

**Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria en la empresa Industrias Real S.A.**

Helver Andrés Cucaita Aponte

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Programa de Administración de Empresas  
Bogotá, D.C.  
2020

**Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria en la empresa Industrias Real S.A.**

Helver Andrés Cucaita Aponte

Director

Ernesto Rodríguez Moreno

Trabajo de grado para optar por al título de Administrador de Empresas

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Programa de Administración de Empresas

Bogotá, D.C.

2020

## **Dedicatoria**

En memoria a mi padre Carlos Cucaita de quien vivo orgulloso por su ejemplo y su dedicación, por lo que me enseñó, por ser la luz en los tiempos oscuros, la esperanza en mis malos momentos y el coraje cuando el miedo me superaba. Te amo papá.

A mi madre Graciela Aponte, por ser una excelente madre que con su amor, dedicación y sacrificio ha guiado mi camino. Hoy, comprendo todos tus sacrificios y la consagración que pusiste en mi educación. Te amo madre.

A mis hermanos Marcela, Carlos y Yesenia mis compañeros de vida.

## **Agradecimientos**

A Dios, por darme fortaleza y sabiduría.

Al Gerente General de Industrias Real s.a. Henry Stephanou y todo el equipo de mantenimiento, por brindarme el espacio, la confianza y el apoyo para la realización exitosa de mi pasantía profesional.

Al docente Ernesto Rodríguez, Ingeniero Industrial, director del proyecto, por la ayuda en el desarrollo de este trabajo.

A todo el cuerpo de docentes, amigos, compañeros de carrera y familiares, por su ayuda y compañía en vida personal y profesional, por hacer parte de este sueño que llega a su término.

## **Resumen**

El presente trabajo refleja el diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo del sistema de producción del área de telares de la empresa Industrias Real S.A.

El modelo de mantenimiento propuesto se efectúa con el fin de mejorar el desempeño de los equipos y poseer el cien por ciento de su capacidad instalada mediante un régimen estratégico que comprende un diagnóstico inicial, documentación, planeación, organización, dirección y control del proceso de mantenimiento desarrollado en el área de Tejeduría. Para llevar a cabo esto, en primer lugar se realizó el diagnóstico del estado general de todas las áreas, describiendo la condición presente, es así como se identifica la necesidad de establecer un plan de mantenimiento. Posteriormente se diseñó el modelo para la administración de las actividades de mantenimiento en la empresa que permite llevar el cronograma de una manera organizada y controlada. Durante la implementación se realizó el inventario y codificación de la maquinaria según familia de referencias, seguidamente se determinó el estado de criticidad para cada una de ellas.

En relación a los resultados se diseñó el programa de mantenimiento preventivo según las necesidades de reparación y de la producción; el cual está conformado por el mantenimiento provisorio según catálogo de fábrica, las revisiones y reparaciones periódicas programadas, ajustes menores y las actividades de lubricación por equipo. Al final se presenta los indicadores de mantenimiento que permiten evaluar el desempeño del programa y realizar los ajustes y correcciones oportunos por el equipo de trabajo.

*Palabras claves:* Mantenimiento Preventivo, Plan de Mantenimiento, Diagnóstico y Reparación, Textiles angostos, Telar.

## Tabla de contenido

Introducción .....	8
Capítulo 1. Generalidades .....	9
Descripción de la empresa.....	9
Historia de la empresa.....	9
Misión.....	9
Visión.....	9
Características de la empresa.....	9
Pre - diagnóstico .....	11
Descripción del problema.....	13
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos específicos .....	15
Justificación.....	16
Marcos de referencia .....	17
Marco Conceptual.....	17
Marco teórico.....	18
Diagrama de causa – efecto de Ishikawa.....	19
El método de las “5 M”.....	19
Historia del mantenimiento del mantenimiento Industrial.....	20
Tipos de mantenimiento.....	22
Costos de mantenimiento integral.....	24
Distribución en planta.....	25
Capítulo 2: Diagnostico de mantenimiento.....	26
Capítulo 3: Diseño del plan de mantenimiento .....	31
El Ciclo Deming ó PHVA .....	31
Codificación de maquinaria y equipo.....	42
Inventario de Maquinaria y equipo.....	42
Distribución de planta – Área de telares Industrias Real s.a .....	43
Presupuesto proyectado del plan de mantenimiento preventivo .....	44

Diagnóstico inicial de maquinaria .....	45
Selección de prioridades de la maquinaria .....	45
Fichas Técnicas.....	46
Hoja de vida de maquina .....	46
Mantenimiento autónomo.....	47
Formatos del proceso de mantenimiento .....	48
Conclusiones .....	49
Recomendaciones.....	50
Referencias .....	51

## **Introducción**

El desarrollo tecnológico sigue perfeccionando la gama de tejidos planos fabricados por la industria textil; a nivel general, se identifican requerimientos en el desarrollo de materiales textiles que sean más compatibles con las necesidades y desempeño humano, esto debido a que los nuevos desarrollos en automatización de procesos industriales están haciendo evolucionar la producción de materiales y las tecnologías que sean más amigables con el medio ambiente para ofrecer al mercado productos de calidad en el menor tiempo posible. Parte importante para el alcance de estos estándares de calidad y optimización de recursos está fundamentado en el buen funcionamiento de la maquinaria manufacturera de estos productos, puesto que una falla afecta de manera directa la eficiencia y productividad de la empresa.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta la necesidad de implementar planes de mantenimiento programados y técnicas acordes con los requerimientos de la maquinaria utilizada en estos procesos productivos. La responsabilidad fundamental del mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa garantizando la disponibilidad de la maquinaria y equipo necesario para el desarrollo de la actividad económica, así como preservar y minimizar el desgaste y el deterioro.

La empresa Industrias Real S.A. no cuenta con un área estructurada de mantenimiento, ni un plan preventivo para el cuidado de su maquinaria de producción, actualmente aplica el mantenimiento correctivo, el cual resultó ser beneficioso en sus primeros años de ejecución, pero a la fecha la maquinaria interrumpe la operación con mucha frecuencia, alterando considerablemente los programas de producción, que generan altos costes y retraso en el cumplimiento a los clientes, origina personal ocioso y desmotivado; mayor desperdicio de recursos y repercute en la calidad del producto final, por lo cual se decide combatir utilizando el mantenimiento preventivo y métodos de mantenimiento para una buena administración del mantenimiento en general.



## Capítulo 1. Generalidades

### Descripción de la empresa

#### Historia de la empresa.

INDUSTRIAS REAL fue Fundada por Don Nicolás Stephanou Draco, hombre inquieto e incansable llegado de Grecia, quien se propuso brindarle a los Colombianos el uso de tejidos angostos de excelente calidad sin tener que acudir al producto extranjero, dando comienzo a una empresa familiar en la década de los 50s y después de grandes sacrificios y esfuerzos logra consolidar su empeño en INDUSTRIAS REAL en el año 1.980.

En 1.998, INDUSTRIAS REAL se transforma; de Sociedad Limitada a Sociedad Anónima como exigencia del propio medio.

Durante toda su vida, INDUSTRIAS REAL S.A. se ha caracterizado por estar a la vanguardia en su objeto social, fabricando tejidos angostos de gran calidad y precios competitivos, logrando posicionarse como una de las manufactureras más grandes y reconocidas empresas de Colombia y Latinoamérica en este ramo textil.

Actualmente, INDUSTRIAS REAL S.A. cuenta con maquinaria de última tecnología, lo que le permite seguir a la vanguardia, respondiendo a las exigentes condiciones del mercado nacional e internacional.

#### Misión.

INDUSTRIAS REAL S.A. tiene como misión el producir y comercializar toda clase de tejidos angostos (elásticos, Cintas, Reatas, Cordones, Zig-Zag), conservando una línea de calidad siempre ascendente y estrictos controles de proceso, que permitan ofrecer lo mejor a sus clientes, en procura de satisfacer sus exigentes necesidades, contribuyendo así al desarrollo económico del país.

#### Visión.

Ser la más importante empresa de tejidos angostos en Colombia y Suramérica, liderando importantes innovaciones en elásticos, cintas y cordones, fortaleciendo así sus estrategias de competitividad y desarrollo.

#### Características de la empresa.

Razón social:

