



Reporte Final de Estadía

Néstor Jesús Cuacua Chacón

Plan maestro de mantenimiento

Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac - La Tinaja
Congregación Dos Caminos, C.P. 94910. Cuitláhuac, Veracruz
Tel. 01 (278) 73 2 20 50
www.utcv.edu.mx



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de
Ingeniería En Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa

Maquilados Hernández

Nombre del proyecto
Plan maestro de mantenimiento

Presenta
Néstor Jesús Cuacua Chacón

Cuitláhuac/Maltrata, Ver., a 9° de abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial
Ing. Jorge Alberto Hernández Hernández

Nombre del Asesor Académico
Ing. Víctor Iván Domínguez Vázquez

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno
Néstor Jesús Cuacua Chacón

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Estado del Arte	4
1.1.1 Partes principales del torno	7
1.1.2 Lubricación	9
1.2 Planteamiento del Problema	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general:	13
1.3.2 Objetivos específicos:	13
1.4 Definición de variables	14
1.5 Hipótesis	14
1.6 Justificación del Proyecto	15
1.7 Limitaciones y Alcances	15
1.7.1 Limitaciones:	15
1.7.2 Alcances:	15
1.8 La Empresa (Maquinados Hernández)	15
1.8.1 Misión:	16
1.8.2 Visión:	17
1.8.3 Objetivos de la empresa:	17
1.8.4 Organigrama	17
1.8.5 Ubicación	18
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	19
2.1 Mantenimiento	19
2.2 Generalidades sobre la gestión del mantenimiento	20
2.3 Tipos de mantenimiento	22
2.4 Factores importantes para el desarrollo de un plan maestro de mantenimiento preventivo	28
2.5 Importancia de la inspección en los equipos	29
2.6 Frecuencia de las inspecciones	29



2.7 Requisitos del sistema de información de mantenimiento preventivo.	31
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	33
3.1 Selección de la máquina para aplicar el plan maestro de mantenimiento	34
3.2 Datos técnicos del equipo.....	35
3.3 Motor Eléctrico.....	35
3.4 Controles y características del torno.....	37
3.5 Codificación de equipo	40
3.6 Determinar los componentes que más fallan.....	41
3.7 Diseñar un proceso administrativo para el mantenimiento.....	43
3.8 Bitácora del equipo.	44
3.9 Documentación para la correcta gestión del mantenimiento del equipo.	45
3.10 Asignar las distintas actividades de mantenimiento, de igual manera las recomendaciones y fechas establecidas para su ejecución.....	48
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	50
4.1 Resultados.....	50
4.2 Trabajos Futuros	52
4.3 Recomendaciones	53
ANEXOS	54
Bibliografía	59

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios, por darme la fuerza y paciencia para poder seguir cumpliendo con mis metas y mis sueños. A mis padres y hermanos que de alguna manera me apoyan y me dan ánimos para seguir adelante, a mis amigos, compañero y maestros que me apoyan a lo largo de mi carrera, así como a lo largo del desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

En la actualidad la mayoría de las empresas no tienen el conocimiento de la importancia que tiene el contar con los programas de mantenimiento o en contar con un área enfocada en ello, sin darse cuenta de que esta área contribuye en la buena gestión de una empresa.

En la mayoría de los casos se tiene al área de mantenimiento, como los generadores de costos sin retorno, debido a la falta de conocimiento acerca del tema. Sin darse cuenta de los beneficios que se pueden obtener al contar con una buena aplicación y administración de mantenimiento.

El mantenimiento debería tener la importancia que se merece al interior de las empresas ya que las pérdidas se generan cuando los equipos no tienen continuidad, eficiencia y productividad.

Por eso en la presente tesis se desarrolla la propuesta de un plan maestro de mantenimiento preventivo, con el objetivo de incrementar la confiabilidad de un torno de la empresa “Maquilados Hernández”, ya que es la herramienta de mayor importancia para la aplicación del servicio que brinda a sus clientes.

Creando estrategias, documentación y asignando actividades a los operarios para obtener un mejor uso y conservación de los equipos, reduciendo así los costos en su mantenimiento y eliminando tiempos muertos.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

No cabe duda que entre más pase el tiempo los avances tecnológicos van transformando el desarrollo del sector industrial. Estos avances se han dado en una mayor mecanización de los procesos productivos; con nuevas maquinarias y tecnologías de producción.

La necesidad de mantener una producción continua y eficiente en todo momento, ha desarrollado la importancia que se debe de tener acerca de la conservación y uso adecuado de los equipos dentro de las empresas, implantando así cada vez más los conceptos de mantenimiento industrial.

Dentro de la evolución del Mantenimiento, el Mantenimiento Preventivo es el que ha tenido la mayor importancia gracias a sus resultados en la mejora de los procesos de producción. El principal objetivo del mantenimiento preventivo es disminuir el número de fallas que presenta un sistema o equipo en un periodo determinado, con el fin de hacerlo más eficiente y aumentar su vida útil. Este tipo de mantenimiento busca disminuir la frecuencia de realización de actividades correctivas, que son las que causan mayores costos para las empresas.

Actualmente en la mayoría de empresas la función de mantenimiento ha dejado de ser concebida como una función de apoyo, y se ha tomado para ser considerada como una función estratégica, con metas enfocadas dentro de los propósitos generales de las compañías.

Aun con el desarrollo del mantenimiento industrial, hoy en día existen empresas que no cuentan con las técnicas, procedimientos, estudios y la capacitación adecuada que les permita desarrollar en sus plantas de producción, programas de mantenimiento preventivo que les ayude a mejorar los niveles de producción y mantener en condiciones los equipos, para brindar un mejor servicio y buena calidad en sus productos.

Es así como se llegó a la necesidad de contribuir con el desarrollo de una empresa que al no contar con un área enfocada al mantenimiento, requiere la creación de un plan maestro de mantenimiento a una máquina- herramienta de suma importancia para brindar sus servicios : Torno

A lo largo de este documento comprenderemos la importancia y el uso de un plan maestro de mantenimiento a un torno, notando las mejoras de tiempos, calidad y el ahorro de costos. Logrando una mejor confiabilidad de los equipos, una buena satisfacción de clientes, patrón y sobre todo de los operadores de indispensable herramienta.

1.1 Estado del Arte

El torno es una de las primeras máquinas inventadas remontándose su uso quizá al año 1000 y con certeza al 850 a. (ver ilustración 1.1) (piezas de torno, 2014).



Ilustración 1.1 Torno paralelo

El hombre antiguamente se dio cuenta que necesitaba una herramienta o máquina que le diera forma a los diferentes utensilios instrumentos y piezas ornamentales de madera y otros materiales que usaba, para esto inventó y desarrolló el proceso de torneado. Los tornos para madera ya se utilizaban en la edad media. Por lo general, estos tornos se impulsaban mediante un pedal que actuaba como palanca y, al ser accionado, movía un mecanismo que hacía girar el torno. (Zamora, 2012)

El torno es una de las máquinas-herramientas más antiguas e importantes que puede dar forma, taladrar, pulir y realizar otras operaciones; el torno más antiguo que se conoce funcionaba por medio del sistema “arco de violín”, el cual consiste en envolver una cuerda al eje porta herramienta, sujeto por sus extremos a un arco, que con el impulso de la mano del operario, hace girar la pieza en forma de vaivén.

En el siglo XIII se inventó el torno de pedal y pértiga flexible, que tenía la ventaja de ser accionado con el pie en vez de con las manos, con lo cual estas quedaban libres para manejar la herramienta.

En el siglo XV surgió una mejora, el sistema de transmisión por correa, que permitía usar el torno en rotación continua. (Inc., 2014) A finales del siglo XV, Leonardo da Vinci trazó en su Códice Atlántico el boceto de varios tornos que no pudieron ser construidos entonces por falta de medios pero que sirvieron de orientación para futuros desarrollos.

En el siglo XVI, los tornos ya se propulsaban de forma continua mediante manivelas o energía hidráulica, y estaban dotados de un soporte para la herramienta de corte que permitía un torneado más preciso de la pieza. Al comenzar la Revolución Industrial en Inglaterra, durante el siglo XVII, se desarrollaron tornos capaces de dar forma a una pieza metálica. (herramientas, 2014) Hacia 1480 el pedal fue combinado con un vástago y una biela. Con la aplicación de este mecanismo nació el torno de accionamiento continuo, lo que implicaba el uso de biela- manivela, que debía ser combinada con un volante de inercia para superar los puntos muertos.

Se inició el mecanizado de metales no férreos, como latón, cobre y bronce y, con la introducción de algunas mejoras, este torno se siguió utilizando durante varios siglos. (cartagena, 2007), tales como la rueda, los soportes del eje principal, contrapunto, apoyo de herramientas y hacia el año 1586 el mandril (una pieza metálica, cilíndrica, en donde se fija el objeto a tornear)

Tornos mecánicos

Torno: Se le da el nombre de torno, a una serie de máquinas herramientas, que partiendo de un origen común, han evolucionado con el tiempo según las necesidades de producción, precisión y avances tecnológicos.

1.1.1 Partes principales del torno

A continuación se presentan las partes de un torno. (Ver ilustración 1.2)



Ilustración 1.2 Partes importantes del torno.

Bancada: Es la base del torno. Es pesada y fundida en una sola pieza, es la espina dorsal del torno ya que sostiene o soporta todas las demás partes. Sobre la parte superior de la bancada están las guías. (Ver ilustración 3.5) (Ver tabla 3.5)

Cabezal fijo: Normalmente está formado por una caja de fundición, que va atornillado sobre el extremo izquierdo de la bancada. Este cabezal contiene el eje principal y los engranajes de reducción, por medio de los cuales se ajustan las velocidades y de la fuerza desarrollada por el motor se imprime el movimiento de rotación de la pieza.

