Estructurar las actividades preventivas para la generación del plan de mantenimiento RCM.	Cálculo y análisis del plan de mantenimiento	-Tabla de frecuencia de las tareas de mantenimiento.	-Investigación aplicada y búsqueda de información.
	Planificación de tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento	-Tabla de rutas y gamas de mantenimiento.	-Investigación aplicada y búsqueda de información.
	Levantamiento de procedimientos para ejecutar las rutas y gamas	- Procedimiento para ejecución las rutas y gamas	-Investigación y búsqueda de información
	Organización de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución	-Tabla de planificación del mantenimiento para un año de ejecución	-Investigación y búsqueda de información.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

El beneficio de la práctica RCM y las principales actividades que la conforman ha sido objeto de investigación en numerosos estudios que han derivado en resultados que se refieren a continuación.

Se determinó que los criterios de la norma SAE JA1011, SAE JA1012 y la ISO 14224, aportan a la estandarización de los reportes de las averías en un sistema y garantiza que todas las fallas se describan en un mismo formato y con los elementos necesarios para el análisis estadístico.

Adicionalmente la elaboración de un catálogo de averías a partir del AMEF, permite generar historiales de fallas de los equipos incluyendo sus subsistemas de forma efectiva y práctica para la unidad de estudio. [16]

Mediante la utilización de la metodología RCM y el diagrama de Pareto, se puede determinar las máquinas críticas de una empresa, a la vez que ayuda a obtener el tiempo de inoperatividad y los costos que surgen del mismo. El RCM se apoya de sus herramientas como el árbol de fallas, análisis de fallas y efectos (AMEF), hoja de información preventiva en intervalos de tiempo de programación para el análisis de dos máquinas críticas que permitió realizar la propuesta de crear tareas de mantenimiento cuyo responsable pueda desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en el RCM. [17]

Para que el mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM obtenga buenos resultados es necesario no solo diseñar dicho plan de forma efectiva sino que también el hecho de reconocer que es una nueva forma de trabajo que involucre a todo el personal que requiera además de terceros en caso de ser necesario. El nivel de detalle que se usa en el proceso RCM influye mucho en el tiempo y recursos que se está dispuesto a invertir, sin embargo, debe encontrarse un punto medio el cual no consuma demasiado tiempo en el análisis de fallas, pero tampoco que sea poco detallado a tal punto que pueda volverse un análisis superficial. [18]

El establecimiento de una planificación de mantenimiento incrementó la confiabilidad de los equipos pesados pertenecientes a la empresa OSIMIN S.R.L. Con un incremento general de 87% y disponibilidad de 94%, en comparación al anterior de 78% y disponibilidad de 89%. [19]

El mantenimiento industrial actualmente tiene una vista estratégica que engloba los factores de competitividad e innovación necesarias para mantener la industria en el mercado real haciendo

los procesos de fabricación más automáticos y sostenibles El RCM es un proceso de mejoramiento del mantenimiento que busca determinar las actividades adecuadas para lo cual se necesario conocer algunos aspectos como los objetivos de la metodología y justificar su aplicación, conocer además el contexto operacional de la empresa, definir funciones de los equipos y generará información detallada de todas las fallas que han sucedido y que posiblemente pueda suceder y no hayan sido consideradas con la finalidad de lograr un análisis más completo. [20]

Los anteriores antecedentes sirvieron como base y establecieron una dirección a la investigación, permitiendo tener un concepto más completo de los objetivos que pretende la metodología RCM y la manera más adecuada de aplicarlo dentro del contexto industrial.

2.2. MARCO REFERENCIAL/ ESTADO DEL ARTE

El objetivo del mantenimiento es conseguir un máximo nivel de disponibilidad de las instalaciones productivas, compatible con los niveles de calidad exigidos, al mínimo costo, con el mayor nivel de seguridad para el personal y con un mínima degradación para el medio ambiente [6]. Con ellos se puede decir que el mantenimiento cumple un papel muy importante en el desarrollo de la industria la cual dependerá del compromiso de todos los participantes de la entidad. Cada empresa necesita un servicio de mantenimiento propio y adecuado a su sistema productivo, tomando en cuenta no sólo los aspectos técnicos sino también factores económicos, de seguridad y medioambiente. La necesidad del mantenimiento se basa en que cualquier máquina o equipo sufre una serie de degradaciones a lo largo de su vida útil. Si no se evitan o eliminan el objetivo para el que se crearon no se alcanza plenamente, el rendimiento disminuye y su vida útil se reduce [6]. Es por eso que contar un buen sistema de gestión puede aumentar la tasa de utilización de los equipos, reducir el número de elementos que presentan averías desde el punto de vista técnico y económico. En la industria de manufactura la disponibilidad y la confiabilidad de sus medios productivos están directamente relacionados con el cumplimiento de los objetivos de producción [12]. Concibiendo en la idea de no solo reparar averías sino también evitarlas, haciendo necesario conocer las causas que le dan origen y analizar los efectos que provocan; generando acciones a tomar a corto, mediano y largo plazo, además de darle prioridad a las mismas.

El mantenimiento es toda actividad encaminada a conservar las propiedades físicas de una institución o empresa a fin de que esté en condiciones para operar de forma satisfactoria a un costo razonable [7]. El mantenimiento es el conjunto de acciones encaminadas al monitoreo

del estado de cada elemento que forma parte del proceso productivo de la empresa durante su tiempo de vida útil con el fin de conservarlo el mayor tiempo posible y que funcione eficientemente. En este contexto se puede considerar aspectos de los equipos como: funcionalidad, seguridad, productividad, comodidad e imagen corporativa. Lo que lo convierte en una actividad necesaria para asegurar la disponibilidad de los equipos, considerándose parte fundamental en las operaciones recurrentes de la organización esto a su vez incluirá costos adicionales dependiendo de la complejidad de los equipos utilizados.

2.2.1. Objetivos del mantenimiento

La misión principal del mantenimiento es garantizar que las máquinas y equipos de la empresa estén disponibles cuando lo requiera el usuario [8]. De ahí se derivan los objetivos primordiales del mantenimiento:

- Que los equipos productivos tengan un alto nivel de disponibilidad para garantizar el cumplimiento de las metas de la organización; calidad requerida con las condiciones de seguridad y medioambiente adecuadas.
- Mantener los activos de la empresa en niveles altos de prestaciones mediante la minimización del deterioro propio del uso de los equipos y de esa manera conservar su valor inicial.
- Desarrollar una gestión de manera que las intervenciones garanticen el correcto funcionamiento de las unidades productivas. Esto es equivalente a decir que el mantenimiento debe ser eficaz y eficiente.
- La disponibilidad de equipos e instalaciones necesarias en su proceso productivo además de aumentar su vida útil

2.2.2. Breve historia del mantenimiento

El mantenimiento sigue presente desde la primera revolución industrial hasta la cuarta revolución industrial y seguirá en las próximas [9], estableciendo normas y técnicas para la conservación de máquinas y herramientas de una instalación industrial por lo que se deduce que el mantenimiento se utiliza en diversos enfoques a lo largo del tiempo. En la tabla 2.3 se muestra una cronología de su evolución, desde que se implementó el mantenimiento correctivo hasta el surgimiento del método de conservación de los equipos.

Tabla 2.3: Historia del mantenimiento

Año	Descripción
1780	Mantenimiento correctivo
1798	Uso de partes intercambiables
1903	Producción industrial masiva
1910	Cuadrillas de mantenimiento correctivo
1914	Mantenimiento preventivo
1931	Control de calidad del producto manufacturado
1950	Control estadístico de calidad
1960	Desarrollo del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)
1971	Desarrollo del mantenimiento productivo total (TPM)
1995	Desarrollo del proceso de las 5S
2005	Surgimiento de la filosofía de conservación industrial

Por otro lado el enfoque basado en la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad han introducido a la gestión del mantenimiento en una nueva fase que involucra conceptos más amplios al mantenimiento como son el incremento de la calidad, flexibilidad de las operaciones mediante su normalización, más competitividad y disponibilidad entre otros-, esto mediante la planificación de actividades de conservación, control y métodos que van más allá de las reparaciones.

2.2.3. Consideraciones para la organización de un mantenimiento

La organización debe tomar en cuenta varios aspectos al momento de planear el mantenimiento: Establecer los responsables del mantenimiento de manera clara para evitar superposición de tareas.

- Los niveles jerárquicos deben ser los menos posibles para facilitar la comunicación.
- Disponer un grupo de trabajo adecuado y acorde a sus habilidades
- Establecer objetivos claros y entendibles para la organización y para quienes la componen.
- La organización debe mostrarse flexible a cambios futuros.
- Establecer las actividades que desempeñará el programa de mantenimiento.

2.2.4. Las fallas o averías

Se define una avería como el deterioro o desperfecto en cualquier órgano o elemento de un equipo que impide el funcionamiento normal de este [6], Lo que impide que se mantenga el nivel productivo normal considerando que ningún equipo está libre de fallas o desperfectos a lo largo de su vida útil. Una falla es una operación anormal en el equipo que origina una interrupción del proceso o incluso el paro de algún equipo [8]; una falla también se considera la incapacidad de un ítem de operar dentro de límites previamente especificados [10]; por lo tanto una falla provoca que el equipo no cumpla con su función en el sistema productivo.

Tabla 2.4: Clasificación de fallos

Clasificación de fallas				
- Según los inconvenientes que producen	- Según su origen	-Según la capacidad de trabajo	- Según la forma en que se presenta	
- Afectan al producto en cantidad o calidad - Afecta al entorno de seguridad y medio ambiente	- Por mal diseño de equipos - Fallos durante la fabricación del equipo	- Fallo total (implica paro del equipo)	-Progresivo (síntomas anteriores al desperfecto)	
- Afecta al producto y entorno simultáneamente	- Por mal uso de las instalaciones - Por desgaste	- Fallo parcial (se puede continuar trabajando)	-Repentino (relacionados con roturas de piezas)	

2.2.5. Fiabilidad de los equipos

Se entiende por fiabilidad de una pieza o equipo a la probabilidad de que esta cumpla, sin fallar, una cierta función durante un tiempo dado y bajo condiciones determinadas [6], permitiendo la relación entre el tiempo de uso y la aparición del fallo. Para estimar la confiabilidad de los equipos es importante tomar en cuenta el historial de las fallas y establecer que los códigos y registros estén en un único formato con todos sus atributos requeridos. [9]. Estos pequeños detalles ayudarán a determinar la fiabilidad de los equipos de manera más adecuada y precisa.

2.2.6. Tipos de mantenimiento

Estos dependen de la modalidad de intervención de los equipos y se dividen en tres grandes grupos.

2.2.6.1. Mantenimiento Correctivo

Se conforma por un conjunto de actividades que se requieren efectuar en las propiedades o activo de una empresa cuando dejan de proporcionar el servicio para el cual fueron diseñadas [8], Se aplica cuando el fallo aparece, es costoso, necesita exceso de personal especialista, costos en reparación elevados y mayor tiempo de reparación. Este mantenimiento correctivo se aplica cuando la máquina deja de operar porque se presenta la falla o avería y su objetivo es poner en marcha su funcionamiento afectando lo menos posible la productividad [11] Generalmente este tipo de mantenimiento se utiliza cuando el fallo es evidente lo que implica que no se realicen tareas de inspección o reparación preventiva, consecuencia de ello es que los daños a los equipos o componentes incrementen al igual que el tiempo y recursos aplicados en las intervenciones que se realicen. En la imagen se describen los pasos a seguir para aplicar esta metodología.

2.2.6.2. Mantenimiento predictivo (CBM)

Corresponde a otra rama del mantenimiento destinada a predecir la ocurrencia de un suceso. Los equipos fallaran antes de lo previsto de manera inesperada y con consecuencias más o menos graves dependiendo de múltiples factores. Si se trabaja en todos los niveles del ciclo de vida del equipo de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción, manutención e instalación el CBM sería posible [7]. La forma de predecir la aparición de averías es mediante las condiciones o síntomas de los componentes del equipo; analizando sus características funcionales, dimensiones y diseño a lo largo de la vida útil del equipo. En resumen el CBM busca prevenir el fallo antes de su aparición, permitiendo intervenir inmediatamente según la necesidad del equipo, no se realizan ni antes ni después. El mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en la condición se apoya en un conjunto de actividades que permiten predecir y prevenir el desarrollo de fallas en equipos e instalaciones [8]. Esta metodología ayuda a identificar con anticipación un desperfecto, mal funcionamiento o cambio de estado de la máquina durante su utilización; mediante la examinación y técnicas de análisis predictivo aplicado generalmente a equipos críticos o indispensables en el proceso productivo de la planta. Su importancia radica en la obtención de mejoras de manera sustancial.

2.2.6.3. Mantenimiento preventivo (TBM)

Es el mantenimiento basado en el tiempo (Conditions Based Maintenance), pretende la antelación a la ocurrencia de la falla que provocan desperfectos que ocasionan perjuicios a la producción, seguridad o a la calidad mediante la realización de las inspecciones periódicas a puntos importantes de ciertos equipos críticos [7]. El TBM es un proceso lento en cuanto a la

obtención de resultados se refiere y además en muy costoso por lo cual es importante la comunicación entre las distintas áreas de la organización con el fin de aportar con información valiosa. Consiste en la supervisión planificada, constante, regular y proyectada, así como la distribución de labores previas que se realicen en todas las instalaciones, máquinas o equipos [8]. Básicamente Trata de eliminar el fallo, realiza varias intervenciones en los momentos oportunos, disposición de repuestos, distribución del trabajo de mantenimiento de manera equilibrada y disminuye el riesgo en el sistema de seguridad. . La finalidad de esta metodología es disminuir la probabilidad de fallos permitiendo un tiempo de operación continua; para lo cual cada equipo será inspeccionado por el personal adecuado, además de tareas de limpieza por parte del operario. Su implementación permitirá detectar y corregir el origen de posibles fallas en lugar de repararlas cuando se presenten.

2.2.6.4. TPM (Mantenimiento Productivo Total)

El TPM organiza a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas [15]. TPM es un modelo cuyo planteamiento opera sobre la gestión de los activos físicos y que entiende como básica la implicación del operario como responsable de la calidad del producto y la fiabilidad operativa [9]. Esta metodología fue definida en el año de 1971 y propone tres tipos de enfoques diferentes: eficacia económica, diseño orientado al mantenimiento y mantenimiento autónomo a través de la participación de los trabajadores.

2.2.6.5. RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)

Es un nuevo concepto de mantenimiento que emplea técnicas del mantenimiento preventivo y predictivo con el fin de incrementar la fiabilidad de un equipo durante todo su ciclo de vida. El RCM es un método que orienta los problemas y sus soluciones de arriba hacia abajo [9]. Lo que lo hace ideal si se busca una optimización de la planta basándose en la comprensión de los equipos más complejos.

Se ha hecho uso de métodos para analizar el mantenimiento entre los más conocidos se tiene el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y el mantenimiento productivo total (TPM) [10], por otro lado el método de análisis de modo y efectos de falla ayuda a reconocer las tendencias que permiten generar mejoras sin olvidar a todos aquellos elementos empresariales que interviene en el proceso. La evolución de la industria se caracteriza por el progreso de los

componentes industriales, mano de obra, clientes, proveedores y producto [14]. Siempre buscando una mejor interacción entre estos elementos para el aumento de la producción y el desempeño del activo.

2.2.7. Análisis de los equipos por niveles

Para este análisis se debe contar con los antecedentes del equipo, para el estudio detallado de cada equipo por niveles se debe cumplir con las siguientes etapas:

Tabla 2.5: Niveles de los equipos

Niveles de los equipos		
Nivel 1	Plantas	Centro de trabajo (contiene a todos los demás niveles)
Nivel 2	Áreas	Parte de la planta que tiene una característica común.
Nivel 3	Equipos	Son todas las unidades productivas que componen el área
Nivel 4	Sistemas	Elementos que tiene una función determinada dentro de un equipo
Nivel 5	Elementos	Cada una de las partes que integran un sistema
Nivel 6	Componentes	Subdivisiones de cada elemento

2.2.8. Análisis de los modos y efectos de falla

Metodología que tiene como objetivo disminuir las intervenciones de urgencia y las paradas de máquina en momentos en que se requieren los equipos para realizar la producción. Permite detectar la necesidad de intervenciones de prevención [6]. Es una herramienta que permite identificar los potenciales problemas, sus causas y efectos, ordena las prioridades de intervención y las medidas para neutralizar las averías. Una falla o avería produce que el equipo se encuentre en un estado de no conformidad y esto se puede percibir a través de los efectos que se producen en algunos componentes, el estudio de estos factores determinaran el índice de criticidad adecuado para cada equipo acorde a la importancia de cada avería presentada y determinado en función de los efectos y costos que produce. El FMECA tiene como objetivo analizar los problemas potenciales que se consideran y abordan a través de procesos de desarrollo del producto, considerando que es una metodología analítica [11], pudiendo ser utilizado en todas las etapas del proceso productivo antes, durante y después de su ejecución con el fin de obtener mayores resultados al abordar los defectos de los activos de la empresa. El origen de estas fallas se debe a los siguientes factores:

- Un fenómeno físico o químico: deformación, aplastamiento, desgaste, corrosión del material, etc.
- Defecto de calidad: incumplimiento de las especificaciones, medidas del material.
- Uso incorrecto: Falta de lubricación, velocidad excesiva, mal ajuste.

Tabla 2.6: Etapas para aplicar el análisis de modos de falla

Obtener toda la información sobre el equipo.	<ul style="list-style-type: none"> - Antecedentes, manuales etc. - Observar la máquina en funcionamiento. - Revelar toda la información que pueda disponer el equipo y los procesos productivos.
Descomposición de máquinas	<ul style="list-style-type: none"> - Descomponer el equipo en sus componentes y cada elemento del nivel 4 estará sujeto a un análisis de criticidad.
Recopilación de datos sobre el equipo	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el plan de mantenimiento, la frecuencia, tiempo y tipo de personal para la intervención

2.2.9. Modos de fallo

Son aquellas averías que tienen mayor probabilidad de provocar la pérdida de una función [6]. En RCM el modo de fallo se considera un aspecto fundamental que está ligado a la parte o etapa que no cumple su función de forma correcta. Estas fallas pueden ser causadas por deterioro o desgaste del equipo, errores humanos y errores de diseño. Una falla se define como un estado en el cual un activo físico o sistema no es capaz de ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado [12], Son las consecuencias que se producen cuando el equipo no cumple con una función y se describen como si no existiera ninguna acción que los prevenga, por lo que se hace necesario identificar aquellas causas que lo provocan y aquellos equipos que son propensos a sufrir de una avería, en el RCM se desarrolla un proceso orientado a reducir las consecuencias de fallo y clasifican en cuatro puntos:

Tabla 2.7: Clasificación de modos de fallo

Consecuencia	Descripción
--------------	-------------

Fallas ocultas	Provocan fallas múltiples con derivaciones catastróficas en los equipos
De seguridad y ambiente	Provocan lesiones a las personas e impactos ambientales
Operacionales	Afectan a la producción en cantidad, calidad y costo
No operacionales	Tiene un impacto menor o superficial

2.2.10. La prevención de fallos

Los efectos de falla cuantifican el daño que cada evento en particular puede causar a la planta o a la organización [13]. El RCM hace una revisión de las consecuencias de fallos para cada modo de falla probable y pone como prioridades las consecuencias de seguridad y ambiente. El método no se concentra en prevenir fallos sino que se orientan en las consecuencias que estas generan cuando estas sean prioritarias mediante tareas proactivas que se realizan para evitar que un equipo llegue al estado de falla y es lo que se conoce como, mantenimiento preventivo. Existen algunos recaudos que se debe tener a la hora de programar las tareas de mantenimiento y justifican estas acciones:

- Las actividades deben reducir las consecuencias de fallos que se quieren prevenir.
- Las tareas deben justificarse en el campo económico
- Si no se encuentran tareas que reduzcan el fallo debe modificarse el equipo.

2.2.11. Fiabilidad y mantenibilidad de los equipos

Este concepto se le atribuye a los sistemas, equipos y máquinas. Corresponde a la probabilidad de que estos cumplan sin fallar las funciones para las que fueron diseñadas en condiciones y tiempo dados. La fiabilidad y la mantenibilidad son dos características intrínsecas de los equipos o sistemas y están vinculados con el número de averías que el objetivo sufre en su vida útil [2]. Sin embargo también estos parámetros deben ser gestionados con acciones de mejoramiento con el fin de optimizar el desempeño y el funcionamiento integral del equipo basándonos en una lógica de cero fallas; pudiéndose dividir en varias etapas:

- Restablecer las condiciones básicas del equipo: Consiste en asignar los cuidados básicos para evitar las fallas: Limpieza, lubricación, ajuste y fijación.

- Operar el equipo de acuerdo a las especificaciones: Abarca las condiciones de manejo por parte del operador: exceso de velocidad, rotación, sobreesfuerzo, temperatura, obstrucciones etc.
- Restaurar el equipo hasta su condición óptima eliminando el deterioro: Si las condiciones de uso no se respetan el deterioro será acelerado el cual provoca que se presenten fallas en los componentes más débiles, para contrarrestar el deterioro es necesario conocer los puntos críticos, cambiar y reparar los componentes desgastados o debilitados apenas den señales de averías.
- Restaurar las instalaciones que favorecen el deterioro acelerado: Cuando existe un ambiente inadecuado este impactará en el desempeño del equipo, por lo tanto es importante la detección de esas fuentes de contaminación, el ordenamiento y la mejora de estas condiciones.
- Alargar la vida de los equipos corrigiendo las debilidades del proyecto: Siempre es posible la modificación del diseño del equipo para aumentar su vida útil mediante la eliminación de sus debilidades propias, mejorar el acceso a puntos escondidos, realizar adaptaciones a su diseño y mejorar sus protecciones.
- Consolidar las etapas anteriores: Tomar acciones conjuntas para el mantenimiento autónomo a través de los operadores; esto mediante el compromiso de cumplir los estándares y condiciones de uso de los equipos. Para obtener un correcto diagnóstico de las fallas, evitar errores en la operación, detectar los principios de las averías y generar un entorno seguro de trabajo.

Una vez aplicado el procedimiento del RCM se necesita un documento que englobe los resultados de ese análisis es donde interviene el plan maestro de mantenimiento que planifican y programan rutinas de mantenimiento a máquinas críticas del sistema productivo [12]. Para ello se requiere haber cumplido con las etapas anteriormente descritas como son el establecimiento del nivel de criticidad de los equipos, diseñar rutinas de mantenimiento, obtener los recursos necesarios basándonos en las fuentes de información más confiables. Cuando se establecen las tareas de mantenimiento estas deben ser asignadas a las frecuencias adecuadas a fin que los efectos de la falla sean abordados eficazmente [8], En el caso de la implementación del RCM se requerirá del entrenamiento de grupos multidisciplinarios que ejecuten las tareas periódicas del mantenimiento, si la implantación llega a ser exitosa las empresas pueden llegar

a una reducción significativa de las tareas de mantenimiento habituales, un mejor desempeño en cuestiones de seguridad, mayor disponibilidad de los equipos y un rendimiento financiero significativo en relación a los activos de la industria.

2.2.12. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

John Mobray definió el RCM como un proceso utilizado para determinar qué hacer para asegurar que cualquier equipo continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional [5], actualmente su concepto es utilizando como marco de referencia para analizar los riesgos de los equipos, la importancia de sus componentes y detectar oportunidades de mejora en los equipos críticos. El punto de partida lógico para diseñar una estrategia de gestión de mantenimiento es entender claramente lo que se requiere del activo [8] y es ahí cuando el RCM cobra importancia puesto que mediante la aplicación del mismo se puede proveer de información valiosa acerca del funcionamiento del equipo mediante la identificación de sus funciones primarias y secundarias que nos permitirán analizar la situación actual de funcionamiento y crear un plan de mantenimiento que contribuya al alcance del desempeño deseado.

2.2.12.1. Objetivos y logros del RCM

- Mayor nivel de seguridad y cuidado ambiental: Son considerados aspectos primordiales y se evalúan a través de los impactos que estos generan dado que pueden mostrar daños a la imagen de la organización y a su responsabilidad social. Por lo tanto el RCM no admite la falta de corrección de estos riesgos, para ello se considera la revisión sistemática de los efectos de la falla en áreas de seguridad y medioambiente además de enfocarse en la reducción de fallas múltiples a la vez que reduce las tareas propias del mantenimiento.
- Mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos: El RCM busca evitar pérdidas mediante la revisión de las consecuencias que ocasionan las fallas, permitiendo detectarlas antes de que se produzcan en los equipos, permitiendo hacer y una intervención adecuada, contar con los repuestos necesarios y evitar tiempos muertos.
- Mayor eficiencia en la gestión del mantenimiento: Un resultado muy importante de esta metodología es la reducción de costos de mantenimiento mediante la reducción de tareas innecesarias, aumento de la fiabilidad al reducir la probabilidad de fallas, llevar a cabo

revisiones adecuadas, reducir la cantidad de intervenciones de los equipos, racionalizar la utilización de los recursos e incrementar la vida útil de los equipos.

- Generación de una base de datos de mantenimiento: Esto se logra mediante la recopilación de información técnica y operativa que ayuda a conocer las debilidades de los equipos y mediante la organización de la información en una base de datos puede ser conocida y compartida con los interesados.
- Motivación del personal: Esto permitirá alcanzar la satisfacción del personal al obtener logros concretos, convirtiéndose así en un medio eficaz de motivación y crecimiento personal para los miembros de la organización.

2.2.12.2. Antecedentes del RCM

En las primeras décadas del siglo XX los equipos no tenían un grado elevado de complejidad por la razón de que los productos eran simples. Pero pronto la necesidad de incrementar la productividad hace que la disponibilidad de mejores medios productivos sea de suma importancia, la obsolescencia tecnológica y el desgaste hace que aumente la probabilidad de falla lo que conduce a realizar acciones preventivas y así surgen los indicadores que miden la relación entre las intervenciones planificadas y las asistencias por rotura.

El RCM surge en 1950 cuando la industria aeronáutica de los Estados Unidos comienza a realizar esfuerzos para reducir la probabilidad de fallas en los componentes considerando que las roturas eran consecuencia de acciones tardías. Por ello se buscó incrementar la frecuencia de las acciones preventivas que impliquen el recambio o reparación de los componentes a intervalos regulares sin importar el estado de los mismos elevando a su vez los costos de mantenimiento. Sin embargo la confiabilidad de los motores de aviación no mejoraba con el incremento de la frecuencia de las intervenciones por lo que se dedujo que el mantenimiento era más costoso y menos confiable. A partir de ello se forma un comité de representantes de la FAA donde se concluyó que las intervenciones preventivas sobre componentes de sistemas complejos tienen poco efecto en la confiabilidad total del sistema, salvo que se actué sobre un modo de falla significativo para el funcionamiento del mismo [2]. Con ello se puede decir que todos los sistemas actúan dentro o vinculados a sistemas de orden mayor por lo que se puede estudiar los diferentes modos de falla estos mismos sistemas, en ocasiones estos modos de falla no son evidentes pero eso no quiere decir que no existan.

El RCM sirve como metodología para determinar qué tipo de mantenimiento es más adecuado para que un equipo siga cumpliendo con las funciones de diseño, tomando en consideración su contexto operacional actual [2]. Con ello se puede decir que el RCM es un método de análisis surgido de la industria aeronáutica que pronto se difundió en otras áreas de desarrollo ya que puede ser aplicado en cualquier tipo de instalación industrial. Permite comprender cada sistema, cuáles son sus fallos funcionales y las consecuencias que se derivan de dichas fallas, sus principales características son:

Evolución de los criterios fundamentales de mantenimiento

Tabla 2.8: Evolución de los criterios fundamentales del Mantenimiento

Antes	Ahora
Preservar el activo físico	Preservar la función de los activos.
El mantenimiento rutinario tiene el objetivo de prevenir las fallas	El mantenimiento rutinario se realiza con el fin de evitar, reducir o eliminar las consecuencias de las fallas.
El objetivo primario de la función mantenimiento es optimizar la disponibilidad de la planta al mínimo costo	El mantenimiento abarca todos los aspectos del negocio, seguridad y ambiente laboral, medioambiente, eficiencia energética, calidad del producto y servicio al cliente.

2.2.12.3. Conceptos básicos del RCM

El mantenimiento basado en la fiabilidad (reability centered maintenance) básicamente utiliza los conocimientos y experiencia del operador para encontrar soluciones adecuadas para problemas como metas de producción, mejorar el rendimiento y alcanzar resultados planteados. Es apropiado para equipos importantes y complejos que en caso de generarse un fallo represente un riesgo en términos económicos, de seguridad o el medioambiente. El RCM se basa en analizar fallos potenciales que pueden darse lugar en las instalaciones y la forma de evitarlos. Desde su definición en 1978 ha sido utilizado para gestionar los activos de las industrias de todo el mundo, con el paso del tiempo se ha ido perfeccionando y evolucionando pero que conserva los elementos clave ideados por Nowlan y Heap los cuales plantean una secuencia de tareas de mantenimiento programado (preventivo), buscando eliminar las causa de las fallas en base al estado de los equipos (predictivo), en una continua búsqueda de información y conocimientos basados en la confiabilidad de los activos. Esto se consigue aumentando el

tiempo de operación de los sistemas críticos, para llegar a un estudio a fondo, experimentación y mayor conocimiento del fallo.

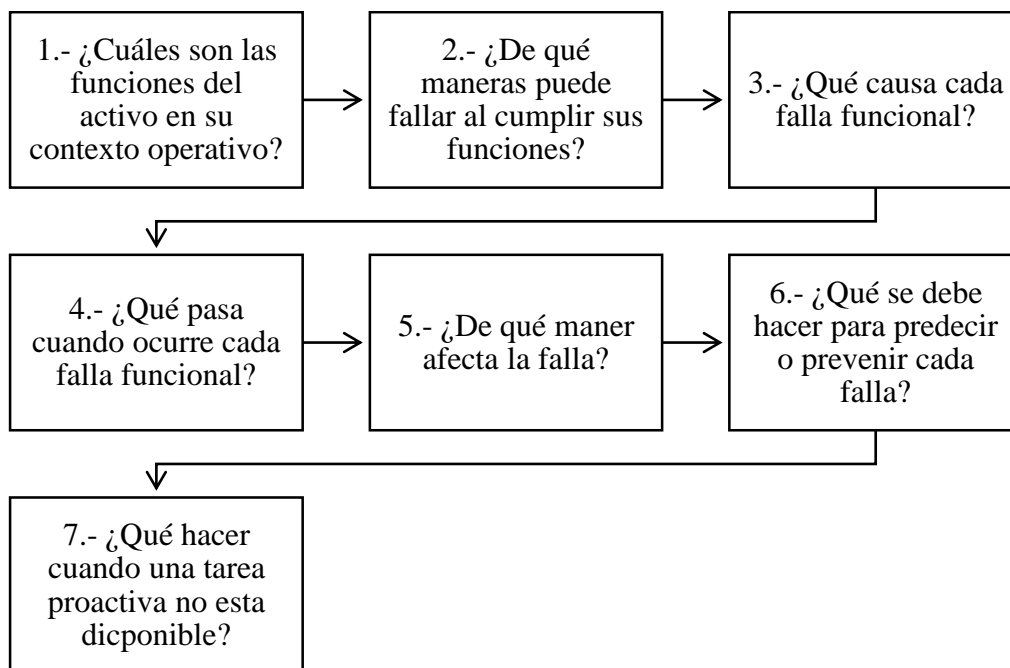


Figura 2.1: La búsqueda del conocimiento RCM [2]

La metodología RCM plantea las siguientes características de los activos que componen la empresa. Cabe resaltar que existen varios criterios que se debe considerar para un correcto estudio del RCM haciendo necesario responder a las siguientes preguntas de manera satisfactoria:

2.2.12.4. Proceso de implementación del RCM

Una fortaleza del RCM es la facilidad para mantener y decidir cuál tarea proactiva es técnicamente factible en el contexto operacional actual, quien debe hacerla y con qué frecuencia [2]. Esta metodología analiza todas las tareas de mantenimiento posibles y las acciones deben dar respuesta a las necesidades del equipo, su configuración y modificaciones. Para ello se toman en cuenta las siguientes etapas:

Tabla 2.9: Pasos del RCM

Fase 1	Identificar los recursos físicos de la empresa creando una lista o registro de equipos que requieren de mantenimiento y evaluando sus efectos en el proceso productivo que generan valor.
Fase 2	Definir las funciones de los equipos a mantener fijando objetivos claramente diferenciados entre la capacidad de los equipos y sus requerimientos.
Fase 3	Definir la calidad del mantenimiento mediante la determinación de los niveles necesarios de rendimiento y consecuencia de los fallos que se presentan.
Fase 4	Identificación de modos de fallos (sus causas y efectos). Algunos modos de fallos debe determinarse acorde a la experiencia del trabajo y otros de especifican por el fabricante.
Fase 5	Identificar las técnicas de mantenimiento adecuados para gestionar los fallos. Esto mediante la reducción de fallos múltiples, modificaciones adecuadas. Destacando las ventajas del mantenimiento predictivo.
Fase 6	Ejecutar tácticas de mantenimiento las acciones y recursos necesarios.
Fase 7	Generar el programa de reevaluación de los resultados de las acciones RCM. Mediante el monitoreo continuo, retroalimentación de datos, adaptaciones y modificaciones del mismo.

