

Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento de los activos de una Compañía
Certificadoras de Productos y Servicios.

Ing. Geovanny Alexander Villanueva Gonzalez

Ing. Andrés Fernando Naranjo Mateus

Ing. Edgar Jerez Romero

Asesor

MCS Miguel Angel Urián

Especialización en Gerencia en Mantenimiento
Dirección de Posgrados
Universidad ECCI
Bogotá D.C Abril, 2021

Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento de los de los activos de una Compañía
Certificadoras de Productos y Servicios.

Geovanny Alexander Villanueva Gonzalez Cod. 44958

Andres Fernando Naranjo Mateus Cod. 85182

Edgar Jerez Romero Cod. 44956

Proyecto de Grado para optar al
Título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento

Especialización en Gerencia en Mantenimiento
Dirección de Posgrados
Universidad ECCI
Bogotá D.C. Abril, 2021

Tabla de contenido

1.	Título de la Investigación	10
2.	Problema de investigación.....	10
2.1.	Descripción del problema	10
2.2.	Planteamiento del problema.....	11
2.3.	Sistematización del problema	11
3.	Objetivos de la investigación.....	12
3.1.	Objetivo general.....	12
3.2.	Objetivos específicos	12
4.	Justificación y delimitación	12
4.1.	Justificación	12
4.2.	Delimitación.....	15
4.3.	Limitaciones.....	15
5.	Marco conceptual	16
5.1.	Estado del arte.....	16
5.1.1.	Estado del arte a nivel Nacional	16
5.1.2.	Estado del arte a nivel Internacional.....	24
5.2.	Marco teórico	28
5.2.1.	Mantenimiento.....	28
5.2.2.	Análisis de equipos	29
5.2.3.	Matriz de Criticidad.....	31
5.2.4.	Taxonomía de activos	32
5.2.5.	Planeación estratégica.....	33
5.2.6.	Indicadores de mantenimiento.....	35
5.3.	Marco legal	36
6.	Marco Metodológico	37
6.1.	Recolección de la Información	37
6.1.1.	Tipo de investigación.....	37
6.1.2.	Fuentes De Obtención de la Información	38
6.2.	Análisis de la Información.....	49
6.2.1.	Aplicación de la Matriz de Excelencia	49
6.2.2.	Análisis de información de Matriz DOFA	50
6.2.3.	Análisis de costos actuales de mantenimiento.....	52
6.3.	Propuesta de solución.....	53
6.3.1.	Ajuste en taxonomía de equipos.....	55

6.3.2.	Matriz de criticidad de activos.....	56
6.3.3.	Estandarización de intervenciones de mantenimiento por familia de equipos	59
6.3.4.	Planeación estratégica.....	62
7.	Impactos esperados.....	68
8.	Análisis financiero	69
9.	Conclusiones y recomendaciones	72
9.1.	Conclusiones	72
9.2.	Recomendaciones	73
10.	Bibliografía.....	74
11.	Referencias	76

Tabla de tablas.

Tabla 1 - Resumen de revisión de literatura del artículo estudiado.....	20
Tabla 2 - Marco legal.....	37
Tabla 3- Tabla tipos de investigación.....	38
Tabla 4 - Sección de tabla de costos de mantenimiento para el año 2020	47
Tabla 5 - Aplicación de la matriz de Excelencia	50
Tabla 6 - Resultados de matriz de Excelencia	50
Tabla 7 - Análisis de Matriz DOFA	52
Tabla 8 - Mensualización de los costos de Mantenimiento en millones de pesos para el 2020	53
Tabla 9 - Familias propuestas para organización de la Taxonomía	55
Tabla 10 - Factores de frecuencia y valores de ponderación para matriz de criticidad equipos	56
Tabla 11 - Factores de consecuencias para los equipos de laboratorio	57
Tabla 12 - Matriz de criticidad FF vs CO.....	58
Tabla 13 - Sección de aplicación de matriz de criticidad para los equipos de laboratorio.....	59
Tabla 14 - Protocolo de mantenimiento para la familia de Cromatógrafos.....	62
Tabla 15 - Indicador de productividad personal de mantenimiento	65
Tabla 16 - Plan Integrado de Capacitación y actividades.....	66
Tabla 17 - Plan de desarrollo individual.....	66
Tabla 18 - Indicador de cumplimiento de plan de capacitación	67
Tabla 19 - Indicador de cumplimiento cliente interno	67
Tabla 20 - Indicador de ejecución de contratos	68
Tabla 21 - Comparativo de estado inicial y proyección del resultado de implementación de la propuesta.....	69
Tabla 22 - Proyección de reducción de costos	69
Tabla 23 - Inversión para implementación	70

Tabla de figuras.

Figura 1 - Ubicación geográfica.....	15
Figura 2 - Cuadro de Mando Integral	19
Figura 3 - Factores que influyen en la confiabilidad de un equipo o sistema	22
Figura 4 - Elementos de planeación	26
Figura 5 - Fases de Reingeniería	28
Figura 6 - Matriz de criticidad	32
Figura 7 - Estructura de taxonomía sugerida.....	32
Figura 8 - Esquema básico de Gestión y Planeación estratégica.....	33
Figura 9 - Valores finales de la Organización	34
Figura 10 - Percepción de valor según el enfoque.....	34
<i>Figura 11 - Programa de trabajo.....</i>	<i>41</i>
Figura 12 - Organigrama actual.....	43
Figura 13 - Organigrama actual del Mantenimiento	44
Figura 14 - Caracterización de procesos.....	45
Figura 15 - Sección de cronograma de mantenimiento 2020	46
Figura 16 - Estructura actual de Taxonomía de equipos	47
Figura 17 - Propuesta de codificación de equipos	56
Figura 18 - Pilares para el desarrollo de la planeación estratégica.....	64

Resumen

El presente trabajo está enfocado en la oportunidad de mejora del proceso de Gestión de Mantenimiento, en donde se realizó el diagnóstico y análisis inicial del proceso actual de la compañía, encaminada a generar la metodología más adecuada para el desarrollo de la investigación.

Una vez realizada toda la evaluación se propuso generar la planeación estratégica, en busca de mejorar las debilidades detectadas durante el proceso de análisis de la información, por anterior dentro del marco de desarrollo, se definieron pilares para la gestión; talento humano, cliente interno, planeación, contratistas, gestión de repuestos, áreas transversales internas y control de gastos, apoyados en indicadores que garanticen el cumplimiento de las metas establecidas, dando como resultado los impactos esperados descritos.

El presente trabajo toma referencia en la Norma ISO 50001 del sistema de gestión de activos como resultado las siguientes recomendaciones; Garantizar que la Gerencia y la Organización conozca el aspecto fundamental que quiere realizar el Área de Mantenimiento en la compañía, implementando el RCM.; Prestar apoyo, espacios y tiempos para retroalimentar al personal Operativo, Supervisión y Gerencia; Garantizar condiciones favorables de espacios recursos, capacitación y remuneración al Personal del área de mantenimiento; Eliminar la rotación de personal operativo; Fomentar el mantenimiento autónomo del personal operativo.

Abstract

This work is focused on the opportunity to improve the Maintenance Management process, where the initial diagnosis and analysis of the company's current process was carried out, aimed at generating the most appropriate methodology for the development of the research.

Once all the evaluation had been carried out, it was proposed to generate strategic planning, in order to improve the weaknesses detected during the information analysis process, previously

within the development framework, pillars for management were defined; human talent, internal client, planning, contractors, spare parts management, internal transversal areas and cost control, supported by indicators that guarantee the fulfillment of the established goals, resulting in the expected impacts described.

This work takes reference in the ISO 50001 Standard of the asset management system as a result of the following recommendations; Guarantee that the Management and the Organization know the fundamental aspect that the Maintenance Area wants to carry out in the company, implementing the RCM. Provide support, spaces and times to provide feedback to Operational, Supervision and Management personnel; Guarantee favorable conditions of space for resources, training and remuneration to the Personnel of the maintenance area; Eliminate the rotation of operational personnel; Promote the autonomous maintenance of operating personnel.

Palabras Claves

Metodología, Gestión, Planeación, Control, Mantenimiento

Keywords

Methodology, Management, Planning, Control, Maintenance

Dedicatorias

"Dedicado a mis padres, mi hermano menor y mi pareja por su acompañamiento para el cumplimiento de esta meta ya que todos mis logros nunca han sido individuales, siempre son gracias a ustedes."

Geovanny Alexander Villanueva Gonzalez

"Dedicado primeramente a mi madre, que siempre deposito en mí su confianza para salir adelante; a mi padre y mi hermana por apoyarme de manera incondicional durante este largo camino; a mi compañera de vida por su acompañamiento completo en esta etapa de mi vida, por entregarse a nuestro hogar como solo ella lo puede hacer."

Edgar Jerez Romero

1. Título de la Investigación

Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento de los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema

La Compañía Certificadoras de Productos y Servicios. es una compañía dedicada a los servicios de verificación, inspección análisis y certificación de productos y servicios, con diferentes líneas de negocio, siendo estas: Industrial Services, Minerals Services, Consumer Testing Services, Certification and Business Enhancement, Environmental Services, Oil, Gas and Chemicals Services, y Academy; para optimizar las actividades de marketing y consecución de clientes se ubican estratégicamente en distintas zonas del país sedes y laboratorios los cuales cuentan con una serie de equipos y sistemas que permiten desarrollar la actividad económica de la Compañía. Por consiguiente, el uso continuo de estos equipos ocasiona que poco a poco la vida útil de estos, disminuya o se deteriore. Por lo anterior la compañía ha conformado un área denominada Mantenimiento cuya responsabilidad es gestionar las actividades de reparación, conservación y preservación de los activos de los laboratorios buscando la mejora continua, el control de los costos y garantizar la operación.

En la línea de Environment, Health & Safety (EHS) sede Bogotá, la planeación de mantenimiento se desarrolla por medio de un cronograma de Mantenimiento, con participación de personal interno y externo con unas frecuencias estipuladas y unos costos aproximados. Sin embargo, esta estrategia de mantenimiento no cuenta con las actividades a detalle que se deben desarrollar en dichos mantenimientos, además que en algunos casos los recursos necesarios se desconocen y no se cuenta con indicadores o parámetros que permitan conocer la efectividad del mantenimiento

realizado interno o externo en función de la operación de los equipos. Esto ocasiona que no se controlen de forma organizada los costos de mantenimiento y no se desarrolle de la mejor manera la Gestión y Mantenimiento de los activos.

2.2. Planteamiento del problema

De acuerdo a la anterior descripción del problema se llega al siguiente planteamiento:

¿Cómo desarrollar una propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento de los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios?

2.3. Sistematización del problema

El área de Mantenimiento cuenta con un Software de Mantenimiento denominado MTM al cual se debe tener acceso para conocer la hoja de vida de los equipos. Otro punto importante a resaltar es que se debe realizar la revisión de las operaciones ejecutadas por los equipos para determinar los alcances de los mismos en función de la producción, esto con el fin de que se pueda desarrollar una estrategia de mantenimiento en la cual, junto con los manuales, el conocimiento técnico y el apoyo de los proveedores que aporte a la adecuada planeación y ejecución del plan de mantenimiento de los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.

- ¿Cómo se está desarrollando actualmente el mantenimiento de los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios?
- ¿Qué técnicas y estrategias de mantenimiento son aplicables a los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios?
- ¿Cuál es la estructura de gestión aplicable a los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios para mejorar la gestión interna de mantenimiento?

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo general

Desarrollar y presentar una propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento de los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.

3.2. Objetivos específicos

Para el desarrollo del siguiente trabajo de grado se desarrollarán los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de la condición actual de la Gestión de Mantenimiento para los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios y las particularidades que pueden impactan el desarrollo de la misma.
- Recolectar la documentación que permita estructurar la propuesta de Gestión de Mantenimiento para los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.
- Desarrollar la propuesta de Gestión de Mantenimiento para los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.

4. Justificación y delimitación

4.1. Justificación

La Compañía Certificadoras de Productos y Servicios es de carácter Multinacional líder mundial en las siguientes categorías:

Inspección: la cartera integral de servicios de inspección y verificación, como la comprobación del estado y del peso de los productos comercializados en los transbordos, ayudan a controlar la cantidad y la calidad, y a cumplir con los requisitos reglamentarios relevantes en diferentes regiones y mercados.

Ensayos: la red mundial de instalaciones de ensayos, cuenta con un personal formado y experto, que permite reducir riesgos, tiempo de acceso al mercado y garantizar la calidad, la seguridad y el rendimiento de los productos según los estándares aplicables de salud, seguridad y reglamentación

Certificación: Se realizan pruebas de productos, procesos, sistemas o servicios revisando que sean conformes a estándares y reglamentos nacionales o internacionales, o bien estándares definidos por el cliente, a través de la certificación.

Verificación: garantizan que los productos y servicios cumplen con los estándares mundiales y las regulaciones locales. Apoyándose en la combinación de la cobertura mundial con el conocimiento local, así como la experiencia y conocimientos técnicos en casi todos los sectores. (SS)

La compañía cuenta con diferentes sectores de negocio que son:

- Sector OGC (Oil, Gas and Chemicals) que se encarga de realizar la certificación de aceites y grasas.
- Sector Industrial que apoya la gestión de certificación, inspección de productos industriales.
- Sector Mineral que se encarga de realizar los análisis y certificación de carbón y minerales.
- Sector AFL el cual está enfocado a la inspección, certificación y acreditación de productos alimenticios y de consumo.
- Sector de Construcciones que se enfoca en la certificación e inspección de todo lo relacionado con los análisis de resistencia de materiales, materiales de construcción y normatividades.
- Academy que se encarga de lo relacionado a las certificaciones y acreditaciones de personas y empresas.
- Sector EHS (Environment, Health and Safety) en el cual se desarrollan análisis: físicoquímicos, Suelo: perforación ambiental, muestreo de suelos y sedimentos y servicios geotécnicos, así como una amplia gama de soluciones de prueba de suelos y sedimentos; Agua: muestreo y análisis de todos los tipos de agua; Residuos: evaluación, prueba, monitoreo, reducción y gestión de sus productos de desecho; Cambio climático: servicios para optimizar la relación de su empresa con el medio ambiente, desde micro

contaminantes hasta emisiones de gases de efecto invernadero; Para la salud y la seguridad: ofrecen asesoramiento y auditorías según los estándares internacionales y específicos de la empresa, mediciones de higiene ocupacional o industrial.

La compañía a nivel nacional cuenta con alrededor de 3000 equipos de diferentes compañías ubicados en Barranquilla, Bogotá, Medellín, Segovia, Santa Marta, Cali, Buenaventura, Cúcuta, Zipaquirá, Boyacá entre otras. Los laboratorios de la compañía sirven para realizar los ensayos y validaciones de técnicas de análisis por lo cual deben cumplir los requisitos de las normas: ISO9001 Sistemas de Gestión de Calidad(SGC), ISO17025 Ensayos y validaciones de laboratorios, ISO/IEC 17020 requisitos para organismos de inspección que poseen un sistema de gestión que garantiza resultados válidos, ISO/IEC 17021-1 Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión, ISO/IEC 17024 Evaluación de la conformidad. requisitos generales para los organismos que realizan certificación de personas, ISO/IEC 17065 Evaluación de la conformidad: requisitos para los organismos que certifican productos, procesos y servicios. Además, los laboratorios por sus análisis implementados son auditados por el INVIMA, IDEAM, SIC, auditorias de casa matriz y entidades gubernamentales.

El laboratorio de la Compañía Certificadoras de Productos y Servicios. está conformado por dos grandes áreas, la primera es administrativa, la segunda es el laboratorio, que tiene una sección de recepción y los diferentes cuartos específicos para cada especialidad. La sede cuenta con 241 equipos de laboratorio de los cuales podemos observar equipos como ICP masas, espectrofotómetros, balanzas, cuartos fríos, cromatógrafos, cabinas de extracción, hornos, UPS, aires acondicionados, entre otros.

La operación como se mencionó anteriormente para este laboratorio maneja una línea de producción en serie, desde la perspectiva de la gestión de mantenimiento, esta comienza con la

recepción de la muestra, la cual es sellada y preservada, para luego ser preparada para análisis y por último procesada en los equipos para dar un dictamen, informe o en su defecto certificado, por último, la muestra se almacena por temas de seguridad de la compañía por un tiempo limitado. Por lo anterior es importante realizar una correcta gestión de mantenimiento de estos activos con el fin de garantizar la operatividad de los sistemas y equipos, controlando los costos, optimizando los planes y actividades de mantenimiento.

4.2. Delimitación

El siguiente trabajo de grado se enmarca a la mejora del cronograma de mantenimiento de los 241 equipos que se encuentran actualmente en el laboratorio de la Compañía Certificadora de Productos y Servicios que se encuentre ubicado en la ciudad de Bogotá D.C, Localidad Fontibon. Se desarrollará entre los meses de agosto y septiembre de 2020.

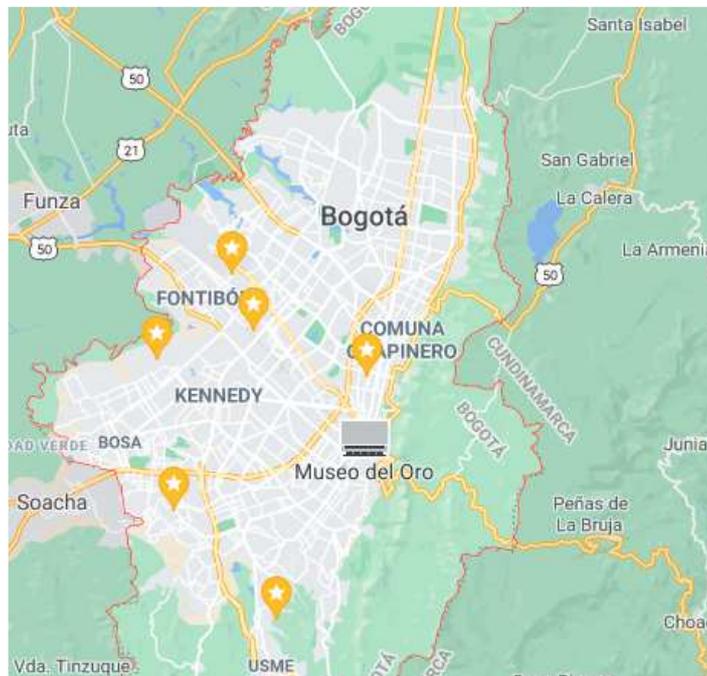


Figura 1 - Ubicación geográfica..