Industrias Real s.a. - En reorganización

Sector

Manufactura

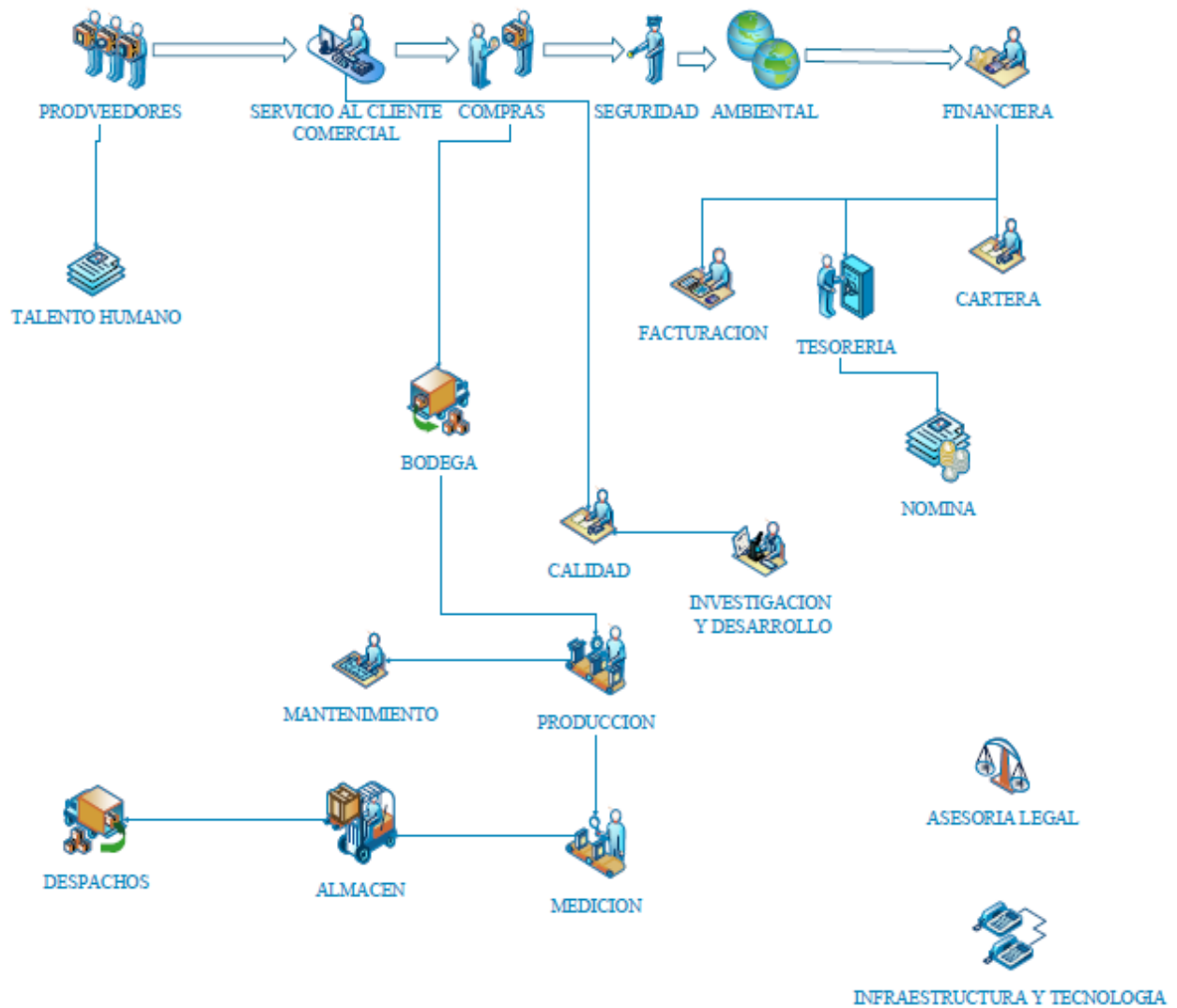
Tamaño

Mediana Empresa

Actividad económica

Empresa dedicada a la producción y comercialización de tejidos angostos.

### Esquema Flujo de Trabajo Industrias Real S.A.



**Figura 1.** Esquema de trabajo Industrias Real S.A. Fuente propia, flujo de trabajo Industrias Real s.a.

### Pre - diagnóstico


Para el desarrollo del presente trabajo inicialmente se identificó la situación actual de la compañía desde una visión holística con el fin de plantear la estrategia a seguir; para este diagnóstico se aplicó la herramienta de análisis DOFA con la que se identificaron las debilidades y fortalezas que posee la compañía en su estructura interna que se ve reflejado en el mercado de textiles angostos y por otro lado las oportunidades de crecimiento y mejora, así como las amenazas que están directamente influenciadas por el medio exterior.

Se inicia el proceso de planificación en compañía de la alta gerencia y del área de calidad y mejoramiento de la organización con el fin de establecer el propósito y enfoque del proyecto atendiendo las necesidades de la compañía según los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología DOFA. Teniendo en cuenta que la gestión de la calidad trabaja para identificar los estándares que aseguran y validan los requerimientos del objeto social de la empresa se debe considerar la suma de tres elementos básicos: los procesos de dirección, la calidad en los procesos productivos y las características del producto final. (Rivera, 2010).

Para identificar el estado actual de Industrias Real s.a. se realizó la matriz DOFA a partir de información recolectada en el comité de calidad en el que participaron representantes del área administrativa y los líderes de las áreas de la planta de producción, en las que se evaluaron a la vez a nivel general todos los aspectos de la misma, para tener un mayor conocimiento de esta y sus procesos. (Ver tabla 1) Para finalmente concluir las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas de Industrias Real s.a. frente a una futura implementación de un proceso de mejora continua.

Tabla 1.

*Diagnóstico DOFA Industrias Real s.a.*

ANÁLISIS DOFA 			
EMPRESA:	INDUSTRIAS REAL S.A.		
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	FORTALEZAS	AMENAZAS
Pérdida de clientes pequeños	Participación en licitación.	Experiencia en elaboración de	Situación financiera de la empresa.

		tejidos angostos.	
Falta de personalización del colaborador con el proceso que maneja.	Mejorar el CRM que se maneja en la empresa.	La imagen de la empresa en el mercado.	Demandas legales externas.
Falta de seguimiento por mal manejo de perfil de cargo.	Internacionalización de producto.	La capacidad instalada de la planta.	Importación de producto nuevo de china.
Falta de la medición de productividad y eficiencia del personal.	Diversificación líneas de pedido.	Experiencia técnica y participación en productos de licitación.	Mercado informal
La edad de la planta y de la maquinaria.	Rotación de cartera y políticas de crédito más justas la a la situación financiera de la empresa.	Capacidad en diseño y desarrollo de producto y colores.	Costos de la logística nacional.
Ejecución del plan de mantenimiento preventivo en la planta.	Capacitación interna del personal.	Flexibilidad en la entrega de producto y muestras por diseño e innovación.	Compromisos con bancos, Dian, proveedores por situación financiera de restructuración.
Falta de stock en materias primas.	Buscar alianzas estratégicas con clientes o proveedores.		
Falta de alianza con proveedores.	Cámara de comercio en proceso de asesoría y capacitación externa.		
Rotación alta de personal en la empresa.	Incremento de eficiencia de productividad.		
Defectos de calidad	Pasivo congelado en		

en producto terminado.	obligaciones financieras		
Parar inesperados en la maquinaria de producción.	. Medición de indicadores de seguimiento y control para talento humano		
	Participación con clientes de pronta moda.		

*Nota:* Autoría propia.

Al identificar que los principales factores que afectan a la compañía son de carácter interno se aplica la metodología del Diagrama de Pareto, que se le conoce también bajo el nombre de distribución A-BC y consiste en un diagrama que resalta las pocas fuentes responsables de la mayor parte de los defectos en una relación 80-20; Dicha relación expresa que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

### **Descripción del problema**

Para lograr una mejor competitividad en el mercado es importante cumplir con las normas y procesos de calidad que se encuentran determinadas en las políticas internas de la organización, así mismo los relacionados con el proceso de mantenimiento. La falta de un plan de mantenimiento preventivo genera una disminución en la calidad y productividad. La empresa Industrias Real S.A es una compañía con amplia trayectoria en el mercado, dedicada a fabricar y comercializar tejidos angostos. Debido a su sistema administrativo no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo ni un área estructurada que realice una planeación, organización, dirección y control de las actividades que devenguen las maquinas involucradas en el sistema de producción.

Por consiguiente, para la implementación del plan de mantenimiento preventivo se requiere de un diagnostico mecánico y electrónico que permita identificar las fallas que conduzcan a mejorar las condiciones del personal y de la maquinaria. Los problemas mencionados anteriormente se pueden mejorar si se diseña y establece un plan de mantenimiento preventivo, que se ajuste a los requerimientos de la maquinaria y el proceso productivo, para garantizar el cuidado y disminuir las fallas, mejorando así la eficiencia y disponibilidad de los equipos, que asegure una mayor optimización de recursos en el sistema de producción.

Lo anterior conlleva a plantearse los siguientes interrogantes, ¿Cuál debe ser el plan de mantenimiento preventivo en la maquinaria de producción que permita mejorar las condiciones en el proceso de producción? ¿Cuáles son las condiciones actuales que se presentan con respecto al mantenimiento de la maquinaria? ¿Qué procesos, planes y programas se requieren desarrollar para lograr un plan de mejoramiento a la maquinaria y aspectos que se deben tener en cuenta en la formación del personal?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en el área de Telares que permita mejorar las condiciones de calidad en el proceso de producción.

### **Objetivos específicos**

- Identificar el estado actual de la maquinaria de producción del área de telares.
- Realizar una planeación de mantenimiento que permita organizar y programar el mantenimiento preventivo en la empresa y capacitaciones que debe tener el personal a cargo.

## **Justificación**

Colombia como país en desarrollo, requiere continuar con el proceso de sensibilización ante el gobierno, empresarios y cuerpo académico acerca de la importancia del mantenimiento en el país. Es por ello que a nivel empresarial ha logrado avances en cuanto al apalancamiento del mantenimiento e implementación de planes de mantenimiento preventivo en los sistemas de gestión de calidad, generando una cultura y un incremento de conciencia ambiental en sus grupos de interés.

Este proceso de culturización, requiere la tecnificación y formación del personal, así como la disponibilidad de recursos monetarios, que permitan combatir las dificultades en cuanto a los sistemas de información de mantenimiento, la poca interrelación entre sistemas productivos y el mantenimiento, y la dificultad para abordar la confiabilidad operacional con un enfoque integrado alineado a los objetivos de la orientación del negocio.

La propuesta de este proyecto surge de la necesidad en la empresa Industrias Real S.A de aplicar un plan de mantenimiento preventivo, que le permita lograr una certificación de la norma ISO 9001 para el sistema de gestión de calidad y mejorar la productividad teniendo en cuenta que la misma no dispone de un sistema que le permita prevenir al máximo las fallas que normalmente pueden ocurrir en la maquinaria que se encuentran en funcionamiento.