- Análisis de los resultados: Si la metodología fue correctamente aplicada se podrá obtener información clara para un mantenimiento óptimo, para lograr un análisis especializado tanto en modificaciones necesarias en el equipo, cambios en los procedimientos y estándares de mantenimiento que acompañen al rediseño.
- Revisión, aprobación e implementación: Una vez revisado cada uno de los equipos por parte del grupo de trabajo se debe comprobar en cada caso que cada decisión tomada sea razonable y aplicable. Entonces se dará un visto bueno para su implementación y tomar acciones de mantenimiento, cambios en los procedimientos, modificaciones técnicas y establecer a los responsables de cada tarea.

También se debe tomar en cuenta algunos procesos adicionales para que la calidad del análisis y la efectividad del resultado sea más confiable, estos procesos adicionales se proponen en tres etapas las cuales se describen en la siguiente figura:

Antes de aplicar RCM	Durante el analisis RCM	Despues del analisis
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información • Elaborar taxonomía del equipo/sistema • Documnetar contexto operativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Normalizar el análisis de modos y causas de falla • Categorizar efectos de falla 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el pan de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de las recomnedaciones o acciones predeterminadas • Medir el desempeño

Figura 2.2: Pasos propuestos en el RCM [4].

2.2.12.5. Antes de aplicar RCM

Se propone que se recopile y analice la información correspondiente del activo que se requiere. También la clasificación de los equipos en sus sistemas correspondientes

Recopilar información del activo: Esta información incluye planos, diagramas, manuales, bitácoras, requisitos de desempeño y problemas actuales presentados [4]. Esto se debe a que abordando los equipos comunes en la empresa facilita la aplicación de la metodología y su adaptabilidad en los equipos.

- Taxonomía: Consiste en la subdivisión de los equipos en sus diferentes niveles de composición además de su respectiva ubicación dentro de la organización.
- Analizar el contexto operativo: Consiste en las condiciones reales por las cuales funciona el equipo además de sus parámetros de desempeño necesarios, para facilitar la realización de esta tarea se recomienda iniciar a partir del diagrama de procesos.
- Análisis de modos y causas de falla: Consiste en analizar las causas de la fallas dando un nivel de causalidad con el fin de llegar a la causa raíz del mismo.

Una vez obtenidos los resultados de la metodología RCM, es necesario asignar responsabilidades para asegurar su correcta implementación. Tales responsabilidades corresponden a la revisión, evaluación y puesta en marcha de las recomendaciones surgidas en el análisis RCM [4].

El programa puede iniciar cuando el proceso esté en funcionamiento con el fin de mejorar el programa existente ayudándonos en un enfoque normalizado del RCM



Figura 2.3: Evolución de un programa RCM [4]

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación llevada a cabo en el presente proyecto es:

Investigación descriptiva: Este tipo de investigación analiza las características de cierto objeto de estudio, consiste fundamentalmente en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores con el fin de conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

El uso de la investigación descriptiva no solo limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre las variables de estudio. Mediante la recolección de los datos sobre la base de la hipótesis o teoría, exposición y resume la información, para luego analizar minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

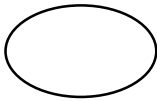
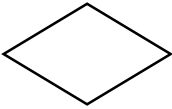


3.2.2. Técnicas aplicadas

- **Recolección de datos:** Se procedió a la búsqueda de información general de la empresa donde se evidencia la actividad económica a la que se dedica, dirección e información de contacto, misión, visión, estructura organizativa y mapeo de sus diferentes procesos e identificación de las diferentes áreas que lo conforman con la ayuda del layout. Con

el fin de identificar los procesos generadores de valor y partir de esta información desde iniciar el estudio del plan de mantenimiento.

- **Diagrama de procesos:** Es importante conocer el proceso de producción para poder entender cómo se elabora un producto de una manera rápida y comprobar la secuencia de los pasos [13]. Consiste en una representación gráfica de una actividad o proceso determinado de forma sintética utilizando simbología adecuada, conservando todos los pasos del proceso sin la necesidad de escribir notas extensas. Este diagrama se realizó en función a las tareas a ejecutarse en cada proceso que realiza la empresa y la simbología aplica es la siguiente.

Tabla 3.10: Simbología del diagrama de procesos

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Inicio /fin del proceso		Decisión
	Operación		Flujo del proceso

3.2.2.1. Análisis de equipos por niveles

Dentro de los procesos que generan valor se identifican los equipos más importantes para el desarrollo normal de las actividades de la empresa; el estudio de los equipos a cierto nivel de detalle permite entenderlos desde todas sus partes constitutivas desde el nivel macro al micro como se detalla en la tabla 3.11

Tabla 3.11: Niveles de equipos

TABLA DE ANÁLISIS DE EQUIPOS POR NIVELES					
Nombre de la empresa					
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Planta	Área	Equipo	Sistemas	Elementos	Componentes
Descripción					

3.2.2.2. Codificación de equipos

Posteriormente se asigna un carácter determinado a cada equipo en forma de código con el fin de asignar un mensaje verbal o no y así poder transmitirlo a las personas que lo requieran y pueda ser comprendida la información que estos contengan. La codificación de equipos se establece mediante 3 elementos como son: Área de la planta en la que se ubica el equipo (dos caracteres alfanuméricos), identificación del equipo (dos caracteres alfanuméricos) y la redundancia del equipo (dos caracteres numéricos).

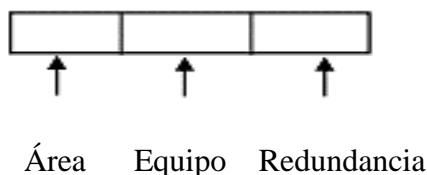


Figura 3.4: Codificación de equipos

3.2.2.3. Codificación de elementos

Formado por un total de 17 caracteres: Los 6 primeros identifican al código del equipo, luego 1 carácter alfanumérico para identificar a la familia que pertenece, los 3 siguientes identificarán al sistema, los posteriores 7 (puede variar) serán caracteres alfanuméricos y describirán las características del elemento y el último valor se aplicará únicamente en caso de alguna redundancia.

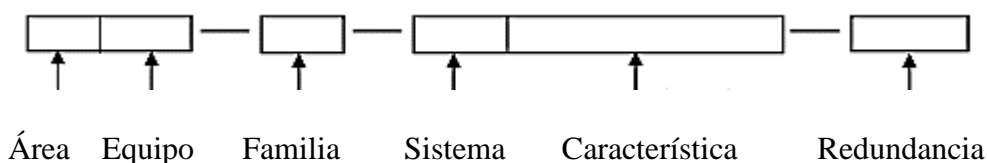


Figura 3.5: Codificación de elementos

3.2.2.4. Nivel de criticidad de los equipos

El nivel de importancia de los equipos no es el mismo para todos e inclusive existen aquellos que son más importante que otros y enfocar los recursos a aquellos que influyen en el funcionamiento de la empresa es imprescindible, para ello se aplicó una encuesta que ayudará a determinar si un equipo es crítico, importante o prescindible, el cálculo de criticidad viene dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Críticidad} = FF \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = IO + FO + CM + IMA + IS$$

Tabla 3.12: Simbología para el cálculo de criticidad

FF	Frecuencia de falla
IO	Impacto operacional
FO	Flexibilidad operacional
CM	Costos de mantenimiento
IMA	Impacto del medio ambiente
IS	Impacto de seguridad

Tabla 3.13: Encuesta de criticidad

FACTOR DE FRECUENCIA FF		
Descripción	Ponderación	Marcación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5	
Probable, 1-3 eventos al año	4	
Posible, 1 evento en 3 años	3	
Improbable, 1 evento en 5 años	2	
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años	1	
FACTORES DE CONSECUENCIA		
Impacto operacional IO	Ponderación	Marcación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5	
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4	
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3	
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2	
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1	
Flexibilidad operacional FO	Ponderación	Marcación
No existe stock, tiempos reparación altos	5	
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3	
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2	
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1	
Costo de mantenimiento CM	Ponderación	Marcación
Costos materiales superior 20000 USD	5	

Costos materiales superior 10000-20000 USD	4	
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3	
Costos materiales superior 200-3000 USD	2	
Costos materiales inferior 200 USD	1	
Impacto al medio ambiente IMA	Ponderación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5	
Daños severos al ambiente	4	
Daños medios al ambiente	3	
Daños mínimos al ambiente	2	
Sin daño ambiental	1	
Impacto seguridad IS	Ponderación	Marcación
Muerte o incapacidad	5	
Incapacidad parcial o permanente	4	
Daños o enfermedades severas	3	
Daños leves en personas	2	
Sin impacto en la seguridad	1	

3.2.2.5. Definición de los modelos de mantenimiento:

Como resultado del cálculo de criticidad se puede determinar el modelo de mantenimiento a aplicar, dependiendo si el equipo es crítico, importante o prescindible se tendrá que estudiar más a fondo las condiciones en la que se encuentra hasta determinar el modelo más óptimo para su aplicación, a continuación se presente el organigrama a seguir para tal tarea.

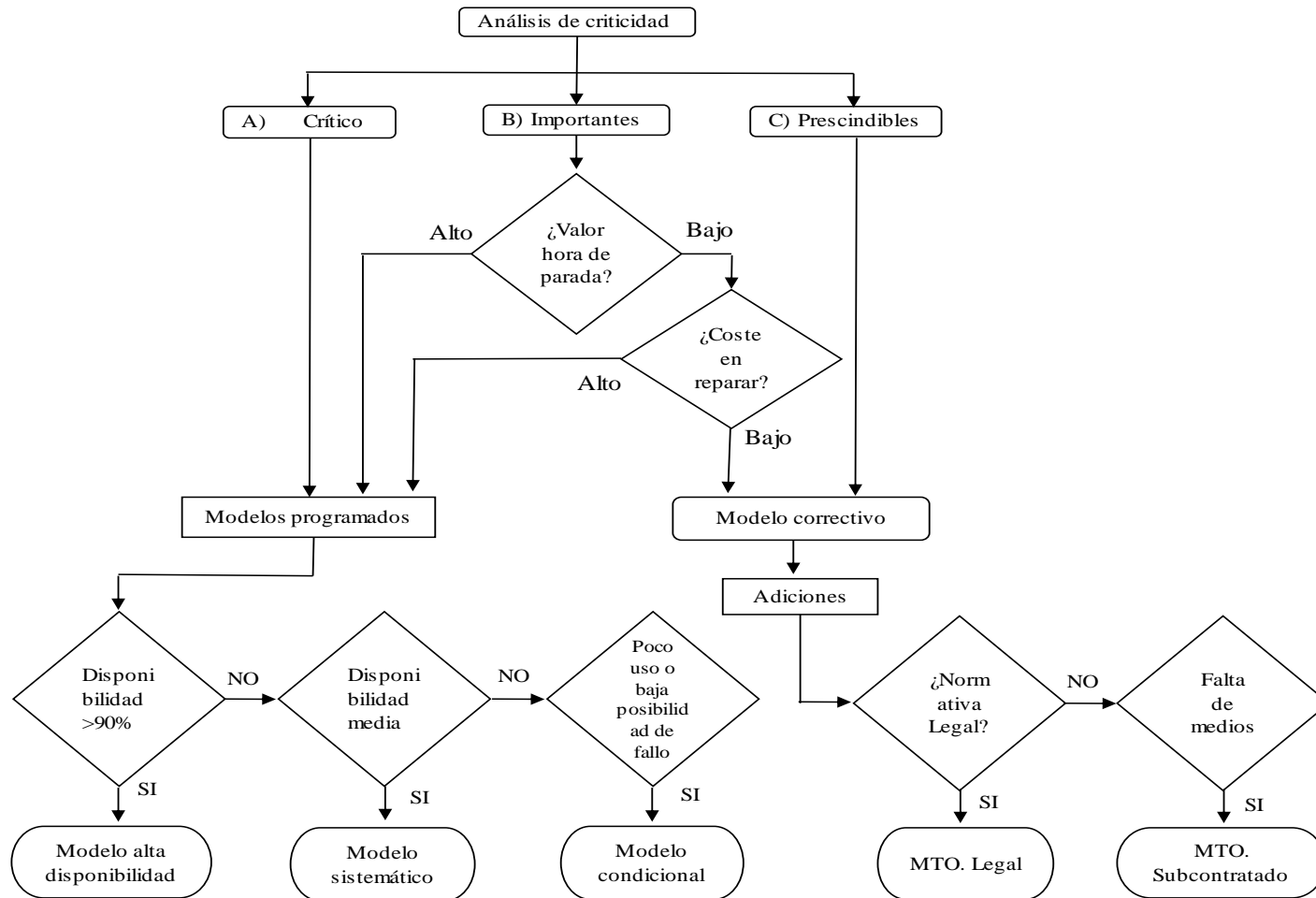


Figura 3.6: Modelos de mantenimiento

3.2.2.6. Fichas técnicas de equipos

Este documento contiene los datos más importantes con respecto al mantenimiento de cada equipo en la empresa en donde se registran información como los datos generales del equipo, sus especificaciones, características más importantes, condiciones normales de trabajo, breve información de su análisis de criticidad, el modelo de mantenimiento más recomendable además de repuestos críticos necesarios y aquellos elementos consumibles que se requiere etc. A continuación se presenta el esquema de ficha de equipos con la que se trabajó.

Tabla 3.14: Esquema de ficha de equipos

EQUIPO:		CÓDIGO:			
DATOS DEL EQUIPO					
PROVEEDOR:		FOTO DEL EQUIPO			
DIRECCIÓN:					
TELÉFONOS:					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:					
ANÁLISIS DE CRITICIDAD		TIPO DE EQUIPO			
MODELO DE MTTTO		¿MTTO LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
Correctivo		SI		Preventivos	
Condicional				Correctivos	
Sistemático				Inspecciones	
Alta disponibilidad		NO		Overhaul	
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			CONSUMIBLES		
REPUESTOS CRÍTICOS PERMANENTES EN PLANTA					
HERRAMINETAS ESPECIALES					
FORMACIÓN NECESARIA			ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL:		
SUBCONTRATOS					

3.2.2.7. Determinación de tipos de fallo, modos de fallo y estudio de medidas preventivas

Con este análisis podemos determinar los tipos de fallos presentes en los equipos y su grado de importancia, esto con el fin de estudiar las consecuencias de los mismos y tomar acciones para evitarlo o de otra forma amortiguarlo y basándonos en los modelos de mantenimiento existentes poder definir que tareas son las más adecuadas para cada equipo.

- Ruta: Las rutas son recorridos que el operario debe seguir por algunos equipos anotando valores, observando o comprobando visualmente que los equipos funcionen correctamente.
- Gama: Conjunto de tareas que tiene determinados elementos en común que permiten justificar la agrupación dotando al conjunto de una facilidad para llevarlo a cabo y gestionarlo.

A continuación se presenta el esquema a seguir dentro del análisis y determinación de medidas preventivas a aplicar.

Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Tareas de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento

Figura 3.7: Tabla de tipos y modos de fallos

3.2.2.8. Planificación de tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas

Esta planificación tiene como fin determinar las órdenes de trabajo necesarias y la frecuencia de ejecución de las tareas de mantenimiento esto mediante la agrupación de dichas tareas acorde a la frecuencia necesaria y reportar incidencias que pueden ocurrir en el trayecto de su ejecución. El formato para estas órdenes de trabajo es el siguiente.

Tabla 3.15: Planificación de rutas y gamas de mantenimiento

RUTA O GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia:	Código:
INSPECCIÓN GENERAL (Especificar)		Edición:	
		Fecha:	Hoja:
EQUIPO A INSPECCIONAR:			
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Herramientas:		Equipo de protección:	
Riesgos del trabajo y medidas preventivas:			Firma del operario;
Materiales:		Código de materiales:	
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
OBSERVACIONES:			

3.2.2.9. Procedimiento de realización de rutas y gamas de mantenimiento programado

Tabla 3.16: Esquema de procedimientos

1.- Objetivo	Detalla lo el procedimiento que se quiere realizar
2.- Alcance:	Considera una breve descripción de las variables de los equipos de dicho procedimiento
3.- Documentos de referencia:	Indica los documentos de apoyo para la realización de los procedimientos
4.- Responsabilidades:	Asigna responsables para cada actividad de mantenimiento
5.- Requisitos de seguridad:	Describe términos como normativas y medidas preventivas de seguridad que se debe adoptar
6.- Desarrollo	Describe cómo ejecutar las tareas de mantenimiento diario, mensual y anual o acorde a la frecuencia que se requiera
7.- Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas de mantenimiento:	En esta sección se anotan las eventualidades durante la ejecución de las tareas se identifican rangos anormales
8.- Registro:	Se junta como anexo la ejecución de los procedimientos
9.- Anexos:	Aquí se describe un cuadro resumen que da mención a la fecha de ejecución de los procedimientos, su número de revisión y la descripción de la ruta o gama que se realizo

3.2.2.10. Planificación del mantenimiento

Corresponde a una matriz programada para realizar las rutas y gamas anuales, mensuales o diarias (acorde a la frecuencia determinada), para un periodo determinado donde se detallan los meses y las semanas correspondientes al año de planificación y las tareas de mantenimiento a realizar durante cada periodo de tiempo. El esquema de esta matriz se presenta a continuación en la figura 3.8.

PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO																
<i>Empresa (Especificar)</i>																
Equipo	PROGRAMACIÓN															
	Mes				Mes				Mes				Mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Figura 3.8: Esquema de planificación de mantenimiento

3.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.3.1. Mapeo de procesos y levantamiento de la planimetría de distribución.

3.3.1.1. Caracterización general de la empresa

ILPM CIA. LTDA es una empresa destinada a la prueba de materiales, ingeniería y consultoría. Ofrece una amplia gama de servicios incluyendo análisis de fallas, investigación de causas de corrosión, pruebas de corrosión, selección y análisis de materiales en base a requerimientos establecidos, evaluaciones de conformidad y control de calidad de materiales, soldadura, equipo, estructuras, prototipos etc. Mediante pruebas o ensayos mecánicos e inspección no destructiva, actividades de verificación y calibración de instrumentos y equipos con apoyo de patrones de referencias trazables.

3.3.1.2. Información general de ILPM

Tabla 3.17: Información general de la empresa

Razón Social	ILPM Engineering CIA. LTDA
Giro	Servicios de Ingeniería Mecánica
Nombre comercial	ILPM CIA. LTDA
Dirección	Emilio Estrada N 54-139 y Oruña - Sector la Kennedy
Ciudad	Quito- Ecuador
Teléfono	02 2812094
Sitio Web	https://ilpm-ec.com/2021/
Representante legal:	Ing. Iván Estupiñán

Misión: La misión de ILPM CIA. LTDA. es proveer servicios de calidad con valor agregado, generando crecimiento para nuestra organización y el bienestar de su personal.

Visión: Ser líderes en el ámbito de actividades de inspección, ensayo y calibración mediante la implementación y mejora continua de un sistema de gestión acorde a nuestra competencia técnica.

3.3.1.3. Estructura organizativa y planimetría de distribución de equipos en planta

ILPM CIA. LTDA. está conformada por diferentes áreas las se encargan de realizar diferentes actividades en la empresa para garantizar un correcto funcionamiento, control y servicio además de contar con una estructura organizativa que de forma jerárquica organiza a cada integrante de la empresa acorde a la actividad que desarrolle . En la figura 3.9 se puede observar la estructura organizacional general de la empresa.

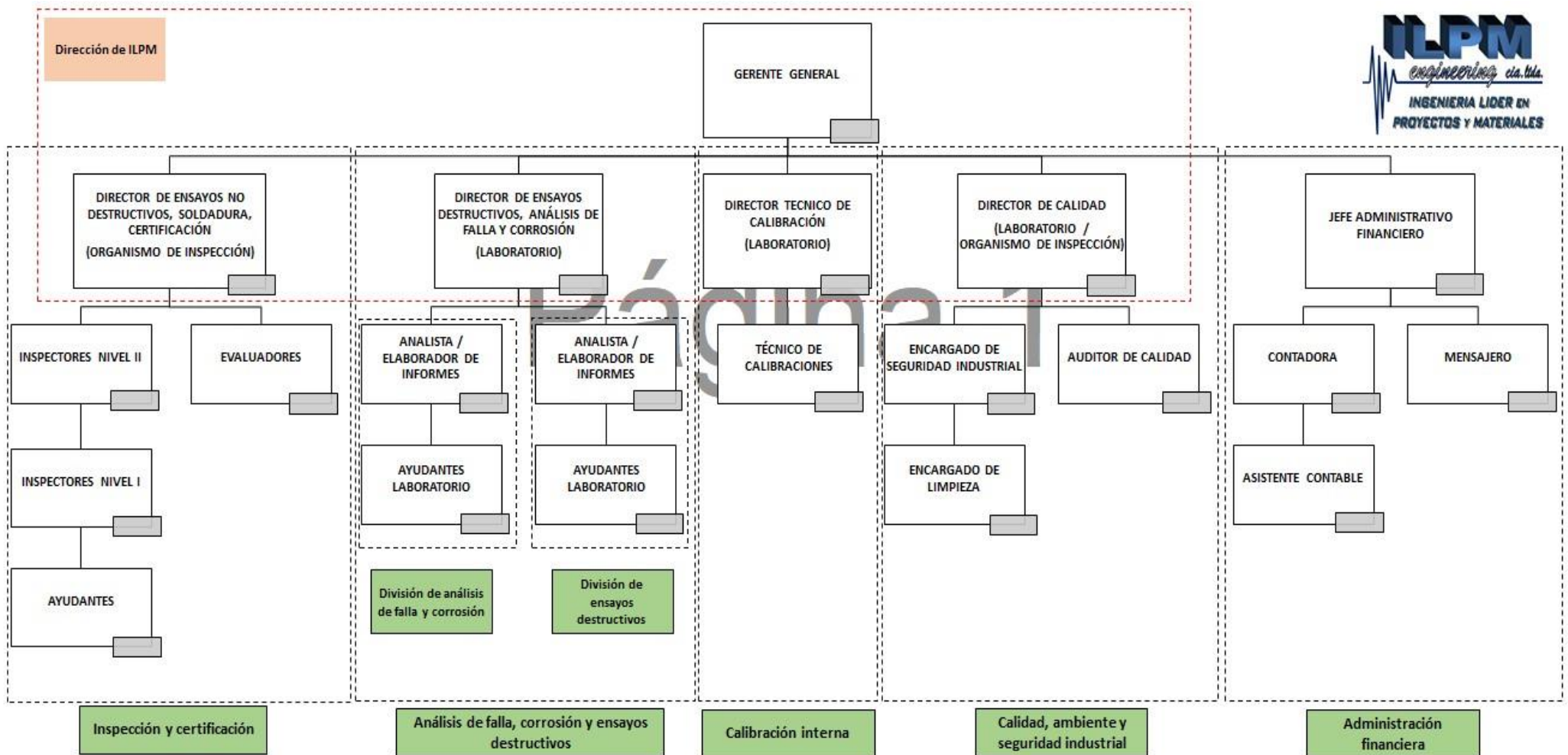


Figura 3.9: Organigrama de ILPM Cía. Ltda.

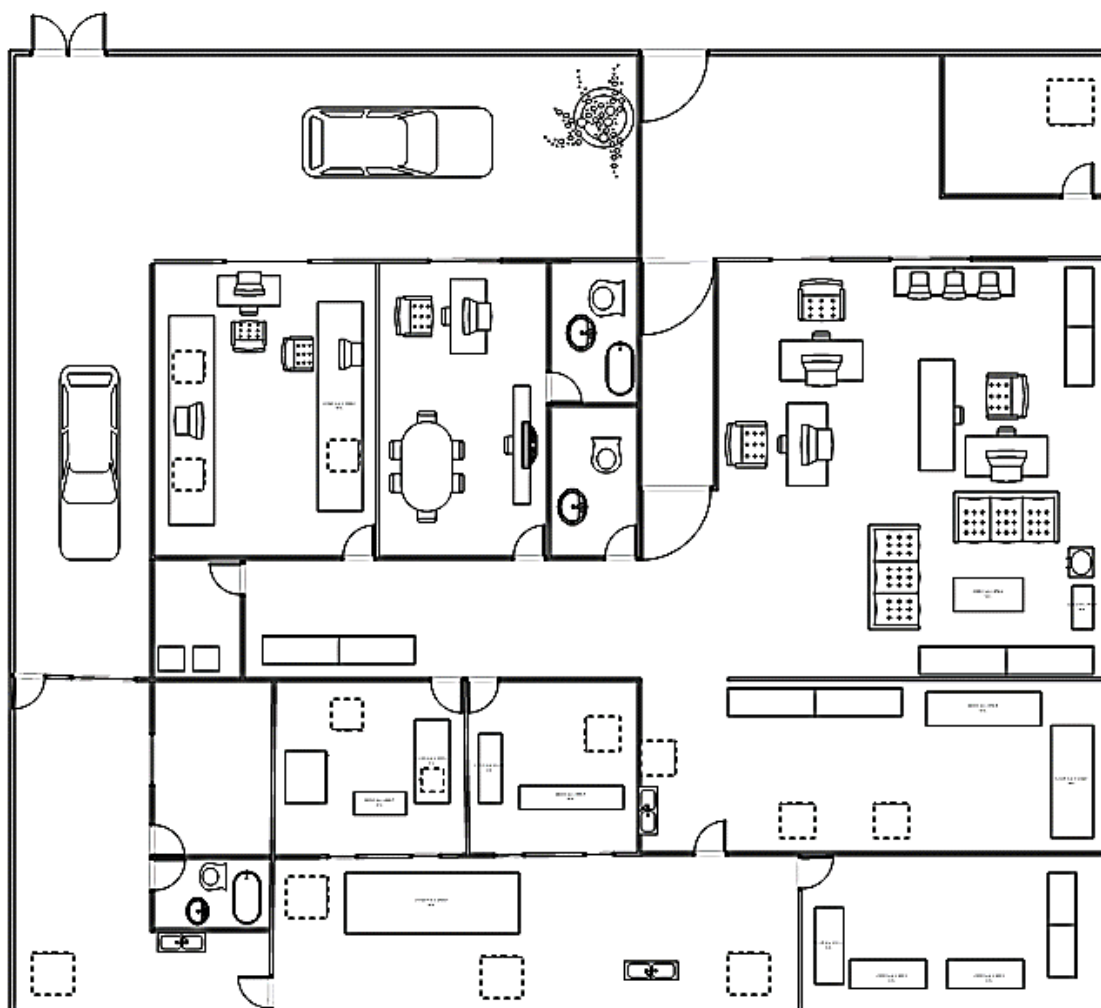


Figura 3.10: Layout de ILPM. CIA. LTDA.

3.3.1.4. Descripciones de las áreas

Las áreas principales, bajo las cuales ILPM CÍA. LTDA. Lleva a cabo cada una de sus actividades se encuentran distribuidas de las siguiente manera.

Tabla 3.18: Distribución de áreas ILPM

Distribución de Áreas ILPM	Descripción
Área de recepción de materiales	Donde se reciben todos los trabajos.
Área de material de desecho	Almacenamiento de material para reciclaje
Dirección técnica	Parte administrativa de la empresa
Área de inspección macroscópica	Lugar donde se hace los ensayos macroscópicos
Área de calificación de soldadores	Lugar donde se realizan las pruebas de soldadura

Área de ensayos mecánicos 1	Ensayos de dureza principalmente y de tensión e identificación de muestras para los informes.
Área de ensayos mecánicos 2	Ensayos de calificación de soldadores, resistencia mecánica, área de pulido de probetas y tratamientos térmicos
Área de ataque químico	Preparación de probetas para metalografía
Área de preparación de probetas	Montaje y pulido de probetas para metalografía
Área de ensayos Charpy	Ensayo de impacto
Área de metalografía	Toma de fotografías metalográficas
Bodega	Almacenamiento de equipos y herramientas
Área de corte y maquinado de probetas	Preparación de todo tipo de probetas, corte en frío y maquinado en general.

3.3.1.5. Distribución de áreas ILPM

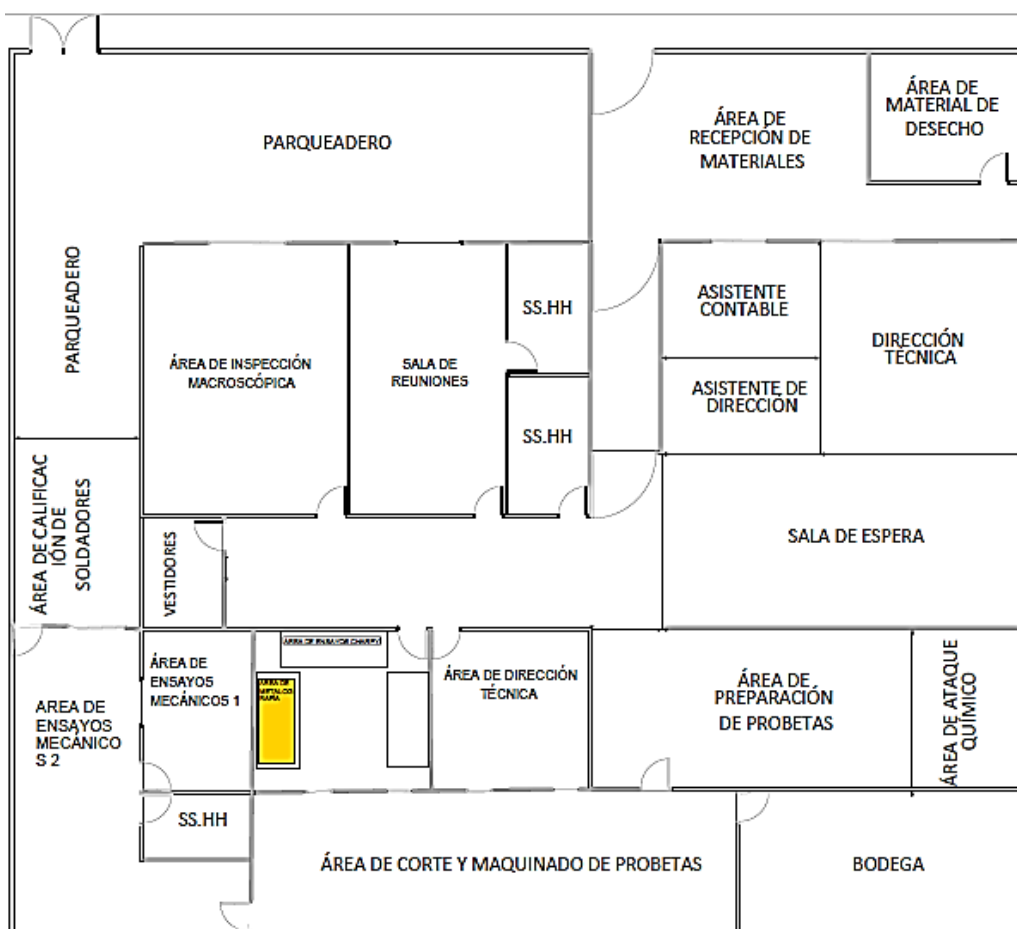


Figura 3.11: Distribución de áreas

3.3.2. Descripción de los equipos generadores de valor

Las actividades que realiza la empresa ILPM CÍA. LTDA se detallan en el diagrama de procesos la cual se encuentra en el anexo II. de este documento, ahí se identifican los procesos generadores de valor y los equipo imprescindibles para el mismo. En la tabla 3.17 se detallan las variables que se tomaron en cuenta al momento de seleccionar los equipos del estudio y el impacto que generan dentro de la organización en general.

Tabla 3.17: Equipos generadores de valor

Equipo	N° de fallo al año (Aproximado)	Perdidas al mes si el EQP no está óptimo	Tipo de reparación	Costos que implica el mantenimiento
Sierra metálica de cinta 7" x 12"	Más de 3 eventos al año	25% al 49 %	Sencillo	Superior a 200 \$
Taladro fresador Semi-automático	Más de 3 eventos al año	50 % al 74 %	Complejo	Superior a 3000 \$
Dobladora de pistón de doble efecto	Más de 3 eventos al año	Mayor al 75 %	Complejo	Superior a 200 \$
Compresor	Más de 1 evento al año	10% al 24 %	Complejo	Superior a 3000 \$
Pulidora de probetas metalográficas	Más de 2 eventos al año	25 % al 49%	Complejo	Superior a 200 \$
Lijadora de banco	Más de 3 eventos al año	25% al 49 %	Complejo	Superior a 200 \$

Acorde a la investigación se deduce que existen seis equipos que entran dentro de la categoría de importantes dada su recurrencia en la mayoría de los procesos, su frecuencia de fallos, las pérdidas económicas que generan por su mantenimiento y reparación además de su complicada reparación; estos seis equipos serán el objeto de este estudio los cuales se detallan a continuación:

Tabla 3.19: Descripción de los equipos a analizar

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	IMAGEN
Sierra metálica de cinta 7" x 12"	Sierra de cinta de larga vida para múltiples aplicaciones de corte con dientes de punta de acero alta velocidad y respaldo de acero de aleación flexible	1270 x 457 x 1028 mm	
Taladro fresador Semi-automático	Ideal para mecanizar piezas metálicas pequeñas donde se requiera hacer trabajos de barrenado, fresado, mandrinado, cuñeros, engranes rectos, etc.	830 x 760 x 1870 mm	
Dobladora de pistón de doble efecto	Equipo que tiene como función el doblado de probetas a presión controlada y acorde a la ejecución de la prueba, el cual es utilizado principalmente para ensayos de doblado de materiales.	1200 x 70 x 1870 mm	
Compresor	Equipo encargado de generar la energía que alimentara el sistema en forma de aire comprimido, para ello aspira aire de su entorno y lo presuriza en un espacio más pequeño creando la energía necesaria que requiera el sistema	1500 x 750 mm	
Pulidora de probetas metalográficas	Equipo para el pulido y desbaste manual de probetas metalográficas de 2 platos de trabajo además cuenta con un rociador multitaladro que asegura la correcta lubricación del plato	600 x 800 mm	
Lijadora de banco	Esta lijadora de uso profesional ha sido diseñada para el lijado de superficies y el desbaste de muestras previas a su análisis	300 x 700 mm	

3.3.3. Levantamiento de información de mantenimiento

3.3.3.1. Análisis de equipos por niveles

Se estableció el respectivo análisis de los equipos por sus diferentes niveles de conformación anexo III, en dicha tabla se detalla información correspondiente a la planta como centro de trabajo al que pertenece el equipo (nivel 1), el área o zona en la que se ubican varios equipos (nivel 2), en nombre del equipo como unidad productiva (nivel 3), los sistemas que serán los elementos constitutivos del equipo, los elementos que forman parte de los sistemas (nivel 5) y los componentes en la que se puede dividir cada elemento (nivel 6).