Fuente (Google, 2020)

4.3. Limitaciones

Las limitaciones del proyecto son las que se indican a continuación:

1. El desarrollo del proyecto en tiempos de pandemia no permite las visitas de dos de los tres integrantes del grupo, lo que nos conlleva a realizar estas actividades de manera virtual, adicional que el laboratorio presento un lapso de tres meses de cierre que imposibilito el desarrollo de actividades durante este periodo.
2. La disponibilidad del personal de Operaciones, debido a que no se puede interrumpir los tiempos productivos de este personal.
3. Se debe gestionar la autorización de manejo de información ya que esta es crítica para la compañía.
4. Se cuenta con la limitación de disponibilidad de información técnica como manuales y catálogos de partes de algunos activos del laboratorio
5. Se debe tener en cuenta que el plan de Mantenimiento debe sincronizarse a los Sistemas de Gestión de la empresa para no afectar la operatividad y auditorias de la misma.

5. Marco conceptual

5.1. Estado del arte

5.1.1. Estado del arte a nivel Nacional

5.1.1.1. Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC

En el año 2015, los autores Jessica Yajaira Uzcátegui, Andrónico Varela, Juan Isidro Díaz, en su “Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC” nos muestra la aplicación de una evaluación del Estándar SAE JA1011, para verificar la condición de confiabilidad de una cementera (Uzcátegui Gutiérrez, Varela Cárdenas, & Díaz García, 2020), es una herramienta muy valiosa y de fácil aplicación, para diagnosticar la condiciones de mantenimiento del laboratorio con respecto al estándar de mantenimiento de clase mundial, poder definir de la estrategia y de los planes de

acción para posicionar el mantenimiento en el lugar ideal para la organización, esta es análoga a la matriz de excelencia.

Lo anterior basados en que no todas las categorías que se evalúan en la matriz son una necesidad u obligatorias en cumplimiento total para la organización, el desarrollo de uno o varios puntos dependerá de cuál es la visión y la misión de esta y de la búsqueda de alinear el desarrollo interno con la planeación estratégica y el cumplimiento de sus objetivos.

5.1.1.2. Elaboración de un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción x-treme del parque Mundo Aventura, tomando como referencia las Normas, SAE JA1011 y SAE JA1012

En el año 2017 los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y Mecánica Julio Cesar Ramirez y Hugo Fernando Moreno respectivamente, realizaron un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción x-treme del parque Mundo aventura utilizando como referencia las Normas SAE JA1011 Y SAE JA1012, donde definen el objetivo de un análisis de criticidad como "establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable." (Moreno & Ramirez Ortiz, 2020). Con la jerarquización que ellos muestran en el desarrollo del documento, vislumbraron los elementos críticos de este activo, si bien sus conclusiones refieren modificaciones en las frecuencias de algunas actividades de mantenimiento para evitar el bache de disponibilidad en los meses de octubre y noviembre, sus conclusiones son muy válidas; desde el punto de vista de nosotros como gerentes de mantenimiento, tiene una oportunidad de análisis, ya que aportaría demasiado el incluir con las recomendaciones de estos ingenieros, la viabilidad de su implementación hablando del tema económico como factor indispensable. Para el desarrollo de nuestro documento haremos uso de la metodología para análisis de los equipos del laboratorio EHS y proponer mejoras en el proceso.

5.1.1.3. *Elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos de la E.S.E*

Hospital Emiro Quintero Cañizares De Ocaña

En el documento de la Ingeniera Dana Neiglith Contreras Soto, desarrollo la aplicación de varias técnicas como la matriz DOFA como herramienta de análisis inicial, en el desarrollo teórico hace un preámbulo del inventario técnico donde describe la funcionalidad de cada equipo, lo que hace que se base en las fallas funcionales del equipo, es decir cuando se deja cumplir la función principal en términos cuantitativos y no cualitativos; Los pasos del Ciclo PHVA requieren la recolección y análisis de datos para cumplir el objetivo de mejora. Las mediciones realizadas deben ser las necesarias para alcanzar consenso tanto en la definición de los objetivos como para la identificación de los problemas y establecer los indicadores apropiados (Contreras Soto, 2020), con lo último de esta cita, traemos también las palabras de William Thomson Kelvin (Lord Kelvin), físico y matemático británico (1824 – 1907): “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre” (Molina, 2020), la importancia de la implementación de indicadores que reflejen el desarrollo de las actividades a través del tiempo y que ayuden a evaluar el avance de están en alcanzar los objetivos de las organizaciones y de las diferentes áreas que interactúan. En el artículo inicial desarrollan las actividades convencionales para la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento, sin embargo, nos servirá de referencia muy puntual por la familiaridad de los equipos biomédicos con los equipos del laboratorio del caso de estudio.

5.1.1.4. *CAPI: Metodología de mantenimiento preventivo para máquinas de baja utilización.*

En su artículo el Ingeniero Alejandro Echavarría presenta el desarrollo de la metodología CAPI que la define como la aplicación de estas cuatro fases: conocimiento, análisis, planeación e inspección, para el mantenimiento preventivo de activos con bajas horas de operación, para el caso puntual el autor valida su aplicación en el laboratorio de manufactura ML-027 del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes en el que él determinó "que era posible

ahorrar en un 35% de los costos anuales de mantenimiento preventivo contratado a terceros."

(Echavarría Yepes, 2020)

Perspectiva	Objetivos estratégicos	Medida (KPI)	Meta	Acción
Financiera	Disminuir los costos asociados al mantenimiento sin afectar la calidad del mantenimiento.	Costo promedio anualizado de mantenimiento.	Reducción de la estructura de costos asociados.	Postergación de mantenimientos de acuerdo a uso y recomendaciones en los catálogos de las máquinas.
Estudiantes	Mantener la disponibilidad de las máquinas del laboratorio.	Frecuencia de fallas.	Mantener o disminuir el número de mantenimientos correctivos al año.	Realización de análisis causa-raíz sobre las máquinas de mayor preponderancia de fallos.
Procesos Internos	Incluir el mantenimiento en el proceso de gestión interno.	Seguimiento de nuevas prácticas / procedimientos en caso de crearse.	Integrar el mantenimiento en el proceso de gestión interno. Creación de indicadores para medir calidad del mantenimiento.	Creación de procedimientos para incluir el mantenimiento en el proceso de gestión interno. Auditoría de los procesos de mantenimiento.
Crecimiento	Evaluar y conocer el estado actual de los procesos de mantenimiento para mejorarlo.	Percepción de la calidad del mantenimiento.	Implementar un proceso de mejora continua.	Estudiar el estado actual del mantenimiento para proponer mejoras

Figura 2 - Cuadro de Mando Integral

Fuente: (Echavarría Yepes, 2020)

Destacamos el cuadro de Mando integral donde plasma los KPI's de acuerdo a lo que denomina perspectiva, pero que podemos asociar al grupo stakeholder's, a los cuales también relaciona con los objetivos estratégicos, en resumen, define que, como y seguimiento de avance.

5.1.1.5. *Modelo de toma de decisión de manejo de inventario de materiales de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO), integrando la estrategia de planeación de abastecimiento y los programas de mantenimiento de una plataforma de transporte por oleoducto en Colombia.*

En el documento de la Ingeniera Tércia Emanuelle Ribeiro Alves, en la revisión de literatura nos resume con una tabla de gran valor para el desarrollo de su modelo factores de gran importancia para el manejo de inventarios de repuestos:

Autor	Factores considerados importantes al modelo
Li et al.	Tener previsión de demanda y control de stock
	Realizar planeación de la producción y distribución
	Garantizar alto nivel de servicio
	Mantener el menor valor de inventario posible
Huiskonen	Considerar incertidumbre de uso de los MRO
	Considerar variabilidad de la demanda
	Analizar el comportamiento técnico del repuesto
Roebuck	Conseguir mejores proveedores y precios
	Mejorar productividad de los proveedores
	Reducir inventario de las bodegas
	Implementar CMMS
Avery	Disminuir costos de distribución
	Invertir en un sistema de software ERP
	Delegar distribución al proveedor
	Aumentar la fuerza en la operación de compra
Gan et al.	Considerar costo de escasez y de disponibilidad
	Equilibrar costos de mantenimiento con los demás
	Conocer duración y frecuencia de los mantenimientos

Tabla 1 - Resumen de revisión de literatura del artículo estudiado.

Fuente (Ribeiro Alves, 2020)

De este pequeño resumen la autora baso el desarrollo de su modelo en tres pilares; clasificación multivariada de los materiales, que a su vez se desagrega en la clasificación de Pareto concerniente al valor monetario de los materiales, la clasificación de la cantidad de unidades en inventario y una clasificación según la criticidad o frecuencia de uso del material; política de inventarios, que contiene Inventario de seguridad, Inventario máximo y Punto de pedido; finalmente el Lead Time.

De las conclusiones del a la autora, consideramos necesario resaltar "cada material debe ser revisado en la exacta periodicidad propuesta Así, el cálculo del Lead Time podrá garantizar mejor exactitud en las llegadas de pedidos de compra." (Ribeiro Alves, 2020), ya que nos hace referencia de nueva a la obligatoriedad en todos los procesos de la organización del ciclo HPVA, para reajustar a la actualidad del ente cada una de sus implementaciones y de mantener actualizados todos sus procesos. También resaltamos que la implementación de contratos o acuerdos macro de suministros pueden facilitar la disminución de tiempos muertos en la cadena de suministros y ayudan con reducciones de precios para algunos materiales.

5.1.1.6. Modelo de Propuesta de un Plan de Mantenimiento a máquina de pruebas golpe de ariete mediante la metodología RCM2.

En el desarrollo de la propuesta de plan de mantenimiento mediante la metodología RCM2 una propuesta modificativa del plan de mantenimiento actual del sistema evaluado, compartimos con los autores la posición en la que le atribuyen gran parte del éxito al diagrama de decisión, que les permitió establecer frecuencias, duraciones y responsable, además de que "Al evaluar cada una de las tareas de la Hoja de Decisiones, se identificó que con una sola actividad se podía cubrir diferentes modos de falla, permitiendo que la planeación de las mismas sea eficaz" (Malagón Silva & Martínez Feo, 2021) Además que también expone que requiere gran experiencia del personal que participa del desarrollo de la misma, para el caso de la propuesta del presente trabajo, contamos con la experiencia del coordinador de mantenimiento y el técnico que realiza actualmente las actividades en los activos, los otros participantes apoyaremos como agente disruptor y poder aportar desde otros puntos de vista mejoras al proceso y su gestión.

5.1.1.7. Gestión de Activos Enfocado hacia la Confiabilidad o Determinación del TPEF (Tiempo promedio entre fallas en equipos y/o sistemas).

En esta propuesta los autores evalúan la confiabilidad de los equipos para diferentes procesos en actividades de pavimentación, mediante la evaluación del indicador de mantenimiento de tiempo medio entre fallas, utilizando como información base un paquete de check list operacionales de los mantenimientos preventivos y correctivos (Cerquera Valderrama & Barrantes Malagón, 2021), podemos ver que en algunos sectores de la industria no se tiene una trazabilidad sistemática de fallas que repercute negativamente en las técnicas o acciones para la mantenibilidad de los activos, por lo que agregaríamos a las recomendaciones de este documento, la mejora o implementación de un sistema de seguimiento o trazabilidad a las actividades de mantenimiento, que permita ser más efectivos y confiables para plantear las mejoras a un mediano o largo plazo. Resaltamos que en el

desarrollo del estado del arte estos autores enfatizan en los factores que influyen en la confiabilidad de un equipo o sistema y por tan motivo citamos esta figura:

Condition Attribute		Quality		Weight factor	Data Source
Description	Detail	Description	Value		
Age (related to std. service life)		0 - 5 %	5	25	NIS
		5 - 50 %	0		
		50 - 75 %	5		
		75 - 90 %	10		
		90 - 100 %	25		
		> 100 %	35		
Serviceability	Spare parts availability	Very Good	0	10	Expert assessment (per component class)
		Good	1		
		Fair	2		
	Availability of skilled staff	Poor	4		
		Very Good	0		
		Good	1		
	Cost level	Fair	2		
		Poor	3		
		Low	0		
	Normal	1			
	High	2			
	Very High	3			
Ambient Conditions	Indoor/Outdoor	Indoor	0	15	Network topography, local conditions
		Outdoor	5		
	Exposure to pollution	Low	0		
		Normal	1		
		High	3		
	Exposure to atmospheric stresses	Very High	5		
Low		0			
Normal		1			
	High	3			
	Very High	5			
Peak Loading (related to th. capacity)		0-75 %	0	15	Calculation
		75 - 85 %	3		
		85 - 95 %	5		
		> 95 %	15		
Operational safety		Very Good	0	10	Expert assessment
		Good	3		
		Fair	10		
		Poor	15		
Operational experience		Very Good	0	10	Expert assessment (per component class or individual)
		Good	3		
		Fair	10		
		Poor	15		
Physical Condition assessment			0 - 15	15	Expert assessment

Figura 3 - Factores que influyen en la confiabilidad de un equipo o sistema

Fuente (Cerquera Valderrama & Barrantes Malagón, 2021)

Factores tan importantes como las condiciones ambientales en los que son empleados, la edad y condiciones subjetivas, pero que con cruciales para determinar en qué parte del ciclo de vida se encuentra un activo. En nuestro caso, aunque las condiciones de los lugares en los que son empleados parecen ideales por ser un laboratorio, se tiene situaciones donde las muestras que se deben evaluar y la capacidad de los analistas para que se haga un buen uso del activo, influyen demasiado en el aumento TPEF y que también es un punto para abordar en un proceso de mejora de mantenimiento.

5.1.1.8. Puesta en marcha de un plan de mantenimiento para las instalaciones de Gecolsa Sabaneta.

En el desarrollo de este documento el ingeniero David Fernando Restrepo Urrego desarrolla una propuesta de diversas actividades de mantenimiento para la mantención de los diferentes activos de la empresa a la que le realizó el estudio, destacamos de este trabajo las actividades que se catalogan como rutinarias y las cuales pueden asignadas a los operadores, esta optimiza los recursos de mantenimiento, ya que delega estos reportes directamente al área usuaria y permite que los responsables de la mantención se encarguen de actividades intrusivas que requieren mayor asignación de recursos. El documento se trae a estudio porque si bien el documento es del año 2010, se tiene según lo relata el documento, un área de mantenimiento que hasta ahora se está implementando, lo que para la época puede ser de no creer, por lo mismo el autor enfatiza en la introducción y en el progreso que "Se hace necesario entonces llevar un control riguroso de las fechas de garantía de los equipos, establecer períodos de mantenimiento adecuados y controlar de forma eficiente los gastos que producen las actividades de mantenimiento" (Restrepo Urrego, 2021), lo anterior para garantizar la optimización de los recursos.

5.1.1.9. Direccionamiento Estratégico para una empresa del Sector Gas Natural.

En su documento la profesional Gisella Maria Ruiz Estrada desarrolla su propuesta con a la definición básica de estrategia como los medios por los que se alcanza un objetivo (Ruiz Estrada, 2021), apoyado en esta definición revisa mediante la matriz de factores Internos y la cadena de valor, la matriz de posición estratégica y evaluación de la acción y finalmente la Matriz DOFA, todo lo anterior para tener la información de entrada para definir el direccionamiento estratégico por medio de la misión, visión y valores objetivo.

Se resalta en sus conclusiones que el desarrollo de las herramientas antes mencionadas fueron el mecanismo efectivo para cambiar los paradigmas existentes y mostrar una nueva perspectiva que

beneficia a la organización, si bien el documento no es propiamente desarrollado para el mantenimiento, si nos muestra que se debe evaluar o por lo menos tener en el radar los agentes externos que perjudican el negocio y que aunque no tienen injerencia de mantenimiento, si pueden impactar el desarrollo de las actividades propias, ya que su impacto será económico y nadie está excluido de estos coletazos.

5.1.2. *Estado del arte a nivel Internacional*

5.1.2.1. *Evaluación de la preparación para el mantenimiento predictivo de las empresas en la región de Bohemia Occidental, Assessing the predictive maintenance readiness of enterprises in West Bohemian región.*

En el año 2019 los autores de este artículo aplicaron una encuesta para ver el avance de algunas empresa de Republica Checa y saber el avance o estado de estas con respecto a las industrias 4.0, estas estaban enfocadas de manera general en las siguientes áreas: Información general sobre la empresa (tamaño, área de producción, empleados); Empresa e Industria 4.0 (implementación de I4.0, Quién es responsable); Mantenimiento (de qué tipo, cómo se hace, software mantenimiento, indicadores, OEE); Industria 4.0. en mantenimiento (implementación, monitoreo, herramientas y sensores, recolección de datos) (Poor, Basl, & Ženíšek, 2020).

Comparando los resultados del cuestionario con los de matriz de gestión de mantenimiento en el contexto de la industria, podemos inferir que el mantenimiento en las empresas recién está comenzando a aprovechar elementos de la 4ta. Revolución industrial, por los motivos que expondremos más adelante; dentro de las herramientas que están usando que destacan con respecto al mantenimiento regular esta el monitoreo en tiempo real con sensores de la condición actual del activo (además de las variables de proceso que son inherentes a proceso productivo) y que con el acceso a Internet proporcionan la opción de revisión en cualquier parte del mundo. El equipo de mantenimiento incluye con mayor frecuencia técnicos y especialistas en Tecnologías de la Información (TI), pero no especialistas en manejo y análisis de datos, lo que consideramos

como una oportunidad de mejora para la muestra fruto del análisis citado, pero que ya algunas empresas manejan. La Eficacia Global de los Equipos (OEE, por sus siglas en Inglés, Overall Equipment Effectiveness) para el estudio citado a menudo no se monitorea y solo el 36% de los encuestados estaban por encima 90% de la implementación de este indicador (Poor, Basl, & Ženíšek, 2020). La razón más obvia, por qué no implementar nuevos tipos de mantenimiento, son dinero y tiempo. De este análisis los autores concluyen que el nivel de mantenimiento es más bien al nivel de los elementos característicos de la tercera revolución industrial también llamada Revolución científico-tecnológica.

5.1.2.2. Análisis de factores críticos para la medición automática de OEE, Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE.