Con el desarrollo de la propuesta del programa de mantenimiento se pretende incrementar la disponibilidad y funcionalidad de la maquinaria y equipos favorables, garantizando que estos se encuentren al cien por ciento de su capacidad instalada para cuando sea requerida en el proceso productivo ofreciendo la máxima confiabilidad en condiciones mecánicas, eléctricas y electrónicas.

Este programa pretende modificar y estandarizar el proceso y la manera de cómo se práctica el mantenimiento dentro de la empresa, dejando de ser un mantenimiento directamente correctivo y pasando a ser un mantenimiento preventivo, el cual influirá directamente en aumentar la eficiencia de las máquinas, eliminar los cuellos de botella, tiempos muertos, lo que a su vez tendrá una consecuencia positiva directa en la calidad del producto, satisfaciendo las necesidades, deseos y requerimientos de los clientes y consumidores, y una disminución en los costos asociados al mantenimiento.



## **Marcos de referencia**

### **Marco conceptual.**

En el presente sub-marco se encontraran conceptos claves para el discernimiento de esta pasantía profesional, puesto que su calidad radica en la fácil comprensión del lector y la familiarización con los términos usados en el presente escrito:

- **Telar de Jacquard**

Es un telar mecánico que produce el movimiento independiente de los hilos de urdimbre para conseguir el dibujo solicitado a través de un arte grabada en una tarjeta perforada, para la elaboración de cintas de jacquard con estampado, cintas, cargaderas, cinturones y elásticos decorativos.

- **Textiles angostos**

Es una línea de la industria textil dedicada a la producción de hilados que serán insumos relacionados con la confección de ropa; es un tejido que como su nombre lo indica es menos ancho de los tejidos clásicos de confección o textiles.

- **Plan de mantenimiento**

Es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de seguridad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación.

- **Personal Operativo**

Es el personal cuyo trabajo está relacionado directamente con los procesos de abastecimiento, producción y distribución, excepto aquél cuyas labores son de dirección o supervisión técnica y administrativa.

- **Personal Administrativo**

Es el encargado de ordenar, disponer y organizar los recursos de una empresa, es decir, se encargan de administrar la información necesaria mediante soportes convencionales o informáticos adecuados, siguiendo instrucciones definidas, en condiciones de seguridad, respeto a la normativa vigente y atendiendo a criterios de calidad definidos por la organización.

- **Mantenimiento mecánico Industrial**

Conjunto de procedimientos y medidas que permite alargar el funcionamiento de dispositivos, objetos y sistemas. Tareas necesarias para que un equipo sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

- **Mantenimiento eléctrico**

Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de los sistemas eléctricos, mediante una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura.

- **Mantenimiento electrónico**

Conjunto de actividades encaminadas a instalar, operar y mantener sistemas electrónicos industriales de los sistemas de redes y automatización.

### **Marco teórico.**

La adopción de un sistema de gestión de calidad debe de ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos elaborados, los procesos empleados y el tamaño y estructura de la organización. Es importante hacer notar que todo equipo y maquinaria, así como las instalaciones deben estar sujetos a un plan de mantenimiento preventivo con el ánimo de preservar su funcionamiento.

La calidad es el resultado final del trabajo, de los procesos productivos, del personal operativo y administrativo, de la planeación, entre otros factores que intervienen en el proceso, lo cual implica que control de costos, productividad y calidad forman parte de un mismo todo y se determina como calidad total. (Morales, 2007)

El control de calidad es un paso crucial en todo el proceso productivo, puesto que a través de este se garantiza la correcta realización de los procesos y así mismo permite una mejora continua determinada por una visión permanente, medición y retroalimentación sobre el rendimiento del proceso para impulsar el progreso en la ejecución de los mismos. Si bien es verdad que existen infinitas técnicas y procesos para contribuir a la mejora continua, para el desarrollo del presente proyecto se emplea el diagrama de causa – efecto de Ishikawa.

### **Diagrama de causa – efecto de Ishikawa.**

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaouru Ishikawa experto en dirección de empresas, quien estaba muy interesado en mejorar el control de la calidad, es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o “fish-bone”.

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. (Técnicas Instituto Uruguayo de normas, 2009)

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados.

El origen de este proyecto se da tras un cambio en la calidad, por lo tanto es esencial determinar el porcentaje de variación para identificar en valores que es lo que está sucediendo y a su vez es factible estudiar las causas cuidadosamente, por eso es fundamental complementar esta técnica con una metodología de análisis estructurada, con el propósito de ir acotando las áreas directamente involucradas.

### **El método de las “5 M”.**

Es un sistema de análisis estructurado que se fija cinco pilares fundamentales alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema. Estas cinco “M” son las siguientes:

- **Máquina:** Un análisis de las entradas y salidas de cada máquina que interviene en el proceso, así como de su funcionamiento de principio a fin y los parámetros de configuración, permitirán saber si la causa raíz de un problema está en ellas.
- **Método:** Se trata de cuestionarse la forma de hacer las cosas. Cuando se diseña un proceso, existen una serie de circunstancias y condicionantes (conocimiento, tecnología y materiales) que pueden variar a lo largo del tiempo y no ser válidos a partir de un momento dado.
- **Mano de obra:** El personal puede ser el origen de un fallo. Existe el fallo humano, que es común y si no se informa y se forma a la gente en el momento adecuado, pueden surgir los problemas, por ejemplo cambios de turno en los que el personal saliente no informa al entrante de incidencias relevantes.
- **Medio ambiente:** Las condiciones ambientales pueden afectar al resultado obtenido y provocar problemas.

- **Materia prima:** Los materiales empleados como entrada son otro de los posibles focos en los que puede surgir la causa raíz de un problema. Contar con un buen sistema de trazabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro y durante el proceso de almacenaje permitirá tirar del hilo e identificar materias primas que pudieran no cumplir ciertas especificaciones o ser defectuosas.

### **Historia del mantenimiento del mantenimiento industrial.**

Desde el inicio de la vida humana las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día a día, la mayor parte de los bienes y servicios se obtienen y se hacen llegar a sus destinatarios mediante los sistemas de producción-distribución conocidos como “sistemas productivos”; A lo largo de su ciclo de vida cada sistema pasa por diferentes fases, entre las cuales se ve sometido a fallos que entorpecen o incluso interrumpen temporal o definitivamente su funcionamiento.

Durante la Primera Revolución Industrial, se consideró que para fabricar un producto cualquiera, era necesario emplear 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas. Conforme el tiempo pasó y a través de los esfuerzos por mejorar su función haciendo las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto o servicio con máquinas que se encargan de elaborar más de 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación que la humanidad le ha puesto al desarrollo de las labores de cuidado a sus recursos físicos, materia a la que desde sus inicios se llamó mantenimiento.

Con la primera guerra mundial, en 1914, las máquinas trabajaron a toda su capacidad y sin interrupciones, por este motivo la máquina tuvo cada vez mayor importancia.

Hasta antes de la segunda guerra mundial la industria no estaba altamente mecanizada por lo que los tiempos de parada y la eficiencia de las maquinas no era gran interés, para los directivos de las compañías. Los defectos en equipos no eran un prioridad, ya que estos eran sobredimensionados, esto hacia a las maquinas seguras y fáciles de reparar en el momento de encontrar alguna falla. Lo que llamamos como mantenimiento correctivo.

A partir de 1950 gracias a los estudios de fiabilidad se determinó que a una máquina en servicio siempre la integraban 2 factores: la máquina y el servicio que esta proporciona. De aquí surge la idea de preservar, o sea, cuidar que este dentro de los parámetros de calidad deseada. Cuando un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto de mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de los equipos acerca de los cuidados

que se debían tener en la operación y mantenimiento de las maquinas, a este mantenimiento lo llamamos actualmente como mantenimiento programado. Los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones respecto a los equipos para prevenir daños en estos, a esta actividad la conocemos como mantenimiento preventivo. De esto se desprende el siguiente principio:

El servicio se mantiene y el recurso se preserva: por esto se hicieron estudios cada vez más profundos sobre fiabilidad y mantenibilidad. Así nació la ingeniería de conservación (preservación y mantenimiento). El año de 1950 es la fecha en que se toma a la máquina como un medio para conseguir un fin, que es el servicio que esta proporciona.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores. Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

### **Mantenimiento industrial.**

Es el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de detectar, corregir o prevenir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una maquina o equipo a fin de asegurar que una instalación, sistema industrial, una maquina u otro activo fijo continúe realizando las funciones para las que fue creado, manteniendo la capacidad y calidad especifica técnica.

La planificación del mantenimiento industrial se debe hacer de forma organizada, puesto que en este proceso se incluyen todas las actividades necesarias para programar y registrar las labores realizadas con miras a mantener la maquinaria a un nivel óptimo en su funcionamiento.

#### **Función técnica del Mantenimiento**

La maquinaria e instalaciones de una industria manufacturera constituyen la mayor parte del activo de la empresa y son los factores que, juntamente con la materia prima y los recursos humanos, permiten generar ganancias. Para lograr este objetivo es preciso cumplir con los planes de producción en las cantidades previstas, calidades especificadas, fechas prometidas y al menor costo posible. Estos resultados se podrán concretar siempre que las máquinas y equipos se operen

según las prácticas preestablecidas en su diseño y sin exceder sus capacidades, es decir, sin provocar sobrecargas. Las ganancias se verán disminuidas o eventualmente se transformarán en pérdidas si los equipos e instalaciones productivos sufren interrupciones imprevistas y deben funcionar a ritmos reducidos, afectando los volúmenes y las calidades de producción programados.