3.3.3.2. Codificación de equipos y elementos

Se presenta los códigos de los equipos con la que normalmente se trabaja en la planta, cabe resaltar que esta primera codificación ya fue establecida en la empresa previa al estudio y está compuesto por las letras EQP que es la abreviatura de equipo y el número de equipo asignado por la empresa, se resalta que existen varios equipos del mismo tipo y que cumplen las mismas funciones que se describen en la tabla 3.20.

Tabla 3.20: Codificación de equipos

Código por equipos de la empresa ILPM Cía. Ltda.	
Código	Tipo de equipo
EQP-18	Sierra metálica de cinta 7" x 12"
EQP-34	Sierra metálica de cinta 7" x 12"
EQP-06	Taladro fresador Semi-automático
EQP-09	Dobladora de pistón de doble efecto
EQP-17	Compresor
EQP-25	Pulidora de probetas metalográficas
EQP-08	Lijadora de banco

En la tabla 3.21 se detalla la codificación significativa de los elementos que integran cada equipo, tomando en cuenta la codificación inicial, la familia a la que pertenece, el sistema que lo conforma, las características de cada elemento y algunos caracteres redundantes en el caso de ser necesario.

Tabla 3.21: Codificación de elementos

CODIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LOS EQUIPOS					
Equipo 1: Sierra metálica de cinta 7” x 12”					
Descripción	Área y equipo	Familia	Sistema	Característica	Redundancia
Manubrio de ajuste	EQP-18	P	SM	B5-712N	
Cabezal	EQP-18	P	SM	B5-712N	1
Tanque de suministro	EQP-18	O	SH	B5-712N	
Equipos 2: Taladro fresador Semi-automático					
Descripción	Área y equipo	Familia	Sistema	Característica	Redundancia
Carcasa	EQP-06	P	SM	MD-31N2F	
Mesa de trabajo	EQP-06	P	SM	MD-31N2F	1
Controladores	EQP-06	C	SE	MD-31N2F	
Equipos 3: Dobladora de pistón de doble efecto					
Descripción	Área y equipo	Familia	Sistema	Característica	Redundancia
Carcasa	EQP-09	P	SM	RR308	
Tanque de aceite	EQP-09	O	SH	RR308	
Accionamientos	EQP-09	C	SE	RR308	
Equipos 4: Compresor					
Descripción	Área y equipo	Familia	Sistema	Característica	Redundancia
Conjunto del tanque	EQP-17	O	SL	PLA370	
Motor 3,7 HP	EQP-17	M	SE	PLA370	
Carcasa	EQP-17	P	SM	PLA370	
Equipos 5: Pulidora de probetas metalográficas					
Descripción	Área y equipo	Familia	Sistema	Característica	Redundancia
Controladores	EQP-25	C	SE	MP-2B-MPT	
Carcasa	EQP-25	P	SM	MP-2B-MPT	
Suministro de refrigerante	EQP-25	O	SH	MP-2B-MPT	
Equipos 6: Lijadora de banco					
Descripción	Área y equipo	Familia	Sistema	Característica	Redundancia
Carcasa	EQP-08	P	SM	BD-46N	
Controladores	EQP-08	C	SE	BD-46N	
Motor eléctrico	EQP-08	M	SE	BD-46N	

3.3.4. Estudio de criticidad de los equipos

Se toma como referencia a la norma internacional ISO JA1011 Y JA1012 que establece las ponderaciones a tomar en cuenta para el cálculo de los factores de frecuencia de falla (FF) y los factores de consecuencia del impacto operacional (IO), factor de flexibilidad operacional (FO), costos de mantenimiento (CM), impacto medioambiental (IMA) y el factor de impacto a la seguridad (IS) las cuales tiene un ponderación del 1 al 5 siendo este último el valor más crítico, para ello se aplicó las encuestas para cada equipo tanto al gerente general de ILPM CÍA. LTDA. como a los operarios directos para obtener datos más precisos y luego de realizar su respectivo análisis se obtuvo el siguiente cuadro resumen estos en base al resultado de las encuestas aplicadas véase anexo IV.

Formulas:

$$Criticidad = FF \times Consecuencia$$

$$Consecuencia = IO + FO + CM + IMA + IS$$

CRITICIDAD																								
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125		
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100		
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75		
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50		
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
	CONSECUENCIAS (CO)																							

Figura 3.12: Tabla de criticidad

Tabla 3.22: Resumen de criticidad de equipos

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT	Criticidad
Sierra metálica de cinta 7” x 12”	5	3	3	2	1	1	15	75	Crítico
Taladro fresador semiautomático	4	4	4	3	1	1	17	68	Crítico
Dobladora de pistón de doble efecto	5	5	5	2	1	1	19	95	Crítico
Compresor	3	2	5	3	1	1	15	45	Importante
Pulidora de probetas metalográficas	4	4	4	2	1	1	16	64	Crítico
Lijadora de banco	5	3	5	2	1	1	17	85	Crítico

3.3.5. Establecimiento del modelo de mantenimiento de los equipos

El establecimiento del modelo de mantenimiento adecuado requiere de un estudio independiente de cada equipo para ello se basó en el resultado del cálculo de criticidad obtenido y a la información que proporcionaron las encuestas obteniendo así un modelos de

mantenimiento adecuado a las necesidades de cada equipo. A continuación se muestra la tabla 3.23 resumen de los modelos de mantenimiento respectivos. Para revisar los diagramas de definición del modelo de mantenimiento véase el anexo V.

Tabla 3.23: Modelos de mantenimiento

MODELO DE MANTENIMIENTO				
Código	Descripción	Criticidad	Sistemático	Condicional
EQP-18	Sierra metálica de cinta 7" x 12"	75	X	
EQP-06	Taladro fresador semiautomático	68	X	
EQP-12	Dobladora de pistón de doble efecto	95		X
EQP-17	Compresor	45	X	
EQP-25	Pulidora de probetas metalográficas.	64		X
EQP-08	Lijadora de banco	85		X

3.3.6. Levantamiento de ficha de equipos y de la hoja resumen de datos de mantenimiento

Una vez que disponemos de la información de equipos que más importantes para los procesos generadores de valor es necesario elaborar las fichas de cada uno de ellos, dicho documento contendrá los datos más importantes que afecten al mantenimiento de cada equipo, para ello se recabó información como:

- Código del equipo y su descripción (datos generales)
- Características principales y valores de referencia
- Análisis de criticidad de cada equipo y adjunto el cuadro de criticidad
- Modelo de mantenimiento recomendable
- Repuestos necesarios y consumibles necesarios para su funcionamiento.

Se presenta la ficha del primer equipo analizado con la información especificada, para consultar las fichas del resto de equipos diríjase a la parte de anexo VI.

Tabla 3.24: Ficha de equipo 1

EQUIPO: Sierra metálica de cinta 7” x 12”

CÓDIGO(S): EQP-18

DATOS DEL EQUIPO

PROVEEDOR: CECOMEX	Año: 2005
DIRECCIÓN: Luis Mideros Almeida S2-208 y Av. de los Establos.	
TELÉFONOS: 093 2 297 4582	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Sierra de cinta de larga vida para múltiples aplicaciones de corte con dientes de punta de acero alta velocidad y respaldo de acero de aleación flexible	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: Sierra de cinta marca CECOMEX para corte de piezas de metal en diferentes geometrías. Capacidad de corte de 7 pulgadas de altura por 12 pulgadas de ancho. Motor de 3 HP con 4 velocidades diferentes. Pistón hidráulico para controlar la caída de la cinta bi-metal. Muy versátil para corte de material en bruto.	



VALORES DE REFERENCIA:

Dimensiones del EQP		1270 x 457 x 1028 mm	
Tipo de fluido		Grasa y aceite	
Límite de corte		90 grados	
Longitud del tornillo sin fin para ajuste		60 cm	
Capacidad de la bomba de refrigerante		3 litros	
MODELO DE MANTENIMIENTO	¿MTO. LEGAL?	SUBCONTRATOS NECESARIOS	
Correctivo	SI	PREVENTIVOS	
Condiciona		CORRECTIVOS	
Sistemático	NO	INSPECCIONES	
Alta disponibilidad		X	OVERHAUL
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN:		CONSUMIBLES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Pernos de ajuste de las muelas - Poleas - Bomba de suministro para refrigerante - Caja de transmisión - Tornillo sin fin para ajuste 		<ul style="list-style-type: none"> - Aceite: SAE 30 API CC / SC, SAE 40 API CC / SC, SAE 50 API CC - Refrigerante: TRICUT 2000 W/S 	
REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA:			
- Banda de distribución		- Sierra de cinta 7” x 12”	
HERRAMIENTAS ESPECIALES:			
Llaves de ajuste		Tensiómetro	
Destornilladores		Santiago quita rodamientos	
FORMACIÓN NECESARIA		ESPECIFICAR MANTENIM. LEGAL	
<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación previa de mantenimiento 		No aplica debido a que el equipo no está sometido a normativas o regulaciones por parte del estado.	
SUBCONTRATOS: (Ninguno)			

3.3.7. Resumen de datos de mantenimiento

Esta tabla resume todos los datos más relevantes de la ficha de equipos, de manera que mediante un vistazo rápido se pueda generar una idea completa de los equipos. Dicha tabla se encuentra en la parte del Anexo VII.

3.3.8. RCM (Mantenimiento basado en la fiabilidad)

Es la técnica a utilizar para elaborar el plan de mantenimiento, donde se contemplan los procedimientos operativos tanto de producción como de mantenimiento, modificaciones o mejoras que se puede aplicar:

3.3.8.1. Determinación de los tipos de fallo inmersos en los sistemas de los equipos

Se define una avería como el daño o desperfecto en los elementos de un equipo que impiden su funcionamiento habitual, para ellos se procedió a clasificar los fallos que se identificaron en el estudio en dos clasificaciones, los fallos funcionales o aquellos que impiden al equipo cumplir su función y los fallos técnicos o aquellos que no impiden que el sistema cumpla su función pero no lo hacen correctamente. Esta información se obtuvo mediante la consulta a históricos de averías de los equipos de más documentación en conjunto con el personal de mantenimiento, para consultas de la tabla visitar la sección del Anexo VIII.

3.3.8.2. Clasificación de los fallos y determinación de los modos de fallos

En esta sección se analizó las consecuencias que tienen los fallos identificados en el literal anterior y según la consecuencia se consideró estos fallos en dos categorías: los fallos a evitar que es más costoso por lo que se considera únicamente a aquellos que tengan un nivel de impacto alto en el funcionamiento de los equipos y los fallos a amortiguar que consiste en minimizar los efectos del fallo. Luego se prosiguió a estudiar los modos de fallos o las circunstancias que los acompañan, tomando en cuenta la importancia de hacer un análisis completo de los equipos para determinar todos los modos de fallo posible. Esta tabla de clasificación se puede encontrar en la parte del Anexo VIII.

3.3.8.3. Estudio de las medidas preventivas

Las medidas preventivas serán los trabajos que se debe realizar para evitar un fallo o minimizar sus efectos para ello se dividió en cuatro tipos. Tareas de mantenimiento, mejoras o modificaciones de instalación, cambio en los procedimientos de operación y cambios en los procedimientos de mantenimiento, tomando en cuenta el modelo de mantenimiento

recomendado de cada equipo y el análisis de las variables y condiciones de da uno de ellos. Para revisar la tabla véase la parte del Anexo IX.

3.3.9. Estructuración del plan de mantenimiento

3.3.9.1. Cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento

Para desarrollar un plan de mantenimiento se siguió una serie de pasos como que inicio con la elaboración de la lista de equipos, sistemas y elementos del área de estudio, el análisis de los equipos por su criticidad y modelo de mantenimiento, los fallos funcionales y las medidas a tomar con ello determinando la frecuencia de ejecución de cada tarea.

3.3.9.2. Planificación de tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento

En esta sección del estudio se determinó la frecuencia de ejecución de las tareas de mantenimiento que se consideró necesario en un tiempo establecido las cuales tienen una frecuencia diaria, mensual y anual, la cual fue establecida acorde a la necesidad de la empresa. A continuación se presenta la tabla 3.25 correspondiente al primer equipo de manera ejemplificativa, si se desea revisar las tablas de los demás equipos analizados revisar la parte de anexo X.

Tabla 3.25: Rutas y gamas de mantenimiento

Equipo: Sierra metálica de cinta 7" x 12"		Código: EQP-18			
Equipo	Sistema	Tarea de mantenimiento	Diario	Mensual	Anual
Sierra metálica de cinta 7" x 12"	Mecánico	Lubricación de los sistemas de movimiento y de rodamientos			
		Limpieza en el filtro de tanque suministro de refrigerante			
		Verificar el estado de la sierra de cinta (rotura de dientes o fisura en punto de suelda) (mensual)			
		Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días.			
		Verificar la tensión de las bandas y estado de los tambores (diario)			
		Lubrique el cojinete y el eje del tornillo sinfín para evitar el desgaste. (mensual)			
	Mecánico	Control y verificación de cambios bruscos de temperatura en la caja de transmisión (diario)			
		Verificar que el pistón baje de manera continua y velocidad controlada (diario)			
		Verificar la cámara interna donde se alojan las poleas, debe estar libre de virutas (mensual)			
		Mantener limpia el área de trabajo; apague la fuente de alimentación; quitar las virutas de la máquina y siga las instrucciones de lubricación antes de salir.			
		Ajuste la mesa y el tornillo de banco para mantener la precisión.			
		Dar un baño de aceite a los engranajes			
		Limpieza básica del equipo después de su uso			
		Revisar que exista un ajuste de piezas óptimo generado por las muelas o Entenalla			
	Hidráulico	Verificar si no existe fugas de refrigerante en la válvula (mensual)			
	Eléctrico	Cambio de la caja de velocidades (revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste)(anual)			
Revisar cables eléctricos, enchufes, interruptores, que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina					

Para una mejor planificación de las tareas de mantenimiento en rutas y gamas se prosiguió a clasificar dichos equipos acorde al área que pertenecen como son el área de corte y maquinado de probetas y el área de ensayos mecánicos, esto con el fin de simplificar aquellas tareas que tengan la misma función o aquellos equipos que pertenezcan a la misma área de producción obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 3.26: Rutas y gamas área 1

Área de corte y maquinado de probetas (ILPM Cía. Ltda)	
Código	Descripción
RDEQP-18	Ruta diaria de la sierra metálica de cinta
RDEQP-06	Ruta diaria taladro fresador semiautomático
GMEQP-18	Gama mensual de la sierra metálica de cinta
GMEQP-06	Gama mensual taladro fresador semiautomático
GAEQP-18	Gama anual de la sierra metálica de cinta
GAEQP-06	Gama anual taladro fresador semiautomático

Tabla 3.27: Rutas y gamas área 2

Área de Ensayos mecánicos (ILPM Cía. Ltda)	
Código	Descripción
RDEQP-09	Ruta diaria de la dobladora de pistón de doble efecto
RDEQP-17	Ruta diaria del compresor
RDEQP-25	Ruta diaria de la pulidora de probetas metalográficas
RDEQP-08	Ruta diaria de la lijadora de banco
GMEQP-09	Gama mensual de la dobladora de pistón de doble efecto
GMEQP-17	Gama mensual del compresor
GMEQP-25	Gama mensual de la pulidora de probetas metalográficas
GMEQP-08	Gama mensual lijadora de banco
GAEQP-09	Gama anual de la dobladora de pistón de doble efecto
GAEQP-17	Gama anual del compresor
GAEQP-25	Gama anual de la pulidora de probetas metalográficas
GAEQP-08	Gama anual lijadora de banco

A continuación se presenta el cálculo de las rutas y gamas de mantenimiento:

DATOS:

1 año = 12 meses

1 año = 250 días de trabajo

1 mes = 4 semanas

Calculo de rutas diarias necesarias:

$$\text{Total ruta diaria} = 250 \text{ días} \times 1 \frac{\text{ruta}}{\text{diaria}}$$

$$\text{Total ruta diaria} = 250 \text{ rutas.}$$

Cálculo de gamas mensuales necesarias:

$$\text{Gama mensual} = 12 \text{ meses} \times 1 \frac{\text{Gama}}{\text{mes}} = 12 \text{ gamas}$$

$$\text{Gama total mensual} = 12 \text{ gamas} \times 6 \text{ equipos} = 72 \text{ gamas}$$

Cálculo de gamas anuales necesarias:

$$Gama\ anual = 1\ año \times 1 \frac{Gama}{año} = 1\ gama$$

$$Gama\ total\ anual = 6\ equipos \times 1 \frac{Gama}{año} = 6\ gama$$

Total de órdenes de trabajo necesarias:

$$Total = Total\ ruta\ diaria + Total\ gama\ mensual + Total\ gama\ anual$$


$$Total\ Órdenes\ de\ trabajo = 250 + 72 + 6$$

$$Total\ Órdenes\ de\ trabajo = 329\ año$$

3.3.9.3. Levantamiento de órdenes de trabajo

Los procedimientos de mantenimiento son documentos vivos o que se encuentran en constante cambio, donde describen más a detalle cómo ejecutar las tareas de mantenimiento y permiten llevar al día la empresa, establecer a los responsables del proceso y redactar incidencias producidas en el transcurso de ejecución de los mismos. Justificando de esta manera aquellas tareas que se den realizar de manera diaria, de forma mensual o anual. Dichas órdenes de trabajo se encuentran en la parte de Anexo XI. y continuación se muestra la tabla 3.28 de ejecución de las rutas diarias de los equipos de la empresa.

Tabla 3.28: Orden de trabajo equipo 1

	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-18
	INSPECCIÓN GENERAL DIARIA		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
Operario:			Fecha:	
Hora de inicio:		Hora final:		Tiempo normal:
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Aspirador - Medidor de temperatura - Llaves de ajuste y Juego de llaves hexagonales - Destornilladores - Tensiómetro - Desarmadores 			Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 	
Riesgos del trabajo y medidas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Lubricante, trabajar con guantes y limpieza de manos constantemente. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. 			Firma del operario:	
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Lubricante aceite - Lijas 			Código de materiales:	
Equipo	Descripción		Resultado	Rango normal
Sierra metálica de cinta "7X12"	Llene la bomba de lubricante antes de arrancar la máquina todos los días.			Capacidad de 5 Litros
	Verificar la tensión de las bandas y estado de los tambores			
	Control y verificación de cambios bruscos de temperatura en la caja de transmisión			
	Verificar que el pistón baje de manera continua y velocidad controlada			
	Mantener limpia el área de trabajo; apague la fuente de alimentación; quitar las virutas de la máquina y siga las instrucciones de lubricación antes de salir.			
	Dar un baño de aceite a los engranajes			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

	Limpieza básica del equipo después de su uso		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-06
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Taladro fresador semiautomático	Adecuada tensión de las bandas (no debe patinar)		
	Realizar la inspección de las poleas, deben estar sin agrietamientos y marcas de golpe		
	Limpieza básica del equipo después de su uso.		
	Verificar el correcto encendido del motor		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-09
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Dobladora de pistón de doble efecto	El sistema de subida y bajada del pistón debe funcionar de manera óptima		
	Limpieza básica del equipo después de su uso		
	Verificar que el dispositivo de accionamiento funcione correctamente		
	Verifique las fugas de aceite en las válvulas de entrada y salida		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-17
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
	Las Presiones y Temperaturas de Operación deben ser normales. (Si no lo son determine las causas).		Hasta 220°C.
	Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días.		DIN 51506 VDL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Compresor	Limpeza básica del equipo después de su uso		
	La unidad debe estar sin acumulación de polvo		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-25
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Pulidora de probetas metalográficas	Limpeza de las superficies expuestas		
	Verificar el estado superficial de los platos y los elementos lubricados		Lubricante (agua)
	Comprobar que los platos no tengan abolladuras y los anillos de sujeción deben estar en buen estado		
	Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias		
	Verificar el estado del filtro y las mangueras		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-08
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Lijadora de banco	Verificar que los rodillos no tengan abolladuras		
	Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias		
OBSERVACIONES:			

3.3.9.4. Levantamiento de procedimientos para ejecutar las rutas y gamas de mantenimiento

En este documento se redactó los procedimientos explicando cómo llevar a cabo cada tarea, donde se describe de forma entendible, algunos valores o rangos a seguir, materiales necesarios, precauciones entre otros elementos. Dichos procedimientos se encuentran en la parte del Anexo XII.

3.3.9.5. Organización de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución

Dentro de la planificación se encuentra cuándo y quién realizará cada ruta y gama que se encuentra dentro del plan de mantenimiento para ello se tomó en cuenta lo siguiente:

- Rutas diarias: Por definición se realizan todos los días y las actividades son sencillas
- Gamas manuales: Se toma un cierto margen de frecuencia y se selecciona el tiempo necesario en el calendario puesto que lo componen un poco más difíciles de hacer.
- Gamas anuales: De igual forma se programó con cierto margen de manera que se seleccionen un mes que no altere las actividades habituales de la empresa.

Se obtuvieron los siguientes resultados (Para ver la tabla de planificación de mantenimiento general diríjase a la parte de Anexo XIII).

Tabla 3.29: Resumen del plan maestro de mantenimiento

PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO ILPM CIA. LTDA.	
Área de corte y maquinado de probetas	
Rutas diarias:	Se realizan todos los días de lunes a viernes a partir de las 8 am
Rutas semanales:	Se indicará con una M las semanas que deben realizarse en el caso de la Sierra metálica de cinta “7X12” y Taladro fresador semiautomático se deberán ejecutar las tareas la primera semana de cada mes
Gamas anuales:	Se indicará con una A el mes que debe realizarse en el caso de estos dos equipos el mantenimiento anual se lo realizará en enero.
Área de Ensayos mecánicos	
Rutas diarias:	Se realizan todos los días de lunes a viernes a partir de las 8 am
Rutas semanales:	Se indica como M las semanas que deben realizarse en el caso de la Dobladora de pistón de doble efecto, Compresor, Pulidora de probetas metalográficas y Lijadora de banco se deberán ejecutar las tareas la segunda semana de cada mes
Gamas anuales:	Se indica con una A el mes que debe realizarse en el caso de estos dos equipos el mantenimiento anual se lo realizará en el mes de febrero.

3.3.9.6. Configuración de Software MP10

En esta sección se muestran los puntos claves de la estructura que tiene el software y las finalidades por la cuales fue diseñado, facilitando el trabajo de los encargados de mantenimiento de forma más ordenada y sencilla.

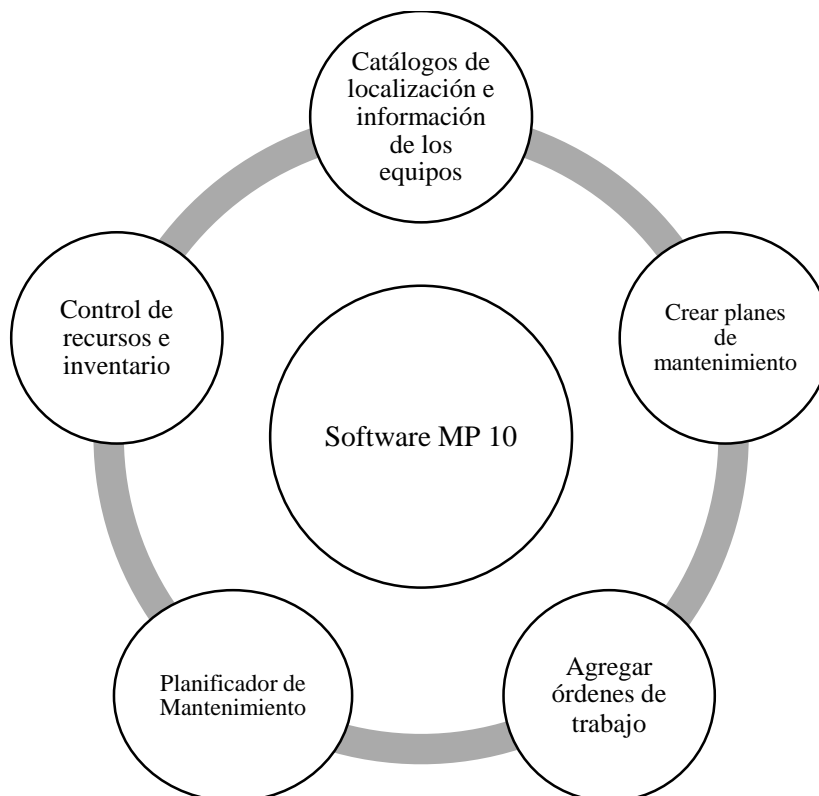


Figura 3.13: Software MP10

3.3.9.7. Catálogos de localización e información de los equipos

En la imagen se observa el panel principal de dicho software y un breve esquema de sus herramientas más importantes, en la parte superior izquierda se observa la opción de equipos. Es aquí donde se encontrará toda la información correspondiente a los equipos que se quiere aplicar mantenimiento como la capacidad, marca, modelo, serie, código, clasificación, especificaciones técnicas, notas, imágenes y archivos.

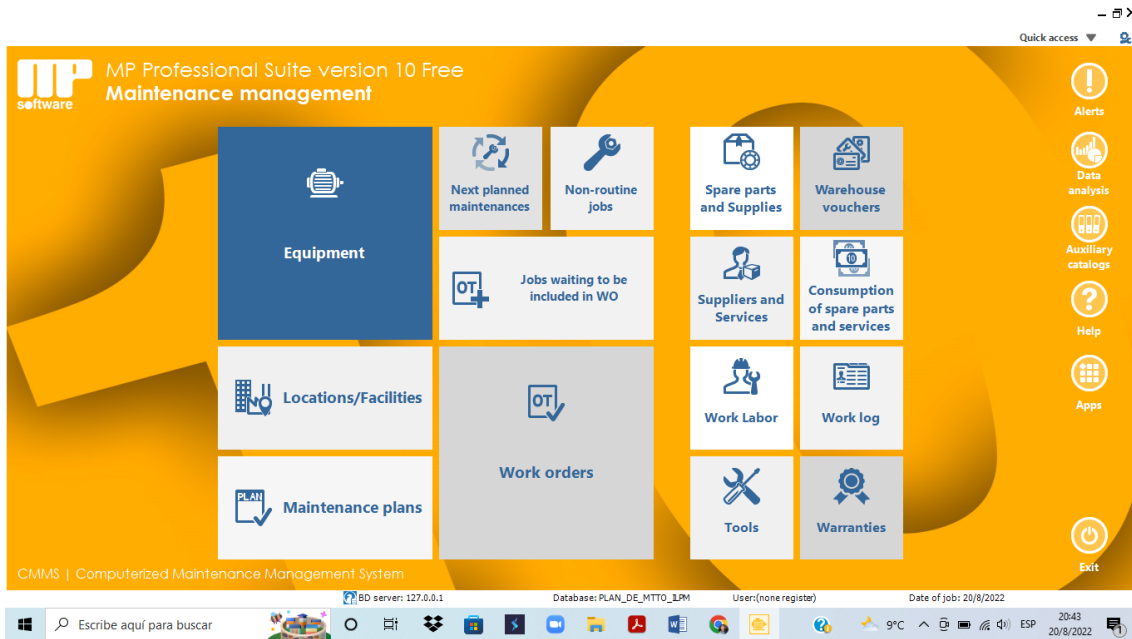


Figura 3.14: Panel principal MP10

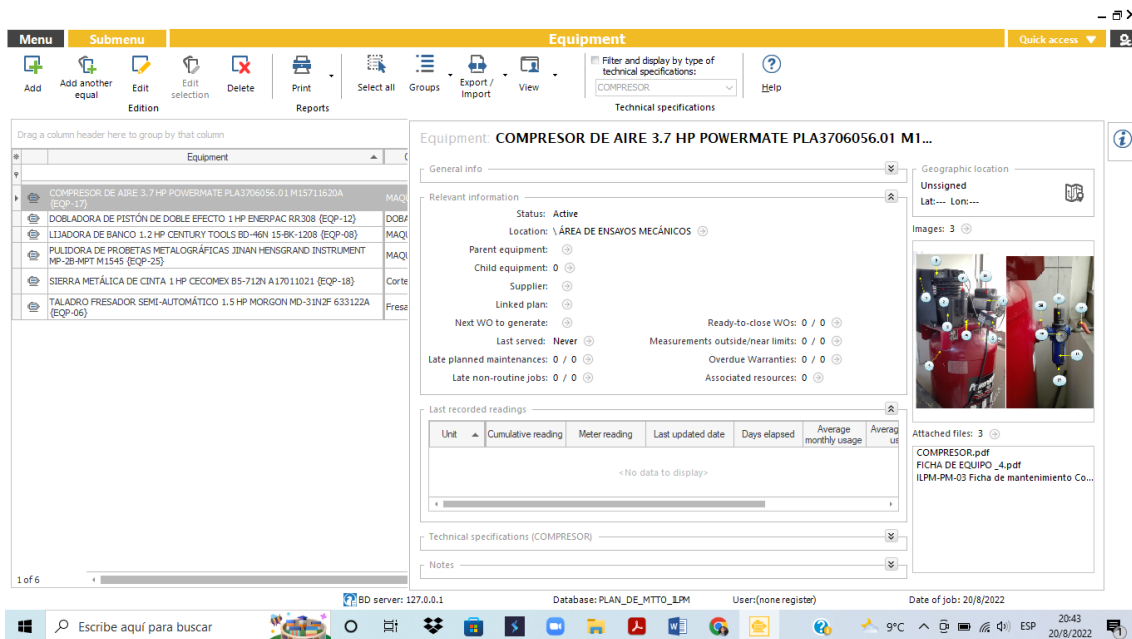


Figura 3.15: Panel de datos de los equipos

3.3.9.8. Crear planes de mantenimiento

Esta opción documenta los planes o rutinas de mantenimiento con la información respecto a las actividades de mantenimiento rutinario que deben realizarse a los equipos, así como la frecuencia con la que debe realizarse cada actividad. En una interfaz de forma arbol para un mejor flujo de la información.

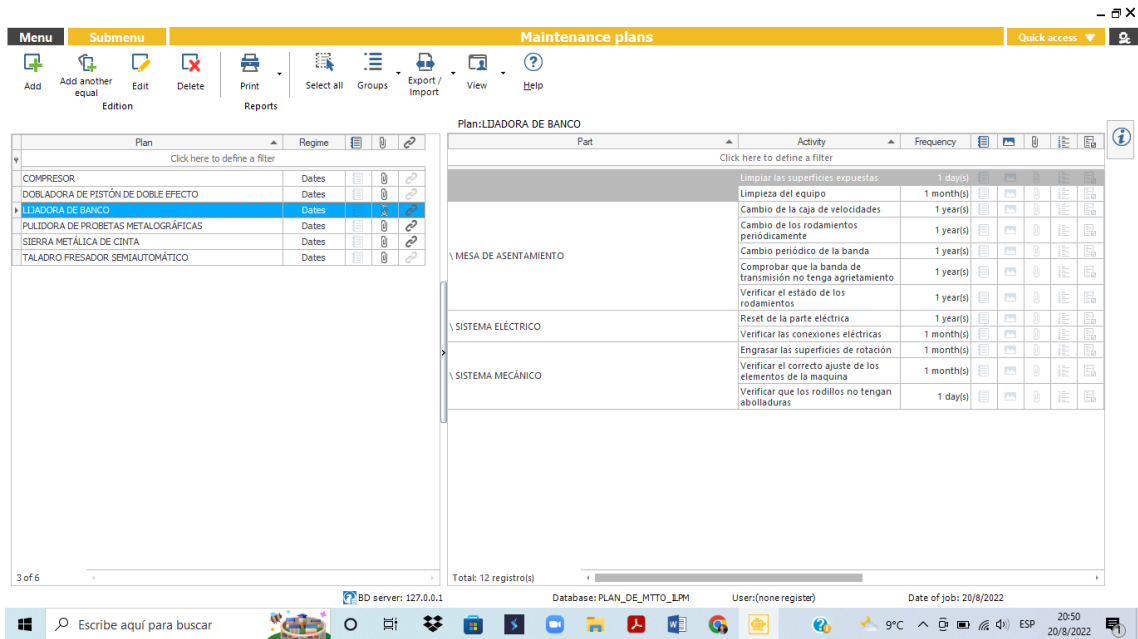


Figura 3.16: Plan de mantenimiento MP10

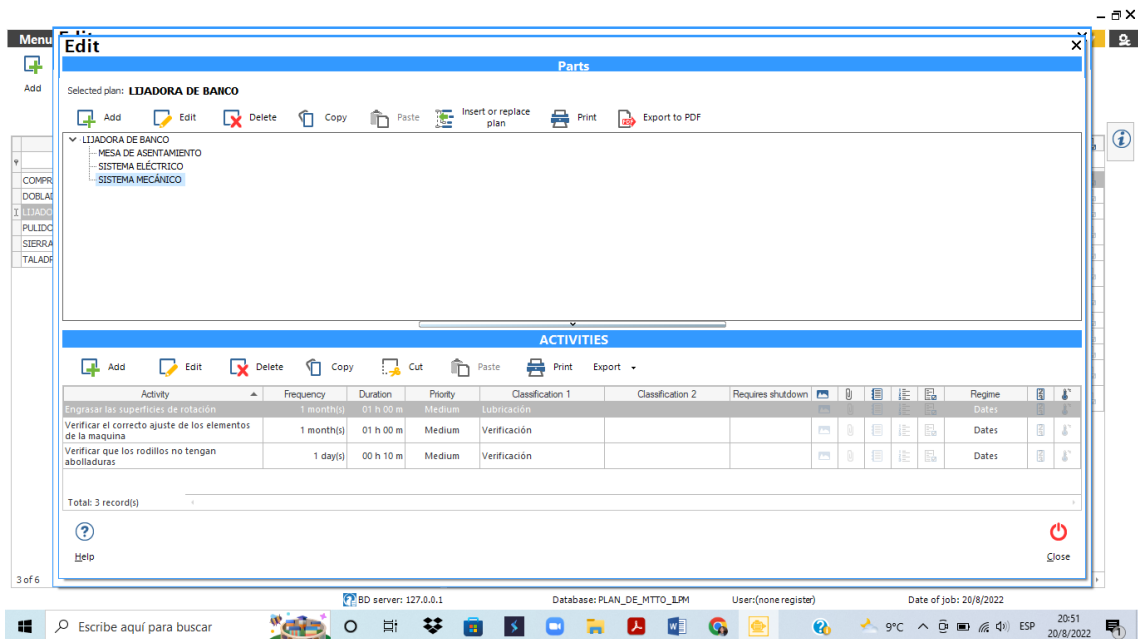


Figura 3.17: Estructura del plan de mantenimiento

3.3.9.9. Agregar órdenes de trabajo

En esta opción se encuentra el proceso de generación de órdenes de trabajo, el cual es muy versátil e intuitivo, permitiendo generar varias rutas donde se podrá administrar dichas órdenes, agrupar equipos además de adelantar y posponer actividades programadas.