La creciente digitalización de la industria proporciona medios para adquirir y analizar automáticamente los datos de fabricación. Como consecuencia, las empresas están invirtiendo en sistemas de ejecución de fabricación, donde la medición de la eficacia global del equipo (OEE) a menudo es una parte central y una razón importante para la inversión. El propósito de este estudio es identificar factores críticos y posibles dificultades al operar la medición automática de OEE. Se logra mediante el análisis de los datos brutos utilizados para el cálculo de OEE adquiridos de un gran conjunto de datos; 23 empresas diferentes y 884 máquinas. La OEE promedio se calculó en 65%. Casi la mitad de las pérdidas OEE registradas no se pudieron clasificar porque las categorías de pérdidas no existían o tenían descripciones deficientes. Además, El 90% del tiempo de parada que se clasificó podría estar directamente relacionado con las actividades de apoyo realizadas por los operadores y no con el proceso automático en sí. Los hallazgos y recomendaciones de este estudio se pueden incorporar para aprovechar al máximo el potencial de los sistemas automáticos de adquisición de datos y derivar medidas precisas de OEE que se pueden utilizar para mejorar el rendimiento de fabricación (Hedmana, Subramaniyan, & Almström, 2020)

5.1.2.3. Situación de la gestión del mantenimiento de las Fábricas Procesadoras de Hule

Natural técnicamente especificado en Guatemala, según la matriz de clase mundial.

En su trabajo de grado el Ingeniero Jhonny Francisco Vasquez Garcia, realiza "Las iniciativas de mantenimiento más utilizadas en esta industria son: las referentes a gestión de inventarios y gestión de recursos humanos; las iniciativas que no se usan en esta industria son: la de mantenimiento total productivo, mantenimiento centrado en confiabilidad y la iniciativa de análisis de causa raíz (Vasquez Garcia, 2020)

Situación de la gestión del mantenimiento de las Fábricas Procesadoras de Hule Natural técnicamente especificado en Guatemala, según la matriz de clase mundial.

5.1.2.4. La administración de mantenimiento en línea de corrugado.

En este documento el autor Germán Juárez Moreno, presenta un detallado programa de gestión de mantenimiento en la línea de corrugado, abarcando desde la planeación que reflejaron en la Figura 4 - Elementos de planeación, que se cita a continuación:

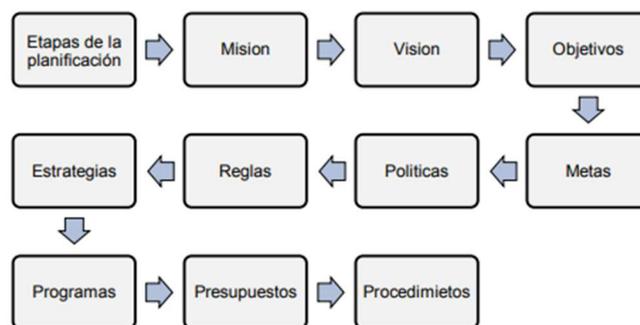


Figura 4 - Elementos de planeación

Fuente (Juárez Moreno, 2021)

El autor definió la estructura organizacional con la descripción de los cargos; elementos y herramientas de control del proceso; formatos para implementación de la parte técnica, como el seguimiento a repuestos, programación de personal, orden de trabajo. Es un trabajo bastante elaborado que puede servir de base para muchas compañías que desean tener trazabilidad de su proceso de mantenimiento y con un muy bajo costo de implementación, pero sin desmeritar que la información que aporta al proceso es de calidad.

5.1.2.5. Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la elaboración de productos de limpieza.

En este documento el autor José Torres presenta las bases para la implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total (Torres Coronado, 2021) lo anterior como objetivo del mismo, sin embargo en el desarrollo de la tesis como se denomina el documento, se encuentran actividades enfocadas solamente al área de mantenimiento, pero para el TPM, mantenimiento es uno de los agentes que participan en este proceso, esta metodología tiene la particularidad de que proporciona por medio de sus pilares las bases para crecimiento del proceso desde la parte administrativa, de organización y operativa, pero proceso como conjunto, no solo al particular del área de mantenimiento, se puede hablar en este caso de una implementación parcial, ya que no necesariamente el 100% de la metodología es lo que requieren todas la organizaciones. Para el caso de estudio del José Torres, hace énfasis en el cambio de mentalidad y rompimiento de paradigmas, haciendo uso del paradigma de los cinco monos como reflexión que se de hacer uso de la innovación como herramienta principal en la mejora continua de los procesos.

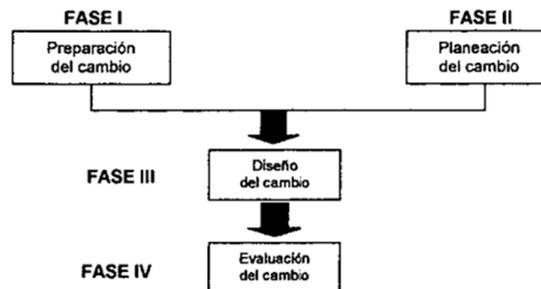
5.1.2.6. Reingeniería en la gestión de mantenimiento aplicando Mantenimiento Productivo Total.

En el documento el autor hace el desarrollo de un marco conceptual donde se rescata como introduce a la reingeniería con los siguientes grupos: Organización por objetivos no por tareas; Unificar tareas de procesamiento de la información con el trabajo que realmente produce la información; Vincular las actividades paralelas durante su ejecución y no solo el resultado de las mismas; asignar poder de decisión donde se ejecute el trabajo y establecer controles de proceso; Obtener la información una sola vez y en la fuente. Todo lo anterior se derivará en cambios organizacionales, en saber administrar el cambio y en la retroalimentación del efecto de la

aplicación de los mismos. Resaltamos las fases de la reingeniería que propone en la siguiente figura:

Figura 5 - Fases de Reingeniería

Fuente (Gomez Casas, 2021)



Sin embargo, en el desarrollo del documento, solo se desarrollan los primeros pasos que se referenciaron al inicio documento que se está estudiando, como es la definición de la misión, objetivos y políticas, junto con una descripción de la mejora en la sistematización de la información en el software de mantenimiento que se tiene implementado en la empresa, según lo anterior el alcance inicial fue demasiado ambicioso y pudo quedarse corto en su desarrollo.

5.2. Marco teórico

El desarrollo de este proyecto de esta propuesta emplearemos diversas herramientas de mantenimiento como lo son matrices de criticidad, diagramas de decisión, pero consultaremos otras tantas herramientas que aun cuando no se apliquen en su totalidad nos permitirán cumplir el objetivo. Por lo anterior empezaremos a desglosar el mantenimiento desde los más básico.

5.2.1. Mantenimiento

Las necesidades de alimentación, protección conlleva al desarrollo de herramientas manuales primitivas que facilitaran su consecución, con este avance se desata inconscientemente actividades de mantenimiento, al querer preservar y mantener la funcionalidad de las mismas, esta sería la definición más básica de mantenimiento, aun cuando en este inicio solo se enfocara al cuidado

físico. La perspectiva anterior en su nivel más simple, los costos de reparación, los costos de no producir por tener el activo en mantenimiento, hizo que con el paso de los años y con la aplicación de metodologías sistemáticas, el mantenimiento evolucione. Además, de las causas antes mencionadas las condiciones sociopolíticas del mundo y las guerras impulsaron también este desarrollo.

- a) *Mantenimiento Correctivo o reactivo*: Actividad de mantenimiento que se desarrolla después de que se presente una falla.
- b) *Mantenimiento Preventivo*: su propósito es adelantarse a la avería mediante el cambio de repuestos críticos y lubricación de piezas.
- c) *Mantenimiento Predictivo*: Su finalidad es monitorear de equipos a través del uso de instrumentos que muestran el estado y evolución de un equipo o pieza determinando el momento de hacer una intervención.

Para los años de 1914 las actividades de mantenimiento eran ejecutadas por el mismo personal operativo, donde podemos deducir la escasa preparación técnica para ejecutarlas, si bien la responsabilidad de la ejecución de estas actividades en la actualidad recae sobre un área ya definida dentro de la compañía, también se tiene tareas que se denominan mantenimiento operacional, que pueden ser tan sencillas como la limpieza externa de un equipo, como la verificación o reposición de lubricantes durante la operación de un activo, lo que da vigencia al término de operador mantenedor. Es un proceso evolutivo para alcanzar un fin “La terotecnología es una combinación de gestión, finanzas, ingeniería y otras disciplinas aplicadas a los equipos para optimizar económicamente el costo del ciclo de vida correspondiente” (Andreani, 2005)

5.2.2. *Análisis de equipos*

En la ordenación del libro “Organización y gestión integral del Mantenimiento” (Garrido, 2003), estructura el mantenimiento primero definiendo la función del mantenimiento en una organización

y los cambios que durante los años han llevado a la reducción del costo de mantenimiento y de la perspectiva de esta actividad en dos grupos, capitalizable y no capitalizable, la importancia de analizar la posición de un equipo o activo dentro de un proceso o una organización, esto se puede decir que es una de las tareas más dispendiosas, pero enriquecedoras al momento de diseñar un plan de Mantenimiento, además que requiere gran cantidad de información que nos permita analizar cuál es la mejor estrategia de Mantenimiento aplicable a cada uno, lo anterior es importante bajo la premisa que a incluso dejar llegar a falla un equipo corresponde a una estrategia, lo importante de esto es documentar este tipo de información, que impacta directamente los costos e indicadores de Mantenimiento. Además que también depende de la adecuada taxonomía de equipos y con él el manejo de la información de mantenimiento, hoy con el estándar, la Norma ISO 14224, donde se estructuran mediante una organización jerárquica de los sistema equipos, componentes y se les asocia un catálogo de fallas seccionadas en las diferentes áreas como, electricidad, instrumentación, mecánica, operación, servicios auxiliares o cualquier otra que intervenga en el ciclo productivo y a su vez con se asocian a su naturaleza de modos de falla por su configuración y/o función, esto no están complejo como se lee, como ejemplo, en una Planta Generadora de energía eléctrica mediante ciclo Rankine los calentadores de alta presión abiertos o cerrados se pueden agrupar con el generador de vapor, en grupo de recipientes de alta presión, donde según la información de la organización podemos tener modos de falla como: Regulación de presión inadecuada; regulación de temperatura inadecuada; falla por sello/empaquetadura; Corrosión; Pitting, depósitos e incrustaciones. Cada uno de los anteriores debe estar acompañado de un código de identificación de falla, que es al final lo que estructurará el catálogo y permitirá su manejo estadístico y diligenciamiento en el software de Mantenimiento.

Todo lo anterior basado como se mencionó anteriormente en la Norma ISO 14224, que es originalmente para la industria del petróleo y de gas, servirá de como una buena práctica aplicable

al caso de estudio del presente trabajo. De esta norma es muy valioso citar definiciones como la de “Disponibilidad: Capacidad que tiene un equipo aparato de desempeñar su función requerida bajo determinadas condiciones, en un momento determinado o durante un intervalo de tiempo específico, asumiendo que existan los recursos externos requeridos .” (ISO, 1999)

Esta definición toma mucha relevancia porque por las condiciones del laboratorio, es de producción en serie, por lo tanto, la disponibilidad es un parámetro para optimizar para alcanzar un desempeño confiable en un lapso de tiempo.

5.2.3. Matriz de Criticidad

El uso de la matriz de criticidad o análisis de criticidad para el enfoque de esfuerzos y recursos a su mantenibilidad “Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones” (reliabilityweb.com, 2019) esta toma de decisiones a la que hace referencia la definición se aplicara a nuestro caso para determinar la criticidad en nuestro proceso y su impacto en diferentes aspectos que vamos a evaluar: Impacto a la seguridad de las personas, equipos o instalaciones; Impacto al ambiental; Impacto a la producción; Impacto a los costos operacionales y de mantenimiento; Tiempos promedios de reparación y su frecuencia. Es claro que para la cuantificación de cada uno de los anteriores aspectos se debe definir muy bien el criterio de evaluación de estos y tener claro porque se definieron los valores en cada caso, una mala valoración de estos dará como resultado una información de mala calidad.

En la Figura 6, encontraremos un ejemplo de la representación de un análisis de criticidad, aunque esta fuera de contexto muestra la cuantificación de cada aspecto y posterior a esto la representación en un cuadro de calor.

	CA	PC	PR	INK	PW	W
Frecuencia	4	4	3	1	1	1
Impacto Ambiental	5	0	0	10	0	10
Impacto Personal	5	0	10	10	10	10
Coste reparacion	10	10	25	5	5	3
Impacto produccion	0.5	1	0.5	1	1	0.05
MTTR	3	1	3	4	4	3
Impacto cliente	10	20	10	20	20	5

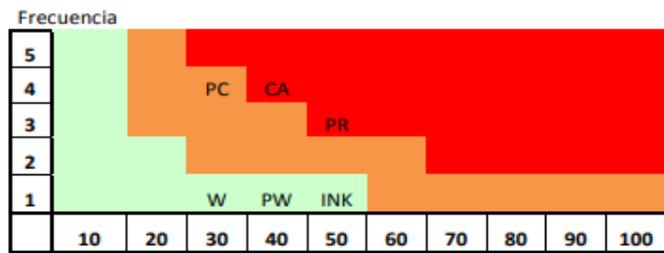


Figura 6 - Matriz de criticidad

Fuente: (Planas, 2019)

Este análisis de criticidad también es aplicable a materiales y repuestos donde se pueden evaluar aspectos como: Confiabilidad de la entrega; disponibilidad de la entrega; complejidad de la compra, entre otras.

5.2.4. Taxonomía de activos

La norma ISO 14224 define la taxonomía como la clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos basada en sus características comunes (localización, uso, tipo de equipo, etc.) (Campos López, Tolentino Eslava, Toledo Velázquez, & Tolentino-Eslava, 2021), lo anterior para facilitar la estructuración de la metodología de mantenimiento y de las herramientas que se asocian a esta estructura inicial, como son los catálogos de falla

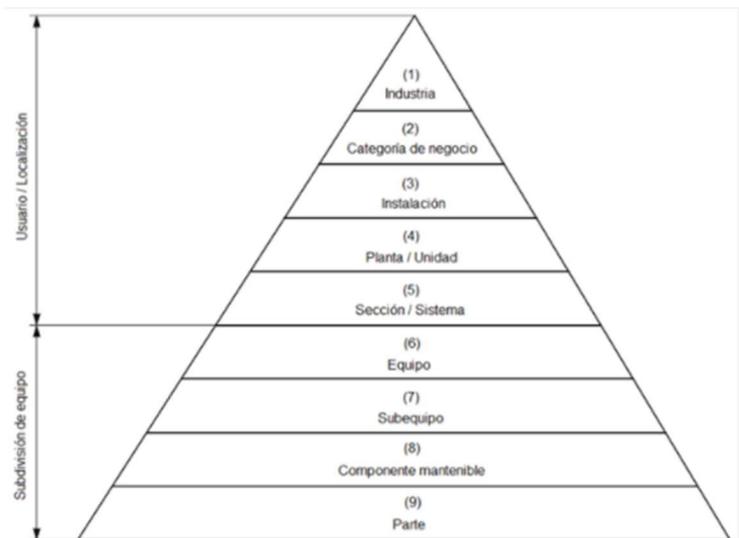


Figura 7 - Estructura de taxonomía sugerida

Fuente (Campos López, Tolentino Eslava, Toledo Velázquez, & Tolentino-Eslava, 2021).

5.2.5. Planeación estratégica

La planeación estratégica como uno de los pilares importantes en el desarrollo además que es un elemento generador de nuevas iniciativas, que se debe afrontar como una metodología propia, documentada, y la participación de los interesados, lo anterior para que facilite alinear las estrategias y tecnología propias con las estrategias del negocio (Toro López, 2020)

Es importante la definición del propósito básico, de él se desplegarán acciones que ayudarán al desarrollo de la planeación estratégica, la siguiente figura nos ayuda a entender su importancia y denota la retroalimentación constante que garantiza el éxito del mismo.



Figura 8 - Esquema básico de Gestión y Planeación estratégica.

Fuente (Toro López, 2020)

La Planeación Estratégica facilita un marco real para que los miembros de la organización comprendan y evalúen la situación de la organización. Esto, ayuda a distribuir al equipo con el fin de que empleen un lenguaje común basados en la misma información, lo que ayudará a que broten alternativas provechosas y de valor para la organización. Requiere el análisis de factores internos y externos, que generen un horizonte, que permita un diagnóstico, que vislumbre un direccionamiento, para poder estructurar una proyección estratégica y que se pueda monitorear, hacer seguimiento.



Figura 9 - Valores finales de la Organización

Fuente (Rojas López & Medina Marín, 2021)

El valor de los objetivos o de su aporte dependerá de la perspectiva de quien o en desde que punto se evalúan, en la siguiente figura se aprecian varios enfoques válidos para su evaluación:

Descripción del enfoque	Explicación
El éxito se mide por el manejo de la triple restricción	La triple restricción con base en el costo, el tiempo y el alcance (incluye calidad, riesgos, los cambios...) predefine lo que es el éxito. Aquí la meta financiera relacionada con los clientes es el valor pactado del entregable, mientras que la del dueño del proyecto es maximizar su rentabilidad.
El éxito se mide por la satisfacción del cliente	Aunque lo anterior es una buena idea, la satisfacción de los clientes aquí es considerada como el máximo objetivo. Este concepto acerca un poco más al cliente con el dueño del proyecto, pero amplía la cantidad de cambios que se puedan hacer al alcance original e induce a aumentar el presupuesto.
El éxito es equivalente a un derivado del negocio	Como cada proyecto está alineado con los objetivos del negocio (¡función de la PMO!), se asume que ello asegura el éxito y facilita que el director no solo pueda manejar un proyecto, sino un componente vital del negocio.
Priorizar limitaciones del éxito puede ser muy necesario	El éxito se mide después de priorizar las diversas limitaciones de un proyecto. Pero así como las prioridades se pueden establecer de acuerdo al tipo de proyecto, es también posible que cada empresa las defina de acuerdo a sus propias políticas.
La definición de éxito debe incluir un componente de valor	Para lograr el éxito en un proyecto, debe haber un valor alcanzado y manifiesto a su terminación. Aunque se cumplan objetivos o metas en términos del costo o tiempo, no siempre ello garantiza que se ha logrado un valor real con el proyecto.
El éxito incluye múltiples componentes	En proyectos con diversas complejidades, el lograr el cumplimiento de las metas impuestas a varias restricciones no es suficiente. La 5ª edición del PMI ya no habla de una triple restricción, sino de una múltiple restricción, y estas pueden tener importancias relativas y cambiar de un proyecto a otro.

