



TRABAJO DE GRADO  
**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA DOBLADORA Y  
CORTADORA EL DIAMANTE EN LA CIUDAD DE  
SOGAMOSO (BOYACÁ).**

Realizado por  
**Stiven Daniel Dávila Piragauta**

**Para la obtención del título en**  
Grado en Ingeniero en Mecatrónica

**Dirigido por**  
Diego Armando Mejía Bugallo

**Universidad de Pamplona Colombia**

**Diciembre 2021.**



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



# Índice

---

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>7</b>
<b>Declaración Del Autor</b> .....	<b>9</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>11</b>
<i>Palabras clave</i> .....	<i>11</i>
<b>Abstract</b> .....	<b>13</b>
<i>Keywords</i> .....	<i>13</i>
<b>Capítulo 1. Mantenimiento Industrial</b> .....	<b>15</b>
1.1. Modelos De Mantenimiento .....	15
1.1.1. <i>Modelo correctivo</i> .....	<i>15</i>
1.1.2. <i>Modelo preventivo</i> .....	<i>15</i>
1.1.3. <i>Modelo predictivo</i> .....	<i>15</i>
1.1.4. <i>Modelo en uso</i> .....	<i>15</i>
1.2. Plan De Mantenimiento.....	16
1.2.1. <i>Las tres actividades principales del mantenimiento preventivo</i> .....	<i>16</i>
1.2.2. <i>Las tareas de mantenimiento</i> .....	<i>16</i>
1.3. Tipos De Mantenimiento.....	17
1.3.1. <i>Reparación o sustitución a intervalos fijos</i> .....	<i>17</i>
1.3.2. <i>Mantenimiento según condición</i> .....	<i>17</i>
1.3.3. <i>Mantenimiento de oportunidad</i> .....	<i>17</i>
1.4. Pasos Para Realizar Un Plan De Mantenimiento.....	17
1.5. Diseño Del Protocolo De Mantenimiento .....	18
1.5.1. <i>Identificación y Número de Parte</i> .....	<i>19</i>
1.5.2. <i>Puntos de Inspección y Mantenimiento</i> .....	<i>19</i>
1.5.3. <i>Frecuencia, Fecha y Número de Revisiones</i> .....	<i>19</i>
1.5.4. <i>Valoración y Estado del equipo</i> .....	<i>19</i>



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

*¡Seguimos avanzando!*



1.5.6. Comentarios y Observaciones .....	19
1.6. Ventajas De Aplicar Un Plan De Mantenimiento .....	19
1.6.1. Consecuencias de no aplicar un plan de mantenimiento .....	20
1.6.2. Ventajas.....	20
<b>Capítulo 2. Sobre La Empresa.....</b>	<b>22</b>
2.1. Misión.....	22
2.2. Visión.....	22
2.3. Instalaciones .....	22
2.4. Historia .....	23
2.5. Producción .....	24
<b>Capítulo 3. Antecedentes.....</b>	<b>27</b>
3.1. Manual De Protocolos De Mantenimiento De Equipos Biomédicos Para El Hospital Susana López De Valencia E.S.E. Por Karent Eliana Muñoz Salazar (2008).....	27
3.2. Implementación De Un Plan De Mantenimiento En Una Empresa Del Sector Manufacturero Por María Antonieta Gómez Gómez (2008) .....	27
3.4. Implementación De Un Plan De Mantenimiento TPM En Planta De Cogeneración Por Lorenzo Sanzol Iribarren (2010).....	28
3.3. Plan De Mejoras De Mantenimiento Para Una Empresa Del Sector De Materiales Compuestos Por Catalina Botero Velásquez (2010).....	29
<b>Capítulo 4. Desarrollo Del Proyecto .....</b>	<b>31</b>
4.1. Objetivos .....	31
4.1.1. Objetivo General.....	31
4.1.2. Objetivos específicos.....	31
4.2. Planteamiento Del Problema .....	31
4.3. Justificación.....	32
4.4. Metodología .....	32
4.4.1. Introducción .....	32
4.4.2. Capacitación a los operarios.....	37
4.4.3. Protocolo de tareas de inspección .....	41



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



<i>Tabla 1. Planilla Protocolo de Tareas de Inspección</i> .....	44
<b>Capítulo 5. Resultados</b> .....	<b>46</b>
5.1. Plan de Mantenimiento Estructurado.....	46
I. <i>Sobre las capacitaciones</i> .....	46
II. <i>Sobre el Mantenimiento Programado</i> .....	46
<b>Conclusiones</b> .....	<b>58</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>60</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>61</b>
A. <b>Anexo I: Carta Constancia de Desarrollo</b> .....	<b>62</b>
B. <b>Anexo II: Entrega de Constancia</b> .....	<b>63</b>



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Agradecimientos

---

Quiero agradecer primeramente a mis padres por sus esfuerzos para que yo pudiera alcanzar este logro, a toda mi familia por su apoyo incondicional desde el principio, a mis hermanos que de una u otra forma han estado ahí para mí. Le doy gracias a la Empresa Cortadora y Dobladora El Diamante y a su Gerente Rodulfo Reyes Sánchez, quien me brindó la oportunidad de desarrollar mi proyecto en dicha empresa, a sus operarios con quienes entable buena relación, mantuvieron siempre la mejor disposición y me ayudaron en el proceso de manera significativa. También le doy gracias a cada uno de los docentes que hizo parte de mi formación académica, compartiendo conmigo sus conocimientos de la mejor manera para que alcanzar un aprendizaje óptimo en sus áreas impartidas. A mi director de trabajo de grado, quien desde principio de semestre dijo “sí” a cada una de las ideas para plantear mi trabajo de grado, y quien a pesar de mi cambio de modalidad permaneció como mi director, me dio su voto de fe y la libertad de desarrollar mi trabajo de grado teniendo plena confianza en mis capacidades. Agradezco a todas las personas que estuvieron en este camino y que de una u otra manera aportaron un granito de arena para que hoy esté donde esté, compañeros, amigos. Gracias.



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Resumen

El Mantenimiento industrial es imprescindible en la actualidad dentro de las empresas que cuentan con cualquier tipo de equipos, es casi una obligación tener un plan de mantenimiento para salvaguardar y alargar la vida útil de los mismos, las industrias ferretera y metalmeccánica no son la excepción, de hecho, el tener un plan de mantenimiento apropiado, es en sí mismo una ventaja frente a compañías del mismo sector que no cuentan con este, independientemente de que tanta sea su capacidad de producción o del lugar que ocupe frente a sus competidores. En este proyecto de grado se desarrolló un Plan de mantenimiento adecuado para la empresa DOBLADORA Y CORTADORA EL DIAMANTE (establecimiento de comercio matriculado en la cámara de comercio de Sogamoso, Boyacá, Colombia con certificado de registro No. 0000028147, desde el 23/04/2001), dicho plan cuenta con el aval de la dirección de la empresa, aprobado para puesta en marcha a partir del año 2022, siendo este el primer plan de mantenimiento estructurado implementado por la empresa a lo largo de su historia. Para el desarrollo del PLAN DE MANTENIMIENTO No 1-El diamante, se requirió de un semestre académico, este está vinculado al Diplomado en Mantenimiento industrial, el cual se impartió durante el mismo periodo académico por la Universidad de Pamplona, se adquirieron y aplicaron los conocimientos del mismo dentro de este trabajo de grado. En el presente documento académico quedan plasmados los resultados obtenidos y todo el proceso que se llevó a cabo para lograr el cumplimiento de los objetivos. Para poner entender lo mencionado anteriormente, lo primero que se pone en contexto en esta monografía son las bases teóricas del mantenimiento industrial, desde algunos conceptos clave, hasta las ventajas del mantenimiento industrial. Seguido, se da un breve recorrido por la empresa, misión, visión, un poco de su historia y una muestra de su producción. A continuación, se resaltan algunos antecedentes, trabajos de grado que tienen relación con la temática de este, de esta manera se abre terreno para explicar al desarrollo del proyecto, apartado en el que se expone paso a paso todos los procesos que se llevaron a cabo para el logro de los objetivos planteados, desde las tareas de inspección de equipos, hasta las capacitaciones brindadas a los operarios de la empresa. Luego de esto se encuentran el plan de mantenimiento compuesto por protocolos independientes para cada uno de los equipos. Hacen parte de este, tareas específicas para cada equipo, con frecuencias de aplicación adecuadas para su óptimo funcionamiento, además de las obligaciones diarias de cada operario para con los activos de la empresa. Fue un desafío desde el principio llegar a una empresa sin la experiencia adecuada y sin embargo obtener resultados tan positivos al finalizar todo el proceso. El plan de mantenimiento desarrollado quedó instituido, esto es la mejor recompensa a todo el esfuerzo y tiempo que se empleó en él.

