



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS



**SEMINARIO DE GARDUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

TITULO:

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PLANIFICADO PARA EL TALLER HERMANOS RODRÍGUEZ DURANTE EL
PERIODO MARZO-JUNIO2013**

AUTORES:

⇒ **Br. Elvin Francisco Pérez Suce.**

⇒ **Br. Israel Ernesto Ruiz Jirón.**

TUTOR: Ing. David Cárdenas

ASESOR METODOLÓGICO: Ing. Sergio Ramírez

Managua, Junio 2013



INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	12
DEDICATORIAS	14
I. RESUMEN	16
II. INTRODUCCION	17
III. ANTECEDENTES	18
IV. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	19
V. JUSTIFICACION	20
VI. OBJETIVOS	21
a. Objetivo General	21
b. Objetivos Específicos	21
VII. DESCRIPCION GENERAL	22
a. Generalidades	22
b. Valores de la empresa	23
c. Misión	23
i. Visión	23
ii. Políticas	23
d. Estructura organizacional	23
VIII. MARCO REFERENCIAL	25



A. MARCO TEÓRICO	25
B. MARCO CONCEPTUAL	43
C. MARCO ESPACIAL	45
D. MARCO TEMPORAL	46
IX. PREGUNTAS DIRECTRICES	47
X. DISEÑO METODOLOGICO	48
A. TIPO DE ENFOQUE	48
B. TIPO DE INVESTIGACIÓN	48
C. UNIVERSO	48
D. MUESTRA	48
E. TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	49
1) Instrumentos utilizados	49
2) Técnicas utilizadas	50
F..OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	52
XI. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	53



CONTENIDO	PAGINA
A. TALLER DE MANTENIMIENTO	53
<i>a. Proceso de mantenimiento</i>	53
<i>b. Diagnóstico de la maquinaria y equipo</i>	55
B. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO	57
C. DIAGRAMAS DE PARETO	58
<i>a. Torno</i>	58
<i>b. Fresadora</i>	59
<i>c. Torno</i>	60
D. FICHAS TECNICAS	61
<i>a. Torno</i>	61
<i>b. Fresadora</i>	62
E. ANALISIS DE CRITICIDAD	63
<i>a. Análisis de criticidad para torno 1k62</i>	63
<i>b. Análisis de criticidad para Fresadora 6H81</i>	64
<i>c. Analisis de criticidad para taladradora 2A135</i>	66
F. EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO	67
<i>a. Torno</i>	67



CONTENIDO	PAGINA
<i>b. Fresadora</i>	<i>70</i>
<i>c. Taladro vertical</i>	<i>72</i>
G. DETERMINACIÓN DEL CICLO	75
<i>a. Desarme, defectado y montaje de un equipo industrial</i>	<i>75</i>
<i>Eventos del desarme</i>	<i>75</i>
<i>Defectado</i>	<i>76</i>
<i>Montaje de Equipos Industriales</i>	<i>76</i>
<i>Verificación de Equipos para su puesta en marcha</i>	<i>76</i>
<i>Verificación de la exactitud geométrica</i>	<i>77</i>
<i>Prueba de los Equipos con carga</i>	<i>77</i>
<i>b. Tiempo del ciclo teórico</i>	<i>78</i>
<i>c. Torno</i>	<i>80</i>
<i>Calculo del periodo entre operaciones</i>	<i>81</i>
<i>Contenido de las operaciones del ciclo de mantenimiento para torno</i>	<i>81</i>
<i>d. Fresadora</i>	<i>86</i>
<i>Calculo del periodo entre operaciones</i>	<i>87</i>



CONTENIDO	PAGINA
<i>Contenido de las operaciones del ciclo de mantenimiento para fresadora</i>	92
<i>e. Taladro</i>	92
<i>Calculo del periodo entre operaciones</i>	93
<i>Actividades a realizar para taladradoras verticales</i>	94
<i>f. Calculo de grados de complejidad</i>	98
<i>Grados complejos para el torno</i>	99
<i>Grados complejos para fresadora</i>	100
<i>Grados complejos para taladro vertical</i>	100
ARBOL DE PROBLEMAS	103
PLAN DE MANTENIMIENTO	104
<i>i. Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo</i>	104
<i>ii. Objetivos del mantenimiento</i>	105
<i>iii. Organigrama del departamento de mantenimiento</i>	105
<i>iv. Herramientas básicas</i>	106
<i>v. Capacitación</i>	106
<i>vi. Hoja de reporte</i>	106
<i>vii. Seguimiento del Mantenimiento</i>	107



CONTENIDO	PAGINA
<i>viii. Monitoreo del desempeño</i>	<i>107</i>
<i>ix. Acciones correctivas</i>	<i>107</i>
<i>x. Bitácora de mantenimiento</i>	<i>107</i>
XII. CONCLUSIONES	109
XIII. RECOMENDACIONES	110
XIV. BIBLIOGRAFIA	111
XV. ANEXOS	112



INDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAGINA
<i>Tabla No. 1: Condiciones según puntuación de factores</i>	36
<i>Tabla No. 2: Matriz general de criticidad (MGC)</i>	37
<i>Tabla No. 3: Ponderación de valores</i>	39
<i>Tabla No. 4: Diagrama de gratt</i>	46
<i>Tabla No. 5: Operacionalizacion de variables</i>	52
<i>Tabla No. 6: Diagrama de Pareto para torno</i>	58
<i>Tabla No. 7: Diagrama de Pareto para fresadora</i>	59
<i>Tabla No. 8: Diagrama de Pareto para taladro</i>	60
<i>Tabla No. 9: Ficha técnica de torno</i>	61
<i>Tabla No. 10: Ficha técnica de fresadora</i>	62
<i>Tabla No. 11: Ponderación de factores para torno</i>	63
<i>Tabla No. 12: Ponderación de factores para fresadora</i>	64
<i>Tabla No. 13: Ponderación de factores para taladro</i>	66
<i>Tabla No. 14: Evaluación de aspectos principales para torno</i>	68
<i>Tabla No. 15: Evaluación de aspectos secundarios para torno</i>	68
<i>Tabla No. 16: Evaluación de aspectos principales para fresadora</i>	70
<i>Tabla No. 17: Evaluación de aspectos secundarios para fresadora</i>	70
<i>Tabla No. 18: Evaluación de aspectos principales para taladro</i>	72
<i>Tabla No. 19 Evaluación de aspectos secundarios para taladro.</i>	72



CONTENIDO	PAGINA
<i>Tabla No.20: Recomendaciones de comienzo de ciclo</i>	74
<i>Tabla No.21: Resultados de la evaluación técnica</i>	74
<i>Tabla No.22: Grados de complejidad para las maquinas</i>	101
<i>Tabla No.23: Formato de Bitácora de mantenimiento</i>	108
<i>Tabla No. 24: Ficha técnica para el torno</i>	113
<i>Tabla No. 25: Ficha técnica para fresadora</i>	113
<i>Tabla No. 26: Coeficientes Bn</i>	115
<i>Tabla No. 27: Coeficientes Bt</i>	115
<i>Tabla No. 28: Coeficientes Bc</i>	115
<i>Tabla No. 29: Coeficientes Bm</i>	116
<i>Tabla No. 30: Coeficientes</i>	116
<i>Tabla No. 31: Complejidad torno</i>	117
<i>Tabla No. 32: Complejidad fresadora</i>	118
<i>Tabla No. 33: Complejidad taladro</i>	120
<i>Tabla No.34 Inventario de las maquinarias</i>	121



INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
<i>Figura No. 1: Organigrama funcional de la empresa "Hermanos Rodríguez"</i>	24
<i>Figura No.2: Imagen Satelital de Ubicación</i>	45
<i>Figura No. 3 Diagrama de gratt</i>	46
<i>Figura No.4: Diagrama Causa-Efecto</i>	57
<i>Figura No. 5: Diagrama de Pareto 80-20 para torno</i>	58
<i>Figura No. 6: Diagrama de Pareto 80-20 para fresadora</i>	59
<i>Figura No. 7: Diagrama de Pareto 80-20 para taladro</i>	60
<i>Figura No. 8: Matriz de criticidad para torno</i>	64
<i>Figura No. 9: Matriz de criticidad para fresadora</i>	65
<i>Figura No. 10: Matriz de criticidad para taladro</i>	66
<i>Figura No. 11: Ciclo de mantenimiento para torno</i>	80
<i>Figura No. 12: Ciclo de mantenimiento para fresadora</i>	87
<i>Figura No. 13: Ciclo de mantenimiento para taladro</i>	93
<i>Figura:No.14 Árbol de problemas</i>	103
<i>Figura No.15: Organigrama propuesto del departamento de mantenimiento</i>	105
<i>Figura No. 16: Metodología para determinar la frecuencia óptima de mantenimiento preventivo</i>	114



INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PAGINA
<i>Anexo No. 1: FICHA TECNICA DE TORNO</i>	113
<i>Anexo No. 2: FICHA TECNICA DE FRESADORA</i>	113
<i>Anexo No. 3: METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</i>	114
<i>Anexo No.4: COEFICIENTES PARA REALIZAR EL CÁLCULO PARA EL TIEMPO DEL CICLO</i>	115
<i>Anexo No.5: COMPLEJIDAD</i>	117
<i>Anexo No. 8: Matriz general de criticidad (MGC)</i>	121
<i>Anexo No.7: PLANTA ARQUITECTÓNICA</i>	122
<i>Anexo No. 8: CUESTIONARIO DE ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL MANTENIMIENTO</i>	123
<i>Anexo No. 9: ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS OPERARIOS</i>	129
<i>Anexo No.10: IMÁGENES DEL TALLER Y SUS MAQUINAS</i>	130



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de nuestro trabajo de seminario Ing. David Cárdenas, Ing. Sergio Ramírez, Ing. Julio López y todos aquellos profesores que me apoyaron en esta etapa universitaria.

Mi madre, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

A mi novia María Luisa Santana Avellán por apoyarme durante estos 5 años y ser mi compañera de vida y de estudios.

A mis hermanos que siempre me apoyaron y estuvieron ahí para darme consejos y salir adelante. Muchas gracias por todo.

A todos mis compañeros, que me acompañaron en esta travesía estudiantil Francis Sequeira, Dixon Ocampo, Edgard Silva, Cintia López, José Rey Zamora, Carla Solís, Bismark Ochoa, Eveling Navarrete, Izamara Morales, Gigssi Morales y a la dinastía.

A todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Israel Ernesto Ruiz Jirón



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidades, por brindare una vida llena de aprendizajes y sabiduría para tomar mis decisiones.

Le doy gracias también a mi madre Maribel Suce quien en momentos de dificultades siempre me estuvo apoyando, por los valores que me ha inculcado, sobre todo por ser un ejemplo de vida a seguir.

A mi padre quien lastimosamente no se encuentra físicamente con nosotros, quien también en momentos de dificultad me apoyo mucho para poder seguir adelante.

A mi abuelo Flavio Esturado quien en medio de regaños a colaborado en mi formación como persona.

Al pastor Hendrick Minderhoud y la Iglesia reformada por el apoyo que brindaron siempre a los universitarios.

