

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA MANE SUCURSAL COLOMBIA S.A

Hernán Darío Ramírez Escobar

Juan David Ospina Díaz

Ingeniería electromecánica

Carlos Alberto Acevedo Álvarez, IM.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
Medellín
2019**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

RESUMEN

MANE es una empresa internacional de origen francés dedicada con pasión a crear fragancias y sabores innovadores y competitivos con sedes en México y posteriormente en Colombia comenzando operaciones en el año 2009.

La empresa MANE sucursal Colombia se encuentra ubicada en el municipio de Guarne, siendo una de las plantas de producción más automatizadas de Latinoamérica con sistemas inteligentes, eficientes y sostenibles apoyados de una alta tecnología.

Por lo anteriormente descrito se hace cada vez más evidente la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento que sea adecuado para cubrir las necesidades evidenciadas en la empresa.

Con este proyecto se busca analizar las herramientas con las que cuenta la empresa para documentar y programar sus mantenimientos, así como la forma en que se ejecutan y archivan las actividades propias a este.

Para el desarrollo del mismo se indaga en los procesos de mantenimiento actualmente existentes, para hacer una evaluación y posterior documentación que permitan realizar el diseño de un adecuado plan para la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento.

Este sistema contiene las actividades de programación, seguimiento, corrección y revisión de los procesos, optimizando los recursos tanto humanos como económicos destinados al departamento en cuestión, además permitirá apoyar el proceso productivo y optimizar el proceso de mantenimiento, garantizando la confiabilidad operacional, la puntualidad en las entregas y mejorando los estándares de calidad de los productos, todo ello sumado a una constante revisión y retroalimentación de los sistemas para corregir y mejorar falencias,

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

beneficiando a la compañía en materia de competitividad, pertenencia, visión y posicionamiento global.

Palabras clave: planeación, procesos, mantenimiento, información, competitividad.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a nuestro asesor y estimado docente Carlos Alberto Acevedo Álvarez por su apoyo y dedicación, su entrega desinteresada y constante exigencia con el fin de lograr la excelencia, comprometiéndonos a dar lo mejor de nosotros para así tener los mejores resultados como personas y como profesionales.

Agradecemos a nuestras familias por su compañía y dedicación, por alentarnos a seguir siempre adelante a pesar de las adversidades, gracias por sus muestras de cariño en los momentos más duros.

A la compañía de fragancias y sabores MANE sucursal Colombia por permitirnos realizar nuestro trabajo en sus instalaciones, especial mente al gerente general Alejandro Henao, al jefe de operaciones Juan Fernando Arroyave, y al jefe de mantenimiento Esteban Henao, por su apoyo y grandes aportes a la realización de este trabajo.

Agradecimiento al instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) que nos abrió el espacio para la adquisición de nuestros conocimientos y fortalecimiento de nuestras habilidades Personales y profesionales, para implementación de nuestras labores diarias, agradecemos a todos los docentes participes en nuestra formación por dar lo mejor de sí para que seamos mejores personas y profesionales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

ACRÓNIMOS

BMS: Sistema de Automatización Integrado.

CC: control calidad

FMA: Análisis de Modos de Falla.

I+D: investigación y desarrollo

MA: mantenimiento autónomo

OEE: Eficiencia general de los Equipos (*Overall Equipment Effectiveness*).

OPI: Orden Prioritaria de Intervención.

PMO: (*Optimización del Mantenimiento Planeado*)

PETALL: Planta de Tratamiento de Aguas Lluvia.

PM: mantenimiento preventivo.

PTAR: Planta de tratamiento de agua residual.

RCA: análisis de causa raíz

RCI: red contra incendios

RCM: mantenimiento centrado en la confiabilidad (*Reliability Centered Maintenance*)

SAP: Programa de gestión

SGM: sistema de gestión de mantenimiento.

TPM: Mantenimiento productivo total (*Total Productive Maintenance*).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	11
1.1	Generalidades.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	General	12
1.2.2	Específicos	12
1.3	ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	13
1.4	JUSTIFICACIÓN.....	14
2.	MARCO TEÓRICO	16
2.1	¿Qué es el mantenimiento?.....	16
2.2	¿Qué es gestión del mantenimiento?	17
2.3	Tipos de acciones de mantenimiento	18
2.3.1	Mantenimiento correctivo	18
2.3.2	Mantenimiento preventivo.....	18
2.3.3	Mantenimiento predictivo	18
2.3.4	Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).....	19
2.3.5	Mantenimiento En Uso	19
2.4	Sistema de gestión de mantenimiento	19
2.4.1	Gestión de repuestos y materiales.....	20
2.4.2	Mejora continua	21
2.4.3	Manual de mantenimiento	21
2.4.4	Planificación.....	21
2.4.5	Programación.....	21
2.4.6	Registro de mantenimiento	22
2.5	TPM	22
2.5.1	OBJETIVOS DEL TPM	24
2.5.1	QUÉ SE QUIERE DESARROLLAR EN LAS PERSONAS CON LA FILOSOFÍA TPM.....	25
2.6	RCM.....	25
2.6.1	Siete preguntas básicas.....	26

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

2.6.2	EL PERSONAL IMPLICADO	26
2.6.3	LOS BENEFICIOS A CONSEGUIR POR RCM	27
2.7	PMO	30
2.7.1	LOGROS CON PMO.....	30
2.7.2	DESVENTAJAS DEL PMO.....	31
2.7.3	¿CÓMO SE IMPLEMENTA LA METODOLOGÍA DE PMO?	31
2.7.4	BENEFICIOS	33
3.	EMPRESA A INTERVENIR.....	34
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE MANE	35
4.	Metodología	38
4.1	Diagnóstico de estado actual del mantenimiento en la compañía	38
4.1.1	Estructura de mantenimiento	38
4.1.2	Identificación del mantenimiento realizado	39
4.1.3	Descripción de funciones	41
4.1.4	Encuesta	42
4.2	Equipos.....	43
4.2.1	Identificación de equipos.....	43
4.2.2	Criticidad de equipos	47
4.2.3	Mantenimiento requerido	48
5.	Modelo de mantenimiento a aplicar	50
5.1	Tipo de modelo a aplicar	50
5.2	Justificación del modelo	50
5.3	Procedimientos aplicados.....	51
5.4	Dar a conocer el modelo aplicado.....	57
5.5	Identificación de línea o equipo piloto	57
5.6	Creación de indicadores.....	57
5.7	Archivo técnico	59
5.8	Entrenamiento a personal de la compañía	59
6.	CREACIÓN DE FORMATOS.....	61
6.1	Hoja de vida de equipos	61

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

6.2 Análisis de fallas	62
6.3 Registro de mantenimiento	64
6.4 Registro de inspecciones	64
6.5 Software	66
6.5.1 Software recomendado	69
7. RESULTADOS.....	70
7.1 Resultados Obtenidos De La Encuesta	70
7.2 clasificación de la infraestructura	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	77
ANEXO 1. Mantenimiento interno.....	77
ANEXO 2. Mantenimiento externo	80

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Implementación 5´s.....	24
Tabla 2. Listado de equipos MANE Colombia	45
Tabla 3. Criterio de probabilidad de falla.....	48
Tabla 4. Puntaje de criticidad.....	49
Tabla 5. Niveles de falla	49
Tabla 6. Clasificación de las fallas por niveles	49
Tabla 7. Causas de falla.....	54
Tabla 8. Clasificación de la infraestructura	72
Tabla 9. Análisis funcional.....	49, 55
Tabla 10. Selección de tareas optimas.....	49, 56

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Esquema del sistema de gestión de mantenimiento	231
Imagen 2. Pilares del mantenimiento según metodología TPM	204
Imagen 3. objetivos del TPM	24
Imagen 4. beneficios del PMO	33
imagen 5. formato de mantenimiento preventivo.....	40
Imagen 6. listado de métodos de falla.....	53
Imagen 7. Hoja de vida	62
Imagen 8. formato de análisis de falla.....	63
Imagen 9. Registro de mantenimiento	64
Imagen 10. Fichas de inspección de equipos de producción y de laboratorio	65
Imagen 11. Gestor de mantenimiento.....	66
Imagen 12. Registro de mantenimiento preventivo.....	67
imagen 13 gestor de inventarios y compras	68

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El mantenimiento en la industria ha jugado un papel fundamental al momento de volver competitiva a una compañía, por lo que las diferentes industrias han implementado estrategias para lograr que sus equipos sean más confiables. Cada compañía es libre de adaptar o crear un modelo que se ajuste a sus necesidades. Esta arroja unos resultados que pueden ser el aumento del rendimiento, la mayor disponibilidad de activos y el ahorro de costos.

La conservación de los equipos e instalaciones de una compañía es fundamental, por esto tener la maquinaria en condiciones de operación adecuadas ayuda a minimizar fallas, tiempos muertos de producción y al mayor aprovechamiento de los recursos.

El buen funcionamiento de los equipos es un factor decisivo en la rentabilidad y la competitividad global de una fábrica. Uno de los elementos más críticos para reducir los costos de operación y aumentar el retorno de inversión para sus activos es la gestión y el mantenimiento de los equipos.

A pesar de estar en una época moderna muchas empresas aún no cuentan con sistema de mantenimiento definido por lo cual su crecimiento se va dando de forma muy lenta; esto se da porque no existe información clara de lo que se tiene dentro de la compañía y no permite que las intervenciones en los equipos de producción sean efectivas y generen una mayor rentabilidad.

Debido a los múltiples factores ya mencionados es recomendable que cada empresa tenga un sistema de mantenimiento ya definido pues esto además de que ayuda la conservación de los activos garantiza su óptimo funcionamiento, permitiendo trabajar en un ambiente más seguro porque esto ayuda a tener más confiabilidad en la empresa ya que se está

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

velando por el correcto funcionamiento de los equipos y por la infraestructura que compone la compañía.

Para poder realizar el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento que permita tener una buena confiabilidad, primero se debe realizar una valoración del estado actual del área y realizar un plan de acción para empezar con la implementación del sistema, para esto se debe recopilar la mayor cantidad de información de los equipos que se tengan en la compañía, realizar inventarios y organizar las ordenes de trabajo represadas según la criticidad mediante la implementación de una herramienta tecnológica existente en la compañía y así darle un poco más de orden a la información recopilada mientras se avanza al sistema de gestión final.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Realizar una valoración del estado actual del área de mantenimiento en la empresa MANE SUCURSAL COLOMBIA S.A y así diseñar un sistema de gestión del mantenimiento.

1.2.2 Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la gestión de mantenimiento de la empresa MANE SUCURSAL COLOMBIA S.A
- Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento con el que se pueda identificar la vida útil de los equipos y repuesta creando un cronograma de renovación de fungibles y consumibles evitando posibles averías y paradas.
- Implementar una hoja de vida con información relevante de cada equipo que pueda indicar periodo de garantía, si requiere calibración, cuantos mantenimientos preventivos deben realizarse al año y todo aquello que sea relevante para su correcta operación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- Analizar los factores que originan las fallas en el sistema, clasificarlos de acuerdo con su criticidad y periodicidad y determinar planes de acción sobre los mismos.
- Dar a conocer al personal operativo un modelo de mantenimiento adecuado a las condiciones propias de la organización mediante capacitaciones y actividades lúdicas coordinadas con los diferentes grupos de trabajo de la compañía siempre haciendo énfasis de la importancia de tener una buena cultura dirigida al cuidado y al mantenimiento de la compañía.
- Proponer un software de administración de mantenimiento moderno que permita dar el manejo adecuado a la información recolectada y almacenada procedente de las actividades realizadas.

1.3 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

En la primera parte se establecen los conceptos relacionados más importantes con el mantenimiento y el sistema de gestión, para la realización del modelo que se desea utilizar.

Para la segunda parte se tiene el análisis y diagnóstico del área de mantenimiento de la compañía de sabores y fragancias MANE sucursal Colombia, se desarrolla un análisis de los aspectos generales, ubicación de la empresa, políticas de mantenimiento, y organización, para concluir con el análisis de los activos. Con este análisis se desea encontrar el estado actual de la empresa en cuanto a mantenimiento se refiere y lo que se necesita para tener un sistema de mantenimiento que de la mayor eficiencia posible.

La tercera parte es la estrategia que se va a implementar en la empresa de fragancias y sabores MANE sucursal Colombia, dando como primer paso la reestructuración de mantenimiento y el alcance que va a llegar a tener el sistema de gestión, se presenta el lineamiento para el levantamiento de la información técnica de los equipos y finalmente se presentan los formatos y lineamientos para para la gestión de mantenimiento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Por último se establece un sistema de gestión para establecer los mantenimientos a utilizar en la compañía y los proyectos que esta abarque; con base a esto se proponen el sistema de indicadores de desempeño de gestión.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los retos de la industria de alimentos han superado sus barreras en términos de calidad, con la búsqueda operacional constante para lograr estructuras sostenibles y eficientes. Como objetivo primordial en esta organización está la optimización de los recursos en los procesos y para esto es fundamental contar con un buen plan de mantenimiento.

Las nuevas instalaciones de MANE Colombia cuentan con un Sistema de Automatización Integrado (BMS), un software que controla, registra y monitorea la actividad de 14 subsistemas implementados en la compañía; entre ellos los sistemas de acceso, sistemas eléctricos, de iluminación, hidráulicos, ventilación, ascensores, cámaras de seguridad y la red contra incendios, con el fin de realizar una administración efectiva y segura de los recursos de la compañía.

Desde la planeación del proyecto se diseñaron las instalaciones con un diseño bioclimático que permitiera optimizar la luz y la ventilación natural, lo cual además ayuda a disminuir el consumo de energía en un 50% comparando las instalaciones con una construcción tradicional.

La empresa cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Lluvias (PETALL), es decir, no se requiere el uso del agua que suministra el acueducto veredal; y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, donde se realiza el tratamiento in situ del 100% de las aguas residuales con el mayor estándar de tratamiento.

La dimensión de las plantas de producción se pensó para aumentar la productividad y garantizar el flujo de producción continuo. Es por esto que se tiene en el centro al fondo,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

ingreso y almacenamiento de Materias Primas, a los costados Planta Fragancias y Planta Sabores y en la parte más cercana el área de almacenamiento de Producto Terminado y despachos nacionales e internacionales.

La capacidad operacional de esta planta es flexible, adaptativa para procesos de Sabores y fragancias líquidas, *spray on*, *spray dry*, emulsiones, sabores de reacción, entre otros. En cada una de ellas se han instalado plataformas de agitación de grandes cantidades, que hará posible la manufactura hasta 12 toneladas en operación simultánea.

Toda la infraestructura de las plantas garantiza además la iluminación natural y el recambio automático de aire de las plantas, a través de un sistema de aires adiabáticos los cuales toman el aire exterior, lo enfrían y lo insertan en estas áreas. En estas áreas se intercambia el aire de 15 a 25 veces por hora para garantizar la neutralidad de los olores, la salud y el confort del personal.

Por todo lo anteriormente descrito nace la necesidad de diseñar, documentar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento que permita a la empresa una mejor organización de los procesos y recursos.

Además, con el apoyo de este sistema de gestión de mantenimiento, apoyado en la filosofía del TPM que permitirá:

- El óptimo manejo de los recursos ya sean económicos, de infraestructura y/o maquinarias.
- Mejorar las áreas de trabajo, convirtiéndolo en lugares limpios y ordenados.
- Reducir tiempos de trabajo, minimizando los mantenimientos correctivos.
- Reducción de accidentes por desorden y falta de aseo.
- Aumentar la confianza del cliente, enseñándole un lugar limpio y seguro, donde sus productos serán tratados de la mejor manera.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Aplicar estas herramientas sin duda garantizará efectividad, productividad y una gran competitividad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ¿Qué es el mantenimiento?

Definimos habitualmente el mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento) (García, 2010).

Las tendencias recientes indican que, en general, muchos de los sistemas en uso no funcionan como es debido en cuanto a la rentabilidad en términos de su operación y el apoyo se refiere. Particularmente en la fabricación de sistemas, algunos de ellos a menudo operan en menos de la capacidad total, con baja productividad y los costos de producir productos son altos. El costo se atribuye a las actividades de mantenimiento. De hecho, estos costos están asociados con mantenimiento de mano de obra y materiales (Chan *et al.*, 2005).