**Palabras clave:** Acero, cortadora, dobladora, equipos, industria, mantenimiento, maquinaria, lámina.



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Abstract

---

Industrial maintenance is essential today in companies that have any type of equipment, it is almost an obligation to have a maintenance plan to safeguard and extend the life of such equipment. Companies in the hardware and metalworking industry are no exception, regardless of the amount of production or its position against its competitors, in fact, having a maintenance plan appropriate to the company, is in itself an advantage over companies in the same sector that do not have it. In this degree project an adequate maintenance plan was developed for the company DOBLADORA Y CORTADORA EL DIAMANTE (commercial establishment registered in the “cámara de comercio” of Sogamoso Colombia, with registration certificate No. 0000028147, since 04/23/2001), this plan has the endorsement of the company's management, approved for implementation from the year 2022, this being the first structured maintenance plan implemented by the company throughout its history. For the development of the MAINTENANCE PLAN No 1-The diamond, it took one academic semester, and is linked to the Diploma in Industrial Maintenance, which was taught during the same academic period by the University of Pamplona, the knowledge of the same was acquired and applied within this project. This academic document shows the whole process that was carried out and the results obtained. In order to achieve a proper understanding of this, in this work is put in context first the theoretical basis of industrial maintenance, from some key concepts, to the advantages of industrial maintenance. Then, a brief tour of the company, mission, vision, a little of its history and a sample of its production is given. Next, some background information referred to in this work is shown. This section shows step by step all the processes that were carried out to achieve the proposed objectives, from the equipment inspection tasks to the training provided to the company's operators. This is followed by the maintenance plan composed of independent protocols for each of the equipment. This includes specific tasks for each piece of equipment, with adequate frequencies for its optimal operation, in addition to the daily obligations of each operator for the company's assets. It was a challenge from the beginning to come to a company without adequate knowledge and experience and yet obtain such positive results at the end of the whole process. The maintenance plan developed was instituted, this is the best reward for all the effort and time spent on it.

**Keywords:** Bending machine, cutting machine, equipment, industry, machinery, maintenance, sheet, steel.



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



# Capítulo 1. Mantenimiento Industrial

Para comprender adecuadamente este proyecto, es necesario poner en contexto las bases teóricas que se aplican dentro del mismo. Por esta razón en este capítulo se enfatiza en los modelos de mantenimiento y como aplicarlos en la elaboración de un protocolo de mantenimiento. El mantenimiento industrial, se define como un conjunto de técnicas que buscan mantener los equipos en las condiciones más óptimas, conservándolos durante el mayor tiempo posible, teniendo en cuenta además que los equipos puedan brindar un máximo rendimiento, se garantiza su correcto funcionamiento, una máquina que no está en buenas condiciones disminuye la productividad, y genera pérdidas económicas. El mantenimiento correctivo es más costoso, es por eso que con el mantenimiento preventivo se busca evitar en lo posible el fallo de cualquier equipo. Un equipo cuyo mantenimiento es regular, además de garantizar eficiencia productiva, también brinda seguridad al operario. (Aerorental, s.f.)

El mantenimiento industrial ha evolucionado mucho en los últimos tiempos, ha dejado de mirarse como un costo y se ve más como un ahorro, ya que se evitan costos relacionados con el mal funcionamiento, así como los que acarrearán la indisponibilidad de un equipo. (Nexusintegra, 2020)

## 1.1. Modelos De Mantenimiento (Iribarren, 2010)

- 1.1.1. Modelo correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los distintos fallos que se presentan en cualquier equipo, también sirve para reparar equipos que están en desuso por cualquier tipo de daño.
- 1.1.2. Modelo preventivo:** Su objetivo es mantener los equipos en estado de servicio, en este se programan intervenciones en el momento oportuno, es necesario que se realicen, aunque los equipos estén funcionando correctamente.
- 1.1.3. Modelo predictivo:** En este se pretende dar partes regulares del estado de los equipos, en el que se analizan determinadas variables, como temperatura, vibraciones, consumo de energía, entre otras, al detectar cambios drásticos en las mismas se puede informar que está apareciendo algún daño en el equipo.
- 1.1.4. Modelo en uso:** Es el mantenimiento básico realizado por los operarios de



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



las máquinas. Son tareas rutinarias, en las que se realizan inspecciones visuales, limpieza, lubricación, verificación de tornillos, entre otras. Para este modelo no se requiere de formación especializada, basta con un entrenamiento básico al operario.

## 1.2. Plan De Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un conjunto de tareas de mantenimiento programado, este puede o no ser agrupado, es decir que puede o no seguir algún tipo de criterio. Normalmente no se le aplica mantenimiento a todos los equipos, hay algunos activos que se consideran no mantenibles. (Renove Tecnología S.L)

**1.2.1. Las tres actividades principales del mantenimiento preventivo** son (Renove Tecnología S.L):

- ✓ Actividades rutinarias realizadas por los operarios todos los días.
- ✓ Actividades programadas a realizarse en el transcurso del año.
- ✓ Capacitaciones al Personal sobre el uso y mantenimiento de rutina.

**1.2.2. Las tareas de mantenimiento:** Son la base de un plan de mantenimiento. Estas componen el plan, además de darle un orden. Cada tarea puede ajustarse a cinco factores esenciales. Tecnología S.L)

- ✓ **Frecuencia:** Existen 2 formas de aplicar este ítem, la primera, es establecer un periodo fijo, y la segunda consiste en determinarla a partir de una fórmula matemática que relaciona el tiempo de uso, las horas de funcionamiento y si existe, un histórico de fallos y mantenimientos.
- ✓ **Especialidad:** Tareas específicas de mantenimiento que solo pueden ser realizadas por un experto en el área.
- ✓ **Duración:** Se realiza una estimación aproximada del posible tiempo que requieren las tareas, esta lleva implícito un porcentaje de error, por exceso o defecto.
- ✓ **Permiso de trabajo:** Algunas tareas requieren un permiso especial para llevarlas a cabo, es útil que un plan de mantenimiento cuente con esta información, como ejemplo encontramos tareas que suponen un riesgo eléctrico, tareas realizadas en espacios confinados, entre otras.
- ✓ **Maquina parada o en marcha:** Para facilitar la programación del plan de mantenimiento, es útil conocer si los equipos, la dependencia a la que pertenece o inclusive toda la planta requieren que estén paradas o en marcha.



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



### 1.3. Tipos De Mantenimiento (Envira Ingenieros Asesores, 2021)

- 1.3.1. Reparación o sustitución a intervalos fijos:** En este el patrón que sigue el fallo depende del tiempo por lo tanto se espera a que el activo agote su tiempo de vida útil. Este tipo se aplica cuando los costes de sustitución del elemento son menores que la reparación del fallo.
- 1.3.2. Mantenimiento según condición:** En este tipo de intervención se llevan a cabo monitoreos de alguna condición o parámetro del equipo que nos puedan dar una alerta del deterioro del mismo. De esta manera se maximiza el tiempo de uso adecuado del activo, pero implica costos elevados de monitorización.
- 1.3.3. Mantenimiento de oportunidad:** Se realiza aprovechando la fecha fija de reparación, también se realiza sobre elementos distintos a la causa raíz de la reparación.

### 1.4. Pasos Para Realizar Un Plan De Mantenimiento

(Envira Ingenieros Asesores, 2021)

- I. **Definir los objetivos:** Proponer objetivos claros a lograr en el plan. Se busca minimizar el tiempo de parada de producción y reducción de costos por averías.
- II. **Establecer el presupuesto:** Se debe tener claro cuál es el presupuesto con el que cuenta la empresa destinado a abordar acciones de mantenimiento.
- III. **Inventariar equipos a incluir en el Plan:** este punto es uno de los más importantes en la elaboración de un plan de mantenimiento con miras al éxito. Conviene siempre crear una ficha en la que se plasmen los datos más relevantes de cada activo, por ejemplo su histórico de fallos e histórico de mantenimientos, además de anexar en este, documentos importantes tales como manuales de uso, manuales de mantenimiento entre otros. Algunos de los datos que se pueden recopilar de acuerdo con Envira Ingenieros Asesores (2021) son:
  - ✓ “Modelo de producción (funcionamiento continuo, fluctuante o intermitente)
  - ✓ Recomendaciones de mantenimiento de los fabricantes
  - ✓ Factores de cada equipo, tales como características de fallo (tiempo medio a fallo, modo de fallo) o Características de reparación (Tiempo medio de reparación, tiempo tras el fallo antes de que la planta se vea afectada, nivel de redundancia)
  - ✓ Factores económicos: coste de material del equipo, coste de monitorización.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



