

UNIVERSIDAD EAFIT

Proyecto de Investigación

“ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO,
Gestión, administración y planeación”

Maestría en Administración

Trabajo de Grado MBA

Por: Juan Luis García T.

Código: 200729012006

30/04/2010

Asesor Temático: Camilo Higueta Carvajal

Asesor Metodológico: Iván Darío Toro Jaramillo

Nota de aceptación

Presidentes del jurado

Dr. Ivan Dario Toro

Jurado

Ingo. Camilo Higueta C.

Jurado

Medellín 5 de Mayo de 2010

CONTENIDO

GLOSARIO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO,	13
GESTIÓN, ADMINISTRACIÓN Y PLANEACIÓN	13
1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo general.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.1. Obstáculos.....	17
4.2. Alcance.....	17
5. MARCO DE REFERENCIA	19
5.1. Estado del arte.....	20
MANTENIMIENTO	21
¿Qué es Mantenimiento?.....	21
MANTENIMIENTO BASADO EN EL TIEMPO	21
¿Qué es Mantenimiento Preventivo?.....	21

¿Cuales son las tareas del mantenimiento preventivo?	22
MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICIÓN	23
¿Qué son las diferentes filosofías y prácticas de Mantenimiento?	25
¿Qué es un sistema de información de Mantenimiento?	26
ÁREA DE MANTENIMIENTO	28
5.2. Marco teórico.....	31
ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO	33
Gestión	33
Administración	35
Planeación.....	38
Outsourcing	39
¿Qué es una PMO?	40
¿Qué es el área de compras para mantenimiento?.....	43
Ventajas.....	44
Desventajas	45
Impacto en el Modelo.....	46
5.3. Marco histórico	46
5.4. Marco conceptual	47
6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	48
7. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	49
7.1. Tipo de investigación	49
7.2. Diseño de investigación.....	49
7.3. Método y pasos de la investigación	50
7.4. Instrumentos y técnicas para la recolección de información	51
7.5. Procesamiento o análisis de la información	51
8. EXPECTATIVAS	52
9. ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN.....	53

10. USUARIOS POTENCIALES Y SECTORES BENEFICIADOS	53
11. ASPECTO ADMINISTRATIVO	54
11.1. Recursos humanos, institucionales y materiales.....	54
Recursos Institucionales	54
11.2. Presupuesto	54
11.3. Tiempo y cronograma.....	55
FUENTES DE CONSULTA.....	57
BIBLIOGRAFÍA	57
OTRAS FUENTES	58

Ilustraciones

Ilustración 1- Evolución de la Gestión de Mantenimiento	19
Ilustración 2-Ubicación del Sistema de Información de Mantenimiento	27
Ilustración 3-Actores Involucrados con Mantenimiento.....	27
Ilustración 4-Enfoque de Mantenibilidad independiente de Producción.....	36
Ilustración 5-Sistema Estructural de Mantenimiento Propuesto.....	37
Ilustración 6	38
Ilustración 7-Estructura PMO	41
Ilustración 8-Diagnóstico.....	42

GLOSARIO

JIT: Just in time. Método justo a tiempo de origen japonés.

RCM: Reliability centered maintenance. Proceso de mantenimiento basado en la confiabilidad en los años 60 y 70.

TPM: Total productive maintenance. Filosofía originaria del Japón cuyas siglas fueron registradas por el JIPM.

JIPM: Japanese institute plant maintenance.

TQM: Total quality management. Estrategía de gestión orientada a la calidad en los procesos.

MTBF: Mean time between failures. Es la media aritmética del tiempo entre fallos de un sistema.

MTTR: Mean time to recovery. Es la media aritmética del tiempo de un sistema para recuperarse de un fallo.

PMI: Project management institute. Instituto para manejo de proyectos.

PMO: Project Management office. Oficina de manejo de proyectos recomendada por el PMI.

CEO: Chief executive officer. Director ejecutivo de una empresa.

RESUMEN

Mediante esta propuesta de investigación se presenta un modelo para la estructuración del área de mantenimiento de Fábrica de Calcetines Crystal en cuanto a su gestión, administración y planeación. Adicionalmente, se incluye un esquema básico como iniciativa para una oficina o departamento de proyectos con un enfoque hacia dicha área.

La idea surge luego de vivir en un entorno global moderno cuyas necesidades y requerimientos de competitividad requieren de departamentos cada día más prácticos, eficientes, rápidos y organizados evitando a toda costa desviarse del núcleo del negocio y por el contrario enfocando y alineando sus esfuerzos hacia las estrategias trazadas en este caso en particular de Fábrica de Calcetines Crystal. Al ser una empresa competitiva a nivel mundial, el entorno le define convertirse en una empresa de talla mundial por lo que las exigencias son cada vez mayores y contar con departamentos tan extensos como mantenimiento enfocados en filosofías o prácticas que servían 15 o 20 años atrás implica planteamientos de reestructuración a partir de lo más básico.

Con el planteamiento que se hace a continuación se pretende de una forma práctica mostrar un modelo que a futuro se pueda aplicar de forma sencilla y metodológicamente, el cual incluya unas directrices mínimas que le den a cualquier director de mantenimiento y las altas directivas una lectura adecuada y confiable del parque industrial en cuestión.

PALABRAS CLAVE

- Gerencia de mantenimiento
- Gestión de mantenimiento
- Indicadores de mantenimiento
- Indicadores de primer nivel
- Indicadores de segundo nivel
- Proyectos de mantenimiento
- Tercerización

- Sistema de información

ABSTRACT

Through this research proposal a structuration model for the maintenance area for Fabrica de Calcetines Crystal is presented aiming to the management and planning of this department. Included also is an initiative in the development of a project management office for such area.

The idea arises after living in a global environment where the necessities and requirements for competitiveness require areas more practical, efficient, fast and organized that focus on the business core aligning all its efforts with the business strategies, in particular with Fabrica de Calcetines Crystal. Because it is a world competing company, the environment itself defines it to become a world class company according to the requirements nowadays. Practices and philosophies applied 15 or 20 years ago implicate a restructuring from the plain and simple basics that today apply.

With the following approach a practical and methodological model that includes the minimal guidelines applied in the future for any maintenance director and CEO giving them an optimal and adequate lecture of the industrial park in question.

KEYWORDS

- Maintenance management
- Maintenance indicators
- KPIs
- Maintenance projects
- Outsourcing
- Information systems

INTRODUCCIÓN

En cualquier empresa de clase mundial que se conozca en el medio, la estructuración y gestión de mantenimiento es una realidad que se debe abordar lo más rápido posible ya que la transición y evolución de los diferentes tipos de mantenimiento ha ido casi a la par con la globalización del mundo de hoy. Las empresas con cierto nivel de madurez y crecimiento continuo deben tener la capacidad de lectura interna que permita tomar decisiones acertadas y a tiempo.

Como se explicará más adelante, el concepto de mantenimiento ha tenido una evolución desde los años 30 al presente; sin embargo el concepto de los diferentes tipos de mantenimiento asociados a una gestión eficaz con un seguimiento y control de la maquinaria y productividad de la empresa surgió en la década de los 90 tomando cada día más fuerza. Es alrededor de esta época que mantenimiento empieza a tomar fuerza no sólo como el *médico* de las máquinas sino como el ente que asegura, controla y optimiza diferentes componentes y elementos de la cadena productiva, demostrando que no sólo se tiene un conocimiento técnico sino un *know how* de los procesos productivos de las compañías.

El presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, desea mostrar un modelo de estructura, gestión, administración y planeación del mantenimiento para Fábrica de Calcetines Crystal que implemente bajo estos pilares indicadores de primer y segundo nivel que permitan visualizar y referenciar la empresa con cualquier empresa de clase mundial. A su vez, como delineamiento estratégico se pretende formular una oficina de proyectos que permita focalizar los proyectos de alto impacto en las estrategias de la empresa con una metodología básica reconocida a nivel mundial como es la PMI.

De esta forma, la investigación exploratoria en su inicio se convertirá en una investigación descriptiva a medida que se conforme la estructura y el modelo propuesto en el área de mantenimiento.

El modelo propuesto, parte de un conocimiento previo y una historia del departamento de mantenimiento de Fábrica de Calcetines Crystal y apunta directamente a un enfoque que se empezó a dar desde el año 2004 al presente en el manejo estratégico de mantenimiento.

Durante el desarrollo del modelo se encontrará con diferentes etapas que a medida que se plantean permiten un orden secuencial que encamina bajo ciertos pilares la estructuración de mantenimiento. Es así como se define la gestión guiada por una administración de los recursos y una planeación de dichos recursos. Se debe también enunciar algunos limitantes que se puede encontrar en la implementación del modelo en cuanto al recurso humano por lo que será un planteamiento que generará un cambio cultural de fondo. Puesto que el modelo presenta varias herramientas para la gestión como los sistemas de información, el factor humano incide directamente en el procesamiento de dicha información y resulta de gran relevancia el que, y como ingresan las variables de entrada a estos sistemas para que las salidas sean confiables, verídicas y oportunas.