Por esta razón se buscan alternativas que ayuden a reducir estos costos y a generar una confiabilidad de los procesos.

Otra parte fundamental a la hora de establecer cualquier tipo de mantenimiento es el monitoreo que se le debe llevar ya que es la mejor manera de poder controlar los procesos, o parte del proceso.

Por otro lado, para poder realizar una buena gestión de mantenimiento se deben poner en práctica al menos 5 estrategias de mantenimiento:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- **Estrategia correctiva**, en la que la reparación de averías es la base del mantenimiento
- **Estrategia condicional**, en la que es la realización de determinadas observaciones y pruebas la que dirige la actividad de mantenimiento.
- **Estrategia sistemática**, en la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.
- **Estrategia de alta disponibilidad**, en la que se busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible, y por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poca afección a la producción.
- **Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad**, en la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos (la ingeniería, el análisis de averías, etc.) para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y una alta fiabilidad de las previsiones de producción. (Renovatec, 2015)

2.2 ¿Qué es gestión del mantenimiento?

La gestión de mantenimiento es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso por averías de máquinas y equipos.

El mantenimiento consiste en asegurar y conservar la confiabilidad en los equipos, sistemas y máquinas de una manera sistemática, segura y al menor costo posible, o hacer que recupere esta condición.

Este es un servicio y una función técnica que se presta al sector de producción, independientemente de lo que se produzca, ya sean servicios o productos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

El mantenimiento está considerado como una actividad técnica y funcional, cuya importancia depende del mayor o menor alcance de las funciones que le sean asignadas según la política de la empresa.

Además, el mantenimiento debe ser una actividad preventiva más que remedial. Y más que una actividad de rutina, debe convertirse en una actividad técnica y de investigación. Se puede decir entonces en síntesis que la gestión del mantenimiento no es más que el conjunto de operaciones técnicas funcionales necesarias para dirigir y administrar, garantizando la conservación y el funcionamiento de la infraestructura de una empresa y sus activos, apoyado siempre en filosofías de nueva generación como el TPM, el método Kaizen, las 5S, entre otras. (Giraldo, 2014)

2.3 Tipos de acciones de mantenimiento

2.3.1 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. (Concha , 2018)

2.3.2 Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. (petroquímica, 2012)

2.3.3 Mantenimiento predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos. (petroquímica, 2012)

2.3.4 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a “Cero horas” de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano. (Concha , 2018)

2.3.5 Mantenimiento En Uso

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (*Total Productive Maintenance*). (Renovatec, 2018)

2.4 Sistema de gestión de mantenimiento

A partir de los conceptos de gestionar (hacer diligencias para lograr un negocio o un fin) y sistema (conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a un fin determinado) se contextualiza al sistema de gestión de mantenimiento como: El conjunto ordenado de etapas interrelacionadas que permite administrar las actividades de la función mantenimiento de forma cíclica, racional, disciplinada, y orientada a la mejora continua.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

De acuerdo a las características propias de la función mantenimiento, el sistema de gestión de mantenimiento SGM se compone de las siguientes ocho etapas: Política de Mantenimiento, Preparación, Planificación, Programación, Ejecución y Medición, todas las anteriores cinco etapas transversalizadas por la etapa de Análisis y Mejora, y las etapas de Revisión de la Dirección de Mantenimiento y Revisión de la Dirección de la Organización (Ver Imagen 1). (Campuzano, 2013)

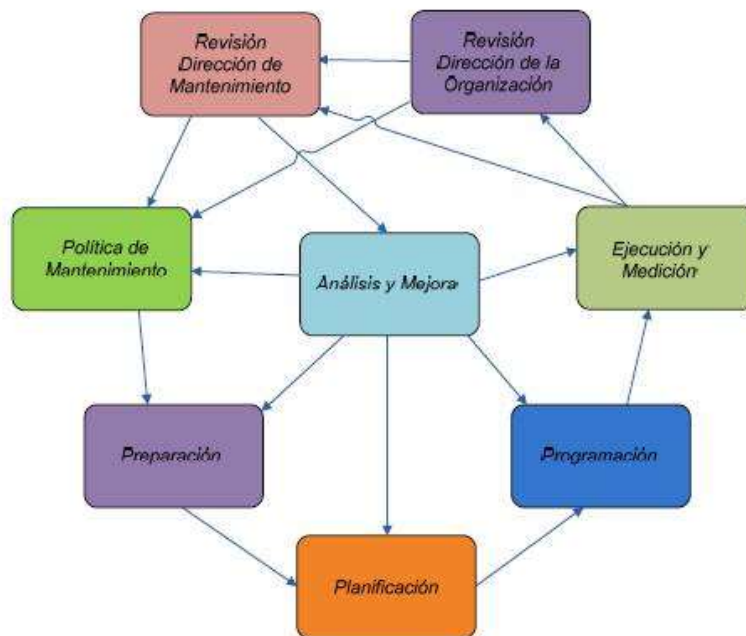


Imagen 1. Esquema del sistema de gestión de manteamiento (Campuzano, 2013)

2.4.1 Gestión de repuestos y materiales

Es el conjunto de actividades destinadas a garantizar la previsión de compras, mantenimiento de existencias y flujo planificado de repuestos, materiales e insumos, de forma oportuna, ordenada y racional, para apoyar las actividades de mantenimiento. La gestión de repuestos, materiales é insumos, necesarios para la ejecución de los programas y actividades de mantenimiento, se constituye en uno de los elementos más importantes para el logro de los objetivos de mantenimiento. (Campuzano, 2013)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

2.4.2 Mejora continua

Consiste en el análisis continuo y sistemático de las actividades y resultados de las etapas del sistema de gestión de mantenimiento SGM, para determinar los aspectos deficitarios, evaluarlos y solucionarlos a través del establecimiento de acciones preventivas y correctivas, tendientes a evitar la reincidencia de situaciones no deseadas. La mejora continua no busca "culpables" ni "responsables", con enfoque punitivo ó ejemplarizado. (Campuzano, 2013)

2.4.3 Manual de mantenimiento

Es el documento que resume los componentes del Sistema de Gestión de Mantenimiento SGM, incluyendo: Misión, Visión, Política y Objetivos de Mantenimiento, los procedimientos indicados en la presente especificación, perfiles de los cargos de mantenimiento, obligaciones y responsabilidades del personal de mantenimiento y toda otra información considerada necesaria e importante.

2.4.4 Planificación

Etapas del sistema de gestión de mantenimiento, en la cual se elaboran los planes de mantenimiento, principalmente en base a las acciones determinadas en la etapa anterior. La planificación se comunicará y se consensuará con las otras funciones empresariales involucradas.

2.4.5 Programación

Etapas del sistema de gestión de mantenimiento en la cual se programan de forma periódica las actividades determinadas en los planes de mantenimiento. Los programas deben considerar los recursos logísticos, financieros y otros, necesarios y suficientes para la ejecución de los programas correspondientes. Los programas deben ser comunicados a los involucrados con suficiente oportunidad, pertinencia y deben ser documentados. Los registros de las actividades correspondientes deben ser realizados en papel y en medio magnético para fines de sistematización.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

2.4.6 Registro de mantenimiento

Es la acción de consignar datos y resultados de las distintas actividades de mantenimiento, en los formularios elaborados para el efecto. Documentos formales, en papel y/o en medio magnético, en los cuales se registra la información generada por las actividades de mantenimiento para fines de obtención de indicadores de gestión.

Este punto de la propuesta es considerado el mayor pilar para el desarrollo de este proyecto, ya que se considera que antes de comenzar a instaurar un programa de mejoras en mantenimiento es necesario construir una cultura de calidad desde el puesto de trabajo de cada uno de los integrantes de la empresa, ya que muchos de los problemas en la industria se deben a problemas relacionados con el orden y la limpieza, así como en la inadecuada utilización de los espacios y recursos. (Campuzano, 2013)

Con la sola implementación de esta herramienta se logrará un gran avance en materia de optimización de los recursos.

2.5 TPM

“Es una evolución de la manufactura de calidad total” (Deming). Es una metodología para aumentar la productividad; cuyo objetivo es la utilización del sistema de producción hasta el límite de su capacidad. Se desarrolló en la década de los años 70, por el JIPM (Instituto japonés de mantenimiento de plantas). Su punto de partida fue la gestión de equipos, pero hoy abarca plantas, empresas y la cadena de suministros en su conjunto. (Jaramillo, 2017)

Por esto una de las alternativas a usar es la implementación de la metodología TPM en la cual se genera una estrategia de mantenimiento para minimizar perdidas por medio de una serie de pasos establecidos. Estos pasos involucran a todas las personas de la compañía lo que lleva a que todos trabajen en conjunto.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Para la implementación del TPM como metodología se debe tener en cuenta los pilares en los cuales está basado (ver imagen 2).

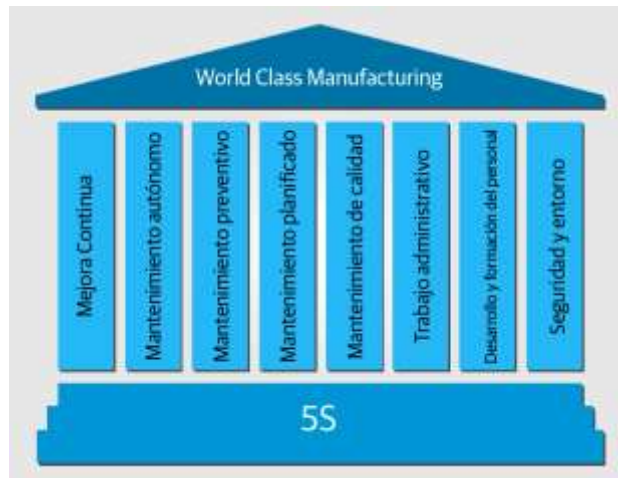


Imagen 2. Pilares del mantenimiento según metodología TPM (Venkatesh, 2005)

La base de la implementación del TPM comienza con las 5S (ver Tabla 1). Los problemas no se pueden ver claramente cuando el lugar de trabajo no está organizado. Limpiar y organizar el lugar de trabajo ayuda al equipo a descubrir problemas. Hacer visibles los problemas es el primer paso de la mejora.” (Venkatesh, 2005)

Tabla 1. Implementación 5’s (Venkatesh, 2005)

DENOMINACIÓN		CONCEPTO	OBJETIVO PARTICULAR
ESPAÑOL	JAPONÉS		
Clasificación	Seiri	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Orden	Seiton	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	Seiso	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Estandarización	Seiketsu	Señalar anomalías	Prevenir la aparición de suciedad y el desorden
Mantener la disciplina	Shitsuke	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

2.5.1 OBJETIVOS DEL TPM

- Los tres ceros (cero averías, cero accidentes, cero defectos)
- Maximizar la eficiencia del sistema de producción. (ver imagen 3)

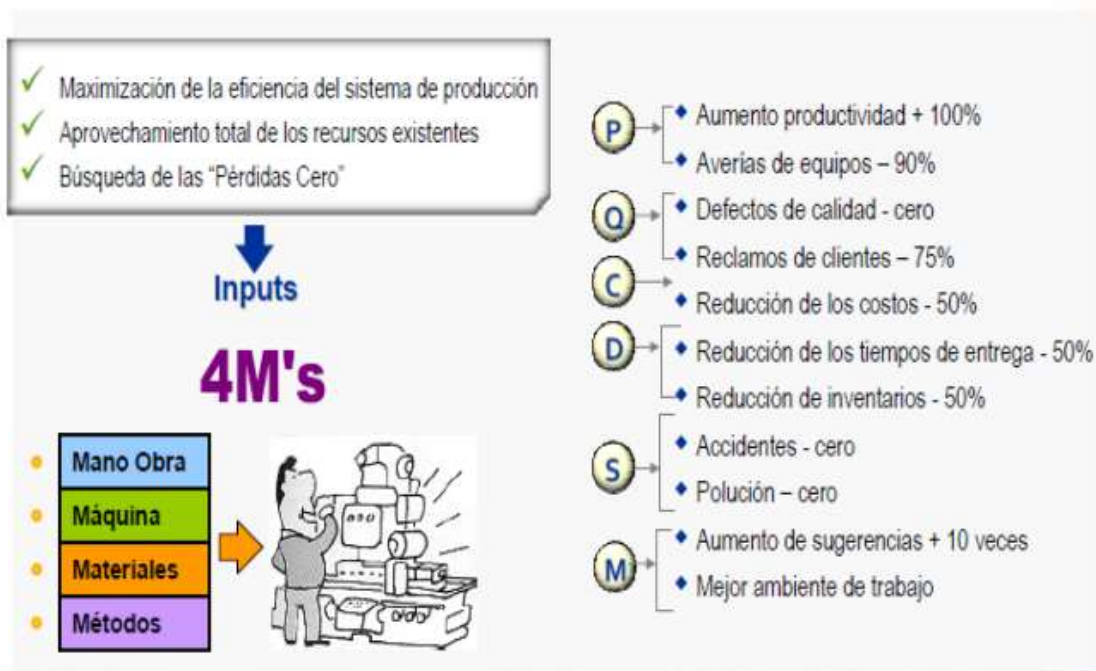


Imagen 0-1. objetivos del TPM (Jaramillo, 2017)

Una importante característica del TPM es la participación total, que involucra desde la dirección hasta a los empleados del piso de fábrica.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

2.5.1 QUÉ SE QUIERE DESARROLLAR EN LAS PERSONAS CON LA FILOSOFÍA TPM

- Desarrollar habilidades y autonomía en la labor que desarrollan.
- Enriquecimiento de su cargo
- Participación y aporte activo
- Pertenencia de equipo
- Competencias adecuadas para su cargo
- Habilidades para enseñar a otros
- Sentirse reconocido y valorado
- Liderazgo
- Actitud de prevención
- Alta motivación (Jaramillo, 2017)

2.6 RCM

RCM (*Reliability Centered Maintenance*): Es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional

El RCM es uno de los procesos desarrollados durante los 1960s y 1970s, en varias industrias con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y para manejar las consecuencias de sus fallas.

Una definición más amplia de RCM podría ser “un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente”. (Jaramillo, 2017)

El RCM se centra en la relación entre la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, se necesita saber qué tipo de elementos físicos existentes en la empresa y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM. En la mayoría de los casos, esto significa que

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

se debe de realizar un registro de equipos completos si no existe ya uno. Más adelante, RCM hace una serie de preguntas acerca de cada uno de los elementos seleccionados.

2.6.1 Siete preguntas básicas

Para la implantación de la metodología RCM se establece una relación entre la compañía y los activos que la componen (elementos físicos). Para poder iniciar se deben tener en cuenta la criticidad de los equipos que se tienen y establecer cuales se deben analizar mediante esta metodología; si no se tienen identificados cuales son los que se tienen se debe de crear un registro de todos los activos existentes y criticidades.

Más adelante, RCM hace una serie de preguntas acerca de cada uno de los elementos que componen cada uno de los activos:

- ¿Cuáles son las funciones?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Qué causa que falle?
- ¿Qué sucede cuando falla?
- ¿Qué ocurre si falla?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
- ¿Qué sucede si no puede prevenirse la falla?

2.6.2 EL PERSONAL IMPLICADO

Como ya se sabe la metodología RCM implica 7 preguntas, las cuales no todas se pueden responder por el personal de mantenimiento; este debe ser un trabajo en conjunto entre las diferentes áreas de la compañía ya que estas son las que tienen más claro cómo debe de ser el funcionamiento de los componentes de la máquina, las fallas más representativas de estas, las capacidades máximas que los equipos pueden llegar alcanzar, tiempos de operación, características del producto final entre otros.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Por esta razón se debe considerar que para la implementación de esta metodología se deben de crear pequeños equipos conformado con por lo menos una persona por área; esto con el fin de poder desarrollar las 7 preguntas. Lo más importante a la hora de crear estos grupos, más que la antigüedad es el conocimiento de estos.