- ✓ Factores de seguridad y legislativos: Internos, medio ambientales, legislación y reglamentos.
  - ✓ En este punto de recopilación de información es importante revisar los mantenimientos previos realizados para cada equipo, y especialmente tener clara la última fecha de realización de las acciones de mantenimiento, puesto que es el punto de partida para definir el próximo mantenimiento necesarios.”
- IV. Consultar los manuales de los equipos:** Es necesario conocer especificaciones y recomendaciones de los fabricantes, en éstas se puede encontrar:
- ✓ “Operaciones de mantenimiento preventivo a realizar
  - ✓ Frecuencia o intervalo de las operaciones
  - ✓ Fechas límites de revisión
  - ✓ Tiempos de vida útil de los equipos
  - ✓ Recomendaciones relativas a tipos de aceites o lubricantes a emplear, las medidas de seguridad, etc.” (Envira Ingenieros Asesores, 2021).
- V. Asignación de responsables:** Se debe tener claro los operarios disponibles, así como sus especialidades y formaciones. También es pertinente determinar los costes por hora de cada operario, para incluirlos como costo de mano de obra dentro del presupuesto del plan de mantenimiento. (Envira Ingenieros Asesores, 2021)
- VI. Planificación de acciones a realizar:** Definir las intervenciones a incluir en el plan de mantenimiento, con base en periodos de tiempo fijo o bien con base en otras métricas como horas de funcionamiento de equipo entre otras, esto se suele denominar gamas o rutinas de mantenimiento. Se pueden tener frecuencias de mantenimiento mensual, semestral, etc. Constituidas por las intervenciones que se realizaran en este lapso. También se puede definir. Envira Ingenieros Asesores (2021), recomienda las siguientes:
- ✓ “Si lo trabajos se realizan con máquina en parada.
  - ✓ de los repuestos necesarios y la maquinaria necesaria para realizar dichas intervenciones en la fecha planificada.
  - ✓ Analizar los recursos necesarios y la duración de los trabajos.”
- VII. Documentar el plan de Mantenimiento:** En este se establece el cronograma de intervenciones que se deben realizar sobre cada activo. Se puede usar Excel, aunque hoy en día se dispone de software más sofisticados que facilitan el trabajo de documentación y tienen resultados más eficaces. (Envira Ingenieros Asesores, 2021)

## 1.5. Diseño Del Protocolo De Mantenimiento



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Al finalizar el desarrollo de las tareas de mantenimiento, se tomará nota en una hoja de revisión previamente diseñada, en esta se escribirán los resultados de todo lo realizado junto con características de cada equipo. A esta se le puede denominar Hoja de Protocolo de Inspección. El propósito de estos protocolos es sintetizar todos los procedimientos, y de esta manera poder identificar de una forma rápida y eficiente el estado actual de los equipos. Dentro de un protocolo de mantenimiento se deben incluir mínimo los siguientes componentes. Teniendo en cuenta que pueden variar según el activo. Es decir que para cada máquina habrá pruebas y chequeos particulares. De acuerdo al Instituto Tecnológico Metropolitano Medellin (2005) el orden sería:

**1.5.1. Identificación y Número de Parte:** Lo primero es darle un número al protocolo, esté generalmente corresponde al número de revisión que se esté realizando en el equipo. El número de parte lo proporciona generalmente el fabricante como número de serie. Es necesario plasmar la identidad del equipo de la manera más amplia posible, por ejemplo agregando el número de inventario interno de la empresa, la marca, el modelo (normalmente refiere al año de fabricación), que tipo de máquina es, localización, etc.).

**1.5.2. Puntos de Inspección y Mantenimiento:** Esto hace alusión a los elementos específicos a evaluar dentro de cada test de inspección y para cada activo, esto determinará de forma segura y efectiva que el equipo esté preparado y su correcto funcionamiento.

**1.5.3. Frecuencia, Fecha y Número de Revisiones:** Es necesario indicar la frecuencia con la que se deben hacer estas tareas de inspección. Se plasma la fecha en la que se aplica el protocolo, y el responsable a cargo del mismo. Además debe llevar la fecha en la que se realizó la última revisión. Y también la fecha de la próxima intervención. (Instituto Tecnológico Metropolitano Medellin, 2005).

**1.5.4. Valoración y Estado del equipo:** Se puede proporcionar de manera cualitativa el resultado obtenido, por ejemplo, inspección superada, equipo apto para el uso, ha requerido intervenciones para reparación, cambio de ubicación por actividades de mantenimiento, equipo no apto para el uso, equipo no reparado, dado de baja por obsoleto.

**1.5.6. Comentarios y Observaciones:** Dejar por escrito cualquier anomalía que se haya encontrado y que afecte al activo como mal uso o inadecuado mantenimiento. Anotar si además se requiere algún mantenimiento correctivo, además plasmar si alguna parte del equipo falló, y cómo se reparó. (Instituto Tecnológico Metropolitano Medellin, 2005)

## 1.6. Ventajas De Aplicar Un Plan De Mantenimiento



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



**1.6.1. Consecuencias de no aplicar un plan de mantenimiento:** Las averías en las empresas son inevitables y además costosas. El implementar un plan de mantenimiento que también se conoce como aplicación de mantenimiento industrial, reduce las averías imprevistas. Reduciendo problemas derivados de estas en un alto porcentaje. En la actualidad es casi una obligación gestionar de manera adecuada la atención y el cuidado de los equipos dentro de una empresa, ya que el mal funcionamiento o inoperancia de los mismos trae como consecuencia fallos que en ocasiones llegan a ser críticos, esto solo deriva en pérdidas económicas para las compañías (Sernequet, 2008). Las averías producen:

- ✓ Costes de reparación: Estos incluyen gastos materiales, gasto de personal gastos en servicios subcontratados, entre otros.
- ✓ Daños en las máquinas o instalaciones: Esto trae como consecuencia el acortamiento de la vida útil de los mismos.
- ✓ Perdidas de producción: Se reduce la cantidad de producto obtenido por mal funcionamiento y afecta la planificación de la empresa al retrasar compromisos y entregas. Por ende, los clientes se ven afectados y la empresa se puede hacer un renombre por mal servicio.
- ✓ Riesgos para el personal: Algunas averías pueden provocar accidentes muy graves.

**1.6.2. Ventajas:** Un plan de mantenimiento industrial busca minimizar todos estos costes, disminuyendo las paradas de máquina por ende aumentando la producción. Para Sernequet (2008) se pueden identificar como objetivos principales del Mantenimiento Industrial los observados a continuación:

- ✓ “Minimizar al máximo las acciones correctivas. Intervenir con el mantenimiento antes de que se produzca la avería, pudiendo planificar las tareas y recursos necesarios.
- ✓ Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- ✓ Aumentar la disponibilidad de la maquinaria, aumentando así su capacidad productiva y obteniendo mayor rentabilidad.
- ✓ Alargar la vida útil de los equipos, para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.
- ✓ Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador, evitando así los tiempos muertos.
- ✓ Evitar la pérdida de materia prima que quede inutilizable por mal procesados en la cadena de fabricación.
- ✓ Reducir los riesgos de accidentalidad laboral por rotura de componentes.”



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Capítulo 2. Sobre La Empresa

---

En este capítulo se da un vistazo por la empresa DOBLADORA Y CORATADORA EL DIAMANTE con el fin de dar a conocer los aspectos más generales de la empresa y de esta manera también entender el desarrollo de este proyecto, este apartado conto con la ayuda inmediata de la dirección de la empresa, encabezada por el señor Rodolfo Reyes Sánchez.

### 2.1. Misión

Fabricar productos metálicos laminados con altos estándares de calidad y garantía para uso estructural dirigidos a sectores como la ornamentación, la soldadura y la construcción.

### 2.2. Visión

Ser un referente a nivel local en cuanto a fabricación y distribución de perfilería y materiales metálicos laminados. Liderando el mercado de productos estructurales y posicionándonos por encima de nuestros competidores.

### 2.3. Instalaciones

La empresa DOBLADORA Y CORTADORA el diamante se encuentra ubicada en la ciudad de Sogamoso, Boyacá, Colombia, en la carrera 20 # 7a – 71, se divide en:

- ✓ **Área de atención al cliente:** en esta hay un cubículo donde los clientes hacen sus pedidos y solicitudes.
- ✓ **Área de cargue y descargue:** En la parte posterior de la bodega principal se encuentra un lugar para que los vehículos de carga se ubiquen para el despacho de pedidos y la descarga de material para la empresa.
- ✓ **Área de Muestrario y Almacenamiento:** En esta área se localizan perfiles y otros productos que produce la empresa organizados en estanterías.
- ✓ **Área de Maquinas:** En esta área destacan 3 máquinas dobladoras marca MAQUINCOL, una cortadora de lámina eléctrica marca FRANCO HNOS, máquina roladora de lámina marca Rodolfo Reyes, máquina Roladora de tubos y perfiles



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



marca Rodulfo Reyes, Biseladora marca Rodulfo reyes, Cizalla Manual marca MAQUINCOL. Y otras no menos importantes como equipos de soldadura, compresor y herramientas eléctricas (pulidora, taladro).

- ✓ **Oficina:** En esta área encontramos la dirección de la empresa, área de contaduría y demás administración.