Por otra parte, el eje principal es hueco y va apoyado en cojinetes de bronce, luego el eje tiene un extremo de trabajo que sobre sale del cabezal fijo y se denomina

husillo, el cual es roscado exteriormente para acoplar los platos de sujeción. (Ver ilustración 3.3) (Ver tabla 3.3)

Cabezal móvil o contrapunto: Se encuentra en el extremo derecho y opuesto al cabezal fijo, sobre las guías de la bancada del torno, pudiéndose deslizar en toda su longitud. (Ver la ilustración 1.3)

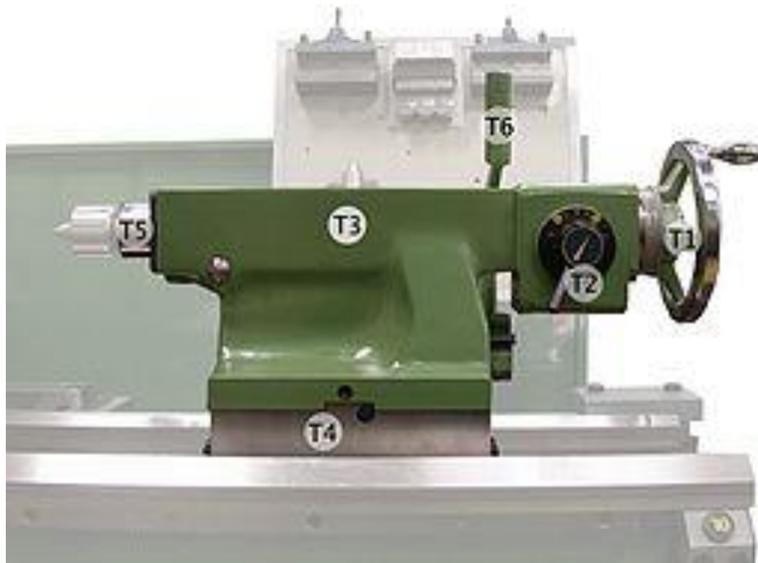


Ilustración 1.2 Contra punto del torno

Carro: En un torno convencional, está formado por cuatro carros, los cuales ejecutan diferentes funciones. (Ver ilustración 1.4)

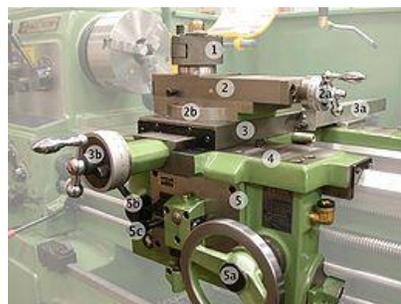


Ilustración 1.3 Carro convencional

Carro portátil: En él se coloca la herramienta de corte y le comunica los movimientos de avance y profundidad de pasada. (Ver ilustración 3.2) y (tabla 3.2)

Carro principal: Se desliza sobre las guías de la bancada y lleva en su parte delantera los mecanismos para producir los movimientos de avance y profundidad de pasada en forma manual como en automático.

Carro transversal: Se desliza sobre las guías del carro principal, el cual es movido manual o en forma automática.

Carro superior orientable: Está formado por tres piezas principales, la base, el charrión y el portaherramientas. La base está sobre una plataforma giratoria que puede orientarse en cualquier posición.

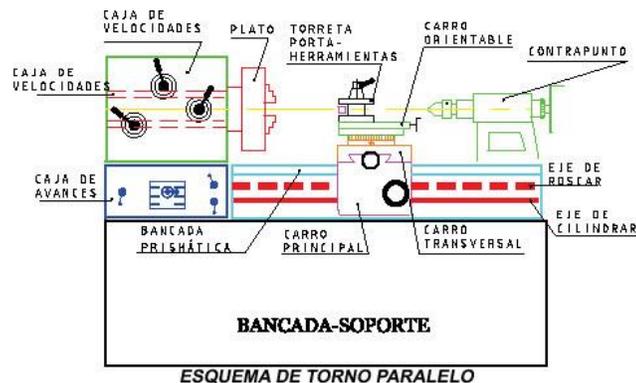


Ilustración 1.4 Diagrama de partes de un torno paralelo

1.1.2 Lubricación

Los distintos tipos de aceites lubricantes que actualmente se usan en la industria para lubricar maquinaria y herramientas son en su gran mayoría de origen mineral y

son extraídos del petróleo, pero existen otros tipos de aceites lubricantes como animal y vegetal, los cuales tiene un poder de lubricación mayor, sin embargo éstos últimos tienen muy poca estabilidad, se oxidan muy rápido y se descomponen fácilmente produciendo sustancias ácidas que atacan las superficies metálicas de tus herramientas y máquinas. Es por esta razón que en la lubricación de equipo de trabajo profesional se emplean, preferentemente, aceites minerales.

Constantemente se están realizando cambios y mejoras en la industria de lubricantes, cambiando los productos a medida que los requerimientos de los nuevos tipos de herramientas y maquinarias cambian. (Ferrepac, 2016)

En el trabajo de maquinado de metales, especialmente donde intervienen tornos automáticos, fresadoras, máquinas roscadoras, etc., el frotamiento y el corte de los metales originan elevadas temperaturas que es necesario evitar a fin de facilitar la operación.

Esto se consigue con el empleo de líquidos lubricantes especiales para el maquinado; estos líquidos se proyectan o aplican a la herramienta y al material en el punto de contacto durante la operación.

Los líquidos lubricantes facilitan el trabajo en distintas formas: en primer término, mantienen la herramienta y la pieza a una temperatura moderada, lo que reduce el desgaste de la herramienta. Además, al evitar una dilatación excesiva, simplifican la tarea del terminado de la pieza con la medida exacta prevista. En segundo término, los lubricantes especiales para maquinado reducen el consumo de energía debido a sus propiedades lubricantes. En tercer lugar, impiden que la viruta de desalajo se

suelde a la herramienta, cosa que puede ocurrir cuando se maquinan aceros tenaces. Tienen además estos lubricantes. La propiedad de mejorar la terminación de las superficies, arrastrar las virutas y proteger contra la corrosión.

Antes de la aparición de estos productos en el mercado, era común en los talleres de maquinado de metales el empleo de agua jabonosa con pequeños agregados de querosén también soluciones acuosas de carbonato de sodio preparadas sin ningún contralor; pero estas soluciones no tienen un efecto lubricante apreciable y actúan virtualmente tan solo por medio de enfriamiento.

Los aceites para maquinado se clasifican en dos grupos principales que comprenden: Aceites emulsionables y aceites puros.

Los primeros forman emulsiones con el agua y son aplicados en esta forma. Los aceites son compuestos de aceites minerales combinados con aceites de origen animal. Las propiedades que debe tener el aceite para maquinado de metales dependen de las operaciones a que se destina en particular. Pese a estas consideraciones de orden técnico, las mismas pueden ser modificadas en el campo de la práctica de acuerdo al tipo de metal que se trabaja y la clase de operación que se efectúa.

La preparación de estos compuestos para el maquinado de metales, es una base promisoro para la iniciación de una industria que bien estudiada y perfeccionada con acertado criterio práctico, puede ser fuente de recursos para el futuro de los jóvenes emprendedores.

Veamos algunas fórmulas de lubricantes del tipo que nos ocupa, comenzando por los más simples, pero de reconocida eficacia.

Fórmula

Vaselina líquida liviana. . . 290cc

Agua pura. 205cc

Aceite rojo..... . . . 90cc

Soda cáustica..... 10 gramos

La preparación se hace en dos partes: primero se disuelve la soda cáustica en el agua; aparte se mezcla el aceite rojo con la vaselina líquida, agitando bien, y después se incorpora la primera disolución agitando prolijamente el preparado, que debe presentar un aspecto lechoso, quedando listo para envasar.

Compuesto de aceite para cortar: Se trata de una mezcla de aceite mineral liviano, con un 15 a 30 % de aceite de grasa de cerdo. Esta variación en el porcentaje de grasa de cerdo depende de las operaciones de maquinado a que se destine y de las velocidades desarrolladas en las mismas. (Industriales, 2002) Es conveniente que el aceite de grasa de cerdo no contenga más del 5% de ácidos grasos libres, pues en las temperaturas desarrolladas durante el corte y la fricción, estos ácidos suelen atacar el metal.

1.2 Planteamiento del Problema

La empresa no cuenta con un mantenimiento preventivo para los equipos de vital importancia (torno), lo que origina la baja confiabilidad de la máquina, y en caso de averías tiempos muertos y altos costos en su mantenimiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Diseñar un plan maestro de mantenimiento preventivo aplicado a un a un torno Romi, para la optimización de los procesos industriales.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Elaborar el diagnóstico del torno mediante una revisión minuciosa que incluya sus características, capacidades y condiciones físicas; con el fin de establecer claramente el estado físico real del equipo.
- Analizar, en términos de costos y eficiencia, las actividades de mantenimiento que se han desarrollado con el equipo, para lograr determinar la necesidad de una mejor ejecución de tales actividades.
- Organizar actividades específicas de mantenimiento preventivo para el torno, de tal manera que se puedan reducir los sobrecostos y se mantenga un mejor desempeño de este equipo durante los procesos de producción.
- Indicar los requisitos que ha de necesitar el Plan Maestro para su ejecución, como la capacitación de los trabajadores, la organización de un Departamento de Mantenimiento y la auditoria y el compromiso de la Gerencia con el Mantenimiento

- Establecer índices de gestión de mantenimiento como Tiempo Medio Entre Fallas y Tiempo Medio Para las Fallas; con el fin de tener la forma de medir la eficacia del Plan de Mantenimiento Preventivo y poder retroalimentar y mejorar los procesos de ejecución.

1.4 Definición de variables

Las variables a considerar para la Elaboración del plan maestro de mantenimiento son las siguientes

- Voltaje de 220 volts
- Material de la pieza
- Estabilidad y condiciones de mecanismos

1.5 Hipótesis

Con la implementación del plan maestro de mantenimiento se podrá aumentar la capacidad de producción, y evitar que existan paros inesperados y retraso por personal, aumentara el volumen de producción por turno, esto permitirá reducir el tiempo de jornada laboral de por lo menos 3 horas por turno y ahorrar en tiempos extras del personal, la empresa se estará ahorrando horas por turno, que reflejado en una semana se ahorran 18 horas y por mes 64 horas que a su vez multiplicado por la hora laboral de los empleados que en promedio es 24 peso, da a un total de \$ 1,536 pesos de ahorro por mes.