Con el uso de los pequeños grupos de trabajo se garantiza que las cargas sean divididas además de que la parte administrativa tenga un mejor acceso a la información.

2.6.3 LOS BENEFICIOS A CONSEGUIR POR RCM

El RCM ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos diez años. Cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes: (Moubray, 2015)

1. Mayor seguridad y protección del entorno y la persona debido a:
 - Mejor mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes en los equipos.
 - Implementación de sistemas de seguridad nuevos y mejorados.
 - Revisión de las fallas antes de que estas puedan ocurrir.
 - Estrategias para prevenir los métodos de falla que puedan afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
 - Menos fallas debido a la optimización del mantenimiento.
2. Mejores rendimientos operativos, debido a:
 - Énfasis en el análisis y el mantenimiento de los puntos críticos de los diferentes sistemas.
 - Identificación rápida de fallas basada en el historial y diagnóstico del equipo.
 - Menor daño secundario a continuación de las fallas de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de las fallas).
 - Optimización del mantenimiento debido a que se evitan mantenimientos innecesarios.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- En los momentos de paradas de los equipos estas serán más cortas debido a que ya se tiene una previa identificación de la parte afectada
 - Menos pérdidas por ajustes en el inicio del proceso debido a que ya se tiene establecido los parámetros de operación y calibración.
 - Se eliminan componentes poco confiables en el equipo.
 - Un conocimiento general de los componentes de los equipos.
3. Mayor control de los costos del mantenimiento, debido a:
- Optimización de mantenimiento (se eliminan mantenimientos innecesarios).
 - Se reduce la tercerización de los mantenimientos
 - La prevención o eliminación de las fallas.
 - Claridad en las políticas de funcionamiento, especialmente en cuanto a los equipos de reserva. Menor necesidad de usar personal experto caro porque todo el personal tiene mejor conocimiento de las plantas
 - Especificaciones más claras para la adquisición de nueva tecnología en herramientas de mantenimiento, tal como equipos de monitorización de la condición (“*condition monitoring*”)
4. Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.
5. Una amplia base de datos de mantenimiento, que:
- Reduce la pérdida de información por rotación del personal debido a que todo el personal tiene el conocimiento, además de que queda plasmada en una base de datos.
 - Genera un conocimiento más amplio de todos los componentes de la compañía

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- Provee una base de datos muy completa para las nuevas personas que ingresan a la empresa
 - Genera información más exacta de los equipos. (información más clara y concisa). Por ejemplo, manuales y planos
 - Es adaptable a cambios organizacionales que se presenten en la compañía ya sea como cambios de horarios, o de nuevas tecnologías
6. Mayor motivación de las personas, especialmente el personal que está interviniendo en el proceso de revisión. Esto lleva a un conocimiento general de la planta en su contexto operacional mucho mejor, junto con un “compartir” más amplio de los problemas del mantenimiento y de sus soluciones. También significa que las soluciones tienen mayores probabilidades de éxito.
7. Mejor trabajo de grupo, motivado por un planteamiento altamente estructurado del grupo a los análisis de los problemas del mantenimiento y a la toma de decisiones. Esto mejora la comunicación y la cooperación entre:
- Las áreas: el personal de producción y personal calificado de mantenimiento
 - Personal de diferentes niveles: los gerentes los jefes de departamentos, técnicos y operarios.
 - Especialistas internos y externos: los diseñadores de la maquinaria, vendedores, usuarios y el personal encargado del mantenimiento.

Muchas compañías que han experimentado con las dos metodologías han encontrado en el RCM conseguir una mayor preparación y conocimiento de los activos de la compañía, además de una mejor formación técnica de todas las áreas por lo que se logra dar una mayor calidad en el producto final y una mayor optimización de los recursos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Lo importante del RCM es que provee un marco de trabajo paso a paso efectivo para realizarlos todos a la vez, y para hacer participar a todo el que tenga algo que ver con los equipos de los procesos. (Moubray, 2015)

2.7 PMO

PMO (Optimización del Mantenimiento Planeado): Es una metodología basada en el RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), más rápida y práctica dando los mismos resultados que un RCM, para racionalizar los programas existentes de mantenimiento, historial de fallas y eliminación de defectos. (Jaramillo, 2017)

RCM se diseña para desarrollar el programa inicial de mantenimiento durante la etapa de diseño, mientras que PMO ha sido diseñado para usarlo una vez que los activos están en uso. Se desarrolló en Australia en 1996-2000 para mejorar la confiabilidad.

PMO genera una lista de modos de falla a partir del plan de mantenimiento actual, de una evaluación del historial de falla y de la revisión de la documentación técnica. (PMO maneja una cantidad menor de modos de falla y llega a ello de manera más rápida) (Jaramillo, 2017)

2.7.1 LOGROS CON PMO

- PMO es 6 veces más rápido y menos costoso que el RCM.
- Con información exacta se entienden el comportamiento de las fallas y anomalías.
- Motivación para el personal de la planta. (Producción y mantenimiento)
- Se tiene en cuenta al cliente para satisfacer sus necesidades y expectativas.
- Efectividad en el uso de los recursos y materiales.
- Logro de desarrollo de habilidades de personal operario y técnico.
- Aumentar la disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, mejorar la OEE de la planta. (reliabilityweb, 2019)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

2.7.2 DESVENTAJAS DEL PMO

La única desventaja es que PMO no lista todos los modos de falla que puedan afectar el Equipo, cosa que si se logra con la implementación del RCM. Sin embargo, como lo que se busca en este trabajo es la realización del análisis de mantenimiento a fin de generar un plan de mantenimiento efectivo, esto resulta irrelevante.

2.7.3 ¿CÓMO SE IMPLEMENTA LA METODOLOGÍA DE PMO?

Para la implementación de la estrategia PMO se deben tener criterios para definir la criticidad del equipo, seguridad y medio ambiente, costos y producción de planta, mano de obra (exceso para ser operados y mantenidos) (reliabilityweb, 2019)

1. Recopilación de tareas: tareas que se llevan a cabo por el personal de mantenimiento ya sea de una manera formal (con registro) o informal (sin registro).
2. Análisis de Modos de Falla (FMA): cuales son los modos o en qué forma pueden fallar, asociados a una inspección de la empresa. Estas se pueden dividir en 2:
 - El modo de falla que cada tarea en el plan actual de mantenimiento está programada a atacar
 - Qué otras fallas se han presentado en el pasado que no se han listado o que no han ocurrido, pero en caso de ocurrir pueden tener consecuencias peligrosas
3. Racionalización y revisión del FMA: en este paso se analizan los modos de falla resultantes y se adicionan los faltantes, este se hace en base de historiales y documentación técnica, también puede ser de acuerdo a la experiencia del técnico
4. Análisis funcional (Opcional): que funciones ser perderían con cada uno de los modos de falla si esta se presentara de forma inesperada. Este analisis es muy útil cuando los equipos a analizar son bastante críticos o muy complejos.
5. Evaluación de consecuencias: en este paso se analizan si las fallas son evidentes o ocultas y desde este se analizan los riesgos y consecuencias de estos fallos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- Definición de la política de mantenimiento: en esta se analizan los elementos del programa actual de mantenimiento que son costos-efectivos y los que no lo son, deben eliminarse.
 - Que tareas serían más efectivas y menos costosas si fueran basadas en condición, en lugar de llevarlas a falla y viceversa.
 - Que tareas no aportan beneficios y deben ser eliminadas del programa.
 - Que tareas serían más efectivas si se realizaran bajo diferentes rutinas.
 - Que fallas se manejarían mejor por medio del uso de tecnología avanzada o simple.
 - Qué tipo de información se debe recolectar para predecir mejor el comportamiento del equipo durante su ciclo de vida.
 - Que fallas se deben eliminar con la ayuda de un Análisis de Causa Raíz (RCA).
6. Revisión y agrupación de procesos: cuando el análisis de tareas ha concluido, se establece por el equipo de trabajo el método más eficiente para administrar el mantenimiento de los activos, siempre teniendo en cuenta las limitaciones de producción y otras áreas
 7. Aprobación e Implementación de programas: en este paso el programa se presenta a la alta dirección para que este de sus comentarios, luego de aprobado se inicia con la implementación del programa
 8. Programa dinámico y Kaizen: el plan de PM se consolida y se toma control de la planta, cuando se reemplaza el mantenimiento reactivo por uno planeado. De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse fácilmente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

2.7.4 BENEFICIOS

El mayor beneficio de la implementación de esta metodología es el cambio de actitud del personal de la empresa, lo cual se reflejará en todos los indicadores de negocio. (ver imagen 4)



Imagen 0-1. beneficios del PMO (Jaramillo, 2017)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

3. EMPRESA A INTERVENIR

MANE es una empresa internacional de origen francés dedicada con pasión a crear fragancias y sabores innovadores y competitivos con sedes en México y posteriormente en Colombia comenzando operaciones en el año 2009.

La empresa MANE sucursal Colombia se encuentra ubicada en el municipio de Guarne, siendo una de las plantas de producción más automatizadas de Latinoamérica con sistemas inteligentes, eficientes y sostenibles apoyados de una alta tecnología.

Por lo anteriormente descrito se hace cada vez más evidente la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento que sea adecuado para cubrir las necesidades evidenciadas en la empresa.

Con este proyecto se busca analizar las herramientas con las que cuenta la empresa para documentar y programar sus mantenimientos, así como la forma en que se ejecutan y archivan las actividades propias a este.

Para el desarrollo del mismo se indaga en los procesos de mantenimiento actualmente existentes, para hacer una evaluación y posterior documentación que permitan realizar el diseño de un adecuado plan para la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento.

Este sistema contiene las actividades de programación, seguimiento, corrección y revisión de los procesos, optimizando los recursos tanto humanos como económicos destinados al departamento en cuestión, además permitirá apoyar el proceso productivo y optimizar el proceso de mantenimiento, garantizando la confiabilidad operacional, la puntualidad en las entregas y mejorando los estándares de calidad de los productos, todo ello sumado a una constante revisión y retroalimentación de los sistemas para corregir y mejorar falencias,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

beneficiando a la compañía en materia de competitividad, pertenencia, visión y posicionamiento global.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MANE

Los retos de la industria de alimentos han superado sus barreras en términos de calidad, con la búsqueda operacional constante para lograr estructuras sostenibles y eficientes. Como objetivo primordial en esta organización, está la optimización de los recursos en los procesos y para esto es fundamental contar con un buen plan de mantenimiento.

Las nuevas instalaciones de MANE Colombia cuentan con un Sistema de Automatización Integrado (BMS), un software que controla, registra y monitorea la actividad de 14 subsistemas implementados en la compañía, entre ellos, los sistemas de acceso, sistemas eléctricos, de iluminación, hidráulicos, ventilación, ascensores, cámaras de seguridad y la red contra incendios, con el fin de realizar una administración efectiva y segura de los recursos de la compañía.

Desde la planeación del proyecto se diseñaron las instalaciones con un diseño bioclimático que permitiera optimizar la luz y la ventilación natural. Lo cual además ayuda a disminuir el consumo de energía en un 50% comparando las instalaciones con una construcción tradicional.

La empresa cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Lluvias (PETALL), es decir, no se requiere el uso del agua que suministra el acueducto veredal; y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, donde se realiza el tratamiento in situ del 100% de las aguas residuales con el mayor estándar de tratamiento.

La dimensión de las plantas de producción se pensó para aumentar la productividad y garantizar el flujo de producción continuo. Es por esto que se tiene en el centro al fondo, ingreso y almacenamiento de Materias Primas, a los costados Planta Fragancias y Planta

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Sabores y en la parte más cercana el área de almacenamiento de Producto Terminado y despachos nacionales e internacionales.

La capacidad operacional de esta planta es flexible, adaptativa para procesos de Sabores y fragancias líquidas, spray on, spray dry, emulsiones, sabores de reacción, entre otros. En cada una de ellas se han instalado plataformas de agitación de grandes cantidades, que hará posible la manufactura hasta 12 toneladas en operación simultánea.

Toda la infraestructura de las plantas garantiza además la iluminación natural, y el recambio automático de aire de las plantas, a través de un sistema de aires adiabáticos los cuales toman el aire exterior, lo enfrían y lo insertan en estas áreas. En estas áreas se intercambia el aire de 15 a 25 veces por hora para garantizar la neutralidad de los olores, la salud y el confort del personal.

Por todo lo anteriormente descrito nace la necesidad de diseñar, documentar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento que permita a la empresa una mejor organización de los procesos y recursos.

Además, con el apoyo de este sistema de gestión de mantenimiento, apoyado en la filosofía del TPM que permitirá:

- El óptimo manejo de los recursos ya sean económicos, de infraestructura y/o maquinarias.
- Mejorar las áreas de trabajo, convirtiéndolo en lugares limpios y ordenados.
- Reducir tiempos de trabajo, minimizando los mantenimientos correctivos.
- Reducción de accidentes por desorden y falta de aseo.
- Aumentar la confianza del cliente, enseñándole un lugar limpio y seguro, donde sus productos serán tratados de la mejor manera.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Aplicar estas herramientas sin duda garantizará efectividad, productividad y una gran competitividad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

4. Metodología

4.1 Diagnóstico de estado actual del mantenimiento en la compañía

4.1.1 Estructura de mantenimiento

La estructura de mantenimiento de la empresa de fragancias y sabores MANE sucursal Colombia está conformada por un jefe de operaciones en cabeza de Juan Fernando Arroyave, seguido por un coordinador de Mantenimiento (Esteban Henao), de este se derivan los auxiliares (de los sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeración, sistemas eléctricos, de equipos de producción, y electromecánico), del auxiliar de sistemas hidráulico esta los operarios de PTAR - PTALL, y de obras civiles. (Ver gráfico 1)

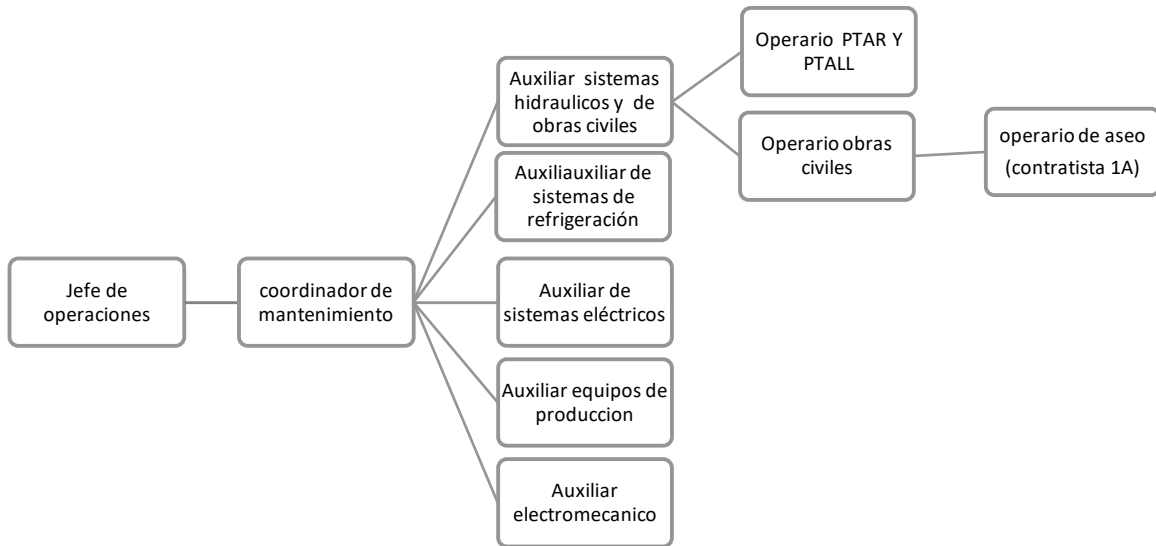


Gráfico 1. Organigrama de izquierda a derecha del departamento de mantenimiento (Autores, 2019)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

4.1.2 Identificación del mantenimiento realizado

Actualmente la compañía cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, con un enfoque principal en el mantenimiento correctivo.