El proyecto en su fase final pretende tres objetivos, exponer un modelo que incluye y esboza de manera sutil el concepto de outsourcing mediante el cual se abordarán temas no relevantes al foco del negocio, la inclusión de una oficina de proyectos desde el punto de vista del PMI para poder tener proyectos de alto impacto en el plan estratégico y maestro de la compañía y finalmente el planteamiento de un departamento de compras exclusivo para el área de mantenimiento.

Como expectativa final, el modelo espera tener una aceptación en su primera fase como PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN para que su validación y ejecución sea realizada en una fase posterior.

ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO, GESTIÓN, ADMINISTRACIÓN Y PLANEACIÓN

1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En Colombia se presenta un fenómeno en la industria donde no se tiene un servicio de mantenimiento para el parque industrial en su parte productiva. La mayoría de las empresas tiene en sus instalaciones departamentos de mantenimiento los cuales atienden el día a día, sólo en grandes empresas se ha utilizado las nuevas tendencias como lo son TPM¹, RCM², JIT³ y demás filosofías enmarcadas en el mantenimiento moderno. Adicional, el mantenimiento por lo general es manejado por ingenieros en la mayoría mecánicos o de producción pero con enfoques muy técnicos con lo cual la parte de administración, gestión y control no se aplica conceptualmente como se debería hacer y como consecuencia el departamento de mantenimiento ha creado uno de los mayores rubros en la industria actual.

Dicho problema se debe abordar en varios aspectos como la parte técnica con un especial interés en el desarrollo de proyectos, productiva, administrativa y humana, teniendo en cuenta que la gestión de mantenimiento está evolucionando como un valor agregado de la cadena productiva, servicios, insumos, maquinaria y equipo asociados a la compañía. Para analizar encontramos en la parte técnica los diferentes tipos de mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos con sus respectivos indicadores de mantenibilidad definiendo la mantenibilidad como, *“la característica inherente de un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio*

¹ Total Production Maintenance

² Reliability Centered Maintenance

³ Just In Time

*cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica*⁴, y que estos indiquen la periodicidad de control técnico del parque industrial y además del departamento de desarrollo y automatización con proyectos e investigaciones nuevas. En cuanto al enfoque administrativo y de gestión se debe mirar los tiempos de cumplimiento, calidad y soporte para la parte productiva en conjunto con la metodología empleada y desarrollada. Por último, no se debe dejar a un lado el recurso humano, teniendo en cuenta las diferentes culturas organizacionales y su idiosincrasia.

Al analizar lo técnico, productivo, administrativo y humano del mantenimiento industrial, surgen cantidad de dudas ya que se debe llegar a una investigación tal que se desarrolle un modelo de gestión por medio de indicadores que nos proporcionarán información o una lectura acertada de cómo está la situación actual de cualquier parque industrial. A su vez, no sólo se enfocará en la parte técnica sino en su interdependencia con otros departamentos donde no sólo prima lo técnico sino también lo administrativo y humano.

Dicho problema tendría un enfoque estructurándose al gerenciamiento de proyectos con lo cual se desarrollaría una metodología para enfrentar situaciones que requieran de un planeamiento estructurado. Para dicho propósito, el planteamiento será en la Fábrica de Calcetines Crystal, en su departamento de Mantenimiento, como proyecto para ejecutar a futuro.

⁴ KNEZEVIC, Jezdimir. *Mantenibilidad: El Concepto de Mantenibilidad*. 4. Madrid: Isdefe, 2004. P47.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Desarrollar una estructura y metodología para enfrentar situaciones que requieran de una gestión, administración y planeación de mantenimiento en Fábrica de Calcetines Crystal, mediante el uso de indicadores de primer y segundo nivel y la creación de áreas de proyectos y compras para mantenimiento.

2.2. Objetivos específicos

- Estructurar indicadores de gestión de mantenimiento; cumplimiento, calidad, servicio, mediante el uso de evaluaciones periódicas y un acompañamiento permanente, para garantizar una medición constante de gestión del departamento.
- Estructurar indicadores de mantenibilidad de maquinaria fiables; tiempos improductivos, tasa de fallas y disponibilidad operacional mediante el uso del sistema de información actual AM⁵
- Elaborar una o unas metodologías adecuadas y óptimas para la ejecución de mantenimiento y sus diversos proyectos de desarrollo y automatización, a través de una investigación del flujo de la cadena de proceso con la teoría básica de restricciones garantizando una productividad máxima con un mantenimiento mínimo.
- Identificar los principales problemas para la gestión y ejecución de proyectos y los diversos tipos de mantenimiento con sus filosofías

⁵ *Administrador de Mantenimiento*

utilizando un acompañamiento diario, evaluando la gestión y socialización entre departamentos y aumentar su productividad general.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En los diferentes parques industriales siempre existe un sector, departamento llamado Mantenimiento, Servicios Generales o nombre afín, sin embargo en muchas empresas no está muy definido, estructurado y con metodologías prácticas útiles y eficientes. Generalmente dicho departamento dado que la empresa por uno u otro motivo crece muy rápidamente, no se estructura tanto técnica como administrativamente y se convierte fácilmente en uno de los costos más altos que incluye servicios, maquinaria, equipo y su depreciación tanto por su manejo como el tipo de mantenimiento realizado y a esto sumándole la baja productividad de la empresa crea la necesidad de apoyarse en una gestión definida, cuyos procedimientos y aproximaciones a la situación y razón social de la empresa estén bien definidos para que los objetivos y estrategias trazadas sean cumplidas. Hoy en día, mantenimiento no sólo debe estar atento a su máquina, de hecho debe tener muy claro situaciones que involucren paros de maquinaria, picos máximos de producción, costeo de las necesidades básicas del parque industrial y un buen planteamiento para enfrentar soluciones y proyectos que surjan debido al alto ritmo tecnológico globalizado que se está enfrentando día a día.

Para el planteamiento en cuestión, existe una alta viabilidad ya que se planteará el proyecto para evaluar su ejecución posteriormente en la empresa con lo que se lograría un departamento altamente eficiente que le brinde a la empresa una alta productividad y un ahorro significativo en sus costos. Direccionando el mantenimiento a los procesos productivos y alineado con el

plan estratégico de la compañía para que no se limite simplemente al arreglo de la maquinaria y por el contrario impacte en el corazón de cualquier empresa o compañía de talla mundial, lo cual es *“la capacidad empresarial de una compañía para poder hacer frente a la competitividad mundial de hoy en día y la de un futuro inmediato.”*⁶

4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Obstáculos

Como principal obstáculo se identifica la falta de información alrededor del tema a investigar, ya que en Fábrica de Calcetines Crystal el tema de metodologías e indicadores de mantenimiento es relativamente nuevo. Como segundo factor identificado se encuentra la poca disponibilidad por parte del personal para acceder a nuevas visiones y formas de trabajo en donde la forma de entregar la información a procesar es filtrada de diversas maneras evitando una confiabilidad acertada de esta.

4.2. Alcance

La investigación pretende establecer un modelo de gestión por medio de indicadores, que nos proporcionarán información o una lectura acertada de

⁶ <http://www.mailxmail.com/curso-concepto-logistica/manufactura-clase-mundial>

cómo está la situación actual de cualquier parque industrial específicamente en Fábrica de Calcetines Crystal.

El objetivo principal se alcanzaría mediante la elaboración de un modelo de gestión para obtener un mayor rendimiento y eficiencia en planta, con una planeación adecuada de los recursos a disposición en el parque industrial. Así mismo, poder definir tanto lo técnico como lo administrativo y humano basado en datos y hechos reales, tomando decisiones acertadas para el futuro a corto, mediano y largo plazo.

Como soporte teórico se emplearán las diferentes filosofías y modelos de gestión conocidas en el medio como son Justo a Tiempo (JIT) , Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), Mantenimiento Productivo Total(TPM), Gestión de Calidad Total(TQM), entre otras. Dado que son filosofías de talla mundial, se podrá hacer referencia a empresas conocidas como de clase mundial donde emplean una o más filosofías de este estilo.

Con dicha investigación se logrará visualizar lo que puede ser el departamento de mantenimiento de una empresa de tamaño considerable, sin embargo ya que es un proyecto de investigación de un sistema de gestión no hay estudios de factibilidad financiera.

Mediante la implementación del modelo de gestión se logrará obtener un rendimiento mucho más alto tanto de planta como de recursos; inicialmente los costos pueden ser altos; sin embargo a mediano y largo plazo éstos podrán y deberán bajar notablemente ya que se tendrá un control y seguimiento estricto de los indicadores de primer y segundo nivel los cuales brindan una lectura del estado de la productividad de la compañía con un mejoramiento continuo que permita hacer mejoras enfocadas en todos los sistemas y subsistemas del modelo de mantenimiento.