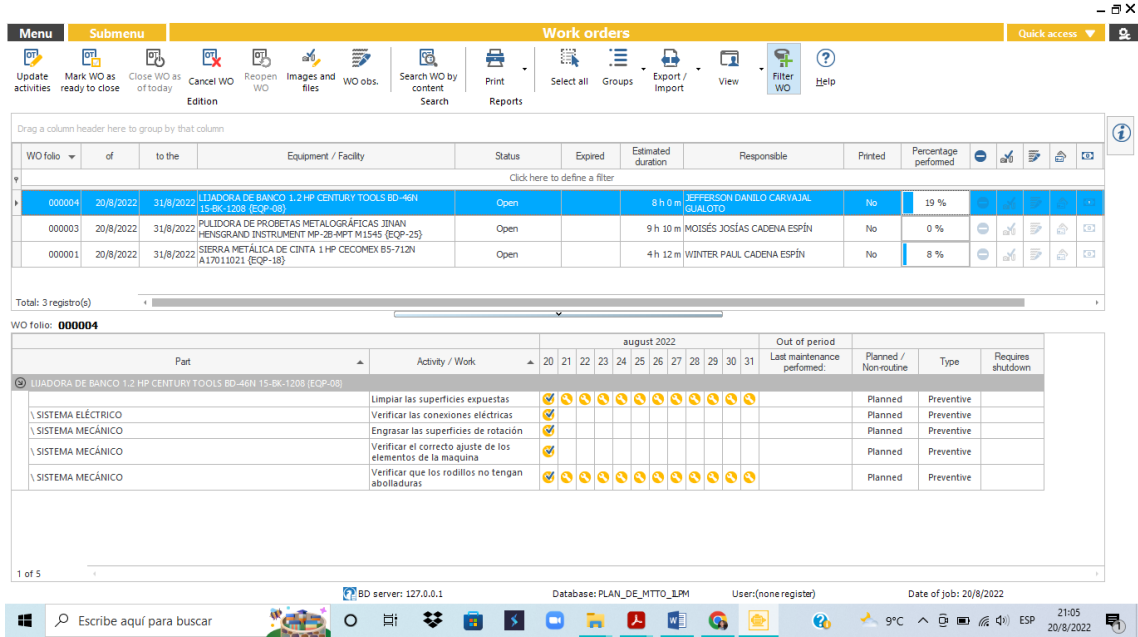


Figura 3.18: Agregar ordenes de trabajo

3.3.9.10. Planificador del mantenimiento

Al ingresar la información de cada uno de los equipos con sus respectivas características técnicas el programa genera un plan maestro de mantenimiento que se detalla por equipo, por fechas y por localizaciones donde cada actividad se encuentra en cada casilla marcada.

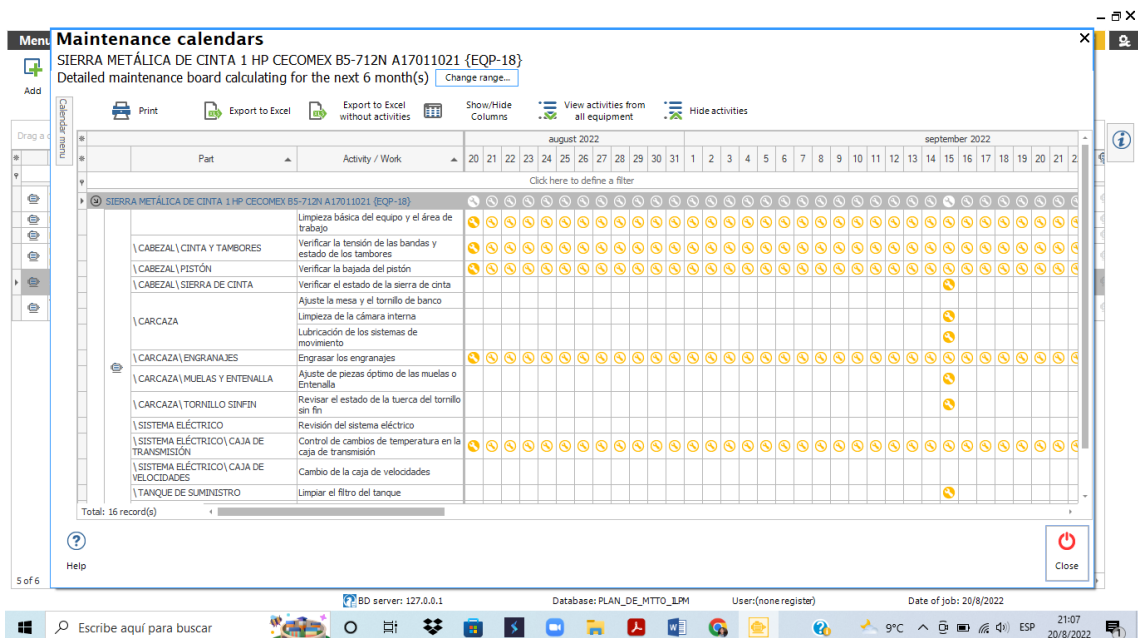


Figura 3.19: Planificación del mantenimiento

3.3.9.11. Recursos extra

El software además aporta una serie de herramientas que son de gran utilidad al momento de analizar el desempeño de la planificación, como la opción de cargar información de repuestos y materiales necesarios, control de existencias, manejo equitativo del personal además de una interfaz gráfica que mejora la comprensión del flujo de actividades.

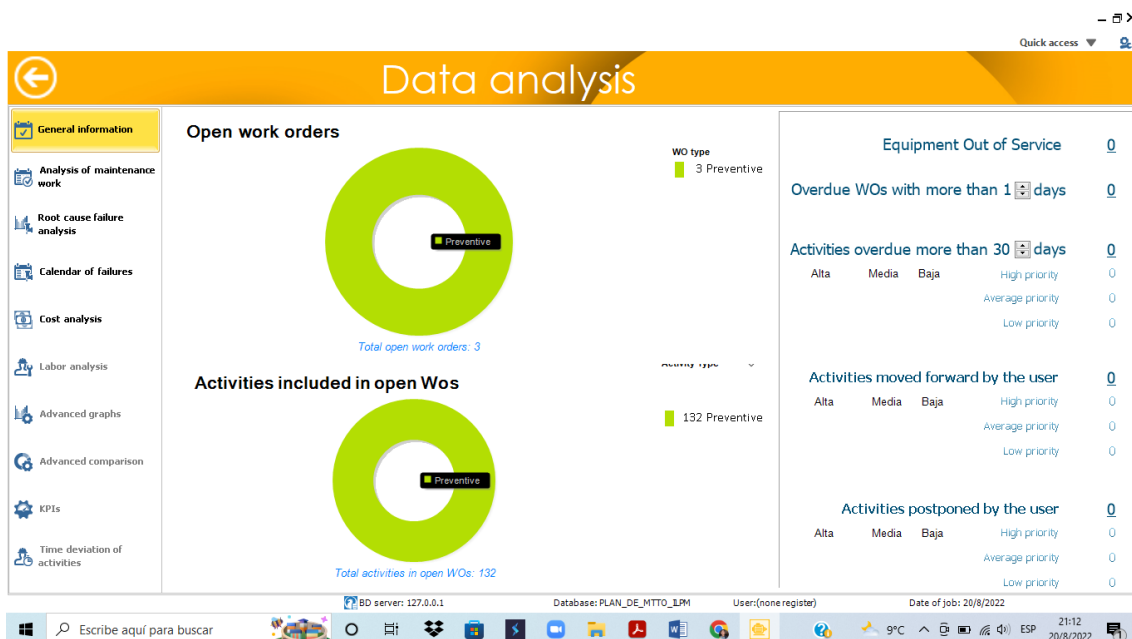


Figura 3.20: Recursos extra MP10

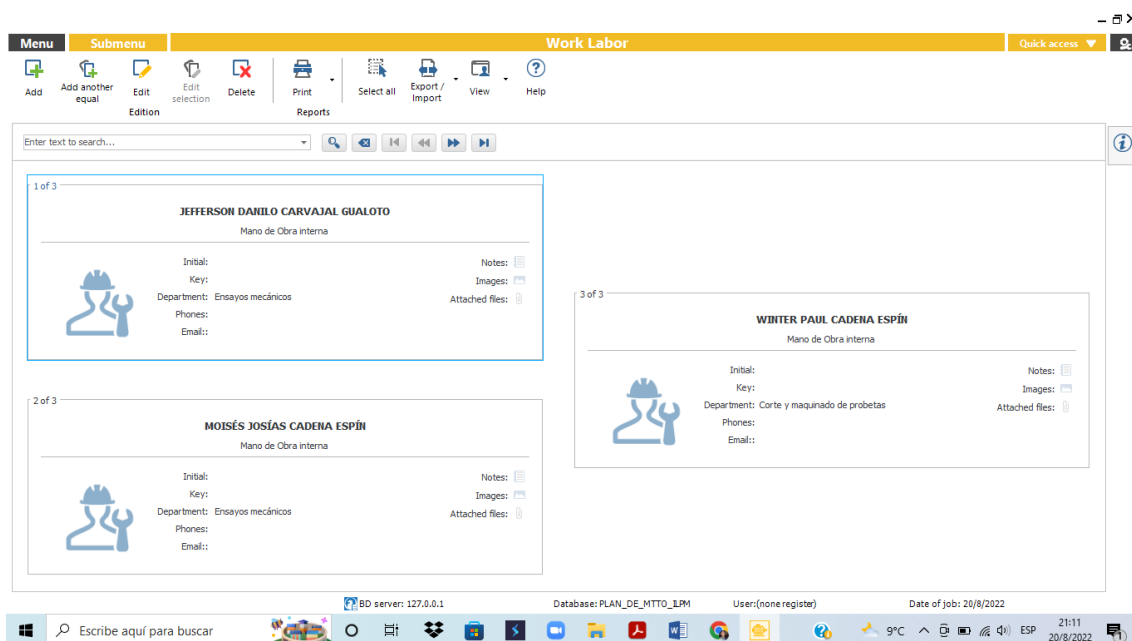


Figura 3.21: Asignación de responsables

3.3.10. Estudio de presupuestos

3.3.10.1. Presupuesto de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento generan costos que debemos calcular para establecer un valor adecuado para el servicio, para ellos se realizó la consulta a los operarios más experimentados y en la ficha técnica de los equipos para determinar la cantidad de materiales que se emplean durante el mantenimiento y si existen piezas que deben cambiarse se procedió a consultar en el almacén si existen en el inventario.

En la tabla 3.30 se presentan los costos de repuestos y materiales que se necesitan para llevar a cabo el plan de mantenimiento en el transcurso de un año, determinando que el costo anual en el ámbito de repuestos se estima en una aproximado de 3864,5 USD, se realizó mediante la cooperación de los técnicos encargados de la planta ya que cuentan con una gran experiencia para saber que repuestos son necesarios para cada equipo y poder realizar la estimación.

Tabla 3.30: Costos de mantenimiento

Equipo	Descripción	Tipo	Proveedor	Cantidad por año	Unidad Costo unitario (\$)	Cotos total (\$)
EQP-18	Banda de distribución	JPS10-TS	Power Tools Parts	1	35	35
	Rodamientos	KBS	Cmprodemaq	6	4	24
	Sierra de cinta	Band Saw Blades7x12	Wikus	1	43	43
	Tensiómetro	Digital	K-Russ	1	60	60
EQP-06	Juego de llaves hexagonales	Rachet Mm 7 piezas	STANLEY	1	58	58
	Bandas de transmisión	D1600-8M-25	Power Drive	1	52	52
EQP-12	Pulsadores de la botonera	Pulsador simple	VETO	1	12	12
	Válvula de presión	PSI 95-125	Wal Front	1	35	35
	Cables de acero	3/8 Pulg.	Multi Cable	4	93	373
EQP-17	Manguera de línea de aceite	CCLIFE 10 M 1/4	WYNNsky	3	30	90
	Filtro de aceite	1/4" BSP	Mansuera	1	9	9
	Válvula	Tipo esfera de ¼ de giro	Optimum	1	81	81
	Llave de ajuste de tubos	14 Plg.	ToolUSA	1	37	37
EQP-25	Disco de probetas	Jinan Hensgrand Instrument	Ali Express	2	41	82
	Lijas para discos de probetas	Bd-46 n	Disco Century	4	12	48
RPQ-08	Bandas de transmisión	190x125 mm	Disco Century	1	52	52
	Rodamientos	KBS	Cmprodemaq	1	4	4

	Perilla de alineación	St-3500	Cmprodemaq	1	8	8
Herramientas	Medidor de temperatura	HPT 1	PCE	1	120	120
	Juego de llaves de ajuste	25 Piezas	BGS	1	56	56
	Destornilladores	6 unidades	TRUPER DTJ-7D	1	25	25
	Desarmadores	10 Piezas	STANLEY	1	24	24
	Grasa	Semi-sintética	CC LUBE	4	82	328
	Poleas	Trabador universal	Automotriz BP	3	60	180
	Acoples	5 Piezas	JAK	5	15	75
	Pistola de aire	Alta presión	Pulverizsc	1	57	57
Materiales	Instrumentos de limpieza	Brochas, limpiador, escobas, recipientes, etc	Mega ferretero	24	20	480
	Lijas	3 mm	Pintulac	50	1	50
	Taype	3 m	Mega ferretero	25	1	25
	Refrigerante (20 lts)	TRICUT 2000 W/S	Tribology	2	351	702
	Aceite	SAE 30 API CC	Texaco	50	13	650
TOTAL COSTO ANUAL EN REPUESTOS Y HERRAMIENTAS (\$)						3.874,50

Se estima que los costos totales en repuestos y herramientas de mantenimientos es de 3.874,50 dólares. A continuación se presenta el cálculo de los costos de mano de obra para la puesta en marcha de la planificación:

Tabla 3.31: Costos de la mano de obra

GARGO	NOMBRES	SUELDO	IESS	COSTO TOTAL
Técnico mecánico	Winter Paul Cadena Espín	\$ 600	\$ 73	\$ 8.075
Jefe de mantenimiento	Jefferson Danilo Carvajal Gualoto	\$ 900	\$ 109	\$ 12.112
Técnico mecánico	Moisés Josías Cadena Espín	\$ 600	\$ 73	\$ 8.075
Costo total de mano de obra				\$ 28.261,8

Análisis: El costo aproximado que representa la mano de obra anualmente para mantenimiento es de 28.261,8 \$ tomando en cuenta que el jefe de mantenimiento también realiza actividades en el área de producción al igual que los técnicos mecánicos.

Teniendo en cuenta estos aproximados se procedió a obtener el proporcional del dinero invertido del costo del mantenimiento que es el inmediato de la suma de los cotos de repuestos y herramientas con el costo total de la mano de obra obteniendo un valor de 32.136,30 \$ que se necesitará para la implementación del plan de mantenimiento RCM.

3.3.10.2. Costo de implementación del software MPV10

Los costos asociados a la implementación del software MP en su versión 10 se detallan en la tabla 3.32

Tabla 3.32: Costos de implementación Software MP10

PROPUESTA				
Recursos del hardware				
N°	Descripción	Unidades	Precio U.	Total
1	Ordenador	2	\$ 800	\$ 1.600
SUMA				\$ 1.600
Recursos de software				
N°	Descripción	Unidades	Precio U.	Total
1	MP Profesional versión 10	2	\$ 3.120	\$ 6.240
2	Suscripción en la nube (AWS)	1	\$ 134	\$ 134
3	Microsoft office	1	\$ 50	\$ 50
SUMA				\$ 6.424
Recursos humanos				
N°	Descripción	Unidades	Precio U.	Total
1	Capacitación por un especialista	1	\$ 650	\$ 650
SUMA				\$ 650
Presupuesto para la implementación				\$ 8.674

Para el análisis de implementación se consideró el precio actual del software que incluye la compra de la licencia de forma permanente cuyo valor es de 3.120 \$, además se plantea el uso de un servidor en la nube que proteja los datos de la empresa como es el AWS y el contrato de un especialista con el fin de capacitar al personal en la inducción al presente software obteniendo un valor de 8.674 dólares, como valor de la inversión.

3.3.9.12. Validación de la hipótesis

Para validar la ejecución del sistema RCM se procedió con la búsqueda de datos de fallos presentados en los equipos analizados en los meses de enero hasta julio del 2022 y para el mes de agosto se planteó la ejecución de las tareas de mantenimiento programadas. En la tabla 3.33 se detalla la frecuencia de fallas identificadas en los primeros meses del año y las correspondientes al mes de agosto.

Tabla 3.33: Evaluación del sistema RCM

Mes	Fecha		Máquina	Concepto	Costo de mantenimiento	N° de Fallas
	Desde	Hasta				
SIN PROPUESTA						
Ene.	3/1/2022	3/1/2022	EQP-08	Superficies expuestas	75,5	5
	7/1/2022	9/1/2022	EQP-25	Limpieza	60,6	
	24/1/2022	23/1/2022	EQP-09	Fisura del punzón	25	
	26/1/2022	23/1/2022	EQP-06	Falta de lubricante	100	
Feb.	3/2/2022	3/2/2022	EQP-09	Cables de acero desalineado	50	3
	7/12/2022	7/12/2022	EQP-06	Revisión del sistema eléctrico	200	
	16/12/2022	16/12/2022	EQP-08	Cambio de banda	45	
Mar.	7/3/2022	7/3/2022	EQP-18	Desequilibrio del embolo	25	3
	16/9/2022	16/9/2022	EQP-18	Daños por falta de refrigerante	125	
	18/9/2022	16/9/2022	EQP-25	Encendido	300	
Abril.	8/4/2022	8/4/2022	EQP-17	Lubricación	75	4
	16/12/2022	16/12/2022	EQP-08	Cambio de banda	45	
	11/4/2022	11/4/2022	EQP-25	Lubricación	75	
	11/4/2022	11/4/2022	EQP-08	Cambio de pernos	80	
	12/5/2022	12/5/2022	EQP-09	Lubricación	75	
	20/5/2022	20/5/2022	EQP-08	Lubricación	100	
Jun.	8/6/2022	8/6/2022	EQP-06	Cabezal giratorio	350	4
	14/6/2022	14/6/2022	EQP-08	Limpieza	75	
	16/6/2022	16/6/2022	EQP-18	Distancia de corte inadecuada	75	
	20/6/2022	19/6/2022	EQP-17	Filtro tapado	50	
Jul.	11/7/2022	11/7/2022	EQP-09	Llenar el tanque de aceite	170	4
	21/7/2022	21/7/2022	EQP-25	Alineación de los platos	150	
	23/12/2022	23/12/2022	EQP-18	Válvula tapada	50	
	26/7/2022	26/7/2022	EQP-25	Superficies expuestas	75	
CON PROPUESTA						
Agos.	10/8/2022	10/8/2022	EQP-06	Alineación de los ejes	50	2

Para poder analizar los datos presentados en la tabla 3.34 se procedió a realizar un diagrama de Pareto con el total de fallas de cada mes, los cuales van estar ordenados de mayor a menor acorde al que tiene mayor cantidad de fallos presentes y así poder determinar los meses en los que se presentan el 80 % de fallas y los meses de menor frecuencia correspondientes al 20 %.

Tabla 3.34: Estudio de fallas por mes

MES	N° de Fallas	%	% Acum.
Enero	5	18%	18%
Abril	4	14%	32%
Junio	4	14%	46%
Julio	4	14%	61%
Febrero	3	11%	71%
Marzo	3	11%	82%
Mayo	3	11%	93%
Agosto	2	7%	100%
Total:	28		

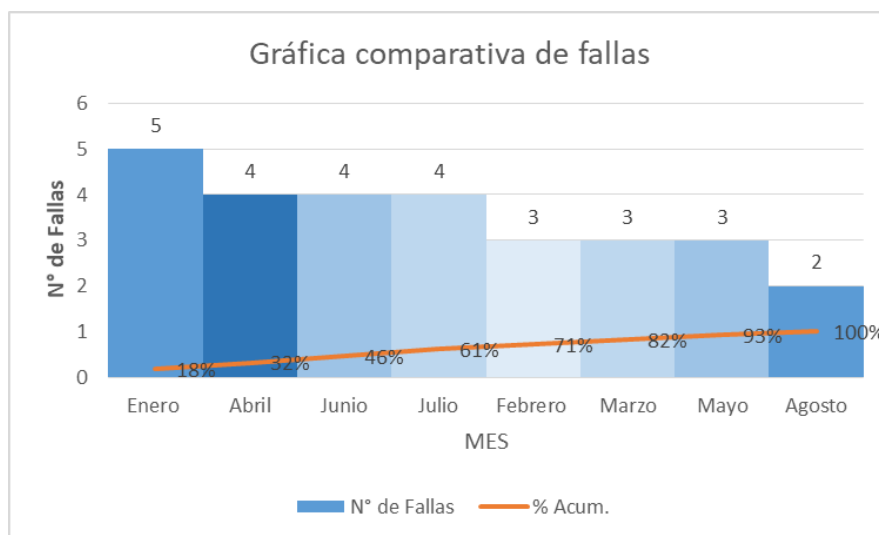


Figura 3.22: Gráfica comparativa de fallas

Análisis: En la gráfica se puede visualizar la comparativa de los meses de enero hasta agosto, donde se puede observar los fallos que se generaron. Desde enero hasta Julio se trabajó con el sistema habitual de la empresa, donde se observa que la cantidad de averías es frecuente y se mantiene en un número de entre 3 y 4 fallos por mes, por otro lado como prueba de concepto se aplicó la nueva planificación en el mes de agosto donde se observa una disminución de la frecuencia de fallos y hasta la fecha se ha presentado dos fallas en el transcurso de este mes, por lo que se puede considerar que la aplicación de un mantenimiento planificado contribuye al aumento de la disponibilidad de los equipos.

Para una mejor organización de las tareas de mantenimiento se plantea el uso del software MP10 el cual ofrece varias ventajas al momento de planificar las tareas de mantenimiento como la documentación completa de los activos de la empresa el uso del árbol de localizaciones de

equipos, los calendarios de mantenimiento, el control de actividades, la generación de órdenes de trabajo y el análisis de las actividades programadas.

3.4. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

Una vez desarrollado la propuesta de proyecto de investigación se procede a realizar una evaluación del mismo en los ámbitos:

3.4.1. Impacto Técnico

El impacto técnico del presente proyecto de investigación fue obtener una adecuada planificación del mantenimiento acorde a las necesidades de la empresa, de manera que el encargado de mantenimiento pueda tener a su disposición las actividades a aplicar que reduzcan la frecuencia de fallas en los equipos importantes y aumentar la disponibilidad de los mismos acorde al uso requerido por el operador a la par que contará con una guía de toda la información que requiera respecto a dichos equipos.

3.4.2. Impacto social

El impacto social generado es favorable para la empresa y sus trabajadores puestos que los beneficios que abarca esta estrategia de mantenimiento se concentra en que la empresa obtenga mejores resultados en su proceso, adquiriendo así beneficios con respecto a sus clientes, obteniendo una perspectiva de profesionalismo, seriedad y calidad en sus servicios a la par del aumento de la demanda en sus servicios.

3.4.3. Impacto Ambiental

Evitar averías y fallos en equipos e instalaciones supone evitar la generación de determinados residuos que se generarían como consecuencias de los mismos, como fugas de gases refrigerantes causantes de contaminación atmosférica. Lubricar, evitar rozamientos, desgastes, erosiones en los equipos, puede evitar o reducir la producción de ruido por las máquinas, minimizando el origen de contaminación acústica en la instalación.

3.4.4. Impacto económico

El impacto económico del mantenimiento es enorme, ya que afectaría el tiempo que las máquinas están produciendo; con esta estratégica de mantenimiento se considera la reducción de fallas y la eliminación de tiempos improductivos lo que se deduce en la entrega a tiempo de los ensayos a los clientes, beneficiando la reputación de la empresa, evitando la pérdida de contratos y por supuesto impactar en el retorno sobre los activos.

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1. CONCLUSIONES

- Una vez realizado el proyecto de investigación se puede determinar que las actividades planteadas cumplen con los objetivos propuestos y responde a la hipótesis de establecer un plan de mantenimiento RCM puesto que mediante la aplicación de la prueba de concepto se pudo determinar una reducción de la frecuencia de fallas en los equipos y esto se logró gracias a la aplicación de una planificación del mantenimiento adecuada.
- El plan de mantenimiento es el documento final de toda la investigación y es el resultado de todo el análisis previo de los equipos, el cual será ejecutado por los responsables que la empresa considera, este documento se apoya en los procedimientos para ejecutar las rutas y gamas el cual será un documento de apoyo para el responsable de mantenimiento.
- Indagar en la información general de la empresa permitió conocer sus objetivos y metas empresariales, su estructura de organización, además de saber que actividades desempeña en cada una de ellas, con ello se obtuvo información que permitió establecer el diagrama de procesos correspondiente mediante el cual se pudo identificar los seis equipos críticos, los cuales sirvieron como base para generar el estudio y fueron el punto de partida de esta investigación.

4.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable que la empresa ejecute el presente plan de mantenimiento puesto que engloba toda la información necesaria para aumentar la disponibilidad de los equipos, asegurando así los beneficios a largo plazo que se puede generar.
- También es necesario inducir al personal la nueva propuesta de mantenimiento ya que ellos son los que manipulan los equipos de manera continua por lo tanto la aceptación de los mismos es de mucha importancia para que las tareas planificadas se cumplan, logrando así que todos los miembros de la organización se involucren en este proceso.
- Se recomienda hacer un estudio del resto de equipos en planta para poder cubrirlos en su totalidad, dichos equipos tendrán un modelo de mantenimiento menos riguroso puesto que en este estudio se analizó a aquellos equipos que presentan un nivel de criticidad alto y que generan un importante impacto en los procesos.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] L. L. C. y. B. M. Maira C. Gasca), «<https://www.scielo.cl/>,» 2017. [En línea]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000400014&script=sci_arttext. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [2] L. F. Pacheco Bado, «tesis.usat.edu.pe,» 2018. [En línea]. Available: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1353>. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [3] R. J. C. Valladares, «pirhua.udep.edu.pe,» 2020. [En línea]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4479/IME_2003.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [4] A. B. T. A. A. B. Luna Ayala, «repositorio.ucv.edu.pe,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50373>. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [5] K. A. Melnedes Quispe, «repositorio.continental.edu.pe,» 03 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5908>. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [6] C. Boero, «elibro.net,» 2020. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/lc/utcotopaxi/titulos/172523>. [Último acceso: 12 Julio 2022].
- [7] G. I. y. P. Daniel, «elibro.net,» 2020 2020. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/lc/utcotopaxi/titulos/172527>. [Último acceso: 12 Julio 2022].
- [8] G. T. M. T. R. T. Omar Campos, «[cientifica.esimez.ipn.mx](http://www.cientifica.esimez.ipn.mx/),» 18 Noviembre 2018. [En línea]. Available: http://www.cientifica.esimez.ipn.mx/manuscritos/V23N1_051_059.pdf. [Último acceso: 15 Julio 2022].
- [9] G. A. y. V. L., «elibro.net,» 2017. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/lc/utcotopaxi/titulos/40508>. [Último acceso: 15 Julio 2022].

- [10] J. Q. M. L. P. P. A. C. Jesús González, «revistas.ubiobio.cl,» 2018. [En línea]. Available: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923/3685>. [Último acceso: 20 Julio 2022].
- [11] M. L. d. C. G. J. S. A. Herrera Gustavo, «ecorfan.org,» Diciembre 2020. [En línea]. Available: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Innovativa/vol4num15/Revista_de_Ingenieria_Innovativa_V4_N15_2.pdf. [Último acceso: 20 Julio 2022].
- [12] J. Sifonte, «esp.reliabilityconnect.com,» 20 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://esp.reliabilityconnect.com/norma-sae-ja1011-criterios-de-evaluacion-para-procesos-de-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad-rcm/>. [Último acceso: 20 Julio 2022].
- [13] F. J. C. Carrasco, «3ciencias.com,» 14 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/caracteristicas-los-sistemas-tpm-rcm-la-ingenieria-del-mantenimiento/>. [Último acceso: 15 Julio 2022].
- [14] M. C. Gasca, «www.scielo.cl,» 2017. [En línea]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000400014&script=sci_arttext. [Último acceso: 13 Agosto 2022].
- [15] B. E. M. E. Cid Guillermo, «elibro.net,» 2020. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/lc/utcotopaxi/titulos/174831>. [Último acceso: 12 Agosto 2022].
- [16] F. A. Pérez Rondón, «repository.usta.edu.co,» 26 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276>. [Último acceso: 12 Agosto 2022].
- [17] R. Yavarone, Marzo 2019. [En línea]. Available: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/aa11_yavarone_diagnostico_eficiente.pdf. [Último acceso: 13 Agosto 2022].
- [18] C. M. Juan, «ecorfan.org,» Diciembre 2018. [En línea]. Available: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Indu

- rial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N6_4.pdf. [Último acceso: 13 Agosto 2022].
- [19] V. S. Rafael Cámara, «researchgate.net,» Octubre 2019. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Vitor-Santos-7/publication/341077940_Predictive_Industrial_Maintenance_with_a_Viable_Systems_Model_and_Maintenance_40/links/5fee1e5192851c13fedb459e/Predictive-Industrial-Maintenance-with-a-Viable-Systems-Model-and-Mai. [Último acceso: 13 Agosto 2022].
- [20] E. F. Álvarez, «digibuo.uniovi.es,» Julio 2018. [En línea]. Available: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%C3%B3n?sequence=1>. [Último acceso: 13 Agosto 2022].

ANEXOS:

- ANEXO I: Informe de revisión generado por Urkund
- ANEXO II: Mapa de procesos de la empresa ILPM.
- ANEXO III: Tabla de análisis de equipos de los diferentes niveles
- ANEXO IV: Encuesta de mantenimiento y análisis de criticidad
- ANEXO V: Determinación de modelos de mantenimiento
- ANEXO VI: Fichas de equipos
- ANEXO VII: Tabla resumen de datos de mantenimiento
- ANEXO VIII: Determinación de los tipos de fallo inmersos en los sistemas
- ANEXO IX: Determinación de medidas preventivas para los fallos en los equipos
- ANEXO X: Calculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento
- ANEXO XI: Ordenes de trabajo
- ANEXO XII: Procedimiento de realización de rutas y gamas de mantenimiento
- ANEXO XIII: Plan maestro de mantenimiento.