Estos mantenimientos correctivos se registran a través de la intranet en la cual se dejan plasmadas todas las solicitudes generadas, para realizar estos correctivos en la infraestructura, en los equipos de producción o los diferentes proyectos. Se tiene establecido un tiempo máximo de 3 horas para la verificación del daño, luego de esto se establece un diagnóstico de la solicitud y se notifica vía correo electrónico al solicitante la fecha de solución de la anomalía, verificando existencia de materiales para la corrección, si este material está disponible se asigna una persona para esta actividad y llevarla a feliz término. Luego de estar solucionada la anomalía se notifica de nuevo al solicitante el estado final y para que este verifique y de su aprobación del trabajo, y finalmente se hace cierre contable. (Ver Anexo 1)

En caso de no tener el material, se solicita con un proveedor registrado en la base de datos de la compañía, solicitando cotización de material o de la reparación en caso de que se necesite un servicio, enviándola al jefe de operaciones para su aprobación, en la cual si se excede de \$500000 el coordinador de mantenimiento genera una OPI (*Orden Prioritaria De Intervención*), con la cual se genera la compra de los suministros o la orden para el proveedor. Si por el contrario el valor es inferior a los \$500000 se compra el material y/o se solicita la ejecución del servicio previo a la aprobación del jefe operaciones, todo esto para mantenimiento interno de la compañía.

En el mantenimiento preventivo se ingresa al cronograma actual de la compañía en el cual se tienen los activos y frecuencias de mantenimiento; en este están todas las actividades a realizar en los mantenimientos y las frecuencias para realizarlos. En este se tiene un ítem en el cual están los materiales a utilizar en el mantenimiento y las observaciones encontradas en la ejecución. (Ver imagen 5)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23


		NÚMERO DE ORDEN:	
INFORMACIÓN DEL EQUIPO		FECHA:	
CÓDIGO:			
NOMBRE DEL EQUIPO:			
MARCA Y FABRICANTE:			
PROCESO:			
CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO:			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS		RESPONSABLE	TIEMPO DE
1	REVISAR NIVEL DE ACEITE		
2	REVISAR ESTADO DEPOSITO DE ACEITE		
3	REVISAR FUNCIONAMIENTO VALVULAS		
4	VERIFICAR CIRCULACION DEL AGUA		
5	REVISAR FUGAS DE TUBERIAS		
6	REVISAR AJUSTE DE VALVULA DE SOBREPRESION		
REPUESTOS EMPLEADOS		CANTIDAD USADA	CÓDIGO INTERNO
1			
2			
3			
VERIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
Prueba o ensayo		Resultado	Conclusión
1			
2			
3			
4			
5			
FECHA DE CIERRE DE ORDEN:		FIRMA	
ELABORÓ:			
VERIFICÓ (Funcionamiento):			
OBSERVACIONES:			
DM-PG-001 FEBRERO/2012 REGMITTO.XLS REV.00			

imagen 0-1. formato de mantenimiento preventivo (MANE Sucursal Colombia , 2012)

También se tiene en la compañía el llamado mantenimiento externo en el cual el proveedor saca de la empresa el equipo para una intervención. Este proceso se inicia solicitando cotización al proveedor de la base de datos de la compañía, luego de tener esta es enviada para revisión y aprobación por el jefe de operaciones, después de ser aprobada se extrae la información del equipo para poder generar una orden salida de la compañía y así realizar la respectiva reparación por parte del proveedor. Cuando esta intervención se realiza, el equipo es recibido por personal de mantenimiento para verificación del correcto funcionamiento y garantizar correcta operación. Luego se recibe factura para hacer un cierre contable. (Ver Anexo 2)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

En la compañía no se tiene definido ningún tipo de formato para el registro de los proyectos que se realizan, no se tienen flujos de aprobación establecidos. Lo que se tiene actualmente se hace a través de la intranet lo cual no debería ser así ya que para la realización de estos se deben tener en cuenta una gran variedad de aspectos que no se pueden tomar a la ligera.

Así como para los mantenimientos pasados se debería tener un flujo grama al momento de realizar los proyectos

4.1.3 Descripción de funciones

- **Jefe de operaciones:** encargado de aprobar mantenimientos mayores a \$500000, compra de repuestos y herramientas, aprobación de proyectos en la compañía, aprobación de nuevas contrataciones, autorización de salida de equipos y manejo de presupuesto
- **Coordinador de mantenimiento:** búsqueda de proveedores para mantenimientos externos, recepción de cotizaciones realizadas por los auxiliares, Direccionamiento de actividades dentro de la compañía para los auxiliares, participación en los diferentes proyectos, recepción de equipos nuevos, Actualización del cronograma de mantenimiento, informar a los colaboradores acerca de los diferentes cambios en la compañía, atención de auditorías.
- **Auxiliar hidráulico y de obras civiles:** velar por el correcto funcionamiento y ejecutar los mantenimientos del sistema hidrosanitario de la compañía, tiene a cargo la red contra incendios y bomba de esta, encargado de verificar el correcto funcionamiento de las PTAR y PTALL, tiene bajo su cargo velar por la parte civil de la compañía.
- **Auxiliar de sistemas de refrigeración:** encargado de velar por el correcto funcionamiento y ejecutar los diferentes mantenimientos de todos los equipos que requieran frío dentro de la compañía (aires accionados, tobera, neveras, cavas, enfriadores de agua, etc.), encargado de granja de tanques y BMS.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- **Auxiliar de sistemas eléctrico:** encargado de subestación principal de la compañía, ejecución de planes de mantenimiento preventivo y correctivo, tiene a cargo todo el sistema de iluminación de la compañía, además del sistema de aire comprimido, planta eléctrica de respaldo, mantenimiento eléctrico de PTAR Y PTALL.
- **Auxiliar de equipos de producción:** encargado de realizar mantenimientos y velar por el correcto funcionamiento de los diferentes equipos del área de producción, Montacargas y equipos de I+D (investigación y desarrollo), CC (control calidad).
- **Auxiliar electromecánico:** encargado de velar por el mantenimiento y correcto funcionamiento de los sistemas electromecánicos de la compañía, estar presente en la recepción de equipos, brindar apoyo a los demás auxiliares dentro de sus actividades
- **Operario de mantenimiento:** encargado de realizar las diferentes operaciones de mantenimiento de obras civiles tales como pintura, resanes, marquetería y demás, suministro de bolsas de basura a las diferentes áreas.
- **Operario PTALL y PTAR:** encargado de velar por el correcto funcionamiento de todos los componentes de estas plantas (PTAR y PTALL), encargado de la disposición de residuos con diferentes gestores
- **Operario 1 A(contratista):** encargado de realizar aseo a las diferentes áreas a cargo de mantenimiento (taller de mantenimiento, subestación eléctrica, curto RCI)

4.1.4 Encuesta

Para la identificación del estado de mantenimiento de la compañía se realiza una encuesta involucrando a todas las áreas, con el fin de saber cuál es su conocimiento acerca de las labores realizadas por mantenimiento, esta encuesta se diseñó con las siguientes preguntas.

- ¿Tiene organigrama de mantenimiento?
- ¿Tiene definido los perfiles y las funciones del personal de mantenimiento?
- ¿Tiene definidas las funciones del personal de mantenimiento?

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- ¿Los resultados del personal de mantenimiento son los esperados?
- El mantenimiento se realiza de acuerdo a: quejas, normas de seguridad, inspecciones, orden de gerencia, mantenimiento sistemático, solicitud de orden de trabajo, avería.
- ¿Cree que el sistema de tickets en intranet de la empresa para el área de mantenimiento arroja los resultados esperados?
- ¿Se tienen en cuenta alguno o algunos de estos aspectos en la planeación del mantenimiento? Recomendaciones del fabricante, según hoja de vida, según inspecciones, según órdenes de producción, tiempos de intervención, calidad, costo disponibilidad, seguridad en la operación, seguridad en actividades de mantenimiento, se realiza un programa de actividades de mantenimiento.
- ¿Quién realiza el presupuesto de mantenimiento de la empresa? Mantenimiento, producción, área financiera, gerencia, un grupo disciplinario, o algún otro.
- ¿Se cuenta con planos y catálogos de las máquinas?
- ¿La empresa dispone de algún software para la administración del mantenimiento?
- Que aspectos debe mejorar el área de mantenimiento de la compañía

4.2 Equipos

4.2.1 Identificación de equipos

Dentro de la compañía MANE Colombia los equipos están divididos por secciones las cuales son Planta de sabores, planta de fragancias, despachos y almacén, laboratorios, mantenimiento sistemas de aire y extracción. (Ver Tabla 2)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Tabla 2. Listado de equipos MANE Colombia (MANE Sucursal Colombia , 2012)

PLANTA SABORES
ROTAMIX SAB
ROTAMIX SAB
ROTAMIX SAB
ROTAMIX SAB
ROTAMIX MOVIL SAB SPRAY
ROTAMIX MOVIL SAB SPRAY
ROTAMIX MOVIL SAB
ROTAMIX GRANDES FABRICACIONES 01
ROTAMIX GRANDES FABRICACIONES 02
ROTAMIX GRANDES FABRICACIONES 03
SECADOR
HOMOGENIZADOR
PRE-HOMOGENIZADOR
BOMBA POSITIVA
SISTEMA BOMBEO TANQUES
DETECTOR DE METALES
TAMIZADOR (zaranda)
PLANTA DE AGUA
MEZCLADOR DE POLVOS 1 TN
MEZCLADOR DE POLVOS 250 KG
BOMBA TIPO LAPICERO SAB
HORNILLA ELECTRICA SAB
FILTROS , TAMIZ Y CEDAZOS
REACTORES SAB
CUARTO FRIO SABORES
PLATAFORMA DE CARGA HIDRAULICA
PLANTA FRAGANCIAS
ROTAMIX FRAG
ROTAMIX FRAG
ROTAMIX FRAG
ROTAMIX FRAG 1 TN
ROTAMIX FRAG 1 TN
ROTAMIX GRANDES FABRICACIONES 01

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

ROTAMIX GRANDES FABRICACIONES 02
ROTAMIX GRANDES FABRICACIONES 03
BOMBA TIPO LAPICERO FRAG
SISTEMA DE ELEVACION NEUMATICO
AGITADOR MECANICO
POLIPASTO
REACTORES FRAG
CUARTO FRIO FRAG
DESPACHOS Y ALMACÉN
MONTACARGAS CROWN SX
MONTACARGAS CROWN SX
MONTACARGAS CROWN RD
CARRETILLA
CARRETILLA
ESTIBADOR MANUAL
ESTIBADOR MANUAL
PALETIZADOR
GRAPADORA NEUMATICA
GRAPADORA MANUAL
PUERTAS MUELLE SUR
PUERTAS MUELLE NORTE
PLATAFORMA NIVELADORA MUELLE SUR
PLATAFORMA NIVELADORA MUELLE NORTE
LABORATORIOS
SELLADORA LAB. APLICACIONES
REFRIGERADOR Y NEVERA MNIBAR
NEVERA
BATIDORA SPAR
HORNO DE GAS
ESTUFA DE GAS 4 PUESTOS
MEZCLADOR 1 GALON
MEZCLADOR 1 GALON
BATIDORA KITCHENAID
MAQUINA DE HELADOS
BOMBONERA
CABINA CLIMATICA SAB
MEZCLADOR ULTRATURRAS

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

SELLADORA FRAG
CABINA CLIMATICA FRAG
LAVADORA Y SECADORA
LAVADORA Y SECADORA
EXTRUSORA DE JABON
TROQUEL DE JABON
AGITADOR MAGNETICO SAB
AGITADOR MAGNETICO SAB
AGITADOR MAGNETICO FRAG
AGITADOR MAGNETICO FRAG
REFRIGERADOR Y NEVERA MNIBAR
REFRIGERADOR Y NEVERA MNIBAR
NEVERA
MANTENIMIENTO
COMPRESOR DE AIRE K
PLANTA ELECTRICA
SUB ESTACION
PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA LLUVIA
SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO
SISTEMA DE CALENTAMIENTO TERMOSOLAR
SISTEMAS DE AIRES Y EXTRACCIÓN
ENFRIADOR DE AGUA (CHILLER)
EXTRACTOR TOBERA CUARTO BASURAS
EXTRACTOR CAMION CISTERNA
EXTRACTOR CENTRIFUGO S 101 PARQUEADERO
EXTRACTOR CENTRIFUGO COCINA # 203
EXTRACTOR AXIAL RCI
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. SABORES # 1
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. SABORES # 2
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. SABORES # 3
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. SABORES # 4
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. SABORES # 5
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. FRAGANCIAS # 1
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. FRAGANCIAS # 2

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. FRAGANCIAS # 3
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN P. FRAGANCIAS # 4
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN SENSORIAL # 101
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN SENSORIAL # 102
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN SENSORIAL # 103
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN I.D SABORES N° 201
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN I.D SABORES N° 202
INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN ALMACENAMIENTO
VENTILADORES CABINAS EV.SENSORIAL 101 -106
VENTILADORES PINTURA Y AEROSOLES
VENTILADORES BAÑOS COMPAÑÍA
EXTRACTOR AXIAL PLANTA DE AGUAS
UNIDAD MANEJADORA (UMA) 201
UNIDAD MANEJADORA (UMA) 201
AIRE RACK DE SISTEMAS

4.2.2 Criticidad de equipos

Para la identificación de la criticidad de los equipos se tiene una serie de información con la cual se identifica una serie de factores para llegar a un nivel de criticidad. Se tienen unos criterios para analizar la probabilidad de falla. (Ver Tabla 3)

Tabla 3. Criterio de probabilidad de falla (MANE Sucursal Colombia , 2012)

DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	PROBABILIDAD (%)
MUY REMOTO	Muy improbable que pase	0-5
POCO POSIBLE	Baja probabilidad de ocurrencia, puede ocurrir algunas veces	5-10
POSIBLE	Mediana probabilidad de ocurrencia, puede ocurrir varias veces	10-20
FRECUENTE	Significativa probabilidad de ocurrencia, puede ocurrir muchas veces	20-50
CASI INEVITABLE	Alta probabilidad de ocurrencia, casi segura.	≥ 50

Para cada uno de los equipos se les da un puntaje y un nivel de falla (Ver Tablas 4 y 5)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Tabla 4. Puntaje de criticidad (MANE Sucursal Colombia , 2012)

PUNTAJE
CRITICO = 10
NORMAL = 5
BAJO IMPACTO = 1

Tabla 5. Niveles de falla (MANE Sucursal Colombia , 2012)

NIVEL DE FALLA
1
2,5
5
7,5
10

Con estos valores se realiza una sumatoria la cual entrega unos niveles de criticidad los cuales están clasificados en 4 niveles que son critico, especial, necesario, y opcionales. (Ver Tabla 6)

Tabla 6. Clasificación de las fallas por niveles (MANE Sucursal Colombia , 2012)

CLASIFICACIÓN	
1N (Critico)	350 - 500
2N (Esencial)	200 - 350
3N (Necesario)	50 - 200
4N (Opcionales)	< 50

4.2.3 Mantenimiento requerido

Actualmente se realiza el mantenimiento a los diferentes activos teniendo en cuenta las especificaciones del proveedor del equipo, generalmente este incluye limpiezas

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

lubricaciones y ajustes de algunas piezas o mecanismos siendo estas las condiciones básicas para la operación de cualquier equipo.

Algunas de las tareas que se tienen en cuenta dentro de estos mantenimientos son:

- Revisión de parámetros como lo son la corriente, voltajes, resistencias, sujeción de tornillería, cableado eléctrico (estado), estado de distribución hidráulico, estado de fachadas, entre algunos otros
- Actualmente falta un poco de organización de las labores que se deben realizar para cada uno de los activos ya que esto se presta para hacerlo a criterio del técnico de mantenimiento lo que no debería ser así, si no tener un derrotero para hacer en cada uno de los mantenimientos (en cada una de las frecuencias), una serie de actividades que deben cumplir ya cuando el técnico no esté la información queda en la compañía y el técnico que llegue ya sabrá cómo hacerlo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

5. Modelo del mantenimiento a aplicar

5.1 Tipo de modelo a aplicar

El sistema de mantenimiento recomendando es el PMO (optimización del mantenimiento planeado).