5. MARCO DE REFERENCIA

En los últimos 50 años, la historia de mantenimiento ha ido evolucionando de una forma progresiva en donde inicialmente los tipos de mantenimiento que se efectuaban en cualquier tipo de empresa o parque industrial eran de tipo correctivo. Sin embargo, a medida que fueron evolucionando las empresas, las tendencias también, es así como surgieron los mantenimientos preventivos, predictivos y las filosofías de distinta índole como justo a tiempo, mantenimiento productivo total, mantenimiento total de la calidad, mantenimiento basado en la confiabilidad y muchas otras filosofías que enmarcan diferentes puntos de vista acerca del mantenimiento pero con un único objetivo: mantener la maquinaria del parque industrial. A continuación se observa un marco de la evolución o generaciones del mantenimiento, enfocando el mantenimiento hacia la productividad como la propuesta.

Ilustración 1- Evolución de la Gestión de Mantenimiento

Primera Generación: 1930-1950	Gestión de Mantenimiento hacia la máquina
Segunda Generación: 1950-1960	Gestión de Mantenimiento hacia la productividad
Tercera Generación: 1960-1980	Gestión de Mantenimiento hacia la producción
Cuarta Generación: 1980-1999	Gestión de Mantenimiento hacia la competitividad
Quinta Generación: 2000 en adelante	Gestión de Mantenimiento hacia la organización e innovación tecnológica (terotecnología)

[RCM EAFIT 2005 Entrenamiento en Análisis de Fallos-RPN-FMECA 2003-2010.]

A nivel mundial cantidad de empresas han hecho la implementación de estas filosofías, algunas se sesgan exclusivamente a una sola y otras cogen de cada una de ellas lo que les interesa. Algunas de estas empresas son consideradas

Empresas de Clase Mundial por su alto desempeño y productividad en el medio contando con excelentes instalaciones y baja cantidad de averías en su maquinaria.

En cuanto al asesor de la investigación, éste cuenta con una experiencia de más de 10 años en el sector de mantenimiento industrial en empresas de gran reconocimiento en el ámbito nacional e incluso nivel mundial como es Leonisa y Fábrica de Calcetines Crystal, donde actualmente se desempeña como director de mantenimiento corporativo del grupo liderando procesos de metodologías de seguimiento, indicadores y diferentes tipos de mantenimiento. Adicional, cuenta con una especialización en gerencia para ingeniería lo cual complementa sus cualidades y competencias en el tema.

5.1. Estado del arte

Dado que el presente tema de investigación propone un modelo de gestión para mantenimiento, es indispensable conocer el estado del arte de los temas como mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Asimismo los pilares y fundamentos de las prácticas TPM, RCM, TQM, JIT, 6 Sigma y Kaizen. En este paso es esencial separar los diferentes tipos de mantenimiento, conocerlos y luego hacer una combinación ideal que a su vez enfocado con las prácticas permitirá desarrollar el modelo de gestión.

Es necesario a partir de este punto entender que existen dos tipos de tendencias: el mantenimiento basado en el tiempo y el mantenimiento basado en las condiciones. Surge entonces la necesidad de definir y entender que es mantenimiento de una manera global.

MANTENIMIENTO

¿Qué es Mantenimiento?

De acuerdo a La European Federation of National Maintenance Societies se define mantenimiento como *“todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.”*⁷

Más a fondo, encontramos una definición especializada en el tema de investigación la cual nos define el mantenimiento como la *“intervención del equipo para calibrarlo, ajustarlo, lubricarlo, cambiarle piezas, limpiarlo, pintarlo,[...] Para devolverlo al cliente de producción para descalibrarlo, desajustarlo, partirle piezas, ensuciarlo, deteriorarlo. Hasta que los límites de calidad lo posibiliten (frecuencias de intervención).”*⁸

Para entender esta última definición se debe tener presente su conexión día a día con producción, lo cual será ahondado y tratado con detalle más adelante.

MANTENIMIENTO BASADO EN EL TIEMPO

¿Qué es Mantenimiento Preventivo?

Como lo indica el nombre es un mantenimiento donde se previene la condición o estado del equipo mediante el tiempo como referencia. Tiene como desventaja una alta inversión en infraestructura y mano de obra especializada. Este mantenimiento surgió durante la segunda guerra mundial en donde los aviones eran inspeccionados y a estos se les cambiaba ciertos elementos de

⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

⁸ TAMAYO, Carlos Mario. ESPECIALIZACIÓN EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. EAFIT, 2006.

acuerdo a las horas de uso independiente de su estado actual durante la revisión. Una definición más clásica se aproxima así; “*Actividad humana desarrollada en equipos e instalaciones con el fin de garantizar que la calidad del servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.*”⁹

Los históricos tomados a lo largo del tiempo son el eje central de este tipo de mantenimiento ya que son los que datan el tiempo de uso y la vida útil de los elementos del sistema.

¿Cuales son las tareas del mantenimiento preventivo?

Se encuentran las siguientes tareas básicas:

- Desmontaje
- Recuperación o sustitución
- Montaje
- Pruebas
- Verificación

Durante la ejecución de las tareas básicas se denomina el tiempo DMT¹⁰ el cual es el tiempo transcurrido para que la labor de mantenimiento sea ejecutada con éxito.

⁹ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique.

¹⁰ Down Mean Time: Tiempo Promedio Muerto

MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICIÓN

¿Qué es Mantenimiento Predictivo?

Es un mantenimiento basado en la condición en donde la función básica es predecir como su nombre lo indica la condición.

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una maquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.¹¹

Este mantenimiento se realiza mediante la selección y monitoreo de una serie de variables consideradas importantes para la condición de la máquina. Entendiéndose por monitoreo el estudio de la variable referenciada a un patrón en el cual el estado de la máquina es el adecuado para su funcionamiento y más aún en el procesamiento y almacenamiento de los datos adquiridos para la supervisión, protección, diagnóstico y pronóstico del mantenimiento predictivo.

A continuación se enuncian los diferentes tipos de mantenimiento predictivo presentes en la industria:

- Vigilancia de Máquinas: Indicar cuando existe un problema y si su condición es buena o mala e identificarla.
- Protección de máquinas: Evitar fallas ya que una máquina está protegida hasta que su condición se vea en peligro. La máquina debe detenerse automáticamente.

¹¹ <http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml>

- Diagnóstico de fallas: Definir cual es el problema específico y dar un pronóstico estimando cuanto tiempo más puede funcionar la máquina sin riesgo de daño.

Para los diferentes tipos de mantenimiento predictivo existe varias técnicas por medio de las cuales se realiza las rutinas de verificación y de las cuales sobresalen 6 específicamente:

1. Análisis de vibraciones: Mediante la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la causa de estas y su solución.
2. Análisis de lubricantes: Este tipo de análisis se hace dependiendo de la necesidad ya sea inicial, rutinaria o de emergencia. En cada muestra se evalúa elementos de desgaste (hierro, plomo, cromo, etc.), conteo de partículas y aditivos.
3. Análisis por ultrasonido: Se define así por el rango de frecuencias en el que se encuentra el sonido emitido el cual es por encima de 20,000 Hertz (imperceptible para el oído humano). Esto se debe a que las fricciones mecánicas, arcos eléctricos y fugas de presión o vacío producen dichas frecuencias (ultrasonido) en el rango aproximado de 40 KHz¹².
4. Termografía: Con esta técnica se puede medir y visualizar a distancia temperaturas de superficie de diversos elementos y sistemas mediante la utilización de sensores infrarrojos.
5. Análisis por Árbol de Fallas: Técnica deductiva la cual se centra en un suceso denominado accidente. Sus resultados pueden ser cualitativos

¹² Kilo hertz

mediante la búsqueda de caminos críticos descomponiendo el problema sistemáticamente y cuantitativos con el uso de la probabilidad de falla de los elementos y componentes.

6. Análisis FMECA (Modos de falla y efectos críticos): Se identifica áreas o ensambles que puedan dar lugar a fallas al definir la función de determinado componente y su modo de falla. Básicamente se evalúan tres aspectos; condición anticipada de operación y fallo más probable (evaluado de 1 a 10), el efecto de la falla en el rendimiento y la severidad del fallo.

¿Qué es Mantenimiento Correctivo?

Es la corrección de fallas cuando se presentan sin planificación alguna. En este tipo de mantenimiento no hay un diagnóstico fiable de la causa del daño y su reparación depende del recurso disponible en el momento. Generalmente (más no lo ideal), este tipo de mantenimiento ocupa el 80% del tiempo disponible convirtiéndose en el día a día. Cuando a un equipo se le realiza mantenimiento correctivo se debe básicamente a la urgencia y necesidad de poner en funcionamiento nuevamente el equipo por su criticidad. Este tipo de mantenimiento puede ser consecuencia de la no realización del mantenimiento predictivo y preventivo.

¿Qué son las diferentes filosofías y prácticas de Mantenimiento?