1.6 Justificación del Proyecto

Debido a las observaciones dentro de la empresa y a al no contar con un plan maestro de mantenimiento, ni de un departamento enfocado al mantenimiento de sus equipos, se decidió realizar un plan maestro de mantenimiento preventivo para un torno, ya que es la principal herramienta de utilización para brindar sus servicios, y tienden a tener un mayor desgaste; lo que en caso de averías genera tiempos muertos y en ocasiones paros totales.

1.7 Limitaciones y Alcances

1.7.1 Limitaciones:

- Mala empatía por obreros dentro de la empresa, al realizar entrevistas o investigaciones de campo, los trabajadores tengan una mala respuesta.
- Accidentes dentro de la empresa, sufrir algún percance que evite, el seguimiento las actividades a realizar.

1.7.2 Alcances:

- Proponer el modelo de plan maestro de mantenimiento a la empresa para implementar y aumentar la disponibilidad de los equipos, el cual permita disminuir el alto costo de mantenimiento correctivo, así como los paros y tiempos muertos.

1.8 La Empresa (Maquinados Hernández)

Maquilados Hernández fue fundada en el año de 2000, y desde entonces se ha convertido en una empresa dedicada a las actividades que cubre las áreas de Ingeniería Industrial; Diseño y Fabricación de equipos, Montajes Industriales, Limpiezas, Aplicación de Pinturas industriales.

Para el cumplimiento y desarrollo de estas actividades, la empresa cuenta a la fecha con un grupo de treinta (30) personas de las cuales dos (2) son ingenieros industriales, quienes perfectamente equipados y dotados para el desarrollo de sus labores de Ingeniería y ejecución física de trabajos, están en la capacidad de prestar a los clientes los servicios que éstos requieran.

En la planta de producción ubicada en la ciudad de Córdoba colonia paraíso , la empresa cuenta con una variedad de Maquinas, Herramientas y Equipos entre los que se encuentran Tornos, Fresadoras, Taladros Radiales, Cizallas, Dobladoras Manuales e Hidráulicas, Perfiladoras, Cortadoras, Prensas, Maquinas de soldadura, Eléctrica y un Puente Grúa. Con esta variedad de equipos y con la experiencia de todos sus trabajadores, Maquilados Hernández ha podido cumplir con las expectativas de sus clientes y ofrecer productos de excelente calidad prestando servicios oportunos.

1.8.1 Misión:

Proveer a toda la industria en general de productos y servicios de excelente calidad, desarrollando una logística efectiva con personal altamente calificado que permita la satisfacción de nuestros clientes.

1.8.2 Visión:

Ser reconocida en la industria como una empresa líder apoyados en un equipo humano competente y una alta tecnología que aseguren los procesos de fabricación y distribución de sus productos y ser considerados por las industrias a las cuales ofrecemos y damos servicio, como la mejor opción dentro de las empresas de nuestro ramo.

1.8.3 Objetivos de la empresa:

Ser una empresa comprometida en satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes de la industria en general, desarrollando métodos de trabajos que contribuyan a mejorar continuamente cada uno de los Procesos, con personal competente e infraestructura adecuada

La Especialidad de la empresa, sin limitarse a ellas son:

- Diseño, Prefabricación y Montaje de Estructuras Metálicas (escaleras, puentes, plataformas.)
- Prefabricación y montaje de líneas completas de accesorios sanitarios en acero inoxidable de diferentes tipos.
- Fabricación y Montajes de partes de Equipos Industrial.

1.8.4 Organigrama

La empresa cuenta con 1 director general y dos supervisores del área el demás personal son trabajadores oficiales. (Ver ilustración 1.6)



Ilustración 1.5 Organigrama de la empresa

1.8.5 Ubicación

Colonia paraíso, calle 25, ave 10, número 4102, Córdoba Veracruz C.P. 94650. (Ver ilustración 1.7)

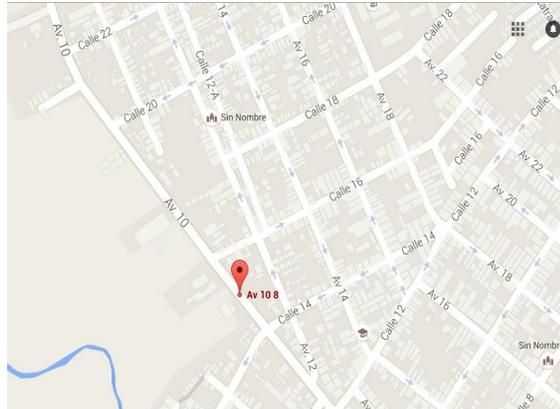


Ilustración 1.6 Ubicación de la empresa

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

El mantenimiento empieza a adquirir importancia a partir de los años 30 cuando Henry Ford implemento en su empresa un área destinada a las actividades de reparación de los equipos pertenecientes a su sistema de producción.

Con el paso de los años, los empresarios se están interesando en la importancia que tiene el correcto funcionamiento de los equipos que participan en los sistemas de producción con respecto a las ganancias de sus organizaciones.

Por tal motivo se ha buscado la manera de invertir parte de los recursos de las empresas para mejorar su área de mantenimiento, con planificación de actividades de prevención y detección de fallas que permitan garantizar la operación optima de producción facilitando, el éxito del sistema de gestión y evitar pérdidas en materias primas y paradas de producción. (manual de procedimientos para talleres de mecanizados)

2.1 Mantenimiento.

(GUTIERREZ). En términos generales se designa al conjunto de actividades que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o a las que venían desplegando hasta el momento que se dañó.

Los principales objetivos del mantenimiento son:

- Garantizar el funcionamiento regular de las instalaciones o servicios.
- Evitar el desgaste prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones.
- Prolongar la vida útil de los bienes.
- Reducir costos.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad para las personas

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar de forma continua la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio para la empresa mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras.

2.2 Generalidades sobre la gestión del mantenimiento.

Desde el momento en que la industria oriental, comenzó a participar en el mercado occidental, el consumidor empieza a ser considerado lo más importante, debido a la exigencia continua de calidad en los productos servicios; misma exigencia que se vuelve el punto de partida para la evolución del aspecto industrial, que desde entonces se tiene como primordial a la hora de responder oportunamente a los clientes con productos y servicios de calidad.

Es así como el mantenimiento industrial se convierte en una importante herramienta útil de las empresas para reducir el tiempo de paro de las máquinas y garantizar que

los productos y servicios que los productos satisfagan los criterios establecidos por el control de calidad y estándares establecidos.

Actualmente los sistemas de gestión de calidad requieren para su diseño la gestión de un Plan Maestro de Mantenimiento. La evolución que ha tenido la gestión de mantenimiento se puede dividir en tres grandes generaciones, en donde alcanzar una etapa más avanzada significa la complementación de las metodologías surgidas no precisamente el abandono de las mismas:

- **Primera generación:** Mantenimiento correctivo total, cubre el periodo hasta la segunda guerra mundial. Con el inicio de la mecanización de las industrias, surge la necesidad de las primeras reparaciones, siendo ejecutadas por el mismo personal de operación. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado, esto hacia que fuera fiable y fácil de reparar. Se empezaron a crear programas mínimos de producción y en consecuencia se formaron equipos de trabajo que pudieran reparar en el menor tiempo posible las fallas de las máquinas. A este periodo se le conoce como el periodo de las reparaciones y en el cual el mantenimiento era un trabajo subordinado al de producción.
- **Segunda generación:** Durante la segunda guerra mundial las cosas cambiaron drásticamente; los tiempos de la guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase, mientras que la mano de obra industrial bajo de forma considerable. Esto llevo a la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido máquinas de todo tipo y más complejas. La industria comenzó a depender de ellas. Empezó entonces la preocupación no solo de reparar fallas si no de evitarlas. Se trabajaba y se consideraba conjuntamente los trabajos de mantenimiento

correctivo y preventivo, conformándose en una estructura tan importante como la de producción.

- **Tercera generación:** Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en la industria ha cobrado incluso velocidades más altas. Los cambios pueden clasificarse bajo los títulos de nuevas expectativas, nueva investigación y nuevas técnicas. El desarrollo de la industria genera conceptos y técnicas de mantenimiento que buscan planificar y controlar el mantenimiento preventivo mediante el análisis de causas y efectos de las fallas. Se desarrollan además criterios de predicción de fallas con el fin de optimizar el desempeño de las actividades de mantenimiento.

2.3 Tipos de mantenimiento.

Se pueden clasificar diferentes formas de gestionar las actividades de un departamento de mantenimiento independientemente del tipo industrial de siguiente manera:

Mantenimiento correctivo:

Tipo de mantenimiento que hace referencia a esperar a que se presenten las fallas para poder corregirlas, con este mantenimiento no se tiene política clara que permita controlar el periodo de vida útil de los equipos que posee la empresa y así poder conservar su capital. Es impredecible en cuanto a sus gastos y al tiempo que tomara realizarlo. Con este mantenimiento correctivo los diferentes paros continuos que se generan impiden el cumplimiento de las operaciones, requiriendo un mayor número personal disponible para las operaciones; cuando estas se incrementan, los costos de las reparaciones aumentan debido al aumento de los daños, la calidad de las

reparaciones es baja ya que en al poner a funcionar el equipo de inmediato se ponen en marcha practicas inadecuadas.

Su principal objetivo es el de poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el mínimo costo que permita la situación (Madrid, 2014)Tiempos muertos por fallas repentinas

Una falla pequeña que no se prevenga puede con el tiempo hace fallar otras partes del mismo equipo, generando una reparación mayor.

Si la falla converge con una situación en la que no se pueda detener la producción, se incurre en un trabajo en condiciones inseguras.

La afectación de la calidad es evidente debido al desgaste progresivo de los equipos.

Mantenimiento preventivo:

Este mantenimiento es realizado de manera sistemática, a fin de conservar un equipo en condiciones de operación adecuadas, ubicando las fallas defectos y realizando las intervenciones o cambio de componentes o piezas según intervalos predeterminados en eventos regulares como: horas de servicio, número de piezas producidas, kilómetros recorridos, etc.