Figura 10 - Percepción de valor según el enfoque

Fuente (Toro López, 2020)

El desarrollo de esta metodología se acompaña de un sin número de herramientas como lo es la Matriz DOFA, que es un método de análisis, donde se definen las Debilidades, Oportunidades,

Fortalezas y Amenazas para poder tener un panorama Neutral y definir las acciones que aporten a la solución o el crecimiento de la organización

5.2.6. *Indicadores de mantenimiento*

No se puede administrar un proyecto si no se cuenta con formas de medir su desempeño, hechas con valores validados y aceptados por todos los interesados en su resultado final. (Toro López, 2020), Es muy común que se refieran a la métrica de un objetivo como indicador, pero estos se subdividen en dos: el indicador de resultados que responde a la pregunta ¿dónde estamos ahora?; y el indicador de ejecución, que responde a ¿dónde vamos a terminar si seguimos a este ritmo y forma de trabajo?

La primera división normalmente es usada en el campo económico orientados por los objetivos estratégicos de la organización es decir proyectados al futuro, mientras que los segundos dan lugar a al término en inglés KPI (Key Performance Indicators), que hace referencia a mecanismos que miden qué tan bien son empleados los recursos que se comprometen en el desarrollo del ejercicio. En mantenimiento podemos tener los siguientes indicadores:

- Disponibilidad total: es la relación entre el n° de horas que un equipo o sistema ha estado disponible para producir y el n° de horas totales de un periodo definido de evaluación.
- Disponibilidad por averías: Este no tiene en cuenta los mantenimientos programados.
- Tiempo medio entre fallos (MTBF): es la relación de las horas de un periodo de evaluación, con respecto del número de fallas ocurridas en ese intervalo.
- Tiempo medio de reparación: Se calcula como la relación entre las horas en el que un equipo o sistema está fuera de servicio por avería, sobre el número de averías en el periodo de tiempo en el que se evalúa.
- Gestión de órdenes de trabajo: Evalúa la cantidad de ordenes ejecutadas en un lapso de tiempo, en relación con el periodo de tiempo evaluado.

- Gestión de órdenes de mantenimiento de prioridad alta: Al igual que el anterior, pero solo teniendo en cuenta las ordenes de prioridad alta.
- Índice de cumplimiento de la planificación.
- Índice de mantenimiento programado
- Índice de mantenimiento correctivo

No es de obligatorio cumplimiento todos los anteriormente mencionados, dependerá de las necesidades de cada organización.

5.3. Marco legal

Norma	Numeral	Observación
ISO 55001	4.1 Comprensión de la organización y su contexto 4.3 Determinación del alcance del SGA 8.1 Planificación y control operacional 9.1 Monitoreo, medición, análisis y evaluación 10.2 Acción preventiva 10.3 Mejora continua	El presente proyecto de Investigación busca implementar procesos del SGA en las políticas corporativas de la Compañía
ISO 9001	6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades. 6.2 Objetivos de calidad y planificación. 6.3 Planificación de los Cambios. 8.1 Planificación y control operacional. 10.3 Mejora continua	El presente proyecto de Investigación busca fortalecer el SGC de la Compañía en los procesos, funciones y actividades desarrolladas por el Área de Mantenimiento.
ISO 14224	3. Términos, definiciones y abreviaturas. 5. Límites y jerarquías de los equipos 7. Información de equipos, averías y mantenimiento	El presente proyecto de Investigación busca implementar procesos y actividades de la ISO 14224 en el proceso de mantenimiento de la Compañía
ISO 17025	4.2 Sistema de Gestión 4.10 Mejora 5.5 Equipos	El presente proyecto de Investigación busca la mejora y fortalecimiento del área de Mantenimiento en función del objeto de Negocio de la Compañía.
ISO 45001	6.1.2 Identificación de peligros y evaluación de los riesgos y oportunidades 8.1.2 Eliminar peligros y reducir riesgos para la SST 10. Mejora	El presente proyecto de Investigación busca la mejora y fortalecimiento del área de Mantenimiento como ente activo en el SST de la Compañía
ISO 17020	6.2. Instalaciones y Equipos	El presente proyecto de Investigación busca la mejora y fortalecimiento del área de Mantenimiento en función del objeto de Negocio de la Compañía.
Resolución 1566 / 21-Jul-2016		El presente proyecto de Investigación busca la mejora y fortalecimiento del área de Mantenimiento en función del objeto de Negocio de la Compañía especialmente a los análisis Físicoquímicos realizados por los equipos de EHS.

Resolución 263L / 18- Nov-2016	El presente proyecto de Investigación busca la mejora y fortalecimiento del área de Mantenimiento en función del objeto de Negocio de la Compañía especialmente a los análisis Físicoquímicos realizados por los equipos.
Resolución 1083 / 16- May-2017	El presente proyecto de Investigación busca la mejora y fortalecimiento del área de Mantenimiento en función del objeto de Negocio de la Compañía especialmente a los análisis Físicoquímicos realizados por los equipos.

Tabla 2 - Marco legal

Fuente (Autores)

6. Marco Metodológico

6.1. Recolección de la Información

6.1.1. Tipo de investigación

El desarrollo de la presente investigación se basa en un paradigma cualitativo porque su enfoque es la aplicación de teorías prácticas constituida por reglas y no por leyes, con base en esto se recolectará la información.

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente
Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.

Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.
---------------------	---

Tabla 3- Tabla tipos de investigación

Fuente: (ECCI, 2019)

El proyecto de Investigación que se va a desarrollar tiene en cuenta tres tipos de investigación: Histórica ya que se realizará la revisión de la información trazable que se encuentra cargada en el Software CMMS; Documental por realizar la revisión de información en manuales de fabricantes para recolectar las actividades de mantenimiento necesarias en los equipos; Estudios de caso ya que se realizará la investigación a cada familia de equipos y como se atienden necesidades de estos a nivel mundial y local.

6.1.2. Fuentes De Obtención de la Información

6.1.2.1. Fuentes de Información primarias

La primera fuente de información es el Sistema de Tipo CMMS (Computerized Maintenance Management System) denominado MTM, el cual se usa para la gestión de mantenimiento en la compañía y cuenta con la información técnica de los equipos manuales e intervenciones realizadas en los mismos con una data máxima de tres años.

La segunda fuente para consultar es el personal Operativo del Laboratorio que en su mayoría son profesionales relacionados con el Área de la Química y conocen de primera mano la funcionalidad, desempeño y capacidades de los equipos a su cargo. Cabe destacar que este personal por medio de la interpretación de las gráficas y datos de los resultados de los equipos pueden indicar las fallas funcionales, si estas no cuentan con las áreas de curvas y picos pertinentes en su medición.

La tercera fuente para consultar son los Proveedores externos y/o representantes de marca ya que estos han sido capacitados desde casa matriz y cuentan con la información, conocimiento y

expertiz suficiente para brindar la solución de fallas, generación de métodos y planes de Mantenimiento de los activos.

6.1.2.2. Fuentes de Información Secundarias.

Las fuentes secundarias que apoyarán el desarrollo de este proyecto son libros de teorías y prácticas de administración de activos, técnicas y tecnología en el desarrollo de estrategias de mantenimiento, tesis, monografías, webinarr de proveedores y normas técnicas aplicables.

6.1.2.3. Herramientas.

Las herramientas para emplear en el planteamiento y desarrollo de este proyecto son:

- Matriz de excelencia de mantenimiento.
- Matriz de criticidad.
- Taxonomía de equipos.
- Historial de fallas en MTM
- Soporte técnico de MTM
- Principios de planeación estratégica de gestión de activos (PEGA).

6.1.2.4. Metodología

Para el desarrollo del primer objetivo el cual es el "Realizar un diagnóstico de la condición actual de la gestión de mantenimiento para los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios y las particularidades que pueden impactan el desarrollo de la misma." Se realizará la aplicación de la Matriz de excelencia para la evaluación inicial de la gestión de mantenimiento como una herramienta estándar y que no está sesgada por la experiencia de los participantes del desarrollo de este proyecto, al igual se revisará la gestión e información del software de mantenimiento MTM, para evaluar estado actual de los equipos y la gestión de estos, realizando un estudio objetivo con el fin de sintetizar la información recolectada.

Para abordar el segundo objetivo "Recolectar la documentación que permita estructurar la propuesta de Gestión de mantenimiento para los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios", se solicitarán los procedimientos técnicos y administrativos de la gestión de mantenimiento (organigrama, descripciones de cargo, entre otros), el inventario de activos, cronograma actual de mantenimiento calibraciones y calificaciones, indicadores, manuales, listados de proveedores de repuestos y servicios, listado de partes y capacitación del personal en el manejo de la plataforma de mantenimiento MTM.

Por último, para afrontar el tercer objetivo "Desarrollar la propuesta de Gestión de mantenimiento para los activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios ", una vez, recolectada la información se estructurará un cronograma de trabajo que determine las fases del proyecto, las cuales serán:

- Adaptación de la matriz de excelencia: Se hará una adaptación de los aspectos que de la matriz de excelencia que se consideran relevantes, aplicables y necesarios para la gestación de la propuesta del plan de mantenimiento alineado con las políticas organizacionales.
- Formulación de actividades: Derivado de los hallazgos y objetivos de la matriz de excelencia se enlistarán una serie de actividades que permitan estructurar el cronograma de trabajo, definiendo tiempos, recursos y responsables para la estructuración de oportunidades de mejora.
- Desarrollo de cronograma de trabajo: Se generarán los entregables y productos del cronograma, dando cumplimiento al mismo
- Análisis y evaluación técnica y presupuestal de la propuesta.
- Presentación de la propuesta a activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.

6.1.2.5. *Recopilación de la Información.*

6.1.2.5.1. *Plan de trabajo:*

Para el desarrollo de los objetivos del presente Proyecto de Investigación se define un cronograma de trabajo:

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Teoría	19 days	1/12/20 08:00 AM	25/12/20 05:00 PM
Entrega de marco teórico y estado del arte	12 days	1/12/20 08:00 AM	16/12/20 05:00 PM
Entrega de marco legal y normativo, historia	8 days	16/12/20 08:00 AM	25/12/20 05:00 PM
Desarrollo del proyecto	44 days	10/12/20 08:00 AM	9/02/21 05:00 PM
Diagnostico	4 days	29/12/20 08:00 AM	1/01/21 05:00 PM
Aplicar matriz de la excelencia	1 day	29/12/20 08:00 AM	29/12/20 05:00 PM
Realizar informe diagnostico	3 days	30/12/20 08:00 AM	1/01/21 05:00 PM
Recolección de la información	12 days	10/12/20 08:00 AM	25/12/20 05:00 PM
Revisar sistemas de gestión	2 days	14/12/20 08:00 AM	15/12/20 05:00 PM
Identificar stakeholders	1 day	10/12/20 08:00 AM	10/12/20 05:00 PM
Revisar estructura actual de equipos	2 days	16/12/20 08:00 AM	17/12/20 05:00 PM
Verificar y listar información de Mantum	2 days	18/12/20 08:00 AM	21/12/20 05:00 PM
Listar manuales de mantenimiento disponibles	3 days	22/12/20 08:00 AM	24/12/20 05:00 PM
Revisar organigramas y los Jobs descriptions de Mtto	1 day	25/12/20 08:00 AM	25/12/20 05:00 PM
Desarrollo de la propuesta	26 days	29/12/20 08:00 AM	2/02/21 05:00 PM
Identificar los aspectos a desarrollar según diagnostico	1 day	29/12/20 08:00 AM	29/12/20 05:00 PM
Reestructurar taxonomía de equipos	1 day	30/12/20 08:00 AM	30/12/20 05:00 PM
Definir de familias de equipos	1 day	30/12/20 08:00 AM	30/12/20 05:00 PM
Definir matriz de criticidad	1 day	31/12/20 08:00 AM	31/12/20 05:00 PM
Definir actividades de mantenimiento	15 days	1/01/21 08:00 AM	21/01/21 05:00 PM
Definir los tiempos y frecuencias de intervención	15 days	1/01/21 08:00 AM	21/01/21 05:00 PM
Definir recursos para actividades de Mtto	15 days	1/01/21 08:00 AM	21/01/21 05:00 PM
Crear protocolos de Mtto	15 days	1/01/21 08:00 AM	21/01/21 05:00 PM
Definir responsables de actividades de Mtto	15 days	1/01/21 08:00 AM	21/01/21 05:00 PM
Realizar mejoras en Jobs descriptions	3 days	22/01/21 08:00 AM	26/01/21 05:00 PM
Valoración económica	5 days	27/01/21 08:00 AM	2/02/21 05:00 PM
Valorar de listado de repuestos	5 days	27/01/21 08:00 AM	2/02/21 05:00 PM
Valorar servicios de Mtto a equipos	5 days	27/01/21 08:00 AM	2/02/21 05:00 PM
Estructuración de propuesta	5 days	3/02/21 08:00 AM	9/02/21 05:00 PM
Conclusiones	2 days	10/02/21 08:00 AM	11/02/21 05:00 PM

Figura 11 - Programa de trabajo

Fuente: Autores

6.1.2.5.2. *Caracterización de activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios*

Establecida en 1878, la Compañía Certificadoras de Productos y Servicios transformó el comercio del grano en Europa ofreciendo unos servicios de inspección agrícola innovadores. La empresa se registró en Ginebra en 1919. Cotizó en bolsa por primera vez en el Índice suizo (SWX) en 1981. Desde 2001 tenemos únicamente una clase de acciones, que consiste en títulos nominativos

6.1.2.5.2.1. Visión

Aspiramos a ser la organización de servicios más competitiva y productiva del mundo. Nuestras competencias clave en inspección, verificación, ensayos y certificación se someten a un proceso de mejora continua para mantenernos a la vanguardia del sector. Son la médula espinal de nuestra identidad. Los mercados de elección están determinados únicamente por nuestra capacidad de ser los más competitivos, y de ofrecer sistemáticamente servicios sin rival a nuestros clientes de todo el mundo (Certificadora, 2020).

6.1.2.5.2.2. Misión

La misión de la empresa es brindar servicios de inspección, verificación, certificación y ensayos. En una amplia gama de servicios entre los sectores Como líder en la oferta de soluciones de negocio especializadas en la mejora de la calidad, seguridad y productividad y en la reducción de riesgos, ayudamos a nuestros clientes a navegar por un mundo cada vez más reglamentado. Nuestros servicios independientes añaden un valor significativo a las operaciones de nuestros clientes y garantizan la sostenibilidad de los negocios (Certificadora, 2020).

6.1.2.5.2.3. Organigrama.

Actualmente se estructura como una compañía multinacional de estructura vertical, que centraliza la Gestión del negocio, apoyado con áreas de Staff de acuerdo a las necesidades del negocio, como es la Dirección Legal, Gerencia de Ventas, Recursos humanos, Financiera, entre otras:

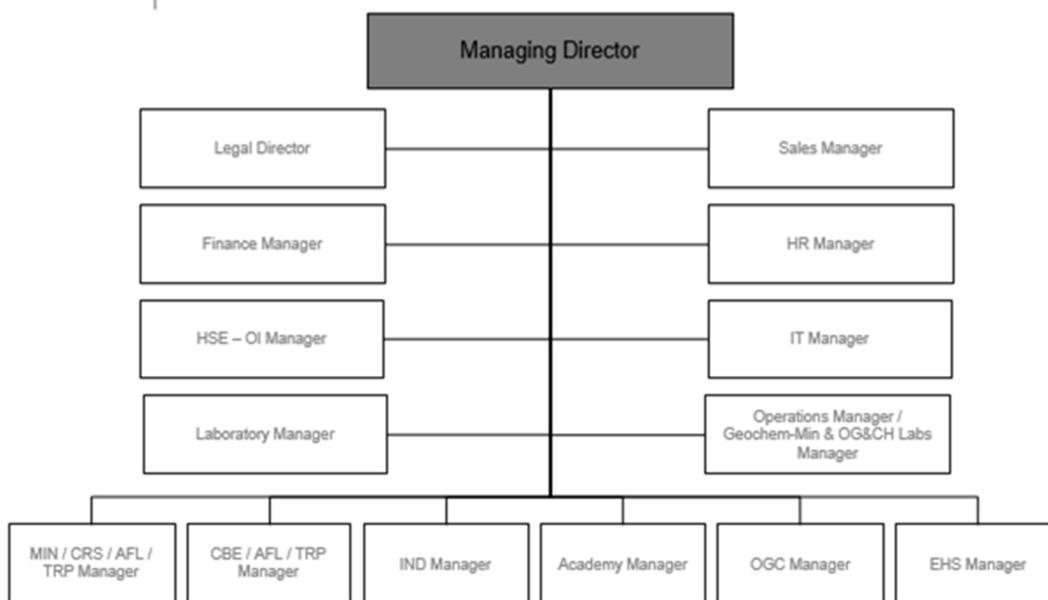


Figura 12 - Organigrama actual

Fuente (Certificadora, 2020)

6.1.2.5.2.4. Organigrama de Mantenimiento

El área de mantenimiento también cuenta con una estructura vertical, que centraliza su responsabilidad ante la alta gerencia con el Operation Manager, seguido de un Coordinador de Mantenimiento, quien gerencia los recursos para la mantenibilidad de los activos de la compañía, apoyado en un planeador y un pasante que de manera ocasional apoya estas actividades; en la base encontramos todos los técnicos que desarrollan las actividades de mantenimiento de todas las sedes de la compañía en Colombia.