ANEXO I: Informe de revisión generado por Urkund



Document Information

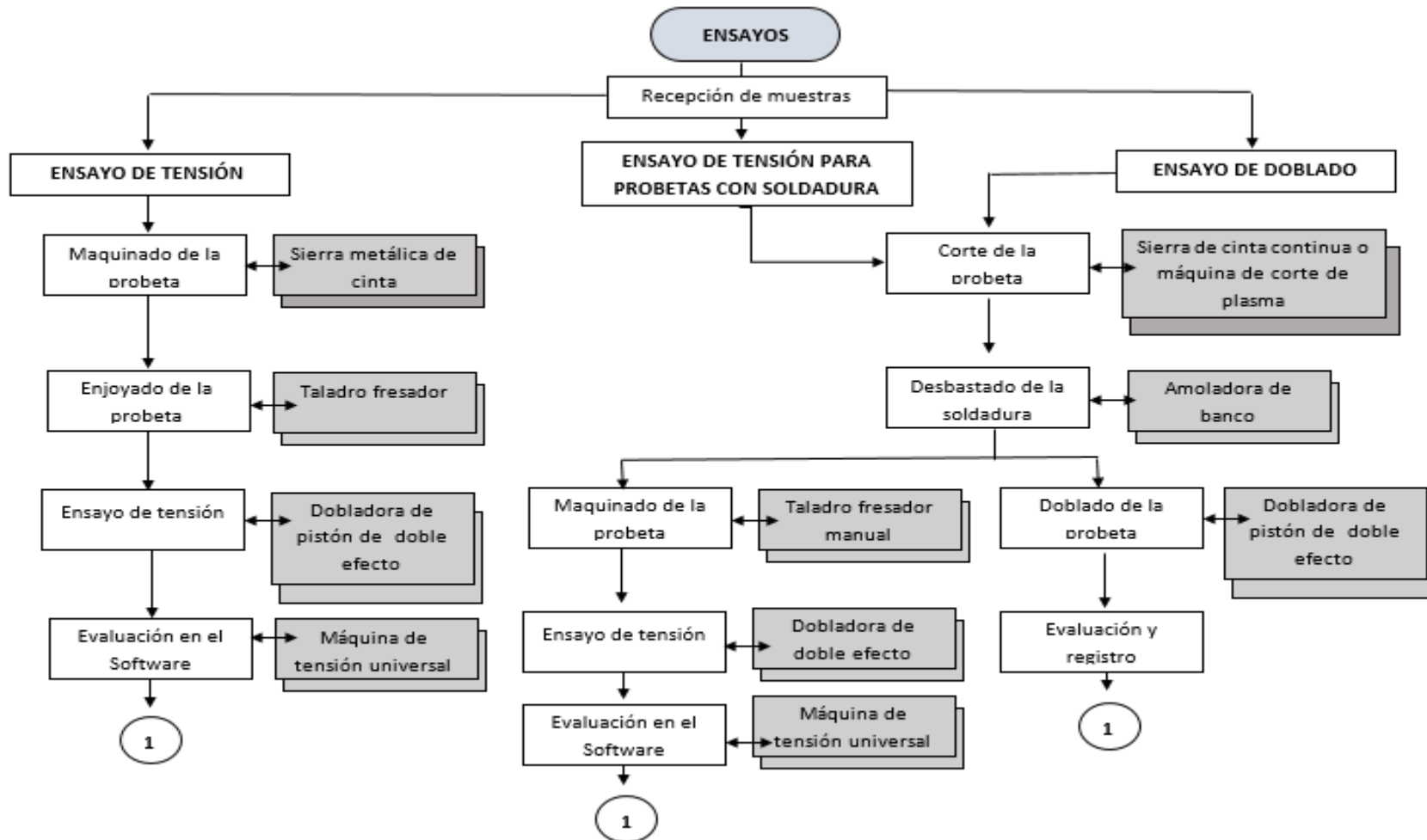
Analyzed document	YALI OMAR_TESIS_MTTTO RCM.docx (D143440386)
Submitted	2022-08-31 15:11:00
Submitted by	Freddy
Submitter email	freddy.quinchimbla@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	freddy.quinchimbla.utc@analysis.orkund.com

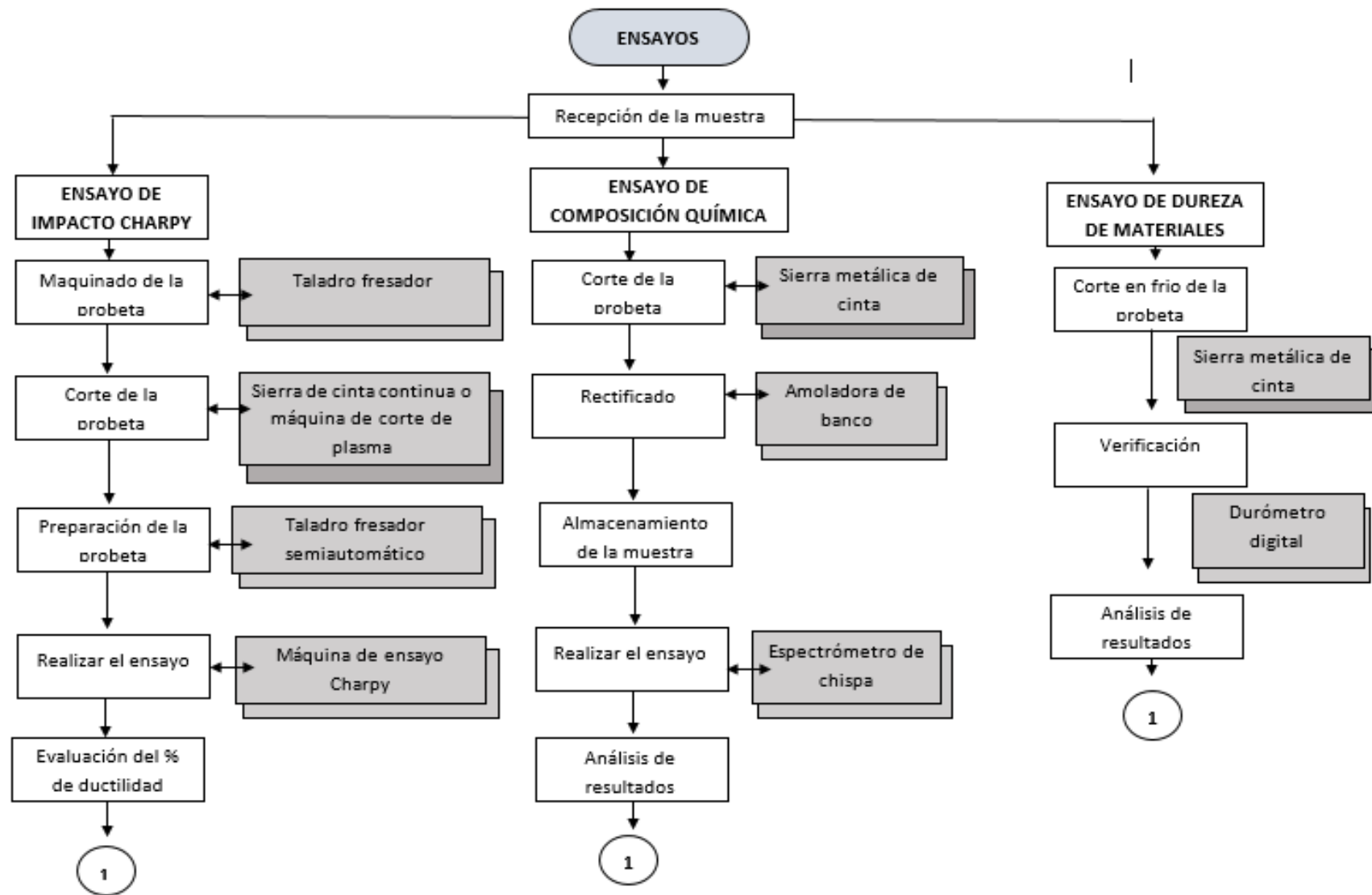
Sources included in the report

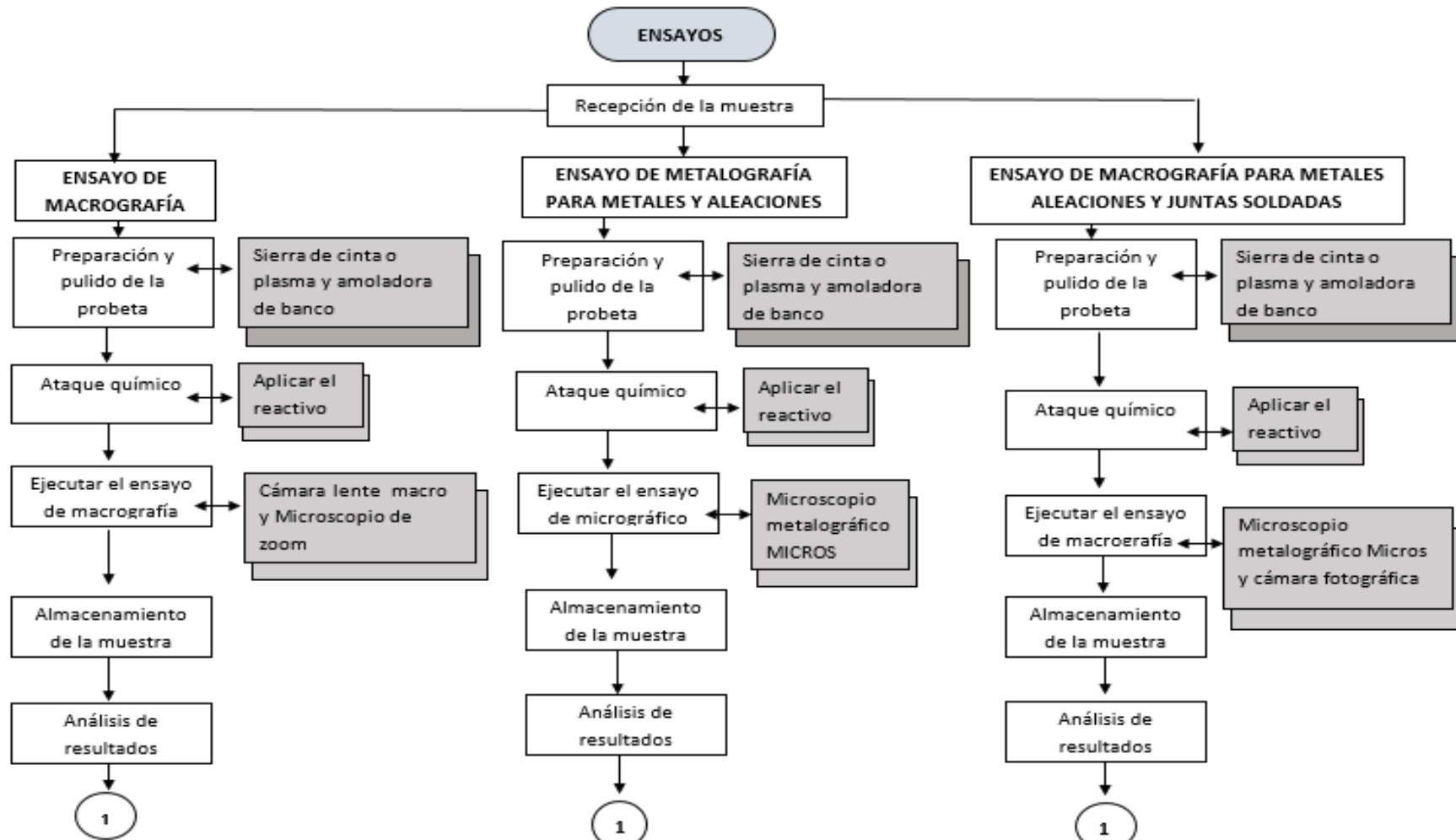
SA	Tesis de Wilmer Cedeño.pdf Document Tesis de Wilmer Cedeño.pdf (D120026920)		1
SA	Tesis Zhigue_Narvaez.pdf Document Tesis Zhigue_Narvaez.pdf (D13498747)		1
SA	Proyecto HST.docx Document Proyecto HST.docx (D114370762)		1
SA	36909-León Solórzano, José Uriel.pdf Document 36909-León Solórzano, José Uriel.pdf (D127373470)		1
SA	TT2_T2_VALDVIA_BALAREZO.docx Document TT2_T2_VALDVIA_BALAREZO.docx (D107116109)		2

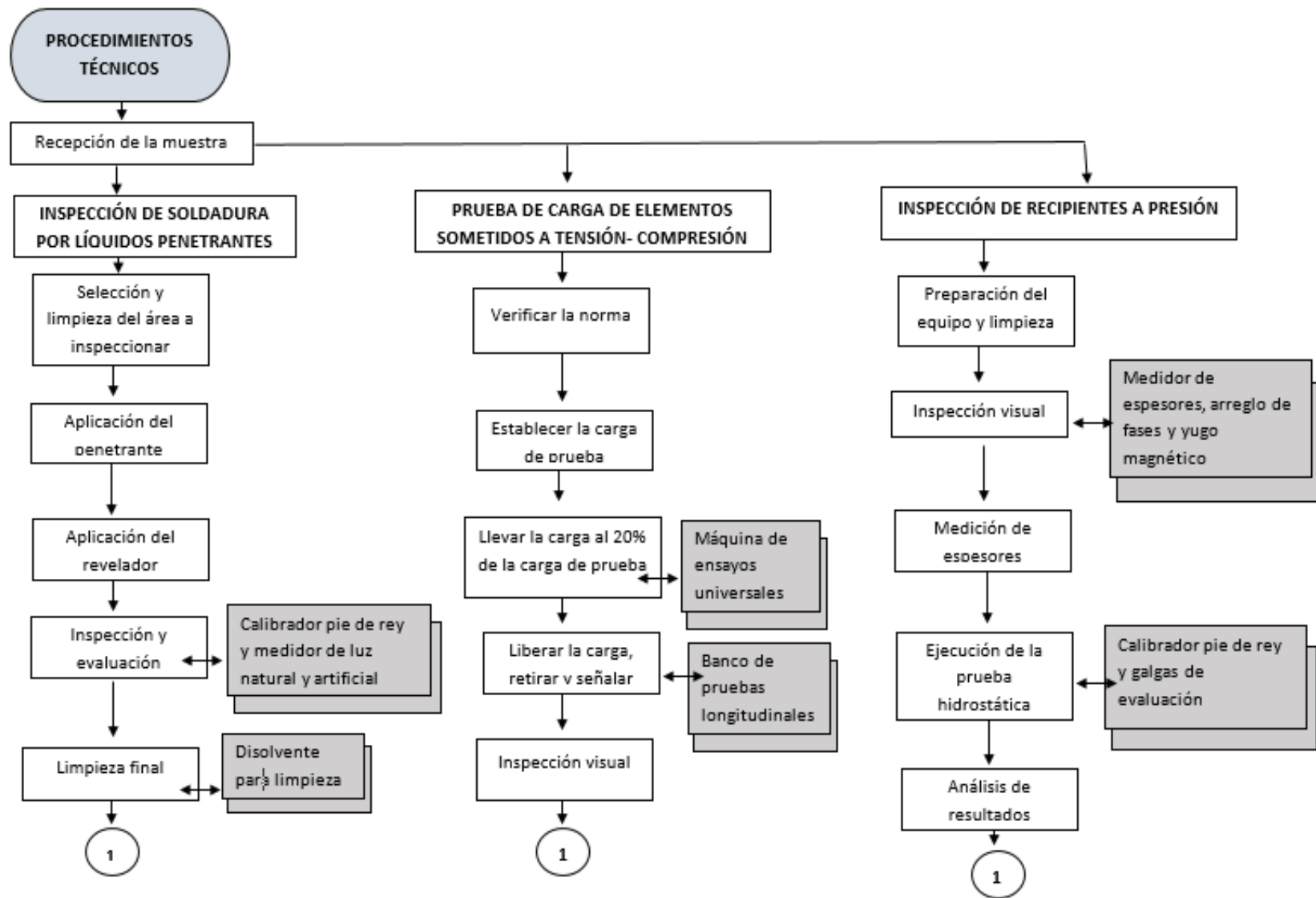
Entire Document

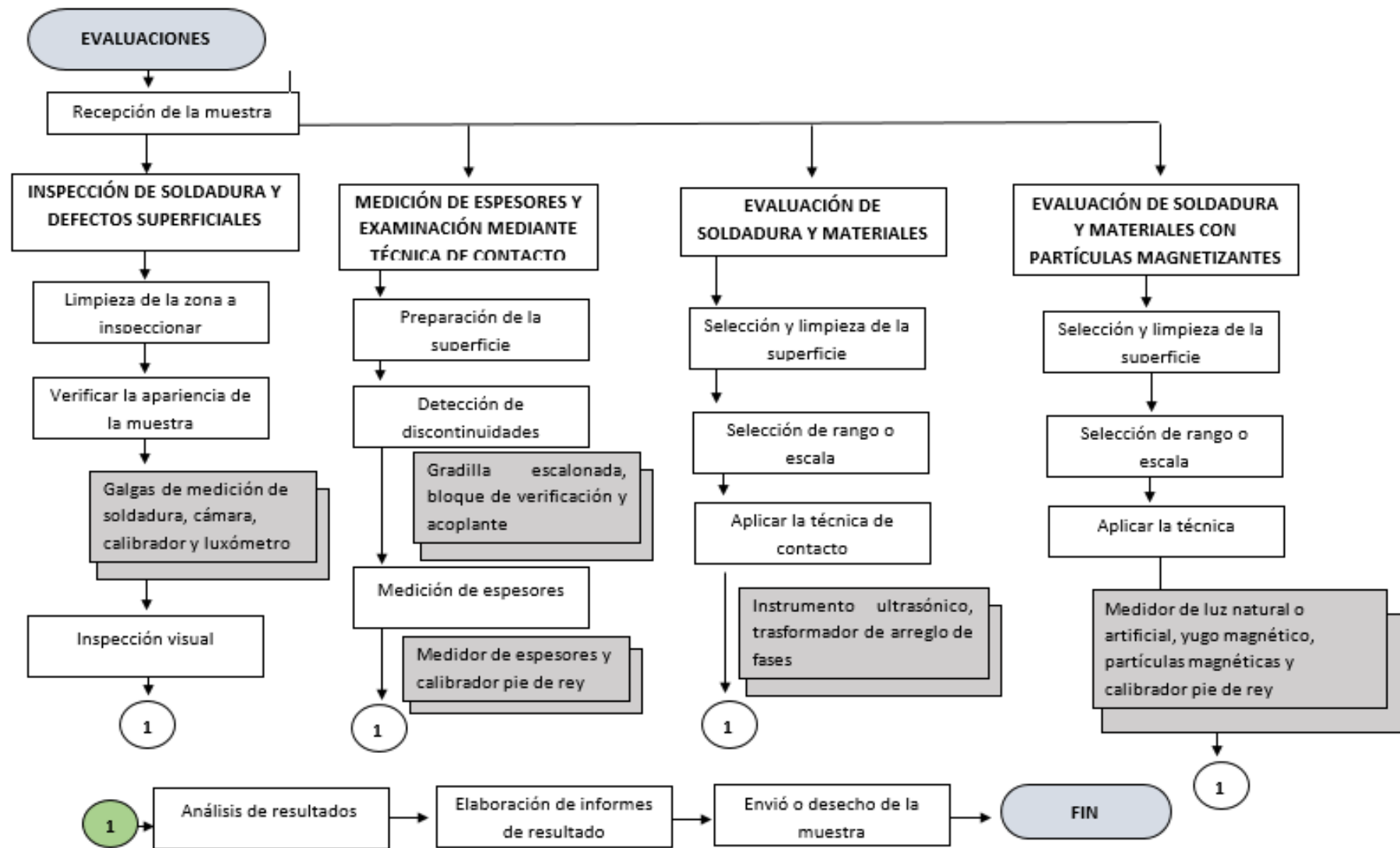
ANEXO II: Mapa de procesos de la empresa ILPM.











ANEXO III: Tabla de análisis de equipos de los diferentes niveles

TABLA DE ANÁLISIS DE EQUIPOS DE LOS DIFERENTES NIVELES					
ILPM CÍA. LTDA.					
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Planta	Área	Equipo	Sistemas	Elementos	Componentes
ILPM CÍA. LTDA.	Corte y maquinado de probetas	Sierra metálica de cinta 7" x 12"	Sistema mecánico	Carcaza	Manubrio para movimiento y ajuste del tornillo sinfín
					Émbolo de subida y bajada del cabezal
				Cabezal	Regulador de distancia de corte
					Cinta de corte
					Entenalla de sujeción
					Tornillo sinfín
					Caja de transmisión de engranajes
					Conjunto de transmisión de cinta
			Sistema Eléctrico	Regulador de velocidades	Resorte para soporte del cabezal
					Tornillo regulador de tensión en la cinta de corte
					Contactores
					Transmisión de poleas
			Motor eléctrico	Botones de encendido y botón emergente	Botón de apagado automático
					Estator
					Rotor
					Rodamientos
Bobina					
		Carcasa			
		Filtro			
		Husillo de ajuste			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ILPM CIA LTDA.	Corte y maquinado de probetas		Sistema de hidráulico	Tanque de suministro de refrigerante	Válvulas de paso del líquido refrigerante	
					Llave de refrigeración	
					Tanque de suministro de refrigerante	
			Taladro fresador Semi-automático	Sistema mecánico	Cabezal	Husillo de cabezal (cono porta herramienta)
						Cabezal giratorio
						Caja del conjunto de transmisión
						Palanca de accionamiento y bloqueo (Up-Down) del husillo
						Palanca de bloqueo del husillo
						Palanca para regulación de subida y bajada del cabezal
						Banda de transmisión trapezoidal
						Volante de subida y bajada del husillo
						Tornillo sinfín de la mesa
		Acople hembra del tornillo sinfín				
			Sistema de transmisión poleas de 4 canales			
			Sistema eléctrico	Encendido y paro	Sistema de encendido y control de dirección	
					Conector 3 fases 220V	
					Motor 1,5 HP	
		Área de ensayo mecánico 2	Dobladora de pistón de doble efecto	Sistema mecánico	Carcasa	Punzón
						Base para apoyo de pistón (subida y bajada)
						Válvula de accionamiento para bajada del pistón
	Rodillos de apoyo deslizantes					
	Cables de acero					
	Poleas					
	Solenoide bidireccional					
		Sistema hidráulico	Tanque de aceite	Pistón Hidráulico		
				Entrada y salida del fluido (Conectores de válvulas)		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ILPM CIA LTDA.	Área de ensayo mecánico 2				Visor de nivel de aceite	
			Sistema eléctrico	Accionamientos	Botón de accionamiento (control de subida y bajada)	
					Motor 1HP	
		Compresor	Sistema hidráulico	Conjunto del tanque		Conjunto de bomba de pistones
						Suministro de aceite
						Visor de nivel de aceite
						Filtro de aire
						Tapón de ingreso de aceite a la bomba
						Manómetro cap. 160 Psi
						Llave de alivio de condensado
						Válvula de accionamiento
		Sistema eléctrico	Motor 3,7 HP		Rotor	
					Rodamientos	
					Bobina	
					Carcasa	
		Sistema mecánico	Carcasa		Estator	
					Protector	
					Válvula de accionamiento	
					Llave ¼ de giro	
		Pulidora de probetas metalográficas	Sistema eléctrico	Controladores		Tapón
	Regulador de velocidades					
Sistema mecánico	Carcasa			Interruptor de encendido y apagado		
				Tornillos de ajuste vertical para probetas		
				Cuello giratorio		
		Platos rotativos				
		Tambor de acople para probetas x3				
		Perilla de ajuste para torre de control				

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ILPM CIA LTDA.	Área de ensayo mecánico 2	Lijadora de banco	Sistema hidráulico	Suministro de refrigerante	Llave de salida de agua
					Filtro de agua
			Sistema mecánico	Carcasa	Perilla para alineación de lija
					Banda de transmisión
					Rodillo fijo por donde pasa la lija
					Pernos de sujeción
					Bandeja de asentamiento
					Palanca de ajuste y liberación de lija
			Sistema eléctrico	Controladores	Botón de encendido y apagado
				Motor eléctrico	Rotor
					Rodamientos
					Bobina
Carcasa					

ANEXO IV: Encuesta de mantenimiento y análisis de criticidad

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Winter Paul Cadena Espín **Teléfono:** 0998772919
Equipo: Sierra metálica de cinta 7” x 12” **Código:** EQP-18
Proveedor: CECOMEX **Dirección:** Emilio Estrada y Oruña (Quito)
Área: Corte y maquinado de probetas **Sección:** Corte y maquinado
Marca: CECOMEX **Modelo:** B5-712N

Buenos días/tardes reciban un cordial saludo de mi persona, le agradezco por brindarme un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas. Marque con una X en uno de los casilleros de las preguntas planteadas.

¿Número de veces que ha fallado el equipo produciendo la pérdida de su función en el proceso productivo?								
Descripción		Ponderación			Marcación			
Frecuente, Más de 3 eventos al año		5			X			
Probable, 1-3 eventos al año		4						
Posible, 1 evento en 3 años		3						
Improbable, 1 evento en 5 años		2						
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años		1						
¿La producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por mes), debido a fallas ocurridas por el equipo?		Ponderación			Marcación			
Pérdidas mayores 75% producción mes		5						
Pérdidas 50% a 74% producción mes		4						
Pérdidas 25% a 49% producción mes		3			X			
Pérdidas 10% a 24% producción mes		2						
Pérdidas inferiores 10% producción mes		1						
¿El arreglo de la máquina se adapta a los cambios inesperados y el tipo de complejidad de reparación que tiene la máquina?		Ponderación			Marcación			
No existe stock, tiempos reparación altos		5						
Stock parcial, procedimiento reparación complejo		4						
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo		3			X			
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo		2						
Stock suficiente, tiempos reparación bajos		1						
¿Los gastos que implica arreglar la máquina va desde?		Ponderación			Marcación			
Costos materiales superior 20000 USD		5						
Costos materiales superior 10000-20000 USD		4						
Costos materiales superior 3000-10000 USD		3						
Costos materiales superior 200-3000 USD		2			X			
Costos materiales inferior 200 USD		1						
¿En el mantenimiento de la máquina trae como consecuencia impactos medio ambientales?. ¿De qué nivel genera el daño?		Ponderación			Marcación			
Daños irreversibles en el ambiente		5						
Daños severos al ambiente		4						
Daños medios al ambiente		3						
EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT
Sierra metálica de cinta	5	3	3	2	1	1	15	75

$$Consecuencia = IO + FO + CM + IMA + IS$$

$$Consecuencia = 5+3+3+2+1+1$$

$$Consecuencia = 15$$

$$Criticidad = FF \times Consecuencia$$

$$Criticidad: 5 \times 15$$

$$Criticidad: 75$$

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Winter Paul Cadena Espín **Teléfono:** 0998772919
Equipo: Taladro fresador semiautomático **Código:** EQP-06
Proveedor: MORGON **Dirección:** Emilio Estrada y Oruña (Quito)
Área: Corte y maquinado de probetas **Sección:** Corte y maquinado
Marca: MORGON **Modelo:** MD-31N2F

Buenos días/tardes reciban un cordial saludo de mi persona, le agradezco por brindarme un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas. Marque con una X en uno de los casilleros de las preguntas planteadas.

¿Número de veces que ha fallado el equipo produciendo la pérdida de su función en el proceso productivo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5	
Probable, 1-3 eventos al año	4	X
Posible, 1 evento en 3 años	3	
Improbable, 1 evento en 5 años	2	
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años	1	
¿La producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por mes), debido a fallas ocurridas por el equipo?	Ponderación	Marcación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5	
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4	X
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3	
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2	
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1	
¿El arreglo de la máquina se adapta a los cambios inesperados y el tipo de complejidad de reparación que tiene la máquina?	Ponderación	Marcación
No existe stock, tiempos reparación altos	5	
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	X
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3	
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2	
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1	
¿Los gastos que implica arreglar la máquina va desde?	Ponderación	Marcación
Costos materiales superior 20000 USD	5	
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4	
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3	X
Costos materiales superior 200-3000 USD	2	
Costos materiales inferior 200 USD	1	
¿En el mantenimiento de la máquina trae como consecuencia impactos medio ambientales?, ¿De qué nivel genera el daño?	Ponderación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5	
Daños severos al ambiente	4	
Daños medios al ambiente	3	

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT
Taladro fresador semiautomático	4	4	4	3	1	1	17	68

$$Consecuencia = IO + FO + CM + IMA + IS$$

$$Consecuencia = 4+4+4+3+1+1$$

$$Consecuencia = 17$$

$$Criticidad = FF \times Consecuencia$$

$$Criticidad: 4 \times 17$$

$$Criticidad: 68$$

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Winter Paul Cadena Espín **Teléfono:** 0998772919
Equipo: Dobladora de pistón de doble efecto **Código:** EQP-12
Proveedor: ENERPAC **Dirección:** Emilio Estrada y Oruña (Quito)
Área: Área de ensayo mecánico 2 **Sección:** Ensayo mecánico
Marca: ENERPAC **Modelo:** RR308

Buenos días/tardes reciban un cordial saludo de mi persona, le agradezco por brindarme un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas. Marque con una X en uno de los casilleros de las preguntas planteadas.

¿Número de veces que ha fallado el equipo produciendo la pérdida de su función en el proceso productivo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5	X
Probable, 1-3 eventos al año	4	
Posible, 1 evento en 3 años	3	
Improbable, 1 evento en 5 años	2	
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años	1	
¿La producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por mes), debido a fallas ocurridas por el equipo?	Ponderación	Marcación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5	X
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4	
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3	
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2	
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1	
¿El arreglo de la máquina se adapta a los cambios inesperados y el tipo de complejidad de reparación que tiene la máquina?	Ponderación	Marcación
No existe stock, tiempos reparación altos	5	X
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3	
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2	
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1	
¿Los gastos que implica arreglar la máquina va desde?	Ponderación	Marcación
Costos materiales superior 20000 USD	5	
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4	
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3	
Costos materiales superior 200-3000 USD	2	X
Costos materiales inferior 200 USD	1	
¿En el mantenimiento de la máquina trae como consecuencia impactos medio ambientales?, ¿De qué nivel genera el daño?	Ponderación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5	
Daños severos al ambiente	4	
Daños medios al ambiente	3	

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT
Dobladora de pistón de doble efecto	5	5	5	2	1	1	19	95

$$Consecuencia = IO + FO + CM + IMA + IS$$

$$Consecuencia = 5+5+5+2+1+1$$

$$Consecuencia = 19$$

$$Criticidad = FF \times Consecuencia$$

$$Criticidad: 5 \times 19$$

$$Criticidad: 95$$

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Jefferson Danilo Carvajal Gualoto **Teléfono:** 0992684624
Equipo: Compresor **Código:** EQP-17
Proveedor: POWERMATE **Dirección:** Emilio Estrada y Oruña (Quito)
Área: Área de ensayo mecánico 2 **Sección:** Ensayo mecánico
Marca: POWERMATE **Modelo:** PLA3706056.01

Buenos días/tardes reciban un cordial saludo de mi persona, le agradezco por brindarme un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas. Marque con una X en uno de los casilleros de las preguntas planteadas.

¿Número de veces que ha fallado el equipo produciendo la pérdida de su función en el proceso productivo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5	
Probable, 1-3 eventos al año	4	
Posible, 1 evento en 3 años	3	X
Improbable, 1 evento en 5 años	2	
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años	1	
¿La producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por mes), debido a fallas ocurridas por el equipo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5	
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4	
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3	
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2	X
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1	
¿El arreglo de la máquina se adapta a los cambios inesperados y el tipo de complejidad de reparación que tiene la máquina?		
Descripción	Ponderación	Marcación
No existe stock, tiempos reparación altos	5	X
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3	
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2	
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1	
¿Los gastos que implica arreglar la máquina va desde?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Costos materiales superior 20000 USD	5	
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4	
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3	X
Costos materiales superior 200-3000 USD	2	
Costos materiales inferior 200 USD	1	
¿En el mantenimiento de la máquina trae como consecuencia impactos medio ambientales?, ¿De qué nivel genera el daño?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5	
Daños severos al ambiente	4	
Daños medios al ambiente	3	

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT
Compresor	3	2	5	3	1	1	15	45

$$\text{Consecuencia} = \text{IO} + \text{FO} + \text{CM} + \text{IMA} + \text{IS}$$

$$\text{Consecuencia} = 3+2+5+3+1+1$$

$$\text{Consecuencia} = 15$$

$$\text{Criticidad} = \text{FF} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Criticidad: } 3 \times 15$$

$$\text{Criticidad: } 45$$

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Moisés Josías Cadena Espín **Teléfono:** 0983311385
Equipo: Pulidora de probetas metalográficas **Código:** EQP-25
Proveedor: Jinan Hensgrand Instrument **Dirección:** Emilio Estrada y Oruña (Quito)
Área: Ensayo mecánico 2 **Sección:** Ensayo mecánico
Marca: Jinan Hensgrand Instrument **Modelo:** MP-2B-MPT

Buenos días/tardes reciban un cordial saludo de mi persona, le agradezco por brindarme un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas. Marque con una X en uno de los casilleros de las preguntas planteadas.

¿Número de veces que ha fallado el equipo produciendo la pérdida de su función en el proceso productivo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5	
Probable, 1-3 eventos al año	4	X
Posible, 1 evento en 3 años	3	
Improbable, 1 evento en 5 años	2	
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años	1	
¿La producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por mes), debido a fallas ocurridas por el equipo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5	
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4	X
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3	
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2	
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1	
¿El arreglo de la máquina se adapta a los cambios inesperados y el tipo de complejidad de reparación que tiene la máquina?		
Descripción	Ponderación	Marcación
No existe stock, tiempos reparación altos	5	
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	X
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3	
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2	
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1	
¿Los gastos que implica arreglar la máquina va desde?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Costos materiales superior 20000 USD	5	
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4	
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3	
Costos materiales superior 200-3000 USD	2	X
Costos materiales inferior 200 USD	1	
¿En el mantenimiento de la máquina trae como consecuencia impactos medio ambientales?, ¿De qué nivel genera el daño?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5	
Daños severos al ambiente	4	
Daños medios al ambiente	3	

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT
Pulidora de probetas metalográficas	4	4	4	2	1	1	16	64

$$Consecuencia = IO + FO + CM + IMA + IS$$

$$Consecuencia = 4+4+4+2+1+1$$

$$Consecuencia = 16$$

$$Criticidad = FF \times Consecuencia$$

$$Criticidad: 4 \times 16$$

$$Criticidad: 64$$

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Moisés Josías Cadena Espín **Teléfono:** 0983311385
Equipo: Lijadora de banco **Código:** EQP-08
Proveedor: CENTURY TOOLS **Dirección:** Emilio Estrada y Oruña (Quito)
Área: Ensayo mecánico 2 **Sección:** Ensayo mecánico
Marca: CENTURY TOOLS **Modelo:** BD-46N

Buenos días/tardes reciban un cordial saludo de mi persona, le agradezco por brindarme un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas. Marque con una X en uno de los casilleros de las preguntas planteadas.