Figura 1: Instalaciones EL DIAMANTE (Imagen por el Autor)

## 2.4. Historia

La empresa EL DIAMANTE se dedica al corte y dobles de lámina, además de prestar el servicio como ferretería que distribuye material para la industria de la construcción y ornamentación principalmente. El señor Rodulfo Reyes Sánchez, oriundo de la ciudad de Sogamoso, inició trabajando en ACERÍAS PAZ DEL RÍO, con la mentalidad de retirarse al cumplir los 15 años laborados, 5 años antes de esto inició su primer taller de ornamentación, en el que se percató de la falta de maquinaria en la ciudad de Sogamoso que cortara y



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



doblará lámina para los demás talleres de ornamentación, en ese entonces un ornamentador que necesitara perfilería de diferentes calibres tenía que comprar la lámina en un lugar, transportarla a otro lugar y pasar unos días después por sus perfiles. Para el año de 1999 don Rodolfo ya se encontraba gestionando la posible ubicación de su futura empresa y como esta iba a estar constituida. Culminados los 15 años de trabajo en ACERÍAS PAZ DEL RIO, con los beneficios económicos otorgados por la mencionada empresa por sus años de trabajo, compra las primeras máquinas de corte y dobles de lámina con el que se fundó oficialmente la empresa EL DIAMANTE y que fue constituida legalmente en el año 2001, desde ese momento revolucionó el mercado local, ya que el implementar la venta de la perfilería ya lista le trajo un altísimo reconocimiento y un rápido crecimiento puesto que en ese momento no contaba con un competidor directo en la ciudad. Dentro de los proyectos más importantes de la empresa el diamante se encuentra un tren de Galvanizado Completo para Grampas y Puntillas el caballo, Máquina que se construyó por completo en la empresa El Diamante en el año 2009. La nómina en un principio constaba de tan solo 2 empleados aparte de don Rodolfo, conforme la empresa tomó fuerza fue necesario contratar hasta 7 personas incluyendo el área administrativa. Con el paso de los años, don Rodolfo vio la necesidad de más equipos que cumplieran otras funciones, es en este momento cuando el mismo inicia diseñando sus propias máquinas de acuerdo a sus necesidades. La primera máquina que diseñó y construyó fue una roladora de lámina. Y la última es una roladora de tubos y perfiles con la que curvan los que se fabrican dentro de su misma empresa.

## 2.5. Producción

Además de la perfilería estructural en la empresa EL DIAMANTE también se construyen Hornos, maquinaria a solicitud de otras empresas, estructuras, marcos, ventanas, campanas extractoras. A continuación, se dan algunos ejemplos de la productividad de la empresa.

- ✓ Una hoja de Lámina para perfil vale en promedio \$25000 de 1.20m x 2.40m, en promedio se hacen 5 cortes según el perfil estructural que se necesite y a cada uno de estos se le hacen 6 dobleces. El valor se incrementa \$5000 por los dobleces.
- ✓ Una campana extractora se trabaja en lámina galvanizada, y se emplea una lámina entera que tiene un costo de \$200.000, más los costos de trabajo, tendría un valor de entre \$250.000 a \$280.000.



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



- ✓ Un Horno se hace en lámina cold rolled calibre 18, y las bandejas se elaboran en acero inoxidable, su precio de fabricación es \$300.000, mas el costo de la soldadura que es \$80.000 la cual también se hace en la empresa. Tiene un valor final de \$380.000.
- ✓ Desde la ciudad de Bogotá se trae perfilería de 6 metros que viene de tren de laminación se vende con un margen de ganancia del 10%.
- ✓ Anualmente la empresa tiene un promedio de ventas de \$400.000.000 de los cuales se descontarían los gastos de inversión, gastos generales, entre otros gastos.



Figura 2: Parte de la producción diaria (Imagen por el Autor)



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Capítulo 3. Antecedentes

---

En este apartado se mencionan diferentes Trabajos de grado relacionados con las áreas más importantes de este proyecto, como lo son los protocolos y planes de mantenimiento y la implementación de los mismos.

### **3.1. Manual De Protocolos De Mantenimiento De Equipos Biomédicos Para El Hospital Susana López De Valencia E.S.E. Por Karent Eliana Muñoz Salazar (2008)**

En esta monografía de pasantía se presenta un programa de mantenimiento para el equipo biomédico implementado en el Hospital Susana López de Valencia que pretendía garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que utiliza tecnología biomédica, basándose en las características de calidad previstas por el Ministerio de protección social.

En este documento cuenta que inicialmente revisó el inventario de equipos biomédicos del Hospital, teniendo en cuenta el nivel de riesgo y de esta manera ordenando los equipos en niveles de prioridad. Seguidamente diseñó y efectuó un procedimiento específico, que documentó como *“Protocolo de inspección y mantenimiento preventivo planificado”* en el que muestra las características de cada activo junto a los resultados de la inspección. Como resultado final nos muestra el diseño de un sistema de Gestión de Equipo biomédico, en el que destaca el protocolo de mantenimiento con frecuencia de implementación anual.

### **3.2. Implementación De Un Plan De Mantenimiento En Una Empresa Del Sector Manufacturero Por María Antonieta Gómez Gómez (2008)**

Este documento de proyecto de grado describe el proceso utilizado para implementar



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



un plan de mantenimiento en una empresa del sector manufacturero. Inicialmente la autora familiariza al lector con algunos de los conocimientos requeridos para entender su proyecto, luego da a conocer la empresa Arquimuebles S.A., se enfoca en las condiciones actuales de la planta y la maquinaria que poseen. Para de esta manera determinar las necesidades que en ese momento requería la empresa en cuanto a mantenimiento. De esta manera se agruparon programas de mantenimiento con intervalos, diarios, semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales, y anuales, la autora divide los equipos en grupos de prioridad, denominándolos A, B y C, ordenandos de mayor a menor prioridad, al grupo C se le aplicó un programa de baja frecuencia, y los grupos A y B se le atribuyó un programa mixto de alta y baja frecuencia. Esto se logró teniendo en cuenta las características de cada equipo y la experiencia del jefe de producción y mantenimiento.

### **3.4. Implementación De Un Plan De Mantenimiento TPM En Planta De Cogeneración Por Lorenzo Sanzol Iribarren (2010)**

En este documento inicialmente el autor da un gran aporte teórico sobre el mantenimiento industrial y continúa explicando la Cogeneración, que significa la producción simultanea de dos o más tipos de energía, generalmente siendo la combinación de energías en forma de electricidad y calor la más común. Esto supone un uso simultaneo, es decir una contraposición con las centrales termoeléctricas en donde también hay desprendimiento de calor, pero este no se aprovecha y se elimina en el ambiente. El autor prosigue explicando las características de la Cogeneración y dando una amplia información teórica de la misma. Para el plan de mantenimiento, el autor inicia con una recopilación de datos, en la que determina labores rutinarias de la planta, agrupándolas en una tabla que incluye tareas de los operarios de cada turno y labores específicas de fin de mes. Luego divide en las siguientes partes la planta: Control de planta, Control de motores tipo K, Máquinas de Absorción, Máquinas Trane de Tornillo, Compresores, Calderas, Análisis de aguas y dosificación de productos químicos, Lectura de contadores, Control de temperatura de escape de motores, Seguridad de la planta, Stock de productos químicos, Consumo de regeneradores y Otros. El autor prosigue dando un parte de las averías habituales en plantas de cogeneración, en esta parte explica ítems como Fallo en motores de Gas, Fallos en caldera, fallos en ciclo de agua vapor, entre otros, profundizando en cada uno de ellos. En este punto inició el desarrollo del plan de Mantenimiento como tal, planteando inicialmente un listado de tareas diarias y periódicas, modificando un plan de mantenimiento anterior, en cada una de las partes de la planta. El autor también propone nuevas técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



a implementar, en las que destacan, Técnicas de análisis de vibraciones, Reglaje de Válvulas y lubricación. El autor concluye destacando que el nuevo plan de mantenimiento TPM implementado en la empresa Viscofan SA en Cáseda (Navarra) es integral, eficiente y moderno, situándola en los parámetros de alta calidad y excelencia exigidos a estas empresas.

### **3.3. Plan De Mejoras De Mantenimiento Para Una Empresa Del Sector De Materiales Compuestos Por Catalina Botero Velásquez (2010)**

Este proyecto presenta un plan de mejoras de mantenimiento que permite establecer parámetro, metodologías, estrategias o políticas que le permiten a la empresa responder de manera adecuada a los cambios que presente su entorno, formando niveles de mantenimiento que aportan a que la empresa sea más competitiva a nivel global. El autor como primera medida planifica de manera genera lo que quiere que su gestión integral de mantenimiento contenga, seguidamente identifica hace un diagnóstico para identificar la situación de la empresa frente al mantenimiento. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos se desarrollan los planes de mejora ajustados a las necesidades de la empresa. Los niveles de mantenimiento los denominó: instrumental, operacional, táctico y estratégico. En la primera etapa siguió los siguientes pasos:

1. "Identificación del elemento de mantenimiento a evaluar.
2. Determinación de la fase o etapa: desarrollo, implementación o ninguno.
3. Establecimiento del nivel o estado de la fase: alto, medio o bajo.
4. Descripción breve de la situación actual del elemento de mantenimiento.
5. Indagación a cerca de los planes de desarrollo e implementación a futuro y su proyección, en caso de que el nivel de desarrollo e implementación diera como resultado ninguno.
6. Justificación ante una negativa de planes de desarrollo e implementación." (Botero, 2010)

El plan de mantenimiento final contiene: "el punto débil o aspecto a mejorar. La acción correctiva preventiva o de mejora, las tareas por acción, el personal involucrado, el plazo, los recursos económicos y materiales necesarios y el método de evaluación o seguimiento." (Botero, 2010).