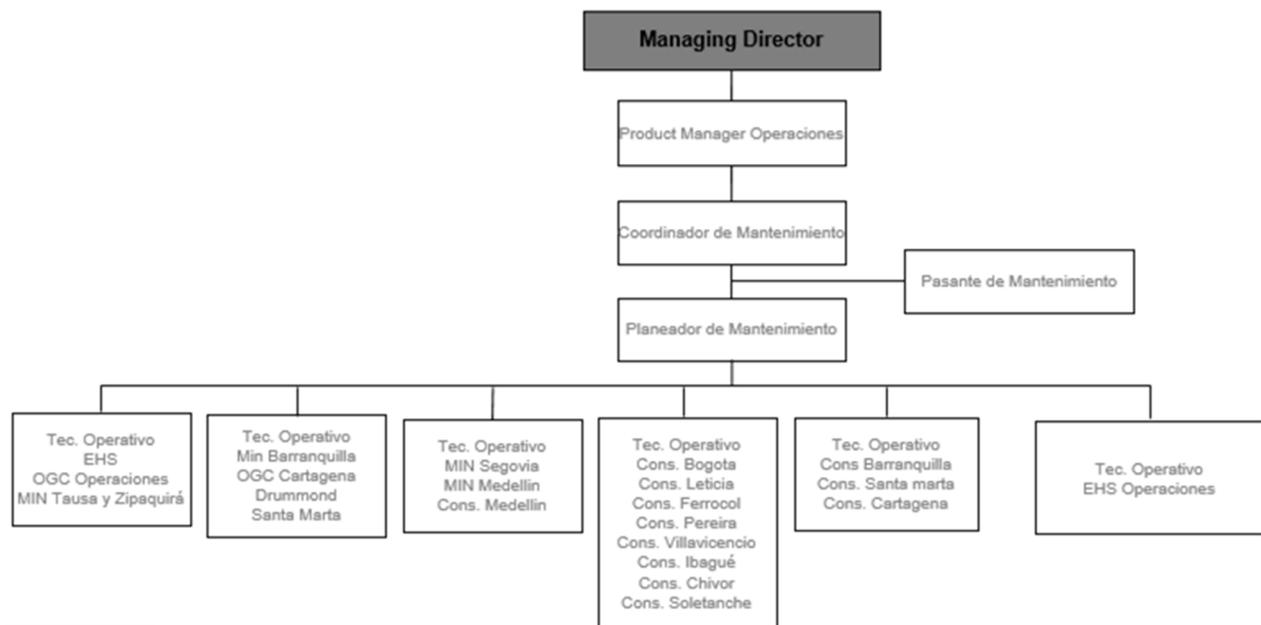


Figura 13 - Organigrama actual del Mantenimiento

Fuente (Certificadora, 2020)

6.1.2.5.2.5. Caracterización de procesos

En desarrollo de las actividades se encuentran estructurados los procesos y sistematizados con diagramas de flujo que evitan subjetividad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento, se cita la caracterización para el proceso de mantenimiento preventivo:

NOMBRE DEL PROCESO:	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y SISTEMAS DE APOYO CRITICO						
SUBPROCESO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
OBJETIVO:	Proporcionar oportuna y eficientemente el control y la manutención de los equipos y los sistemas de apoyo critico administrados por el grupo SGS.						
ALCANCE:	Equipos y sistemas de apoyo crítico de propiedad y que administre el grupo SGS.						
RESPONSABLE:	Coordinador de Mantenimiento				FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	nov-18	
2. GESTIÓN DEL PROCESO							
FUENTE DE ENTRADA	ENTRADAS		P	H	ACTIVIDADES	SALIDAS	RECEPTOR
			V	A			
Fabricante. Cliente interno. Técnico de mantenimiento	Información, identificación, clasificación (sede, sector, tipo) de los equipos. Manuales de mantenimiento y recomendaciones del fabricante.		P		Elaborar plan de mantenimiento.	Plan de mantenimiento.	Cliente interno. Mantenimiento
Sistema de control de mantenimiento. Cliente interno.	Notificación para ejecución de mantenimiento. Solicitud de ajuste al plan de mantenimiento.	→	H		Ejecutar el plan de mantenimiento. Ajustar el plan de mantenimiento. Programar y acompañar al proveedor de mantenimiento.	Reporte de mantenimiento. Plan de mantenimiento ajustado.	Cliente interno.
Ejecutor de mantenimiento interno o externo.	Reportes de mantenimiento.		V		Validar reporte post-mantenimiento. Seguimiento al plan de mantenimiento. Elaborar informe de cumplimiento al plan de mantenimiento.	Concepto de satisfacción. Informe de cumplimiento. Observaciones de seguimiento.	Cliente interno. Gerencia.
Mantenimiento	Análisis del comportamiento del plan, observaciones de reportes.		A		Mejorar la estructura del plan de mantenimiento.	Plan de mantenimiento mejorado.	Cliente interno. Mantenimiento
3. RECURSOS/INTERRELACIÓN							
AREAS FUNCIONALES			RECURSOS				
Compras, Logística.			Personal, sistema Mántum, repuestos.				
4. DOCUMENTOS ASOCIADOS							
PROCEDIMIENTOS			FORMATOS				
5. REQUISITOS APLICABLES							
CORPORATIVO		NORMAS TÉCNICAS			LEGALES Y REGLAMENTARIOS		
Código de integridad		NTC-ISO/IEC 17024:2013 NTC-ISO/IEC 17065:2013 NTC-ISO/IEC 17020:2012 NTC-ISO/IEC 17025:2017			Decreto 1595 de 2015		
6. SEGUIMIENTO Y CONTROL							
ACTIVIDAD DE SEGUIMIENTO Y/O MEDICIÓN	FRECUENCIA	META	SEGUIMIENTO	RESPONSABLE			
Porcentaje total de mantenimiento	MENSUAL	80%	MENSUAL	Coordinador de Mantenimiento			
Mantenimientos programados	MENSUAL	100%	MENSUAL	Planeador de Mantenimiento			

Figura 14 - Caracterización de procesos

Fuente (Certificadora, 2020)

6.1.2.5.2.6. Cronograma de mantenimiento 2020

En la siguiente imagen se tiene una sección del cronograma de mantenimiento, extraído de MTM, el documento completo, se encuentra en los anexos de la presente propuesta:

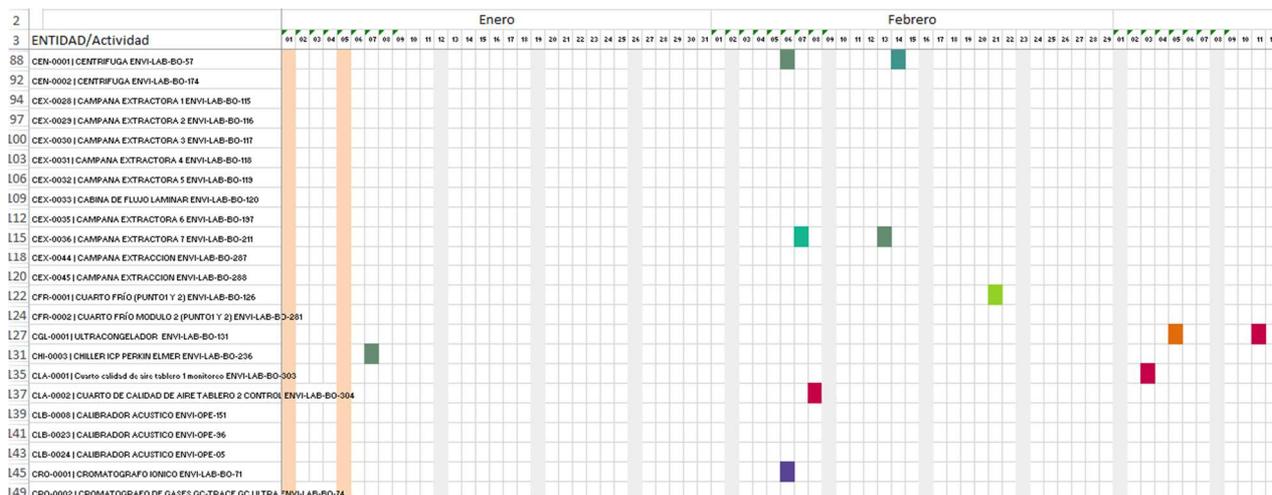


Figura 15 - Sección de cronograma de mantenimiento 2020

Fuente (Certificadora, 2020)

6.1.2.5.2.7. Costos de mantenimiento 2020

En los costos de mantenimiento se tienen dos grandes componentes, que se denominan maquinaria y repuestos, el primero corresponde a los servicios entre los que se tienen los que desarrolla el personal propio y los que se contratan de manera externa con los representantes directos de los equipos por su especialidad, sin embargo, también se tienen oportunidades de mejora, para que de algunos equipos se pueda realizar con el personal propio, si se realiza capacitación al mismo.

Equipo	Maquinaria	Repuestos
Sistema de extracción Soxtherm ENVI-LAB-BO-300	\$ 190.000,00	\$ 467.733,00
Baño de agua con agitación ENVI-LAB-BO-217	\$ 574.000,00	\$ 2.611.641,60
Digestor microondas ETHOS ENVI-LAB-BO-97	\$ 1.680.000,00	\$ 2.662.000,00
Balanza analítica ENVI-LAB-BO-61	\$ 1.500.000,00	\$ 1.895.552,82
Cromatógrafo masas ABS ATOM ENVI-LAB-BO-207	\$ 6.089.260,00	\$ 7.616.856,73
Cromatógrafo Iónico ENVI-LAB-BO-71	\$ 7.228.500,00	\$ 7.953.180,00
Cromatógrafo de gases (ECD/FID) ENVI-LAB-BO-191	\$ 7.795.120,00	\$ 1.430.101,99
Cromatógrafo de gases (NPD/ECD) ENVI-LAB-BO-192	\$ 8.220.000,00	\$ 1.380.037,00
Cromatógrafo de gases masas con purga y trampa ENVI-LAB-BO-314	\$ 9.100.000,00	\$ 25.167.646,49
ICP masas PERKIN ELMER ENVI-LAB-BO-234	\$ 9.260.000,00	\$ 26.008.881,76
Analizador de cianuros ENVI-LAB-BO-90	\$ 10.717.080,00	\$ 38.073.238,08
TOC (Modulo liquido) ENVI-LAB-BO-95	\$ 11.215.200,00	\$ 29.987.077,38
Sonda DBO ENVI-LAB-BO-180	\$ 145.000,00	\$ 4.633.800,00

Chiller para refrigeración 30 °C ENVI-LAB-BO-218	\$ 345.000,00	\$ 160.000,00
Dataloger ENVI-LAB-BO-296	\$ 70.000,00	\$ 260.000,00
	\$ 156.062.182,33	\$ 150.572.746,85

Tabla 4 - Sección de tabla de costos de mantenimiento para el año 2020

Fuente (Autores)

Si bien la tabla expuesta en un parcial del listado completo de los equipos, si tenemos el total de los costos para el laboratorio.

6.1.2.5.2.8. Inventario o estructura de equipos (Taxonomía)

La actual taxonomía tiene la siguiente estructura:

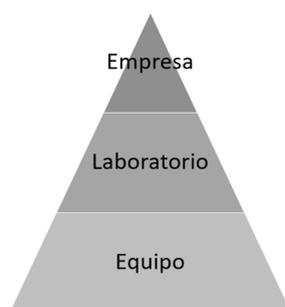


Figura 16 - Estructura actual de Taxonomía de equipos

Fuente (Autores)

6.1.2.5.2.9. Job description antiguos

Por la configuración de los documentos se anexan a la presente propuesta, pero se tienen las siguientes observaciones:

- Son iguales las funciones para cargos con diferente línea de mando.
- No se tiene claras las funciones específicas de cada cargo.
- No corresponde la denominación del cargo con el organigrama de Mantenimiento.

6.1.2.5.2.10. Recolección de información para Matriz DOFA

En el desarrollo del análisis de la información para el desarrollo del propuesto, se realizó una matriz DOFA, donde se tomaron como factores externos todas las áreas fuera del área de mantenimiento, teniendo los siguientes resultados:

6.1.2.5.2.10.1. Debilidades

- a. Falta sincronía con las áreas transversales de la compañía tales como Compras, Finanzas y almacén para la realización de tareas, procesos y actividades.
- b. Faltan indicadores de gestión en el área lo cual no permite la medición de mejoras o metas
- c. Existe personal que aún no se ha acoplado a las particularidades, procedimientos y políticas de la compañía
- d. El personal carece de disciplina en los procesos correspondientes al área de mantenimiento lo cual genera retrasos en la información solicitada
- b) Carencia de presupuesto para las actividades de mantenimiento y calibración lo cual no permite la descentralización de procesos.

6.1.2.5.2.10.2. Fortalezas

- a) Se cuenta con personal que conoce los procedimientos internos de la compañía para la realización de las actividades de gestión.
- b) Se cuenta con personal que conoce el funcionamiento, componentes, partes y troubleshootings de los equipos de la compañía a los cuales se les realiza las actividades de mantenimiento
- c) El personal tiene compromiso y disponibilidad en las necesidades de mantenimiento y urgencias que se presentan en los equipos y en las instalaciones de la compañía.
- d) El área cuenta con Jobs Descriptions actualizados enfocados a las necesidades del área de mantenimiento.
- e) Se dispone de un software robusto denominado MTM que sirve para la Gestión de Activos de la Compañía

6.1.2.5.2.10.3. Oportunidades

- a. Estabilidad de la empresa en el Mercado
- b. Compromiso de la alta dirección en la Gestión del área de Mantenimiento

- c. La compañía es una multinacional la cual cuenta con procesos y áreas similares en otros países
- d. Colombia cuenta con una variedad de proveedores para los servicios de mantenimiento y calibración
- e. Existen varias metodologías y técnicas de gestión de mantenimiento

6.1.2.5.2.10.4. Amenazas

- a. Alta rotación del personal analista que realiza la operación de los equipos
- b. Las áreas transversales no cuentan con tiempos de respuesta, ni disponibilidad como los que se necesitan en el proceso productivo.
- c. Resistencia al cambio en los sectores y áreas transversales de la compañía
- d. Los representantes de marca carecen de personal calificado, stock de repuestos y tiempos de respuesta sin coherencia con el funcionamiento de los sectores
- e. Instalaciones, instrumentos y equipos inadecuados para los procesos productivos de la compañía

6.2. Análisis de la Información.

6.2.1. Aplicación de la Matriz de Excelencia

Como se describió en la metodología y en el marco teórico, se empleará el uso de la matriz de excelencia como una referencia estándar para saber la condición actual del área de mantenimiento.

Capítulo	Resultado	Nivel	Observaciones	
Estrategia de mantenimiento	3	3	Plan estratégico de mantenimiento a un año	Tiene dentro de sus estrategias varios capítulos de actividades de mantenimiento de clase mundial, su aplicación es a mediano plazo (1 año)
Administración y organización	1,7	2	Mantenimiento organizado como respuesta a la necesidad operativa del proceso productivo principal	Se encuentra en este nivel aun cuando su aplicabilidad no es del 100% por la estructura del negocio
Planeación y programación	2,2	2	Soporte para detección de fallas y programación elemental (no balanceo, planeación no profunda)	La falta de divulgación de los reportes de falla a su grupo de trabajo como retroalimentación al

				proceso no le permite avanzar al siguiente nivel
Técnicas de mantenimiento	1,6	2	Inspecciones basadas en tiempo	No hace verificaciones de las rutinas según recomendaciones de los fabricantes
Medidas de desempeño	2,1	2	Algunos registros de falla y costos de mantenimiento no segregados	No tiene indicadores específicos para el área que le permitan tener más información como: tiempos de parada con modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles desagregados
Tecnologías de la información y su uso	3,2	3	CMMS - ERP convencional no ligado a otros paquetes, operando y produciendo resultados	El CMMS no está ligado con los departamentos de apoyo
Involucramiento de los empleados	2	2	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	No se involucra al personal en el mejoramiento continuo del proceso de mantenimiento
Análisis de confiabilidad	1,66	2	Registro de Fallas poco usado	No se hace el reporte de Modos de falla acorde a la ISO 14224
Análisis de procesos	5	5	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo y calidad, certificación ISO 9000 de los procesos de mantenimiento	
Información sobre infraestructura e instalaciones	1,75	2	Se dispone de la infraestructura de Equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético	Posee la estructura, pero debería tener un nivel inferior para ser más completa

Tabla 5 - Aplicación de la matriz de Excelencia

Fuente: (Autores)

Para facilitar el análisis de los criterios evaluados y de la condición actual, representamos en la siguiente tabla los resultados:

Capítulo	Resultado	1	2	3	4	5
Estrategia de mantenimiento	3					
Administración y organización	1,7					
Planeación y programación	2,2					
Técnicas de mantenimiento	1,6					
Medidas de desempeño	2,1					
Tecnologías de la información y su uso	3,2					
Involucramiento de los empleados	2					
Análisis de confiabilidad	1,66					
Análisis de procesos	5					
Información sobre infraestructura e instalaciones	1,75					

Tabla 6 - Resultados de matriz de Excelencia

Fuente (Autores)

6.2.2. Análisis de información de Matriz DOFA

El resultado de la evaluación de los cuatro parámetros de esta metodología nos aporta:

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	a <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar charlas y/o webinars con el objetivo de mostrar la importancia del área de mantenimiento y su personal en el establecimiento de metas de la Compañía. 2. Mejorar el SGC del área de mantenimiento buscando que este alineado con la gestión del conocimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar charlas y/o webinars con el objetivo de afianzar el trabajo en equipo de la organización. 2. Desarrollar indicadores de Gestión del área de mantenimiento a nivel de costos. 3. Realizar capacitación al personal de Mantenimiento con el objetivo de dar a conocer las funciones de cada cargo, funcionamiento y políticas de la compañía 4. Implementar metodología 5s. 5. Implementar un indicador de productividad individual mediante la plataforma MTM
	b <ol style="list-style-type: none"> 1. Generar espacios entre la dirección y el área de mantenimiento con el objetivo de aumentar el nivel motivación del personal. 2. Garantizar por parte de la dirección los recursos necesarios para el funcionamiento de la plataforma MTM. 3. Permitir canales de acceso para la realización de Benchmarking 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Permitir por parte de la gerencia espacios y ser veedores en la generación de compromisos, procedimientos, protocolos e instructivos que permitan delimitar el alcance y tiempos en la cadena de valor de las áreas transversales. 2. Permitir por parte de la gerencia espacios de capacitación al personal de mantenimiento para alinearse a la forma y necesidades de los KPI's solicitados por la organización. 3. Apoyar desde la gerencia la implementación de la Metodología 5s en el área a nivel de recursos, tiempo y seguimiento. 4. Revisar desde la gerencia la descentralización de algunos procesos del área de Mantenimiento
	c <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar Benchmarking en otros departamentos de Mantenimiento a nivel mundial para determinar puntos diferenciadores y acciones de Mejora 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar Benchmarking en otros departamentos de Mantenimiento a nivel mundial para determinar puntos diferenciadores y acciones de Mejora
	d <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar la estrategia TCC y dar las indicaciones de apoyo técnico. 2. Optimizar la plataforma MTM y permisos para que los proveedores puedan manejar la plataforma en pro de la gestión de las actividades de mantenimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar asesoramiento al área de compras con el objetivo de mejorar el procedimiento de búsqueda y selección de proveedores. 2. Implementar la estrategia TCC
	e <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar los Check List de Mantenimiento y protocolos de Mantenimiento para los equipos del alcance del área de mantenimiento. 2. Implementar RCM según el alcance. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar el SGA en la compañía. 2. Desarrollar indicadores en función al proceso y de la gestión de mantenimiento. 3. Realizar reuniones Kaizen con las áreas transversales y sectores.
AMENAZAS	a <ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar el SGC del área de mantenimiento buscando que este alineado con la gestión del conocimiento. 2. Solicitar a los sectores que cuenten con un plan de capacitación con el objetivo de mitigar los riesgos de mala manipulación en los equipos. 3. Realizar capacitación a los sectores de la plataforma MTM con el objetivo de revisar que opciones, secciones o herramientas les son funcionales para las gestiones operativas y de información. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar informes por parte de Mto o Externos en función de variación del desempeño de los equipos con base al cambio de personal analista.

b	1. Desarrollar planes de trabajo con el objetivo de determinar alcances y compromisos entre las interacciones de las áreas.	1. Desarrollar planes de trabajo con el objetivo de determinar alcances y compromisos entre las interacciones de las áreas. 2. Solicitar a las áreas transversales indicadores de gestión para el seguimiento de las actividades de interacción con el área de mantenimiento. 3. Solicitar a RRHH una reunión con el fin de dar a conocer las políticas empresariales y revisar las posibilidades de modificación de horario.
c	1. Mejorar en el SGC la gestión al Cambio e impulsarlas en las políticas corporativas	1. Mejorar en el SGC de las áreas transversales la gestión al Cambio e impulsarlas en las políticas corporativas
d	1. Implementar la estrategia TCC y dar las indicaciones de apoyo técnico. 2. Desarrollar capacitaciones al personal de mantenimiento para fortalecer el conocimiento en los equipos analíticos. 3. Realizar interacción con otras sedes a Nivel mundial con el fin de que los proveedores representantes de marca se acomoden a las necesidades de Operación o en su defecto se realice por parte del área de compras y sectores el análisis costo beneficio de la modificación.	1. Indicar en los contratos y Órdenes de compra los alcances de los proveedores para las actividades de mantenimiento con el objetivo de determinar tiempos de intervención de terceros. 2. Desarrollar por parte del área de compras un Procedimiento para la generación de contratos en el cual se indique los tramites, tiempos y actividades. 3. Implementar indicadores de cumplimientos a los proveedores con respecto a los objetos de contrato.
e	1. Continuar con los análisis de intervalo de calibración para la revisión de cumplimiento del EMP. 2. Implementar el SGA para la elección de equipos instrumentos y ajustes a instalaciones. 3. Generar un procedimiento de estandarización de sedes y controles con el objetivo de mejorar las condiciones del proceso productivo. 4. Realizar la contratación de un metrólogo que pertenezca al área de mantenimiento con el objetivo de optimizar la selección de instrumentos.	1. Desarrollar planes de trabajo con el objetivo de determinar alcances y compromisos entre las interacciones de las áreas. 2. Implementar el SGA en la compañía. 3. Desarrollar por parte del área de compras un Procedimiento para la generación de contratos.