Este tipo de mantenimiento si es predecible con respeto a los costos que implicara así como también al tiempo que demandara. Casi todos los tipos de mantenimiento preventivo desarrollados de una forma técnica, suponen una programación, en la cual se incluyen rutinas de inspección, conservación y limpieza, determinación de la frecuencia con las que se realizan las inspecciones y el tiempo de ejecución, el procedimiento para estas rutinas, además de presentar un control de costos y la optimización de los recursos utilizados en la ejecución del mantenimiento.

Existen varios tipos de mantenimiento preventivo:

Mantenimiento periódico: Este mantenimiento se efectúa luego de un intervalo de tiempo que ronda los 6 y 12 meses. Consiste en efectuar grandes paradas en las que se realizan reparaciones totales.

Mantenimiento programado (intervalos fijos): este mantenimiento consiste en operaciones programadas con determinada frecuencia para efectuar cambios en los equipos o máquinas de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes o a los estándares establecidos por ingeniería.

Mantenimiento de mejora: Es el mantenimiento que se hace con el propósito de implementar mejoras en los procesos. Este mantenimiento no tiene una frecuencia establecida, es producto de un trabajo de rediseño que busca optimizar el proceso.

Mantenimiento Rutinario: Es un mantenimiento basado en rutinas, usualmente sugeridas por los manuales, por la experiencia de los operadores y del personal de

mantenimiento. Además es un mantenimiento que tiene en cuenta el contexto operacional del equipo.

Mantenimiento Autónomo: Es el mantenimiento que puede ser llevado a cabo por el operador del proceso, este consiste en actividades sencillas que no son especializadas. Este es un pilar de la filosofía TPM.

Mantenimiento predictivo: Este tipo de mantenimiento es un mantenimiento programado y planificado con base al muestreo , registro y análisis de variables que terminan el estado de la máquina y que se monitorean para” predecir” la falla; esas variables pueden ser temperatura, presión ,vibración ,velocidad ,etc. El mantenimiento predictivo es una etapa avanzada de mantenimiento preventivo el cual reduce la incertidumbre acerca del tiempo en el que un equipo fallara; este tipo de mantenimiento es costoso debido a la utilización de equipos especializados. El mantenimiento predictivo permite eliminar un gran porcentaje de la generación de fallas e imprevistos, ahorros en la mano de obra, repuestos y tiempos de reparación así como la disminución de los costos de mantenimiento. El objetivo del mantenimiento predictivo consiste en anticiparse a la ocurrencia de fallas, las técnicas de mantenimiento predictivo más comunes son:

- Análisis de temperatura: Termografías
- Análisis de vibraciones: Mediciones de amplitud, velocidad y aceleración
- Análisis de lubricantes
- Análisis de espesores: Mediante ultrasonido

Mantenimiento productivo total (TPM): El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización con relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El TPM es un enfoque innovador para el mantenimiento que optimiza la utilización del equipo, elimina las averías y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios, logrando así sistemas modelos de control de calidad que abarcan toda la organización, mayor efectividad del equipo, y entrenamiento de los trabajadores para participar en las responsabilidades de inspección de rutina, limpieza, conservaciones ajustes, mantenimiento y reparaciones menores con el personal de mantenimiento.

Su principal objetivo del TPM, es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas; cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos a consecuencia de un mal estado del equipo y evitar pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva.

Mantenimiento de calidad.

Mantenimiento de Calidad es conocido en Japón con el nombre Hinshitsu Hozen. La palabra Hinshitsu Kanri es muy conocida en la industria japonesa ya que significa "Control de Calidad.

Mantenimiento de Calidad es:

Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad

Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.

Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.

Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

Antes de los años 80's, el sector de mantenimiento no prestaba a la calidad la oportuna atención sistemática que le prestaban a las organizaciones manufactureras. A partir de esta década, el interés en la calidad comenzó a surgir

en sector de mantenimiento. Este interés se expandió en los años 90's; la calidad tiene que abarcar todas las áreas de la organización y no solamente la que tienen el contacto directo con el cliente. Con la incorporación de la norma ISO 9000 de calidad para el mantenimiento son fundamentales para el manejo de la empresa.

2.4 Factores importantes para el desarrollo de un plan maestro de mantenimiento preventivo.

Las estrategias empleadas en mantenimiento son las enfocadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos como reducir los costos de mantenimiento, dentro de un marco de seguridad y conservación del medio ambiente.

Elegir el tipo de mantenimiento que empleara en una empresa, depende de las condiciones internas en las que se encuentre, la clase de productos que elabore o servicios que realice, del tipo de maquinaria que ocupe, su estructura física, el personal disponible, y el alcance que pretenda lograr.

El plan maestro es un programa de tareas y procesos de manutención programado, organizado y estructurado sobre la base unidades técnicas especificando a detalle fechas y los tipos de actividades que se deben realizar a una serie de instalaciones, maquinaria y equipos de una empresa u organización. Este plan de mantenimiento debe tener en cuenta varios factores de vital importancia para la empresa, en el momento que se presenten fallas en los equipos, estos factores son:

- **Factores operacionales:** la falla que ocasiona retrasos en la producción, o en la prestación de un servicio; ocasionando la disminución de productividad.
- **Factores de seguridad:** Cuando la falla afecta la integridad del personal.
- **Factores de costos:** se dan en conjunto con las fallas, ya que implica costos la reparación de los equipos, y en ocasiones genera gastos innecesarios y elevados.
- **Factores ambientales:** donde el daño es causado al medio ambiente, por problemas de ruido, olores molestos, contaminación de aire, etc., afectando de igual manera al personal.

2.5 Importancia de la inspección en los equipos.

La inspección, se da con el fin de evitar que se presente fallas en los equipos, se recomienda definir las actividades de inspección, limpieza y de mantenimiento a realizar en cada uno de los equipos teniendo en cuenta la frecuencia de estas; es una acción que en algunas empresas no es considerada para llevarse a cabo; se debe ejecutar a los equipos, maquinarias, e instalaciones para descubrir situaciones que puedan originar fallas y el desgaste de los equipos.

2.6 Frecuencia de las inspecciones

La frecuencia de las inspecciones se dará de acuerdo con la importancia de los costos de un mantenimiento preventivo; por lo que la inspección excesiva también puede ser un gasto innecesario, necesitando un equilibrio en la programación de inspecciones. Para esto se tendrán que tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Las actividades que realiza el equipo.
 - La edad del equipo.
 - Ambiente a los que son sometidos.
 - El tipo de equipo.
 - Inspección y funciones del servicio de mantenimiento preventivo.
- **Inspección de rutina:** Se procederá a identificar riesgos evidentes: provocados por actos vandálicos, roturas, falta de protectores (tapones), objetos extraños que se encuentren en la zona de juego (cristales piedras diversos objetos, etc.), o provocados por las condiciones climáticas. El intervalo de tiempo, tanto para cuidado como para mantenimiento requerido, será de una periodicidad no superior a 14 días.
 - **Inspección funcional:** Inspección más detallada que una inspección visual de rutina, que pretende verificar el funcionamiento y la estabilidad del equipo. Se prestara mayor atención a los elementos sellados de por vida. El intervalo de tiempo tanto para cuidado como para mantenimiento requerido será de una periodicidad entre 1 a 3 meses.
 - **Inspección anual principal:** La inspección anual principal se realizara al menos una vez al año y se revisara el nivel global de seguridad de los equipos, cimientos y superficies. Por otro lado habrá que tener en cuenta las posibles variaciones del nivel de seguridad de los equipos que han sido objeto de reparaciones o de los elementos reparados o sustituidos.

- **Inspecciones periódicas:** Cubre el trabajo a intervalos prescritos sobre el equipo que está funcionando o que ha sido detenido, incluye inspecciones visuales, reparaciones, reemplazos programados de partes etc.
- **Trabajo contingente:** Incluye trabajo a intervalos definidos cuando el equipo no está funcionando por otras razones. Cuanto más trabajo de Mantenimiento Preventivo pueda incluirse en esta categoría de contingencia, será menos costoso.

2.7 Requisitos del sistema de información de mantenimiento preventivo.

Un Programa de mantenimiento preventivo, debe recolectar y procesar datos precisos para satisfacer necesidades que permitan alcanzar los objetivos básicos de la gestión de mantenimiento, los cuales son: el aumento de la eficacia y la disminución de costos.

Para aumentar la eficacia se necesita controlar los tiempos del mantenimiento programado, el tiempo y número de averías, el tiempo medio entre fallas, paradas de producción debido al remplazo de partes, etc. Mientras que para la reducción de costos necesita controlar los costos en repuestos utilizados, costos en mano de obra propia o de servicios externos y costo del stock de repuesto.

Los dos niveles de información en el mantenimiento.

La información que se necesita gestionar en el proceso de mantenimiento se divide en dos niveles:

- La información para la dirección.
- Costos de mantenimiento.
- Objetivos y seguimiento presupuesto.
- Resultados económicos.

La información para las operaciones, para cuya gestión diaria se debe poseer información de:

Ordenes de trabajo (conocimiento de los parámetros fundamentales de la ejecución de los trabajos).

Diagrama de Ishikawa.

Es una herramienta que representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. Es denominado Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado por ser parecido con el esqueleto de un pescado.

- Debemos dibujar un diagrama en blanco.
- Escribir de una manera breve y clara el problema a analizar.
- Identificar y escribir las categorías que consideremos apropiadas para nuestro problema.

- Realizar una tormenta de ideas con el fin de proponer tantas causas principales como sea posible, esto con el fin de no omitir alguna, y que pueda ser pasada por alto.
- Una vez que hemos identificado las causas principales procedemos a preguntarnos, ¿Por qué ha surgido determinada causa principal? Esto con el fin de identificar cuáles han sido las causas secundarias (sub causas) que han provocado a las causas principales.
- Ya que hemos identificado tanto las causas principales como las causas secundarias procedemos a realizar un análisis detallado de cada una de ellas, para seleccionar aquellas causas que estamos en posibilidad de corregir de una manera inmediata.
- Se utiliza para clarificar las causas de un problema. Clasifica las diversas causas que se piensa que afectan los resultados del trabajo, señalando con flechas la relación causa – efecto entre ellas.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Una vez dentro de la empresa “Maquinados Hernández”, se dio a la tarea de diseñar un plan maestro de mantenimiento para una de las principales máquinas-herramientas: un torno, que se utiliza para brindar los servicios de la organización.