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Capítulo 4. Desarrollo Del Proyecto

---

### 4.1. Objetivos

#### 4.1.1. Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento industrial para la empresa DOBLADORA Y CORTADORA EL DIAMANTE en la ciudad de Sogamoso - Boyacá.

#### 4.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el estado actual del inventario e información de equipos.
- ✓ Indagar si existen instrucciones de mantenimiento para cada máquina según sus fabricantes.
- ✓ Ejecutar un análisis de fallos potenciales en cada una de las maquinas conforme a su tiempo de uso, estado actual, entre otros.
- ✓ Generar un protocolo de mantenimiento para cada equipo que incluya las fechas de implementación e intervenciones y que además indique las los costos de mantenimiento.

### 4.2. Planteamiento Del Problema

La empresa DOBLADORA Y CORTADORA EL DIAMANTE es dirigida por su fundador RODULFO REYES SANCHEZ, se especializa en la Fabricación de productos metálicos para uso estructural, para ello requieren de maquinaria especializada que al emplearse diariamente se somete a un desgaste natural significativo, con el tiempo esto puede traer como consecuencia fallas, esto se traduciría en una imprevista parada en la producción, retrasos en la entrega de pedidos, por ende, perdidas económicas en la empresa, no solo por la falta de utilidad sino porque algunas fallas pueden ser tan graves (falla critica) que requerirían cambiar por completo algún activo.



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



### 4.3. Justificación

Muchas de estas fallas son prevenibles, esa es justa la razón por la que se requiere un plan de mantenimiento, ya que el cuidado de las máquinas alarga la vida útil de las mismas y las mantiene en un estado óptimo que garantiza su funcionamiento y productividad. EL mantenimiento también debe prever fallos antes de que sucedan (mantenimiento predictivo). El mantenimiento preventivo no solo se trata de hacer un procedimiento repetitivo cada cierto tiempo (mantenimiento programado), también se encarga de definir tareas de inspección y rutinas de mantenimiento, además de garantizar que los operarios reciban capacitaciones sobre el correcto uso de los activos.

### 4.4. Metodología

#### 4.4.1. Introducción

En este apartado se expone cómo se desarrolló este proyecto, el primer paso fue aprender todo lo posible acerca de la empresa, observar todos sus procedimientos operacionales y productivos, y entender el funcionamiento de todos los activos pertenecientes a la empresa. Siguiendo con la aplicación de lo estipulado en Mantenimiento Industrial, se agruparon los equipos en activos mantenibles y activos no mantenibles, dándole prioridad a los equipos de mayor envergadura y menor convencionalidad como se expresa a continuación.

**Activos Mantenibles:** Dobladora de lámina Electrohidráulica marca MAQUINCOL, 2 Dobladoras de lámina manuales marca MAQUINCOL, Cortadora de lámina eléctrica marca FRANCO HERMANOS, Roladora de lámina marca Rodulfo Reyes, Cortadora de lámina manual marca MAQUINCOL, Curvadora de tubo marca Rodulfo Reyes, Biseladora (Venadora) de lámina marca Rodulfo Reyes.

**Activos no mantenibles:** Equipos de soldadura, Compresores de aire, Herramienta Eléctrica de mano (taladros, pulidoras, etc.).

Los activos mantenibles se jerarquizaron de la siguiente manera.

**Grupo A (activos con funcionamiento más complejo):** Dobladora de lámina Electrohidráulica marca MAQUINCOL, Cortadora de lámina eléctrica marca FRANCO



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



HERMANOS.

Grupo B (Activos más utilizados e indispensables): 2 Dobladoras de lámina manuales marca MAQUINCOL.

**Grupo C (Activos de uso ocasional):** Roladora de lámina marca Rodulfo Reyes, Cortadora de lámina manual marca MAQUINCOL, Curvadora de tubo marca Rodulfo Reyes, Biseladora (Venadora) de lámina marca Rodulfo Reyes.



(a)



(b)

Figura 3: (a) Dobladora de lámina Electrohidráulica marca MAQUINCOL, función principal: doblar lámina hasta calibre 1/8 (3mm), (b) Cortadora de lámina eléctrica tipo cizalla marca FRANCO HNOS, función principal: cortar lámina hasta calibre 1/8 (3mm). (Imágenes por el Autor).



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



Figura 4: Máquina dobladora de lámina manual marca MAQUINCOL, especial para dobleces a más de 90 grados en lámina hasta calibre 16 (1,5mm). (Imagen por el Autor).



(a)



(b)

Figura 5: (a) Máquina cortadora de lámina tipo cizalla manual marca MAQUINCOL, (b) Roladora de Lámina Construida por Rodulfo Reyes Sánchez, Aplicaciones: Hacer Tanques Redondos y circunferencias (Imágenes por el Autor).



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



(a)



(b)

Figura 6: (a) Curvadora de Tubos y Perfiles Construida por Rodulfo Reyes Sánchez, Aplicaciones: Marco Ventana, Marco Puerta, Peinazo, T Ventana y T puerta. (b) Máquina Biseladoras (popularmente Venadora) construida por Rodulfo Reyes Sánchez, Aplicaciones: Hacer figuras para los tableros de las puertas modernas (Imágenes por el Autor).

Con ayuda del Señor Rodulfo Reyes y de los operarios más experimentados de la empresa se analizaron cada una de las máquinas que don Rodulfo construyó, ya que estas no son de fabricación comercial y por lo tanto no cuentan con una hoja de datos ni con recomendaciones de mantenimiento que habitualmente proporciona el fabricante.

Para las máquinas del grupo A se hizo una investigación de recomendaciones de mantenimiento otorgadas por el fabricante, sin embargo, como estos equipos son modelos de hace ya unos años considerables, fue imposible encontrar esta información, la solución



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



fue adaptar las recomendaciones de mantenimiento de modelos más modernos.

Mantenimiento de la dobladora de lámina electrohidráulica (Nanjing Harsle Machine tool. Ltd, 2019):

- I. Encienda la alimentación, encienda el interruptor, escuche el sonido de la bomba de aceite.
- II. Cuando el troquel superior de la máquina dobladora se baja, se debe asegurar un espacio libre del espesor de la placa. Si esto no es así se pueden causar daños al molde o a la máquina.
- III. Seleccione la ranura de doblado.
- IV. Presione el interruptor de pie para comenzar a doblar.
- V. Verificar el Circuito hidráulico
  - a. Compruebe semanalmente el medidor de aceite. Verifique que el sistema hidráulico no haya sido reparado. El nivel de aceite debe estar por debajo del máximo y por encima del mínimo permisible.
  - b. El aceite recomendado para esta máquina es MOBIL DTE25.
  - c. El cambio de aceite debe realizarse cada 2000 horas de operación. Y para cada cambio de aceite debe hacerse limpieza del tanque.
  - d. La temperatura del aceite del sistema debe estar entre 35°C a 60°C y nunca debe superar los
- VI. Componentes Hidráulicos
  - a. Limpie las piezas Hidráulicas cada mes para evitar que la suciedad ingrese al sistema (no use detergente).
  - b. Verifique las tuberías hidráulicas cada mes, buscando deformaciones en cada tubo, si alguno presenta alguna anomalía este debe ser reemplazado. Cada dos meses deben verificarse las uniones de todos los accesorios deben apretarse. Para la realización de este trabajo el sistema debe apagarse por completo garantizando que no tenga ninguna presión.

La máquina dobladora hidráulica comprende: Un soporte, una mesa de trabajo (con ranuras intercambiables) y una placa de sujeción (con cuchilla intercambiable), la mesa de trabajo se coloca en el soporte, la base de la mesa de trabajo y la placa de presión se forman, y la base se conecta a la placa de sujeción. La base está compuesta por una cubierta de asiento y una placa cubierta. La carcasa cubre la parte superior. (Nanjing Harsle Machine tool. Ltd, 2019).



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



#### 4.4.2. Capacitación a los operarios

Uno de los puntos más importantes de este proyecto es la primera capacitación en mantenimiento y cuidado de las máquinas existentes en la empresa EL DIAMANTE dirigido a los operarios. Esta capacitación cuenta como mantenimiento preventivo y contó con 6 sesiones aprobadas y supervisadas por el director Rodulfo Reyes. Se creó una planilla especial con código memo INT 55286 – 2021 que corrobora la asistencia de los operarios a las charlas.



Figura 7: Equipo de trabajo, área de Máquinas, EL DIAMANTE. De izquierda a Derecha: Rodulfo Reyes Sánchez (director y fundador de la empresa), Rodrigo Andrés Reyes Chaparro (operario), Javier Lameda (operario), Salvador Mora (operario), Ever Cárdenas (operario), Yuli Andrea Pérez (Administradora de área), Daniel Dávila (facilitador de la capacitación) (Imagen por el Autor).