En el ambiente industrial se encuentra un sin número de prácticas que tienen incluido dentro de sus pilares mantenimientos de diferente índole; preventivo, predictivo, mejores prácticas. Es así como filosofías como TPM, RCM, TQM

entre otras son adoptadas como modelo estructural para las empresas. Dependiendo de la filosofía varía su enfoque. TPM por sus siglas en inglés o mantenimiento productivo total está enfocado a la producción. En cambio en TQM¹³ el mantenimiento está enfocado a la calidad. Para efectos de la propuesta de investigación no se necesita ahondar en estas filosofías ya que no es el propósito u objetivo, pero si vale la pena mencionarlas.

¿Qué es un sistema de información de Mantenimiento?

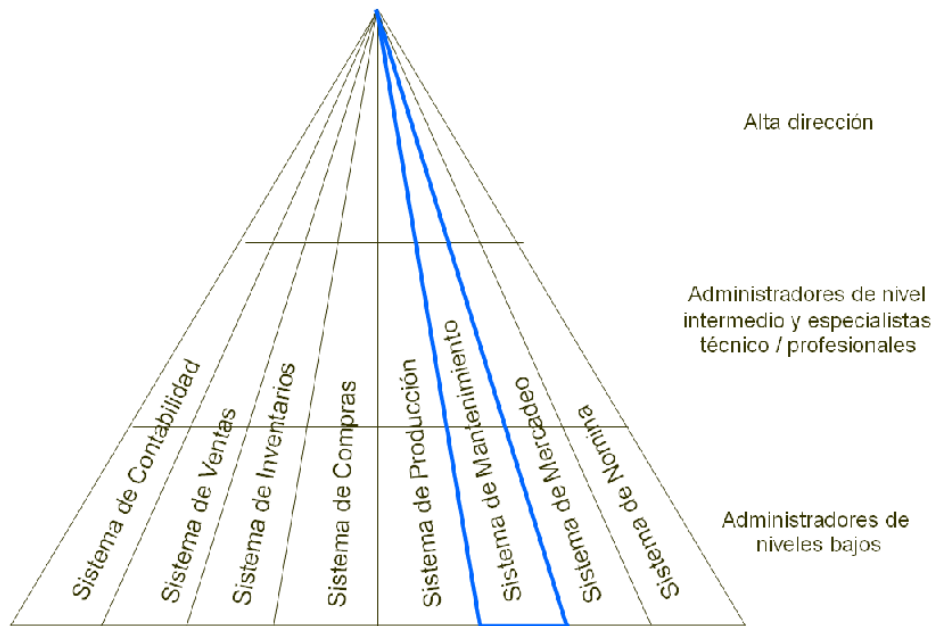
“Un sistema de información compendia todos los procesos, procedimientos y recursos involucrados en mantener una organización en funcionamiento, con realimentación a través de su propia producción de información y a través de generación de información externa a ella, ejerciendo control de los parámetros vitales de la misma.”¹⁴

Mediante esta definición y tratando a mantenimiento como una organización, se puede entender el sistema de información de mantenimiento como aquel sistema que comprende todos los procesos involucrados en el mantenimiento industrial tales como producción, servicios, calidad, proyectos, entre otros. En las figuras a continuación se observa como se ubica el sistema de información en la estructura de una empresa y las diferentes áreas involucradas.

¹³ *Total Quality Maintenance*

¹⁴ PINILLA, Pablo. SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO. ESPECIALIZACIÓN EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. EAFIT, 2005.

Ilustración 2-Ubicación del Sistema de Información de Mantenimiento



[Tomado de SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO. PABLO PINILLA C. Medellín 2005.]

Ilustración 3-Actores Involucrados con Mantenimiento



[Tomado de SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO. PABLO PINILLA C. Medellín 2005.]

¿Qué es el AM?

Es un sistema de información desarrollado exclusivamente para el uso y administración del departamento de mantenimiento con variables de entrada procesadas y relacionadas para dar salidas con los diferentes involucrados en el proceso productivo de la compañía. Dicho software fue diseñado y desarrollado por la empresa Winsoftware cuyo fundador es Pablo Pinilla.

ÁREA DE MANTENIMIENTO

¿Qué es la Dirección de Mantenimiento?

Se debe entender la dirección de mantenimiento como aquella área que posee un conocimiento global con el *know how*¹⁵ de los procesos productivos y costos asociados por servicios, insumos, repuestos, maquinaria y equipo que especifica, dirige, ejecuta y controla las medidas y acciones *para* que la productividad de la compañía sea la mejor acorde a la(s) filosofía(s) y práctica(s) seleccionada(s) que estén sincronizadas con el plan estratégico de la compañía.

¹⁵ Término que se utiliza para indicar el conocimiento de un tema.

El Director de Mantenimiento

Es el rol encargado de asumir la responsabilidad de la dirección de mantenimiento en donde se encarga de tomar decisiones de acuerdo a las estrategias planteadas y velar por su cumplimiento

Dentro de las funciones básicas debe tener en cuenta varios aspectos que combinan en el mundo moderno del mantenimiento las áreas de producción, calidad y administración y no centrarse única y exclusivamente en la maquinaria por defecto.

Adicional el director de mantenimiento debe integrar diversas áreas de gestión; humana, costos, técnica, tiempo, recursos.

Opciones de Modelo

Acorde al plan de estructuración de mantenimiento se plantea básicamente dos alternativas:

1. Una única filosofía, práctica o tipo de mantenimiento

Consiste en adoptar una práctica o tipo de mantenimiento como se mencionó anteriormente. De acuerdo a esto, el parque industrial, se regirá por las directrices o pilares establecidos.

Ventajas:

- Se tiene una sola directriz lo cual facilita y simplifica acciones a ejecutar.
- Fácil divulgación.

- Bajo costo de estructuración.
- Mediano plazo

Desventajas:

- Ante diversas situaciones existe un número reducido de acciones a ejecutar no siendo las más adecuadas.

2. La mezcla de dos o más filosofías, prácticas o tipos de mantenimiento.

Se adopta más de una alternativa de filosofía, práctica o tipo de mantenimiento haciendo así uso de lo que más se acerque a la realidad del parque industrial y la estrategia de enfoque utilizando cosas de cada una de ellas.

Ventajas:

- Se tiene más de una alternativa para hacer frente a situaciones que se puedan presentar utilizando de cada filosofía, práctica o tipo de mantenimiento la estrategia más adecuada.
- Diferentes enfoques para atacar problemas.
- Solución rápida y efectiva.

Desventajas:

- Dado el caso que se tenga muchas alternativas se puede presentar confusiones en momentos que se requiera acciones inmediatas.
- El alto costo de inversión para su estructuración.

5.2. Marco teórico

Mantenimiento industrial

Todos los usuarios desean, por razones obvias, que sus sistemas se mantengan en SoFu durante tanto tiempo como sea posible. Para lograrlo, es necesario «ayudar» al sistema a mantener su funcionalidad durante la operación, realizando las tareas apropiadas[...] Algunas de estas tareas son exigidas o sugeridas por los diseñadores o fabricantes. Sin embargo, a pesar de todas las tareas realizadas, no puede posponerse indefinidamente el momento en que el sistema deja de ser funcional. A partir de ahí, es necesario realizar otras tareas para que recupere su funcionalidad. Esto conduce al concepto de mantenimiento que incluye todas las tareas que realiza el usuario para conservar el elemento o sistema en el estado SoFu, o para recuperarlo a ese estado.¹⁶

Así como lo define Jezdimir, muchos otros autores coinciden, en donde el proceso de mantenimiento industrial se define como la capacidad de sostener en el tiempo o restaurar la capacidad de funcionamiento natural del sistema. Premisa base para realizar todos los tipos de mantenimiento que existe en un parque industrial.

¹⁶ KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento: Introducción. 4. Madrid: Isdefe, 2004. p. 19.

Gestión, administración y planeación del mantenimiento

Este tipo de proceso se enfoca en el proceso de mantenimiento enfocándolo a la producción, donde se debe entender que la prioridad no es la máquina sino por el contrario la eficiencia de un parque industrial productivo. Se menciona y hace relación con dicho departamento puesto que mantenimiento a lo largo de la historia ha abarcado uno de los centros de costo más altos en cualquier tipo de empresa por lo que realizar la adecuada gestión, administración y planeación presenta un alto impacto en la economía del negocio y por tanto su productividad.

Por lo anterior, la gestión, administración y planeación de mantenimiento no solo implica un marco teórico netamente técnico alrededor de mantenimiento sino que por el contrario implica conocimientos medianamente avanzados de temas gerenciales y administrativos para lo cual se tiene referencia la extensa teoría de dichos temas con autores reconocidos. Cabe mencionar que dichos temas abarca variables como activos, centros de costo, indicadores de proceso y producción, matriz de desempeño, diagramas de Gant, matriz DOFA entre otros aplicados al mantenimiento industrial.

Outsourcing

El modelo de outsourcing o subcontratación define la forma como algunas labores específicamente aquellas no propias del core del negocio o área a fin se trasladan a terceros para que las ejecuten. Consiste básicamente en la contratación externa de recursos anexos, mientras la organización se dedica exclusivamente a la razón o actividad básica de su negocio.