El objeto del mantenimiento es, precisamente, reducir la incidencia negativa de dichos fallos, ya sea disminuyendo su número o atenuando sus consecuencias. Por lo tanto una vez que se han programado y aplicado las actividades de mantenimiento de una manera sistemática, la empresa obtendrá los siguientes beneficios:

1. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).
2. Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.
3. Mayor eficiencia en el funcionamiento.
4. Los equipos e instalaciones dan un gran indicio de confiabilidad al tener seguridad en sus condiciones de funcionamiento.
5. La vida útil de las maquinas incrementa al no estar sujetos a continuas reparaciones.
6. Mejora la utilización de los recursos.
7. Reduce los niveles del inventario.
8. Disminución de los costos de reparación.

### **Tipos de mantenimiento.**

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento.

Los dos tipos de mantenimiento básicos son los siguientes:

1. Mantenimiento correctivo.
2. Mantenimiento preventivo.
  1. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia este tipo de mantenimiento es en el cual se espera el defecto de un equipo o parte de él para proceder a cambiar o reparar, este puede resultar algo costoso ya que genera paros imprevistos en la producción, lo cual no es rentable para la compañía, esta clase de mantenimiento no es malo, si es racionalizado con una buena estrategia, pero en todo caso debería ser mínimo. Ya que si no es mínimo como se dice coloquialmente el mantenimiento se convertiría en “apagar incendios” lo que hace que el mantenimiento correctivo se vuelva el más costoso.

## 2. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento procura reducir el número de intervenciones correctivas mediante la aplicación de un sistema donde se ejecute rutinas de inspección y la renovación de elementos en mal estado, siendo un mantenimiento planificado en el tiempo a diferencia del anterior, impidiendo afectar de forma directa la productividad y la calidad del producto.

El éxito del mantenimiento preventivo obedece a la apropiada elección del tiempo de inspección ya que un lapso excesivo tolera la aparición de fallos entre dos sucesivas intervenciones, por el contrario, un periodo poco prolongado eleva considerablemente los costes de producción. (Cansino, 2015)

Es el conjunto de actividades programadas con antelación encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema. Las desventajas que presenta este sistema son:

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- Problemas iniciales de operación: cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Coste en inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

### **Costos de mantenimiento integral.**

La contabilidad de costes ha sido relacionada tradicionalmente con la determinación de los precios de los productos de las empresas (costo + beneficio) y, de ahí, que la contabilidad de costos en mantenimiento industrial debe orientarse a saber cuáles son los costos directos y cuáles son los indirectos, entendiendo como tal la suma de costos de mantenimiento correctivo y preventivo.

#### 1. Costos directos

Están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor, influye la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere, estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo:

- Costo de mano de obra directa.
- Costo de materiales y repuestos.
- Costos asociados directamente a la ejecución de trabajos, consumo de energía, alquiler de los equipos. etc.
- Costos de utilización de herramientas y equipos.

Los costos de servicios se calculan por estimación proporcional a la capacidad instalada.

#### 2. Costos indirectos

Son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a algún trabajo específico. Por lo general suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos.



Con el fin de contabilizar los distintos costos de operación del área de mantenimiento es necesaria utilizar alguna forma para prorratearlos entre los diversos trabajos, así se podrá calcular una tasa de consumo general por hora de trabajo directo, dividiendo este costo por el número de horas totales de mano de obra de mantenimiento asignadas.

Un plan de mantenimiento se debe establecer con el fin de preservar la planta y el equipo a mínimo costo, por lo tanto, en mantenimiento hay que hablar de costos variables y costos fijos. Costos variables son aquellos que tienden a variar en proporción directa con el nivel de actividad del departamento de mantenimiento; por ejemplo, los costes de consumos de aceites, mano de obra indirecta, repuestos o reparaciones derivadas del mantenimiento correctivo. Costos fijos serán aquellos que no varían con relación al nivel de producción durante un determinado período; por ejemplo, mano de obra directa, repuestos y seguros.

### **Distribución en planta.**

La distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

“La decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de tráfico”. (Chase & Aquilano, 2006)

La distribución de planta para la fabricación celular busca poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y de las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas. Ésta consiste en la aplicación de los principios de la tecnología de grupos a la producción, agrupando con las mismas características en familias y asignando grupos de máquinas y trabajadores para la producción de cada familia.

## **Capítulo 2: Diagnostico de mantenimiento**

La estructura de unidad de análisis de este proyecto inicia con el estudio de las causas que explican la problemática principal identificada, la cual, está relacionada directamente con la disminución del rendimiento y eficiencia de la productividad por concepto de no conformes de calidad generados por la falta de mantenimiento de la maquinaria, afectando directamente el producto final.

Para concertar las causas principales de dicha complicación, se implementa la construcción de un diagrama de Ishikawa o conocido como causa y efecto para la identificación de las necesidades del proceso de mantenimiento. Conforme al presente método se procede a analizar el problema y definir las posibles causas, involucrando a los grupos de interés como lo son los líderes de las áreas de producción y los integrantes del área de mantenimiento. Para la aplicación de este método se sigue un orden con el fin de considerar las causas de los problemas, que están agrupadas según los cinco criterios y por ello se denomina de las 5 M (Máquina, Método, Mano de obra, Medio ambiente Y Materia prima), con el fin de visionar e integrar toda la estructura del área de la compañía.

Para determinar el punto crítico a atacar se ejecuta de buena forma el Diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas. (Ver imagen 2)

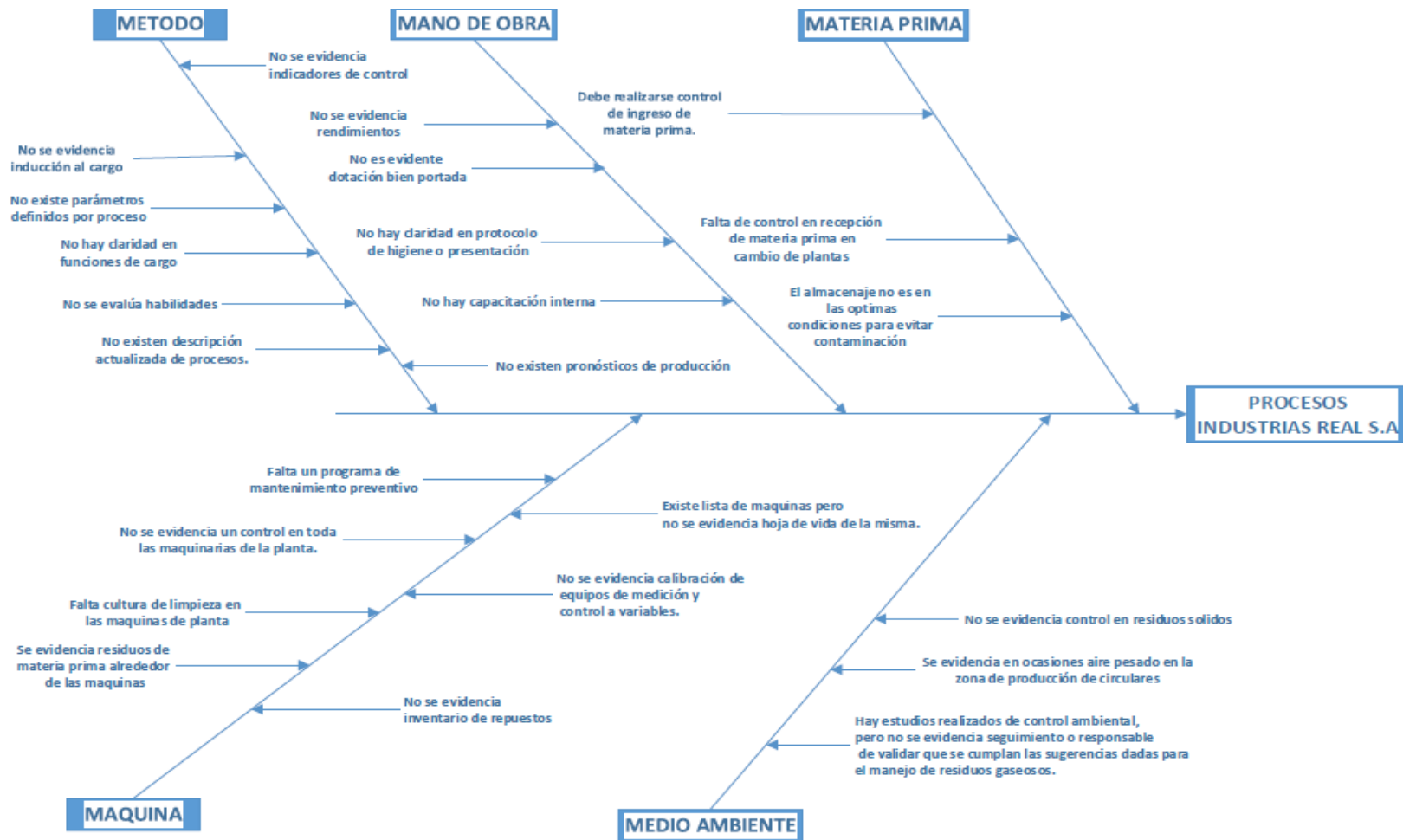


Figura 2. Diagrama de Ishikawa – Industrias Real s.a. Autoría propia, datos del proceso productivo.

Consecutivamente, se socializa los resultados del diagnóstico con el comité de calidad de la compañía y la alta dirección, en el que se determina que el no mantenimiento de la maquinaria está afectando la calidad del producto y generando retrasos en los tiempos de entrega por paros inesperados que afectan la programación de la producción. Antes de realizar un plan de mantenimiento preventivo se debe hacer un análisis de las plantas de producción involucradas en el proceso, y de esta manera determinar cuál es el 20 por ciento de la planta que genera el 80 por ciento de las no conformidades en devoluciones, reprocesos y desperdicios (Ver tabla 2).