Gracias al ingeniero David Cárdenas por brindarnos el apoyo de trabajar con nosotros para el desarrollo de este seminario, igual a Ing. Sergio Ramírez por apoyarnos en la parte metodológica así como el ingeniero Julio López, a la profesora Elvira Siles, también Ing. Norma flores, también a todos los docentes de la carrera de ingeniería.

Gracias también a todos mis compañeros de estudio por haber hecho mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

Elvin Francisco Pérez Suce



DEDICATORIA

Primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi preciosísima novia quien estuvo siempre conmigo en las buenas, en las malas y en las peores, te agradezco infinitamente tu paciencia y amor que Dios te acompañe siempre.

A mi hermana por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles y a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento.

A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y haberme llevado pasó a paso en el aprendizaje.

Israel Ernesto Ruiz Jirón



DEDICATORIA

A mi Dios .Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, en gran parte gracias a ustedes, pues hoy puedo ver alcanzada mi meta, siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. Es por eso que hoy puedo hacer que se sientan orgullosos de mí. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos, tíos, primos, abuelos y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Elvin Francisco Pérez Suce



I. RESUMEN

Debido a la importancia que debe tener el mantenimiento dentro de la estructura de una empresa, se tomo como objetivo y tema de estudio la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en la Empresa “Hermanos Rodríguez”.

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento primero se tuvo que realizar un estudio sobre el estado crítico de las maquinaria, con este análisis podemos realizar una prioridad a la maquina. También se determina una evaluación técnica sobre el estado físico de cada una de los tres tipos de máquina.

En el presente trabajo se encuentra el plan de mantenimiento propuesto hacia la empresa, encontrando aquí cada una de las actividades a realizar para los tres, tipos de maquinarias ,así como la duración de ciclo y el tiempo entre cada operación, también la cantidad de personal necesario para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento.

Se diseño una hoja o ficha para llevar un control detallado sobre las actividades que se realizaron en una determinada maquina ya sea fresadora, taladro o torno, por ejemplo: una inspección, reporte de actividades etc. Todo esto en pro de tener un historial para cada maquinaria.



II. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo para las maquinarias como Torno, fresadora, taladro vertical en el área del Taller Mecánico, de la empresa Hermanos Rodríguez Mendoza.

La presente investigación da a conocer de forma fácil cómo realizar el mantenimiento preventivo del torno al igual que el de una fresadora, enfocado al personal que trabaja en la industria, específicamente en la mini-empresa Taller Mecánico.

Dicho trabajo cuenta con información necesaria para dar mantenimiento a las partes principales de las maquinarias de igual forma destaca la función que realiza cada uno de estos elementos.

También tiene como finalidad reducir las fallas mecánicas y desgastes de estas maquinarias, que se presentan en un momento inesperado.

Por ello, la propuesta es funcional para la Microempresa ya que tiende a reducir gastos ocasionados por la compra de refacciones para el equipo, también disminuye pérdidas de tiempo ocasionadas por la reparación.

Finalmente cabe mencionar que el lector encontrará un ciclo de mantenimiento preventivo de las maquinarias a estudiar, el cual deberá aplicarse para cumplir con el objetivo del trabajo, ya que es a beneficio de la Microempresa.



III. ANTECEDENTES

En la micro empresa Hermanos Rodríguez no se encontraron estudios previos realizados, por lo tanto es el primer trabajo de estudio que se realiza en esta micro empresa, el cual le servirá para un futuro a los administradores.

La microempresa Hermanos Rodríguez Mendoza surge como un pequeño taller de metalmecánica en el año de 1976, con pequeños instrumentos de maquinarias manuales.



IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema principal es la falta de un plan de mantenimiento preventivo para la reducción de costos y maximización de la vida útil de las maquinas .

A continuación se describen específicamente algunos factores presentes en dicho taller:

1. La proliferación o presencia de espacios inadecuadamente ocupados (tales como un alta acumulación de piezas, entre otros que restan espacio al taller, y que no permiten organizarlo de mejor manera.) lo cual resta espacio para mayor desenvolvimiento del taller como área vital para el mantenimiento de la planta
2. En la actualidad el taller central carece de la demarcación de las señalizaciones que protejan a las maquinas presentes en las instalaciones.
3. Existen déficit de control en las maquinas y de historial de mantenimiento por ende un control de inventario muy deficiente.
4. No poseen un plan de mantenimiento.



V. JUSTIFICACION

Las empresas día tras día van en la búsqueda del dominio del mercado, el cual se obtiene ofreciendo productos o servicios con el mejor nivel de calidad; para ello es necesario analizar en forma clara y precisa el estado actual de la empresa a estudiar, en nuestro caso “Empresa Hermanos Rodríguez”, donde encontramos como problema principal la carencia de un plan de mantenimiento preventivo.

Es por ello que se tomo como importancia realizar un estudio atreves de procesos de análisis como estado crítico de los tres tipos de maquinarias y evaluación del estado técnico de cada una, para dar así origen a la elaboración de un plan de mantenimiento.

Dicho plan de mantenimiento aumentara la vida útil de las maquinarias, también aportara en la perdida de tiempos muertos, así como en la disminución de costos en la elaboración de mantenimientos correctivos.



VI. OBJETIVOS

A. Objetivo General:

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la vida útil e eficiencia de las maquinas herramientas en la empresa metalúrgica “Hermanos Rodríguez”.

B. Objetivos Específicos:

- Caracterizar el área de elaboración de piezas por arranque de virutas de la empresa “Hermanos Rodríguez”.
- Identificar las principales causas y consecuencias de las maquinas mediante un Árbol de problemas.
- Analizar el desempeño de las maquinas y sus funciones para realizar un análisis de criticidad que determinar el estado crítico de las maquinas (Torno, Fresadora, Taladro).
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo.



VII. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

a. Generalidades

La microempresa Hermanos Rodríguez Mendoza, surge en la ciudad de Masaya como un pequeño taller de metalmecánica en el año de 1976, con pequeños instrumentos de maquinarias manuales.

Durante los años 80 debido al desabastecimiento de repuestos y maquinarias por el bloqueo que se generó en este periodo, dicho periodo surge la idea de ser innovadores organizados a través de una cooperativa llamada COOPERMENICMA (Cooperativa de metalmecánica de similares de Nicaragua), una vez integrados en esta cooperativa obtienen su primer maquinaria un torno paralelo universal, con el cual comienzan a realizar trabajos para piezas de otros tipos de maquinarias, al igual que la elaboración de molinos industriales, también obtienen instrumentos para elaborar soldaduras eléctricas.

Es a través de estos trabajos y con la ayuda de la cooperativa que obtienen otros tornos más grandes al igual que una fresadora, generando así la satisfacción de la demanda obtenida por sus usuarios, gracias a este aumento económico a estas fechas del año 2013 se lograron obtener nuevas maquinarias como taladros verticales y otras herramientas que sirven para la soldadura.

Hasta nuestros días lo que surgió como un pequeño taller es ahora una pequeña empresa que consta con suficiente maquinaria para ejercer cualquier tipo de trabajo que necesite de maquinado. Actualmente consta con 12 trabajadores.

Esta empresa se dedica a la elaboración de molinos industriales, trabajos en tornos, cepillados, fresas, soldaduras eléctrica y autógena, al igual que la elaboración de máquinas agrícolas e industriales.

Cuenta con equipos empleados para la fabricación y recuperación de piezas. Entre estos equipos se encuentran 5 tornos, 2 fresadoras, 2 taladradoras verticales y 2 acepilladoras.



Entre sus principales labores se pueden mencionar trabajos realizados a empresas reconocidas como Tip-Top y MEBASA.

b. Valores de la empresa

Misión

Ser un taller que proporcione soluciones técnicas eficaces y de excelente calidad para nuestros usuarios cuya satisfacción y éxito se reflejen en nuestro propio desarrollo.

Visión

Ser un taller con buen crecimiento y mejor tecnología para ofrecer un mejor servicio, para así evitar la importación de materiales y equipos por parte de nuestros usuarios.

Políticas

Estar comprometidos con los clientes para ofrecer un buen servicio, realizando una atención personalizada hacia cada uno de nuestros usuarios, para poder satisfacer todas las necesidades de todos nuestros clientes con el trabajo de nuestra gente.

c. Estructura organizacional

El taller de mantenimiento es dirigido por el jefe de producción, quien vela por la situación del mismo, sin embargo no existe una persona encargada quien ejecute el mantenimiento del taller cada cierto período de tiempo como: limpieza, orden, etc., lo cual puede provocar fricciones de responsabilidad. El personal que más frecuenta el taller de mantenimiento es el mecánico y la mayoría de las veces colabora con la limpieza y el orden.

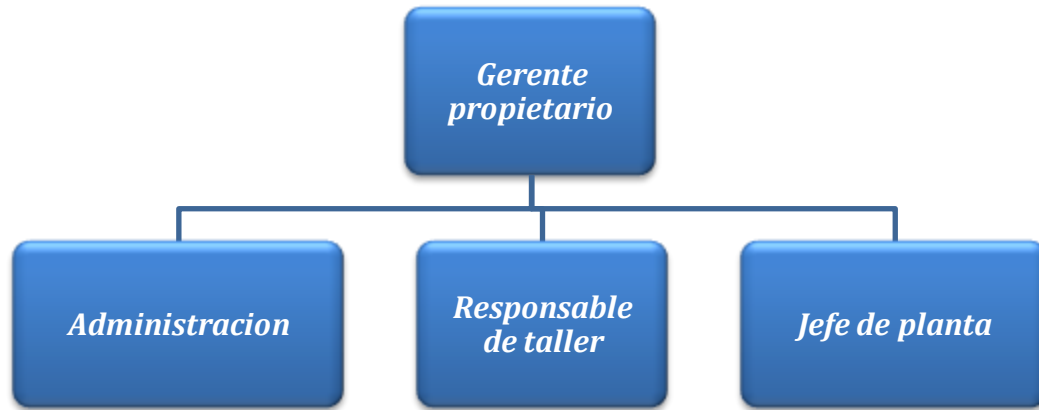


Figura No. 1: Organigrama funcional de la empresa "Hermanos Rodríguez"



VIII. MARCO REFERENCIAL

A. MARCO TEÓRICO

Recursos

La industria juega un papel fundamental dentro de la sociedad, su razón de ser es satisfacer las necesidades de los consumidores, creando una mejor calidad de vida. Para lograr esto, es necesario que las empresas cuenten con recursos que a través de un proceso

Sin embargo, para satisfacer las distintas necesidades, se deben administrar correctamente los recursos y entre estos mencionamos: materia prima, mano de obra, recurso financiero, así como los conocimientos, experiencia, información, tiempo, insumos, etc. (Cantoral Veras, 2009)

Definición de mantenimiento

El mantenimiento ha jugado papel importante no solo en la industria, sino en situaciones cotidianas de nuestra vida. Lo que realmente se desea lograr es mantener el bien en buenas condiciones, capaz de prestar un servicio cuando lo necesitemos con el menor costo posible. Dichas actividades requieren factores económicos, humanos y tiempo para llevarlo a cabo. (Cantoral Veras, 2009)

Para realizar el mantenimiento, es necesario contar con una planificación y organización, como base, para mantener el servicio deseado al menor costo posible. Por tradición se ha observado que los ingenieros y técnicos en



mantenimiento, les dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico y como un plano secundario a los administrativos y logísticos lo que conlleva a bajo nivel de servicio, alto costo y demasiadas tensiones y fricción en la ejecución del trabajo. (Cantoral Veras, 2009)

¿Qué es lo que realmente hace que la falla se presente? Existen varios factores que causan la falla, se pueden clasificar en actos y condiciones.