PMI

Como organización internacional existe el Instituto de Manejo de Proyectos PMI¹⁷, el cual propone metodologías y estándares para el desarrollo de proyectos en general con certificación global acreditada en dichos temas.

ESTRUCTURACIÓN DE MANTENIMIENTO

Bajo el plan de estructuración de mantenimiento se debe ofrecer como pilares fundamentales la gestión, administración y planeación. Es importante también estructurar un departamento de proyectos que plantee metodologías y procedimientos base a seguir bajo la perspectiva de mantenimiento con miras a futuras gestiones de mantenimiento enfocadas a la innovación tecnológica de planta.

Gestión

Es uno de los pilares encargados de hacer que las cosas se hagan en su debido momento. Para esto es fundamental las variables e indicadores de medición de primer nivel o básicos tanto para la maquinaria, la producción, costos y el recurso humano. Para la medición y consecución de los indicadores de primer nivel se utiliza diferentes herramientas tales como software de control de mantenimiento, bases de datos, tablas dinámicas y el enlace entre estas diferentes herramientas para obtener los diferentes indicadores acorde al área de indicador requerido. Como indicadores de primer nivel encontramos los siguientes:

¹⁷ *Projects Management Institute*

Indicadores de maquinaria:

- Ordenes de Trabajo por tipo de Mantenimiento: Este indicador permite observar globalmente como se encuentra el parque industrial de acuerdo al tipo de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Permite asociar la cantidad de órdenes y su mantenimiento para realizar el pareto efectivamente.
- Porcentaje Horas Hombre empleadas por tipo de Mantenimiento: Con este indicador se sabe como se distribuye la mano de obra de acuerdo al tipo de mantenimiento. Es un indicador muy efectivo para saber cuanto tiempo se está invirtiendo en cada máquina y que tipo de mano de obra.
- Tiempo de Paro Improductivos: Este indicador muestra aquellos paros no programados o planeados que en el momento de parar la máquina la producción se vio afectada o interrumpida de alguna manera. Este tipo de indicador muestra realmente lo que no es productivo de una planta y da un diagnóstico claro de la gestión de planeación de mantenimientos no correctivos de una planta.

Indicadores de producción y costos:

- Gastos de sostenimiento: Indica el valor de dinero gastado en sostenimiento de la planta y permite evaluar si se está cumpliendo con el presupuesto asignado para cada mes. Se debe entender por sostenimiento todo aquello que se usa para que la planta continúe en su normal desempeño de productividad.
- GIF¹⁸: Este tipo de indicador es una matriz de indicadores en donde se observa todo lo relacionado con la optimización de recursos como energía, agua, vapor y mano de obra.

¹⁸ *Gastos Indirectos de Fabricación*

Indicadores de Recurso Humano:

- **Porcentaje Horas Extras:** Permite visualizar cuanto tiempo se está utilizando fuera del tiempo normal laboral estipulado, de esta forma se observa si hay exceso de trabajo o mala distribución de la mano de obra.
- **Distribución personal:** Hace referencia a la mano de obra utilizada, si es personal vinculado directamente con la compañía o es personal contratista. Es muy importante este indicador ya que dependiendo del tipo de mantenimiento y necesidad del conocimiento de la maquinaria y procesos de la compañía se tiene diferentes necesidades para las labores asociadas al sostenimiento y mantenimiento del parque industrial.

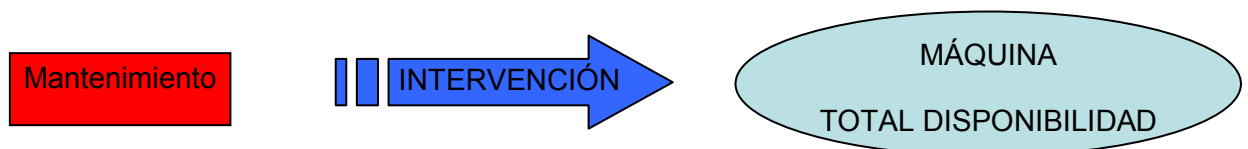
Administración

Es una herramienta fundamental para interactuar con la gestión por lo que se hace indispensable en la estructuración del mantenimiento. Como su nombre mismo lo indica debe ser la parte encargada de observar y saber los recursos disponibles y su forma de administrarlos. Siendo incluso un área totalmente diferente a la de mantenimiento, su aplicabilidad en la estructuración y desarrollo de mantenimiento es supremamente útil y valiosa. Para la correcta administración en el parque industrial entonces se debe tener indicadores que permitan observar el estado de la maquinaria; tiempos perdidos, fallas, disponibilidad y criticidad de estas y a su vez iniciar un proceso de interacción técnica con producción para hallar indicadores de segundo nivel que permita tomar decisiones administrativas correctas en un mejoramiento continuo. De esta forma, entran en juego variables como energía, agua y vapor para hallar y controlar rendimientos en términos de producción como se mencionó anteriormente. Es entonces como podemos definir indicadores de segundo nivel los siguientes:

- Kilovatio por docena
- Kilovatio por caja
- Kilovatio por kilogramo teñido
- Metro cúbico por docena
- Metro cúbico por caja
- Metro cúbico por kilogramo teñido
- Indices combustión Caldera

Utilizando indicadores de segundo nivel, se observa un proceso evolutivo en la gestión de mantenimiento en donde la prioridad se convierte en el proceso productivo y no en la mantenibilidad de la maquinaria en un 100%. Como parte de la propuesta por medio de los indicadores de segundo nivel se esboza como objetivos acciones de mejoramiento para reducir los tiempos muertos o improductivos permitiendo realizar cuadros comparativos con empresas en cualquier parte del mundo para determinar la productividad al interior de la compañía. Un planteamiento sencillo es el famoso pareto para analizar diversos aspectos con los indicadores planteados anteriormente.

Ilustración 4-Enfoque de Mantenibilidad independiente de Producción



[Elaboración Propia]

Ilustración 5-Sistema Estructural de Mantenimiento Propuesto



[RCM EAFIT 2005 Entrenamiento en Análisis de Fallos-RPN-FMECA 2003-2010]

De acuerdo al enfoque de este modelo, se observa la cantidad de variables y actores involucrados que permiten que la producción se posicione como el *core*¹⁹ del negocio y no se pierda el enfoque de lo que realmente se debe hacer en el parque industrial. Con esta visual, a futuro como visión se puede hablar de alguna forma de outsourcing para el área de mantenimiento en donde sólo el *know-how* y esencia del negocio sea contratado directamente. Por esto cabe mencionar brevemente que es el outsourcing posteriormente.

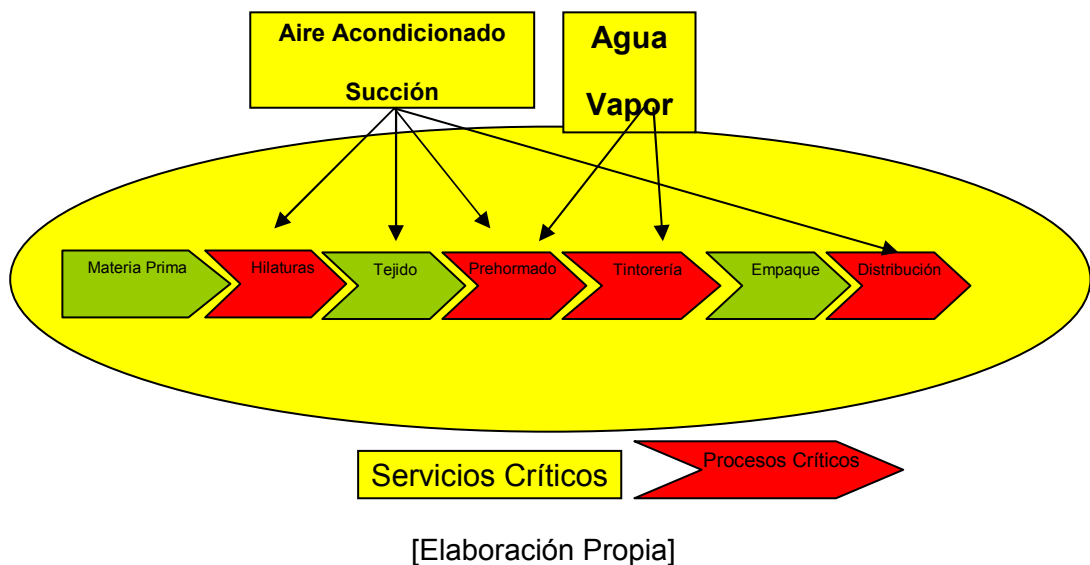
¹⁹ Corazón: Traducción a español.

Planeación

Desarrollando un modelo adecuado de planeación y programación en la gestión de mantenimiento se puede tener la visión global y específica con sus objetivos para su posterior control y seguimiento. Se debe tener en cuenta que para la metodología a desarrollar se debe tener un conocimiento de los procesos críticos para el core del negocio y así enfocar toda la planeación de la gestión de mantenimiento en estos procesos.