Para la planificación e implementación del plan maestro de mantenimiento se determinaron indicadores de seguimiento, así como el impacto de los mismos.

3.1 Selección de la máquina para aplicar el plan maestro de mantenimiento

Al interior de la empresa “Maquinados Hernández”, se dio a la tarea de buscar las causas por las cuales el torno ha tenido demasiadas fallas, mediante entrevista a los obreros e investigaciones de campo; se analizaron las averías y así mismo las causas por las cuales han surgido en el equipo. (manual de procedimiento para operacion de torno, 2016)

Recurrimos a utilizar la herramienta Espina Ishikawa o también llamado de causa y efecto para identificar las deficiencias y las actividades que se deben realizar para su correcto mantenimiento. (Ver ilustración 3.1)

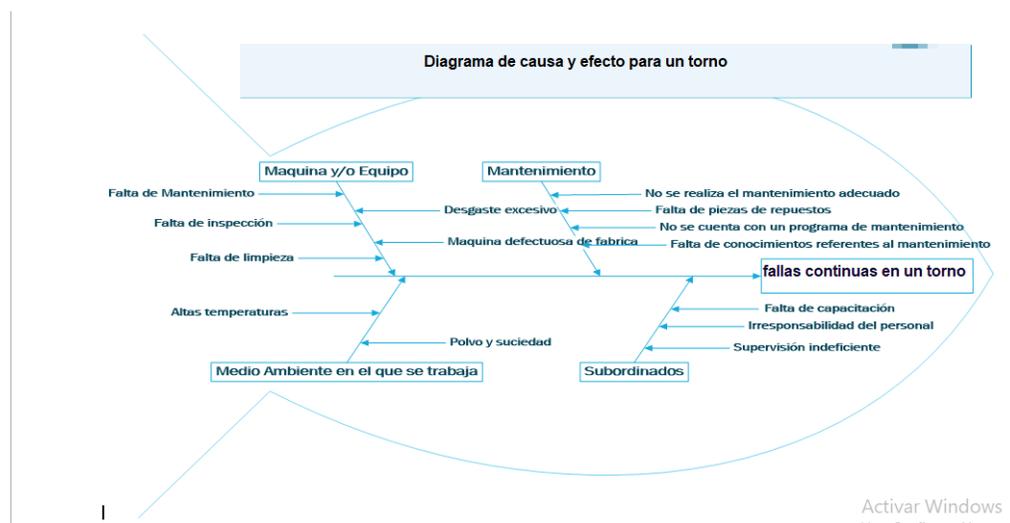


Ilustración 3.1 Diagrama causa y efecto

Después de haber realizado entrevistas y el diagrama causa-efecto, nos dimos cuenta de los problemas que tiene la empresa referente a este equipo, comenzando por la falta de un programa de mantenimiento, así como el factor de que no se realiza el mantenimiento adecuado para sus máquinas-herramientas. Asimismo nos dimos cuenta de que será de gran beneficio la creación e implementación de un Plan Maestro de Mantenimiento, ya que el equipo es de mayor uso y se necesita su plena confiabilidad para realizar los trabajos en tiempo y forma.

Con ayuda de un Plan Maestro de Mantenimiento se asistirá a la conservación del equipo, de igual manera brindar el mantenimiento adecuado obteniendo mejores resultados; por otro lado se requiere otorgar al personal sobre la utilización correcta de la maquinaria y el mantenimiento que se deberá realizar

3.2 Datos técnicos del equipo.

- Fuente de alimentación: 220 volts.
- Potencia de motor: 7.5 kw 10Hp. 3 fases.
- Ancho de bancada: 16.53 in.
- Longitud de porta herramientas: 5.51x5.51 in.
- Volteo: 18.11 in sobre bancada.
- Distancia entre centros: 47.24 in.
- Posee sistema de embrague mecánico para ahorro de energía.
- Bancada prismática doble y contrapunta.
- Chuck universal de 3 muelas y Chuck independiente de 4 muelas
- Longitud: 81.69in.
- Ancho: 42.24in.
- Altura: 43.70in.
- Peso 2,100kg

3.3 Motor Eléctrico

El motor es una máquina que convierte energía en movimiento o trabajo mecánico. En el torno normalmente encontramos un motor eléctrico el cual por medio de mecanismos anteriormente explicados proporciona el movimiento y esfuerzo de mecanizado en el torno. (Ver tabla 3.1)

El motor es el que desarrolla la potencia que se transmite al usillo desde el cabezal fijo a través de correas y engranajes. Esta potencia también controla el desplazamiento lateral de la herramienta.

La siguiente es la tabla de especificaciones del motor del torno.

m-trifasico	
n.845174	v/min1403
c.v2	F 60 c/s
volts Δ 220	Aisl cl.B
Amp.6.6/3.8	tipo106507
Protecc	ip44
Industrias	Alemana
Datos registrados del motor	
Volts	Δ 220
Amp.	6.6

Tabla 3.1 Ficha técnica del torno

Una vez obtenidos los datos técnicos, se identificó su manual así como los planos del fabricante, para empaparse de toda la información que ayude a detallar el plan maestro de mantenimiento.

3.4 Controles y características del torn

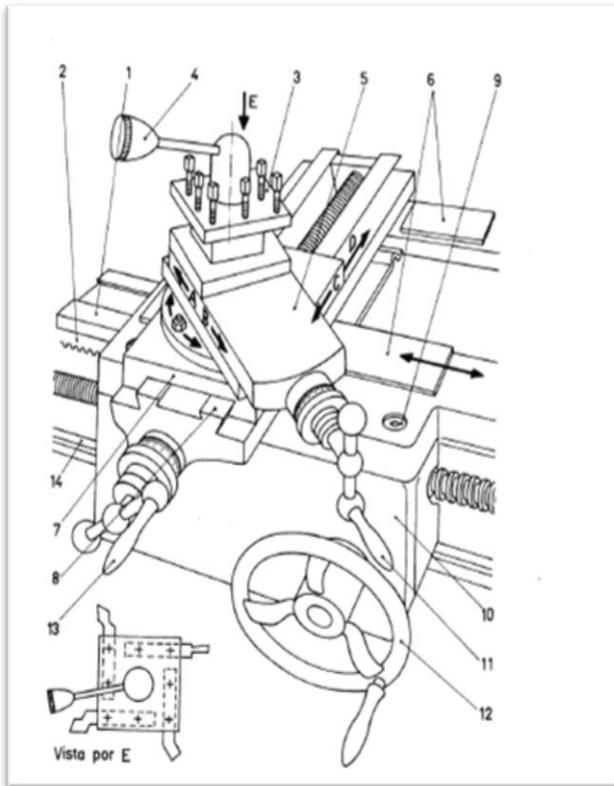


Ilustración 3.2 Carro porta herramientas

1	Bancada
2	Cremallera
3	Torre múltiple
4	Palanca de fijación de la torreta
5	Carro superior
6	Carro longitudinal
7	Carro transversal
8	Superficie de guía del carro transversal
9	Tornillos de fijación del tablero del carro
10	Tablero del carro
11	Manivela de mando del carro superior
12	Volante de mando del carro longitudinal
13	Manivela de mando del carro transversal

Tabla 3.1 Partes del carro porta herramientas

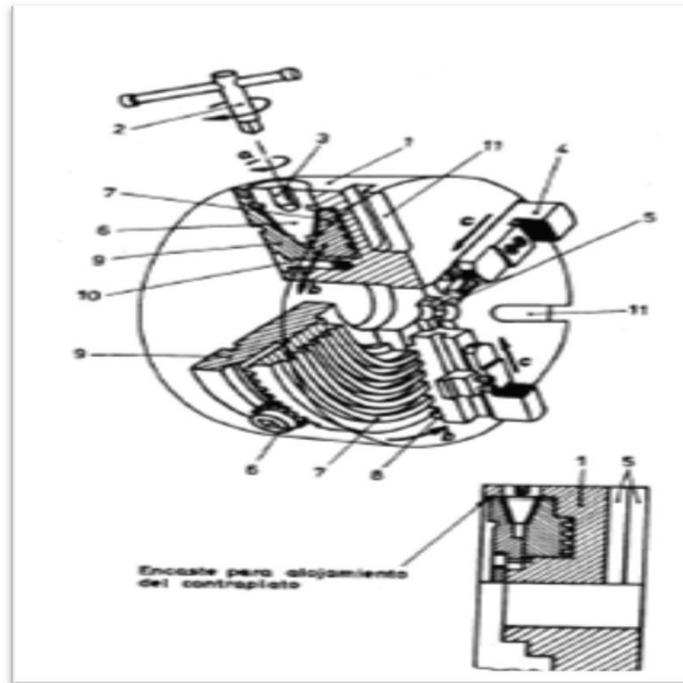
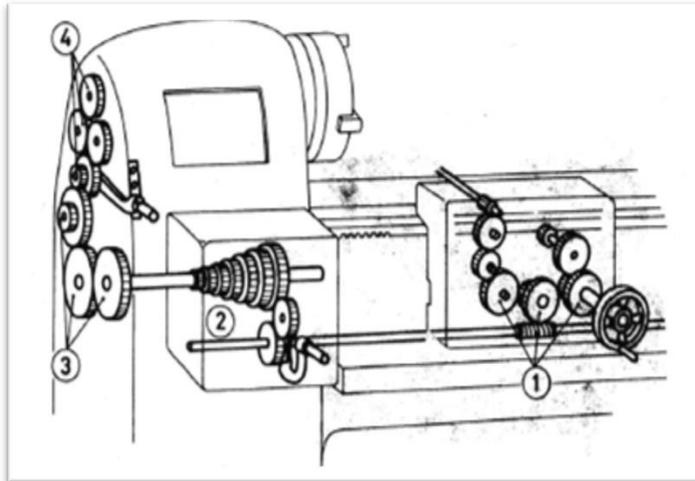