Los actos son generados directamente por el recurso humano, dentro de estas tenemos la mala operación de las máquinas, negligencia del mismo o de otros departamentos, poco conocimiento, mal uso de las herramientas, poca atención del personal, falta de capacitación, instalación inadecuada del equipo, en general podemos mencionar que son todos aquellos factores que desde un punto proactivo se pueden minimizar (como una causa, la podemos prevenir).

Las condiciones se refieren aquellos aspectos que no se encuentra directamente en las manos del recurso humano encargado, pero sí se puede evitar su prolongación.

Actualmente se han clasificado los mantenimientos por tipos, entre los cuales están:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

Cada una de estas tiene sus propias características que las diferencian, pero con la meta de alcanzar el mismo fin. Su aplicación depende de la necesidad de la empresa, sea por costos, medidas de seguridad, tiempo, urgencias. etc.

Mantenimiento correctivo



El mantenimiento correctivo, como su nombre lo indica se refiere a corregir una falla en cualquier momento que se presente. (Cantoral Veras, 2009)

Lo que se quiere lograr es corregir el problema lo más rápido posible con el menor costo, sin embargo, el servicio fue afectado sin previo aviso lo cual puede generarse presión por otros departamentos.

Dependiendo de la complejidad del equipo, así como la antigüedad del mismo, el mantenimiento irá incrementándose, por la existencia de un mayor desgaste en función del tiempo, lo que traería como consecuencia un mayor número de paros y un mayor número de personal encargado de este. Cuando se presenta este tipo de problema existen varias etapas que se llevan a cabo:

- Los equipos y componentes del equipo son explotados hasta la plenitud de su vida útil.
- Bajo control inicial.

Desventajas:

- Baja disponibilidad.
- La rotura de un elemento puede ocasionar la ruptura parcial o total del equipo.
- Los costos por tiempo de parada son altos ya que las paradas se producen de forma imprevista.

Sin embargo hay que mencionar que el mantenimiento correctivo es inevitable aun se halla implementado un mantenimiento preventivo, ya que siempre existen fallas no previstas.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo como su nombre lo indica, prevenir al máximo, las fallas que se puedan generar detectándolas con anterioridad.



El mantenimiento se hace a través de un programa de actividades entre las cuales tenemos la revisión y lubricación, previamente establecidas.

Para un mantenimiento preventivo es necesario contar con el apoyo de todo el personal dentro de la empresa para poder planificarlo adecuadamente, es de suma importancia mencionar, que la base del mantenimiento preventivo, está en función del tiempo.

Es necesario que se lleve un control, lo cual indica un análisis detallado de cada una de las actividades y del estricto cumplimiento de éstas; el control nos ayuda a comprobar que lo planeado se está llevando a cabo; en caso de que se presente una anomalía esta se puede corregir.

Una de las ventajas de mantenimiento preventivo es que se sabe con anticipación qué es lo que se debe de hacer, ya que se dispone de personal, documentos técnicos y repuestos.

Los trabajos pueden ser programados a futuro sin afectar las actividades de producción y se dispone de tiempo para realizar todas las tareas que no se pueden hacer cuando el equipo está en funcionamiento.

Dentro de los enfoques preferidos, frente al mantenimiento correctivo, encontramos cuatro razones principales:

- La frecuencia con que ocurren las fallas prematuras pueden reducirse, mediante una lubricación adecuada, limpieza, ajustes, inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y las mediciones periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.



- Se puede vigilar la degradación gradual en función a un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente hay importantes diferencias en costos tantos directos (ejemplo, materiales) como indirectos (pérdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado y a que la calidad de reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

Ciclo de mantenimiento preventivo

Los ciclos de mantenimiento y los paquetes contienen el tiempo o la condición de rendimiento cuando se debe realizar el mantenimiento.

Mantenimiento predictivo

Para llevar a cabo este mantenimiento es necesario realizar mediciones mediante ensayos no destructivos. Los instrumentos utilizados para realizar este tipo de mantenimiento son de un alto costo, sin embargo hay que destacar que la mayoría de las inspecciones se realizan con el equipo en funcionamiento y sin causar paros en la misma. (Cantoral Veras, 2009)

La aplicación de este mantenimiento se presenta en los quipos que ponen en peligro la integridad del personal o puedan causar daños mayores.

Dentro de los instrumentos de mayor prioridad encontramos:

- De desgaste: espectrofotómetro de absorción atómica, este se puede aplicar sobre los aceites y proporcionan información de un excesivo desgaste de material.
- De espesor: con ultrasonido.



- De fracturas: partículas magnéticas, rayos X, ultrasonido, corrientes parásitas o tintas reveladoras.
- De ruido: con decibelímetros.
- De vibraciones: medidores de amplitud, velocidad y aceleración.
- De temperatura: termografía.

El mantenimiento predictivo se utiliza como información para un adecuado programa de mantenimiento preventivo.

Torno

Se denomina torno (del latín tornus, y este del griego τόπος, giro, vuelta)¹ a un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

Partes del torno

El torno tiene cinco componentes principales:

- Bancada: sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.
- Cabezal fijo: contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.



- Contrapunto: el contrapunto es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como porta brocas para hacer taladros en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.
- Carro portátil: consta del carro principal, que produce los movimientos de la herramienta en dirección axial; y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal en dirección radial. En los tornos paralelos hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el charriot y la torreta portaherramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.
- Cabezal giratorio o chuck: su función consiste en sujetar la pieza a mecanizar. Hay varios tipos, como el chuck independiente de cuatro mordazas o el universal, mayoritariamente empleado en el taller mecánico, al igual que hay chucks magnéticos y de seis mordazas.

Equipo auxiliar

- Plato de garras universal.
- Plato y perno de arrastre.
- Se requieren ciertos accesorios, como sujetadores para la pieza de trabajo, soportes y portaherramientas. Algunos accesorios comunes incluyen:
- Plato de sujeción de garras universal: sujeta la pieza de trabajo en el cabezal y transmite el movimiento.
- Plato de sujeción de garras blandas: sujeta la pieza de trabajo en el cabezal a través de una superficie ya acabada. Son mecanizadas para un diámetro específico no siendo válidas para otros.
- Centros o puntos: soportan la pieza de trabajo en el cabezal y en la contrapunta.



- Perno de arrastre: Se fija en el plato de torno y en la pieza de trabajo y le transmite el movimiento a la pieza cuando está montada entre centros.
- Soporte fijo o luneta fija: soporta el extremo extendido de la pieza de trabajo cuando no puede usarse la contrapunta.
- Soporte móvil o luneta móvil: se monta en el carro y permite soportar piezas de trabajo largas cerca del punto de corte, Torreta portaherramientas con alineación múltiple.
- Plato de arrastre: para amarrar piezas de difícil sujeción.
- Plato de garras independientes: tiene 4 garras que actúan de forma.

Fresadora

Es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. Mediante el fresado es posible mecanizar los más diversos materiales como madera, acero, fundición de hierro, metales no férricos y materiales sintéticos, superficies planas o curvas, de entalladura, de ranuras, de dentado, etc. Además las piezas fresadas pueden ser desbastadas o afinadas. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.

Estructura de una fresadora

Los componentes principales de una fresadora son la base, el cuerpo, la consola, el carro, la mesa, el puente y el eje de la herramienta. La base permite un apoyo correcto de la fresadora en el suelo. El cuerpo o bastidor tiene forma de columna y se apoya sobre la base o ambas forman parte de la misma pieza. Habitualmente, la base y la columna son de fundición aleada y estabilizada. La columna tiene en la parte frontal unas guías templadas y rectificadas para el movimiento de la consola y unos mandos para el accionamiento y control de la máquina.



La consola se desliza verticalmente sobre las guías del cuerpo y sirve de sujeción para la mesa. La mesa tiene una superficie ranurada sobre la que se sujeta la pieza a conformar. La mesa se apoya sobre dos carros que permiten el movimiento longitudinal y transversal de la mesa sobre la consola.

El puente es una pieza apoyada en voladizo sobre el bastidor y en él se alojan unas lunetas donde se apoya el eje portaherramientas. En la parte superior del puente suele haber montado uno o varios tornillos de cáncamo para facilitar el transporte de la máquina. El portaherramientas o porta fresas es el apoyo de la herramienta y le transmite el movimiento de rotación del mecanismo de accionamiento alojado en el interior del bastidor. Este eje suele ser de acero aleado al cromo-vanadio para herramientas.

Taladro

Es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

Las taladradoras utilizan como accesorios principales:

Porta brocas, pinzas de fijación de brocas, utillajes para posicionar y sujetar las piezas, plantilla con casquillos para la guía de las brocas, granete, mordazas de sujeción de piezas, elementos robotizados para la alimentación de piezas y transfer de piezas, Afiladora de brocas.

Diferenciación de las Máquinas

Se basa en establecer una diferencia racional entre los equipos que obtengan una adecuada relación entre productividad y costo de mantenimiento. Para este logro se establecen tres categorías de equipos. (Fernandez, Matus, & Priem)



Categoría A:

Objetivo: Lograr la máxima productividad del equipo.

Se recomienda:

- Utilización del mantenimiento predictivo siempre que se cuente con equipos y personal para ello.
- Amplia utilización del mantenimiento preventivo con prioridad frecuente para reducir posibilidad de fallo.
- Uso del mantenimiento correctivo como vía para reducir el tiempo medio de rotura.

Categoría B:

Objetivo: Reducir los costos de mantenimiento sin que esto implique una catástrofe.

Se recomienda:

- Poca utilización del mantenimiento predictivo.
- Empleo de cálculos técnicos estadísticos para el mantenimiento preventivo.
- Empleo del mantenimiento correctivo solo en la ocurrencia aleatoria de fallos.

Categoría C

Objetivo: Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.

Se recomienda:

- Mantenimiento predictivo anulado.
- Mantenimiento preventivo sólo el que indique el fabricante.
- Mantenimiento a la ocurrencia de fallos
- **Análisis de la criticidad**



Este es un método semicuantitativo práctico, en el que es basado por el concepto de riesgo o sea el número de frecuencias de fallas fue desarrollado por una consultora inglesa, este modelo se utilizó para medir la criticidad de las máquinas en la Empresa Hermanos Rodríguez.