Esta metodología se diseñó para revisar en detalle los requerimientos del área de mantenimiento, tomando como punto de partida el historial de fallas de cada uno de los activos actuales de la compañía además de la información técnica de los equipos, este sistema facilita la ejecución de los planes de mantenimiento y tiene un mejor control de los mantenimientos preventivos siempre que se tenga un historial de fallas, brinda mejor distribución de los técnicos y mejor distribución de recursos. (García, 2007)

5.2 Justificación del modelo

El mantenimiento en la industria es parte fundamental, sin este la producción se retrasa o no se puede realizar. Todo equipo debe tener un plan de mantenimiento para así poder dar una alta confiabilidad.

Debido a que la compañía de fragancias y sabores MANE sucursal Colombia ya cuenta con una información levantada y unos mantenimientos en ejecución se propone la implementación del mantenimiento según la metodología PMO (optimización del mantenimiento planeado) ya que esta es más fácil de implementar en lugares donde ya se tiene un sistema de mantenimiento. El PMO se enfoca en el diagnóstico principal de las fallas y llegar a que esta no se presente de nuevo; este sistema puede que no sea tan eficiente como el de RCM ya que este se enfoca mucho desde la adquisición de los bienes involucrando a todas las áreas del proceso.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

El PMO genera una gran confiabilidad de los equipos al reducir circunstancialmente la aparición de fallas desde la detección de los puntos críticos y la prevención de fallas estos. Adicional a esto, la implementación del PMO es mucho más económica, no requiere una gran inversión ya que los recursos se tienen en la empresa.

Ya después de tener bien implementado la metodología PMO la implementación de la metodología RCM será más sencilla de implementar.

5.3 Procedimientos aplicados

Lo primero a tener en cuenta es la capacitación de general a la todas las personas involucradas en este proceso, para luego definir una persona lo lidere.

Para la implementación llevan a cabo 9 pasos en los cuales se deben tener en cuenta criterios para definir la criticidad del equipo, seguridad y medio ambiente, costos y producción de planta, mano de obra. (Jaramillo, 2017)

- **Recopilación de tareas**

En esta parte se recopilan todas las tareas de mantenimiento ejecutadas en la compañía tales como mantenimiento preventivo, correctivo, MA (mantenimiento autónomo) y demás, y así se organiza el mantenimiento de forma adecuada. (Ver gráfico 2)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

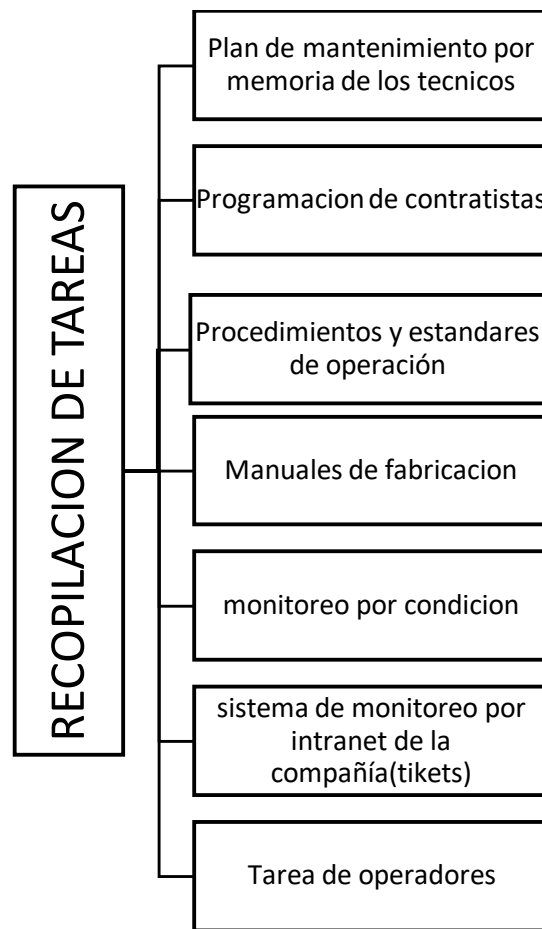


Gráfico 2. Recopilación de tareas de mantenimiento.

- **Análisis de modos de falla (FMA)**

En este punto se realiza un listado con las fallas que están siendo intervenidas.

En esta parte es indispensable contar con la participación de todos los colaboradores de la compañía, formando pequeños equipos para la identificación para que modos de falla están enfocados los mantenimientos realizados en la actualidad. Hay que tener en cuenta que el “modo de falla es la forma en la cual puede llegar a fallar un proceso, un equipo o un sistema” (Jaramillo, 2017) (Ver Tabla 7).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Tabla 7. Causas de falla

Elemento	Tipo	Causa de falla
Cadena	Mantenimiento	Contaminación con Agua
		Estiramiento
		Deformación
		Montaje incorrecto
		Ciclo de vida cumplido
		oxidación
		Mala selección

- **Racionalización y revisión del FMA**

Para esta parte se ordena la información según los modos de falla con el fin de identificar cuando se duplican las tareas. Esto se revisa por los pequeños equipos de trabajo y se elabora una lista según el historial y la documentación técnica tomando como ejemplo la siguiente imagen. (Ver imagen 6)

	A	B	C	D	E
4	CAUSA DE FALLO	Elemento de Máquina	TIPO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
5	☐ Alineación Polea	☐ Polea de entrada a la estación 1	☐ MP-MA	☐ QUINCENAL	OPERARIO
6	☐ Alineación Spocket	☐ Cadena de Transporte de película	☐ MP-MA	☐ QUINCENAL	OPERARIO
7	☐ Alta Temperatura	☐ Ejes	☐ MANTENIMIENTO	☐ TRIMESTRAL	MECÁNICO
8	☐ Ancho de bobina incorrecto	☐ Distancia real película Superior	☐ INSPECCIÓN TÉCNICA	☐ TRIMESTRAL	MECÁNICO
9	☐ Arrugas	☐ Película estación de carga	☐ INSPECCIÓN TÉCNICA	☐ TRIMESTRAL	MECÁNICO
10		☐ Película estación de Sellado	☐ INSPECCIÓN TÉCNICA	☐ TRIMESTRAL	MECÁNICO
11	☐ Bajo nivel de lubricante	☐ Unidad de Mantenimiento	☐ MANTENIMIENTO	☐ MENSUAL	INSTRUMENTISTA
12	☐ Bolsillo mal formado	☐ Película estación de carga	☐ INSPECCIÓN TÉCNICA	☐ TRIMESTRAL	MECÁNICO
13	☐ Bombas Flojas	☐ Conectores (Clavija y toma)	☐ MANTENIMIENTO	☐ MENSUAL	ELÉCTRICO
14		☐ Contactores	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELÉCTRICO
15		☐ Fuente de Voltaje	☐ MANTENIMIENTO	☐ TRIMESTRAL	ELECTRÓNICO
16		☐ Higrostato	☐ MANTENIMIENTO	☐ ANUAL	ELECTRÓNICO
17		☐ Módulo de entrada/salida	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELECTRÓNICO
18		☐ Módulo de seguridad	☐ MANTENIMIENTO	☐ TRIMESTRAL	ELECTRÓNICO
19		☐ Panel de potencia	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELÉCTRICO
20		☐ Panel de control	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELECTRÓNICO
21				☐ TRIMESTRAL	ELÉCTRICO
22		☐ PLC	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELECTRÓNICO
23		☐ Pulsadores	☐ MANTENIMIENTO	☐ TRIMESTRAL	ELÉCTRICO
24		☐ Red de comunicación	☐ MANTENIMIENTO	☐ TRIMESTRAL	ELECTRÓNICO
25		☐ Sensores	☐ MANTENIMIENTO	☐ TRIMESTRAL	ELÉCTRICO
26		☐ Servocontrolador	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELECTRÓNICO
27		☐ Servomotores	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELÉCTRICO
28		☐ Variadores de Velocidad	☐ MANTENIMIENTO	☐ SEMESTRAL	ELECTRÓNICO

Imagen 0-1. listado de métodos de falla (MANE Sucursal Colombia, 2012)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- **Análisis Funcional**

Este paso es opcional, en esta parte se enlistan las funciones perdidas por cada causa de fallo (Ver Tabla 9). En esta se presenta un breve ejemplo de cómo se puede realizar la tabla tomando como punto de referencia uno de los procesos de la compañía.

Tabla 9. Análisis funcional.

PTAR		
Causa de fallo	Elemento de máquina	Funciones afectadas
Bomba inundada	Bomba 3	Transvase de trasiego 1 a UMAs
Obstrucción	Bomba carbonato	Dosificaciones bicarbonato de sodio
Desgaste de sello hidráulico	Filtro prensa	Prensado de lodos

- **Evaluación de consecuencias**

En este punto se evalúan las fallas, si estas están a la vista del operario o si al contrario están ocultas a la vista. Además de las consecuencias que estas desencadenan.

Se considera una falla oculta está asociada a los equipos de protección que no son de falla segura tales como: válvulas de seguridad, generadores, frenos de emergencia, bombas de *standby*, entre otras.

- **Definición de la política de mantenimiento**

- En esta parte se analiza cada uno de los modos de falla según el principio de la confiabilidad de la metodología RCM.
- Se analiza si los costos de los mantenimientos son efectivos, de no serlo estos deberían ser eliminados.
- Por otra parte está que si las tareas fueran basadas en la condición seria menos costosas y mucho más efectivas en vez de llevarlas a la falla (Ver tabla 10)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Tabla 10. Selección de tareas óptimas

MODO DE FALLA	FUNCION	CONSECUENCIAS	TAREA NUEVA	FRECUENCIA	RESPONSABLE
FALLA A	FUNCION1	PELIGROSA	INSPECCION	DIARIO	OPERADOR
FALLA B	FUNCION2	OPERACIONAL	INSPECCION	SEMANAL	MECANICO
FALLA C	FUNCION3	OPERACIONAL	NO MANTENIMIENTO PROGRAMADO		
FALLA D	FUNCION4	OCULTA	PRUEBAS	SEMESTRAL	ELECTRONICO

Se deben tener en cuenta en este paso que tareas de mantenimiento no aportan beneficios para ser eliminadas, del programa de mantenimiento, que tareas serían más efectivas si realizan mediante diferentes rutinas, que fallas se manejarían mejor por medio de tecnología avanzada o simple, que tipo de información se debe recolectar para predecir mejor su comportamiento durante el ciclo de vida del equipo, que fallas se deben eliminar con la ayuda de un análisis de causa raíz (RCA). Además de su probabilidad, consecuencias y lo práctico que sea prevenirla. (Turner , 2008)

Hay 3 estrategias para mitigar o eliminar los modos de falla evidentes lo cuales son:

- **Mantenimiento predictivo (monitoreo de condición):** se determina según el intervalo entre el que ocurre la falla. Este se puede realizar con el equipo en línea y es mucho más económico, maximiza la vida del activo, no se debe tener un patrón de falla para ser ejecutado.

Se tienen varias técnicas para monitorear por este medio, lo más común es por medio de los sentidos (oído, vista y tacto), pero también se puede hacer por medio de equipos especializados tales como cámaras termo graficas, analizadores de vibraciones, analizadores de redes, entre otros. También se tiene el monitoreo de procesos como presión flujo, caudal, temperatura, corriente, entre otras.

- **Mantenimiento preventivo:** se hace mediante el programa de mantenimiento establecido en el cual se hace un cambio o reparación del elemento en falla y está determinado por la vida útil del elemento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- **Llevar a falla:** para tomar esta decisión se basa en los siguientes factores: las fallas son aleatorias o impredecibles o también se puede dar la situación de que el costo del mantenimiento preventivo sea mayor al de la falla.

- **Revisión y agrupación**

En esta parte se analizan y agrupan la tarea de mantenimiento según los perfiles de cada una de las personas que conforman el equipo de mantenimiento estando alineados con las políticas de mantenimiento y producción. Con el fin de reducir tiempos y volver el mantenimiento de los activos de la compañía más eficiente y efectivo

- **Aprobación e implementación**

Se analiza la propuesta por los directivos para su aprobación, recomendaciones o comentarios de tenerlos, posteriormente se tiene la puesta en marcha del programa, esta es la etapa más demorada del proceso además de que en esta es en la parte donde más se pueden presentar dificultades, es importante tener un líder para que este pendiente de todos los detalles y así la implementación sea todo un éxito.

- **Programa dinámico Kaizen**

Esta palabra viene del japonés significa mejora continua, y con este se busca asegurar que la implementación se haga de la mejor manera después de haber revisado el programa de mantenimiento y adaptando las herramientas de tecnología necesarias para iniciar con el proceso de mejoramiento.

La intención de este paso es tener a la compañía en busca continua de su mejoramiento, para ello se hace necesario crear conciencia de que es importante evaluar las garantías de todas las tareas y cada falla no planeada que se presente.

Para lograr las metas es importante contar con personal capacitado en técnicas de análisis e igualmente contar con la motivación al personal por parte de la dirección para crear en el trabajador un sentido de pertenecía, de compromiso y de creatividad para mejorar su trabajo y optimizar costos de producción.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

5.4 Dar a conocer el modelo aplicado

Luego de ser aprobado se establece un programa de capacitaciones a cada una de las personas de la compañía, con el fin de dar a conocer la nueva forma de realizar el mantenimiento en la empresa, el papel que cada uno desempeñara en esta nueva estrategia, los resultados que se desean obtener con esta nueva metodología y en busca del beneficio de cada uno de los colaboradores y de la empresa.

Este entrenamiento debe ser retroalimentado con el fin de que el conocimiento no se pierda, por el contrario se fortalezca y programa mejore los resultados cada vez más y la empresa se adapte a los cambios.

5.5 Identificación de línea o equipo piloto

Para establecer la línea o equipo piloto se tienen en cuenta factores como paradas del equipo y afectación de estas, intervenciones por fuera del horario laboral, criticidad de los paros y tiempo de trabajo.

Se propone utilizar como equipo o línea piloto la PTAR (planta de tratamiento de agua residual) debido a que esta es crítica para la compañía. Tiene un tiempo de trabajo 24 horas por 7 días a la semana, un paro en este equipo perjudica considerablemente a la empresa debido a que se puede generar represamiento de agua a tratar, afectando la compañía por paros de líneas de producción, ya que al ser empresa de alimentos la inocuidad es fundamental. Y un fallo en este equipo pararía procesos productivos por que se podría generar un desbordamiento de la trampa de grasa.

5.6 Creación de indicadores

Para llevar control en el área de mantenimiento existe una gran variedad de indicadores con los cuales se pueden trabajar, de los cuales se recomienda la utilización de 3 fundamentales, y los cuales se deben llevar mes a mes:

- **Disponibilidad:** es el cociente de dividir el nº de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el nº de horas totales de un mes: (Renovetec, 2018)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

$$D = \frac{HT-HPM}{HT} \quad (1)$$

Dónde:

D=disponibilidad

HT= horas totales

HPM=horas paradas por mantenimiento

- **Fiabilidad:** Similar a lo anterior pero en esta se cambia de parada por mantenimiento por horas mantenimiento no programado (correctivo)

$$F = \frac{HT-HPMNP}{HT} \quad (2)$$

Dónde:

F= fiabilidad

HT= horas totales

HPMNP=horas paradas por mantenimiento no programado

- **Mantenibilidad:** Es la sumatoria de los tiempos de realización de los mantenimientos correctivos dividido la sumatoria de mantenimientos realizados

$$M = \frac{\sum TRMC}{\sum MCR} \quad (3)$$

Dónde:

M= mantenibilidad

TRMC= tiempo de realización de mantenimiento correctivo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

MCR= mantenimiento correctivos realizados

5.7 Archivo técnico

Para la creación del archivo técnico se sugiere la adquisición de un archivador y ubicarlo en el taller de mantenimiento, el cual debe estar organizado en orden alfabético, y debe de incluir manuales de cada uno de los equipos, planos estructurales, planos eléctricos, despiece, planos de partes críticas. Para tener mejor control y agilizar los tiempos de búsqueda se debe crear un índice con los manuales disponibles físicamente

Hay que tener presente que no todos los manuales se pueden tener de modo físico por lo cual también se hace necesario la implementación de un archivo técnico en formato digital, el cual debe de tener el mismo sistema de organización que el físico. En este archivo lo ideal sería tener además de lo que posee el físico, el historial de cada uno de los equipos (registros de mantenimientos, repuestos y demás), contactos de proveedores para la solución de posibles fallas.