Tabla 7 - Análisis de Matriz DOFA

Fuente (Autores)

6.2.3. Análisis de costos actuales de mantenimiento

Para el análisis de los costos, en la siguiente tabla se muestra la mensualización de los costos de mantenimiento, en tres cuentas importantes, como son: Maquinaria y equipo; Repuestos y Calibraciones:

Cuenta	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Mtto Maquinaria y Equipo	-9.361	-12.230	-13.744	-2.215	-3.390	-2.000	-10.341	-15.332	-28.215	-1.736	170	-57.668	-156.062
Repuestos	-27.608	-7.311	-16.974	-7.590	-4.908	-11.688	-8.967	-21.628	-11.353	-7.159	-10.675	-14.704	-150.565
Calibraciones	-3.146	-21.486	-22.971	-5.850	-8.830	-3.090	-6.535	10.525	-3.936	-5.464	0	-4.343	-75.126
General repairs and maintenance	40.115	41.027	53.689	15.655	17.128	16.778	25.843	26.435	43.504	14.359	10.505	76.715	381.753

Other Expenses	40.115	41.027	53.689	15.655	17.128	16.778	25.843	26.435	43.504	14.359	10.505	76.715	381.753
TOTAL OPERATING EXPENSES	40.115	41.027	53.689	15.655	17.128	16.778	25.843	26.435	43.504	14.359	10.505	76.715	381.753

Tabla 8 - Mensualización de los costos de Mantenimiento en millones de pesos para el 2020

Fuente (Certificadora, 2020)

6.3. Propuesta de solución.

Las áreas de Mantenimiento en las compañías han evolucionado junto con el desarrollo de la industria tanto así que por el momento se cuenta con la quinta generación de Mantenimiento.

En Colombia las áreas de mantenimiento en promedio se mantienen entre la primera y segunda generación de Mantenimiento y en el caso del área de Mantenimiento de la Compañía

Certificadoras de Productos y Servicios no es la excepción, ya que se realizan actividades netas de correctivo y preventivo. En la industria colombiana se ha observado que los principales causantes de que en el país no evolucionen las áreas de mantenimiento a Generaciones futuras es la falta de inversión, el desconocimiento de las gerencias, la falta de innovación y la resistencia al cambio.

Sin embargo, para aquellas áreas de mantenimiento en Colombia que quieren aumentar a la tercera generación, los elementos más importantes que se deben tener en cuenta para una buena Gestión de Mantenimiento son los que se mencionan a continuación:

- La organización
- El Talento Humano
- La Disponibilidad de Equipos
- La gestión de Repuestos
- Control de Costos
- Medio Ambiente
- Confiabilidad de los Activos

Téngase en cuenta que lo más recomendable es avanzar de generación en generación, ya que avanzar en saltos de dos o más generaciones puede acarrear problemas graves en la organización tales como ausencia de resultados, monotonía, sobrecarga laboral, gestiones del cambio incorrectas entre otras. Como indica el adagio popular antes de correr hay que aprender a caminar. Por consiguiente, el papel de la gerencia debe ser recíproco con el fin de garantizar el apoyo al crecimiento de las áreas que están enfocadas a los objetivos corporativos para este caso específico observado desde el área de Mantenimiento y por lo observado en la compañía se recomienda que la organización realice las siguientes actividades:

- Garantizar que la gerencia y la organización conozca el aspecto fundamental que quiere realizar el Área de Mantenimiento en la compañía, el cual es tener en la compañía un área de Mantenimiento de tercera generación implementando el RCM.
- Prestar apoyo, espacios y tiempos para retroalimentar al personal operativo, supervisor y gerencia de las actividades a desarrollar.
- Garantizar condiciones favorables de espacios recursos, capacitación y remuneración al Personal del área de mantenimiento
- Eliminar la rotación de personal operativo ya que esto es un factor fundamental en la búsqueda de reducir, prevenir y eliminar las fallas de los equipos.
- Fomentar el mantenimiento autónomo del personal operativo.
- Realizar el análisis de tiempos y movimientos en los procedimientos y análisis de laboratorios.
- Fomentar la colaboración de las distintas áreas de la compañía y eliminar los cuellos de botella.

Lo anterior en el marco de lo que establece como buena práctica la Norma ISO 50001 para Gestión de activos

6.3.1. *Ajuste en taxonomía de equipos*

La propuesta para la modificación de la taxonomía de equipos consiste en la agrupación de los equipos por familias que permitan realizar la gestión de catálogos de falla, formatos de estandarización de intervención y así mismo poder hacer análisis de fallas y costos de manera más efectiva, las familias propuestas son las siguientes:

FAMILIAS PROPUESTAS	
Agitadores	Espectrofotómetros
Aire	ETHOS
Aox	Gases
Apoyo industrial	Icp
Apoyo lab	Ionico
Balanza	Ionizador
Bomba	Isotermos
Bomba húmeda	Laminar
Bomba l. Aceite	Medición
Bureta	Microscopio
Cabina extracción	Plancha
Cadena frio	Purga y trampa
Cárcamos	Rotoevaporador
Centrifuga	Sellador
Cianuros	Sondas
Colonias	Soxtherm
Cromatógrafos	Tamizadora
Desorción térmica	TOC
Destilador	Transfer pipeta
Digestor	Ultrasonido
Dispensador	UPS

Tabla 9 - Familias propuestas para organización de la Taxonomía

Fuente (Autores)

Con esta clasificación de familias se complementa con la designación de un código de

Identificación con la siguiente estructura:

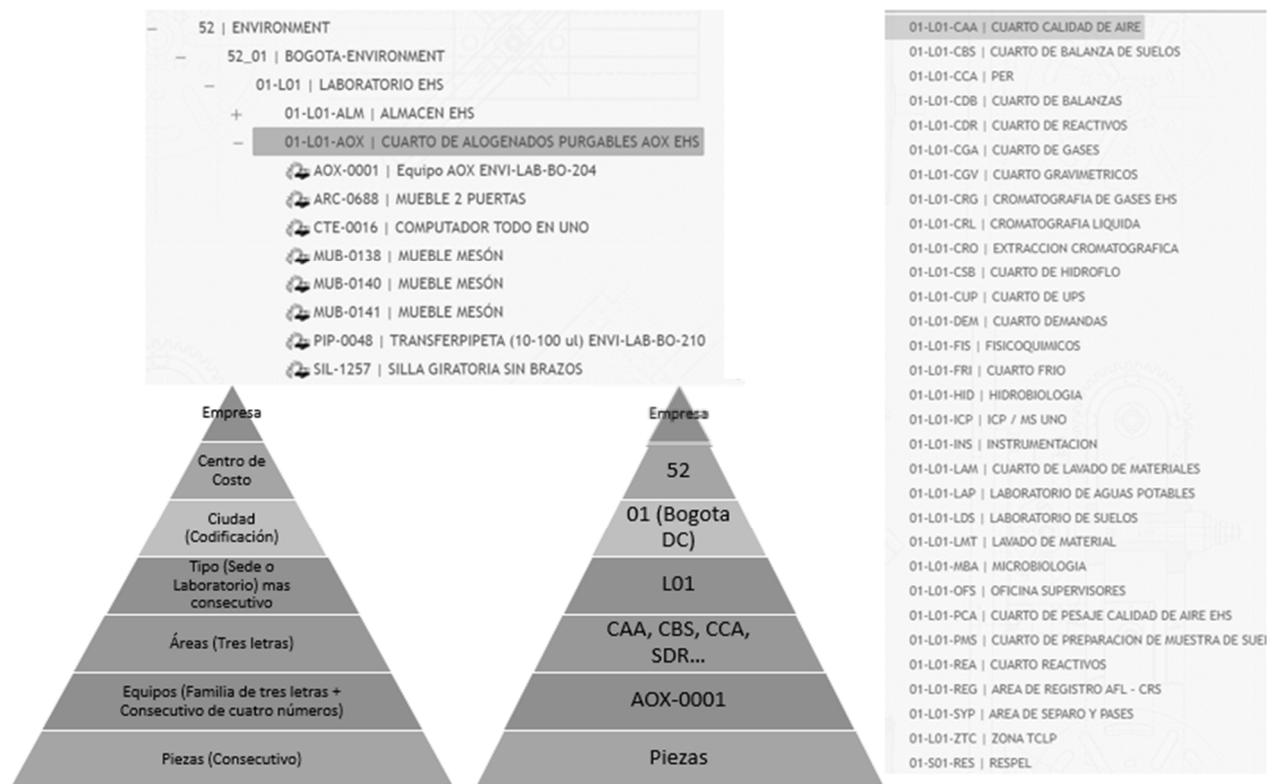


Figura 17 - Propuesta de codificación de equipos

Fuente (Autores)

Para el caso de este laboratorio se reduce un número de 238 equipo en 42 familias y para la gestión en un número de 42 catálogos de falla y el mismo número de registros para estandarizar el mantenimiento

6.3.2. Matriz de criticidad de activos

Se estructuran los factores de evaluación o impacto a la criticidad de los equipos, este ejercicio, aunque se desarrolló para el laboratorio, es aplicable a los activos de los demás laboratorios de la Compañía Certificadoras de Productos y Servicios.

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Mas de 5 eventos al año	5
Probable, 2-4 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 1 año	3
Improbable, 1 evento en 2 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 3 años	1

Tabla 10 - Factores de frecuencia y valores de ponderación para matriz de criticidad equipos

Fuente: Autores

FACTORES DE CONSECUENCIAS	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Costos producción superior 20000 USD	5
Costos producción superior 10000-20000 USD	4
Costos producción superior 3000-10000 USD	3
Costos producción superior 200-3000 USD	2
Costos producción inferior 200 USD	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
Tiempos de reparación superiores a 30 días	5
Tiempos de reparación entre 16 a 30 días	4
Tiempos de reparación entre 8 a 15 días	3
Tiempos de reparación entre 4 a 7 días	2
Stock repuestos suficiente, tiempos reparación menor a 3 días	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos servicios y repuestos anuales superior 20000 USD	5
Costos servicios y repuestos anuales superior 10000-20000 USD	4
Costos servicios y repuestos anuales superior 3000-10000 USD	3
Costos servicios y repuestos anuales superior 200-3000 USD	2
Costos servicios y repuestos anuales inferior 200 USD	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Impacto ambiental según políticas internas, Incumplimiento de leyes o reglamentos Colombianas de carácter ambiental con afectación a Terceros	5
Impacto ambiental según políticas internas, Incumplimiento de leyes o reglamentos Colombianas de carácter ambiental	4
Generación de impacto ambiental corporativo sin afectación a terceros y sin incumplimiento de normas legales ambientales asociadas	3
Impacto ambiental identificado y controlado por la operación cumpliendo requisitos legales ambientales	2
Sin Impacto ambiental ni requisitos legales asociados	1
Impacto seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad total	5
Incapacidad parcial	4
Laceraciones, heridas y cortaduras con incapacidad inferiores a 3 días	3
Primeros auxilios	2
Sin impacto en la seguridad	1

Tabla 11 - Factores de consecuencias para los equipos de laboratorio

Fuente: Autores

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

Tabla 12 - Matriz de criticidad FF vs CO

Fuente: Autores

La criticidad de los equipos con fallos de mayor relevancia se relaciona en la Tabla 13 - Sección de aplicación de matriz de criticidad para los equipos de laboratorio., en donde la ponderación de los factores de consecuencia está dada por la sumatoria de los valores asignados de acuerdo con la calificación de cada uno de los fallos según los factores especificados relacionados en las Tabla 10 y Tabla 11 como CO. Posteriormente la criticidad (CT), se obtiene al multiplicar este valor encontrado con la frecuencia de las fallas (FF). Al relacionar este valor con la matriz presentada en la tabla 7, se obtiene el valor numérico de criticidad. Esta ponderación también ubica los equipos dentro de un rango de colores y valores según se especifica a continuación:

- Criticidad alta, color Rojo, valores $50 \leq CT \leq 125$
- Criticidad media, color Amarillo, valores $30 \leq CT \leq 49$
- Criticidad baja, color Verde $5 \leq CT \leq 29$

En la siguiente tabla relacionamos una sección de los equipos evaluados, el listado completo está en los anexos del presente documento:

EQUIPO	CT	FF	CO	IO	FO	CM	IS	IMA
Analizador De Cianuros ENVI-LAB-BO-90	80	5	16	3	5	4	2	2
Analizador De Cianuros modulo I ENVI-LAB-BO-91	80	5	16	3	5	4	2	2
Analizador De Cianuros AUTOSAMPLER 3090 ENVI-LAB-BO-94	80	5	16	3	5	4	2	2
Analizador De Cianuros UV DIGESTOR módulo II ENVI-LAB-BO-92	80	5	16	3	5	4	2	2
Analizador De Cianuros IPC (BOMBA) ENVI-LAB-BO-93	80	5	16	3	5	4	2	2
Chiller ICP PERKIN ELMER ENVI-LAB-BO-236	80	5	16	3	5	4	2	2
Chiller ICP ENVI-LAB-BO-70	80	5	16	3	5	4	2	2

AUTO SAMPLER ICP PERKIN ELMER ENVI-LAB-BO-237	80	5	16	3	5	4	2	2
ICP Masas PERKIN ELMER ENVI-LAB-BO-234	80	5	16	3	5	4	2	2
Bomba De Vacío ICP PERKIN ELMER ENVI-LAB-BO-235	80	5	16	3	5	4	2	2
Cromatógrafo De Gases (ECD/FID) ENVI-LAB-BO-191	64	4	16	3	5	4	2	2
Cromatógrafo De Gases (NPD/ECD) ENVI-LAB-BO-192	64	4	16	3	5	4	2	2
Cromatógrafo masas ABS ATOM ENVI-LAB-BO-207	64	4	16	3	5	4	2	2
Cromatógrafo Iónico ENVI-LAB-BO-71	64	4	16	3	5	4	2	2
Cromatógrafo de gases masas con purga y trampa ENVI-LAB-BO-314	64	4	16	3	5	4	2	2
TOC (MODULO LIQUIDO) ENVI-LAB-BO-95	64	4	16	3	5	4	2	2
TOC (MODULO DE SOLIDO) ENVI-LAB-BO-96	64	4	16	3	5	4	2	2
Equipo AOX ENVI-LAB-BO-204	60	4	15	3	5	3	2	2
Espectrofotómetro UV/VIS ENVI-LAB-BO-84	56	4	14	3	5	2	2	2
Espectrofotómetro UV/VIS ENVI-LAB-BO-187	56	4	14	3	5	2	2	2
Automuestreador Cromatógrafo de gases GC (1) ENVI-LAB-BO-75	48	3	16	3	5	4	2	2
Cromatógrafo De Gases GC-TRACE GC ULTRA ENVI-LAB-BO-74	48	3	16	3	5	4	2	2
Espectrofotómetro UV JASCO ENVI-LBA-BO-266	48	4	12	3	3	2	2	2
Analizador De Hidrocarburos ENVI-LAB-BO-89	48	4	12	3	3	2	2	2
UPS	45	3	15	5	4	2	2	2
Aire precisión cuarto calidad de aire	44	4	11	2	3	2	2	2
Espectrofotómetro ENVI-LAB-BO-186	40	4	10	3	1	2	2	2

Tabla 13 - Sección de aplicación de matriz de criticidad para los equipos de laboratorio.