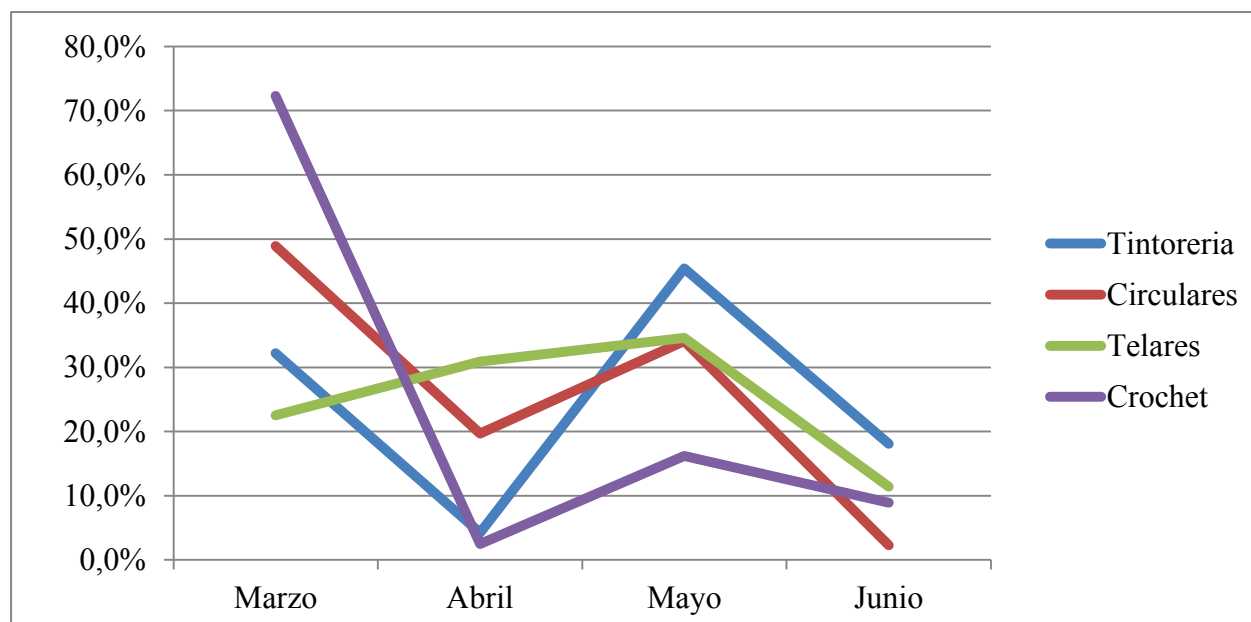
Tabla 2

*Tabla de no conformidades por área de producción.*

% DE METROS EN RETAL-REPROCESOS-DEVOLUCIONES EN CADA MES				
PLANTA DE PRODUCCION	(Varios elementos)		TINTORERIA	
Suma de CANTIDAD EVALUADA (Metros)	Etiquetas de columna			
Mes	CONTROL DE RETAL	DEVOLUCIONES	REPROCESOS INTERNOS	Total general
MARZO	84.3%	0.0%	0.0%	32.2%
ABRIL	10.9%	0.0%	0.0%	4.2%
MAYO	3.3%	78.0%	68.2%	45.4%
JUNIO	1.4%	22.0%	31.8%	18.1%
Total general	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
PLANTA DE PRODUCCION	CIRCULARES			
Suma de CANTIDAD EVALUADA (Metros)	Etiquetas de columna			
Mes	CONTROL DE RETAL	Total general		
MARZO	43.9%	43.9%		
ABRIL	19.7%	19.7%		
MAYO	34.1%	34.1%		
JUNIO	2.3%	2.3%		
Total general	100.0%	100.0%		
PLANTA DE PRODUCCION	CROCHET			
Suma de CANTIDAD EVALUADA (Metros)	Etiquetas de columna			
Mes	CONTROL DE RETAL	DEVOLUCIONES	Total general	
MARZO	80.6%	0.0%	72.3%	
ABRIL	2.8%	0.0%	2.5%	
MAYO	16.6%	13.0%	16.2%	
JUNIO	0.0%	87.0%	8.9%	
Total general	100.0%	100.0%	100.0%	
PLANTA DE PRODUCCION	MEDICION			
Suma de CANTIDAD EVALUADA (Metros)	Etiquetas de columna			
Mes	DEVOLUCIONES	Total general		
MAYO	10.7%	10.7%		
JUNIO	89.3%	89.3%		
Total general	100.0%	100.0%		
PLANTA DE PRODUCCION	(Varios elementos)		TELARES	
Suma de CANTIDAD EVALUADA (Metros)	Etiquetas de columna			
Mes	CONTROL DE RETAL	DEVOLUCIONES	REPROCESOS INTERNOS	Total general
FEBRERO	0.7%	0.0%	0.0%	0.6%
MARZO	24.3%	0.0%	0.0%	22.5%
ABRIL	33.4%	0.0%	0.0%	30.9%
MAYO	30.2%	73.1%	100.0%	34.6%
JUNIO	11.4%	26.9%	0.0%	11.4%
Total general	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

*Nota:* Autoría propia, datos estadísticos de calidad.

La maquinaria y equipo del área de telares es la que proporciona los paros inesperados en el proceso de producción, generando interrupciones y elevando los costos y tiempos de entrega de los pedidos o la cancelación de los mismos por parte de los clientes. Ejecutar un mantenimiento correctivo tiene consecuencias e impactos negativos en diferentes factores que conforman el sistema de producción.



**Figura 3.** Porcentaje de metros retal, reprocesos y devoluciones, datos estadísticos de calidad.

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema de inspecciones en donde las pequeñas deficiencias o daños menores presentados en las maquinas con el tiempo, ocasionan deterioros en otras partes importantes del equipo convirtiendo así un pequeño arreglo en una reparación mayor; lo cual incrementa los costos de parada del equipo por repuestos y mano de obra necesarias para la intervención.

Debido al incremento del desgaste de los equipos con el uso y el transcurrir del tiempo, el número de fallas se ha venido incrementando en la sección de tejeduría. Por lo cual se ha tenido que invertir en la adquisición de repuestos y la contratación de técnicos especialistas externos (mecánicos y electricistas) certificados por la casa matriz, puesto que los integrantes del área de mantenimiento no están capacitados para realizar el diagnóstico y reparación por la gravedad de los problemas. A su vez el personal operativo se encontrara inactivo y devengando salario por el tiempo de paro de la máquina.

Ya que no se tiene un plan de mantenimiento preventivo, la falla surge intempestivamente, no se cuenta con un aprovisionamiento de repuestos requeridos para solucionar el paro, y, tampoco

se tiene un historial con la información de la clase, referencia y cantidad de repuestos. Al momento de conseguir y realizar la compra de estos repuestos se genera un cuello de botella que hace que la demora sea mayor, ya que no se cuenta con un directorio de proveedores y la respuesta de los posibles proveedores no es la más rápida, lo cual incrementa los costos indirectos debidos a que el tiempo de parada del equipo se acrecienta.

El objeto social de la compañía tiene picos de producción elevados al ser un insumo para la industria manufacturera textil, por tal motivo, la maquinaria esta en contante producción y si las fallas en los equipos no son lo suficientemente graves para detener la producción; se les obliga a trabajar en condiciones de riesgo para el personal, maquinaria y materia prima, todo esto genera condiciones de riesgo.

Basado en lo anterior, si no se realiza un mantenimiento preventivo a la maquinaria esta tendrá un deterioro próximo y mayor, repercutiendo en el funcionamiento y productividad; la calidad del producto se ve proporcionalmente afectada puesto que el desgaste paulatino y las condiciones de funcionamiento de los equipos ocasiona paros continuos y hacen que la calidad del producto no cumpla con la política de calidad interna, ni con los requerimientos del cliente y los estándares establecidos.

El desarrollo e implementación del plan de mantenimiento preventivo se realiza en el área más crítica a atacar, como lo refleja el Pareto, es el área de Telares, que cuenta con 128 máquinas de tejido plano, de la empresa Industrias Real s.a, con el propósito de dar un cambio esencial, llevar un mejor control, registro y documentación de las actividades desarrolladas y cumplir con las exigencias de buenas prácticas en un departamento de mantenimiento a estructurar.

### **Capítulo 3: Diseño del plan de mantenimiento**

El mantenimiento se debe involucrar en el programa de calidad desarrollado en la compañía, ya que al establecer un plan preventivo este puede contribuir a mejorar y mantener productos de calidad, y optimizar los recursos involucrados, como tiempo, desperdicios en materias primas y no conformidades de calidad. El numeral 7.1.3 de la norma ISO 9001:2015 explica cómo se gestiona la infraestructura, la que se debe determinar, proporcionar y mantener. (Betancourt, 2015)

Inicialmente se debe identificar cuál es la infraestructura, maquinaria y equipo necesaria para cumplir con el objeto social y la actividad económica, y a continuación proveer y mantener los recursos necesarios para desarrollar el proceso productivo que permita obtener el producto final de tejidos angostos para suplir como insumo a la industria textil nacional e internacional, cumpliendo especificaciones técnica.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en Industrias Real s.a. se emplea un enfoque en los procesos, que incorpora el ciclo PHVA Planear, Hacer, Verificar y Actuar para facilitar la organización de las actividades a desarrollar y la incorporación de los recursos y responsables involucrados.