5.8 Entrenamiento a personal de la compañía

Se debe tener en cuenta la capacitación de todo el personal de la compañía debido a que cada uno juega un papel muy importante en la implementación de del sistema de mantenimiento. Todos deben de tener una capacitación general a cerca del nuevo sistema, adicionalmente se necesita que cada uno reciba una capacitación en el rol que van a desempeñar en la implementación.

De cada una de las capacitaciones se debe dejar un registro de asistencia del personal, con el fin de poder llevar un control. Esta debe llevar una información básica como: Quién preparó la LUP, fecha, título de la LUP, tipo de LUP (seguridad, medio ambiente, pequeña mejora, otros), Revisado y aprobado (Usualmente este espacio es diligenciado por el jefe de área), Consecutivo (determinado por el área central en el que reposa el archivo de LUP's). (ver imagen 10)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23



FORMATO DE LECCIONES DE UN PUNTO					
Elaborada por:				Área:	
Revisado por:				Fecha:	
Tipo de LUP	TPM	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Otros

Título: _____ N° _____

Imagen 2. Lección de un punto

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

6. CREACIÓN DE FORMATOS

6.1 Hoja de vida de equipos

Basados en la información actual de la compañía y adaptando el modelo PMO se decide adaptar un modelo de hoja de vida simple, pero cumpliendo con la información detallada de los equipos (Ver imagen 7).

En esta se tienen los datos técnicos del equipo que están plasmados en los siguientes ítems:

- **Código:** Es el número de activo del equipo dentro de la compañía
- **Nombre del equipo:** es la manera por la cual todo el personal conoce el equipo.
- **Ubicación:** este es el lugar en el cual está ubicado el equipo dentro de la empresa.
- **Proceso:** actividad principal para la cual es siendo usado el equipo (agitación, mezclado, pesaje, etc).
- **Fecha de ingreso:** fecha de ingreso del equipo a la compañía.
- **Clasificación de criticidad:** nivel de criticidad establecido según análisis con el formato de la compañía
- **Tipo de máquina:** Clasificación del equipo según el proveedor ejemplo: mezcladora, horno, etc.
- **Catálogo y planos del equipo:** hace referencia a dirección en cual se puede encontrar los manuales y/o planos. En este debe de haber un link que nos lleve a la dirección.
- **Descripción de Funcionamiento:** se expone el funcionamiento del equipo, condiciones de operaciones.
- **Imagen del equipo:** en está esta una foto del equipo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23


 HOJA DE VIDA DEL EQUIPO		IMAGEN DEL EQUIPO
DATOS TECNICOS		
CODIGO		
NOMBRE DEL EQUIPO		
UBICACIÓN		
PROCESO		
FECHA DE INGRESO		
CLASIFICACION DE CRITICIDAD		
TIPO DE MAQUINA		
CATALOGO Y PLANOS DEL EQUIPO		
MARCA Y FABRICANTE		
DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO		

Imagen 7. Hoja de vida

6.2 Análisis de fallas

El análisis de falla es una herramienta muy efectiva a la hora de prevenir recurrencias de fallas, ya que con esta se puede analizar la causa por la cual se generó la falla y se puede controlar o eliminar de raíz, para evitar daños por el mismo motivo, esto siempre y cuando las actividades que arroje después del análisis se ejecuten correctamente.

El análisis de causa raíz implementa el 5w +1H (Que, cuando, donde, quien, cual, como, en su traducción en inglés), con esta se identifica el punto exacto de la falla, además implementa los 5 porqué los cuales llevan a descubrir la causa raíz del fallo, estas se dividen en 5 tipos los cuales son: error humano, debilidad de diseño, falta de condiciones básicas, deterioro natural, deterioro forzado. Lo ideal es que para este análisis estén todas las personas presentes en el fallo del equipo (operarios y técnicos) (ver imagen 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23


 ANÁLISIS DE PROBLEMAS SIMPLES														
ADF's (Análisis de fallas) <input type="checkbox"/> ADP's (Análisis de problemas) <input type="checkbox"/> ADA's (Análisis de accidentes) <input type="checkbox"/> ADD's (Análisis de defectos) <input type="checkbox"/>														
Problema:	Consecutivo:													
Línea	Proceso:													
Fecha ocurrida del problema:	Fecha de análisis:													
Participantes del análisis:	Fecha de cierre:													
Análisis validado por:														
CHEQUEAR														
5W+1H														
¿QUÉ?	¿Qué veo, qué ocurre, qué pasa?													
¿CUÁNDO?	¿Cuándo ocurre lo que veo, durante que actividad específica (momento)?													
¿DÓNDE?	¿Dónde ocurre lo que veo, en que parte o lugar específico?													
¿QUIÉN?	¿Lo que ocurre depende de la habilidad de las personas?													
¿CUÁL?	¿Cuál es la tendencia, es aleatoria o sigue un patrón de ocurrencia?													
¿CÓMO?	¿Cómo se genera lo que ocurre, físicamente qué pasa y cómo lo que ocurre difiere del estado NORMAL?													
Resumen del Fenómeno:														
ANALIZAR														
PREGUNTA	RESPUESTA													
Por qué 1 ?														
Por qué 2 ?														
Por qué 3 ?														
Por qué 4 ?														
Por qué 5 ?														
Causa Raíz ?														
Relación con los 5 factores de falla (Marcar con una X):	<input type="checkbox"/> Deterioro forzado <input type="checkbox"/> Falta de condiciones de operación <input type="checkbox"/> Deterioro natural <input type="checkbox"/> Debilidad de diseño <input type="checkbox"/> Error humano													
PLANEAR														
Responsable	Fecha Ejecución x sem													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Prog														
Ejec														
Prog														
Ejec														
Prog														
Ejec														
Prog														
Ejec														
Prog														
Ejec														
HACER														
Consecutivo	Evidencias de los cambios realizados (Marcar con una X)				Descripción									
	Lup's	Mejoras	Estándar	Info MP										
TOTAL														

Imagen 8. Formato de análisis de falla

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

6.3 Registro de mantenimiento

En este formato se plasman las actividades realizadas dentro del mantenimiento, en este aparece qué tipo de mantenimiento de realizar ya sea preventivo, correctivo, predictivo, los tiempos de cada una de las actividades, el responsable de ejecutarlas y una firma de aprobación. (Ver imagen 9)


 REGISTRO DE MANTENIMIENTO			
FECHA DE MANTENIMIENTO			
ORDEN DE TRABAJO			
TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZADO			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS		RESPONSABLE	DURACION
RESPUESTOS UTILIZADOS		CANTIDAD	CODIGO
ENTREGA EL EQUIPO		ESTADO	
FIRMA DEL TECNICO DE MANTENIMIENTO		CUMPLE	NO CUMPLE
FIRMA DEL RESPONSABLE DEL AREA		CUMPLE	NO CUMPLE
OBESERVACIONES:			

Imagen 9. Registro de mantenimiento

6.4 Registro de inspecciones

Este formato se diseña para la inspección técnica a los equipos de producción y de laboratorio, este con el fin de eliminar mantenimientos preventivos innecesarios. En el formato se cuenta con una ubicación, responsable de la ejecución y fecha de esta.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

Cuenta con los diferentes sistemas encontrados en el equipo y los elementos que lo componen, cuenta con un ítem de operación en el cual se plasma si opera, no opera o no aplica, tiene un segundo ítem de condición en el cual se diligencia la condición del sistema (bueno, malo o regular), por último se tiene un espacio para observaciones y si es necesario remitirlo a una orden de mantenimiento. (Ver imagen 10)


 FICHA DE INSPECCION PARA EQUIPOS DE PRODUCCION Y EQUIPOS DE LABORATORIOS							
UBICACION							
QUIEN REVISIA							
FECHA DE INSPECCION							
SISTEMA	ELEMENTOS	OPERA			CONDICION		
		SI	NO	N/A	BUENA	REGULAR	MALA
ELECTRICO	CABLES						
	UNIONES						
	ACOPLES						
	INSTRUMENTOS						
	TOMA CORRIENTES						
	PROTECCIONES						
MECANICO	ESTRUCTURA						
	MOVILES						
	ESTATICOS						
	TRANSMISION						
	SUJECION						
NEUMATICO	DUCTOS						
	UNIONES						
	VALVULAS						
	ACOPLES						
	MANGUERAS						
	INSTRUMENTOS						
HIDRAULICO	DUCTOS						
	UNIONES						
	VALVULAS						
	ACOPLES						
	MANGUERAS						
	INSTRUMENTOS						
OBSERVACIONES:							

Imagen 10. Fichas de inspección de equipos de producción y de laboratorio (Autores, 2019)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

6.5 Software

Actualmente en la compañía MANE sucursal Colombia no cuenta con un software que este destinado para las actividades del area de mantenimiento por lo cual mucha información o trabajos realizados no quedan registrados en ningún lugar, es por eso que con el apoyo del coordinador del área de mantenimiento Esteban Henao se recopiló la mayor cantidad de información que se tenía acerca del área y se inició con la elaboración de un programa en Excel el cual llamamos GESTOR DE MANTENIMIENTO. (Ver imagen 11)



Imagen 6.5-1. Gestor de mantenimiento

Cada uno de los colaboradores del área de mantenimiento tiene su propio usuario y su respectiva clave para que pueda ingresar y plasmar la información de cada una de las actividades realizadas.

Se puede plasmar toda la información de un mantenimiento preventivo, en esta se puede encontrar varias opciones como fecha de inicio de trabajo con su hora de inicio y con una opción para anexar imágenes, fecha de terminación, detalles del trabajo, materiales utilizados y en caso de que se haga en acompañamiento de algún proveedor externo se pueden adjuntar formatos en pdf que suministre el proveedor o documentos escaneados. (ver imagen 12)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

MODIFICAR O CORRECTIVA

ALCANICE (Trabajos a realizar)

REVISION Y REPARACION DE BOMBA (BOMBEO POTABLE SISTEMA 1)

TIPO DE MANTENIMIENTO: CORRECTIVO PROGRAMADO (RMP)


TIPO DE SERVICIO: REPARACION

SISTEMA: H2O (hidrosistema)

NOMBRE LBT: CUARTO PTALL (PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS LLUVIAS)

CODIGO LBT:

EQUIPO A INTERVENIR:



NOOTRM: RM-30662

ESTADO: EN PROCESO

NUEVO ESTADO: EN PROCESO

CANCELAR ORDEN

TICKET RELACIONADO

Buscar Ticket

TRAMITE DE ORDEN


FECHA DE INICIO DE TRABAJOS | FECHA DE TERMINACION DE TRABAJOS | DETALLES DE TRABAJO | MATERIALES UTILIZADOS | ADJUNTAR FORMATOS

Fecha de Inicio DD/MM/AAAA

25/06/2019

Hora de Inicio HH:MM

7:45



UPLOAD IMAGEN ANTES

Imagen 6.5-2. Registro de mantenimiento preventivo

Con este programa las órdenes de trabajo se están intentando asociar a las órdenes de compra ya que antes no se hacía así esto, con el fin de tener un mayor control del inventario de repuestos y saber en qué se están implementando los materiales que se están adquiriendo con cada uno de los proveedores. (ver imagen 13)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

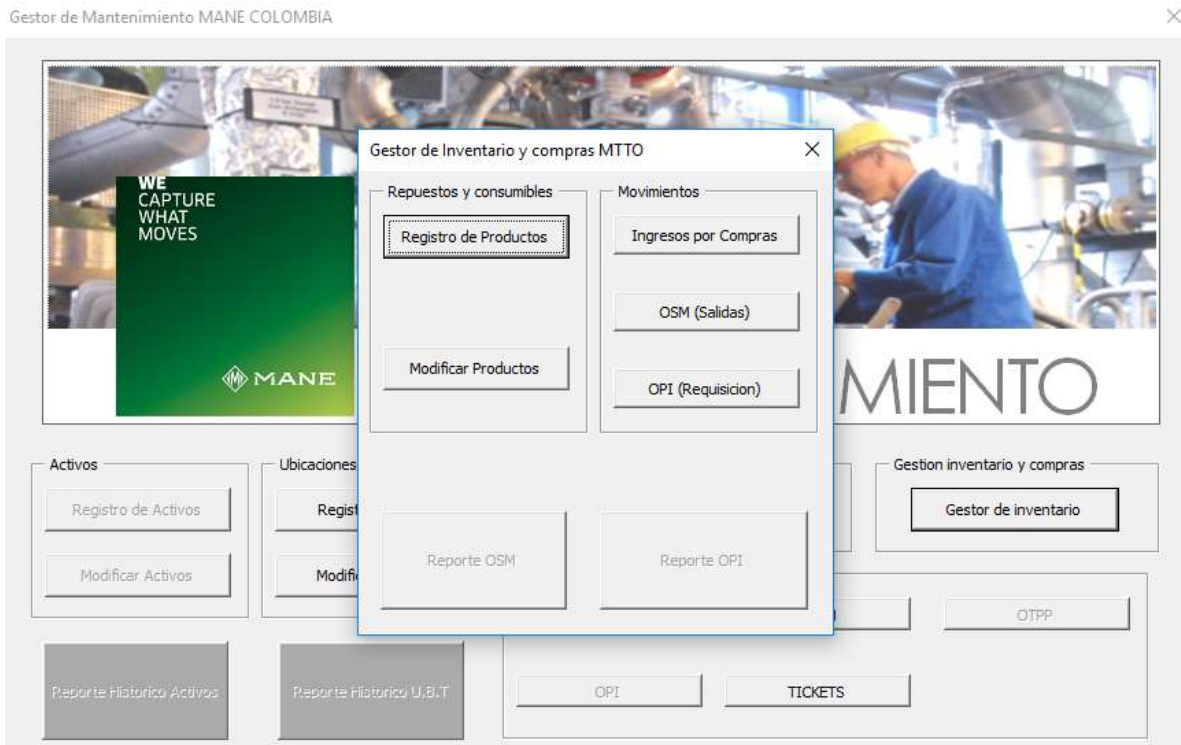


imagen 6.5-3 gestor de inventarios y compras

Este gestor fue diseñado con la finalidad de tener un poco mas de orden en el área y así ayudar a mostrar mas las actividades de mantenimiento y demostrar la importancia de tener un área mucho mas organizada, a futuro se cree que la empresa puede tener una implementación de SAP pero mientras esto ocurre creemos que se puede usar un programa como Project para así aliviar un poco la falta de organización que se tiene actualmente en el área con el tema documental ya que es un programa económico y es muy utilizado en diferentes obras de construcción y empresas para ayudar a las compañías a tener un mayor control de las áreas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

6.5.1 Software recomendado

En el mercado existe una gran cantidad de programas para la gestión de mantenimiento, de los cuales tienden a ser un poco costosos a la hora de la implementación, grandes empresas en el momento tienen como sistema implementado el SAP.

Este es el programa recomendado para utilizar debido a que este no solo abarca el área de mantenimiento si no todas las demás áreas de la compañía así todos trabajan de la misma manera y con los mismos lineamientos para el registro de la información. El único inconveniente es el alto costo a la hora de la implementación, por esta razón se presenta una segunda propuesta para la implementación de un programa de mantenimiento.