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



- Primera Sesión - Introducción al Mantenimiento: esta charla estuvo orientada en las bases teóricas del mantenimiento industrial. Se entregó un material de apoyo a cada operario que contenía definiciones y conceptos.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PROCESO MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EL OMBANTE		Página: 1	
TÍTULO DE LA CAPACITACIÓN		FECHA		LUGAR	
Introducción al Mantenimiento		12/10/2014		Taller de Mantenimiento	
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS)	DOCUMENTO	FIRMA		
1	Salvador Alvaró	9397350	[Signature]		
2	Andrés Andrés Pérez Montoya	1057576639	[Signature]		
3	Andrés Hernández	17327963	[Signature]		
4	Julia Andrea Pérez García	10093581354	[Signature]		
5	Diego V. Cordero	74051244	[Signature]		
6					
7					
8					
9					
10					
[Signature] CC 105757116		[Signature] 9521483			

Figura 8: Planilla de asistencia a actividades de capacitación, encuentro 1 (Imagen por el Autor).

- Segunda Sesión - Mantenimientos de rutina: Esta charla estuvo orientada en las actividades diarias que se deben hacer al comenzar y al finalizar las jornadas laborales.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PROCESO MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EL OMBANTE		Página: 1	
TÍTULO DE LA CAPACITACIÓN		FECHA		LUGAR	
Mantenimientos de rutina		12/10/2014		Taller de Mantenimiento	
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS)	DOCUMENTO	FIRMA		
1	Salvador Alvaró	9397350	[Signature]		
2	Andrés Andrés Pérez Montoya	1057576639	[Signature]		
3	Andrés Hernández	17327963	[Signature]		
4	Julia Andrea Pérez García	10093581354	[Signature]		
5	Diego V. Cordero	74051244	[Signature]		
6					
7					
8					
9					
10					
[Signature] CC 105757116		[Signature] 9521483			

Figura 9: Planilla de asistencia a actividades de capacitación, encuentro 2 (Imagen por el Autor).



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



- Tercera Sesión - Lubricación: Esta charla estuvo guiada por material otorgado en el diplomado que resalta la importancia de la lubricación en el mantenimiento.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PROCESO MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EL DIAGNÓSTICO		FORMA 1008 (14/08)	
COLOMBIA		PANEL DE ASISTENCIA ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN		Versión 1	
FECHA: Agosto 07 2020 - 2021		PÁGINA: 1			
TEMA DE LA CAPACITACIÓN: Lubricación					
PROFESOR: Diana Patricia Ospina					
LUGAR: Seminario, Bogotá, Colombia					
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS)	DOCUMENTO	FIRMA		
1	Salvador Alvar	257770	[Signature]		
2	Andrés Andrés Vera Chaparro	1007576639	[Signature]		
3	Juan Lozano	17324903	[Signature]		
4	Jully Andrea Vera Sarden	1002581354	[Signature]		
5	Eva Adriana Contreras	74081244	[Signature]		
[Signature]		[Signature]			

Figura 10: Planilla de asistencia a actividades de capacitación, encuentro 3 (Imagen por el Autor).

- Cuarta sesión - Mantenimiento de Dobladoras Electrohidráulicas: Esta fue la primera charla orientada específicamente a los activos de la empresa. En esta se impartió las recomendaciones de mantenimiento según el fabricante.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PROCESO MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EL DIAGNÓSTICO		FORMA 1008 (14/08)	
COLOMBIA		PANEL DE ASISTENCIA ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN		Versión 1	
FECHA: Agosto 07 2020 - 2021		PÁGINA: 1			
TEMA DE LA CAPACITACIÓN: Mantenimiento de Dobladoras de líneas electrohidráulicas					
PROFESOR: Diana Patricia Ospina					
LUGAR: Seminario, Bogotá, Colombia					
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS)	DOCUMENTO	FIRMA		
1	Jully Andrea Vera Sarden	1002581354	[Signature]		
2	Andrés Andrés Vera Chaparro	1007576639	[Signature]		
3	Juan Lozano	17324903	[Signature]		
4	Salvador Alvar	257770	[Signature]		
5	Eva Adriana Contreras	74081244	[Signature]		
[Signature]		[Signature]			

Figura 11: Planilla de asistencia a actividades de capacitación, encuentro 4 (Imagen por el Autor).



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



- Quinta Sesión - Mantenimiento de Cortadoras de lámina Eléctricas: En esta charla se cambió la metodología, se planteó el ejercicio de poner en práctica lo aprendido en las anteriores sesiones, se dividió a los operarios en dos equipos de trabajo y se hicieron tareas de inspección en la Máquina Cortadora de lámina Eléctrica. Dando como resultado una sesión interactiva, agradable y con buenos resultados.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA CELEBRAN		PROCESO MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EL DIAMANTE PANILLA ASISTENCIA ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN		Código: FOR-TI1-059 Versión: 2 Fecha: memo INT 55286 - 2021 Página: 1
TEMA DE LA CAPACITACION:		Mantenimiento de Cortadoras de Metal Eléctricas		
FACILITADOR		Silvia Daniel Cavila Praspita		
FECHA:		17 Nov 2022		
LUGAR:		Sogamoso, Boyacá, Colombia		
No.	NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS)	DOCUMENTO	FIRMA	
1	Salvador Mora	9397350		
2	Rodrigo Andres Beres Chaparro	1057576639		
3	Juan Zamudio	19324403		
4	Eduardo Cordones F	74081244		
5	Galv Andrea Perez Saidia	1057581754		
6				
7				
8				
9				
10				
 CC 1057597196 FIRMA DEL FACILITADOR		 9521483 FIRMA DEL DIRIGENTE ENCARGADO		

Figura 12: Planilla de asistencia a actividades de capacitación, encuentro 5 (Imagen por el Autor).

- Sexta Sesión - Mantenimientos Programados: En esta charla se enfatizó en la interpretación de los protocolos y cómo aplicar planes de mantenimiento programados, esto con el fin de garantizar que en el momento en el que se implemente el plan desarrollado en este proyecto, sean capaces de llevar a cabo las tareas especificadas.



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
 Universidad de Pamplona  
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
 www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA		PROCESO MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EL DIAMANTE		Código: PDR-TM-009	
PANELLA ASISTENCIA ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN				Versión: 2	
				Fecha: mayo 197 2022	
				Página: 1	
TEMA DE LA CAPACITACION: <i>Mantenimientos Programados.</i>					
FACILITADOR: <i>Steven Daniel Jávila Praga</i>					
FECHA: <i>14/07/2022</i>					
LUGAR: <i>Sogamoso, Boyacá, Colombia</i>					
No.	NOMBRES Y APELLIDOS (COMPLETOS)	DOCUMENTO	FIRMA		
1	<i>Andy Andrea Pérez Sardia</i>	<i>1057581954</i>	<i>[Signature]</i>		
2	<i>Pedro Andrés Raza Chaparro</i>	<i>1057676639</i>	<i>[Signature]</i>		
3	<i>Juan Lozano</i>	<i>19324403</i>	<i>[Signature]</i>		
4	<i>Salvador Mora</i>	<i>9322350</i>	<i>[Signature]</i>		
5	<i>Ever A. Cadenas</i>	<i>94051244</i>	<i>[Signature]</i>		
6					
7					
8					
9					
10					
Firma del Facilitador: <i>Steven Jávila</i> C.C. 7058597196			Firma del Dirigente Encargado: <i>[Signature]</i> 9521483		

Figura 13: Planilla de asistencia a actividades de capacitación, encuentro 6 (Imagen por el Autor).

#### 4.4.3. Protocolo de tareas de inspección

Gracias a todos los conocimientos Adquiridos en el transcurso del diplomado y a las bases teóricas mencionadas en el capítulo 1, he desarrollado una planilla que denominé “protocolo de tareas de inspección” la cual se puede aplicar en cualquier empresa, en cualquier activo o grupo de máquinas de la industria. Este protocolo permite recolectar toda la información del estado del equipo, y de esta manera en él se pueden identificar tanto el pasado y presente del equipo, con práctica y conocimientos adecuados, tratar estos datos también puede tratar de predecir las fallas antes de que ocurran. Esta planilla de tareas de inspección se aplicó a cada uno de los equipos de la empresa DOBLADORA Y CORATADORA EL DIAMANTE, y fue la base para generar el “Plan de mantenimiento estructurado”, el fin último de este trabajo de grado. Su correcta aplicación dejará un registro histórico que conforme aumente el tiempo, también resultará más útil y completo. **Se recomienda a la empresa Aplicar este protocolo de inspección mínimo 4 veces al año (frecuencia trimestral).**