#### **El Ciclo Deming ó PHVA**

Este ciclo constituye una de las principales herramientas de mejoramiento continuo en las organizaciones, utilizada ampliamente por los sistemas de gestión de la calidad (SGC) con el propósito de permitirle a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos ofrecidos, mejorado permanentemente la calidad, también le facilita tener una mayor participación en el mercado, una optimización en los costos y por supuesto una mejor rentabilidad. (Pérez, 2004)

Surge debido a la necesidad de solucionar un problema, es fundamental que la lógica que en el subyace sea comprendida y practicada por todos los miembros directivos de la organización, debido a que es un proceso clave de dirección y para asegurar la eficacia de los objetivos desde el punto de vista competitivo.

Planear: Consiste en planificar y programar la ejecución, los recursos y controles necesarios y termina con la elaboración de un plan con las acciones y medidas a tomar o tener en cuenta y la determinación de los recursos disponibles.

**Hacer:** Busca asegurar la implantación de las acciones previamente planificadas, normalmente se sabe quién tiene que hacer qué, aunque no sea evidente que esta etapa este alineada con la etapa de planificación, es decir que siempre coincida lo que se planifico con lo que se ejecuta o viceversa.

**Verificar:** Se debe comprobar con la periodicidad definida inicialmente, si las acciones ejecutadas y que habían sido previamente planeadas han aportado los resultados esperados como los son la persona adecuada, recursos apropiados y método valido.

**Actuar:** Esta es la etapa final del ciclo Deming, consiste en revisar, optimizar, industrializar o explotar las acciones de mejora. Se puede relacionar a materializar o transmitir el aprendizaje a otras áreas o productos de la organización.

Tabla 3

*Estructura del plan del mantenimiento preventivo.*

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA</b> <b>INDUSTRIAS REAL S.A</b> 	
<b>EMPRESA:</b>	<b>INDUSTRIAS REAL S.A.</b>
<b>PERIODO DEL PLAN:</b>	<b>25 de Junio de 2019 - 25 de Octubre de 2019</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>Se evidencia que aún no existe empoderamiento de los procesos de mantenimiento por parte del personal y una figura de autoridad sobre la que se genere toma de decisiones.</b>
<b>TIPO DE PLAN:</b>	<b>REDISEÑO Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO</b>



	<b>HALLAZGO</b>	<b>OBJETIVO A LOGRAR</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN (ENUNCIAR CADA UNA DE LAS ACCIONES A REALIZAR PARA LOGRAR EL OBJETIVO)</b>	<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>	<b>FECHA INICIAL DE LA ACCIÓN</b>	<b>FECHA FINAL DE LA ACCIÓN</b>
<b>P L A N E A R</b>	No hay operaciones claras del proceso de mantenimiento, ni responsables definidos, operan bajo la necesidad.	Identificar la situación actual del proceso de mantenimiento en el sistema productivo.	Construcción de un diagrama de causa y efecto para la identificación de las necesidades del proceso de mantenimiento con las 5 M (Máquina, Método, Mano de obra, Medio ambiente Y Materia prima)	Andrés Cucaita	25/06/2019	25/06/2019
	Se encuentran tareas incompletas y no se haya responsable alguno.		Identificar la maquinaria que compone cada una de las áreas del sistema productivo de la compañía, como lo son: Telares, Crochet, Revestidoras, Urdidores, Tintorería, Agotamiento, Calderas, circulares y Medición.	Andrés Cucaita	25/06/2019	25/06/2019
	No se evidencia seguimiento o historial del estado o reparaciones que se tengan por		Realizar un diagnóstico general del estado de la maquinaria de planta de telares y su capacidad real de producción en relación a la capacidad instalada.	Andrés Cucaita	25/06/2019	04/07/2019

maquina					
En planta no se establece claro un nivel de jerarquía y tampoco un líder en el proceso de mantenimiento.		Analizar listado de cargos y personas que trabajan respectivamente en el área de mantenimiento a fin de identificar y categorizar los cargos de dicha área.	Andrés Cucaita	27/06/2019	27/06/2019
Debido al perfil técnico del personal actual no se cuenta con algún registro de las operaciones generadas, al igual	Elaborar una propuesta para el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria de producción	Evaluar los recursos necesarios para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo: manos de obra, repuestos, consumibles y herramientas.	Andrés Cucaita	04/07/2019	04/07/2019
		Definir roles de mantenimiento mecánico, electrónico y eléctrico de cada uno de los integrantes del área.	Andrés Cucaita	25/06/2019	25/06/2019

	que cifras económicas que constaten el proceso de mantenimiento en el pasar del tiempo.	de la empresa.	Generar una proyección de los costos del plan de mantenimiento basado en cinco partidas: mano de obra, materiales, repuestos herramientas y servicios contratados en el periodo 2017-2018 y 2018-2019.	Andrés Cucaita	27/06/2019	27/06/2019
	No existe planeación de algún tipo de mantenimiento	Definir las actividades necesarias para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo.	Determinar las prioridades de mantenimiento por área y máquina, con base al informe de no conformidades generado por el área de medición y el diagnóstico realizado previamente.	Andrés Cucaita	06/07/2019	06/07/2019
			Elaborar un cronograma de trabajo de las actividades de mantenimiento en la herramienta de planificación Diagrama de Gantt.	Andrés Cucaita	06/07/2019	24/102019
<b>H</b> <b>A</b> <b>C</b>	Se identifica que el personal operativo no mantiene comunicación directa con los	Comunicar la propuesta de plan de mantenimiento preventivo.	Presentación y socialización de la propuesta a desarrollar en la compañía a gerencia y coordinador de calidad.	Andrés Cucaita	09/07/2019	09/07/2019
			Presentación y socialización de la propuesta a desarrollar en la compañía a los integrantes de mantenimiento.	Andrés Cucaita	11/07/2019	11/07/2019

<b>E</b> <b>R</b>	integrantes de las labores de mantenimiento.		Presentación y socialización de la propuesta a desarrollar en la compañía a los líderes de cada área del sistema de producción.	Andrés Cucaita	11/07/2019	11/07/2019
			Capacitar al personal, respecto a sus funciones y responsabilidades según la labor a desarrollar y el área.	Coordinador de talento humano	13/07/2019	13/07/2019
	Al presentar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, se manifiesta por la gerencia que la compañía actualmente no cuenta con los recursos económicos para cubrir el costo del proyecto.	Buscar un apalancamiento o financiero para desarrollar el plan.	Proponer la búsqueda de un fondeador con el fin de lograr financiación externa, pignorando la maquinas Rius de punto, que no se encuentran en funcionamiento en el proceso productivo.	Andrés Cucaita	16/07/2019	16/07/2019
			Realizar una selección, organización y/o eliminación de material metálico proveniente de la generación de materiales reciclables.	Área de mantenimiento	16/07/2019	16/07/2019
			Establecer la venta del material metálico	Jefe de planta	19/07/2019	19/07/2019

No se ve organización o actividades claras que se puedan tener en el proceso de mantenimiento.	Estandarizar los procesos para un plan de mantenimiento preventivo	Ejecutar el levantamiento de la información sobre el manejo actual del proceso de mantenimiento, empleando la teoría de los cinco por qué?	Andrés Cucaita	16/07/2019	20/07/2019
		Creación de formatos que permitan controlar y estandarizar el proceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• GP-MT-FT-01 Solicitud de revisión y reparación de maquinaria.</li> <li>• GP-MT-FT-02 Diagnóstico de la maquinaria.</li> <li>• GP-MT-FT-03 Requisición de materiales y elementos mecánicos.</li> <li>• GP-MT-FT-04 Acta de entrega de maquinaria.</li> </ul> Cronograma de trabajo (Diagrama de Gantt).	Andrés Cucaita	22/07/2019	25/07/2019
		Diseño y Documentación de un formato de inventarios de repuestos para generar una base de datos en la herramienta ofimática EXCEL de los repuestos y	Andrés Cucaita	25/07/2019	27/07/2019

		materiales utilizados en el proceso.			
		Realizar un diagnóstico general del estado de la maquinaria de planta y su capacidad real de producción en relación a la capacidad instalada.	A. Mtto Andrés Cucaita	25/07/2019	08/08/2019
		Graficar la distribución de planta en la herramienta ofimática VISIO, del área de la empresa Telares.	Andrés Cucaita	08/08/2019	20/08/2019
		Capacitar y certificar al personal de telares en la norma de competencia laboral 290602053 – <i>Operar telares Angostos cumpliendo especificaciones técnicas.</i>	Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA.	19/08/2019	16/09/2019
		Realizar y mantener un inventario físico de las existencias de repuestos en almacén.	Andrés Cucaita	11/07/2019	24/08/2019
		Elaboración base de datos proveedores GS-P-IN-01 "Directorio de proveedores"	Andrés Cucaita	27/08/2019	27/08/2019

<b>V E R I F I C A R</b>	No se evidencia ningún control y/o reporte del proceso de mantenimiento.	Establecer indicadores de control en el proceso de mantenimiento	Controlar el tiempo ejecutado vs el tiempo planeado	Andrés Cucaita	13/08/2019	24/10/2019
			Controlar el gasto ejecutado vs el gasto programado.	Coordinador de Calidad Andrés Cucaita	22/10/2019	22/10/2019
			Controlar los mantenimientos ejecutados vs los mantenimientos programados	Coordinador de Calidad Andrés Cucaita	25/07/2019	24/10/2019
			Analizar el número de llamados para mantenimientos	Coordinador de Calidad Andrés Cucaita	13/08/2019	24/10/2019
			Controlar la rotación de inventarios de repuestos	Coordinador de Calidad Andrés Cucaita	13/07/2019	24/10/2019