Como una segunda opción recomendamos la utilización de Project para la programación de las diferentes actividades del área de mantenimiento, aunque este programa se puede utilizar en toda la compañía, cada área le da el manejo según sus necesidades, la implementación de este programa es menos costosa que la de otros.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

7.RESULTADOS

7.1 Resultados Obtenidos de la Encuesta

Según las diferentes preguntas realizadas a los colaboradores de la compañía del área de mantenimiento se obtuvieron los siguientes resultados

- El ambiente laboral ha mejorado significativamente en el último año y se puede ver mucho más apoyo entre compañeros.
- Se debe reevaluar la distribución de responsabilidades entre los integrantes del área ya que algunos tienen mucha más carga que otros y se tienen las mismas habilidades por el nivel profesional que se tiene.
- Se debe evaluar cómo se va manejar el tema de inventario de repuestos ya que hay un vacío muy grande en este tema y no se asocian las órdenes de compra con los mantenimientos preventivos y correctivos
- No existe un nivel de confianza para con los técnicos ya que sus decisiones sobre implementación de repuestos son cuestionadas en varias oportunidades. esto retrasa los tiempos de ejecución y de mantenimiento.
- Se logra ver que las diferentes áreas de la compañía ven que la reacción de mantenimiento es muy lenta y que son los causantes de los retrasos en sus procesos.
- Mucha demora en la aprobación de mantenimientos y insumos necesarios para el sostenimiento de equipos y infraestructura.
- No se tiene definido un presupuesto para el área ya que este es compartido con las áreas de producción y no se tiene claridad cuanto está destinado para mantenimiento anualmente
- Actualmente la empresa cuenta con dos métodos de mantenimiento preventivo y correctivo, siendo mantenimiento correctivo el que más se implementa ya que por

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

diferentes requerimientos de las áreas no alcanza los tiempos para la ejecución de los mantenimientos preventivos

- Actualmente no se cuenta con un instructivos de mantenimientos
- No se analizan las fallas de los equipos
- No se realizan capacitaciones en la compañía para darles a conocer la importancia del área de mantenimiento y como darle el mejor uso a esta área
- No se cuentan con equipos de medición que sirvan para predecir algunas fallas antes de que ocurra
- Para muchos requerimientos no se informa con tiempo un tiempo prudente al personal del área así afectando las actividades ya programadas durante la semana
- Mal uso del recurso humano del área para actividades que pueden ser realizadas por personas que están en el área del requerimiento.

7.2 Clasificación de la infraestructura

Luego de esta información se recopila en una tabla para poder dar la clasificación (ver tabla 7) en la cual todos los datos se suman y se catalogan dentro de unas características que deben cumplir.

Tabla 8. Clasificación de la infraestructura (MANE Sucursal Colombia , 2012)

MANE COLOMBIA		CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO DE FALLA						MENU			
SISTEMA	RECURSO FISICO	IMPACTO EN LA CONFORMIDAD DEL PRODUCTO (eficacia)	IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS	IMPACTO EN DISPONIBILIDAD Y CAPACIDAD DE LOS PROCESOS	COSTO DE LAS FALLAS	IMPACTO EN LA SEGURIDAD E INOCUIDAD	TOTAL IMPACTO DE LA FALLA	NIVEL PROBABILIDAD DE FALLA	PRIORIDAD DE RIESGO	TIPO DE RECURSO	
Mezclado y homogenización	TAMIZADOR (zaranda)	10	10	10	5	10	45	5	225	NIVEL 2	
	PREHOMOGENIZADOR	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	MEZCLADOR DE POLVOS 1 TN	10	10	10	5	10	45	3,5	157,5	NIVEL 3	
	MEZCLADOR POLVOS MEDIANO	10	10	10	5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	HOMOGENIZADOR	10	10	10	10	10	50	7,5	375	NIVEL 1	
	REACTORES	10	7,5	2,5	2,5	10	32,5	1	32,5	NIVEL 4	
	ROTAMIX PS RM01	10	10	10	5	10	45	5	225	NIVEL 2	
	ROTAMIX PF RM01	10	10	10	5	10	45	5	225	NIVEL 2	
	ROTAMIX PF RM02	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PS RM02	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PF RM03	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PS RM03	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PF RM04	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PS RM04	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PF RM05	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	ROTAMIX PS RM05	10	10	2,5	5	10	37,5	5	187,5	NIVEL 3	
	VARIADORES	10	10	7,5	7,5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	VARIADORES	10	10	7,5	7,5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	MEZCLADOR 1 GL	10	10	5	1	10	36	2,5	90	NIVEL 3	
	MEZCLADOR 1 GL	10	10	5	1	10	36	2,5	90	NIVEL 3	
	BATIDORA	10	5	10	5	10	40	2,5	100	NIVEL 3	
	BATIDORA	10	5	10	5	10	40	2,5	100	NIVEL 3	
	AGITADOR ULTRATURA	10	10	10	5	10	45	5	225	NIVEL 2	
MESAS DE TRABAJO	5	10	5	5	5	30	5	150	NIVEL 3		
POZUELOS INOXIDABLES	10	10	10	1	10	41	2,5	102,5	NIVEL 3		
Instalaciones (edificios e infraestructura)	TECHOS	5	5	5	1	10	26	5	130	NIVEL 3	
	MUROS	5	5	5	1	10	26	5	130	NIVEL 3	
	PUERTAS	5	5	5	1	5	21	5	105	NIVEL 3	
	MALLAS	5	1	1	1	1	9	1	9	NIVEL 4	
	PISOS	1	5	5	1	10	22	5	110	NIVEL 3	
	DEMARCACION	10	10	5	1	10	36	5	180	NIVEL 3	
	APARATOS SANITARIOS	1	5	1	1	10	18	5	90	NIVEL 3	
	FACHADA	1	1	1	1	1	5	1	5	NIVEL 4	
	CARRETELLA ALMACEN	1	10	5	1	10	27	1	27	NIVEL 4	
	CARRETELLA ALMACEN	1	10	5	1	10	27	1	27	NIVEL 4	
Equipos de transporte internos	ESTIBADOR MANUAL	1	10	5	1	10	27	1	27	NIVEL 4	
	ESTIBADOR MANUAL	1	10	5	1	10	27	1	27	NIVEL 4	
Equipos y dispositivos	MONTACARGAS	1	10	10	10	10	41	2,5	102,5	NIVEL 3	
	CAMARA CLIMATICA	10	10	10	7,5	10	47,5	10	475	NIVEL 1	
Suministro y extracción de aire	CAMARA CLIMATICA	10	10	10	7,5	10	47,5	10	475	NIVEL 1	
	COMPRESOR AIRE KAESER	10	10	10	10	10	50	7,5	375	NIVEL 1	
	AIRES	7,5	5	5	5	7,5	30	5	150	NIVEL 3	
	AIRE ACONDIC. CONT. CALIDAD	10	10	10	5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	AIRE ACONDICIONADO	10	10	10	5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	VENTILADOR CABINA EVALUACION	5	10	10	1	1	27	1	27	NIVEL 4	
	REJILLAS AIRES	5	2,5	2,5	1	5	16	1	16	NIVEL 4	
	AIRE ACONDICIONADO	10	10	10	5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	AIRE ACONDICIONADO	10	10	10	5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	AIRE ACONDICIONADO	1	5	5	5	1	17	2,5	42,5	NIVEL 4	
AIRE ACONDICIONADO	1	5	5	5	1	17	2,5	42,5	NIVEL 4		
AIRE ACONDICIONADO	1	5	5	5	1	17	2,5	42,5	NIVEL 4		
AIRE ACONDICIONADO	1	5	5	5	1	17	2,5	42,5	NIVEL 4		
VENTILADOR	5	10	10	1	1	27	1	27	NIVEL 4		
Control de proceso	FILTROS INOX	10	10	5	5	10	40	7,5	300	NIVEL 2	
	DETECTOR DE METALES	10	10	10	1	10	41	10	410	NIVEL 1	
	TAMIS (zaranda)	10	10	5	5	10	40	8,5	340	NIVEL 2	
Almacenamiento	CUARTO FRIO	5	5	10	2,5	7,5	30	7,5	225	NIVEL 2	
	REFRIGERADOR LAB. SABORES	10	10	5	2,5	10	37,5	2,5	93,75	NIVEL 3	
	REFRIGERADOR LAB. SABORES	10	10	5	2,5	10	37,5	2,5	93,75	NIVEL 3	
Servicios	HORNILLA ELECTRICA	2,5	10	10	1	2,5	26	1	26	NIVEL 4	
	TERMOTANQUE PS	5	7,5	5	7,5	10	35	7,5	262,5	NIVEL 2	
	HIDROLAVADORA PS	1	5	5	7,5	1	19,5	2,5	48,75	NIVEL 4	
	HIDROLAVADORA PF	1	5	5	7,5	1	19,5	2,5	48,75	NIVEL 4	
	HIDROLAVADORA ALMACEN	1	5	5	7,5	1	19,5	2,5	48,75	NIVEL 4	
	TRANSFORMADOR ELEVADOR	10	10	10	10	5	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	EQUIPO DESIONIZACION AGUA	10	10	10	1	10	41	2,5	102,5	NIVEL 3	
	SELLADORA LAB. SABORES	10	5	5	1	10	31	1	31	NIVEL 4	
	HORNO MICROONDAS LAB. SAB	1	1	1	2,5	1	6,5	1	6,5	NIVEL 4	
	HORNO DE GAS LAB. SABORES	10	5	10	5	10	40	2,5	100	NIVEL 3	
	ESTUFA DE 4PUESTOS LAB. SAB	10	5	10	5	10	40	2,5	100	NIVEL 3	
	MAQUINA DE HELADOS LAB. SAB.	10	10	10	7,5	10	47,5	2,5	118,75	NIVEL 3	
	BOMBONERA LAB. SABORES	10	10	10	5	10	45	2,5	112,5	NIVEL 3	
	SELLADORA LAB. SABORES	10	5	5	1	10	31	1	31	NIVEL 4	
	SELLADORA LAB. FRAG	10	5	5	1	10	31	1	31	NIVEL 4	
	LAVADORA Y SECADORA FRAG	1	5	5	5	5	21	1	21	NIVEL 4	
	LAVADORA Y SECADORA FRAG	1	5	5	5	5	21	1	21	NIVEL 4	
	EXTRUSURA JABON FRAG	1	10	10	10	5	36	2,5	90	NIVEL 3	
	DISPENSADORES DE AGUA	1	1	1	1	7,5	11,5	5	57,5	NIVEL 3	
	TROQUEL JABON FRAG	10	10	10	10	10	50	7,5	375	NIVEL 1	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

CONCLUSIONES

- Después de hacer un análisis de la situación actual de la empresa de sabores y fragancias MANE sucursal Colombia y con la ayuda de una encuesta, se puede concluir que no existe un programa de mantenimiento efectivo, que garantice el buen funcionamiento de los equipos de la compañía. Así mismo se puede detectar la falta de personal en el área de mantenimiento.
- Posterior a realizar un diagnóstico detallado del área de mantenimiento de la empresa de sabores y fragancias MANE sucursal Colombia se puede evidenciar que hay algunas falencias en el área documental y que la empresa actualmente solo está abordando todo lo referente a mantenimientos correctivos y está dejando de lado los mantenimientos preventivos, no se está teniendo en cuenta que no todos los equipos necesitan realizar mantenimientos si no que necesitan realizar inspecciones técnicas.
- Se sugiere aplicar como sistema gestión y estrategia de mejórala metodología PMO, debido a que la compañía ya cuenta con cierto sistema de mantenimiento implementado, y este se hace más eficaz a la hora de administración de los recursos, además de que cuando se quiera migrar a otra metodología tal como el RCM se va a hacer mucho más sencillo ya que se tiene una gran cantidad e información levantada
- Para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento la investigación, la disposición, la documentación y la formación son factores fundamentales y a las cuales la compañía debe prestar especial atención para que el desarrollo sea eficiente y eficaz

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

- Para lograr que la implementación de la metodología tenga éxito es indispensable tener el 100% de la dirección de la empresa para poder lograr los objetivos de lo contrario estaría destinado al fracaso.
- El punto más crítico a atacar es la actitud de los operarios de los diferentes equipos de la empresa, debido a que ven este tipo de proyectos como una interferencia o una carga adicional a su trabajo, es necesario que generen un sentido de pertenencia con respecto a la compañía, crearles la cultura de que estar en la implementación del PMO es una forma de ayudar a que la compañía avance y sea competente en el mercado.

RECOMENDACIONES

- Realizar un despiece de los diferentes componentes que están en los equipos
- Elaborar un listado de repuestos que sean indispensables tener en la compañía.
- Llevar acabo ADF de los diferentes daños que generen grandes paros productivos con la finalidad de irlos resolviendo.
- Separar un espacio solo destinado para el almacenamiento de repuestos y designar una persona para el manejo de estos.
- Implementar listas de verificación de los equipos
- En un futuro pensar en la implementación de un software para el área de mantenimiento; por lo pronto utilizar las herramientas que se tienen como Excel o Project para darle un mejor uso a las órdenes de trabajo.
- Asociar las órdenes de compra con las de trabajo para así llevar un mejor control de la implementación del presupuesto de mantenimiento
- Realizar capacitaciones a todo el personal de la compañía para que se conozca la importancia del área de mantenimiento y como se le debe dar un uso adecuado al

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

personal que es el encargado de que todo esté en correctas condiciones de operación.

- Se sugiere la implementación de un programa de gestión de mantenimiento ya sea SAP o Project, el primero con miras a un control más organizado de toda la compañía debido a que este sistema se puede utilizar en todas las áreas, o ya bien un programa como Project el cual se puede utilizar solo en área de mantenimiento con miras a un control más organizado de toda la información.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23

REFERENCIAS


- Campuzano, D. R. (21 de noviembre de 2013). Sistema de gestión de mantenimiento. La paz, Bolibia.
- Concha , M. (23 de Marzo de 2018). *Tipos de mantenimiento*. Obtenido de <http://www.sakalindustrial.cl/2018/03/23/tipos-de-mantenimiento/>
- García Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- García, O. (Julio de 2007). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320540199_El_Sistema_PMO_Optimizacion_Real_del_Mantenimiento_Planeado
- Giraldo, L. A. (2014). *Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en la confiabilidad, condicion y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmision nacional*. Medellín, Colombia .
- Jaramillo, J. F. (Septiembre de 2017). Estrategias modernas para mantenimiento.
- MANE Sucursal Colombia . (2012). Guarne , Antioqua, Colombia.
- Moubray, J. (2015). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Obtenido de www.soporteycia.com.co
- petroquimica. (2012). *Mantenimiento petroquimica*. Obtenido de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>
- reliabilityweb. (2019). *PMO – Optimización de Mantenimiento Parte 1*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/pmo-optimizacion-de-mantenimiento>
- Renovatec. (2015). *ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO*. Obtenido de <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/9-estrategias-de-mantenimiento/6-estrategias-de-mantenimiento>
- Renovatec. (2018). Obtenido de TIPOS DE MANTENIMIENTO : <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Renovetec. (2018). *INDICADORES EN MANTENIMIENTO*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- Turner , s. (diciembre de 2008). *planned maintenance optimisation*. OMSC INTERNATIONAL.