Ilustración 3.3 Plato de mordaza (usillo)

1	Cuerpo
2	Llave de ajuste
3	Alojamiento de llave
4	Garras
5	Guías de garras
6	Piñones de apertura y cierre
7	Corona de mando de garras
8	Dentado de garras
9	Tapa posterior y fijación de piñones
10	Tornillos de fijación de las tapas
11	Ranuras para fijaciones auxiliares

Tabla 3.3 Elementos que conforman el plato de mordaza



1	Elevación de la torreta
2	Caja Norton
3	Tren de ruedas
4	Mecanismo inversor

Tabla 3.2 Mecanismos de avance

Ilustración 3.4 Cajas de velocidades

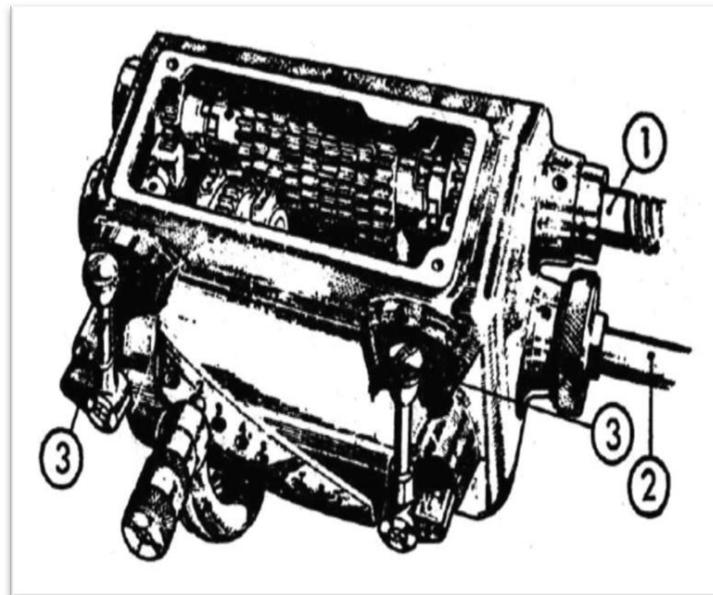


Ilustración 3.5 caja Norton

1	Barra de roscar
2	Barra de cilindrar
3	Placas del dispositivo de roscado

Tabla 3.3 Elementos de caja Norton

3.5 Codificación de equipo

Consiste en identificar mediante siglas y/o arreglo alfanumérico cada componente o partes que formen parte del equipo/máquina. (Ver la tabla 3.6)

Codificación de partes y Componentes del Torno

No.	Componente	Código
1	La Bancada	TC-01
2	Cabezal Fijo	TC-02
3	Carro Principal de Bancada	TC-03
4	Carro de Desplazamiento Transversal	TC-04
5	Carro Superior Porta Herramienta	TC-05
6	Porta Herramienta	TC-06
7	Caja de Movimiento Transversal	TC-07
8	Mecanismo de Avance	TC-08
9	Tornillo de Roscar o Patrón	TC-09
10	Barra de Cilindrar	TC-10
11	Barra de Avance	TC-11
12	Cabezal Móvil	TC-12
13	Plato de Mordaza (Usillo)	TC-13
14	Palancas de Comando del Movimiento de Rotación	TC-14
15	Contrapunta	TC-15
16	Guía	TC-16
17	Patas de Apoyo	TC-17
18	Platos de tres y cuatro garras (Muelas)	TC-18
19	Porta Herramienta o Porta Cuchillas	TC-19
20	Cuchillas de Tronzar, Roscar y Refrentar	TC-20
21	Llave de Ajustar Mordazas	TC-21
22	Llaves Fijas $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$	TC-22
23	Mandril	TC-23
24	Mechas de Centro	TC-24
25	Gramil	TC-25
26	Martillo de Goma	TC-26
27	Moleteador	TC-27

Tabla 3.6 Eementos de un torno

3.6 Determinar los componentes que más fallan.

Una vez teniendo los datos técnicos del equipo, se dio a la tarea de determinar los componentes que más fallan en el torno.

Se desea analizar cuáles son las averías más comunes que sufre el equipo; para esto se empezó por clasificar todas las averías posibles y la frecuencia con las que suceden en torno a un año de trabajo. (Ver tabla 3.7)

Fallas	Descripción	Frecuencia
Voltaje	Variación de voltaje	4
Baleros	Falta de engrasado en baleros y rodamientos	6
Carbones	Desgaste de carbones en motor eléctrico	3
Cables	Conductores de corrientes averiados	3
Contactores	Falso contacto	5
Motor	Falta de lubricación en ejes	3
Bandas	Deterioro o incluso rompimiento	2
Trenes de engranes	Falta de lubricación	4
Carros	Falta de lubricación y alineación	2
total		32

Tabla 3.4 Fallas más comunes

A continuación se muestra la misma tabla con la frecuencia así como el porcentaje de frecuencia de cada avería. (Ver tabla 3.8)

Fallas	Descripción	Frecuencia	Frecuencia en %
Voltaje	Variación de voltaje	4	13%
Baleros	Falta de engrasado en baleros y rodamientos	6	19%
Carbones	Desgaste de carbones en motor eléctrico	3	9%
Cables	Conductores de corrientes averiados	3	9%
Contactores	Falso contacto	5	16%
Motor	Falta de lubricación en ejes	3	9%
Bandas	Deterioro o incluso rompimiento	2	6%
Trenes de engranes	Falta de lubricación	4	13%
Carros	Falta de lubricación y alineación	2	6%
Total		32	100%

Tabla 3.8 Frecuencia de las fallas

3.7 Diseñar un proceso administrativo para el mantenimiento

A partir de la información recabada en la empresa, los testimonios de obreros y técnicos, se procederá a realizar una serie de documentos, para tener un registro de todas las actividades con dicho equipo referentes a su mantenimiento. (Ver tabla 3.9)

Procedimiento para el Mantenimiento Preventivo

Etapa	Definición de la Etapa	Responsable	Registro
Implementación	Implementar el cronograma de mantenimiento con el fin de prever fallas.	Servicios Generales	Cronograma de Mantenimiento Preventivo
Reportar Cronogramas	Hacer entrega del cronograma al personal de mantenimiento	Servicios Generales	Cronograma de Mantenimiento Preventivo
Cumplimiento	Cumplir con las actividades programadas y registrar	Personal de Mantenimiento	Hoja de Vida del Equipo
Verificar el cumplimiento o reportar	Verificar que el cronograma se cumpla, de lo contrario, reportar a Servicios Generales	Jefe de Mantenimiento	Registro de solicitud de acción preventiva

Tabla 3.5 Procedimiento para el mantenimiento al torno

3.8 Bitácora del equipo.

Se elaboró una bitácora, la cual será de gran utilidad en el futuro ya que registrara todos los datos, actividades y factores críticos por los que pasa el equipo, teniendo en cuenta que con este registro facilitara su mantenimiento. (Ver tabla 3.10)

Datos relevantes del equipo		
DESCRIPCION		MATERIAL
		CANT
		DESCRIPCION
OVSERVACIONES		
		REALIZO
		NOMBRE Y FIRMA
HORA DE INICIO		
HORA DE FIN		SUPERVISO
FECHA		NOMBRE Y FIRMA

Tabla 3.6 Bitácora para el mantenimiento

3.9 Documentación para la correcta gestión del mantenimiento del equipo.

El siguiente formato será llenado por el operario de la máquina, en caso de tener fallas y necesite el trabajo de mantenimiento. (Ver ilustración 3.6)

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO					
NOMBRE DEL SOLICITANTE:				FECHA:	
CARGO:				FOLIO:	
EQUIPO:			No.SERIE		
PRIORIDAD DE LA FALLA		BAJA		ALTA	MEDIA
POSIBLE ORIGEN DE LA FALLA:		MECANICO		ELECTRICO	OTRO
DESCRIPCION DE FALLA					
RECIBIDA POR:					
FECHA:		HORA:		No.DE ORDEN DE TRABAJO:	

Ilustración 3.6 Hoja de solicitud para mantenimiento

La siguiente orden de trabajo será llenada por el encargado del mantenimiento, de acuerdo con las prioridades de las actividades a realizar. (Ver ilustración 3.7)

ORDEN DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO		FECHA:	
AREA:			
EQUIPO:			
No.			

PRIORIDAD:	BAJA	MEDIA	ALTA	
------------	------	-------	------	--

ACTIVIDAD A REALIZAR

REALIZADA POR:

ORDEN ELABORADA POR:

Ilustración 3.7 Orden de mantenimiento

El siguiente reporte de mantenimiento debe ser llenado por la persona que llevo a cabo la actividad de mantenimiento, describiendo todo lo realizado, incluyendo equipo, refacciones, etc. Deberá ir llenado por la persona encargada del el mantenimiento y quien supervise el mantenimiento; dando por aprobado la calidad del servicio del equipo a una nivel deseable. (Ver ilustración 3.8)

REPORTE DE MANTENIMIENTO			
AREA:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	FECHA:	<input style="width: 95%;" type="text"/>
		No.DE REPORTE:	<input style="width: 20%;" type="text"/>
EQUIPO:	<input style="width: 95%;" type="text"/>		
FECHA DE SOLICITUD:	FECHA DE INICIO:	<input style="width: 20%;" type="text"/>	FECHA FINAL: <input style="width: 20%;" type="text"/>
TIPO DEMANTENIMIENTO:	CORRECTIVO <input style="width: 20%;" type="checkbox"/>	PREVENTIVO <input style="width: 20%;" type="checkbox"/>	
PERSONAL QUE REALIZO EL MANTENIMIENTO:	<input style="width: 20%;" type="checkbox"/>	INTERNO <input style="width: 20%;" type="checkbox"/>	EXTERNO <input style="width: 20%;" type="checkbox"/>
DESCRIPCION DEL SERVICIO			
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>			
REFACCIONES UTILIZADAS:	<input style="width: 95%; height: 40px;" type="text"/>		
REALIZO:	<input style="width: 95%;" type="text"/>		
APROBO:	<input style="width: 95%;" type="text"/>		

Ilustración 3.8 Hoja de reporte de mantenimiento

3.10 Asignar las distintas actividades de mantenimiento, de igual manera las recomendaciones y fechas establecidas para su ejecución.