Los factores ponderados de los criterios a ser evaluados por la expresión de riesgo son:

- Frecuencia de fallas: número de repeticiones en un periodo de tiempo de una alteración del cumplimiento satisfactorio de un sistema, máquina o pieza.
- Impacto operacional: Porcentaje de producción que se perjudica cuando acontece una falla.
- Flexibilidad operacional: Facilidad que tiene la producción de efectuar un cambio rápido sin recaer en el aumento de costo o pérdida.
- Costos de mantenimiento: son los gastos que implica la labor de mantenimiento sin incluir los costos producidos por la falta en producción.
- Impacto de seguridad y medio ambiente: es un diagnóstico en donde se observan las inconvenientes.

Estos factores serán evaluados bajo las condiciones que se encuentran a continuación:



Tabla No. 1: Condiciones según puntuación de factores

Frecuencia de fallas.		Costo de mantenimiento.	
<i>Pobre o mayor 2 fallas/año</i>	4	<i>Mayor o igual a 2000 \$</i>	2
<i>Promedio 1 - 2 fallas/año</i>	3	<i>Inferior a 2000\$</i>	1
<i>Buena 0.5- 1 fallas por año</i>	2		
<i>Excelente menos de 0.5 fallas por año</i>	1		
Impacto operacional.		Impacto de seguridad e higiene.	
<i>Perdida de todo el despacho.</i>	10	<i>Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.</i>	8
<i>Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones en otros sistemas.</i>	7	<i>Afecta el ambiente/ instalaciones.</i>	7
<i>Impacta a niveles de inventario calidad.</i>	4	<i>Afecta las instalaciones causando daños severos.</i>	5
<i>No genera ningún impacto significativo.</i>	1	<i>Provoca daños menores (ambiente-seguridad).</i>	3
Flexibilidad operacional.		<i>No provoca ningún tipo de daños a personas</i>	1
<i>No existe opción de producción y no hay función de producción.</i>	4		
<i>Hay opción de repuesto compartido /almacén.</i>	2		
<i>Función de repuesto disponible</i>	1		

Tabla No.1 de puntuación de factores encontrada en CESETA. (1979). Manual de Mantenimiento y reparación de equipos industriales. Editorial ORBE. Ciudad de la Habana.

En esta parte se presenta el modelo de criticidad más detallado, para ello se utiliza el punto de vista matemático, en el que se puede expresar:



Criticidad total = frecuencia X consecuencia.....ecuación 1

Frecuencia= rango de fallas en un tiempo determinado.....ecuación 2

Consecuencia= ((impacto operacional X flexibilidad)+ costo de mantenimiento + impacto de seguridad, ambiente e higiene).....ecuación 3

Evaluados estos factores, son anexados a la ecuación de criticidad total (ecuación 1) y en él se consigue el valor de criticidad global. Partiendo de los resultados en una matriz de riesgo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla No. 2: Matriz general de criticidad (MGC)

Tabla 3. Matriz general de criticidad (MGC)

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Tabla No.2 nos muestra la simbología y colores a representar y la forma de análisis de la matriz general de criticidad (MGC)

Como se puede observar es una matriz muy pequeña y sencilla fácil de aplicar e interpretar para valorar el nivel de criticidad de un activo.

En el eje Y se colocan las frecuencias y el número de fallas en el eje X el valor de la consecuencia además de poderlas jerarquizar en tres áreas:



Área de sistema no crítico (NC)



Área de sistema medio crítico (MC)



Área de sistema crítico (C)



Cabe señalar que es de vital importancia tener una información Histórica confiable y tener un registro contable para no cometer errores en las proporciones inimaginables.

Evaluación técnica de los equipos

Para poder establecer el ciclo de mantenimiento preventivo a equipos que se encuentran en funcionamiento, es necesario tener definido por donde comenzar ya sea comenzar por una revisión, o por una reparación de cualquier tipo. Ante esta alternativa se sugiere evaluar el estado técnico del equipo y según los resultados de esta evaluación se procederá a comenzar con la actividad requerida.

Para esta evaluación se requiera del estudio de los aspectos a los cuales más adelante se les darán unos valores numéricos:

- Aspectos principales.
- Aspectos secundarios.

Los aspectos que se procederán a evaluar son de tres tipos de maquinas distintas tomadas como muestra las cuales son: Torno, Fresadora, Taladro radial.

Para poder realizar la evaluación técnica a los equipos antes mencionados se le agregaran valores numéricos para poder realizar una ponderación a la calidad de aspectos a estudiar de las maquinas.



Tabla No. 3: Ponderación de valores

Valores	Valor cuantitativo
A	1
B	0.8
C	0.6
D	0.4

Tabla No.3. Representa los valores y sus ponderaciones cuantitativas que poseen. Una vez obtenidos los datos de nuestros valores procedemos a realizar el cálculo cuantitativo de dicha evaluación a través de las siguientes ecuaciones:

$$AP = \frac{90}{N_{AP}} \sum A_i + 0.8B_i + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \% \quad EC.4$$

$$AS = \frac{10}{N_{AS}} \sum A_i + 0.8B_i + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \% \quad EC.5$$

$$E_{TECNICO} = AP + AS \quad \% \quad EC.6$$

De donde:

AP = Evaluación de los aspectos principales en porcentaje.

N_{AP} = Cantidad total de aspectos principales.

N_{AS} = Cantidad total de aspectos secundarios.

A_i = Cantidad total de los aspectos principales evaluados con categoría "A".

B_i = Cantidad total de los aspectos principales evaluados con categoría "B".

C_i = Cantidad total de los aspectos principales evaluados con categoría "C".

D_i = Cantidad total de los aspectos principales evaluados con categoría "D".



Árbol de problemas

El árbol del problema es una herramienta visual de análisis que debe ser utilizada para identificar con precisión al problema objeto de estudio, a través de él se especifican e investigan las causas y los efectos del problema a plantear en la tesis o monografía, además de destacarse las relaciones entre ellas.

CICLO DE REPARACION

.El ciclo de reparación es el tiempo de funcionamiento del equipo entre dos reparaciones generales (para el equipo que encuentra en funcionamiento) o el tiempo entre la puesta en marcha y la primera reparación general (para el equipo nuevo).

Las operaciones a realizar en el ciclo han sido divididas en categorías: revisión (R), reparación pequeña (P), reparación mediana (M) y reparación general (G). El tiempo que se invierte en las revisiones y durante las reparaciones no forma parte del ciclo. Cada máquina o equipo puede pasar por varios ciclos de reparación durante su vida útil, dependiendo esto de cuando quede obsoleto.

Cada tipo de ciclo tiene su estructura propia, la cual fija el número y los tipos de revisiones y reparaciones que se realizarán en el equipo dado. De acuerdo a la experiencia, en la tabla (2) se indican algunos tipos de ciclos, que son los más corrientemente empleados y que más convienen a las máquinas en ellas relacionadas, ya que resulta imposible hacerlo para todas las máquinas que se utilizan en la industria, debido al sin número de condiciones específicas existentes.

En muchos casos se utilizan también en la producción diferentes máquinas especiales, para las cuales será necesario emplear de la misma forma, un ciclo adaptado de modo especial, el cual no se indica en la tabla en cuestión.

El ciclo a aplicar en cada máquina deberá determinarse en cada taller de producción, analizando individualmente las máquinas y eligiendo, de acuerdo con las experiencias y datos que se posean, el tipo que le debe corresponder el ciclo,



ya que un mismo trabajo puede tener mayor o menor duración en talleres diferentes.

DURACION DEL CICLO DE REPARACION

La duración del ciclo no es más que las horas que debe trabajar un equipo entre dos reparaciones generales o entre la puesta en marcha y la primera reparación general, y se determina mediante la fórmula:

$$T = N.M.Y.Z.K \text{ h}$$

Donde:

N Coeficiente que relaciona el tipo de producción.

M Coeficiente que relaciona el tipo de material que trabaja la máquina.

Y Coeficiente que relaciona las condiciones ambientales donde se encuentra el equipo.

Z Coeficiente que relaciona el peso del equipo.

K Duración teórica del ciclo.

El grado de complejidad es una magnitud característica para cada equipo y en ningún momento representa una división en partes de la máquina, cuando se dice que un torno tiene 10 grados de complejidad, no quiere esto decir que el torno se puede dividir en 10 partes (cabezal fijo, delantal, motor, etc.) y que cada una de estas partes representa un grado de complejidad.

El grado de complejidad proporciona un índice de lo complejo que puede ser la reparación de un equipo. Si se toma una taladradora de mesa y se establece que tiene un grado de complejidad, por comparación se podrá decir que el torno de 10 grados de complejidad es 10 veces más complejo en su reparación que la taladradora, o sea, para reparar el torno es necesario realizar un volumen de trabajo igual al que sería necesario para reparar 10 taladradoras.



Análisis de Pareto

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarlas.



B. Marco Conceptual

Mantenimiento: son todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.¹ Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo como su nombre lo indica, prevenir al máximo, las fallas que se puedan generar detectándolas con anterioridad.

Torno: Se denomina torno (del latín tornus, y este del griego τόρνος, giro, vuelta)¹ a un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución.

Fresadora: Es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.

Taladro: Es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo

Análisis de la criticidad: Este es un método semicuantitativo práctico, en el que es basado por el concepto de riesgo o sea el número de frecuencias de fallas fue desarrollado por una consultora inglesa,

El grado de complejidad: Es una magnitud característica para cada equipo y en ningún momento representa una división en partes de la máquina, cuando se dice que un torno tiene 10 grados de complejidad, no quiere esto decir que el torno se puede dividir 10 partes (cabezal fijo, delantal, motor, etc.) y que cada una estas partes representa un grado de complejidad. El grado de complejidad proporciona un índice de lo complejo que puede ser la reparación de un equipo.

Ciclo de reparación: El ciclo de reparación constituye la parte más importante del MPP, la elección de un ciclo adecuado significa un mejor aprovechamiento del equipo, seguridad de operación, ahorro de piezas, materiales, mano de obra, etc.

El diagnóstico (del griego diagnosticó, a su vez del prefijo día-, "a través", y gnosis, "conocimiento" o "apto para conocer") alude, en general, al análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta



determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando.

Reparación proviene del latín reparatio, -onis. Se define como la acción o efecto de restituir a su condición normal y de buen funcionamiento, a cosas materiales mal hechas, deterioradas, o rotas.

Árbol de problema: Esta herramienta se asemeja a un árbol. Las raíces del árbol, en la parte más inferior del dibujo, metafóricamente representan las causas del problema principal. El tronco del árbol en el centro del dibujo representa el problema principal y las ramas del árbol, en el lado superior del dibujo, proporcionan una representación visual de los efectos del problema principal.

Análisis de Pareto: El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.



C. MARCO ESPACIAL

La micro empresa “Hermanos Rodríguez” se encuentra ubicada en Masaya-Nicaragua, Bo. Monimbo, Plaza Pedro Joaquín Chamorro 1 Cuadra al Este.