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co

# PROTOCOLO DE TAREAS DE INSPECCIÓN

RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN				No de protocolo:	1	DOBLADORA Y CORTADORA EL DIAMANTE				
<i>Stiven Daniel Dávila Piragauta</i>										
Identificación del equipo: Marca, Modelo, No de serie	Puntos a Inspeccionar	Fecha de última inspección Responsable de la última inspección.	Histórico de Fallos y mantenimientos	MODELO DE PRODUCCIÓN (funcionamiento) - Continuo, fluctuante, intermitente	Recomendaciones de mantenimiento del fabricante (sí o no)	tiempo medio a fallo, modo de fallo, tiempo de reparación, nivel de afectación a la empresa	Costos del equipo, Costos de Mantenimiento	Observaciones y/o comentarios	Equipo funcional (sí o no), Inspección superada (apto o no apto)	Fecha de Próxima inspección
<b>Dobladora Electrohidráulica</b> marca: <b>Maquincol, Modelo 2000, sin No de serie</b>	Estructura, Sistema Hidráulico, Sistema Eléctrico	15 julio 2021 - Operarios de las máquinas (sin protocolo)	Requirió reparar la bomba hidráulica hace 3 años, requirió cambio del pasador (buje y tornillo) hace 2 años	Funcionamiento intermitente (4 horas al día)	Sí (adaptadas)	N.A	valor comercial: \$100,000,000; los mantenimientos requeridos rondaron: \$2,000,000 incluyendo repuestos y personal	la cortina (porta cuchilla) presenta un movimiento pendulante casi imperceptible cuando opera, el nivel de aceite está en 66%	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022
<b>Cortadora Eléctrica tipo cizalla, Marca: Franco Hermanos. No serie: 444 Modelo: FH 96/10</b>	Estructura, Sistema Eléctrico, Motor, Sistema Mecánico, sistemas de transmisión de fuerza (poleas, Engranajes)	15 julio 2021 - Operarios de las máquinas (sin protocolo)	Tornillería, empaques y correas, del sistema de transmisión: Julio 2021. Cada 6 meses aproximadamente falla el tornillo de la corona	Funcionamiento intermitente (6 horas al día)	no	6 meses, tornillo de la corona, se pierde media jornada laboral	valor comercial: \$65,000,000; los mantenimientos requeridos rondaron: \$1,500,000 incluyendo repuestos y personal	ninguna	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022

<b>Cortadora Manual tipo Guillotina, Marca: Maquincol. Sin No serie: Modelo: 1998</b>	Estructura, Funcionamiento	diciembre 2019 Operarios de las máquinas (sin protocolo)	N.A.	funcionamiento fluctuante ocasional	no	N.A	valor comercial: \$15,000,000;	ninguna	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022
<b>Dobladora Manual de 45° marca: Maquincol, Modelo 1998, sin No de serie</b>	Estructura, Funcionamiento	1/09/2021 (sin protocolo)	Requirió reparar con soldadura parte de la estructura que se rompió en septiembre de 2021	funcionamiento continuo	no	4 meses, Rotura de tornillo principal derecho. Se pierde media jornada laboral.	valor comercial: \$20,000,000; los mantenimientos requeridos rondaron: \$1,000,000 incluyendo repuestos y personal	ninguna	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022
<b>Dobladora Manual 90° marca: Maquincol, Modelo 1998, sin No de serie</b>	Estructura, Funcionamiento	1/09/2021 (sin protocolo)	Requirió cambiar tornillo del eje en julio de 2021, Requirió Cambiar la varilla de la pesa por rotura en el año 2016	funcionamiento continuo	no	N.A	valor comercial: \$20,000,000; los mantenimientos requeridos rondaron: \$800,000 incluyendo repuestos y personal	ninguna	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022
<b>Biseladora (Venadora) construida por Rodolfo reyes en 2021</b>	Estructura, Funcionamiento	N.A	N.A.	Funcionamiento fluctuante, ocasional	no	N.A	Valor estimado: \$18,000,000	sujeta a modificaciones estructurales	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022

<b>Roladora de Lamina manual construida por Rodolfo Reyes en 2006</b>	Estructura, Funcionamiento	15 julio 2021 - Operarios de las máquinas (sin protocolo)	Requirió soldadura para reparar estructura tubular en 2018	funcionamiento fluctuante ocasional	no	N.A	Valor estimado: \$15,000,000	sujeta a modificaciones estructurales	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022
<b>curvadora de perfiles y tubo construida por Rodolfo Reyes en 2018</b>	Estructura, Funcionamiento, Sistema de trasmisión de potencia, Sistema Eléctrico	15 julio 2021 - Operarios de las máquinas (sin protocolo)	N.A.	funcionamiento fluctuante ocasional	no	N.A	Valor estimado: \$30,000,000	Presenta una leve fuga de aceite, Requiere modificaciones estructurales para mejorar su operatividad	Funcional: Sí Inspección superada: Apto	2/02/2022

Tabla 1. Planilla *Protocolo de Tareas de Inspección*



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Capítulo 5. Resultados

### 5.1. Plan de Mantenimiento Estructurado

#### I. *Sobre las capacitaciones*

Cuando los operarios cuentan con los conocimientos adecuados sobre el correcto funcionamiento de los equipos que manejan, sobre el cuidado y el mantenimiento básico de las máquinas que tienen a cargo. La empresa puede confiar en que sus activos tendrán un trato adecuado y por ende mantendrán un óptimo estado utilitario.

- a. Se recomienda a la empresa impartir capacitaciones sobre el funcionamiento y mantenimiento de sus activos mínimo 2 veces por año. Próxima Capacitación en mantenimiento: junio de 2022.
- b. Es obligación de la empresa dictar dicha capacitación a los nuevos empleados, independientemente de su nivel educativo o experiencia laboral.

#### II. *Sobre el Mantenimiento Programado*

Es deber de los responsables del mantenimiento aplicar a cabalidad todas las tareas establecidas en este apartado. Con el fin de garantizar resultados positivos.

Los parámetros a tener en cuenta son, Tarea de Mantenimiento (qué se debe hacer y cómo se hace), Frecuencia de aplicación (cada cuanto tiempo se repite las tareas), si requiere o no Mantenimiento especializado (que solo puede ser realizado por un experto en el área), duración del Mantenimiento (tiempo en que tarda en realizarse la tarea), Máquina parada o en marcha. Asignación del responsable), tareas y recomendaciones según el fabricante. Asignación de responsables (quién realiza la tarea), si existen o no repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea, Fecha de intervención, costos de manutención (se incluyen: repuestos, costos de mano de obra, etc.).

Las tareas de mantenimiento se ordenan de la de menor frecuencia a la de mayor frecuencia de aplicación (exceptuando las tareas de Mantenimiento especializado, que en caso de que existan se sitúan al final).



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:

*Dobladora de Lámina Electrohidráulica MAQUINCOL*

Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
<b>Limpieza superficial</b>		no	diaria	5 minutos	Parada	N.A	Operario a Cargo	Todos los Días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
	<b>Limpieza de Piezas hidráulicas (no emplear detergente)</b>	no	mensual	1 hora	Parada	N.A		31/12/2021	\$ 10.000,00	\$ 120.000,00
	<b>Verifique las tuberías hidráulicas en busca de deformaciones en cada tubo, si alguno presenta alguna anomalía este debe ser reemplazado</b>	no	mensual	30 minutos	parada	N.A		31/12/2021	\$ 900,00	\$ 10.800,00
<b>Engrase de Piezas móviles</b>		no	semestral	1 hora	Parada	N.A		31/12/2021	\$ 20.000,00	\$ 40.000,00
<b>Cepillado de Cuchilla</b>		no	semestral	30 minutos	Parada	N.A		31/12/2021	\$ 5.000,00	\$ 10.000,00

	Cambio de Aceite hidráulico (siempre usar MOBIL DTE25.)	no	2000 horas de operación	1 hora	Parada	si		31/12/2021	\$ 175.000,00	\$ 116.000,00
Ajuste de la cortina		sí	Correctivo	N.A	Parada	no	Especialista	N.A	N.A	N.A
	calibrar la bancada(dejando espacio del calibre de la lámina entre la cuchilla y la figuradora)	sí	Correctivo	n.a	Parada	no	Especialista	N.A	N.A	N.A
									<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 374.800,00</b>

Tabla 2. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Dobladora de Lámina Electrohidráulica MAQUINCOL*

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:

*Cortadora de lámina Eléctrica Franco Hnos*

Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minutos	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Cambio de las correas del sistema de transmisión de poleas		no	semestral	4 horas	parada	si		31/12/2021	\$ 100.000,00	\$ 200.000,00
Cambio Tornillo de la corona (se recomienda no someter el equipo a sobre esfuerzo ya que esto reduce el tiempo entre fallo)		no	semestral	3 horas	parada	si		31/12/2021	\$ 50.000,00	\$ 100.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 20.000,00	\$ 40.000,00

Cepillado de Cuchilla		no	semestral	30 minutos	parada	N.A		31/12/2021	\$ 3.000,00	\$ 6.000,00
Cambio de retenedores		si	correctivo	N.A	parada	no	Especialista	N.A	N.A	N.A
Mantenimiento del Eje del sistema de transmisión central		si	correctivo	N.A	parada	no	Especialista	N.A	N.A	N.A
									<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 424.000,00</b>

Tabla 3. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Cortadora Eléctrica FRANCO HNOS*