¿Número de veces que ha fallado el equipo produciendo la pérdida de su función en el proceso productivo?		
Descripción	Ponderación	Marcación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5	X
Probable, 1-3 eventos al año	4	
Posible, 1 evento en 3 años	3	
Improbable, 1 evento en 5 años	2	
Sumamente improbable, menos de 1 evento en 5 años	1	
¿La producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por mes), debido a fallas ocurridas por el equipo?	Ponderación	Marcación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5	
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4	
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3	X
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2	
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1	
¿El arreglo de la máquina se adapta a los cambios inesperados y el tipo de complejidad de reparación que tiene la máquina?	Ponderación	Marcación
No existe stock, tiempos reparación altos	5	X
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3	
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2	
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1	
¿Los gastos que implica arreglar la máquina va desde?	Ponderación	Marcación
Costos materiales superior 20000 USD	5	
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4	
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3	
Costos materiales superior 200-3000 USD	2	X
Costos materiales inferior 200 USD	1	
¿En el mantenimiento de la máquina trae como consecuencia impactos medio ambientales?, ¿De qué nivel genera el daño?	Ponderación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5	
Daños severos al ambiente	4	
Daños medios al ambiente	3	

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT
Lijadora de banco	5	3	5	2	1	1	17	85

$$Consecuencia = IO + FO + CM + IMA + IS$$

$$Consecuencia = 5+3+5+2+1+1$$

$$Consecuencia = 17$$

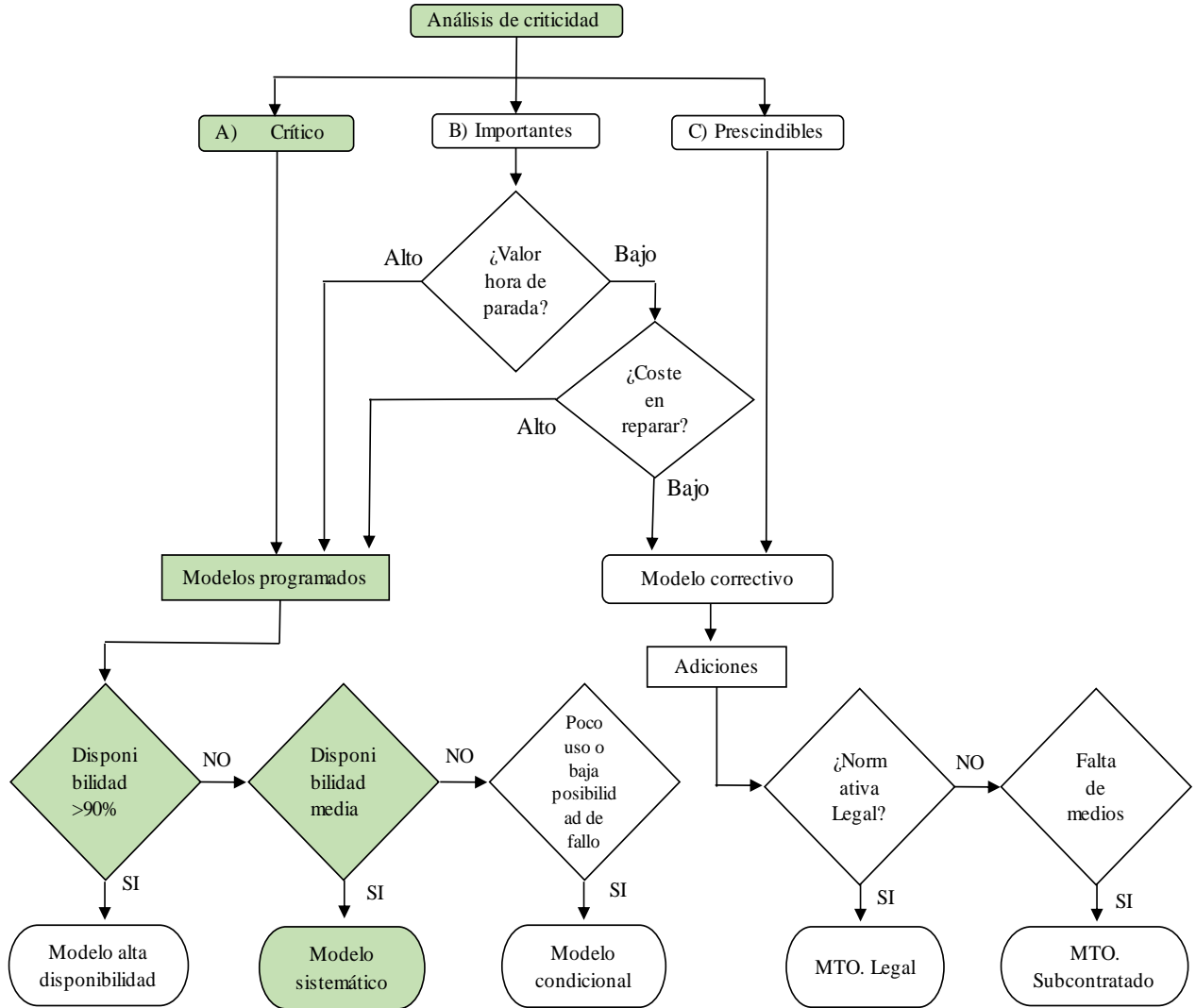
$$Criticidad = FF \times Consecuencia$$

$$Criticidad: 5 \times 17$$

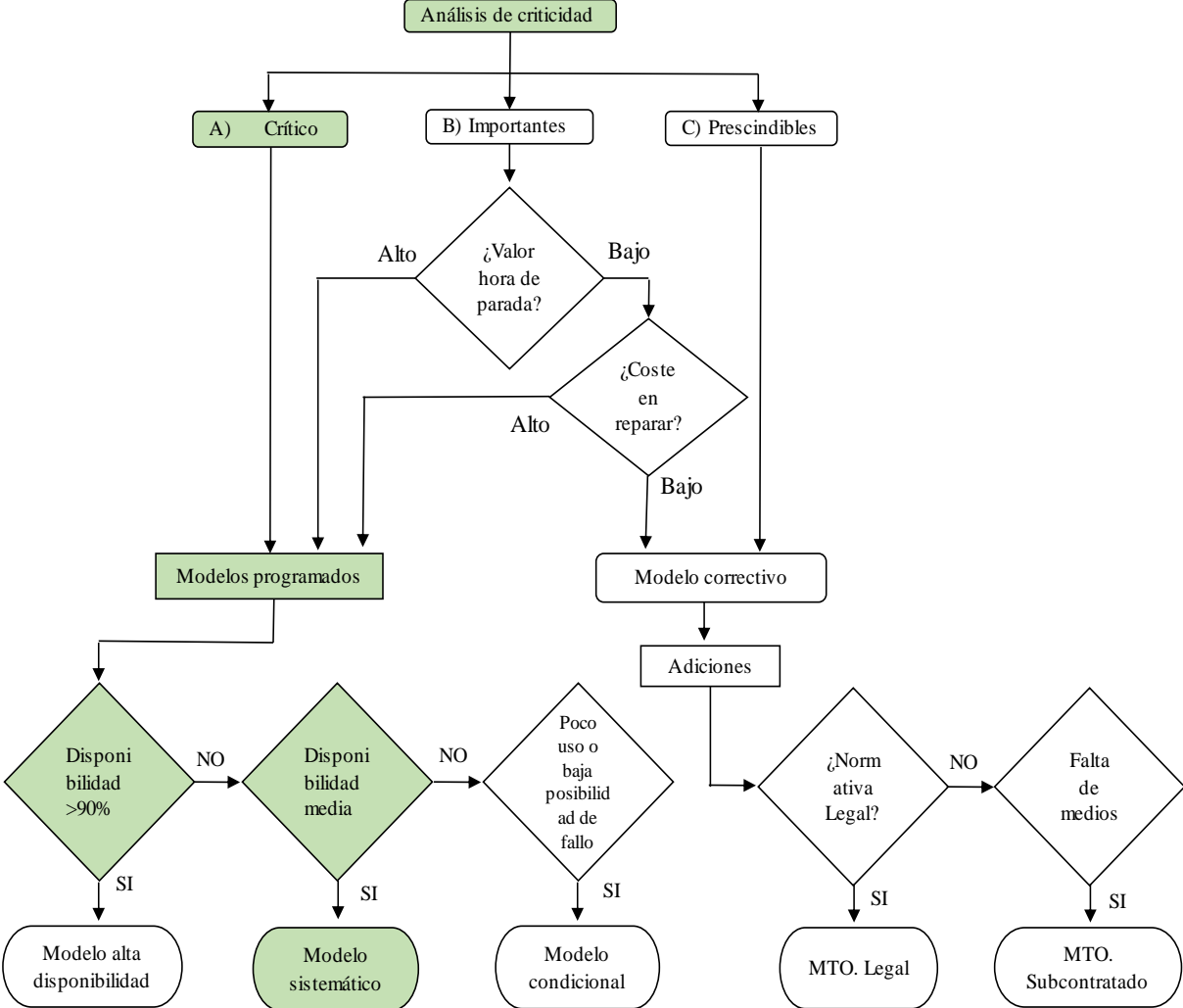
$$Criticidad: 85$$

ANEXO V: Determinación de modelos de mantenimiento

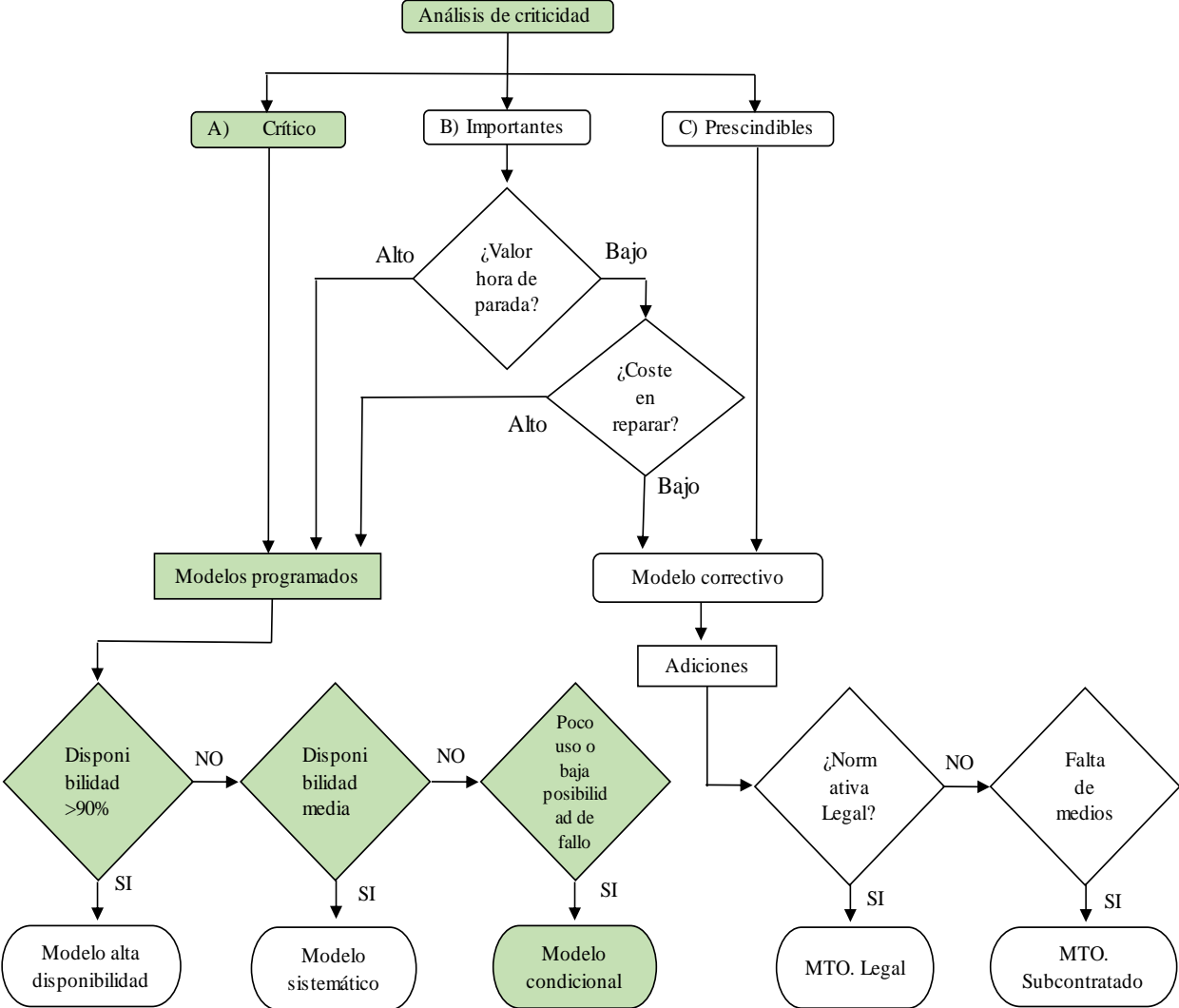
Equipo 1. Sierra de cinta metálica 7 x 12



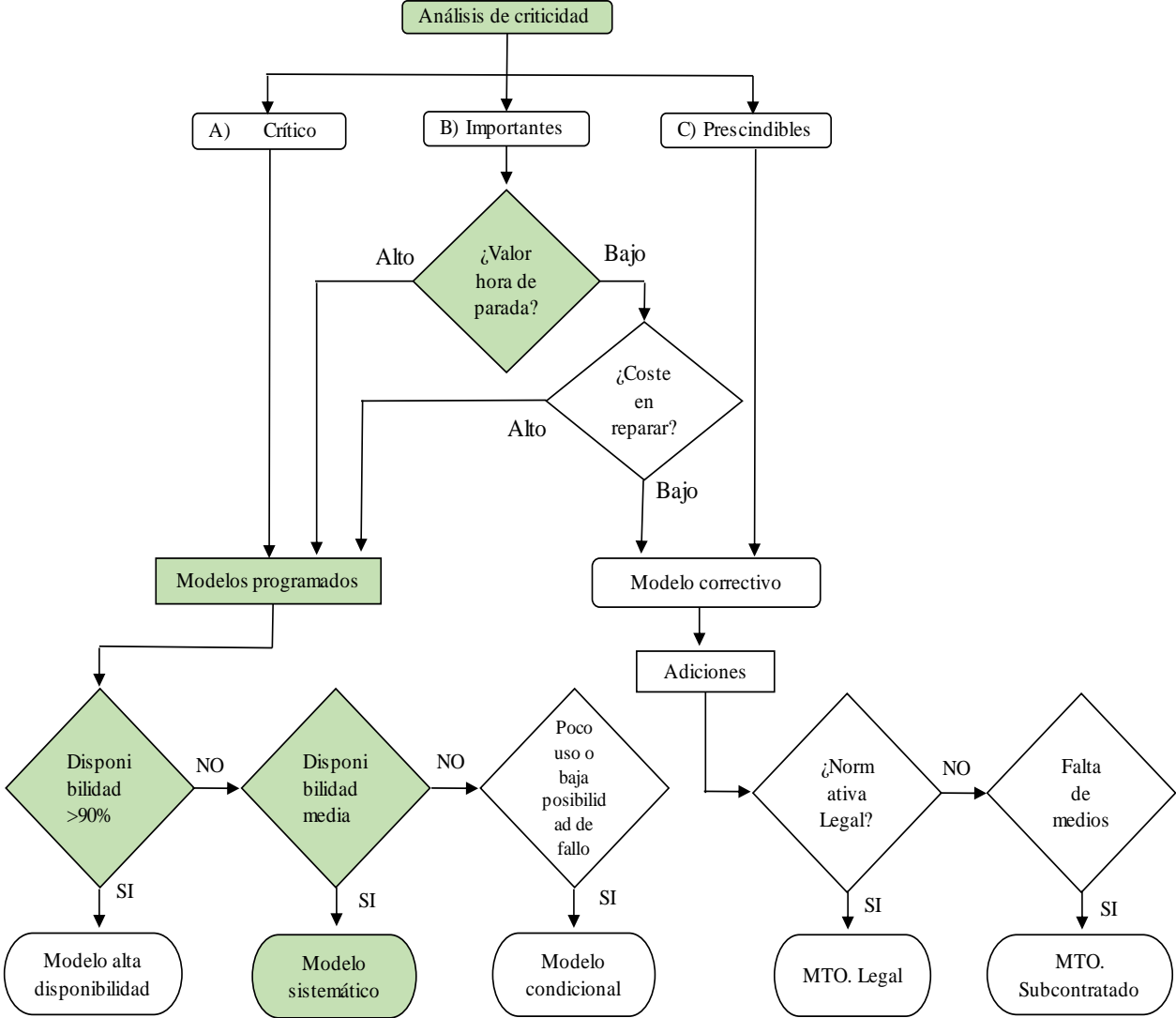
Equipo 2. Taladro fresador semiautomático



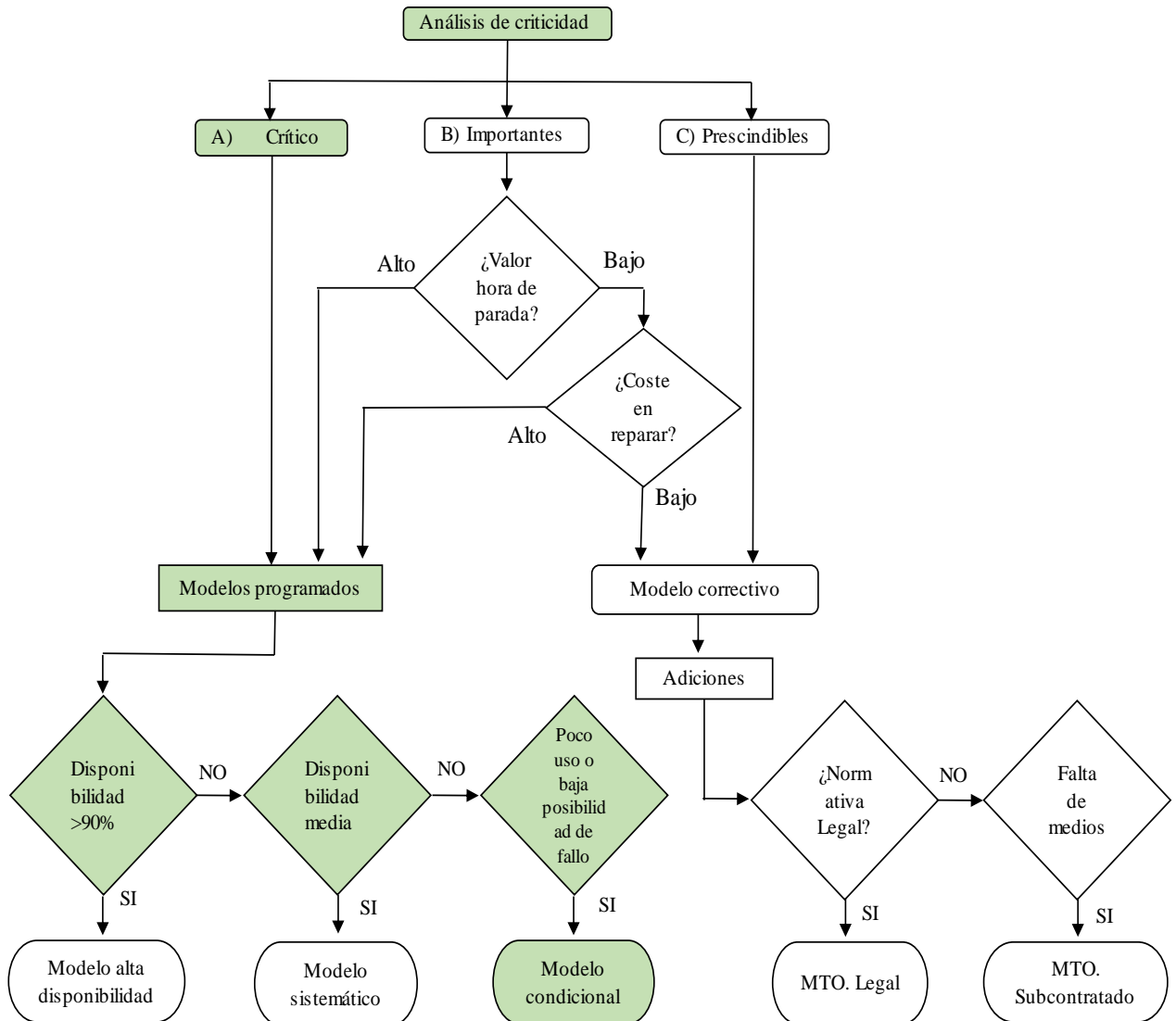
Equipo 3. Dobladora de pistón de doble efecto



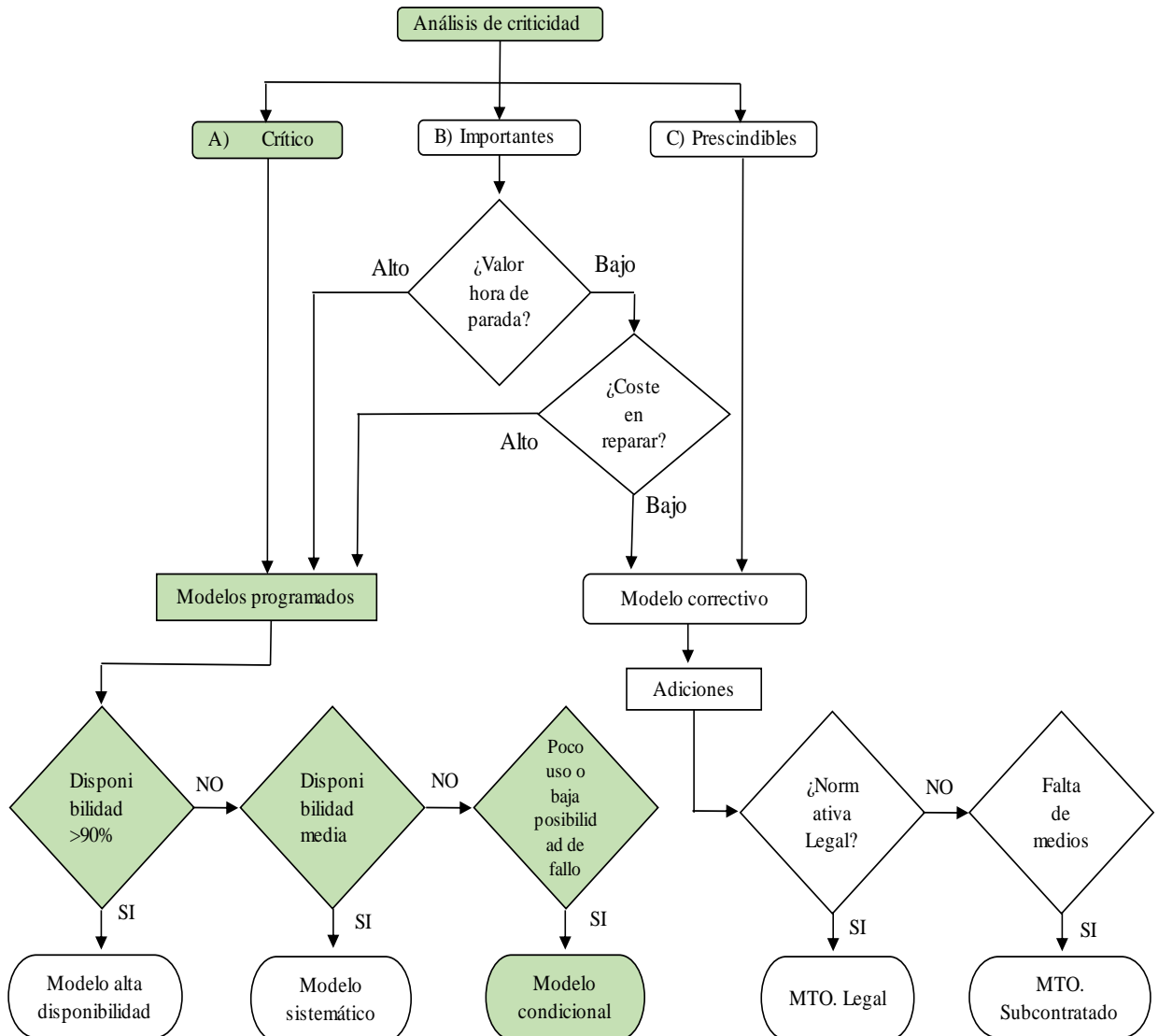
Equipo 4. Compresor



Equipo 5. Pulidora de probetas metalográficas



Equipo 6. Lijadora de banco



ANEXO VI: Fichas de equipos

EQUIPO N° 2

EQUIPO: Taladro fresador semiautomático

CÓDIGO(S): EQP-06

DATOS DEL EQUIPO

PROVEEDOR: MORGON	Año: 2005
DIRECCIÓN: Emilio Estrada y Oruña (Quito)	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Taladro fresador semiautomático tienen una gran variedad de aplicaciones principalmente en el mantenimiento industrial. Ideal para mecanizar piezas metálicas pequeñas donde se requiera hacer trabajos de barrenado, fresado, mandrinado, cuñeros, engranes rectos, etc.	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de transmisión (poleas) - Motor del husillo de 2 hp - Taladro de 32 mm - Fresado de 20 mm - Roscado de 20 mm 	



VALORES DE REFERENCIA:

Número de poleas		3 poleas de 5 canales de velocidad			
Tipo de aceite		SAE 30 API CC / SC, SAE 40 API CC			
Diámetro del Juego de acoples tipo pinza		De 12 mm a 25 mm de diámetro			
Peso del EQP		230 kg			
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿Mantenimiento LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
Correctivo		SI		PREVENTIVOS	
Condiciona				CORRECTIVOS	
Sistemático	X	NO	X	INSPECCIONES	
Alta disponibilidad				OVERHAUL	
ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN:			CONSUMIBLES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Poleas - Bandas de transmisión - Acople del tornillo sin fin - Juego de acoples tipo pinza 			<ul style="list-style-type: none"> - Grasa y aceite - Refrigerante 		
REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA: (No aplica)					
HERRAMIENTAS ESPECIALES:					
Llaves de ajuste			Desarmadores		
Martillo			Juego de llaves hexagonales		
FORMACIÓN NECESARIA			ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL		
Capacitación previa de mantenimiento			No aplica debido a que el equipo no está sometido a normativas o regulaciones por parte del estado.		

EQUIPO N° 3

EQUIPO: Dobladora de pistón de doble efecto

CÓDIGO(S): EQP-12

PROVEEDOR: MORGON	Año: 2002
DIRECCIÓN: Emilio Estrada y Oruña (Quito)	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Equipo que tiene como función el doblado de probetas a presión controlada y acorde a la ejecución de la prueba, el cual es utilizado principalmente para ensayos de doblado de materiales.	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Cuenta con un regulador de presión mediante la válvula de accionamiento para retorno o salida de presión. - Motor de 1 hp. - Presión máxima que soporta es de 160 bares 	



VALORES DE REFERENCIA:

Tipo de aceite	TEXACO Aceite hidráulico SAE 20 – SAE 10W (RANDO OIL HD 68)
Diámetro de los cables de acero	6 metros (3 a cada extremo) de diámetro 5mm
Entenalla porta rodillos	2 muelas-2rodillos 80 mm
Poleas	2 poleas de 2 pulgadas 1 canal
Presión optima de trabajo	40 - 60 Bares (580.151 PSI)
Presión Max	160 Bar (2.320,60 PSI)

MODELO DE MANTENIMIENTO		¿Mantenimiento LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
Correctivo		SI		PREVENTIVOS	
Condicional				CORRECTIVOS	
Sistemático	X	NO	X	INSPECCIONES	
Alta disponibilidad				OVERHAUL	
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN:			CONSUMIBLES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Poleas - Válvulas de presión - Cilindro doble efecto - Cables de acero - Entenalla porta rodillos - Base móvil de pistón 			Grasa y aceite		
REPUESTOS CRÍTICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA:					
Pulsadores de la botonera					
HERRAMIENTAS ESPECIALES:					
Llaves de ajuste			Desarmadores		
FORMACIÓN NECESARIA			ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL		
Capacitación previa de mantenimiento			No aplica debido a que el equipo no está sometido a normativas o regulaciones por parte del estado.		
SUBCONTRATOS:					
Ninguno					

EQUIPO N° 4

EQUIPO: Compresor

CÓDIGO(S): EQP-17

DATOS DEL EQUIPO

PROVEEDOR: POWERMATE	Año: 2015
DIRECCIÓN: Emilio Estrada y Oruña (Quito)	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Equipo encargado de generar la energía que alimentará el sistema en forma de aire comprimido, para ello aspira aire de su entorno y lo presuriza en un espacio más pequeño creando la energía necesaria que requiera el sistema	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de bomba de pistones - Visor de nivel de aceite - Conjunto de tanque - Válvula de accionamiento 	



VALORES DE REFERENCIA:

Aceite		DIN 51506 VDL, para compresores de aire que trabajen hasta 220°C. (SAE 5W) – SAE 10/20			
Conectores de inserción rápida		Conector 1/4" 300 PSI cap. máx.			
Manguera para compresor		CCLIFE 10 M 1/4 Manguera para compresor aire, tipo retráctil 20 Bar			
Filtro de aceite para compresor		1/4" BSP Filtro de aire con trampa aceite			
Válvula		Tipo esfera de 1/4 de giro			
Presión Max		155 PSI			
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿Mantenimiento LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
Correctivo		SI		PREVENTIVOS	
Condicional				CORRECTIVOS	
Sistemático	X	NO	X	INSPECCIONES	
Alta disponibilidad				OVERHAUL	
ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN:			CONSUMIBLES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Conectores de inserción rápida - Manguera para compresor - Filtro de aceite para compresor 			Grasa y aceite		
REPUESTOS CRÍTICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA:					
Mangueras de línea de aceite					
HERRAMIENTAS ESPECIALES:					
Llaves de ajuste de tubos			Juego de llaves hexagonales		
Desarmadores					
FORMACIÓN NECESARIA			ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL		
Capacitación previa de mantenimiento			No aplica debido a que el equipo no está sometido a normativas o regulaciones por parte del estado.		
SUBCONTRATOS: (Ninguno)					

EQUIPO N° 5

EQUIPO: Pulidora de probetas metalográficas.

CÓDIGO(S): EQP-25

DATOS DEL EQUIPO

PROVEEDOR: Jinan Hensgrand Instrument	Año: 2015
DIRECCIÓN: Emilio Estrada y Oruña (Quito)	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Equipo para el pulido y desbaste manual de probetas metalográficas de 2 platos de trabajo además cuenta con un rociador multitaladro que asegura la correcta lubricación del plato.	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Variador de velocidades - Botón de encendido y apagado - Tornillos de ajuste vertical para probetas metalográficas - Cuello giratorio - Anillos de ajuste para lijas y paños 	



VALORES DE REFERENCIA:

Peso (Weight)		70 kg			
Fluido		Agua			
Potencia del motor		550 W			
Voltaje		220 V			
Dimensiones del EQP		700 X 600 X 278 mm			
Dimensiones de las muestras		50mm máx			
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿Mantenimiento LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
Correctivo		SI		PREVENTIVOS	
Condicional				CORRECTIVOS	
Sistemático	X	NO	X	INSPECCIONES	
Alta disponibilidad				OVERHAUL	
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN:			CONSUMIBLES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Anillo de sujeción - Platos - Disco de probetas - Torre de control automático - Variador de velocidades 			<ul style="list-style-type: none"> - Fluido y refrigerante 		
REPUESTOS CRÍTICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA:					
Lijas para los discos de probetas					
HERRAMIENTAS ESPECIALES:					
Llaves de ajuste de tubos			Juego de llaves hexagonales		
Desarmadores					
FORMACIÓN NECESARIA			ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL		
Capacitación previa de mantenimiento			No aplica debido a que el equipo no está sometido a normativas o regulaciones por parte del estado.		
SUBCONTRATOS:					
(Ninguno)					

EQUIPO N° 6

EQUIPO: Lijadora de banco

CÓDIGO(S): EQP-08

DATOS DEL EQUIPO

PROVEEDOR: CENTURY TOOLS	Año: 2012
DIRECCIÓN: Emilio Estrada y Oruña (Quito)	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Esta lijadora de uso profesional ha sido diseñada para el lijado de superficies y el desbaste de muestras.	
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Botón de encendido y apagado - Banda de transmisión - Rodillo fijo por donde pasa la lija - Pernos de sujeción - Bandeja de asentamiento 	



VALORES DE REFERENCIA:

Potencia del motor		Frecuencia 60 [Hz]	
Peso		10 kg	
Dimensiones de la tabla		190 x 125 mm	
Dimensiones de las muestras		50mm máx	
Disco / Talla de lija		915 x 102 [mm]	
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿Mantenimiento LEGAL?	SUBCONTRATOS NECESARIOS
Correctivo		SI	PREVENTIVOS
Condicional			CORRECTIVOS
Sistemático	X	NO	X INSPECCIONES
Alta disponibilidad			OVERHAUL
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN:		CONSUMIBLES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Banda de transmisión - Rodillo fijo por donde pasa la lija - Bandeja de asentamiento - Palanca de ajuste y liberación de lija 		<ul style="list-style-type: none"> - Fluido 	
REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA:			
Banda de transmisión		Rodamientos	
HERRAMIENTAS ESPECIALES:			
Llaves de ajuste de tubos		Juego de llaves hexagonales	
FORMACIÓN NECESARIA		ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL	
<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación previa de mantenimiento 		No aplica debido a que el equipo no está sometido a normativas o regulaciones por parte del estado.	
SUBCONTRATOS:			
(Ninguno)			

ANEXO VII: Tabla resumen de datos de mantenimiento

		MODELO DE MANTENIMIENTO									
Código	Descripción	Crit.	Fiab.	Sist.	Con.	Corr.	Leg.	Sub.	Formación necesaria	Repuestos críticos	Observaciones
EQP-18	Sierra metálica de cinta 7" x 12"			X					Ninguna	Banda de distribución, sierra de cinta y rodamientos	Sin subcontratos ni mantenimiento legal
EQP-06	Taladro fresador semiautomático			X					Ninguna	Repuestos de la entenalla	
EQP-12	Dobladora de pistón de doble efecto				X				Ninguna	Pulsadores de la botonera	
EQP-17	Compresor			X					Ninguna	Mangueras de línea de aceite	
EQP-25	Pulidora de probetas metalográficas.				X				Ninguna		
EQP-08	Lijadora de banco				X				Ninguna	Banda de transmisión y rodamientos	

ANEXO VIII: Determinación de los tipos de fallo inmersos en los sistemas, clasificación de los fallos y determinación de los modos de fallos.