		Generar un reporte quincenal de las actividades de mantenimiento realizadas y programadas.	Establecer un comité de mantenimiento semanal con el fin de crear un espacio para compartir el proceso de mantenimiento la organización y manejo del mismo.	Equipo de mantenimiento Andrés Cucaita	11/07/2019	24/10/2019
			Realizar una presentación con la evolución del mantenimiento de la maquinaria, conclusiones y recomendaciones.	Gerente General Coordinador de Calidad Andrés Cucaita	25/07/2019	17/08/2019
<b>A</b> <b>C</b> <b>T</b> <b>U</b> <b>A</b> <b>R</b>	No hay ninguna programación de ejecución de actividades de mantenimiento.	Analizar el avance de las actividades programadas en el diagrama de Gantt.	Realizar un seguimiento al estado (Programar, programada o ya paso) de las actividades establecidas en cronograma de trabajo.	Andrés Cucaita	13/07/2019	24/10/2019
			Presentar un informe y presentación ppt del estado de las actividades alcanzadas a la fecha.	Andrés Cucaita	26/10/2019	26/10/2019
			Interpretar y generar conclusiones resultado de la implementación del proyecto basado en los indicadores de control establecidos.	Andrés Cucaita	22/10/2019	22/10/2019



No existe ningún programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria del proceso productivo.	Presentar la propuesta de mejora para el programa de mantenimiento	Hacer entrega de la documentación, base de datos, cronograma, procedimiento y manejo general del plan de mantenimiento preventivo al responsable del área.	Andrés Cucaita	25/10/2019	25/10/2019
		Realizar una sustentación con los avances y logros obtenidos en el área de mantenimiento.	Andrés Cucaita	25/10/2019	25/10/2019
		Entregar un informe del plan de mantenimiento preventivo desarrollado en la compañía.	Andrés Cucaita	25/10/2019	25/10/2019
		Proporcionar recomendaciones finales para mantener el programa establecido	Andrés Cucaita	25/10/2019	25/10/2019
		Dar aprobación de la implementación del plan de mantenimiento propuesto para la compañía Industrias Real S.A.	Gerente General Coordinador de Calidad	25/10/2019	25/10/2019

*Nota:* Autoría propia.

### Codificación de maquinaria y equipo

La codificación tiene por objetivo establecer una identificación para la maquinaria de producción del área de telares que permita demarcar las diferentes secciones según grupos de referencia que trabajan. El código de identificación de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el grupo de referencia de tejido separado en las letras A – B – C – D y el número de máquina de 1 a 128. (Ver tabla)

Tabla 4

#### *Codificación de maquinaria*

GRUPO DE REFERENCIAS	LETRA	NUMERO DE MAQUINA
Marcados	A – B – C - D	1 - 34
Bases y cargaderas	C - D	35- 60
Sesgos	F	61- 107
Lisos	E	108 - 128

*Nota:* Autoría propia

Ejemplo: Telares A-25

### Inventario de maquinaria y equipo

Industrias Real s.a por su actividad económica de manufactura requiere contar con un inventario real de su maquinaria, ya que esta exige una importante inversión, tanto en la compra como de mantenimiento, por eso se genera una base de datos con la información de los 128 telares pertenecientes a dicha área, que está compuesta por:

- Codificación de la máquina.
- Tipo de máquina.
- Grupo de referencias que trabaja.
- Modelo.
- Año de constitución.
- Proveedor.
- Especificaciones.
- Estado del diagnóstico mecánico, eléctrico y electrónico.
- Capacidad Real vs Capacidad instalada.
- Porcentaje de productividad.

Distribución de planta – Área de telares Industrias Real s.a

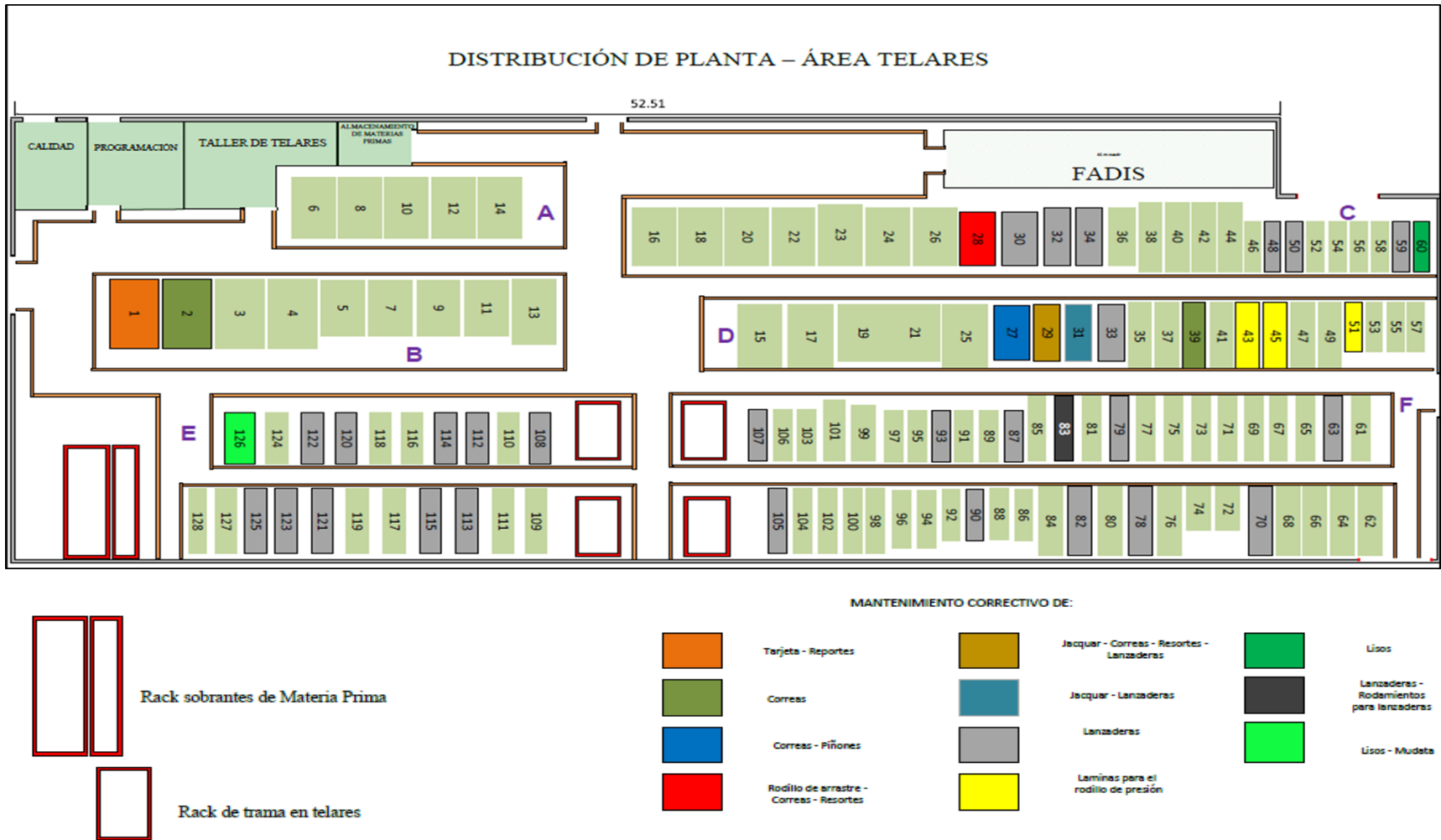


Figura 4. Distribución de planta área telares. Autoría propia, distribución física del área.

### Presupuesto proyectado del plan de mantenimiento preventivo

Se realiza un presupuesto proyectado en donde se incluyen todos los costos que genera el desarrollo de un plan de mantenimiento proyectado a un periodo anual en la empresa industrias Real s.a. (Ver tabla 6)

Para el desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en el área de Telares que permita mejorar las condiciones de calidad en el proceso de producción, se requieren recursos económicos por un valor de \$ 361.029.029. COP.

Tabla 5

*Proyección de presupuesto anual.*

<b>DETALLE DEL COSTO DE MANTENIMIENTO CON DATOS DEL 2017 AL 2019</b>		
<b>POR UN MES</b>		
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR COP</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
COSTO DE MOD (MANO DE OBRA DIRECTA)	\$ <b>12.956.963</b>	PRESUPUESTO CON 6 PERSONAS CONTRATADAS POR LA EMPRESA, EN UN PERIODO DE 11 MESES.
COSTO DIRECTO MES (REPUESTOS, ACEITES ENTRE OTROS)	\$ <b>17.128.790</b>	PAGO A PROVEEDORES SOBRE REPUESTOS U OTROS INSUMOS POR MES PROMEDIO DE ÚLTIMOS 2 AÑOS, PERIODO DE JUNIO A JUNIO DEL 2017-2018 Y 2018-2019.
MANO DE OBRA INDIRECTA Y SERVICIOS CONTRATADOS	\$ <b>3.239.241</b>	SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN CONTRATADOS.
TOTAL MES	\$ <b>30.085.752</b>	MANTENIENDO LAS CONDICIONES RESPECTIVAS
TOTAL ANUAL POR 12 MESES	\$ <b>361.029.029</b>	NOMBRADAS ANTERIORMENTE E INCLUYENDO VALOR DE IVA 0.19

*Nota:* Autoría propia. Datos contables de la empresa.

## Diagnóstico inicial de maquinaria

El objetivo del diagnóstico de máquinas es ejecutar un mantenimiento o reparación orientado a las necesidades que presenten las mismas y, con ello, minimizar los periodos de reparación o paralización de una máquina. Es necesario detectar los daños en el momento en que se produzcan. Inicialmente se determina las afecciones mecánicas, eléctricas y electrónicas, y determinar la capacidad instalada e identificar el potencial de producción o volumen máximo de producción que el área de telares puede lograr durante un período de tiempo determinado.