Plan de mantenimiento estructurado										
Activo al que se le aplica:				Dobladora Manual 1 MAQUINCOL						
Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minutos	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Cambio de Tornillo Principal derecho		no	cada 4 meses	3 horas	parada	si		31/12/2021	\$ 55.000,00	\$ 165.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 20.000,00	\$ 40.000,00
Cepillado de ángulos, Bancada y cortina		no	semestral	30 minutos	parada	N.A		31/12/2021	\$ 5.000,00	\$ 10.000,00
									<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 293.000,00</b>

Tabla 4. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Dobladora Manual 1*

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:		<i>Dobladora Manual 2 MAQUINCOL</i>								
Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minutos	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 20.000,00	\$ 40.000,00
Cepillado de ángulos, Bancada y cortina		no	semestral	30 minutos	parada	N.A		31/12/2021	\$ 5.000,00	\$ 10.000,00
									TOTAL ANUAL	\$ 128.000,00

Tabla 5. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Dobladora Manual 2*

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:		<i>Roladora de lamina Rodolfo Reyes</i>								
Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minutos	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 20.000,00	\$ 40.000,00
Se recomienda hacer modificaciones a su estructura para mejorar su operatividad		si	correctivo	N.A	parada	si	Especialista	N.A	N.A	N.A
<b>TOTAL ANUAL</b>									<b>\$ 118.000,00</b>	

Tabla 6. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Roladora de lámina Rodolfo Reyes*

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:		<i>Curvadora de tubo Rodulfo Reyes</i>								
Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minutos	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Revisión del motor, Corrección de fuga de Aceite		si	correctivo	N.A	parada	no	Especialista	N.A	N.A	N.A
Se recomienda reforzar su estructura, y hacer algunas modificaciones de la distancia de ejes de los rodillos para mejorar su operatividad		si	correctivo	N.A	parada	si	Especialista	N.A	N.A	N.A
<b>TOTAL ANUAL</b>									<b>\$ 108.000,00</b>	

Tabla 7. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Curvadora de Tubo Rodulfo Reyes*

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:		Cortadora Manual MAQUINCOL								
Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minu	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Cepillado de Cuchilla		no	semestral	30 minutos	parada	N.A		31/12/2021	\$ 3.000,00	\$ 10.000,00
									<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 118.000,00</b>

Tabla 8. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Cortadora manual MAQUINCOL*

## Plan de mantenimiento estructurado

Activo al que se le aplica:		<i>Biseladora Rodulfo Reyes</i>								
Tarea de Mantenimiento	tareas y recomendaciones según el fabricante	Mantenimiento especializado (sí o no)	frecuencia de aplicación.	duración del Mantenimiento	Maquina parada o en marcha	repuestos y/o maquinaria para la realización de la tarea (sí - no)	Responsable(s)	Fecha de próxima intervención	Costos unitarios	Costos Anuales
Limpieza superficial		no	diaria	5 minutos	parada	N.A	Operario a cargo	Todos los días	\$ 300,00	\$ 78.000,00
Engrase de Piezas móviles		no	semestral	1 hora	parada	N.A		31/12/2021	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Se recomienda modificar su estructura, agrandando el timón, para reducir el esfuerzo físico y aumentar la productividad		sí	correctivo	N.A	parada	N.A	Especialista	N.A	N.A	N.A
									TOTAL ANUAL	\$ 108.000,00

Tabla 9. Plan de Mantenimiento Estructurado para *Biseladora Rodulfo Reyes*



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Conclusiones

Este proyecto de grado tuvo como objetivo principal el desarrollo de un plan de mantenimiento industrial adecuado a los activos de la empresa DOBLADORA Y CORTADORA EL DIAMANTE, cabe resaltar que los logros obtenidos son acertados y satisfactorios, al culminar todo el proceso la compañía acogió el plan de mantenimiento estructurado, instituyéndolo dentro de su gestión y será implementado a partir del 31 de diciembre de 2021, esto sin duda alguna es la mejor recompensa a todo el trabajo, esfuerzo y tiempo invertidos durante todo el semestre académico.

Con la creación de la Planilla de tareas de inspección se corrobora la correcta aplicación del aprendizaje obtenido en el Diplomado Mantenimiento Industrial, siendo esta una de las principales bases para poder planificar las labores preventivas y correctivas necesarias para cada uno de los equipos de la Empresa, sin ella los resultados obtenidos de seguro no serían los mismos, es una gran herramienta que además puede implementarse en cualquier industria. La aplicación de la Planilla está estipulada para cada 3 meses, así, dentro de la gestión de la empresa ya se tienen en cuenta las fechas de implementación, haciendo que los tiempos muertos se reduzcan significativamente. Otra ganancia de esta frecuencia de las tareas de inspección es que se mantienen los equipos puestos a punto, garantizando la detección temprana de anomalías que puedan traer como consecuencia fallas en los equipos y paros en la producción. Con estos datos se pueden programar acciones dentro del plan de mantenimiento estructurado, todo esto avala que la intervención sea adecuada y organizada.

Dentro del plan del mantenimiento estructurado se programaron tareas específicas de remplazo de repuestos con frecuencias de intervención adecuadas, que buscan minimizar las acciones correctivas, aplicando mantenimiento predictivo se evitan costos mayores por fallos críticos que pueden traer el no ejecutar estas tareas. De esta manera se reducen los impactos económicos dentro de la compañía consecuencia de daños imprevistos en los activos y se evitan fallos aún mayores. Además se venían perdiendo jornadas laborales por no tener una correcta planificación, tanto para evitar los fallos, como para hacer mantenimiento correctivo cuando se requería. De este modo se corrigen todos estos problemas que presentaba la compañía, y se verá reflejado en el aumento de la productividad con el paso del tiempo.

Las tareas rutinarias de mantenimiento diario, las capacitaciones al personal y los mantenimientos programados son los tres pilares que se proponen como fundamentales en este Trabajo de Grado, fueron consideraciones primordiales para poder lograr todos los objetivos planteados. La correcta implementación de este traerá consigo significativas ventajas de la empresa frente a sus competidores, y además, con el paso de los años, el mantenimiento será una tarea menos compleja ya que este está sujeto a los cambios que se presenten con cada inspección, y se espera que el mantenimiento rinda frutos positivos y que los equipos se mantengan en óptimas condiciones y se reduzcan en un gran porcentaje los mantenimientos correctivos y las fallas inesperadas, todo esto como consecuencia del adecuado cuidado producto de la ejecución del PLAN DE MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO



SC-CER96940



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## Bibliografía

---

- Aerorental. (s.f.). *Mantenimiento industrial*. Obtenido de <https://www.aerorental.com.co/mantenimiento-industrial-importancia/>
- Botero, C. V. (2010). Plan de mejoras de mantenimiento para una empresa del sector de materiales compuestos. *Trabajo de Grado*. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- Envira Ingenieros Asesores. (27 de 04 de 2021). *Eurofins*. Obtenido de Cómo crear un plna de mantenimiento preventivo: <https://envira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/>
- Gómez, M. A. (2008). Implementación de un plan de mantenimiento en una empresa del sector Manufacturero. *Proyecto de grado*. Medellín, Colombia: Escuela de ingeniería Universidad EAFIT.
- Instituto Tecnológico Metropolitano Medellin. (2005). *Mantenimiento de equipos biomedicos*. Obtenido de Protocolos de Mantenimiento: <https://biomedica.webcindario.com/protocolosdemtto.htm>
- Iribarren, L. S. (15 de Septiembre de 2010). Implementación de un plan de mantenimiento en planta de cogeneración. Pamplona, España: Escuela técnica superior de ingenieros.
- Nanjing Harsle Machine tool. Ltd. (04 de 01 de 2019). *Mantenimiento y uso de dobladoras*. Obtenido de <https://www.harsle.es/Mantenimiento-y-uso-de-dobladoras-id1018886.html>
- Nexusintegra. (2020). *Importancia del mantenimiento industrial en las fabricas inteligentes*. Obtenido de <https://nexusintegra.io/es/la-importancia-del-mantenimiento-industrial-en-las-fabricas-inteligentes/>
- Renove Tecnología S.L. (s.f.). *¿Qué es un Plan de mantenimiento?* Obtenido de información útil sobre el mantenimiento: <http://www.renovetec.com/irim/sobre-mantenimiento/planes-de-mantenimiento/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- Salazar, K. E. (2008). Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia E.S.E. Snatiago de Cali, Colombia: Universidad Autónoma de occidente.
- Serneguet, M. (Marzo de 2008). *10 pasos para crear un plan de mantenimiento preventivo*. Obtenido de <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



**ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE**  
*¡Seguimos avanzando!*



## Anexos



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## A. Anexo I: Carta Constancia de Desarrollo



Figura 14: Constancia del desarrollo del proyecto firmada por el director de EL DIAMANTE, Rodulfo Reyes Sánchez (Imagen por el Autor).



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*  
Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
www.unipamplona.edu.co



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE  
*¡Seguimos avanzando!*



## B. Anexo II: Entrega de Constancia



Figura 15: Rodulfo Reyes Sánchez haciendo entrega de la constancia dentro de las instalaciones del área de máquinas de la empresa (Imagen por el Autor).



SC-CER96940



*“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750  
[www.unipamplona.edu.co](http://www.unipamplona.edu.co)