Se decidió realizar una tabla con las diferentes actividades de mantenimiento preventivo, que ayuden al mejor funcionamiento del el equipo, de igual manera los periodos en que estas actividades se deben de realizar. (Ver ilustración 3.9)

BITÁCORA DE SUPERVISIÓN GENERAL.

AREA: _____ EQUIPO: _____
 FECHA: _____ SERIE: _____

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPO TIPO TORNO PARALELO	EJECUTADO		ACTIVIDAD
	SI	NO	
Verificar el estado físico del equipo			Inspección de facturas, impactos mecánicos, alineación, nivelación, desconexiones, desmontajes, etc.
			Reportar de inmediato para proceder a la sustitución de elementos dañados en base a presupuestos previamente autorizados.
Inspección recubrimiento anticorrosivo.			Verificar integridad de recubrimiento anticorrosivo (pintura), anclaje y adherencia de pintura, detección de poros de corrosión y eliminación de los mismos.
Verificar limpieza del equipo en general.			Limpieza de contactores y cajas de fusibles. Usar dieléctrico.
			Lavar filtros no desechables. Así mismo proceder al lavado de intercambiadores de calor. Usar equipo a presión vigilando que la presión no exceda de valores que puedan afectar la condición de los intercambiadores.
			Limpieza exterior e interior de equipo.
Verificar el correcto funcionamiento del Equipo.			Efectuar lavado de intercambiadores de calor. Este deberá ser efectuado con el uso de agua a presión un aditivo del tipo desincrustante, asegurarse que la solución no sea altamente corrosiva.
			Colocar tornillería faltante al equipo
			Revisar el correcto deslizamiento de los ejes transversal y longitudinal
Verificar el correcto funcionamiento del equipo.			Lubricación de baleros y limpieza de motor. Usar dieléctrico para el caso de los motores y estandarizar el tipo de grasa a utilizar en rodamientos. No se permite la mezcla de grasas por lo que el equipo deberá contar con señalamientos.
			Revisión de terminales e interruptores termomagnéticos
Verificar el correcto funcionamiento del equipo.			hacer pruebas de paro y arranque
			Revisar que no existan manchas de aceite en el sistema.
			Revisar que fluya el refrigerante a través de la mirilla y que no tenga fuga.
			Verificar apriete de prisioneros de torre porta herramienta y chuck
			Peinado de tableros de control. Verificar que el cableado se encuentre perfectamente bien enrutado en el tablero.
			Revisar la charola de anticongelante
			Verificar que no exista vibración anormal del equipo. Reportar cualquier anomalía detectada. Revisión y ajuste del plato giratorio y contra punto
Verificar lecturas de voltaje, corriente y presiones.			Tomar presiones en alta, baja y documentar en una tabla de control. Estas mediciones solo se realizarán en caso de que el equipo presente alguna falla o las temperaturas de operación no sean las indicadas.
			Verificar la integridad de la acometida eléctrica de los equipos, dicha acometida debe de estar en perfectas condiciones (cableado, canalizaciones, conexiones, interruptores, identificación, etc.)
			Verificar la integridad del sistema de tierra de los equipos, dicho sistema de tierras debe de estar en perfectas condiciones (cableado, terminales, identificación, deltas, derivaciones, varillas, etc.)

NOTAS Y OBSERVACIONES: _____

Ilustración 3.9 Actividades a realizar para el mantenimiento

Las actividades mencionadas en la tabla anterior se deben realizar para la conservación del equipo, así como para disminuir las fallas. (Ver ilustración 3.10)

A continuación se muestra la asignación de actividades.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO

FECHA INICIO:	_____	FOLIO:	_____
FECHA: TERMINO:	_____	HORA:	_____
EQUIPO:	_____		
MARCA:	_____		
MODELO:	_____		
SERIE:	_____		
UBICACIÓN:	_____		

BIMESTRAL						
ACTIVIDAD	ENE	ABR	JUN	AGO	OCT	DIC
INSPECCION DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LAS QUE SE ENCUENTRA EL EQUIPO						
LIMPIEZA EXTERNA DEL EQUIPO						
REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO						
LUBRICCION Y ENGRASADO						
LIMPIEZA GENERAL DE LOS CARROS MOBILES						
LIMPIEZA DE MOTORES Y ENGRANAJES						
ENGRASADO DE CHUMACERAS, BALEROS Y BUJES						
REVISION DE PROTECCIONES DE PRESION Y TEMPERATURA						
REVISION DE CONEXIONES, TERMINALES, CONTACTORES, TRANSFORMADORES Y CIRCUITOS ELECTRICOS.						
REVISION DE VOLTAJE Y AMPERAJE						
REVISION DE PRESION DE SUCCION Y DESCARGA						
REAJUSTE DE TORNILLERIA EN GENERAL						
MONITOREO DE ESTADO FISICO Y DTECCION DE CORROSION						
VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO EN CONJUNTO						
MONITOREO DE INYECCION DE REFRIGERANTE						
EQUIPO	PRESION DE SUCCION		PRESION DE DESCARGA			
OBSERVACION:						
NOMENCLATURA	X= REALIZADA	/= PROGRAMADA	Ø= PENDIENTE			
TECNICO DE MANTENIMIENTO			SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO			
NOMBRE Y FIRMA			NOMBRE Y FIRMA			

Ilustración 3.10 Actividades asignadas para el mantenimiento

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El presente documento de tesis tuvo como objetivo realizar e implementar un Plan Maestro de Mantenimiento para prevenir las constantes fallas en el equipo, resaltando la importancia y beneficios que genera su aplicación. Así mismo aportar una solución para los detalles de una de las máquinas- herramientas mayor utilidad en la empresa Maquilados Hernández. Además de esto se requería documentación que facilitara el control de mantenimiento.

Al basarse en testimonios, aplicar técnicas de investigación, de análisis y herramientas para una buena gestión de mantenimiento; se puede obtener el mayor rendimiento y confiabilidad de los equipos, generando conformidad del patrón, y clientes al dar un servicio de calidad y sin retardos

4.1 Resultados

Se promovió en la empresa la importancia del mantenimiento, así como los beneficios que se obtienen al contar con un plan maestro de mantenimiento. Implementado diversas técnicas y herramientas para una buena gestión del mantenimiento, con la intención de tener en óptimas condiciones un torno; la empresa tomo la propuesta de buen agrado, y con las ganas de ver los resultados.

Para el logro de la elaboración del plan maestro de mantenimiento se utilizaron diferentes técnicas de investigación, de análisis, de gestión, así como de los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera. Los resultados obtenidos con este documento nos permiten señalar los puntos que se deben tomar para un correcto

mantenimiento preventivo, ayudando a disminuir las fallas y aumentar la confiabilidad de la máquina. (Ver ilustración 4.1)

En virtud de lo antes mencionado, se detectaron las fallas más críticas del equipo, las causantes de los tiempos muertos, costos elevados en reparación por mantenimiento correctivo; ya que al no tomar en cuenta las pequeñas fallas o no darles un servicio de mantenimiento a los equipos, se generan factores críticos y desgastes excesivos, que a lo largo de tiempo pueden dejar hasta inservible la máquina.

Entre los resultados obtenidos en esta investigación se tiene:

- El diagnóstico preliminar permitió determinar la situación actual del mantenimiento preventivo de los tornos en la empresa, lo cual permitió conocer los aspectos teóricos funcionales de los tornos convencionales por medio de visitas realizadas al tecnológico y una entrevista a los empleados a cargo del mantenimiento de los tornos, lo cual permitió comprobar que no existe un programa de mantenimiento preventivo, solo se realizan mantenimientos correctivos los cuales traen una elevación notable en los costos.

- También se pudo comprobar que a los tornos no se le efectúan inspecciones periódicas para resguardar el buen funcionamiento de los equipos de la empresa.

•La evaluación de partes y componentes de los equipos nos permitió la inexistencia de planes, programas y procesos de control de mantenimiento preventivo de los tornos.

•Por otro lado, la verificación de los accesorios del torno, como son: platos, mechas de centro, martillo de goma, cuchillas, entre otros, es inevitable ya que demandan de un mantenimiento semanal, ya que puede causar un desgaste o deterioro de los mismos.

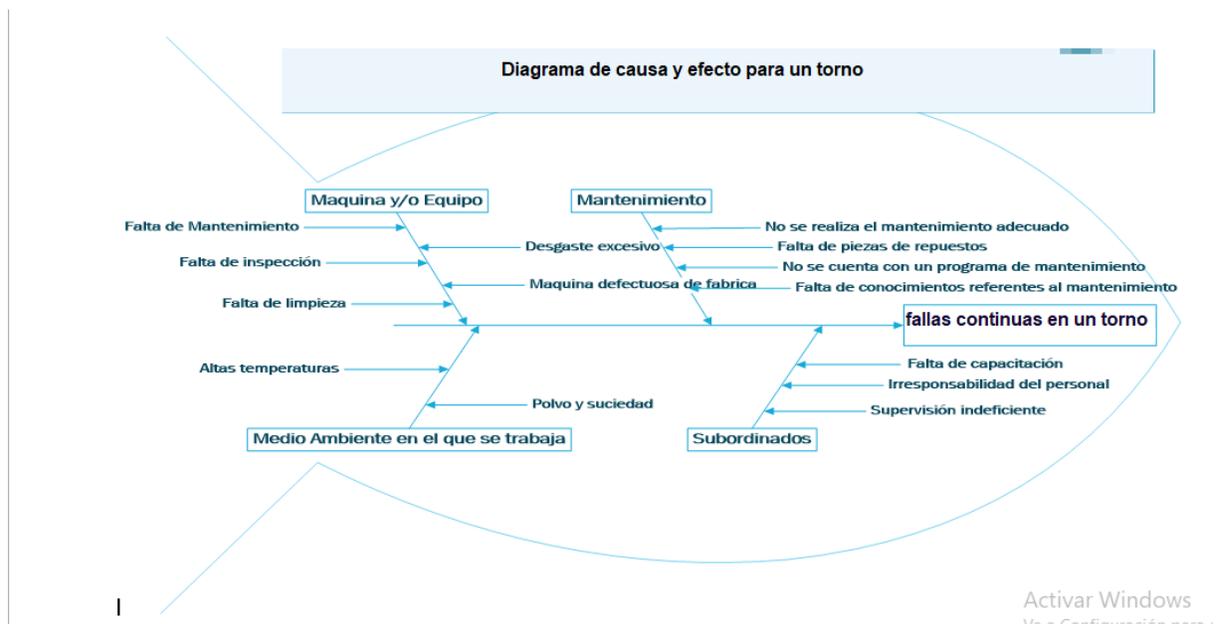


Ilustración 4.1 Diagrama causa y efecto

4.2 Trabajos Futuros

Como continuación en este trabajo de tesis existen diversa líneas de investigación que quedaron abiertas y en las que es posible continuar trabajando, tal es el caso de

algunas cuestiones que han surgido a lo largo de la realización de este plan maestro de mantenimiento.