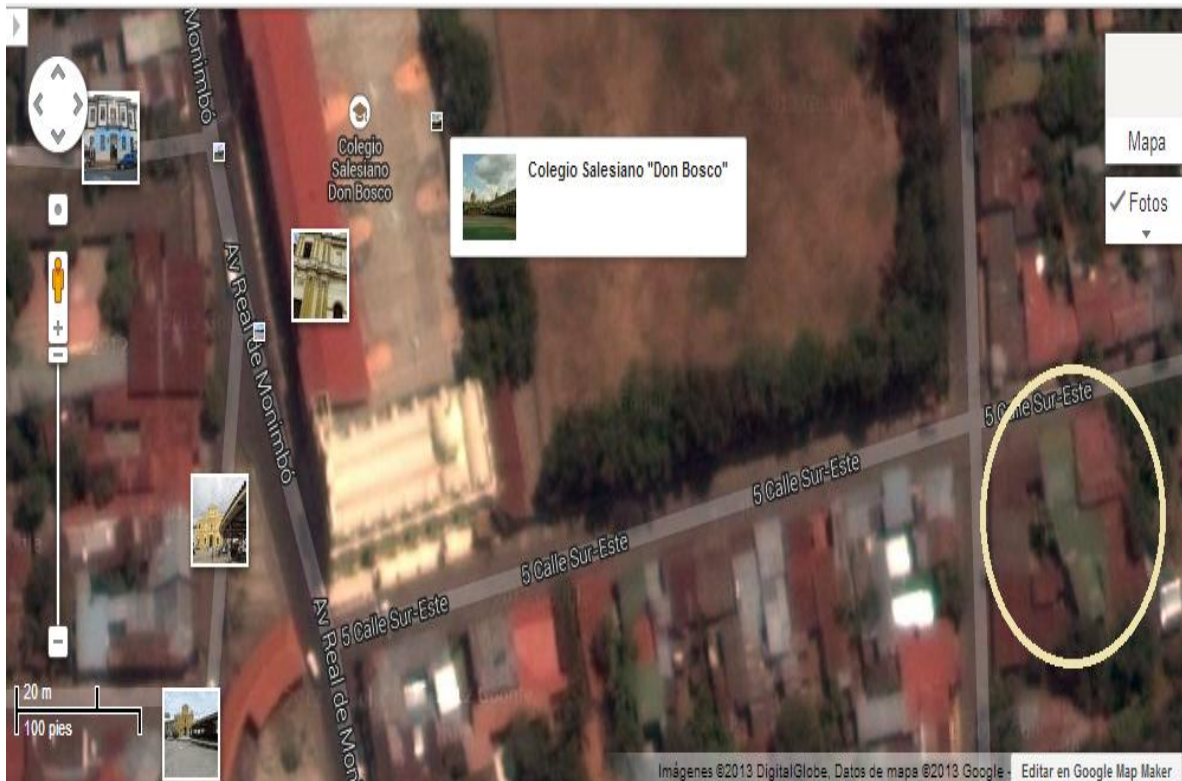


Figura 2. En esta imagen representamos gráficamente con imágenes del satélite la localización espacial de la micro empresa “Hermanos Rodríguez” la cual vemos señala su zona con un círculo



D.MARCO TEMPORAL

Tabla No.4 Diagrama de gratt

Diagrama de Gantt			
Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado para la mini empresa taller Hermanos Rodríguez			
Tareas	Fecha de inicio	Duración	Fecha final
Recopilación de Datos	04/03/2013	24	28/03/2013
Selección de Datos	03/04/2013	18	21/04/2013
Análisis de Datos Seleccionados	23/04/2013	15	08/05/2013
Conclusiones y Resultados del Análisis	10/05/2013	10	20/05/2013

Tabla No.4 En la siguiente tabla representamos las fechas, duración y tareas realizadas en esta investigación.

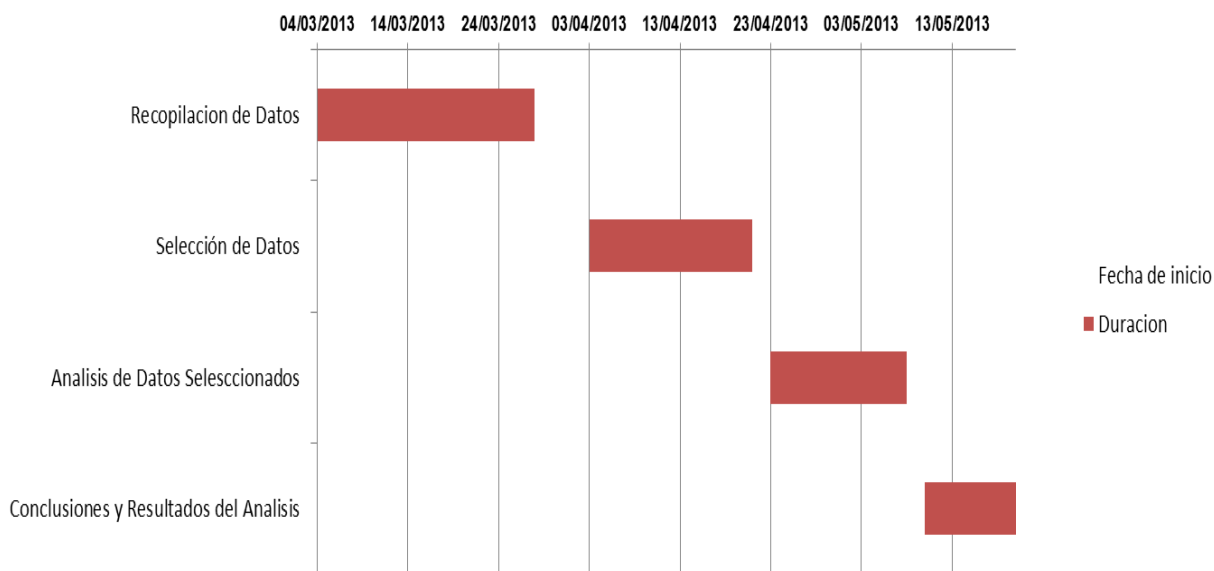


Figura No.3 representamos gráficamente las fechas, duración y tareas realizadas con el diagrama de Gantt mostrando a si la secuencia de tiempo y de tareas.



IX. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuál es la estructura organizacional de la empresa?
- ¿Se utilizan las herramientas y equipos necesarios para la revisión de las maquinas?
- ¿Cómo influye el método actual de revisión y reparación de las maquinas a mejorar la eficiencia de las maquinas?
- ¿Cómo influirá una propuesta de plan de mantenimiento sobre las maquinas en estudio?
- ¿Cómo afecta la inexistencia de un análisis de criticidad sobre las maquinas involucradas en esta investigación?



X. DISEÑO METODOLÓGICO

A. TIPO DE ENFOQUE

La investigación realizada tiene un enfoque mixto, este implica la recolección, análisis y vinculación de datos cualitativos (descripción, evaluación y caracterización de los riesgos) y cuantitativos (datos obtenidos a través de la aplicación de cuestionario y entrevistas no estructuradas) logrando una perspectiva más precisa, integral y holística del problema.

B. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se aplicó fue Descriptiva— analítica, con este tipo de investigación se logra representar a través de la descripción las condiciones actuales del mantenimiento que poseen las maquinarias existentes en la empresa a la vez que se realiza un análisis crítico que estas poseen por sus tiempos de trabajo.

Respecto a la orientación en el tiempo, el período que comprende esta investigación es entre Marzo y junio del 2013.

C. POBLACIÓN

Por el tipo de trabajo que se realiza en la empresa se dirigió al área taller de la empresa “Hermanos Rodríguez”, con una población de 17 maquinas en total.

D. MUESTRA

Para este tipo de análisis se han determinado tres tipos de máquinas importantes muy utilizadas por trabajo de arranque de virutas. Siendo nuestra muestra una máquina de cada tipo, a como se muestra a continuación:

Muestra = población puesto que esta es pequeña.

3 Tipos de maquinas diferentes: Torno, Fresadora y Taladro Radial.



E. TECNICAS DE RECOPIACION DE DATOS

La historia clínica de los equipos debe registrarse desde las primeras intervenciones e incluirse los datos principales de los mismos la memoria descriptiva de arranque, servicios necesarios, consumo y los datos congruentes de captura. Desde este momento es necesaria una hoja complementaria que se llamara hoja de intervenciones, en la que se vaciaran los datos relevantes del mantenimiento correctivo y preventivo.

Esta hoja debe contener un espacio amplio para observaciones especiales o anotaciones que se estime que deban resaltarse para uso del personal o propio del equipo.

Las, fallas soluciones o intervenciones programadas deben especificarse como se describió antes y solo se vaciaran los datos importantes con un verdadero valor para cuantificar mejoras.

1) Instrumentos utilizados:

En el desarrollo del estudio investigativo en Empresa Hermanos Rodríguez utilizamos fuentes primarias como son:

- Fichas técnicas de maquinaria,
- Tablas sobre el tipo de ciclo del manual de mantenimiento (SECETA)
- Grados de complejidad y mantenimiento según el manual de mantenimiento (SECETA)



2) Técnicas utilizadas:

- Cuestionario
- Observación Directa
- Entrevistas no estructuradas
- Diagrama causa efecto
- Matriz de Criticidad
- Elaboración de ciclo de mantenimiento

Cuestionario

Para desarrollar el estudio investigativo realizamos un cuestionario al personal administrativo y obreros con el fin de obtener información sobre los tipos de fallas, y tipos de mantenimiento que se genera en la empresa también sobre que conocimientos poseen de mantenimiento, las causas y consecuencias que pueden originar fallas en las maquinarias.

Observación Directa

Para la identificación de los tipos de maquinarias presentes en las áreas de trabajo se procedió a hacer recorridos por las instalaciones para determinar las condiciones actuales en las que se encuentran y obtener información necesaria para elaborar el diagnostico.

Entrevistas no estructurada

Realizamos entrevistas no estructuradas es decir interrogantes que surgieron en el momento del recorrido a responsable de área taller, y trabajadores con el propósito de conocer que tanto cumple la empresa con los tipos de mantenimiento a la maquinaria y conocer los fallos más comunes que estas poseen.

Diagrama causa efecto

El propósito es la identificación de riesgos, situaciones riesgosas, o específicos eventos accidentales que pudiesen producir una consecuencia indeseable.



Matriz de criticidad

Proceso para visualizar y conocer el estado crítico que poseen las maquinarias.

Árbol de problema El árbol del problema se puede utilizar en proyectos en curso así como en la formulación de uno nuevo. El propósito entero del árbol del problema es definir los problemas principales presentes en la realidad objeto de estudio para analizar y dar la prioridad a sus causas pues es el primer paso hacia las soluciones eficaces. Probablemente la herramienta más importante a tener presente a través de este proceso es una sola pregunta: ¿Por Qué? Es asombrosa como esta frase corta puede generar respuestas que ayudan grandemente en desarrollar una estrategia eficaz para alcanzar la solución.

Elaboración del ciclo de mantenimiento

Una vez recopilada la información a través de la identificación y evaluación de los factores, se procede a su elaboración con la metodología orientada por el Manual de mantenimiento según el tipo de maquinaria (CESETA).



F. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla No.5: Operacionalizacion de variables

VARIABLES	INDICADORES	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Condiciones actuales de mantenimineto.	<ul style="list-style-type: none"> Adecuadas Inadecuadas 	<ul style="list-style-type: none"> Personal Administrativo. Operarios Gerencia 	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario Observación Directa 	<ul style="list-style-type: none"> Guía de cuestionario Guía de Observación
Nivel de criticidad de las maquinas	<ul style="list-style-type: none"> Alto Medio Bajo 	Área de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa. Entrevistas no estructurada 	<ul style="list-style-type: none"> Metodología para el análisis de criticidad Guía de Observación
Estrategia de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Adecuadas Inadecuadas 	Área de mantenimiento	Entrevistas no estructurada	<ul style="list-style-type: none"> Metodología para el análisis de criticidad Plan y procedimientos de mantenimiento
Registro de acciones sobre las maquinas	<ul style="list-style-type: none"> Bueno Regular Malo 	<ul style="list-style-type: none"> Personal Administrativo. Gerencia 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión documental Entrevistas no estructurada 	Procedimientos de mantenimiento

Tabla No.5 Representación El término variable se define como las características o atributos que admiten diferentes valores como por ejemplo, la estatura, la edad, el cociente intelectual, la temperatura, el clima, etc



XI. ANALISIS Y RESULTADOS

A. TALLER DE MANTENIMIENTO

Este se encuentra dentro del área de producción y trata de proporcionar todos los recursos necesarios capaces de cubrir con la demanda del mantenimiento actual, cuando no se cuenta con el equipo y recurso Técnico/Humano necesario, se envía a otra empresa para las distintas reparaciones,

Actualmente cuenta con varios equipos mínimos necesarios para realizar dicho mantenimiento. Se puede observar que dentro del taller se depositan piezas en desuso y que reducen la eficiencia del espacio físico para trabajar y de localizar piezas con una mayor facilidad.

Un aspecto importante a tomar en cuenta es que dentro del taller existen herramientas capaces de sustentar alguna demanda del mantenimiento correctivo, sin embargo cuando esto no es posible, puede ocasionar que muchas veces se manipulen las piezas con herramienta inadecuada por la presión de ejecutar dicho mantenimiento en el menor tiempo posible.

Dentro del taller no se cuenta con una estricta política y muchas veces personal ajeno a producción utilizan las herramientas y no las deja en su lugar, lo cual perjudica a las personas encargadas de mantenimiento porque pierden tiempo en la búsqueda de las mismas.

a. Proceso de mantenimiento

Como ya se mencionó anteriormente, la empresa cuenta con un taller, cuyo encargado es el responsable de taller; actualmente el taller es utilizado por los operarios que se encargan de cubrir la demanda de mantenimiento, ya que al momento de fallar algún equipo o máquina ellos cuentan con la experiencia para minimizar los problemas que se acontecen día a día.



Sin embargo, contar únicamente con el mantenimiento correctivo, conlleva a mantener un proceso a un costo elevado, no únicamente por el tiempo perdido en la reparación del equipo dañado, sino en el costo por no contar con el producto a tiempo, lo que genera incomodidad del cliente y lo obliga a buscar un producto de distinta marca, reduciendo la demanda de este producto (Costo por no calidad).

Para satisfacer la demanda de producción, actualmente se cuenta con personal con experiencia para sustentar el mantenimiento correctivo.

Algunos de los operarios tienen la capacidad de reparar algún tipo de averías por la experiencia que poseen.

El proceso de mantenimiento se lleva a través de una secuencia de pasos, para solucionar el problema inmediatamente. En el siguiente párrafo se presenta las actividades a realizar al momento de ejecutar un mantenimiento correctivo.

Cuando la falla se presenta, se le notifica al responsable de taller para que éste a su vez notifique al mecánico. El operario o encargado de la máquina, hace referencia del fallo; el mecánico realiza una revisión general e identifica el problema, analiza las distintas alternativas, las presenta y selecciona la mejor o la que indiquen las autoridades superiores u otros departamentos.

Para poder reparar el equipo o la máquina como primer paso, se hace uso de los recursos disponibles en el taller o si el problema es complejo y requiere de un conocimiento especializado, se contrata a una firma externa de la empresa.

En caso de cambiar alguna pieza, se hace una requisición para mandar a comprar; cuando se adquieren los repuestos se hacen los cambios, se arma el equipo y se realizan las pruebas.

Para la lubricación de los distintos equipos, los operarios encargados de cada área, engrasan las partes indicadas, así como la inspección de los niveles de aceite, para que el equipo se mantenga en constante funcionamiento, sin embargo, muchas veces pasar por desapercibido por no contar con una hoja de



control para la lubricación de las distintas partes y del consumo de aceite de cada una de ellas.

Se debe destacar que se realiza un mantenimiento anualmente, para la limpieza, ajustes y cambio de algunas piezas de los equipos.

No se cuenta con registro de todas las actividades ejecutadas, así como los cambios de cada una de las piezas realizadas y al no llevar un registro, se puede estar atacando los efectos y no las causas, ya que no se sabe exactamente cuándo se realizó el cambio y a qué equipo.

b. Diagnóstico de la maquinaria y equipo

La antigüedad de los equipos muchas veces repercute en el costo del mantenimiento, ya que en éstos se pueden encontrar un mayor desgaste en relación con equipos o máquinas de modelos más recientes. El desgaste de piezas en una máquina es una de las principales causas que se deben de minimizar con un buen mantenimiento para evitar el deterioro repentino de las máquinas.

Actualmente dentro de la empresa se encuentran equipos que sobrepasan los 30 años, este es el caso de uno de los tornos, lo cual indica que la manutención de esta es de un mayor costo que otros modelos de menor edad.

Además, muchas de las veces por la inexistencia de repuestos (obsoletos) ha repercutido en tomar medidas de modificación a los equipos y no se lleva un control de los cambios realizados.

Esto es de suma importancia de tomarlo en cuenta ya que se debe de tener un eficiente programa de mantenimiento para ajustarlo a este tipo de equipos.

Indiscutiblemente la humedad puede causar oxidación en las máquinas si estas no se protegen adecuadamente, En algunas partes de los equipos se ha empezado a observar una ligera corrosión.



Factor de suma importancia es que hay áreas, en donde el ambiente contiene partículas de polvo y pequeñas virutas que cae directamente en las máquinas haciendo que su funcionamiento no sea la óptima, lo cual se debe de tomar medidas preventivas para este tipo de problemas.

Una de las ventajas con que se cuenta dentro de la industria, es que en el área de producción, cada operario es responsable de la limpieza de su equipo, lo cual, si se organiza y planifica adecuadamente, pueden llegar a ser capaces de mantener en buenas condiciones las máquinas que demandan una mayor atención.



B. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

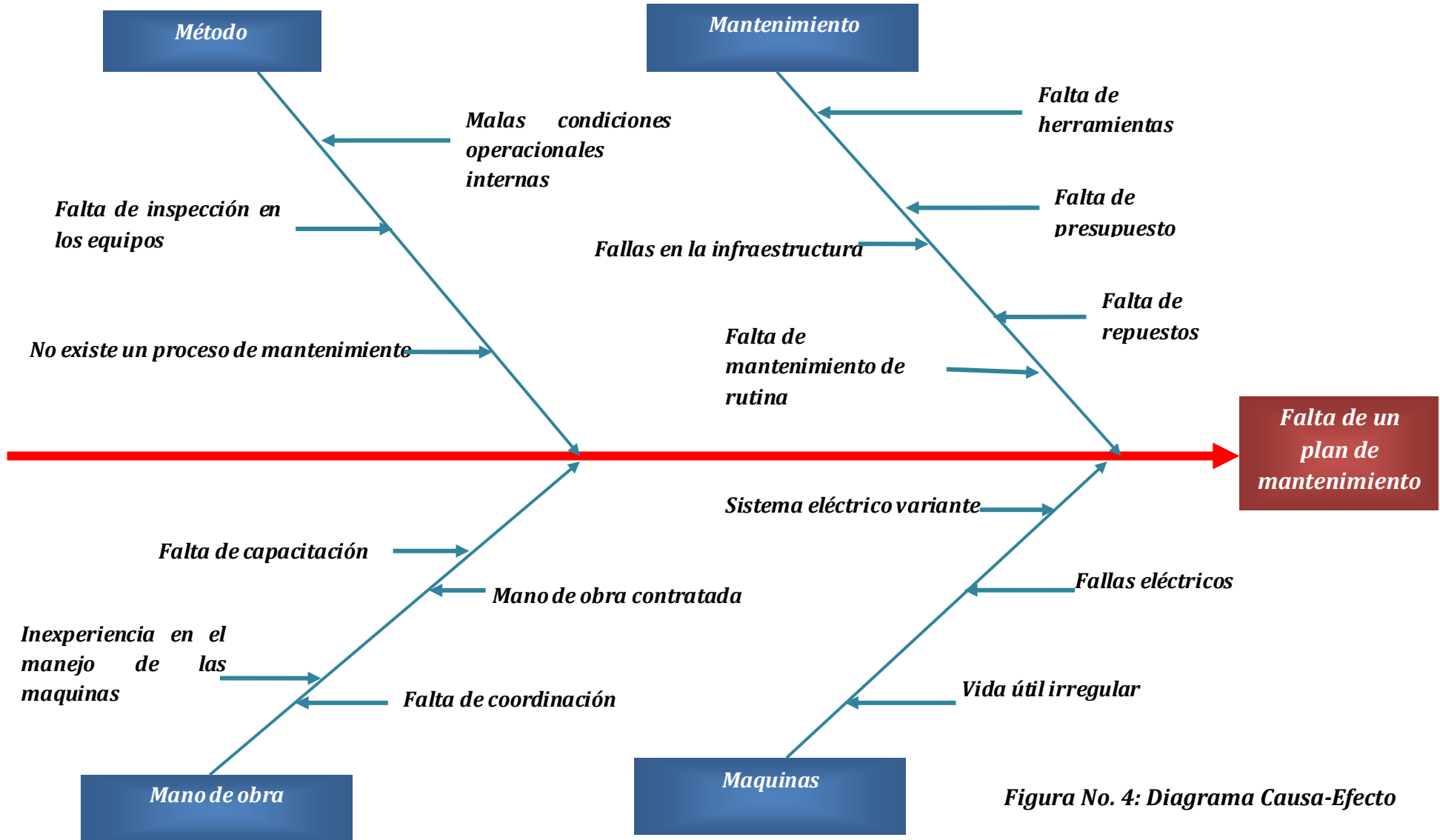


Figura No. 4: Diagrama Causa-Efecto



C. DIAGRAMAS DE PARETO

c. Torno

Tabla No. 6: Diagrama de Pareto para torno.

CAUSA	FRECUENCIA
<i>Daños por falta de lubricación</i>	<i>2</i>
<i>Desgaste en las barras de avance</i>	<i>2</i>
<i>Daño del sistema eléctrico</i>	<i>1</i>
<i>Mal funcionamiento de la caja de cambios</i>	<i>1</i>
<i>Daño del carro trasversal</i>	<i>1</i>

En la tabla no. 6 se representa la frecuencia de desperfectos en la maquina tipo: Torno.