Tabla 6

### Capacidad real instalada de industrias real

ÁREA TELARES - CAPACIDAD REAL INSTALADA			
ESTADO DEL MANTENIMIENTO INICIAL	MARZO	OBSERVACIÓN	PRIORIDAD
Trabajando (100%), se usa faltando repuestos (requiere mantenimiento preventivo)	74	CUBRE 74 MAQUINAS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	3
Buenas, sin produccion (75% a 99% ) faltan repuestos (se usa, requiere mantenimiento preventivo)	13	CUBRE 13 MAQUINAS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CON UNA CAPACIDAD INSTALADA ENTRE EL 75 % AL 99%.	1
Trabajando (50% a 75%), se usa faltando repuestos (requiere mantenimiento preventivo)	27	INCREMENTO DE MAQUINAS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO, FALTA MAYOR CONCENTRACIÓN EN TELARES A OPERACIONES DE LIMPIEZA U OTROS.	2
Trabajando (35% a 50%), se usa faltando repuestos (requiere mantenimiento preventivo)	6	LA MAQUINARIA TIENE UNA CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN INFERIOR AL 50% NECESTA MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	4
Mantenimiento Correctivo	8	CUBRE 8 MAQUINAS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO, NO ESTAN ACTIVAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	5

*Nota:* Autoría propia, datos detallados de mantenimiento.

### Selección de prioridades de la maquinaria

Se prioriza la maquinaria problema basado en los diagnósticos integrales generados por el área de mantenimiento, así como por los siguientes criterios:

1. Detectabilidad de falla: este juicio permite prevenir fallos graves en las maquinas, preservando su vida útil, mediante la prevención de averías, que reducen los gastos económicos por fallos inesperados en la producción.

2. Incidencia en la producción: Es importante identificar la representación que tiene cada máquina en la producción, de acuerdo a las referencias que trabaja, la capacidad instalada, la programación de la producción y la incidencia económica en ventas.
3. Cantidad de máquinas: La clasificación de las maquinas por referencias, ayuda a saber si una maquina es reemplazable en el caso que se presente un paro inesperado y se remplace por otra sin que afecta la programación de la producción.
4. Tiempos de reparación: Aquel tiempo de paro de la máquina que produce pérdidas en la producción.

### **Fichas técnicas**

Es el documento que resume el funcionamiento y otras características específicas de la máquina y es elaborada por el fabricante de la máquina. La ficha técnica establece la siguiente información:

- Datos del fabricante
- Lista de formatos con imágenes y códigos
- Especificaciones de maquina
  - Descripción física
  - Modelo
  - Marca
  - Serial
  - Fecha de compra
- Especificaciones técnicas
- Condiciones de operación
- Características de uso
- Actividades de mantenimiento
- Manuales e instructivos de mantenimiento

### **Hoja de vida de maquina**

La hoja de vida de la maquina es el documento que permite determinar la identificación propia de la misma. A través de este documento se identifican las características del equipo además de incluir la información del historial de los mantenimientos tanto correctivos como preventivos que se le ha realizado. Este documento también debe coincidir de una forma correcta con el inventario físico de la maquinaria de planta.

Las hojas de vida de la maquinaria de Industrias Real s.a. disponen de la siguiente información:

Datos del equipo:

- Cod. Maquina
- Fabricante
- Modelo
- Serie
- Año de fabricación
- Dimensiones

Características técnicas Motores:

- Potencia
- Voltaje
- Amperaje
- Marca
- Modelo

Trabajo:

- Fecha de trabajo
- Descripción de la actividad realizada
  - Correctivo
  - Preventivo
- Persona Responsable del mantenimiento
- Referencia de repuestos y cantidad
- Observaciones Generales

### **Mantenimiento autónomo**

El mantenimiento industrial autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que son realizadas diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan en el desarrollo de sus funciones, incluyendo la inspección, lubricación, limpieza, intervenciones propias del proceso productivo como lo es cambio de herramientas y piezas, por ejemplo cadenas, peines, agujas y lanzaderas; contribuyendo a mejoras del proceso, mediante la solución de problemas de la maquinaria y a tomar acciones que conduzcan a mantener el equipo en las condiciones específicas de funcionamiento.

Los operarios deben ser entrenados y contar con los conocimientos necesarios para dominar la máquina que opera. Es por ello que se hace necesario determinar las condiciones cognitivas y técnicas del Talento Humano a desarrollar, para el desempeño idóneo de sus labores para garantizar resultados óptimos en los procesos.

Se realiza la certificación de 18 operarios de producción en la norma técnica laboral del Servicio Nacional de Aprendizaje Sena **Norma 290602053: Operar telares angostos** cumpliendo especificaciones técnicas.

El objetivo del mantenimiento autónomo es:

- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y mejorar la comunicación entre el área de producción y el área de mantenimiento.
- Mejorar el funcionamiento de la maquinaria con el aporte del trabajador que la opera.
- Contribuir para que la maquinaria presente el mínimo de paros inesperados e irrupciones en el proceso productivo.
- Lograr un sentido de pertenecía y responsabilidad del personal operativo.

#### **Formatos del proceso de mantenimiento**

Creación de formatos que permitan controlar y estandarizar el proceso, mediante el registro de información para llevar una trazabilidad de las actividades de mantenimiento realizadas por máquina y a su vez generar la programación para futuras actividades.

- GP-MT-FT-01 Solicitud de revisión y reparación de maquinaria.
- GP-MT-FT-02 Diagnóstico de la maquinaria.
- GP-MT-FT-03 Requisición de materiales y elementos mecánicos.
- GP-MT-FT-04 Acta de entrega de maquinaria.
- Cronograma de trabajo (Diagrama de Gantt).



## Conclusiones

Con el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo y el trabajo planificado en el sistema de producción del área de Telares en Industrias Real s.a. se ha logrado el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Al implementar diversas metodologías de análisis con el propósito de identificar las fortalezas y debilidades de la compañía, se centró la atención en el área de mantenimiento como factor principal en la disminución de la calidad. Sin embargo, se evidenció que la compañía cuenta con personal calificado y la infraestructura necesaria para atender las necesidades de mantenimiento.

Una vez que se cumplió con el diagnóstico y análisis de los 128 telares que conforman el área, se determinó la programación de las actividades de mantenimiento preventivo según recomendaciones de los fabricantes y el personal técnico. A su vez se vinculó al personal operativo por medio del mantenimiento autónomo para ejecutar dichas actividades, generando un sentido de responsabilidad y pertenencia.

En relación con el abastecimiento de repuestos e insumos de mantenimiento industrial, se realizó un directorio de proveedores, debido a que no existía ningún registro ni información de los mismos, en el cual se encuentra disponible información de contacto del comercio (Nit, razón social, dirección, ciudad, teléfonos y correo electrónico) y referencia de repuestos suministrado según ficha técnica.

Actualmente, el inventario de repuestos e insumos para el mantenimiento preventivo o correctivo de la maquinaria es reducido, generalmente se piden cuando ocurre la falla, generando una interrupción indefinida en la programación del mantenimiento como de producción, teniendo en cuenta que en el mercado nacional no se encuentran comercializados, únicamente son distribuidos por casa matriz, por consiguiente se presenta pérdida productiva y aumento de costos.

Para asegurar la operatividad y la estandarización del plan, se han creado unos formatos de solicitudes, hojas de vida y otros, que aseguran un trabajo sistemático y controlado, además permiten tener datos con los cuales observar el comportamiento de la ejecución del plan mes a mes y realizar de manera oportuna los correctivos necesarios.

### **Recomendaciones**

Establecer un plan de capacitación semestral que permita mejorar las habilidades y competencias del personal operativo y técnico del mantenimiento de la planta de producción. Así como, capacitar al jefe de mantenimiento en planeación y programación de actividades propias de mantenimiento, para no pasar por alto las solicitudes de revisión y reparación presentadas por el personal operativo.

Incrementar el stock de repuestos e insumos necesarios para el mantenimiento preventivo de la maquinaria según el histórico de solicitudes de requisición.

Verificar, controlar y analizar los resultados de la ejecución del plan de mantenimiento preventivo, para identificar las actividades que se requieren modificar, añadir o eliminar.

## Referencias

- ACMS, G. (2015). *Requisitos ISO 9001 2015*. Recuperado de:  
<https://www.grupoacms.com/requisitos-iso-9001.php>
- Betancourt. (12 de 08 de 2015). *Gestión de la Infraestructura en ISO 9001:2015*. Recuperado de:  
<https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Cansino, E. (Abril de 2015). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica minera. Quito. Recuperado de:  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>
- Chase, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de operaciones*. México: The McGraw-Hill.
- Morales, H. (05 de 2007). *Proceso de gestión de calidad en Mantenimiento preventivo*.  
 Recuperado de:  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5064/1/HAROLDO%20REN%C3%89%20SALGUERO%20MORALES.pdf>
- Pérez, J. (2004). *Gestión por procesos*. España: Esic.
- Rivera, F. (2010). En *Administración de Proyectos. Guía para el aprendizaje* (págs. 90 - 266). México: Pearson.
- Sierra, G. (20 de 02 de 2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A.* Recuperado de:  
<file:///C:/Users/usuario/Documents/plan.pdf>
- Técnicas Instituto Uruguayo de normas. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Montevideo: Idependencia.
- Universitaria Agustiniiana. (2018). *Guía de norma Apa*, Uniagustiniana. Recuperado de:  
[https://www.uniagustiniana.edu.co/sites/default/files/2019-01/Estilo\\_APA\\_para\\_la\\_presentaci%C3%B3n\\_de\\_trabajos\\_de\\_grado.pdf](https://www.uniagustiniana.edu.co/sites/default/files/2019-01/Estilo_APA_para_la_presentaci%C3%B3n_de_trabajos_de_grado.pdf)