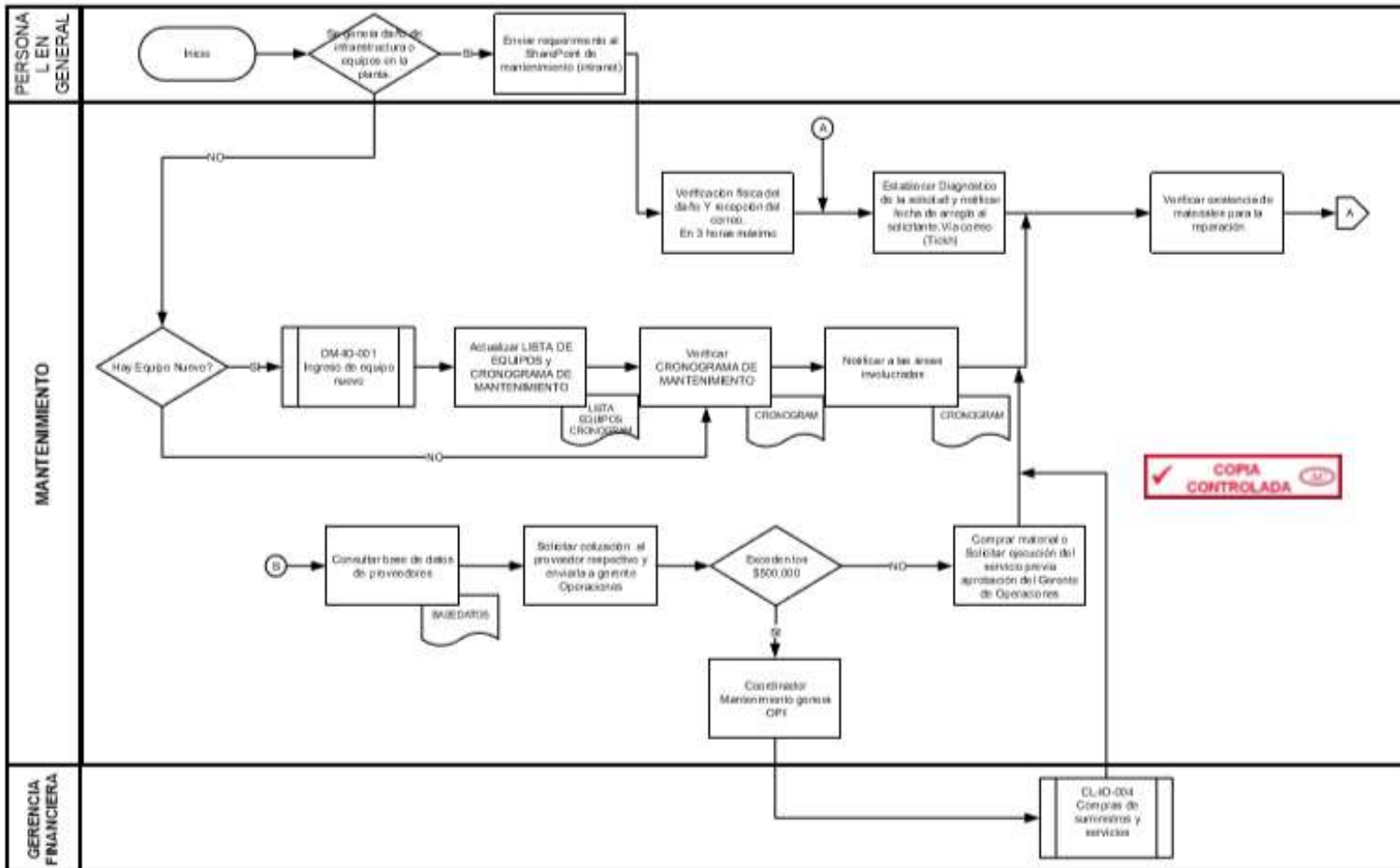
	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2019-08-23


Venkatesh, J. (2005). *An Introduction to Total Productive*. Obtenido de <http://faculty.nps.edu/dl/sysengineering/se3302/pdf/anintroductiontototalproductivemaintenance.pdf>

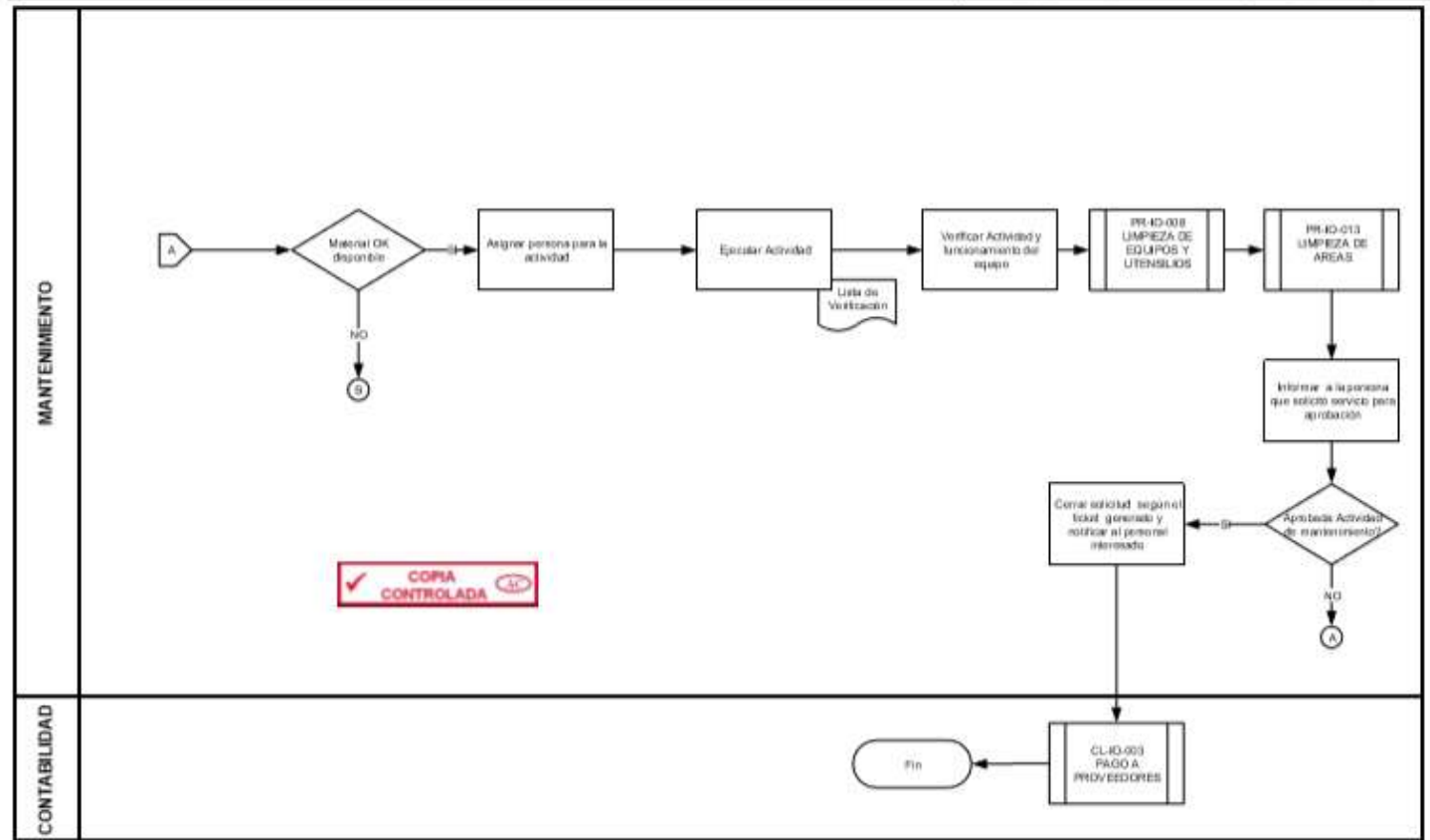
ANEXOS

ANEXO 1. Mantenimiento interno


		NIVEL DE DOCUMENTO: PROCEDIMIENTO GENERAL	CODIGO: DM-PG-001
TITULO DEL DOCUMENTO: MANTENIMIENTO INTERNO		FECHA DE EMISION: 21-may-18	
AREA: MANTENIMIENTO		ESTADO DE REVISION: 08	
ELABORO: Jorge Arboleda Coordinador Mantenimiento	REVISÓ: Juan Fernando Arroyave Gerente operaciones	APROBO: Alejandro Henao Perez Gerente General	HOJA: 1 DE: 2

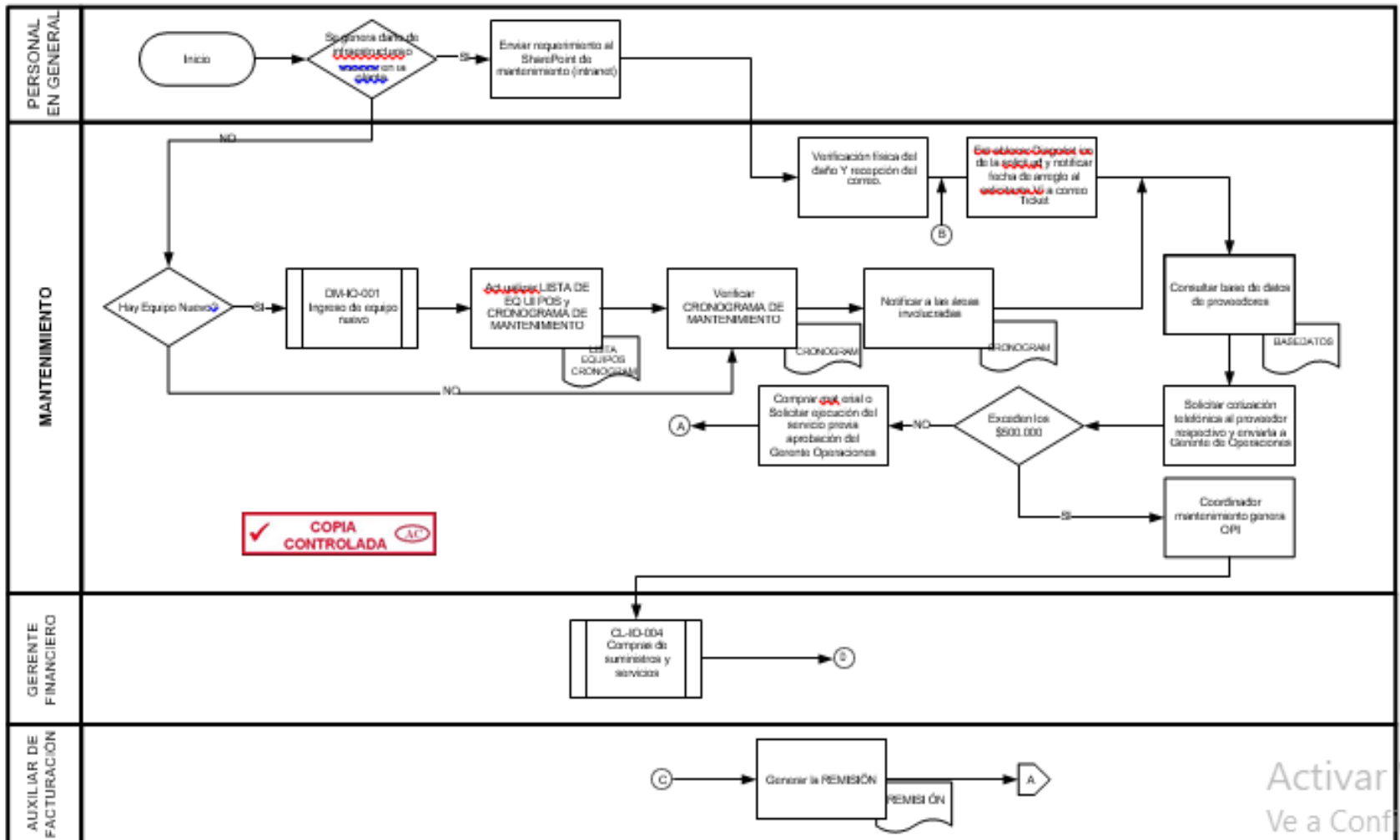



	NIVEL DE DOCUMENTO	PROCEDIMIENTO GENERAL		CODIGO
				DM-PG-001
TITULO DEL DOCUMENTO	MANTENIMIENTO INTERNO		FECHA DE EMISION	21-may-18
AREA	MANTENIMIENTO		ESTADO DE REVISION	08
			HOJA:	2 DE: 2

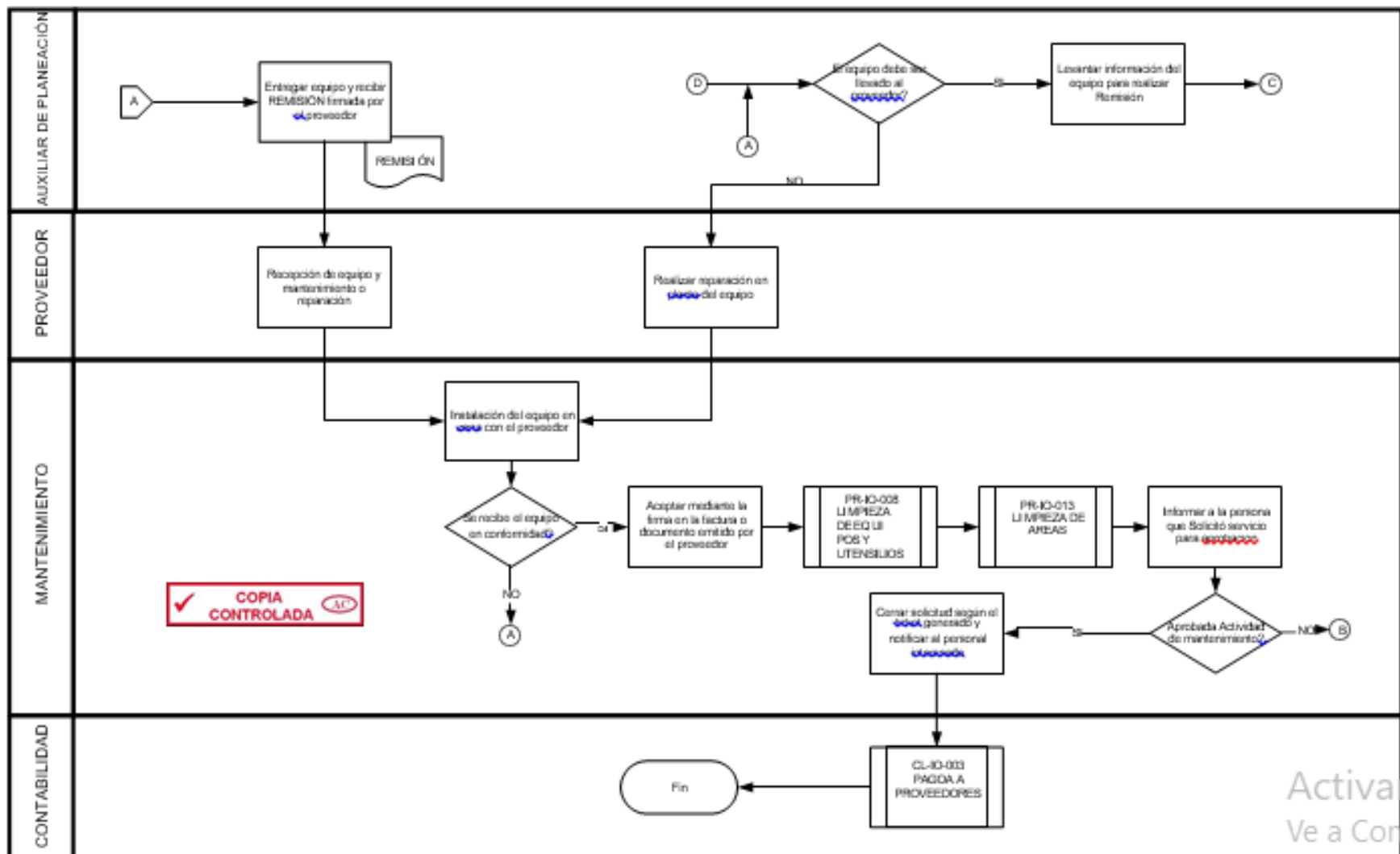



ANEXO 2. Mantenimiento externo

	NIVEL DE DOCUMENTO	PROCEDIMIENTO GENERAL	CODIGO	DM-PG-002
TITULO DEL DOCUMENTO			FECHA DE EMISION	21-may-18
AREA			ESTADO DE REVISION:	02
ELABORO	REVISO	APRUBO	HOJA:	1 DE: 2
Jorge Arboleda Coordinador Mantenimiento	Juan Fernando Arroyave Gerente de Operaciones	Alejandro Henao Gerente Gerente General		



	NIVEL DE DOCUMENTO	PROCEDIMIENTO GENERAL		CODIGO
				DM-PG-002
TITULO DEL DOCUMENTO			FECHA DE EMISION	
MANTENIMIENTO EXTERNO			21-may-18	
AREA			ESTADO DE REVISION: 02	
MANTENIMIENTO			HOJA: 4	DE: 4



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

FIRMA ESTUDIANTES

Hernan Ramirez

Juan David Ospina

[Signature]

FIRMA ASESOR

Se entrega informe final corregido por primera vez

FECHA ENTREGA: Agosto 26 de 2019

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____