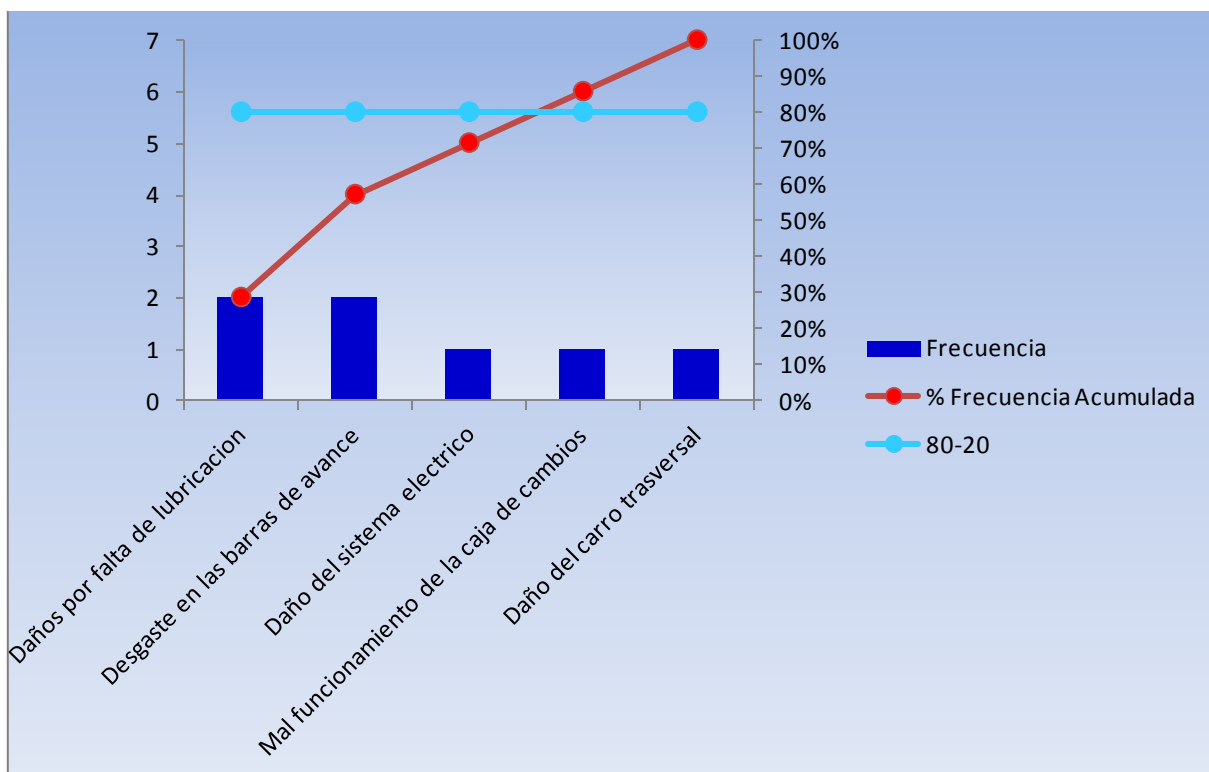


Figura No. 5: Diagrama de Pareto 80-20 para torno.



En la figura No.4 el diagrama de Pareto nos refleja que los daños por falta de lubricación y desgaste en las barras de avance son los principales desperfectos que ocurren la maquina tipo: Torno

d. Fresadora

Tabla No. 7: Diagrama de Pareto para fresadora.

CAUSA	FRECUENCIA
<i>Daños por falta de lubricación</i>	2
<i>Daño del resorte del husillo</i>	2
<i>Daño del carro trasversal</i>	1
<i>Daño del eje de herramienta</i>	1
<i>Daño del sistema eléctrico</i>	1
<i>Mal funcionamiento de la caja de cambios</i>	1
<i>Falla en cambio de velocidades</i>	1

En la tabla no.7 se representa la frecuencia de desperfectos en la maquina tipo: Fresadora.

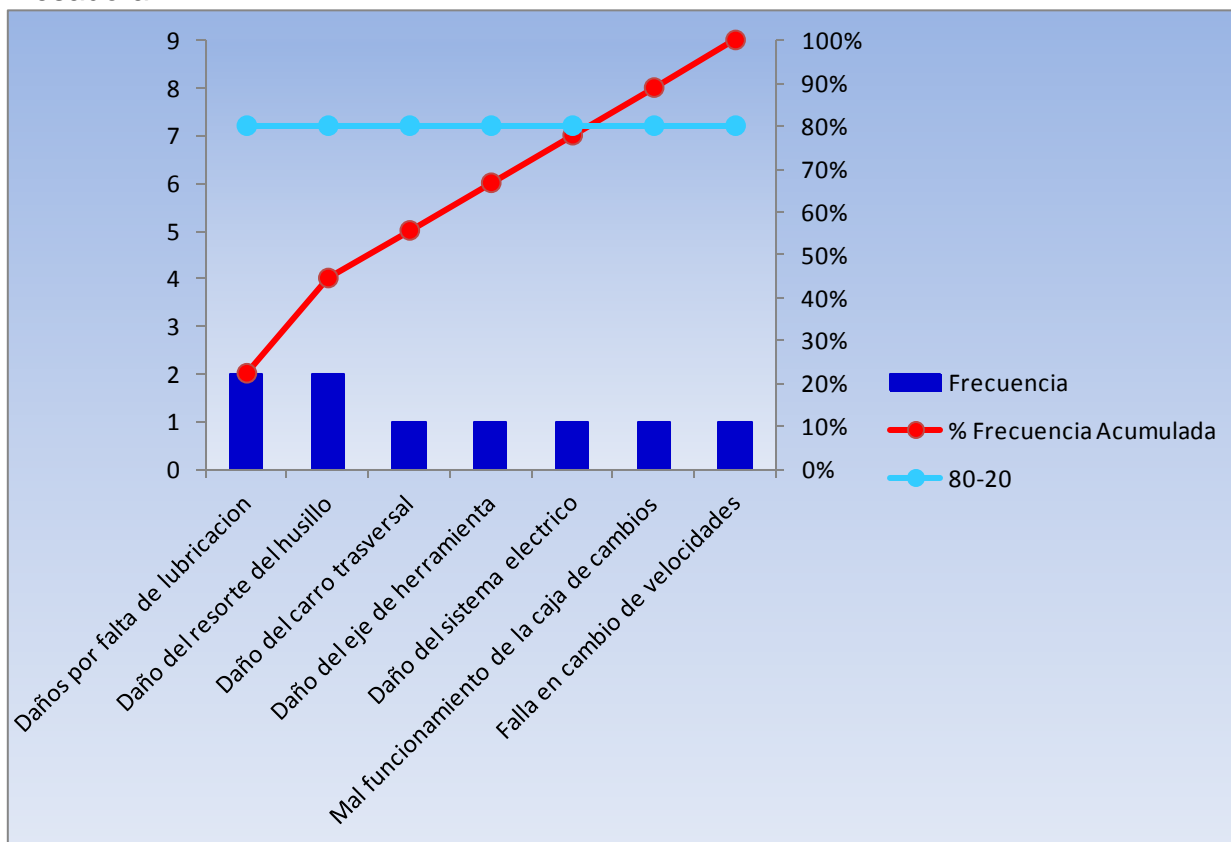


Figura No. 6: Diagrama de Pareto 80-20 para fresadora.



En la figura No.5 el diagrama de Pareto nos refleja que los daños por falta de lubricación y daños en el resorte del husillo son los principales desperfectos que ocurren la maquina tipo: Fresadora.

e. Taladro

Tabla No. 8: Diagrama de Pareto para taladro.

CAUSA	FRECUENCIA
<i>Sistema de lubricación inadecuado</i>	3
<i>Velocidad de perforación lenta</i>	2
<i>Desgaste de la broca</i>	2
<i>Daños de los frenos</i>	1
<i>Deterioro de la caja de velocidad</i>	1
<i>Averías en el motor eléctrico</i>	1
<i>Fuga del liquido refrigerante</i>	1

En la tabla no.8 se representa la frecuencia de desperfectos en la maquina tipo: Taladro.

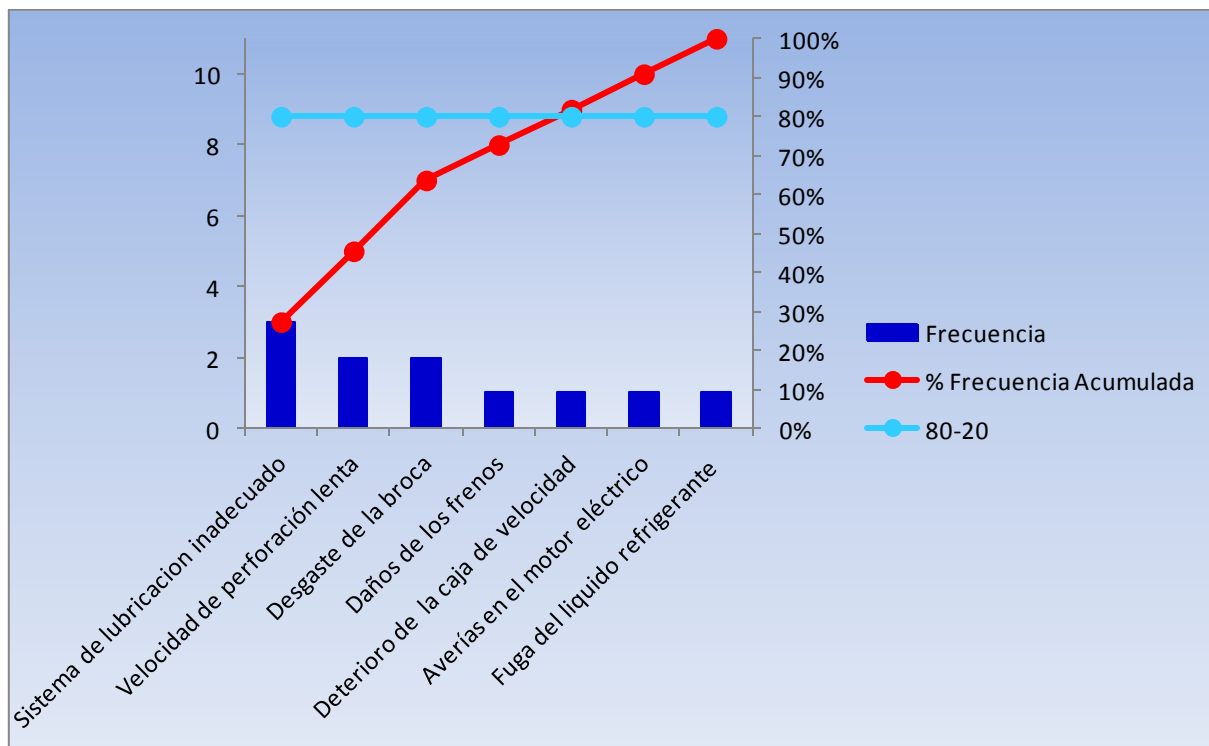


Figura No. 7: Diagrama de Pareto 80-20 para taladro.



En la figura No.6 el diagrama de Pareto nos refleja que el sistema de lubricación es inadecuado y este es el principal desperfecto que ocurre en la maquina tipo: Taladro.