Fallos que presentan los equipos					
Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Clasificación
Sierra metálica de cinta 7" x 12"	Mecánico	Técnico	Desgaste de rodamientos	Lubricación inadecuada.	Amortiguar
				Desalineación del eje.	
		Funcional	Rotura de dientes de la sierra de cinta	Falta de líquido refrigerante	Evitar
				Alineación incorrecta	
				Velocidad de corte inadecuada	
				Aislamiento de las guías de la sierra	
		Funcional	Rotura de banda	Altas temperaturas	Evitar
				Ajuste inadecuado	
		Técnico	Mal funcionamiento del émbolo	Daño en los empaques del émbolo	Amortiguar
		Técnico	Ruidos extraños	Falta de lubricación de las partes	
	Fricción				
	Elementos mal ajustados				
	Hidráulico	Funcional	El sistema no lubrica	Falta de líquido refrigerante	Amortiguar
				Válvula taponada	
Rotura en el tanque de almacenamiento					
Eléctrico	Funcional	Fallas en el sistema eléctrico	Sobretensión	Evitar	
			Interrupciones en el suministro		
			Algún elemento del sistema suelto		
Taladro fresador semiautomático	Mecánico	Técnico	Desgaste del tornillo sin fin	Desgaste del acople	Amortiguar
				Falta de lubricante	
		Técnico	Desgaste de la banda	Ajuste inadecuado	Evitar
				Altas temperaturas	
		Técnico	Daño del potenciómetro	Abolladuras y golpes	Amortiguar

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Taladro fresador semiautomático		Técnico	Sistema de movimiento incorrecto	Daños en la palanca de regulación de subida y bajada del cabezal	Amortiguar
				Mala disposición de los acoples	
	Eléctrico	Técnico	Fricción	Falta de lubricación	Evitar
				Mal ajuste de elementos	
	Funcional	Daños en el motor	Acumulación de suciedad		
			Desgaste de los rodamientos		
Dobladora de pistón de doble efecto	Mecánico	Técnico	Desalineación	Rodillos desalineados con respecto al punzón	Amortiguar
				Cables de acero de desnivelados	
		Técnico	Abolladuras	Ajuste inadecuado	
				Punzones que presentan fracturas	
		Técnico	Ruidos extraños	Falta de lubricación	Evitar
			Uniones flojas	piezas desgastadas	
		Técnico	Uniones flojas	Mal ajuste de las partes fijas	
	Eléctrico	Técnico	Cables expuestos	Cables que ya cumplieron su tiempo de uso	Amortiguar
				Abolladuras	
	Hidráulico	Técnico	Falta de lubricación	Fugas de lubricante	
			Nivel de aceite bajo		
Compresor	Mecánico	Técnico	Ruidos y vibraciones	Falla en los filtros	Amortiguar
				Ajuste inadecuado de las partes	
				Acumulación de suciedad	
	Funcional	Roturas en el conjunto del tanque	Golpes	Evitar	
			Condiciones del ambiente		
	Funcional	Falla del filtro de aspiración	Desgaste de los aros	Evitar	
			Válvula taponada		
		Exceso de suciedad			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Compresor		Técnico	Suciedad	Rotura del filtro	
				Poca limpieza del área de trabajo	
	Hidráulico	Técnico	Nivel de aceite bajo	Roturas y fugas	Amortiguar
				Filtro de aceite tapado	
	Eléctrico	Funcional	Daños en el motor	Acumulación de suciedad	Evitar
				Desgaste de los rodamientos	
Sobreesfuerzos, tensión del eje					
Pulidora de probetas metalográficas.	Mecánico	Técnico	Abolladuras	Incorrecto uso del equipo	Amortiguar
				Golpes y falta de limpieza	
		Técnico	Ruidos fuera de lo común	Falta de lubricación	
				Piezas desgastadas	
	Técnico	Rodamientos en mal estado	Uso prolongado y fricción		
	Eléctrico	Técnico	Superficies expuestas	Abolladuras	Evitar
				Cables que ya cumplieron su tiempo de uso	
		Funcional	Fallos eléctricos	Sobretensión, interrupciones en el suministro	
				Interrupciones en el suministro	
	Hidráulico	Técnico	Fugas	Filtro de agua tapado	Amortiguar
Mangueras rotas					
Lijadora de banco	Mecánico	Técnico	Fricción	Falta de lubricante	Evitar
				Desalineación de los rodillos	
		Técnico	Abolladuras	Incorrecto uso del equipo	Amortiguar
				Golpes y falta de limpieza	
	Eléctrico	Técnico	Daños en la banda de transmisión	Mal estado de los rodamientos	Amortiguar
				Rodillos desgastados	
		Funcional	Daños del motor	Acumulación de suciedad	Evitar
Desgaste de los rodamientos					
Sobreesfuerzos, tensión del eje					

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lijadora de banco	Eléctrico	Funcional	Fallas eléctricas	Sobretensión	Evitar
				Interrupciones en el suministro	
				Algún elemento del sistema suelto	

ANEXO IX: Determinación de medidas preventivas fallos en los equipos de la empresa ILPM Engineering CIA. LTDA

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					MEDIDAS PREVENTIVAS			
Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento
Sierra metálica de cinta 7" x 12"	Mecánico	Técnico	Desgaste de rodamientos	Lubricación inadecuada	Lubricación de los sistemas de movimiento y de rodamientos Cantidad: Acorde al componente.		Sustituir el volante de la sierra por uno más pequeño debido a que este es muy pesado.	
		Funcional	Rotura de dientes de la sierra de cinta	Falta de líquido refrigerante y alineación incorrecta	Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días. Cantidad: 3 litros	Calibrar la sierra de cinta a 90 grados para que el desgaste de la misma sea menos frecuente		
					Limpieza en el filtro de tanque suministro de refrigerante (semanal)			Cambio de aceite en el cilindro hidráulico
					Verificar el estado de la sierra de cinta (rotura de dientes o fisura en punto de suelda) (mensual)			Cambio de rodamientos guías y de bandas
					Ajuste la mesa y el tornillo de banco para mantener la precisión. (180 grados)			
		Verificar la tensión de las bandas y estado de los tambores Valor: Deflexión 16 mm por cada 1 m de longitud						

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Sierra metálica de cinta 7” x 12”	Mecánico	Funcional	La banda de transmisión no funciona	Rotura de la banda de transmisión y fricción	Lubrique el cojinete y el eje del tornillo sinfín para evitar el desgaste. Cantidad: Acorde al componente		Verifique que el tornillo de banco fijo esté correctamente alineado.	
					Control y verificación de cambios bruscos de temperatura en la caja de transmisión. Valor: -10 °C a 90 °C		Si el eje de la banda hace ruidos extraños, detenga la máquina inmediatamente para comprobar si hay daños.	
		Técnico	Mal funcionamiento del émbolo	Daño en los empaques del émbolo	Compruebe si la superficie deslizante y las piezas giratorias carecen de lubricante. Cantidad: Acorde al componente			
					Verificar que el pistón baje de manera continua y controlada (diario)	Controlar la caída del cabezal mediante el apriete del tornillo sin fin		
		Técnico	Ruidos extraños	Falta de lubricación de las partes y fricción	Mantener limpia el área de trabajo; apague la fuente de alimentación; quitar las virutas de la máquina y siga las instrucciones de lubricación antes de salir.			Verificar el estado de los rodamientos de la caja reductora y cambiarlos de ser necesario
					Verificar la cámara interna donde se aloja las poleas, debe estar libre de virutas (mensual)		Ubicar dos ruedas fijas y dos móviles en la base con el fin de que la máquina sea transportable	
					Elementos mal ajustados			Cambiar todos los pernos de la máquina cada año

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Sierra metálica de cinta 7" x 12"		Técnico			Revisar que exista un ajuste de piezas optimo generado por las muelas o Entenalla			
	Hidráulico	Funcional	El sistema no lubrica	Falta de líquido refrigerante	Verificar si no existen fugas de refrigerante en la válvula (mensual) y dar un baño de aceite a los engranajes (anual) Cantidad: Acorde al componente			
				Rotura en el tanque de almacenamiento y válvula taponada				
	Eléctrico	Funcional	Fallas en el sistema eléctrico	Sobretensión y algún elemento del sistema suelto	Cambio de la caja de velocidades (revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste)(anual)		Barnizado interno del motor	
Interrupciones en el suministro				Revisar cables eléctricos, enchufes, interruptores, que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina.				
Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento
Taladro fresador semiautomático	Mecánico	Técnico	Desgaste del tornillo sin fin	Desgaste del acople	Verificar la calidad de la rosca del tornillo de apriete en el cuello de la fresadora (anual)			
		Técnico	Desgaste de la banda	Ajuste inadecuado y altas temperaturas	Si el husillo provocó un sobrecalentamiento o un ruido extraño, detenga la máquina inmediatamente	Realizar la verificación de las bandas de transmisión de las poleas		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Taladro fresador semiautomático	Mecánico	Técnico	Desgaste de la banda		Adecuada tensión de las bandas (no debe patinar) Valor: Deflexión 16 mm por cada 1 m de longitud.		Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días. (3 litros)		
		Técnico	El sistema mecánico no funciona correctamente	Falta de limpieza	Engrasar las superficies de deslizamiento. Cantidad: Acorde al componente				
					Limpie y cubra el tornillo guía transversal con aceite (semanal)				
					No debe existir partículas metálicas en los sistemas de movimiento (semanal)		Limpiar las piezas metálicas con un líquido de limpieza adecuado (anual)		
		Técnico	Sistema de movimiento incorrecto	Daños en la palanca de regulación de subida y bajada del cabezal	Realizar la inspección de las poleas, deben estar sin agrietamientos y marcas de golpe (diario)				
					Mala disposición de los acoples	Ajuste la mesa a la posición horizontal para mantener la precisión. (anual)			
						Verificar si los sistemas de movimiento del husillo funcionan correctamente (semanal)			
		Técnico	Fricción	Falta de lubricación	Lubricar las superficies de deslizamiento, tornillo sin fin y piñón cremallera Cantidad: Acorde al componente				

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Taladro fresador semiautomático	Eléctrico	Funcional	Daños en el sistema eléctrico	Mal ajuste de elementos	Verificar el estado superficial de la rosca del tirante de apriete			
				Acumulación de suciedad	Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos			
				Desgaste de los rodamientos	Revise los cables eléctricos, enchufes e interruptores al menos una vez al año para evitar que se aflojen o se desgasten.(anual)			Cambio de los rodamientos del motor
				Sobreesfuerzo y tensión del eje	Verificar el correcto encendido del motor (diario)			Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina
Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento
Dobladora de pistón de doble efecto	Mecánico	Técnico	Desalineación	Rodillos desalineados con respecto al punzón	Verificar el alineamiento del punzón con respecto a los rodillos de apoyo (90 grados) y que los rodillos estén libres de abolladuras (mensual)			
				Cables de acero de desnivelados	Los cables de acero deben estar en buen estado, lubricados Cantidad: Acorde al componente			Comprobar que los cables de acero se encuentre sin agrietamientos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Dobladora de pistón de doble efecto	Mecánico	Técnico	Abolladuras	Punzones que presentan fracturas	El sistema de subida y bajada del pistón debe funcionar de manera óptima			Soldar las abolladuras de los punzones (anual)
				Todos los punzones deben estar completos e identificados y sin abolladuras (semanal)		Reducir el diámetro de los punzones a la mediodía adecuada para que existan desajustes Cantidad: Acorde al componente		
	Eléctrico	Técnico	Sistema eléctrico no funciona correctamente	Falta de lubricación y piezas desgastadas	Verificar que la bomba hidráulica funcione correctamente y que no existan ruidos fuera de lo común.(mensual)			
				El sistema no enciende	Verificar que el dispositivo de accionamiento funcione correctamente (diario)			
	Hidráulico	Técnico	Falta de lubricación	Cables expuestos	Sustituir los cables que ya cumplieron su tiempo de uso o rotos (anual)		Verificar el encendido (avance y retorno), pistón de doble función	
				Fugas de lubricante	Verificar el estado de la bomba (verificar fugas de aceite) y que no exista golpes en la parte del motor de la bomba (mensual)			
				Nivel de aceite bajo	Verifique las fugas de aceite en las válvulas de entrada y salida (diario)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento
Compreso	Mecánico	Técnico	Ruidos y vibraciones	Falla en los filtros	Cambio de acoples preventivo (anual)			
				Ajuste inadecuado de las partes	Comprobar el correcto ajuste de las piezas mecánicas y reajuste de las que se encuentran flojas (mensual)			
		Funcional	Roturas en el conjunto del tanque	Golpes	Revisión de abolladuras y corrección de las mismas (anual)			Revisión de abolladuras y corrección de las mismas (anual)
				Condiciones del ambiente	Las Presiones de Operación deben ser normales. ≤ 50 PSI		Verifique que se trabaje a una presión ≤ 50 PSI y temperatura 120°C (semanal)	
				Desgaste de los aros	Reparación de los aros (anual)			
		Funcional	Falla del filtro de aspiración	Válvula taponada	Limpiar la válvula de forma periódica (semanal)			
	Exceso de suciedad			La unidad debe estar sin acumulación de polvo (diario)				
	Rotura del filtro			Vaciar el condensado del recipiente (mensual)				
	Hidráulico	Técnico	Nivel de aceite bajo	Roturas y fugas	Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días. Cantidad: 3 litros		Comprobar que el nivel de aceite este superior al 50% de su nivel	
				Filtro de aceite tapado	Cambio de filtro (mensual)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Compresor	Eléctrico	Funcional	Daños en el motor	Acumulación de suciedad	Revisar que las conexiones eléctricas estén en su lugar (Semanal)			
				Desgaste de los rodamientos	Cambio de los rodamientos periódicamente (anual)			
				Sobreesfuerzos, tensión del eje	Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina (anual)			
Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento
Pulidora de probetas	Mecánico	Técnico	Abolladuras	Golpes y falta de limpieza	Limpieza de las superficies expuestas(diario)			
		Técnico	Ruidos fuera de lo común	Falta de lubricación	Verificar el estado superficial de los platos y los elementos lubricados (diario)			
				Piezas desgastadas	Alineación de los platos (no debe existir pandeo) (Semanal)	Utilizar acondicionadores para salvaguardar el estado de la máquina		
		Técnico	Rodamientos en mal estado	Uso prolongado y fricción	Comprobar que los platos no tengan abolladuras y los anillos de sujeción deben estar en buen estado (diario)			
	Eléctrico	Técnico	Superficies expuestas	Cables que ya cumplieron su tiempo de uso o rotos	Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias (diario)			
					Sustituir los cables que ya cumplieron su vida útil (anual)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Pulidora de probetas	Eléctrico	Funcional	Fallos eléctricos	Sobretensión, interrupciones en el suministro.	Verificar si el control de velocidades funciona correctamente (Mensual)			
				Interrupciones en el suministro	Revisar que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina (semanal)			
	Hidráulico	Técnico	Fugas	Filtro de agua tapado y mangueras rotas	Verificar el estado del filtro y las mangueras (diario)			
Equipo	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción del modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Mejoras	Procedimientos de operación	Procedimientos de mantenimiento
Lijadora de banco	Mecánico	Técnico	Fricción	Falta de lubricante	Engrasar las superficies de rotación y tornillos Cantidad: Acorde al componente			
				Desalineación de los rodillos	Verificar que los rodillos no tengan abolladuras (mensual)		Las perillas de ajuste y tensión deben ser manipulados fácilmente	
	Técnico	Abolladuras en la banda de cinta	Golpes y fricción	Cambio periódico de la banda (determinar) por Recalentamiento de la banda (fricción) (anual)				
	Eléctrico	Técnico	Daños en la banda de transmisión	Mal estado de los rodamientos	Verificar el estado de los rodamientos (realizar cambios respectivos en caso de que amerite) (anual)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lijadora de banco	Eléctrico	Técnico	Daños en la banda de transmisión		Comprobar que la banda de transmisión no tenga agrietamientos y cambiarla en caso de ser necesario (anual)		Verificar que la máquina trabaje con la banda correctamente templada	
		Funcional	Daños del motor	Acumulación de suciedad	Limpiar completamente el equipo (mensual)		No permita que la carcasa entre en contacto con fluido para frenos, nafta, petróleo, productos basados en aceites penetrantes, etc.	
				Desgaste de los rodamientos	Cambio de los rodamientos periódicamente (anual)		Cambio de los rodamientos periódicamente (anual)	
				Sobreesfuerzo y tensión del eje	Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina (anual)			
		Funcional	Fallas eléctricas	Sobretensión	Cambio de la caja de velocidades (revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste) (anual)			
				Interrupciones en el suministro	Verificar las conexiones eléctricas y cables expuestos (mensual)			
				Algún elemento del sistema suelto	Verificar el correcto ajuste de los elementos de la máquina (Mensual)			Si el motor chisporrotea retire las escobillas gastadas y cámbielas por unas nuevas (anual)

ANEXO X: Cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento

Equipo: Taladro fresador semiautomático						
Código: EQP-06						
Equipo	Sistema	Tarea de mantenimiento	Diario	Mensual	Anual	
Taladro fresador semiautomático	Mecánico	Verificar la calidad de la rosca del tornillo de apriete en el cuello de la fresadora				
		Ajuste la mesa a la posición horizontal para mantener la precisión				
		Adecuada tensión de las bandas (no debe patinar) (diario)				
		Engrasar las superficies de deslizamiento				
		No debe existir partículas metálicas en los sistemas de movimiento (semanal)				
		Realizar la inspección de las poleas, deben estar sin agrietamientos y marcas de golpe (diario)				
		Lubricar las superficies de deslizamiento, tornillo sin fin y piñón cremallera				
		Verificar si los sistemas de movimiento del husillo funcionan correctamente (semanal)				
		Revise los cables eléctricos, enchufes e interruptores al menos una vez al año para evitar que se aflojen o se desgasten				
		Limpie y cubra el tornillo guía transversal con aceite				
		Si la temperatura del husillo provocó un sobrecalentamiento o un ruido extraño, detenga la máquina inmediatamente y evaluar que no existan daños				
		Lubrique el cojinete, el tornillo sin fin y el eje del tornillo sin fin para evitar el desgaste.				
		Limpieza básica del equipo después de su uso				
		Lubricar las superficies de deslizamiento, tornillo sin fin y piñón cremallera (anual)				
		Verificar el estado superficial de la rosca del tirante de apriete (anual)				
	Eléctrico		Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos (anual)			
			Verificar el correcto encendido del motor (diario)			

Equipo: Dobladora de pistón de doble efecto					
Código: EQP-09					
Equipo	Sistema	Tarea de mantenimiento	Diario	Mensual	Anual
		Verificar el alineamiento del punzón con respecto a los rodillos de apoyo y que los rodillos estén libres de abolladuras (mensual)			
		Los cables de acero deben estar en buen estado, lubricados (mensual)			
		El sistema de subida y bajada del pistón debe funcionar de manera óptima (diaria)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Dobladora de pistón de doble efecto	Mecánico	Limpieza básica del equipo después de su uso			
		Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos (anual)			
		Todos los punzones deben estar completos e identificados y sin abolladuras (semanal)			
		Verifique las fugas de aceite en las válvulas de entrada y salida			
	Eléctrico	Verificar que la bomba hidráulica funcione correctamente y que no existan ruidos fuera de lo común.(mensual)			
		Verificar que el dispositivo de accionamiento funcione correctamente (diario)			
		Sustituir los cables que ya cumplieron su tiempo de uso o rotos (anual)			
		Verificar el estado de la bomba (verificar fugas de aceite) y que no exista golpes en la parte del motor de la bomba (mensual)			
Hidráulico	Verifique las fugas de aceite en las válvulas de entrada y salida (diario)				

Equipo: Compresor Código: EQP-17					
Equipo	Sistema	Tarea de mantenimiento	Diario	Mensual	Anual
Compresor	Mecánico	Cambio de acoples preventivo (anual)			
		Comprobar el correcto ajuste de las piezas mecánicas y reajuste de las que se encuentran flojas (mensual)			
		Revisión de abolladuras y corrección de las mismas (anual)			
		Las presiones y temperaturas de operación deben ser normales. (Si no lo son determinar las causas). (diario)			
		Reparación de los aros			
		Limpieza básica del equipo después de su uso			
		Limpiar la válvula de forma periódica (semanal)			
		La unidad debe estar sin acumulación de polvo (diario)			
	Hidráulico	Vaciar el condensado del recipiente (mensual)			
		Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días.			
	Eléctrico	Cambio de filtro (mensual)			
		Revisar que las conexiones eléctricas estén en su lugar (Semanal)			
		Cambio de acoples preventivo			
		Cambio de los rodamientos periódicamente (anual)			
		Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina (anual)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Equipo: Pulidora de probetas metalográficas Código: EQP-25					
Equipo	Sistema	Tarea de mantenimiento	Diario	Mensual	Anual
Pulidora de probetas metalográficas	Mecánico	Limpieza de las superficies expuestas(diario)			
		Verificar el estado superficial de los platos y los elementos lubricados (diario)			
		Alineación de los platos (no debe existir pandeo) (Semanal)			
		Comprobar que los platos no tengan abolladuras y los anillos de sujeción deben estar en buen estado (diario)			
	Eléctrico	Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias (diario)			
		Sustituir los cables dañados por unos nuevos (anual)			
		Verificar si el control de velocidades funciona correctamente (Mensual)			
		Revisar que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina (semanal)			
	Hidráulico	Verificar el estado del filtro y las mangueras (diario)			

Equipo: Lijadora de banco Código: EQP-08					
Equipo	Sistema	Tarea de mantenimiento	Diario	Mensual	Anual
Lijadora de banco	Mecánico	Engrasar las superficies de rotación y tornillos (mensual)			
		Verificar que los rodillos no tengan abolladuras			
		Cambio periódico de la banda (determinar) por Recalentamiento de la banda (fricción) (anual)			
		Verificar el estado de los rodamientos (realizar cambios respectivos en caso de que amerite) (anual)			
		Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias (diario)			
		Comprobar que la banda de transmisión no tenga agrietamientos y cambiarla en caso de ser necesario (anual)			
	Eléctrico	Limpiar completamente el equipo (mensual)			
		Cambio de los rodamientos periódicamente (anual)			
		Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina (anual)			
		Cambio de la caja de velocidades (revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste) (anual)			
		Verificar las conexiones eléctricas y cables expuestos			
		Verificar el correcto ajuste de los elementos de la máquina (Mensual)			

ANEXO XI: Ordenes de trabajo.

RUTAS DIARIAS DE MANTENIMIENTO: Área de corte y maquinado de probetas.

Rutas diarias de mantenimiento de la empresa ILPM CIA. LTDA.


	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-18
	INSPECCIÓN GENERAL DIARIA		Edición: 0	Hoja: 1/1
Operario:		Fecha:		
Hora de inicio:	Hora final:	Tiempo normal:		
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Aspirador - Medidor de temperatura - Llaves de ajuste y Juego de llaves hexagonales - Destornilladores - Tensiómetro - Desarmadores 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Lubricante, trabajar con guantes y limpieza de manos constantemente. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. 				Firma del operario
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Lubricante aceite - Lijas 		Código de materiales:		
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Sierra metálica de cinta "7X12"	Llene la bomba de lubricante antes de arrancar la máquina todos los días.		Capacidad de 5 Litros	
	Verificar la tensión de las bandas y estado de los tambores			
	Control y verificación de cambios bruscos de temperatura en la caja de transmisión			
	Verificar que el pistón baje de manera continua y velocidad controlada			
	Mantener limpia el área de trabajo; apague la fuente de alimentación; quitar las virutas de la máquina y siga las instrucciones de lubricación antes de salir.			
	Dar un baño de aceite a los engranajes			
	Limpieza básica del equipo después de su uso			
OBSERVACIONES:				
	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-06
	Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Taladro fresador semiautomático	Adecuada tensión de las bandas (no debe patinar)			
	Realizar la inspección de las poleas, deben estar sin agrietamientos y marcas de golpe			
	Limpieza básica del equipo después de su uso.			
	Verificar el correcto encendido del motor			
OBSERVACIONES:				

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-09
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Dobladora de pistón de doble efecto	El sistema de subida y bajada del pistón debe funcionar de manera óptima		
	Limpieza básica del equipo después de su uso		
	Verificar que el dispositivo de accionamiento funcione correctamente		
	Verifique las fugas de aceite en las válvulas de entrada y salida		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-17
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Compresor	Las Presiones y Temperaturas de Operación deben ser normales. (Si no lo son determine las causas).		Hasta 220°C.
	Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días.		DIN 51506 VDL
	Limpieza básica del equipo después de su uso		
	La unidad debe estar sin acumulación de polvo		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-25
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Pulidora de probetas metalográficas	Limpieza de las superficies expuestas		
	Verificar el estado superficial de los platos y los elementos lubricados		Lubricante (agua)
	Comprobar que los platos no tengan abolladuras y los anillos de sujeción deben estar en buen estado		
	Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias		
	Verificar el estado del filtro y las mangueras		
OBSERVACIONES:			
RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Diaria	Código ruta: RDEQP-08
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Lijadora de banco	Verificar que los rodillos no tengan abolladuras		
	Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias		
OBSERVACIONES:			

GAMAS MENSUALES DE MANTENIMIENTO:


Gama mensual de mantenimiento Sierra metálica de cinta 7” x 12”

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Mensual	Código gama: GMEQP-18
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL		Edición: 0	Fecha: Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR SIERRA METÁLICA DE CINTA 7” X 12”				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Medidor de temperatura - Llaves de ajuste - Destornilladores - Tensiómetro - Santiago quita rodamientos - Aspirador 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas: <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Lubricante, trabajar con guantes y limpieza de manos constantemente. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. 			Firma del operario	
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Aceite lubricante 		Código de materiales:		
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Sierra metálica de cinta 7” x 12”	Lubricación de los sistemas de movimiento y de rodamientos.		SAE 30 API CC / SC SAE 50 API CC	
	Limpieza en el filtro de tanque suministro de refrigerante			
	Revisar que exista un ajuste de piezas óptimo generado por las muelas o Entenalla		2 Pernos M 12 x 1.5	
	Verificar el estado de la sierra de cinta (rotura de dientes o fisura en punto de solda)		Máximo 2 dientes desgastados	
	Revisar que no exista desgaste de la tuerca del tornillo sin fin			
	Verificar la cámara interna donde se aloja las poleas, debe estar libre de virutas			
	Verificar si no existe fugas de refrigerante en la válvula y llenar la bomba de suministro de refrigerante		Capacidad de 3 Litros	
OBSERVACIONES:				

Gama mensual de mantenimiento Taladro fresador semiautomático

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Mensual	Código gama: GMEQP-06
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL		Edición: 0	Fecha: Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR TALADRO FRESADOR SEMIAUTOMÁTICO				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas <ul style="list-style-type: none"> - Llaves de ajuste - Desarmadores - Juego de llaves hexagonales - Lubricante - Medidor de temperatura y vibrometro 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas: <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. - Usar una cubierta protectora para el cabello para contener el cabello largo. 				Firma del operario
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Aceite lubricante - Grasa 		Código de materiales:		
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Taladro fresador semiautomático	No deben existir partículas metálicas en los sistemas de movimiento.			
	Verificar si los sistemas de movimiento del husillo funcionan correctamente.			
	Engrasar las superficies de deslizamiento		SAE 30 API CC / SC, SAE 40 API CC / SC	
	Limpie y cubra el tornillo guía transversal con aceite			
	Si la temperatura del husillo provocó un sobrecalentamiento o un ruido extraño, detenga la máquina inmediatamente y evaluar que no existan daños		Velocidad del husillo 50Hz	
	Lubrique el cojinete, el tornillo sinfín y el eje del tornillo sinfín para evitar el desgaste.			
OBSERVACIONES:				

Gama mensual de mantenimiento Dobladora de pistón de doble efecto

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Mensual	Código gama: GMEQP-09
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR DOBLADORA DE PISTÓN DE DOBLE EFECTO				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas:		Equipo de protección:		
<ul style="list-style-type: none"> - Llaves de ajuste - Desarmadores - Cable de acero 		<ul style="list-style-type: none"> - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas:				Firma del operario
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. 				
Materiales:		Código de materiales:		
<ul style="list-style-type: none"> - Lubricante - Instrumentos de limpieza. 				
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Dobladora de pistón de doble efecto	Todos los punzones deben estar completos e identificados y sin abolladuras			
	Verificar el alineamiento del punzón con respecto a los rodillos de apoyo.		90 grados	
	Los cables de acero deben estar en buen estado, lubricados		6 metros (3 a cada extremo) de diámetro 5mm	
	Verificar que la bomba hidráulica funcione correctamente y que no existan ruidos fuera de lo común.			
	Verificar el estado de la bomba (verificar fugas de aceite) y que no exista golpes en la parte del motor de la bomba			
OBSERVACIONES:				

Gama mensual de mantenimiento Compresor

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Mensual	Código gama: GMEQP-17
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR COMPRESOR				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas: - Llaves de tubo - Juego de llaves - Desarmadores - Aspirador		Equipo de protección: - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas: - RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN. Nunca rocíe líquidos inflamables en un área confinada - RIESGO DE LESIONES. Esta unidad arranca automáticamente. SIEMPRE apague el compresor, quite el enchufe de los tomacorrientes, y purgue toda la presión del sistema antes de realizar el servicio al compresor y cuando el compresor no esté en uso. - RIESGO AL SENTIDO DEL OÍDO. Siempre use protectores auditivos cuando use un compresor de aire. - RIESGO PARA LA RESPIRACIÓN. Nunca inhale directamente el aire comprimido producido por un compresor				Firma del operario
Materiales: Instrumentos de limpieza Lubricante		Código de materiales:		
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Compresor	Limpiar la válvula de forma periódica			
	Revisar que las conexiones eléctricas estén en su lugar			
	Comprobar el correcto ajuste de las piezas mecánicas y reajuste de las que se encuentran flojas (mensual)			
	Vaciar el condensado del recipiente		1/4" BSP Filtro de aire con trampa aceite	
	Comprobar el estado del filtro		Tipo esfera de ¼ de giro	
OBSERVACIONES:				

Gama mensual de mantenimiento Pulidora de probetas metalográficas

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Mensual	Código gama: GMEQP-25
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR PULIDORA DE PROBETAS METALOGRAFICAS				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas:		Equipo de protección:		
<ul style="list-style-type: none"> - Desarmadores - Caja básica de herramientas - Aspirador 		<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas				Firma del operario
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina 				
Materiales:		Código de materiales:		
<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Lijas - Lubricante 				
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Pulidora de probetas metalográficas	Alineación de los platos (no debe existir pandeo)		0 grados	
	Revisar que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina			
	Verificar si el control de velocidades funciona correctamente			
OBSERVACIONES:				

Gama mensual de mantenimiento Lijadora de banco


	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Mensual	Código gama: GMEQP-08
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR LIJADORA DE BANCO				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Llaves de ajuste - Desarmadores - Inspector de rodamientos - Aspirador 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina 				Firma del operario
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Grasa 		Código de materiales:		
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Lijadora de banco	Verificar las conexiones eléctricas y cables expuestos			
	Engrasar las superficies de rotación y tornillos			
	Limpiar completamente el equipo			
	Verificar el correcto ajuste de los elementos de la máquina			
OBSERVACIONES:				

GAMAS ANUALES DE MANTENIMIENTO

Gama anual de mantenimiento Sierra metálica de cinta 7” x 12”