Fuente (Autores)

6.3.3. Estandarización de intervenciones de mantenimiento por familia de equipos

Se evidenció en la recolección de la información que se presentan diferencias de concepto y de criterios de revisión de los equipos al realizar las rutinas de mantenimiento de los activos, por lo que se tenían variaciones importantes en las duraciones de las actividades, en el consumo de repuestos y consumibles que se empleaban, por lo que es obligatoria la estandarización de estos procesos, inicialmente el grupo de trabajo realizó las listas de chequeo para poder reevaluar de mano con los manuales de los fabricantes y documentos de las compañías que realizan mantenimiento actualmente a estos equipos, a continuación se presenta uno de las listas elaboradas:

		MANTENIMIENTO	
	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código:	
		Versión:	1
		Fecha:	Noviembre 2020
		Elaborado por:	
		Revisado por:	
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CROMATÓGRAFO			
DATOS GENERALES DEL EQUIPO			
NOMBRE DEL EQUIPO			
MARCA			
SERIE			
CÓDIGO INTERNO			
Fecha:			
<p>Objetivo: Conservar los componentes mecánicos, electrónicos, hidráulicos y ópticos en óptimas condiciones, ajustados y calibrados de acuerdo a sus especificaciones que indica el manual de servicio técnico, para garantizar un correcto desempeño operativo y analítico, esto con la finalidad de que el instrumento presente el mínimo de fallas y acciones correctivas posteriores.</p> <p>Metodología: Realizar sistemática y puntualmente todas las actividades de revisión, limpieza, ajuste, lubricación, reemplazo y verificación que indica el protocolo. Revisar predictiva y meticulosamente cada elemento y modulo del equipo, efectuando en el momento las reparaciones que se requieran, y determinando, programando y los reemplazos adicionales al protocolo que prevengan fallas posteriores.</p>			
1	MEDIDAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD	REGISTRO:	
1,1	Uso de bata, guantes y cubre bocas.	OK	
1,2	Neutralización y limpieza de las áreas de riesgo biológico.	OK	
2	INICIO	REGISTRO:	
2,1	Lea todo el protocolo antes de comenzar.	OK	
2,2	Consulte con Jefe de Laboratorio y Usuarios el desempeño del Instrumento.	OK	
2,3	Revisar en el software del equipo el logbook		
2,4	Realice backup de la base de datos y de los métodos de análisis cargados en el equipo		
2,5	Revise que el espacio de funcionamiento sea el correcto, así como las condiciones ambientales de operación, ajustar como sea necesario.	OK	
2,6	Revise la licencia sea la misma		
2,7	Registre el valor de la señal de salida del detector NPD		
2,8	Registre el valor de la señal de salida del detector FID		
3	PREVIO	REGISTRO:	
3,1	Desconecte el equipo de su fuente de alimentación eléctrica		

4	LIMPIEZA E INSPECCIONES	REGISTRO:	
4,1	Limpieza e inspección externa del instrumento.	OK	
4,2	Limpieza e inspección del sistema de ventilación	OK	
x	Limpieza e inspección de componentes electrónicos.	OK	
4,3	Limpieza e inspección de componentes mecánicos	OK	
4,4	Limpieza e inspección de ventiladores.	OK	
4,6	Limpieza e inspección del área de muestra.	OK	
4,7	Limpieza e inspección del panel de mandos	OK	
4,8	Limpieza e inspección del seguro de ajuste de puerta	OK	
5	REVISIONES	REGISTRO:	
5,1	Revisar y corregir presencia de fugas en circuito de gases (N, He, H y Aire), columna y horno		
5,2	Vuelva a conectar la alimentación al GC. Encienda el GC y revise que se haya aprobado el auto prueba de encendido	OK	
5,3	Revise el funcionamiento de todos los demás ventiladores: los ventiladores de entrada y de enfriamiento de tarjetas electrónicas	OK	
5,4	Realizar reemplazo de P/N 5188-6495	OK	
5,5	Revisar y/o reemplazar el brazo de la puerta si no mantiene su apertura	OK	
5,6	Realizar la limpieza del Jet, si se observa obstrucción por el orificio posterior a la limpieza, se debe realizar el reemplazo	OK	
5,7	Revisar procedimiento para dejar en cero todos los sensores de presión según el procedimiento de la "Guía avanzada del usuario" del 7890	OK	
5,8	Realice la (s) prueba (s) de caída de la presión de entrada como se define en el "Manual de resolución de problemas" del 7890. Si la PM se realiza en preparación para una Calificación operativa, entonces la prueba de caída de presión definido dentro de ese protocolo se puede utilizar para el PM	OK	
5,9	Registre si la prueba de presión es exitosa	OK	
5,10	Revise todos los ajustes de cableado y configuración entre el GC, la bandeja y los inyectores	OK	
5,12	Compruebe que la jeringa funcione correctamente.	OK	
5,13	Compruebe el buen funcionamiento del soporte de la aguja; límpielo si es necesario	OK	
5,14	Compruebe el funcionamiento correcto de los ajustes de volumen de la jeringa	OK	
6	REVISIÓN DE PROTECCIONES	REGISTRO:	
5,50	Revisar accionamientos de seguros de la puerta	OK	
5,60	Revisar correcto funcionamiento del final de carrera de seguro automático de puerta	OK	
6	VERIFICACIÓN	REGISTRO:	
6,10	Verificar correcto funcionamiento.	OK	
6,20	Verificación con tacómetro de revoluciones	OK	
6,30	Verificación de corriente de consumo de motor	OK	
7	ACTIVIDADES FINALES	REGISTRO:	
7,1	Restablezca las condiciones de funcionamiento normales o el método del cliente mediante el Keyboard o el sistema de datos	OK	
7,2	Purgue el sistema con carrier flow durante 15 minutos	OK	
7,3	Suba condiciones de temperatura del sistema, luego restablezca las condiciones normales de funcionamiento	OK	

7,4	Registre el valor de la señal de salida del detector NPD					OK			
7,5	Registre el valor de la señal de salida del detector FID					OK			
7,6	Inyecte un blanco analítico desde el automuestreador					OK			
7,7	Comentar con el usuario el mantenimiento efectuado al equipo.					OK			
7,8	Revisar y registrar en reporte de servicio cualquier desviación en los requerimientos de instalación del equipo:					OK			
8	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	MARCA Y MODELO	SERIE	CALIBRACIÓN VIGENTE	FECHA DE CALIBRACIÓN	REGISTRO:			
8,1						OK			
<table border="1" style="width: 100%; height: 80px;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma del usuario </td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma del personal de Mantenimiento </td> </tr> </table>								<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma del usuario	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma del personal de Mantenimiento
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma del usuario	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Firma del personal de Mantenimiento								

Tabla 14 - Protocolo de mantenimiento para la familia de Cromatógrafos

Fuente (Autores)

Este formato ya fue implementado, se desarrollaron formatos por cada una de las familias relacionadas en la Tabla 9 - Familias propuestas para organización de la Taxonomía

6.3.4. Planeación estratégica

Se desarrolló la planeación estratégica con un horizonte de 3 años para poder alcanzar los objetivos que se plantearon como una necesidad por la organización en la matriz de excelencia de la Tabla 21 y los resultados de la matriz DOFA de la Tabla 7, de la siguiente manera:

- Definición de pilares de gestión
- Definición de misión y visión de mantenimiento, con la misma orientación de la misión y visión de la compañía.

6.3.4.1. Pilares de Gestión.

Talento Humano: Siendo las personas un factor determinante se debe propiciar las actividades de capacitación enfocadas al personal de mantenimiento de los equipos de laboratorio, especialmente a los equipos de mayor tecnología tales como Cromatógrafos, ICP, Absorciones atómicas, XRF,

calorímetros, entre otros. Esto con el fin de disminuir los gastos con intervenciones de proveedores externos, aumentar la disponibilidad de los equipos y disminuir los tiempos improductivos de los mismos. Además, los líderes del área deben ser capacitados en habilidades gerenciales, Gestión de Activos y metrología.

Cliente Interno: Los procesos de Laboratorio son una de las bases fundamentales para la Compañía, es por lo que es necesario que las estrategias planeadas y controladas basándose en el respeto y la confiabilidad del área de Mantenimiento lo cual es indispensable para el logro de los objetivos del negocio.

Contratistas: Los Proveedores deben ser un pilar fundamental para la mejora continua de la Gestión y Mantenimiento de Activos por tanto debe ser importante el control y monitoreo de los mismos, buscando que estos se alineen a los Objetivos del Área y de la Compañía.

Planeación: La planificación de las tareas es una parte primordial del proceso con el fin de garantizar cuando, donde y como realizar cada una de las tareas del área de Mantenimiento con altos niveles de confiabilidad, optimización de costos, reducción de tiempos y mejora continua.

Gestión de Repuestos: La gestión de los repuestos consiste en la planificación de compra de repuestos, a fin de mantener un stock óptimo, en función al grado de criticidad del repuesto, criticidad del equipo, costos, disponibilidad, tiempos de entrega, negociaciones con el proveedor, entre otros.

Mejora Continua: El proceso de mejora implica establecer una planificación que determine metas a cumplir y estrategias para llegar a ellas; así como establecer escalas de monitoreo, que permitan determinar el grado de mejora.

KPI's: Los Indicadores de Gestión, también llamados KPI's son aquellos que permiten medir el nivel del desempeño de un proceso, a fin de establecer el grado en que un objetivo fijado se ha cumplido, por tanto, el área de Mantenimiento debe usar la Metodología SMART (específicos, medibles, alcanzables, relevantes y a tiempo) para la definición de estos indicadores.

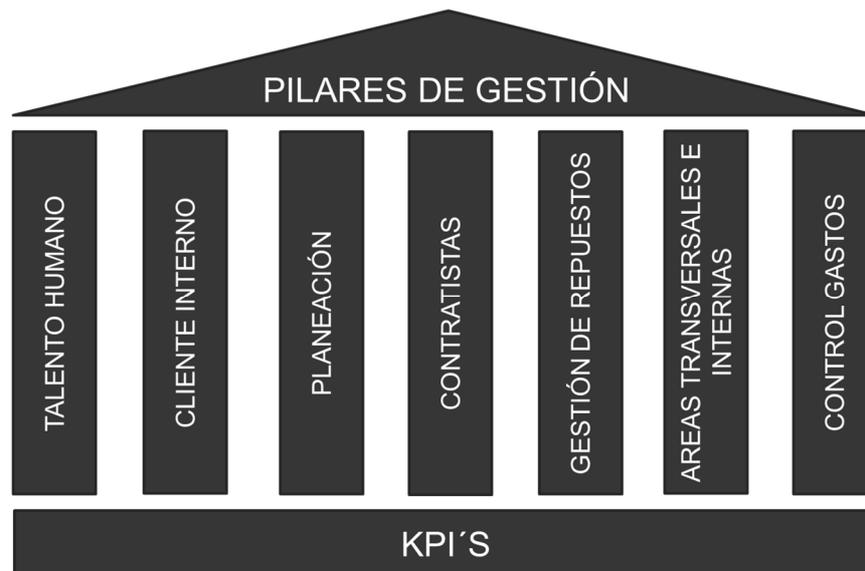


Figura 18 - Pilares para el desarrollo de la planeación estratégica

Fuente: Autores

6.3.4.1. *Visión Mantenimiento*

El área de mantenimiento de la Compañía se proyecta a ser un área competitiva y productiva en función a sus valores como pasión, integridad, emprendimiento, espíritu innovador y las competencias ingenieriles y técnicas con el fin de garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos enmarcados en un ambiente de mejora continua.

6.3.4.2. *Misión Mantenimiento*

El área de mantenimiento busca brindar un servicio de alta calidad a sus clientes internos con el objetivo de garantizar una buena confiabilidad y disponibilidad de los activos fijos de la compañía, mediante el desarrollo del personal, un ambiente de trabajo colaborativo, mejoramiento continuo de las operaciones, calidad, seguridad y normatividad.

6.3.4.3. *Gestión del talento humano*

Se propone la implementación del indicador de productividad del personal de mantenimiento mediante el módulo del Software de gestión de mantenimiento con el que cuenta la organización actualmente, MTM, mediante la utilización de la opción bitácora y la lectura de códigos QR. Este módulo ya está disponible en la plataforma Web y en la App, con lo que no se incurrirá en costos

y permitiría la medición de la relación de las horas programadas para el personal, con respecto a las horas de duración real de actividades (horas MTM).

*HORAS y %		2021
Actividad	Indicador	Meta
Productividad	Horas MTM / Horas Programadas	95.78%

Tabla 15 - Indicador de productividad personal de mantenimiento

Fuente: (Autores)

Con esta implementación se tendrá material de entrada para poder conocer los tiempos muertos que son improductivos para la organización, realizar mejoras de tiempos y movimientos que se verán reflejados en una eficacia y eficiencia del área de mantenimiento y una reducción en los costos operativos del mismo.

La medición de la productividad también trae de la mano el fortalecimiento de las competencias y habilidades del personal que desarrollara las diferentes tareas y que apoyara la implementación de la propuesta, por lo que este desarrollo lo dividiremos en dos planes: El PIC (Plan Integrado de Capacitaciones y actividades) para las habilidades técnicas y un plus que consideramos de aun más importancia, PDI (Plan de Desarrollo Individual) que se enfoca en las habilidades blandas que potencializaran a cada uno de los colaboradores.

DIRIGIDO A	No. Px PROGRAMADAS	Horas programadas	ACTIVIDAD
Personal Gral.	8	32	Auditor Interno ISO 9001
Personal Gral.	8	8	Seguridad en el área de trabajo enfocado a Mtto
Personal Gral.	8	32	Las 5s
Personal Gral.	8	32	Kaizen y Mejora continua
Personal Gral.	8	16	Metodologías de Mantenimiento - Mtto Preventivo - Mtto Predictivo - RCM
Técnico	4	24	Mantenimiento Básico Cromatógrafos
Técnico	4	24	Mantenimiento Básico Equipos LECO
Técnico	4	24	Mantenimiento Básico Equipos Thermo
Técnico	4	8	5s +1

Técnico	4	6	Metrología Básica (Revisar con Capacitación)
Técnico	4	32	Electrónica Básica
Técnico	4	24	Excel Básico
Técnico	4	24	Excel Medio
Técnico	4	36	Redacción y lectura

Tabla 16 - Plan Integrado de Capacitación y actividades

Fuente (Autores)

DIRIGIDO A	No. Px PROGRAMADAS	Horas programadas	ACTIVIDAD
Personal Gral.	8	8	EL TIEMPO, TU ALIADO En este taller se brindan herramientas para: 1.Administrar eficientemente el tiempo. 2.Priorizar actividades. 3.Organizar el trabajo
Personal Gral.	8	8	VISIÓN ESTRATÉGICA EN LA TOMA DE DECISIONES El propósito de este curso es compartir las más recientes técnicas y herramientas que te permitan una toma de decisiones efectivas, como; contexto, emociones y funcionamiento del cerebro.
Personal Gral.	8	8	PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS: Entregar los conocimientos básicos de prevención de riesgos que todo trabajador como mínimo debe conocer.
Personal Gral.	8	8	CONSTRUYENDO ACUERDOS DE CONFIANZA: (Presencial 16 Horas) En este taller se brindarán herramientas para aprender a desarrollar relaciones positivas y transformar en fuentes de aprendizaje los conflictos que surjan, apoyándose en el proceso de retroalimentación para la acción. 1. Comunicación empática y Asertiva. 2. Aprendiendo a escuchar a los demás 3. ¿Qué es la retroalimentación? 4.Criterios para dar y recibir retroalimentación 5.Tipos de Feedback (Positivo, Constructivo, negativo, Ausencia de Feedback) 6.Retroalimentación Eficaz e Ineficaz
Personal Gral.	8	8	MARKETING PERSONAL: (Presencial 16 horas) Desarrollar en los participantes las habilidades que les permitan fortalecer su Marketing Personal y de esta manera contribuir en su impacto laboral e influir con mayor efectividad para lograr los resultados propuestos

Tabla 17 - Plan de desarrollo individual

Fuente (Autores)

Junto con la propuesta de los planes de capacitación se propone la implementación de un indicador de cumplimiento de este, con el fin de que se retroalimente el proceso y se haga seguimiento:

*Cumplimiento		2021
Actividad	Indicador	Meta
PIC	Cap. Ejecutadas/ Cap. Programadas	80%

Tabla 18 - Indicador de cumplimiento de plan de capacitación

Fuente: (Autores)

En plan de desarrollo del talento humano, si bien avanzamos en indicadores como sistema de medida de la evolución de la implementación de la propuesta, además del plan de capacitaciones, debemos también involucrar las mejoras en los Job Description (Perfiles de cargo), donde evidenciamos algunos puntos de mejora importantes, estos se anexan al presente documento, para poder apreciar los cambios.

6.3.4.4. Gestión de repuestos

En el desarrollo de la planeación estratégica de la propuesta, la gestión efectiva de repuestos toma relevancia, por su gran impacto a la organización, por tener inferencia directa en el presupuesto de esta. Es por lo mismo que como resultado de la matriz de criticidad y de las estrategias actuales de mercado, se propone la implementación de TCC (Todos Con Contrato) que consiste en el desarrollo sistemático de procesos de contratación Marco, con el cual se puedan hacer procesos de comprar de adjudicación directa con representantes directos de los equipos o en su defecto, procesos de licitación abierta, para equipos sin esta representación, con los cuales apoyados en la proyección de actividades en un horizonte de 2 años poder estipular acuerdos de precios para repuestos y servicios, con esta implementación se puede estimar una reducción de aproximadamente 10% en el valor de repuestos y hasta un 5% en servicios, adicional que los proveedores ofrecen capacitaciones o asesorías gratuitas como valor agregado para las organizaciones que optan por este tipo de acuerdos (Autores)

*Cumplimiento		2021
Actividad	Indicador	Meta
Cumplimiento de Cronograma de Mtto y Calibraciones	Mtto y Calibraciones Programadas/Mtto y Calibraciones Ejecutadas	90%

Tabla 19 - Indicador de cumplimiento cliente interno

Fuente (Autores)

*Cumplimiento	2021	
Actividad	Indicador u Observación	Meta
Cumplimiento de Contrato	Actividades Programadas/ Ejecutadas	90%
Consumo de Contrato	N° de Guías Generadas/ Vr Contrato	

Tabla 20 - Indicador de ejecución de contratos

Fuente (Autores)

La implementación del TCC, también fortalece el proceso de mantenimiento ya que permite tener reducción en los tiempos de disponibilidad de repuestos importados y nos ayuda a la disminución de stock de repuestos especiales de baja rotación, sin sacrificar el desarrollo de actividades. Este modelo de acuerdos marco puede ser extendido a futuro para otras áreas de la organización que al igual que mantenimiento requiere suministro constante de repuestos, insumos o consumibles.

La base para esta propuesta está dada por la base de datos de repuestos con la que cuenta MTM, también con el histórico de servicios que se han desarrollado en los últimos años y con el desarrollo que se hizo con la creación de las listas de chequeo para los equipos del laboratorio.