A continuación es el flujograma de la empresa identificando los procesos y servicios que se presentan en la cadena productiva resaltando con los respectivos colores, los procesos y servicios críticos asociados.

Ilustración 6



[Elaboración Propia]

Posteriormente para tener un correcto análisis de los procesos y servicios críticos, las evaluaciones a realizar serán termografías, análisis de vibraciones, análisis de lubricantes (tribología²⁰), mediciones de ultrasonido, entre otros.

²⁰ Tribología: Ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación.
<http://www.solomantenimiento.com/articulos/tribologia-industrial.htm>

Outsourcing

De acuerdo a los procesos observados en la figura 5, se distingue claramente los procesos que no son críticos o de bajo impacto para el negocio. Por tanto su mantenimiento puede ser un servicio subcontratado en donde el recurso primario de mantenimiento sea utilizado óptimamente.

Puesto que el outsourcing puede ser visto como una herramienta que resta importancia al personal interno a la empresa, este debe ser visto a su vez como un recurso valioso para optimizar la manufactura y núcleo principal del negocio. Se debe tener un punto de equilibrio tal que permita hacer las labores básicas y primarias de manufactura por parte del equipo principal de mantenimiento y las tareas anexas que requieren tiempo pero no primarias por parte de un tercero. Incluso, se puede mencionar labores como el aseo u obras civiles que no corresponden a mantenimiento (pero que muchas veces son administradas y realizadas por mantenimiento) se realice por subcontratación.

Como objetivo final de esta propuesta de investigación, se plantea la viabilidad de un departamento de proyectos o en su defecto como etapa primaria un esquema el cual dé las directrices a seguir en los proyectos que se desee realizar en el área de mantenimiento.

Para la propuesta en curso, se planteará de acuerdo a las necesidades un modelo y esquema a seguir para la estructuración del departamento de proyectos PMO²¹ en su fase primitiva.

Implementar una PMO, hay características y funciones básicas de esta que permite eliminar diversos problemas en la gestión y ejecución de los proyectos tales como seguimiento, control y desarrollo de los proyectos. Ya que el fin de la propuesta de investigación es dar un esquema general y no muy detallado de lo que es una PMO y sus funciones no se entrará en detalles minuciosos del

²¹ *Project Management Office*

plan y esquema. A continuación veamos que es, como se debe plantear y para que sirve una PMO.

¿Qué es una PMO?

“Cuerpo coordinado centralizado dentro de una organización (proyecto) que provee un punto focal para el campo de manejo de proyectos. Puede identificar y enfrentar problemas de manejo de proyectos para soportar y facilitar el logro de los objetivos y metas de los proyectos organizacionales.”²²

La PMO se compone de 3 áreas en donde maneja los proyectos, programas y portafolios, sin embargo dependiendo de la, o las necesidades se implementa cada una de las áreas.

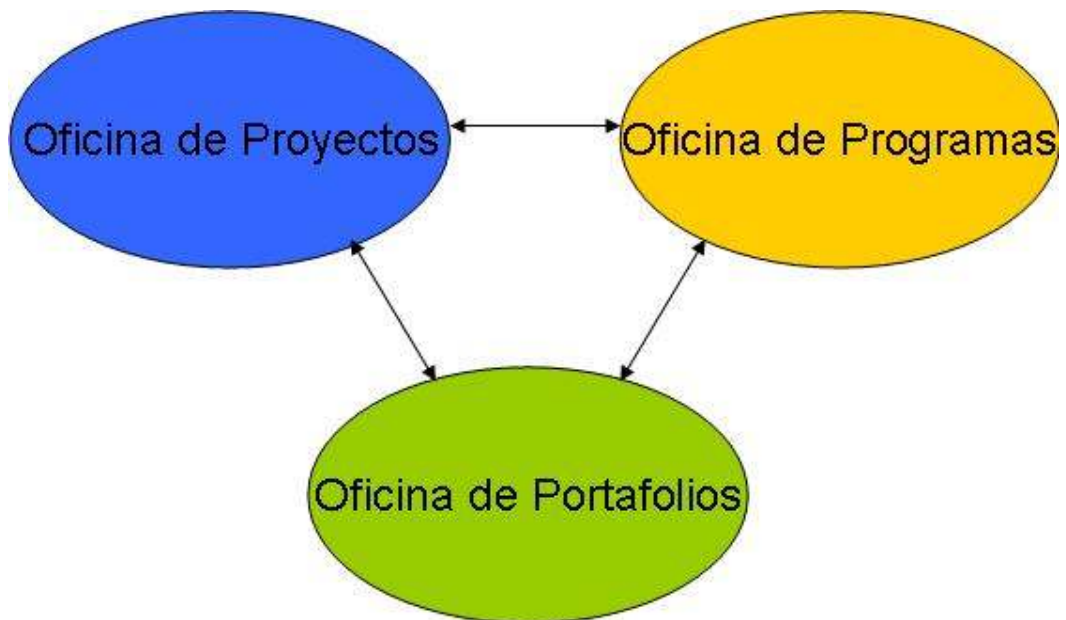
1. Oficina de Proyectos: “Es capaz de visualizar el comienzo y fin de un esfuerzo temporal denominado proyecto y ayuda a que los equipos involucrados puedan terminar a tiempo los proyectos cumpliendo las metas establecidas bajo las mejores prácticas y logrando las expectativas y requerimientos del producto final.”²³
2. Oficina de Programas: Es el área encargada de visualizar una serie de proyectos los cuales manejados de manera conjunta brindan y ofrecen mayores beneficios que si fueran manejados individualmente. La tarea principal de esta oficina es lograr economías de escala con la combinación perfecta de sus recursos.

²² Traducción y selección de:
YOUNG, Michael L. KEY STEPS TO IMPLEMENT A PROJECT MANAGEMENT OFFICE. 2009.

²³ Traducción y selección de:
HUNT, George. HOW TO GET STARTED WITH A PROJECT MANAGEMENT OFFICE. Julio 2008.

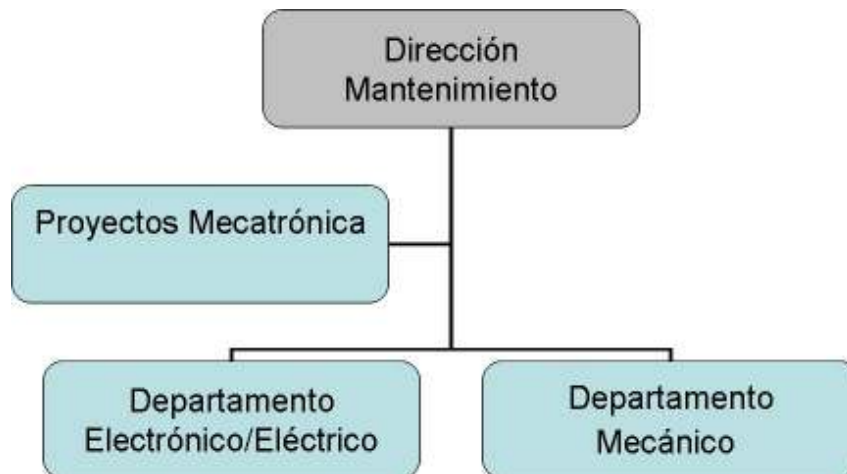
3. Oficina de Portafolios: Su objetivo es tener la visual de los proyectos encaminados a una meta o metas específicas del negocio. En consecuencia, esta oficina debe alinear, homologar o estandarizar los portafolios de diferentes proyectos y sus servicios para alcanzar dichas metas con la premisa básica de disminuir o controlar el riesgo asociado.

Ilustración 7-Estructura PMO



[Elaboración propia]

Ilustración 8-Diagnóstico



[Elaboración propia]

Como se observa en la figura 7, el área de proyectos sirve como ayudante de las demás áreas pero no todo es canalizado por aquí. Luego de esta etapa podemos continuar con los procesos clave de implementación de una PMO.

Es fundamental determinar:

- Necesidades de la organización: Para estructurar la PMO se debe tener claro cuales son las estrategias y metas organizacionales para determinar cual o cuales oficinas son necesarias para la organización y tener un buen filtro en el desarrollo de los proyectos y su impacto en los objetivos globales de la compañía.
- Nivel de madurez organizacional: Este punto es un proceso clave para la propuesta de investigación ya que dependiendo de esta radiografía se determina como se puede llegar a tener una PMO óptima. Se debe implementar una base de tiempo la cual consta de 2 parámetros.

1. Cuadro comparativo contra estándares de las buenas prácticas industriales .
2. Registro de nivel de madurez basado en eficiencia, capacidad de respuesta, enfoque al negocio y actividad.

Con un nivel de madurez se permite determinar hasta donde se puede llegar con la PMO, definiendo métricas e indicadores detallados y precisos que dan la lectura del proyecto cuantitativamente en el proceso productivo de la organización.