Otras líneas más generales, tal caso de crear un plan maestro de mantenimiento más amplio, con todas las máquinas del taller para mejorar todos los servicios que ofrece la empresa Maquilados Hernández, estas líneas también pueden servir para posteriormente en el futuro puedan ser retomadas.

4.3 Recomendaciones

La mejor propuesta que puedo dar, en lo personal es innovar la empresa con nuevos métodos, actividades, equipos, etc., que ayuden a tener mejores procesos en todos los aspectos y dejar atrás las expectativas que se tenían.

ANEXOS

MATERIAL	m/min. PARA DESBASTE	m/min. PARA ACABADO	Pies/min. DESBASTE	Pies/min. ACABADO
Hierro fundido	18.3	24.4	60	80
Acero para máquina	27.4	30.5	90	100
Acero para herramientas	15.2	23	50	75
Latón	45.7	61	150	200
Aluminio	61	91.5	200	300
Bronce	27.4	30.5	90	100

Tabla A1 Velocidad de corte

FORMULA PARA DETERMINAR LAS R.P.M.

SISTEMA METRICO	SISTEMA INGLES
$(R.P.M)_M = \frac{V_c \times 318}{D}$	$(R.P.M)_I = \frac{V_c \times 3.82}{D}$

Tabla 7 Fórmula para calcular R.P.M.

DONDE: R.P.M. = Revoluciones por minuto

V_c = Velocidad de corte en metros por minuto

318 = Factor constante en sistema métrico

D = Diámetro del material en milímetros

V_c' = Velocidad de corte del material en pies por minuto

3.82 = Factor constante en sistema ingles

D' = Diámetro del material en pulgadas

Con datos en unidades del sistema métrico decimal, aplicar:

$$(R.P.M)_M = \frac{V_C \times 318}{D}$$

Tabla 8 Valores para calcular R.P.M

Hoja control para el mantenimiento del torno

REGISTRAR DATOS RELEVANTES DEL EQUIPO	
FECHA:	
DESCRIPCION:	
FECHA:	
DESCRIPCION:	
FECHA:	
DESCRIPCION:	
FECHA:	
DESCRIPCION:	

Ilustración A1 Hoja control de la máquina para el mantenimiento

Partes importantes del torno

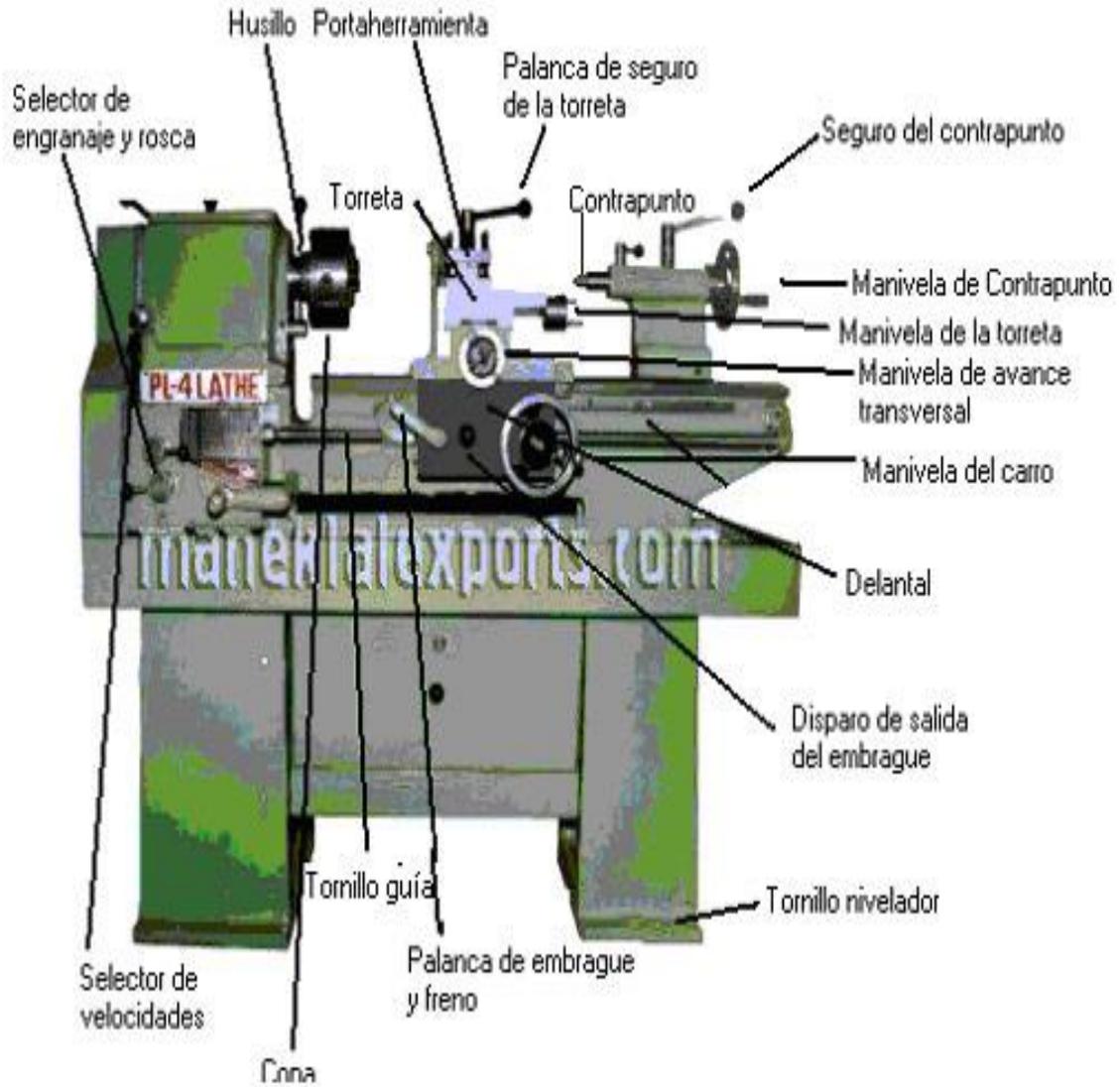


Ilustración A2 Partes importantes de un torno

- A= La Bancada.**
- B= Cabezal Fijo.**
- C= Carro Principal de Bancada.**
- D= Carro de Desplazamiento Transversal.**
- E= Carro Superior porta Herramienta.**
- F= Porta Herramienta**
- G= Caja de Movimiento Transversal.**
- H= Mecanismo de Avance.**
- I= Tornillo de Roscar o Patrón.**
- J= Barra de Cilindrar.**
- K= Barra de Avance.**
- L= Cabezal Móvil.**
- M= Plato de Mordaza (Usillo).**
- N= Palancas de Comando del Movimiento de Rotación.**
- O= Contrapunta.**
- U= Guía.**
- Z= Patas de Apoyo.**

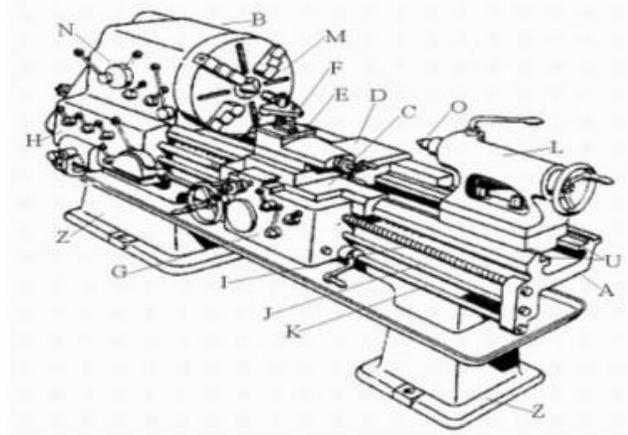


Ilustración A3 Componentes de un torno pieza a pieza

Bibliografía

- cartagena, U. p. (Miercoles de Mayo de 2007). *Dinf.upct*. Obtenido de http://www.dimf.upct.es/personal/EA_M/Principios%20de%20mecanizado.pdf
- Ferrepat. (2016). Tipos de aceites lubricantes para maquinas y herramientas . *Revista Ferrepat*, 57.
- GUTIERREZ, A. M. (s.f.). *MANTENIMIENTO PLANEACION EJECUCION Y CONTROL*. ALFAOMEGA GPO ED.
- herramientas, M. y. (17 de Marzo de 2014). *maquinasyherramientas.com*. Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/herramientas-de-corte-para-torno-tipos-y-usos>
- Inc., H. A. (Lunes de Enero de 2014). *Lathe Operator Manual*. Obtenido de http://diy.haascnc.com/sites/default/files/Locked/Manuals/Operator/2014/Lathe/Translated/Lathe_Operators_Manual_96-ES8900_Rev_A_Spanish_January_2014.pdf
- Industriales, R. (Martes de Abril de 2002). *Lubricantes para Metales*. Obtenido de <http://www.revolucionesindustriales.com/limpieza-industrial/lubricantes/metales.html>
- Madrid, U. 3. (10 de Enero de 2014). *PFC_roberto_julve_rodriguez*. Obtenido de file:///C:/Users/ONE/Downloads/PFC_roberto_julve_rodriguez_2014.pdf