7. Impactos esperados

En el desarrollo de la propuesta para la mejora de mantenimiento de activos de una Compañía Certificadoras de Productos y Servicios, se tomó la referencia de la evaluación inicial y se reevaluaron los puntos que se deben potencializar en pro de la organización, por lo tanto, los resultados esperados en con la implementación del 100% de la propuesta se refleja en la siguiente tabla:

Capítulo	Resultado	Proyección	1	2	3	4	5
Estrategia de mantenimiento	3	4					
Administración y organización	1,7	2,5					
Planeación y programación	2,2	3,75					
Técnicas de mantenimiento	1,6	3,2					
Medidas de desempeño	2,1	3					
Tecnologías de la información y su uso	3,2	3,2					
Involucramiento de los empleados	2	2					
Análisis de confiabilidad	1,66	2					
Análisis de procesos	5	5					
Información sobre infraestructura e instalaciones	1,75	2					

Tabla 21 - Comparativo de estado inicial y proyección del resultado de implementación de la propuesta

Fuente (Autores)

Si bien la anterior tabla resume los impactos esperados, se han alcanzado los siguientes logros importantes:

- Desarrollado la matriz de criticidad.
- Correcta estructura de la taxonomía de equipos agrupando en familias.
- Elaboración de los formatos de estandarización de intervenciones de equipos.
- Desarrollo de la planeación estratégica de mantenimiento.
- Puesta en marcha de metodología TCC.
- Planteamiento de mejoras de plan de capacitaciones.
- Reevaluación económica de los costos de mantenimiento, teniendo en cuenta la regularización salarial que se implementó y análisis de este importante cambio

8. Análisis financiero

La implementación de la planeación, estratégica, junto con las diferentes estrategias que se desplegaron en el capítulo Análisis de la Información.6.2, tendrán la siguiente proyección de reducción de costos:

	%	Pesos
Reducción de costos en actividades	17%	\$ 26.714.740,97
Servicios de servicio Externo (\$125.619.849)	5%	\$ 6.280.992,45
Externo Repuestos (\$150.572.746)	5%	\$ 7.528.637,30
Disponibilidad		\$ 14.559.750,00
Total de ahorro		\$ 55.084.120,72

Tabla 22 - Proyección de reducción de costos

Fuente (Autores)

Para el cumplimiento de este objetivo, la implementación de la propuesta se debe realizar la siguiente inversión:

Actividad	Monto de Inversión
Capacitación	\$ 8.500.000
Estandarización de procedimientos	\$ 5.946.000
Regularización salarial	\$ 4.320.000
Planeación estratégica	\$ 7.950.000
TCC	\$ 0
Total de Inversión	\$ 26.716.000

Tabla 23 - Inversión para implementación

Fuente (Autores)

Las capacitaciones realizarán con los representantes directos de los equipos y apoyados en el proyecto TCC, que garantizará que junto con estos acuerdos, se pacten capacitaciones periódicas que se definirán en detalle en la malla curricular de acuerdo a los perfiles de cargo y la especialidad del personal, como se ha mencionado, sobre la oferta comercial que se plasma en la tabla, el valor puede ser inferior en al menos un 5% por lo que comprenderá una reducción adicional, pero esta no se incluirá el desarrollo de la evaluación, supondrá un ahorro para compañía una vez la concreten.

La estandarización de procesos que fue expuesta mediante la implementación de formatos, garantiza la regularización de tiempos de intervención, además que ya no se ejecutara por terceros, si no por personal propio, que tendrá programaciones estrictas para el desarrollo de los programas de mantenimiento presentados, los costos asociados a esta etapa están relacionados a los costos de asesoramiento y de disponibilidad del personal interno y externo para el desarrollo de las plantillas presentadas, este valor es real, ya que en el desarrollo de la presente propuesta el grupo de trabajo ya las realizo para poder tener una estimación de tiempos, recursos y repuestos real.

Para la evaluación de la regularización salarial, se tuvieron en cuenta los costos asociados a las asesorías y la disponibilidad de los participantes en las modificaciones de los Job Description, del

estudio de la condición actual de mercado de los salarios para estos perfiles. El valor de esta inversión es bajo y no tiene en cuenta los aumentos salariales que se derivan de esto, ya que esto se tuvo en cuenta en la evaluación de los costos de las actividades de mantenimiento de los equipos.

Para la planeación estratégica, los costos asociados a que se incluyen como inversión la disponibilidad del personal que realizó el desarrollo de la planeación.

El costo de inversión para la implementación de la metodología Todos Con Contrato (TCC) se tuvieron en cuenta el costo logístico de realizar los procesos de contratación con plazo de duración de estos de 3 años, no requiere incorporación de personal para el desarrollo de este, ya que el área de compras seguirá haciendo el proceso de manera más practica al solo tener que hacer las solicitudes de sin cotizaciones, ya que los acuerdos de precios lo simplifican, solo se deben aplicar las indexaciones anuales que queden bajo estos acuerdos.

Realizando la evaluación de Retorno Operacional de la inversión tenemos:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio obtenido} - \text{Costo de implementación}}{\text{Costo de implementación}}$$
$$ROI = \frac{\$ 55.084.120,72 - \$ 26.716.000}{\$ 26.716.000} = 106 \%$$

Se tiene que el retorno de la inversión (ROI) es del 106%, si bien es una cifra pequeña, el beneficio de la propuesta es que tiene aplicación a todos los laboratorios de la compañía en Colombia, con lo que los beneficios económicos con la misma inversión se podrían multiplicar.

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

- Durante la etapa de diagnóstico se evidenciaron falencias en la estructura de la taxonomía de equipos, la diferencia en las intervenciones que se ejecutaban en los equipos y que dependía del técnico que realizaba la actividad, al igual que la variación en los repuestos que se empleaban en intervenciones de igual alcance, por lo que se identificaron las anteriores como oportunidades claras de mejora. Lo anterior se puede ver impactado porque los recursos con los que cuenta el área de mantenimiento dependen directamente de las provisiones que se hagan para su ejecución y para mantener la linealidad de la proyección de costos.
- En la etapa de recolección fue fácil la identificación y estructuración de la información de mantenimiento, ya que mucha de esta estaba almacenada en MTM como herramienta centralizada para este fin. En cuanto a la información de la gestión del talento humano, se encontraron diferentes oportunidades de mejora en la estructura de los Job Description, una notable desigualdad salarial al comparar con personal de la misma compañía, pero perteneciente a otros laboratorios. En términos generales se contó la con información suficiente para el desarrollo de la propuesta
- La propuesta en términos económicos es viable, ya que el capital de inversión es bajo, el ROI es del 106%, además que, al desarrollarse la propuesta durante el 2020, ya varios puntos de la misma ya están implementados, lo que ya está alcanzando los impactos esperados. La propuesta es sólida y aplicable a los demás laboratorios de la compañía, lo anterior sin tener que realizar una inversión adicional.

9.2. Recomendaciones

Se recomienda el desarrollo de las siguientes actividades:

- Desarrollar una Metodología indicada en la ILAC G25 en el SGC con el fin de desplegar el cálculo de los intervalos de calibración de los equipos con base al uso de la estadística en función de su Deriva, esto con el fin de optimizar los tiempos de calibración de los equipos y reducir los costos garantizando el proceso de verificación metrológica en los equipos de la Compañía.
- Se debe evaluar la posibilidad de la inclusión de un metrólogo, ya que esta inversión se puede recuperar con la reducción de costos de la cuenta de calibraciones ya que este análisis permitirá aumentar los intervalos de calibración y con esto la reducción de costos; evitar no conformidades en los procesos del laboratorio; optimizar la compra de equipos e instrumentos y mayor calidad en los servicios de la compañía, para efectos de esta propuesta no se presentó, ya que la propuesta es solo para un laboratorio, pero al evaluarlo para todos los laboratorios de la compañía, se convierte en una opción viable que permitirá reducciones importantes.
- Implementación de actividades de tipo Predictivo a las instalaciones tales como Análisis de Calidad de Energía de las sedes y Termografía a tableros Eléctricos

10. Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de <https://www.ss.co/es-es/our-company/about-ss/ss-in-brief>
- Andreani, A. A. (2005). *Manual de gestión de activos y mantenimiento*. RIL editores.
- Arata Andreani, A., & Arata Bozzolo, A. (2013). *Ingeniería de la confiabilidad: teoría y aplicación en proyectos de capital y en la operación de instalaciones industriales a través del enfoque R-MES*. Santiago de Chile: RIL editores.
- Campos López, O., Tolentino Eslava, G., Toledo Velázquez, M., & Tolentino-Eslava, R. (15 de 04 de 2021). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Obtenido de https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html#redalyc_61458265006_ref14
- Cerquera Valderrama, C. J., & Barrantes Malagón, J. A. (19 de 03 de 2021). *Gestión de activos enfocado hacia la confiabilidad o determinación del TPEF (tiempo promedio entre fallas en equipos y/o sistemas)*. Obtenido de Repositorio Universidad ECCI: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/305>
- Certificadora, C. (12 de Agosto de 2020). *Sharepoint ___ Colombia*. Obtenido de <https://sharepoint.com/sites/co-hr-teamsite/Organigramas/Forms/AllItems.aspx>
- Contreras Soto, D. N. (10 de 12 de 2020). *Repositorio Institucional UFPS Seccional Ocaña*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/2431>
- ECCI. (2019). *Guía metodológica*. Bogotá.
- Echavarría Yepes, A. (13 de 12 de 2020). *Repositorio Institucional Universidad de los Andes*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/48906/u833553.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- Gomez Casas, A. (15 de 02 de 2021). *Reingeniería en la gestión de mantenimiento aplicando Mantenimiento Productivo Total*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México: https://repositorio.unam.mx/contenidos/reingenieria-en-la-gestion-de-mantenimiento-aplicando-mantenimiento-productivo-total-tpm-3455486?c=pQ8wXB&d=false&q=mantenimiento&i=1&v=0&t=search_0&as=0
- Google. (05 de 08 de 2020). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/CENTRO+EMPRESARIAL+OMEGA/@4.6866492,-74.1356927,16z/data=!4m5!3m4!1s0x8e3f9c9918b69437:0x610f8d7d0866da44!8m2!3d4.6851255!4d-74.1314119>
- Hedmana, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (10 de 12 de 2020). *Science Direct*. Obtenido de <https://0210a0ngc-y-https-www-sciencedirect-com.proxy.ecci.edu.co/science/article/pii/S2212827116311763>
- ISO. (1999). *Norma ISO 14224*. International Organization for Standardization.
- Juárez Moreno, G. (16 de 02 de 2021). *La administración de mantenimiento en línea de corrugado*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México: https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-administracion-del-mantenimiento-en-linea-de-corrugado-272956?c=rmOxkb&d=false&q=mantenimiento&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Malagón Silva, D. M., & Martínez Feo, M. (19 de 03 de 2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento a máquina de pruebas golpe de ariete mediante la metodología RCM2*. Obtenido de Repositorio Universidad ECCI: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/218>
- Medrano Márquez, J., & González A, V. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. Grupo Editorial Patria.

- Molina, J. d. (10 de 12 de 2020). <https://www.linkedin.com/>. Obtenido de Principales KPIs de desempeño de la Experiencia de Cliente: <https://www.linkedin.com/pulse/principales-kpis-de-desempe%C3%B1o-la-experiencia-cliente-jesus-de-molina>
- Moreno, H. F., & Ramirez Ortiz, J. C. (15 de 09 de 2020). *Repositorio Institucional Universidad Distrital - RIUD*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7854>
- Planas, M. P. (30 de 09 de 2019). *upcommons.upc.edu*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23229/Resum.pdf>
- Poor, P., Basl, J., & Ženíšek, D. (15 de 08 de 2020). *Assessing the predictive maintenance readiness of enterprises in West Bohemian region*. Obtenido de Sciencedirect: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920306636>
- reliabilityweb.com. (28 de 09 de 2019). *reliabilityweb.com*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>
- Restrepo Urrego, D. F. (15 de 02 de 2021). *Puesta en marcha de un plan de mantenimiento para las instalaciones de Gecolsa Sabaneta*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3358>
- Ribeiro Alves, T. E. (09 de 12 de 2020). *Modelo de toma de decisión de manejo de inventario de materiales de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO), integrando la estrategia de planeación de abastecimiento y los programas de mantenimiento*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de los Andes: <https://documentodegrado.uniandes.edu.co/acepto201699.php?id=21200.pdf>
- Rojas López, M. D., & Medina Marín, L. J. (16 de 04 de 2021). *Planeación estratégica Fundamentos y casos*. Obtenido de <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=5525>
- Ruiz Estrada, G. M. (20 de 02 de 2021). *Direccionamiento Estratégico para una empresa del Sector Gas Natural*. Obtenido de Repositorio Universidad del Rosario: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/18617>
- Sanchez Silva, R. A. (12 de 12 de 2020). *Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2784/SanchezSilvaRoc%c3%adoAndrea2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Toro López, F. J. (2020). *Indicadores claves para evaluar y controlar proyectos*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Torres Coronado, J. J. (15 de 02 de 2021). *5.1.2.5. Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la elaboración de productos de limpieza*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México: https://repositorio.unam.mx/contenidos/implementacion-del-mantenimiento-productivo-total-tpm-en-la-elaboracion-de-productos-de-limpieza-451615?c=rmOxkb&d=false&q=mantenimiento&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Uzcátegui Gutiérrez, J., Varela Cárdenas, A., & Díaz García, J. I. (20 de 10 de 2020). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5507687>
- Vasquez Garcia, J. (12 de 12 de 2020). *Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad San Carlos de Guatemala*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5156>

11. Referencias

- (s.f.). Obtenido de <https://www.ss.co/es-es/our-company/about-ss/ss-in-brief>
- Andreani, A. A. (2005). *Manual de gestión de activos y mantenimiento*. RIL editores.
- Arata Andreani, A., & Arata Bozzolo, A. (2013). *Ingeniería de la confiabilidad: teoría y aplicación en proyectos de capital y en la operación de instalaciones industriales a través del enfoque R-MES*. Santiago de Chile: RIL editores.
- Campos López, O., Tolentino Eslava, G., Toledo Velázquez, M., & Tolentino-Eslava, R. (15 de 04 de 2021). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Obtenido de https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html#redalyc_61458265006_ref14
- Cerquera Valderrama, C. J., & Barrantes Malagón, J. A. (19 de 03 de 2021). *Gestión de activos enfocado hacia la confiabilidad o determinación del TPEF (tiempo promedio entre fallas en equipos y/o sistemas)*. Obtenido de Repositorio Universidad ECCI: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/305>
- Certificadora, C. (12 de Agosto de 2020). *Sharepoint ___ Colombia*. Obtenido de <https://sharepoint.com/sites/co-hr-teamsite/Organigramas/Forms/AllItems.aspx>
- Contreras Soto, D. N. (10 de 12 de 2020). *Repositorio Institucional UFPS Seccional Ocaña*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/2431>
- ECCI. (2019). *Guía metodológica*. Bogotá.
- Echavarría Yepes, A. (13 de 12 de 2020). *Repositorio Institucional Universidad de los Andes*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/48906/u833553.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- Gomez Casas, A. (15 de 02 de 2021). *Reingeniería en la gestión de mantenimiento aplicando Mantenimiento Productivo Total*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México: https://repositorio.unam.mx/contenidos/reingenieria-en-la-gestion-de-mantenimiento-aplicando-mantenimiento-productivo-total-tpm-3455486?c=pQ8wXB&d=false&q=mantenimiento&i=1&v=0&t=search_0&as=0
- Google. (05 de 08 de 2020). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/CENTRO+EMPRESARIAL+OMEGA/@4.6866492,-74.1356927,16z/data=!4m5!3m4!1s0x8e3f9c9918b69437:0x610f8d7d0866da44!8m2!3d4.6851255!4d-74.1314119>
- Hedmana, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (10 de 12 de 2020). *Science Direct*. Obtenido de <https://0210a0ngc-y-https-www-sciencedirect-com.proxy.ecci.edu.co/science/article/pii/S2212827116311763>
- ISO. (1999). *Norma ISO 14224*. International Organization for Standardization.
- Juárez Moreno, G. (16 de 02 de 2021). *La administración de mantenimiento en línea de corrugado*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México: https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-administracion-del-mantenimiento-en-linea-de-corrugado-272956?c=rmOxkb&d=false&q=mantenimiento&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Malagón Silva, D. M., & Martínez Feo, M. (19 de 03 de 2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento a máquina de pruebas golpe de ariete mediante la metodología RCM2*. Obtenido de Repositorio Universidad ECCI: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/218>
- Medrano Márquez, J., & González A, V. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. Grupo Editorial Patria.

- Molina, J. d. (10 de 12 de 2020). <https://www.linkedin.com/>. Obtenido de Principales KPIs de desempeño de la Experiencia de Cliente: <https://www.linkedin.com/pulse/principales-kpis-de-desempe%C3%B1o-la-experiencia-cliente-jesus-de-molina>
- Moreno, H. F., & Ramirez Ortiz, J. C. (15 de 09 de 2020). *Repositorio Institucional Universidad Distrital - RIUD*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7854>
- Planas, M. P. (30 de 09 de 2019). *upcommons.upc.edu*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23229/Resum.pdf>
- Poor, P., Basl, J., & Ženíšek, D. (15 de 08 de 2020). *Assessing the predictive maintenance readiness of enterprises in West Bohemian region*. Obtenido de Sciencedirect: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920306636>
- reliabilityweb.com. (28 de 09 de 2019). *reliabilityweb.com*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>
- Restrepo Urrego, D. F. (15 de 02 de 2021). *Puesta en marcha de un plan de mantenimiento para las instalaciones de Gecolsa Sabaneta*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3358>
- Ribeiro Alves, T. E. (09 de 12 de 2020). *Modelo de toma de decisión de manejo de inventario de materiales de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO), integrando la estrategia de planeación de abastecimiento y los programas de mantenimiento*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de los Andes: <https://documentodegrado.uniandes.edu.co/acepto201699.php?id=21200.pdf>
- Rojas López, M. D., & Medina Marín, L. J. (16 de 04 de 2021). *Planeación estratégica Fundamentos y casos*. Obtenido de <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=5525>
- Ruiz Estrada, G. M. (20 de 02 de 2021). *Direccionamiento Estratégico para una empresa del Sector Gas Natural*. Obtenido de Repositorio Universidad del Rosario: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/18617>
- Sanchez Silva, R. A. (12 de 12 de 2020). *Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2784/SanchezSilvaRoc%c3%adoAndrea2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Toro López, F. J. (2020). *Indicadores claves para evaluar y controlar proyectos*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Torres Coronado, J. J. (15 de 02 de 2021). *5.1.2.5. Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la elaboración de productos de limpieza*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México: https://repositorio.unam.mx/contenidos/implementacion-del-mantenimiento-productivo-total-tpm-en-la-elaboracion-de-productos-de-limpieza-451615?c=rmOxkb&d=false&q=mantenimiento&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Uzcátegui Gutiérrez, J., Varela Cárdenas, A., & Díaz García, J. I. (20 de 10 de 2020). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5507687>
- Vasquez Garcia, J. (12 de 12 de 2020). *Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad San Carlos de Guatemala*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5156>