- Plan de seguimiento y control: Visualizar la gestión y el impacto de la PMO sobre el negocio.
- Plan maestro de trabajo: Bajo este plan se delinea cada una de las tareas a seguir, bajo que circunstancias y en que forma se deben ejecutar.

A partir de estos 4 fundamentos se puede estructurar la oficina de proyectos para el área de mantenimiento y una vez obtenido cada uno de los planes por separado se cruza los resultados para observar y analizar

¿Qué es el área de compras para mantenimiento?

Es el área encargada de suplir todas las necesidades de insumos, repuestos y servicios técnicos que se requiera en mantenimiento, por lo cual los conocimientos no sólo son de tipo comercial sino de una profundidad técnica medianamente adecuada. Esta área debe ser un ente transversal el cual recolecta todas las necesidades a nivel de negocio y las unifica bajo un esquema permitiendo así un poder de negociación corporativo.

Ventajas

El modelo de estructuración y gestión de mantenimiento presenta una serie de ventajas cuantificables y tangibles por lo que su aplicación puede tener una trascendencia importante en una empresa o compañía de talla mundial. Como ventajas que se identifican encontramos:

- **Visualización multinivel de la empresa:** Con la estructuración e implementación de los indicadores de primer y segundo nivel se obtiene un mapa instantáneo y confiable de la productividad de la empresa.
- **Estandarización de indicadores de proceso:** Mediante el uso de indicadores estándar de productividad y proceso los cuadros comparativos con empresas a nivel mundial se pueden hacer de una manera fácil y rápida sin la necesidad de estudios extensos y en ocasiones realizados por terceros.
- **Control y seguimiento:** Se permite tener un control y seguimiento continuo en la productividad interna de la empresa permitiendo tomar acciones basadas en decisiones certeras acorde a los delineamientos estratégicos de la empresa.
- **Optimización de los procesos:** El enfoque de mantenimiento cambia hacia la producción por lo que la cadena productiva en todos sus procesos asociados así como sus insumos y servicios colaterales se ven afectados de una manera positiva ya que no sólo se tiene en cuenta el estado óptimo de la maquinaria sino su productividad con base a la productividad real que debe tener.
- **Direccionamiento claro:** Mediante una estructura clara, sólida y fuerte el direccionamiento de mantenimiento tiene un norte definido que permite avanzar en pro de la empresa, incluso visualizando a mantenimiento como un eje estratégico dentro de la empresa y no como una necesidad por defecto.

- **Unificación de compras de mantenimiento corporativa:** Con una estructura definida, unificada, sólida y con criterios técnicos de equipos y procesos se permite contratos, soportes y negociaciones amplias con mejores precios y alternativas. A su vez con soluciones rápidas y efectivas garantizando los niveles y estándares más altos en la industria.

Desventajas

Por la estructura planteada en dicho modelo, existe desventajas que presentan o aumentan el riesgo de implementación de tal modelo descrito en la propuesta. A continuación las desventajas más significativas son:

- **Nivel de madurez:** Para la implementación de este modelo y dada su complejidad, la(s) empresa(s) a utilizarlo deben tener un grado de madurez moderadamente medio en cuanto al mantenimiento y su tamaño. Cuya información para la productividad sea tenida en cuenta en los diferentes niveles administrativos y gerenciales. No tiene mucho sentido implementar un modelo visto como complejo para una empresa relativamente pequeña.
- **Costos asociados:** Los costos que implica desarrollar y estructurar un modelo de este estilo son relativamente altos, por lo que una empresa pequeña o mediana puede no tener el respaldo financiero que implica adquirir equipos, software, personal y gastos administrativos asociados.
- **Proceso de mediano a largo plazo:** Por los diferentes procesos asociados y la estructuración de indicadores, es una gestión cuyos resultados se observan a mediano o largo plazo en la medida que los actores y áreas involucradas se van sincronizando.

Impacto en el Modelo

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas asociadas al modelo de esta propuesta de investigación se puede observar claramente que las ventajas son notablemente favorables y exceden las desventajas citadas.

Para la empresa en cuestión el modelo es una propuesta viable ya que Fábrica de Calcetines Crystal cuenta con un nivel de madurez adecuado para la implementación de elementos que permitan visualizar, medir y controlar la productividad de la empresa.

Aunque se presente como un modelo simple, la implementación puede ser algo compleja como se mencionó al inicio de la propuesta por los cambios estructurales y culturales que se dan a medida que el proceso toma forma y va presentando resultados, sin embargo un modelo que esté enfocado y alineado con el plan maestro o estratégico de la empresa representa una mayor efectividad y asertividad en su funcionamiento. Es claro entonces que con el uso de indicadores de primer y segundo nivel asociados a una buena gestión, administración y planeación de mantenimiento la productividad al interior de una empresa cumple con las expectativas y objetivos globales de la empresa.

Por último, la alta gerencia y directivas de la empresa deben tener muy claro los objetivos y el proceso involucrado en el modelo presente para que brinden un completo respaldo a las acciones y decisiones tomadas, generadas por medio de este proceso. De lo contrario el panorama y expectativas para la implementación y funcionamiento óptimo del modelo serían muy bajas.

5.3. Marco histórico

Se debe tener como antecedente histórico la evolución que ha tenido el área de mantenimiento en Calcetines Crystal, donde en un período de tiempo de 15

años ha ido evolucionando en un proceso que es lento ya que involucra cambios y choques culturales de alto impacto. Hasta hace 10 años el departamento de mantenimiento contaba netamente con un mantenimiento enfocado a la máquina de tipo correctivo sin un enlace o comunicación directa con producción o áreas afines. Luego, a partir del 2004, el mantenimiento tuvo un giro de 180° en donde ha ido evolucionando enfocado a una mezcla entre máquina y producción, dándole una visión global y aplicada de los diferentes tipos de mantenimientos como predictivo y preventivo.

Posterior a esto, se empezó con un sistema de costeo del mantenimiento muy básico el cual no existía y por lo que en la actualidad la propuesta de investigación presente no puede llegar en mejor momento para aplicar estas iniciativas y darle una mayor profundidad en el futuro.

5.4. Marco conceptual

En la propuesta de investigación actual se tendrá en cuenta los siguientes términos:

JIT:	Just In Time
RCM:	Reliability Centered Maintenance
TQM:	Total Quality Management
TPM:	Total Productive Maintenance
SoFu:	State of Function
SoFa:	State of Failure
MTBF:	Mean Time Between Failures

MTTR:	Mean Time To Repair
PMI:	Project Management Institute
PMO:	Project Management Office
DOFA:	Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas

6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Qué valor agregado dará la estructuración de mantenimiento para los usuarios?
- ¿Qué ventajas se tendrá al establecer indicadores de primer y segundo nivel?
- ¿Qué factores han sido críticos para el planteamiento de un modelo nuevo de gestión y administración de mantenimiento?
- ¿Hacia donde debería apuntar la misión de mantenimiento; máquina o producción?
- ¿Se podría considerar un modelo de outsourcing para mantenimiento?
- ¿Qué ventajas traería para el negocio plantear un departamento de proyectos de mantenimiento?
- Como departamento de proyectos ¿qué portafolio le interesaría a mantenimiento como usuario?

7. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de investigación

Como se mencionó en un principio, esta propuesta de investigación es un preámbulo a lo que se puede ejecutar posteriormente. Se define entonces como una investigación EXPLORATORIA en su primera fase que permita diagnosticar y analizar diferentes alternativas. Como tal un modelo específico que se asemeje parcial o totalmente al modelo planteado no se presenta en Colombia.

Posteriormente, en fases subsecuentes la investigación a medida que vaya tomando una forma más adecuada a la realidad y necesidad de la empresa puede entrar en una etapa DESCRIPTIVA en donde su última fase puede ser como modelo de aplicación para la estructuración de mantenimiento en un tipo de investigación EXPLICATIVA pero para la presente propuesta de investigación su alcance no es este.

7.2. Diseño de investigación

El diseño consta de 2 partes, en donde la primera parte es un diseño *transeccional descriptivo* ya que se tiene una definición acerca de las variables individualmente en los distintos indicadores planteados con variables como, horas hombre, órdenes de trabajo, tipo de orden y consumos que posteriormente se correlacionan para tener los indicadores de productividad, convirtiéndose en una investigación *transeccional correlacional*.

7.3. Método y pasos de la investigación

Son 2 los métodos elegidos para la propuesta de investigación, tanto cualitativa como cuantitativa ya que se desea elaborar las siguientes tareas:

1. Elaboración de diagnóstico inicial del área de mantenimiento (incluyendo área de proyectos).
2. Encuestas basadas en el usuario viendo a mantenimiento como el proveedor del servicio.
3. Análisis y cuantificación de los resultados obtenidos
4. Conclusiones de la investigación que permitan evaluar la viabilidad de la propuesta ante un comité gerencial.