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Anual	Código gama: GAEQP-18
	INSPECCIÓN GENERAL ANUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR SIERRA METÁLICA DE CINTA 7” X 12”				
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Medidor de temperatura - Llaves de ajuste - Destornilladores - Tensiómetro - Santiago quita rodamientos 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas: <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Lubricante, trabajar con guantes y limpieza de manos constantemente. - Revisar las fichas Instrumentos de limpieza. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. 				Firma del operario
Materiales: Instrumentos de limpieza Grasa Acoples y rodamientos		Código de materiales:		
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Sierra metálica de cinta 7” x 12”	Ajuste la mesa y el tornillo de banco para mantener la precisión.		0 grados	
	Revisar cables eléctricos, enchufes, interruptores, que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina			
	Cambio de la caja de velocidades (revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste)		Velocidad del husillo 50Hz	
OBSERVACIONES:				


Gama anual de mantenimiento Taladro fresador semiautomático

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Anual	Código gama: GAEQP-06
	INSPECCIÓN GENERAL ANUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR TALADRO FRESADOR SEMIAUTOMÁTICO				
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Herramientas - Llaves de ajuste - Desarmadores - Juego de llaves hexagonales - Aspirador - Pistola de aire			Equipo de protección: - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo	
Riesgos del trabajo y medidas preventivas: - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. - Usar una cubierta protectora para el cabello para contener el cabello largo.				Firma del operario
Materiales: - Lubricante - Herramientas de limpieza - Taípe			Código de materiales:	
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Taladro fresador semiautomático	Verificar la calidad de la rosca del tornillo de apriete en el cuello de la fresadora			
	Lubricar las superficies de deslizamiento, tornillo sin fin y piñón cremallera		SAE 30 API CC / SC, SAE 40 API CC / SC	
	Ajuste la mesa a la posición horizontal para mantener la precisión		0 grados	
	Revise los cables eléctricos, enchufes e interruptores al menos una vez al año para evitar que se aflojen o se desgasten			
	Verificar el estado superficial de la rosca del tirante de apriete			
	Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos			
OBSERVACIONES:				

Gama anual de mantenimiento Dobladora de pistón de doble efecto


	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Anual	Código gama: GAEQP-09
	INSPECCIÓN GENERAL ANUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR DOBLADORA DE PISTÓN DE DOBLE EFECTO				
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Llaves de ajuste - Desarmadores - Aspirador 			Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 	
Riesgos del trabajo y medidas preventivas: <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina. 				Firma del operario
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Lubricante - Instrumentos de limpieza - Cables de acero 			Código de materiales:	
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
Dobladora de pistón de doble efecto	Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos			
	Sustituir los cables que ya cumplieron su tiempo de uso o rotos		6 metros (3 a cada extremo) de diámetro 5mm	
OBSERVACIONES:				

Gama anual de mantenimiento Compresor

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Anual	Código gama: GAEQP-17
	INSPECCIÓN GENERAL ANUAL		Edición:	0
			Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR COMPRESOR				
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:		Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Llaves de tubo - Juego de llaves - Desarmadores - Soldadora - Aspirador 			Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 	


Riesgos del trabajo y medidas preventivas: <ul style="list-style-type: none"> - RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN. Nunca rocíe líquidos inflamables en un área confinada - RIESGO DE LESIONES. Esta unidad arranca automáticamente. SIEMPRE apague el compresor, quite el enchufe de los tomacorrientes, y purgue toda la presión del sistema antes de realizar el servicio al compresor y cuando el compresor no esté en uso. - RIESGO AL SENTIDO DEL OÍDO. Siempre use protectores auditivos cuando use un compresor de aire. - RIESGO PARA LA RESPIRACIÓN. Nunca inhale directamente el aire comprimido producido por un compresor 		Firma del operario	
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Lubricante - Acoples 		Código de materiales:	
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Compresor	Revisión de abolladuras y corrección de las mismas		
	Reparación de los aros		
	Cambio de acoples preventivo		
	Cambio de los rodamientos periódicamente		
	Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina		
OBSERVACIONES:			

Gama anual de mantenimiento Pulidora de probetas metalográficas

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Frecuencia: Anual	Código gama: GAEQP-25
	INSPECCIÓN GENERAL ANUAL		Edición: 0	Hoja: 1/1
	EQUIPO A INSPECCIONAR PULIDORA DE PROBETAS METALOGRÁFICAS			
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:	
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Caja de herramientas - Aspirador 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 		
Riesgos del trabajo y medidas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caiga a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina 			Firma del operario	
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Cables eléctricos 		Código de materiales:		

- Taipe			
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Pulidora de probetas metalográficas	Sustituir los cables dañados por unos nuevos		
OBSERVACIONES:			

Gama anual de mantenimiento Lijadora de banco

	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Frecuencia: Anual	Código gama: GAEQP-08
	INSPECCIÓN GENERAL ANUAL	Edición:	0
		Fecha:	Hoja: 1/1
EQUIPO A INSPECCIONAR LIJADORA DE BANCO			
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Operario:	Hora inicio:	Hora final:	Fecha:
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Llaves de ajuste - Desarmadores - Inspector de rodamientos - Medidor de temperatura - Aspirador y pistola de aire 		Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad - Mascarilla facial o anti polvo - Ropa de trabajo 	
Riesgos del trabajo y medidas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las normas para utilizar correctamente el equipo. - Revisar las fichas de seguridad. - Polvos y partículas en el ambiente: (uso de mascarilla para la limpieza del equipo) - Uso de calzado de seguridad por si algún elemento o herramienta caen a los pies. - Detenga la máquina antes de retirar las virutas. - Apague la energía para limpiar el área de trabajo antes de dejar la máquina 			Firma del operario
Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Lubricante - Banda de transmisión - Rodamientos y acoples 		Código de materiales:	
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
Lijadora de banco	Cambio periódico de la banda (determinar) por Recalentamiento de la banda (fricción)		
	Verificar el estado de los rodamientos (realizar cambios respectivos en caso de que amerite)		
	Comprobar que la banda de transmisión no tenga agrietamientos y cambiarla en caso de ser necesario		
	Cambio de los rodamientos periódicamente		
	Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina		
	Cambio de la caja de velocidades (revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste)		
OBSERVACIONES:			

ANEXO XII: Procedimiento de realización de rutas y gamas de mantenimiento programado en el área de corte y maquinado de probetas

1.- Objeto:

El presente procedimiento se aplica en la planta ILPM CIA. LTDA, ubicada en las calles Emilio Estrada N 54-139 y Oruña - Sector la Kennedy, para la realización del mantenimiento preventivo de la Sierra Metálica de Cinta, Taladro Fresador Semiautomático, equipos existentes en la planta.

2.- Alcance:

Queda dentro del alcance de este procedimiento, la Sierra Metálica de Cinta (EQP-18), marca CECOMEX para corte de piezas de metal en diferentes geometrías, capacidad de corte de 7 pulgadas de altura por 12 pulgadas de ancho, motor de 3 hp con 4 velocidades diferentes, pistón hidráulico para controlar la caída de la cinta bi-metal, muy versátil para corte de material en bruto y el taladro Fresador Semiautomático (EQP-06) marca Morgon, motor de 2 HP, tipo de transmisión poleas, ideal para mecanizar piezas metálicas pequeñas donde se requiera hacer trabajos de barrenado, fresado, mandrinado, cuñeros, engranes rectos, etc.

3.- Documentos de referencia:

- Sistema de gestión de calidad de la empresa, última versión.

- Procedimientos específicos

Manual de usuario de la Sierra Metálica de Cinta

Ficha de equipo (Sierra Metálica de Cinta)

Manual de usuario del taladro Fresador Semiautomático

Ficha de equipo (taladro Fresador Semiautomático)

4.- Responsabilidades:

Será responsabilidad del jefe de mantenimiento conocer el contenido del presente y participar en su implantación. El jefe de mantenimiento decidirá las acciones a tomar para resolver las desviaciones que pudieran presentarse durante su aplicación.

Será responsabilidad del personal encargado de realizar los trabajos el aplicar adecuadamente las instrucciones reflejadas en este procedimiento y notificar las posibles anomalías observadas a su inmediato superior. Tendrá también cierto grado de responsabilidad el personal que opere en los equipos puesto que tienen contacto permanente y serán los que ayuden a verificar su funcionamiento correcto.

5.- Requisitos de seguridad:

5.1.- General:

Es de aplicación la normativa legal vigente, así como los siguientes documentos:

a. Plan de prevención

b. Decreto ejecutivo 2393

5.2.- Instrucciones de seguridad:

Se debe tomar en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

Uso obligatorio de los equipos de protección personal y mantenerlos en buen estado. Usar guantes al momento de verificar los objetos de los equipos.

- No quitar o desactivar los componentes de seguridad de los equipos.
- Mantener un orden y limpieza en el área de trabajo.

- En caso de presentarse alguna duda consultar con el jefe de mantenimiento y el personal capacitado.

6.- Desarrollo:

6.1.- Mantenimiento diario

Herramientas y medios:

Herramientas: Aspirador, medidor de temperatura, llaves de ajuste, juego de llaves hexagonales, destornilladores, medidor de tensión y desarmadores

Materiales y fungibles: Instrumentos de limpieza, lubricante aceite, lijas, franelas, liquido de limpieza, grasa y brochas.

Ruta diaria. Tareas a realizar en la Sierra Metálica de Cinta “7X12”:

- 1.- Llene la bomba de lubricante: Retire el tapón de la bomba, compruebe el nivel de aceite que contenga y llene el faltante antes de arrancar la máquina cada día.
- 2.- Verificar la tensión de las bandas y estado de los tambores: Coloque el medidor de tensión en la parte media de la banda, a continuación ejerza una presión con el dedo índice sobre la misma hasta que el instrumento nos arroje el valor de la tensión (45 kg) y realizar una inspección visual de los tambores.
- 3.- Control y verificación de cambios bruscos de temperatura en la caja de transmisión: Revisar que no exista fugas de aceite una vez apagada la máquina y limpiar el filtro. Esto evitará problemas de sobrecalentamiento.
- 4.- Verificar que el pistón baje de manera continua y velocidad controlada: Realice una inspección visual del tiempo que tarda en bajar el cabezal de la máquina, si este baja de forma muy rápida ajustar sus partes hasta obtener una velocidad cómoda para el operador, hacer lo mismo si el cabezal baja demasiado lento.
- 5.- Mantener limpia el área de trabajo: Apague la fuente de alimentación y quite las virutas de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza, al terminar el uso de la máquina.
- 6.- Dar un baño de aceite a los engranajes: Mediante el uso de una brocha y grasa industrial lubrique los engranajes del equipo.
- 7.- Limpieza básica del equipo después de su uso: Con la ayuda de los instrumentos de limpieza limpie la máquina y el área de trabajo al terminar la labor del día.

Ruta diaria. Tareas a realizar en el taladro Fresador Semiautomático:

- 1.- Adecuada tensión de las bandas (no debe patinar): Coloque el medidor de tensión en la parte media de la banda, a continuación ejerza una presión con el dedo índice sobre la misma hasta que el instrumento nos arroje el valor de la tensión (45 kg)
- 2.- Realizar la inspección de las poleas: Realizar una inspección visual con el fin de comprobar que las poleas no deben estar sin agrietamientos y marcas de golpe, si encuentra alguna anomalía comunicar con el encargado de mantenimiento.
- 3.- Limpieza básica del equipo después de su uso: Apague la fuente de alimentación y quite las virutas de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza al terminar el uso de la máquina.
- 4.- Verificar el correcto encendido del motor: Comprobar que el motor no haga ruidos extraños y que funciones de manera continua sin presentar alteraciones cuando la máquina esté en funcionamiento.

6.2.- Mantenimiento mensual:

Herramientas y medios:

Herramientas: Aspirador, medidor de temperatura, llaves de ajuste, juego de llaves hexagonales, destornilladores, medidor de tensión, Santiago quita rodamientos y desarmadores.

Materiales y fungibles: Instrumentos de limpieza, lubricante aceite, lijas, franelas, líquido de limpieza, grasa y brocha.

Gama mensual. Tareas a realizar en la Sierra Metálica de Cinta “7X12”:

- 1.- Lubricación de los sistemas de movimiento y de rodamientos: Con la ayuda de una brocha y grasa industrial lubrique todas las partes móviles del equipo.
- 2.- Limpieza en el filtro de tanque suministro de refrigerante: Retirar el filtro y limpiar el aceite concentrado en el mismo con la ayuda de un paño de limpieza a continuación recoja las virutas con la ayuda de una pala recolectora y reubique el filtro en su respectivo lugar. Deseche los paños de grasa y las virutas en un lugar adecuado para su desecho.
- 3.- Revisar que exista un ajuste de piezas óptimo generado por las muelas o Entenalla: Realizar una inspección visual de los pernos de la máquina y ajustar las que sea necesario, verificar que las muelas de la máquina se encuentren de forma simétrica una en frente de la otra, si esto no es así balancear hasta tener un estado normal.
- 4.- Verificar el estado de la sierra de cinta: Realizar una inspección visual del estado de la sierra de cinta de corte, si existe rotura de dientes o fisura en punto de suelda, si existe alguna anomalía comunicar al encargado de mantenimiento.
- 5.- Revisar que no exista desgaste de la tuerca del tornillo sin fin: Lubricar la pieza de tornillo sin fin con la ayuda de una brocha y lubricante, además comprobar que esté bien balanceado.
- 6.- Verificar la cámara interna donde se alojan las poleas, debe estar libre de virutas: Destapar la cámara interna de la máquina con la ayuda de las herramientas, comprobar su estado óptimo y limpiar el entorno, una vez realizadas estas tareas cerrar la cámara y ubicarla en su sitio correspondiente.

Gama mensual. Tareas a realizar en el Taladro fresador semiautomático:

- 1.- No deben existir partículas metálicas en los sistemas de movimiento: Limpiar todos los movimientos móviles del equipo, ayudándose de los instrumentos de limpieza.
- 2.- Verificar si los sistemas de movimiento del husillo funcionan correctamente: Inspeccionar que el husillo del cabezal baje a una velocidad adecuada y de forma recta sin ninguna desviación si existe alguna inconsistencia ajustar y balancear el husillo.
- 3.- Engrasar las superficies de deslizamiento: Con la ayuda de una brocha engrasar las superficies de deslizamiento del equipo para que no exista fricción entre los elementos.
- 4.- Limpie y cubra el tornillo guía transversal con aceite: Inspeccionar y limpiar el tornillo guía de manera que esté libre de virutas o residuos y luego lubrique con la ayuda de una brocha.
- 5.- Si la temperatura del husillo provocó un sobrecalentamiento o un ruido extraño, detenga la máquina inmediatamente y evalúe que no existan daños: Inspeccionar las partes que conforman el husillo e identificar las causas del sobrecalentamiento, a continuación comunicar al encargado de mantenimiento.
- 6.- Lubrique el cojinete, el tornillo sin fin para evitar el desgaste: Limpiar las partes de manera que queden sin suciedades y lubrique el cojinete y el tornillo sin fin ayudándose de una brocha y grasa industrial.

6.2.- Mantenimiento mensual:

Herramientas y medios:

Herramientas: Aspirador, medidor de temperatura, llaves de ajuste, juego de llaves hexagonales, destornilladores, medidor de tensión, Santiago quita rodamientos, desarmadores, acoples y rodamientos

Materiales y fungibles: Instrumentos de limpieza, lubricante aceite, lijas, franelas, líquido de limpieza, grasa, brochas, acoples y rodamientos.

Gama anual. Tareas a realizar en la Sierra Metálica de Cinta “7X12”:

1.- Ajuste la mesa y el tornillo de banco para mantener la precisión: Revisar si la mesa de soporte y el tornillo de banco funcionen de manera óptima, caso contrario utilice las llaves de ajuste para fijar sus partes y sustituir el muelle de ser necesario y al final limpiar las superficies utilizando los instrumentos de limpieza.

2.- Revisar cables eléctricos, enchufes, interruptores, que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina: Verificar el correcto encendido de la máquina caso contrario revisar su sistema eléctrico y el estado del motor, sustituir los cables defectuosos y demás elementos necesarios que presenten daños.

3.- Cambio de la caja de velocidades: Revisar el estado de los componentes de la caja de velocidades y cambiar si existe desgaste. Además de dar una limpieza íntegra al mismo.

Gama anual. Tareas a realizar en el Taladro fresador semiautomático:

1.- Verificar la calidad de la rosca del tornillo de apriete en el cuello de la fresadora: Revisar si la rosca del tornillo de apriete funciona de manera óptima, caso contrario utilice las llaves de ajuste para fijar sus partes y sustituir de ser necesario si la parte presenta oxidación u otra falla grave.

2.- Lubricar las superficies de deslizamiento, tornillo sin fin y piñón cremallera: Lubricar todos los componentes que conforman el sistema de movimiento del equipo además de una limpieza íntegra del equipo.

3.- Ajuste la mesa a la posición horizontal para mantener la precisión: Revisar el estado de la mesa de apoyo de la máquina, corregir el estado de la misma en caso de presentar un desbalance.

4.- Revise los cables eléctricos, enchufes e interruptores al menos una vez al año para evitar que se aflojen o se desgaste: Hacer un reajuste de los elementos del sistema eléctrico y sustituir los que presentan rotura o desgaste avanzado.

5.- Verificar el estado superficial de la rosca del tirante de apriete: Revisar si la rosca del tirante de apriete funciona de manera óptima, caso contrario utilice las llaves de ajuste para fijar sus partes y sustituir de ser necesario si la parte presenta oxidación u otra falla grave.

6.- Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos: Con la ayuda de una brocha engrasar las superficies de deslizamiento del equipo para que no exista fricción entre los elementos además de realizar una limpieza exhaustiva de las partes del equipo.

7.- Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas de mantenimiento:

Si durante la realización de las tareas de mantenimiento preventivo tanto diario, mensual, como anual, se observa que los datos tomados se desvían de los rangos normales, se acudirá al Anexo « Diagnóstico de Averías» donde se explica cómo solucionar el problema.

8.- Registro:

Como resultado de los trabajos realizados se almacenará de forma periódica las rutas de mantenimiento diario, RDEQP-18 y RDEQP-06, ruta mensual, GMEQP-18y GMEQP-06, así como también las gamas anuales GAEQP-18 y GAEQP-06, todas ellas en su última versión, que se adjunta como anexo, por la persona responsable que realice el trabajo.

9.- Anexos:

Anexo	Fecha	Revisión	Descripción
RDEQP-18 y RDEQP-06		1,0	Ruta diaria área de corte y maquinado de probetas
GMEQP-18		1,0	Gama mensual Sierra Metálica de Cinta “7X12”
GMEQP-06		1,0	Gama mensual Taladro fresador semiautomático
GAEQP-18		1,0	Gama anual Sierra Metálica de Cinta “7X12”
GAEQP-06		1,0	Gama anual Taladro fresador semiautomático

**PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE RUTAS Y GAMAS DE MANTENIMIENTO
PROGRAMADO EN EL ÁREA ENSAYOS MECÁNICOS**

1.- Objeto:

El presente procedimiento se aplica en la planta ILPM CIA. LTD. ubicada en las calles Emilio Estrada N 54-139 y Oruña - Sector la Kennedy, para la realización del mantenimiento preventivo de la dobladora de pistón de doble efecto, compresor, Pulidora de probetas metalográficas, lijadora de banco equipos existentes en la planta.

2.- Alcance:

Queda dentro del alcance de este procedimiento:

- La Dobladora de pistón de doble efecto (EQP-09) marca ENERPAC, equipo que tiene como función el doblado de probetas a presión controlada y acorde a la ejecución de la prueba, utilizado principalmente para ensayos de doblado de materiales.

- El Compresor (EQP-17) marca POWERMATE, equipo encargado de generar la energía que alimentará el sistema en forma de aire comprimido, para ello aspira aire de su entorno y lo presuriza en un espacio más pequeño creando la energía necesaria que requiera el sistema.

- La Pulidora de probetas metalográficas (EQP-25) marca Jinan Hensgrand Instrument, equipo para el pulido y desbaste manual de probetas metalográficas, tiene 2 platos de trabajo además cuenta con un rociador multitaladro que asegura la correcta lubricación del plato.

- La lijadora de banco (EQP-08) marca CENTURY TOOLS equipo diseñado para el lijado de superficies y el desbaste de muestras previas a su análisis.

3.- Documentos de referencia:

- Sistema de gestión de calidad de la empresa, última versión.

- Procedimientos específicos

Manual de usuario de la dobladora de pistón de doble efecto, compresor, pulidora de probetas metalográficas y lijadora de banco.

Ficha de equipo (Dobladora de pistón de doble efecto, compresor, pulidora de probetas metalográficas y lijadora de banco)

4.- Responsabilidades:

Será responsabilidad del jefe de mantenimiento conocer el contenido del presente documento y participar en su implantación. El jefe de mantenimiento decidirá las acciones a tomar para resolver las desviaciones que pudieran presentarse durante su aplicación.

Será responsabilidad del personal encargado de realizar los trabajos el aplicar adecuadamente las instrucciones reflejadas en este procedimiento y notificar las posibles anomalías observadas a su inmediato superior. Tendrá también cierto grado de responsabilidad el personal que opere en los equipos puesto que tienen contacto permanente y serán los que ayuden a verificar su funcionamiento correcto.

5.- Requisitos de seguridad:

5.1.- General:

Es de aplicación la normativa legal vigente, así como los siguientes documentos:

a. Plan de prevención

b. Decreto ejecutivo 2393

5.2.- Instrucciones de seguridad:

Se debe tomar en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

Uso obligatorio de los equipos de protección personal y mantenerlos en buen estado. Usar guantes al momento de verificar los objetos de los equipos.

No quitar o desactivar los componentes de seguridad de los equipos.

Mantener la concentración durante la ejecución de las tareas.

Mantener un orden y limpieza en el área de trabajo.

En caso de presentarse alguna duda consultar con el jefe de mantenimiento y el personal capacitado.

6.- Desarrollo:

6.1.- Mantenimiento diario

Herramientas y medios:

Herramientas: Aspirador, medidor de temperatura, llaves de ajuste, juego de llaves hexagonales, destornilladores, medidor de tensión y desarmadores

Materiales y fungibles: Instrumentos de limpieza, lubricante aceite, lijas, franelas, liquido de limpieza, grasa y brochas.

Ruta diaria. Tareas a realizar en la Dobladora de pistón de doble efecto (EQP-09):

- 1.- El sistema de subida y bajada del pistón debe funcionar de manera óptima: Realice una inspección visual del tiempo que tarda en bajar El pistón de la máquina, si este baja de forma muy rápida ajustar sus partes hasta obtener una velocidad cómoda para el operador, hacer lo mismo si el cabezal baja demasiado lento.
- 2.- Limpieza básica del equipo después de su uso: Apague la fuente de alimentación y quite la suciedad de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza que requiera.
- 3.- Verificar que el dispositivo de accionamiento funcione correctamente: Inspeccionar visualmente el sistema eléctrico externo del equipo y verificar que cuando se encienda la máquina no presente condiciones fuera de lo normal, si esto no sucede comunicar al encargado de mantenimiento.
- 4.- Verifique las fugas de aceite en las válvulas de entrada y salida: Inspecciones que no exista fugas en la válvula de aceite, además verificar el nivel de aceite de la máquina.

Ruta diaria. Tareas a realizar en el compresor (EQP-17):

- 1.- Las presiones y temperaturas de operación deben ser normales. (Si no lo son determinar las causas): Verificar que la presión es adecuada en el equipo, en el caso de que esta sea demasiado alta libere la presión con la llave de alivio y verificar que la temperatura del equipo no sobrepase los 220 °C.
- 2.- Llene el lubricante antes de arrancar la máquina todos los días: Compruebe el nivel de aceite que contenga el equipo y llene el faltante antes de arrancar la máquina.
- 3.- Limpieza básica del equipo después de su uso: Apague la fuente de alimentación y quite la suciedad de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza que requiera.
- 4.- La unidad debe estar sin acumulación de polvo: Al terminar la operación diaria del equipo limpie sus partes visibles y el área en la que se encuentra.

Ruta diaria. Tareas a realizar en la Pulidora de probetas metalográficas (EQP-25):

- 1.- Limpieza de las superficies expuestas: Al terminar la operación diaria del equipo limpie sus partes visibles y el área en la que se encuentra
- 2.- Verificar el estado superficial de los platos y los elementos lubricados: Inspeccionar que los platos no tengan golpes ni deformaciones, si encuentra alguna anomalía comunicar al encargado de mantenimiento además lubricar los elementos móviles del equipo.

3.- Comprobar que los platos no tengan abolladuras y los anillos de sujeción deben estar en buen estado: Revisar que los platos de la pulidora se encuentren en buen estado y los anillos que los rodean no tengan fisuras.

4.- Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias: Apague la fuente de alimentación y quite la suciedad de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza que requiera.

5.- Verificar el estado del filtro y las mangueras: Inspección visual de las partes del filtro y las mangueras, percatarse que se encuentren en buen estado de funcionamiento si encuentra alguna anomalía comunicar al encargado de mantenimiento.

Ruta diaria. Tareas a realizar en la Lijadora de banco (EQP-08):

1.- Verificar que los rodillos no tengan abolladuras: Revisar el estado de los rodillos de la máquina antes del inicio de actividades y al final de la jornada laboral.

2.- Las superficies expuestas deben estar totalmente limpias: Apague la fuente de alimentación y quite la suciedad de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza que requiera.

6.2.- Mantenimiento mensual:

Herramientas y medios:

Herramientas: Aspirador, medidor de temperatura, llaves de ajuste, juego de llaves hexagonales, destornilladores, medidor de tensión, Santiago quita rodamientos, desarmadores, cable de acero y llaves de tubo.

Materiales y fungibles: Instrumentos de limpieza, lubricante aceite, lijas, franelas, líquido de limpieza, grasa y brocha.

Gama mensual. Tareas a realizar en la Dobladora de pistón de doble efecto (EQP-09):

1.- Todos los punzones deben estar completos e identificados y sin abolladuras: Ubicar los punzones de la máquina en su lugar destinado e identificar aquellos que no tenga su respectivo código, antes de guardarlos evaluar su estado y que no tengas daños físicos.

2.- Verificar el alineamiento del punzón con respecto a los rodillos de apoyo: Realice una inspección visual del tiempo que dura en bajar el punzón de la máquina, si este baja de forma muy rápida ajustar sus partes hasta obtener una velocidad cómoda para el operador, hacer lo mismo si el cabezal baja demasiado lento, además verificar que la distancia del punzón con respecto a los rodillos de apoyo sea la misma.

3.- Los cables de acero deben estar en buen estado, lubricados: Inspeccionar que el estado de los cables de acero de la máquina estén en buen estado (6 metros (3 a cada extremo) de diámetro 5mm) y darle una limpieza rutinaria.

4.- Verificar que la bomba hidráulica funcione correctamente y que no existan ruidos fuera de lo común: Inspección visual de la bomba verificando que no contenga fugas de ningún tipo, cualquier anomalía comunicar al encargado de mantenimiento.

5.- Verificar el estado de la bomba (verificar fugas de aceite) y que no exista golpes en la parte del motor de la bomba: Revisar que no exista fugas ni golpes en el sistema de lubricación del equipo, comprobar la ausencia de ruidos anómalos y vibraciones en los elementos móviles.

Gama mensual. Tareas a realizar en el compresor (EQP-17):

1.- Limpiar la válvula de forma periódica: Realice una limpieza rutinaria de la válvula del compresor eliminando los elementos que puedan obstruirlas.

2.- Revisar que las conexiones eléctricas estén en su lugar: Revisar el sistema eléctrico del equipo para comprobar que no exista elementos sueltos o en mal estado.

3.- Comprobar el correcto ajuste de las piezas mecánicas y reajuste de las que se encuentran flojas: Realizar una inspección visual de los pernos de la máquina y ajustar las que sea necesario para que no exista elementos móviles que alteren el funcionamiento normal del equipo.

4.- Vaciar el condensado del recipiente: Retirar el recipiente de condensado del compresor y con ayuda de un paño limpie la grasa almacenada y con un pala pequeña retire los residuos que este contenido.

5.- Comprobar el estado del filtro: Limpieza integral del filtro y retirar los elementos que pueden llegar a obstruir.

Gama mensual. Tareas a realizar en la Pulidora de probetas metalográficas (EQP-25):

1.- Alineación de los platos: Verificar la correcta alineación de los platos, si esto no es así retirarlos para ubicarlos en la posición correcta esto con el fin de que no exista pandeo.

2.- Revisar que no existan cables expuestos y conexiones inusuales y Verificar el estado On/off de la máquina: Revisar el sistema eléctrico del equipo para comprobar que no exista elementos sueltos o en mal estado.

3.- Verificar si el control de velocidades funciona correctamente: Evaluar las velocidades del equipo para que funcione de manera óptima en el caso de encontrarse alteraciones ejecutar una revisión más exhaustiva.

Gama mensual. Tareas a realizar en la Lijadora de banco (EQP-08)

1.- Verificar las conexiones eléctricas y cables expuestos: Revisar el sistema eléctrico del equipo para comprobar que no exista elementos sueltos o en mal estado

2.- Engrasar las superficies de rotación y tornillos: Lubricar los elementos móviles del equipo previos a una revisión de su estado y una limpieza íntegra.

3.- Limpiar completamente el equipo: Apague la fuente de alimentación y quite las la suciedad de la máquina con la ayuda de la aspiradora y las herramientas de limpieza que requiera.

4.- Verificar el correcto ajuste de los elementos de la máquina: Verificar que los elementos se encuentren correctamente ajustados de manera que no generen problemas a largo plazo y reajustar los elementos móviles del equipo.

6.2.- Mantenimiento anual:

Herramientas y medios:

Herramientas: Aspirador, medidor de temperatura, llaves de ajuste, juego de llaves hexagonales, destornilladores, medidor de tensión, Santiago quita rodamientos, desarmadores, acoples y rodamientos

Materiales y fungibles: Instrumentos de limpieza, lubricante aceite, lijas, franelas, liquido de limpieza, grasa, brochas, acoples, rodamientos, banda de transmisión y cables eléctricos.

Gama anual. Tareas a realizar en la dobladora de pistón de doble efecto (EQP-09):

1.- Limpieza de los canales de deslizamiento y tornillos: Desarmar el equipo en sus elementos más importantes, limpiar sus partes mecánicas y engrasar aquellos que lo requieran.

2.- Sustituir los cables que ya cumplieron su tiempo de uso o rotos: Retirar los cables y elementos en mal estado y cambiarlos por unos nuevos.

Gama anual. Tareas a realizar en el compresor (EQP-17):

1.- Revisión de abolladuras y corrección de las mismas: Soldar o cambiar los elementos mecánicos que presentan roturas para que la falla no se agrave.

2.- Reparación de los aros: Evaluar el estado de los aros y aquellos que estén dañados reemplazarlos por unos nuevos.

3.- Cambio de acoples preventivo: Cambiar los acoples de la máquina aunque estos aún sean funcionales.

4.- Cambio de los rodamientos periódicamente: Verificar el estado de los rodamientos de la máquina y cambiarlos de ser necesarios (si aún no cumplen con su tiempo funcional se pueden cambiar el próximo año)

5.- Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina: Limpieza exhaustiva del sistema eléctrico y sustitución de elementos en mal estado.

Gama anual. Tareas a realizar en la Pulidora de probetas metalográficas (EQP-25)

1.- Sustituir los cables dañados por unos nuevos: Evaluar el estado del sistema eléctrico de la máquina y sustituir aquellos elementos que se encuentren en mal estado o que ya cumplieron su tiempo de vida.

Gama anual. Tareas a realizar en la Lijadora de banco (EQP-08)

1.- Cambio periódico de la banda: Por recalentamiento de la banda (fricción), retirar la banda dañada y sustituirla por la nueva.

2.- Verificar el estado de los rodamientos: Realizar cambios respectivos en caso de que amerite y si su estado ya no es el óptimo.

3.- Comprobar que la banda de transmisión no tenga agrietamiento: Cambiar la parte en caso de que la banda de transmisión se encuentre en malas condiciones.

4.- Cambio de los rodamientos periódicamente: Verificar el estado de los rodamientos de la máquina y cambiarlos de ser necesarios (si aún no cumplen con su tiempo funcional se pueden cambiar el próximo año)

5.- Reset de la parte eléctrica en caso de un incorrecto encendido de la máquina: Limpieza exhaustiva del sistema eléctrico y sustitución de elementos en mal estado.

6.- Cambio de la caja de velocidades: Revisar su estado cada año y cambiar si existe desgaste.

7.- Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas de mantenimiento:

Si durante la realización de las tareas de mantenimiento preventivo tanto diario, mensual, como anual, se observa que los datos tomados se desvían de los rangos normales, se acudirá al Anexo « Diagnóstico de Averías» donde se explica cómo solucionar el problema.

8.- Registro:

Como resultado de los trabajos realizados se almacenará de forma periódica las rutas de mantenimiento diario, RDEQP-18 y RDEQP-06, ruta mensual, GMEQP-18y GMEQP-06, así como también las gamas anuales GAEQP-18 y GAEQP-06, todas ellas en su última versión, que se adjunta como anexo, por la persona responsable que realice el trabajo.

9.- Anexos:

Anexo	Fecha	Revisión	Descripción
RDEQP-09 / RDEQP-17/ RDEQP-25 / RDEQP-08		1,0	Ruta diaria área de ensayos mecánicos
GMEQP-09		1,0	Gama mensual de la dobladora de pistón de doble efecto
GMEQP-17		1,0	Gama mensual del compresor
GMEQP-25		1,0	Gama mensual de la pulidora de probetas metalográficas
GMEQP-08		1,0	Gama mensual lijadora de banco
GAEQP-09		1,0	Gama anual de la dobladora de pistón de doble efecto
GAEQP-17		1,0	Gama anual del compresor
GAEQP-25		1,0	Gama anual de la pulidora de probetas metalográficas
GAEQP-08		1,0	Gama anual lijadora de banco