Pasos de la investigación:

Se realizará los siguientes pasos descritos a continuación:

- Inspección y conocimiento de empresas con trayectoria en la gestión en el área de mantenimiento con filosofías implementadas y en ejecución.
- Revisión bibliográfica de la teoría y filosofías de mantenimiento de parques industriales.
- Conocimiento básico bibliográfico de la metodología PMI.
- Entrevista con la gerencia de mantenimiento de Calcetines Crystal.
- Entrevista con el personal de mantenimiento para visualizar la perspectiva actual y visión futura del departamento de mantenimiento.
- Entrevista con producción para obtener la perspectiva actual de mantenimiento y lo que debería ser según el punto de vista del usuario.

Para realizar dichas inspecciones y conocimiento de empresas se realizará en lo posible visitas o en su defecto entrevistas con personal de diferentes empresas con puntos muy claros a cuestionar.

En cuanto a las entrevistas, se dispondrá de un cuestionario claro y conciso que permita conocer de una manera efectiva los puntos de vista y opiniones alrededor de temas básicos tanto de mantenimiento como proyectos de mantenimiento y permita su posterior análisis de forma rápida, ágil y eficaz.

7.4. Instrumentos y técnicas para la recolección de información

Al ser la propuesta de investigación un modelo para la gestión de mantenimiento existen 2 técnicas muy fuertes las cuales enfocarían la mayor recolección de datos como lo son la ENTREVISTA y la ENCUESTA.

La entrevista debe ser concisa y clara, motivando al entrevistado a responder las preguntas sin limitaciones y con mucha objetividad alrededor del tema tratado en el cuestionario entregando una información altamente efectiva en contenido.

La encuesta a realizar será básica y no muy detallada en esta propuesta de investigación de fase EXPLORATORIA, puesto que su principal objetivo será dar a conocer y diagnosticar el estado inicial del ente encuestado.

7.5. Procesamiento o análisis de la información

Bajo la modalidad de entrevistas y encuestas se podrá conocer qué modelo actual existe en la gestión de mantenimiento y adicional permitirá validar que

tan aceptado sería la presentación de un nuevo modelo como la propuesta de investigación así lo pretende.

Por esto, aparte de cuantificar la información se debe hacer un análisis cualitativo de esta que permita obtener la veracidad y confiabilidad de la información obtenida. Se debe poder determinar que tendencias, delineamientos, eventos u otros factores se denotan claramente.

8. EXPECTATIVAS

Como se expresó en la justificación de la investigación, se quiere dar un paso más allá en el mundo globalizado que se vive, planteando un modelo que permita visualizar no sólo el mantenimiento de la maquinaria sino su conexión con producción y el parque industrial en general.

El modelo planteado esboza un camino a seguir que permite tener un dinamismo y flexibilidad comparados con empresas de clase mundial.

Al observar en detalle el planteamiento propuesto se tiene no sólo la gestión y administración del área de mantenimiento sino también la estructuración de un área u oficina de proyectos para mantenimiento lo cual permitiría separar y tener de una forma clara y concisa los proyectos y el mantenimiento productivo dentro del departamento o la dirección general de mantenimiento.

9. ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

Como toda propuesta que involucre un cambio estructural tanto técnico como humano se debe presentar ante las altas directivas de la empresa para involucrarlas y obtener el aval de ellas. Esta presentación debe ser respaldada con el análisis de los resultados obtenidos ya que de lo contrario será presentar una propuesta sin fundamentos con aires altruistas.

Como complemento las conclusiones se pueden presentar en la universidad EAFIT bajo el marco teórico presentado anteriormente.

10. USUARIOS POTENCIALES Y SECTORES BENEFICIADOS

Bajo la premisa de la propuesta de investigación el usuario potencial y mayor beneficiado de la propuesta de investigación es Calcetines Crystal.

Con esta propuesta hay un amplio sector denominado mantenimiento industrial que es posicionado muy claramente y no necesariamente se debe enfocar en el sector textil. Más allá, se hace capitulación de lo que debería ser el departamento de proyectos en el área de mantenimiento por lo cual sería de gran interés para empresas de alto desempeño con una propuesta de inversión alta que requiera un manejo de proyectos medianamente alta y una mediana o alta especialización en la gerencia de proyectos.

Académicamente, la propuesta sirve como un modelo de gestión bajo diferentes filosofías y estrategias que permite visualizar como puede ser una gestión de mantenimiento con elementos básicos, sencillos y no muy complejos

tanto para la especialización de mantenimiento industrial como materias afines en la gerencia de proyectos en la universidad EAFIT.

11.ASPECTO ADMINISTRATIVO

11.1. Recursos humanos, institucionales y materiales

- El Director de Mantenimiento de Calcetines Crystal actual quien deberá disponer del tiempo y acceder a entrevistar y encuestar el personal requerido para la recolección de datos. Adicionalmente realizará el rol de asesor de la investigación dando las directrices y delineamientos de esta para su futuro desarrollo y ejecución.

Recursos Institucionales

- La Universidad EAFIT es necesaria para la obtención de bibliografía especializada en el tema de Mantenimiento Industrial y Gerenciamiento de Proyectos.
- Calcetines Crystal debe brindar los recursos físicos y técnicos para la posterior ejecución del modelo.

11.2. Presupuesto

Puesto que es una propuesta de investigación para Calcetines Crystal, el tiempo empleado será directamente asumido por las horas hombre empleadas

por el personal involucrado en el proyecto. Para hacer un costo aproximado se deberá tener el número total de horas aplicadas a la investigación y luego este factor multiplicarlo por el valor salario promedio hora de cada una de las personas mencionadas anteriormente.

Puesto que el personal involucrado va a ser de diferentes categorías salariales se deberá tener un mínimo de 2 promedios salariales y distinguir el tiempo invertido en cada una de las categorías para poder hacer el cálculo total.

11.3. Tiempo y cronograma

Se considera como tiempo para la ejecución de la propuesta un estimado de 4 meses dividido de la siguiente forma.

Se propone el siguiente cronograma:

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	feb 2010				mar 2010				abr 2010				may 2010						
					3/1	7/2	14/2	21/2	28/2	7/3	14/3	21/3	28/3	4/4	11/4	18/4	25/4	2/5	9/5	16/5	23/5		
1	Revisión por parte Asesor	01/02/2010	12/02/2010	2s	[Barra azul de 2 semanas]																		
2	Validación EAFIT	15/02/2010	12/03/2010	4s	[Barra azul de 4 semanas]																		
3	Elaboración Entrevistas/Encuestas	15/03/2010	07/05/2010	8s	[Barra azul de 8 semanas]																		
4	Análisis de Resultados	10/05/2010	14/05/2010	1s	[Barra azul de 1 semana]																		
5	Conclusiones	17/05/2010	21/05/2010	1s	[Barra azul de 1 semana]																		

El asesor contará con un tiempo de 2 semanas para la revisión de la propuesta, posteriormente EAFIT validará la propuesta en un tiempo de 4 semanas. Puesto que se está realizando un trabajo directamente con la parte productiva de la empresa y ya que se cuenta con el período de semana santa, la elaboración de entrevistas y encuestas tendrá un estimado de 8 semanas. Finalmente el análisis de resultados y la generación de conclusiones será de 2 semanas.

La propuesta tiene como inicio de entrevistas y encuestas en Febrero del 2010 y con una posterior entrega de resultados y conclusiones a mediados de Mayo del 2010.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOGRAFÍA

BLANCHARD, Benjamin. Ingeniería Logística. Edición 4. Madrid: Isdefe, 1995. 153p.

HIGUITA, Camilo. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad: Mantenimiento Confiable. Medellín, 2002, 141p. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. EAFIT. Facultad de Ingenierías.

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenibilidad: El Concepto de Mantenibilidad. Edición 4. Madrid: Isdefe, 2004. 210p.

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento: Introducción. Edición 4. Madrid: Isdefe, 2004. 211p.

MORA, Luis. METODOLOGÍA PARA MEDIR CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD EN MANTENIMIENTO. Edición 0. Barcelona: Editorial Norma, 2003. 134p.

NACHLAS, Joel. FIABILIDAD. Edición 4. Madrid: Isdefe, 1995. 217p.

PINILLA, Pablo. SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO. Especialización en Mantenimiento Industrial. Medellín, 2005.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A guide to the project management body of knowledge PMBOK Guide – 3rd Edition. PMI, 2004. 403p.

TORO JARAMILLO, Iván Darío; PARRA RAMÍREZ, Rubén Darío. Metodología de la Investigación. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006. 386p.

YOUNG, Michael L. 2009. KEY STEPS TO IMPLEMENT A PROJECT MANAGEMENT OFFICE. En: Project Smart. 2009.

OTRAS FUENTES

- BARRINGER, Paul H. Practical Reliability Tools For Refineries And Chemical Plants. Barringer and Associates, 1995. 9p.
- BARRINGER, Paul H. Why You Need Practical Reliability Details To Define Life Cycle Costs For Your Products and Competitors Products. Barringer and Associates, 1995. 8p.
- VILLEGAS, Karla. CONCEPTO DE LOGÍSTICA. 10 de Febrero de 2009. <http://www.dmreview.com/dmdirect/20030523/6779-1.html>