D. FICHAS TECNICAS

f. Torno

Tabla No. 9: Ficha técnica del torno.

Tipo :	Torno mecánico
Marca :	COLCHESTER
Modelo :	TRIUMPH 2000
Año :	-
Nº serie :	6/0047/2550
Nº almacén :	5768

En la tabla No.9 se representa la ficha técnica de la maquina tipo: Torno, donde se dan detalles y características de su fabricación.

Características técnicas:

- Entre puntas : 1250 [mm]
- Altura de punta : 190 [mm]
- Escariado de husillo : 54 [mm]
- Tipo contra punta : CM4
- Dimensiones : 2000x1000x1400 [mm]
- Peso : 1200 [kg]



g. Fresadora

Tabla No. 10: Ficha técnica de fresadora

Tipo:	Fresadora
Marca:	REIDEN
Modelo:	FU 150 Un
Año:	-
Serial #:	255-39
# Archivo:	7083

En la tabla No.10 se representa la ficha técnica de la maquina tipo: Fresadora, donde se dan detalles y características de su fabricación.

Características técnicas:

- Superficie de la mesa: 1250 x 350 [mm]
- Carrera longitudinal: 850 [mm]
- Carrera transversal: 250 [mm]
- Trazo vertical: 470 [mm]
- Deslizamiento de la cabeza: 400 [mm]
- Oscilación de la cabeza: + / - 90 °
- Husillo: SA 40
- Velocidad de giro: 45 - de 2000 [rpm]
- Velocidad de las alimentaciones: 18 - 800 [mm / min]
- Peso: 2.150 [kg]



E. ANALISIS DE CRITICIDAD

Bajo la guía de los operarios y el jefe de planta se realizó la evaluación de criticidad para cada una de las maquinas utilizando el concepto de riesgo estos conceptos se evaluaron utilizando las formulas de las ecuaciones 1, 2, 3 indicados en el marco teórico.

Esto se realiza mediante la aplicación del cuestionario de análisis de funcionamiento del mantenimiento.¹

A continuación se dará a conocer el estudio y los resultados obtenidos sobre el estado de criticidad hacia las maquinas.

a. Análisis de criticidad para torno 1k62

Tabla No.11: Ponderación de factores para torno

FACTORES PONDERADOS	
Frecuencias de falla	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costo de mantenimiento	1
Impacto SAH	1

En la tabla No.11 observamos los valores de ponderación que posee cada uno de los factores a tomar en cuenta, para el tipo de maquina: Torno.

Para calcular el análisis de consecuencia, criticidad total procedemos a utilizar la ecuación número 1, 2(encontrada en la pág. 37).²

$$Consecuencia = (4 * 4) + 1 + 1 = 18$$

¹ Ver Anexo No. 6

² Anexo No.5.



$$\text{Críticidad total} = 2 * 18 = 36$$

$$\text{Críticidad total} = 36 \%$$



Figura No. 8: Matriz de criticidad para torno

La grafica anterior es matriz donde se muestra la ubicación de la máquina herramienta (Torno Horizontal). Según los datos obtenidos de las ecuaciones: en la parte vertical se colocan los números de las frecuencias que ocurren las fallas y en la parte horizontal los datos en porcentaje de las consecuencias de las fallas, y así poder determinar el lugar posee la máquina herramienta en la matriz. Teniendo como resultado en la grafica anterior:

Frecuencia de falla por año= 2

Nivel consecuencia por numero de fallas = 36%

Obteniendo un Análisis crítico como = Medio Critico

b. Análisis de criticidad para Fresadora 6H81

Tabla No.12: Ponderación de factores para fresadora

FACTORES PONDERADOS	
Frecuencias de falla	3
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costo de mantenimiento	1
Impacto SAH	1

En la tabla No.12 observamos los valores de ponderación que posee cada uno de los factores a tomar en cuenta, para el tipo de maquina: Fresadora.



$$\text{Consecuencia} = (4 * 2) + 1 + 1 = 10$$

$$\text{Criticidad total} = 3 * 10 = 30$$

$$\text{Criticidad total} = 30 \%$$

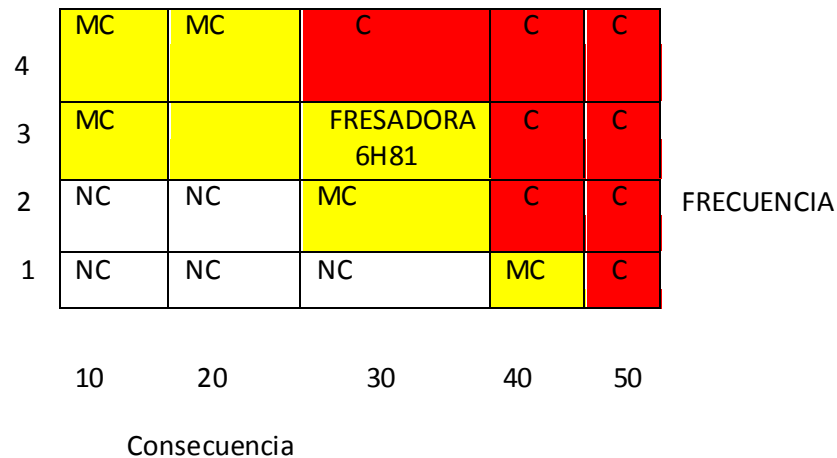


Figura No. 9: Matriz de criticidad para fresadora

La grafica anterior es matriz donde se muestra la ubicación de la máquina herramienta (Fresadora Universal) según los datos obtenidos de las ecuaciones, en la parte vertical se colocan los números de las frecuencias que ocurren las fallas y en la parte horizontal los datos en porcentaje de las consecuencias de las fallas, y así poder determinar el lugar posee la máquina herramienta en la matriz. Teniendo como resultado en la grafica anterior:

Frecuencia de falla por año= 3

Nivel consecuencia por numero de fallas = 30%

Obteniendo un Análisis crítico como = Medio Critico

Análisis: criticidad total es medio crítico.



c. Analisis de criticidad para taladradora 2A135

Tabla No.13: Ponderación de factores para taladro

FACTORES PONDERADOS	
Frecuencias de falla	1
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costo de mantenimiento	1
Impacto SAH	1

En la tabla No.13 observamos los valores de ponderación que posee cada uno de los factores a tomar en cuenta, para el tipo de maquina: Taladro.

$$\text{Consecuencia} = (4 * 2) + 1 + 1 = 10$$

$$\text{Criticidad total} = 1 * 10 = 10$$

$$\text{Criticidad total} = 10\%$$

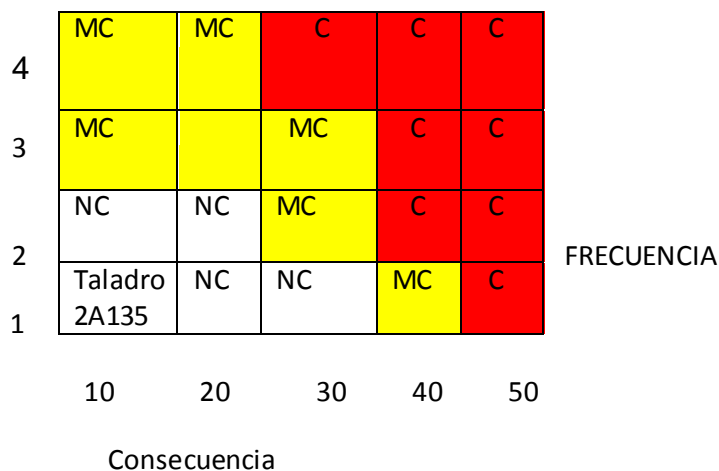


Figura No. 10: Matriz de criticidad para taladro

La grafica anterior es matriz donde se muestra la ubicación de la máquina herramienta en este caso la del taladro vertical, según los datos obtenidos de las ecuaciones. En la parte vertical se colocan los números de las frecuencias que ocurren las fallas y en la parte horizontal los datos en porcentaje de las consecuencias de las fallas, y así poder determinar el lugar posee la máquina herramienta en la matriz. Teniendo como resultado en la grafica anterior:



Frecuencia de falla por año= 1

Nivel consecuencia por numero de fallas = 10%

Obteniendo un Análisis crítico como = No Critico

Este análisis se realizo con el fin de caracterizar e identificar qué tipo de maquina se priorizara en la elaboración del plan de mantenimiento, obteniendo como resultado el Torno Horizontal como segunda prioridad, la Fresadora Universal, y por último el taladro vertical.

Tabla No.14 Estado crítico de los tres tipos de maquinas

Tipo de maquinaria	Estado crítico	Estado crítico porcentual
Torno horizontal	Medio critico	36%
Fresadora universal	Medio crítico.	30%
Taladro vertical	No crítico.	10%

Tabla No.14 Una vez realizado el análisis procedemos a elaborar el plan de mantenimiento de la maquinaria comenzando con una evaluación la cual se muestra a continuación.

F. EVALUACIÓN DE ESTADO TÉCNICO

h. Torno

Como segundo paso para dar inicio al plan de mantenimiento es necesario realizar una evaluación técnica para cada tipo de máquina herramienta. En estos datos se evalúan las partes físicas del equipo, realizando una división entre partes, partes principales y partes secundarias.

Los datos cualitativos, tanto como cuantitativos se muestran en las siguientes tablas:



Tabla No.15: Evaluación de aspectos principales para torno

ASPECTOS PRINCIPALES	CALIFICACIÓN
<i>Estado del sistema eléctrico del torno</i>	B
<i>Estado de las cajas de velocidades</i>	A
<i>Condición física del husillo del cabezal fijo</i>	A
<i>Estado del motor eléctrico del torno</i>	A
<i>Guías del carro longitudinal</i>	B
<i>guía del carro superior</i>	B
<i>Bomba de liquido refrigerante</i>	B
<i>Transmisión de tornillos y tuercas del carro transversal</i>	B
<i>Desgaste de las guías de la bancada</i>	A
<i>PLATO universal (CHUCK)</i>	A

En la Tabla No.14 se representan los aspectos principales a evaluar en el tipo de maquina: Torno.

Tabla No.16: Evaluación de aspectos secundarios para torno

ASPECTOS SECUNDARIOS	CALIFICACIÓN
<i>Estado físico de la máquina herramienta</i>	A
<i>Estado de los controles del torno</i>	B
<i>Estado de las herramientas auxiliares</i>	B
<i>Estado de la pintura del equipo</i>	C

En la Tabla No.15 se representan los aspectos secundarios a evaluar en el tipo de maquina: Torno.



En las tablas anteriores obtenemos diez aspectos principales y cuatro aspectos secundarios. Con estos datos se procederán a realizar el cálculo para la evaluación utilizando las ecuaciones:

$$AP = \frac{90}{N_{AP}} \sum A_i + B_I + C_i + D_i \quad \%,$$

$$AS = \frac{10}{N_{AS}} \sum A_i + B_I + C_i + D_i \quad \%,$$

La primera ecuación se usa para los aspectos principales y la segunda para los aspectos secundarios. Con estas ecuaciones se puede determinar el estado técnico del equipo en forma cuantitativa expresada en porcentaje.

Aspectos principales

$$AP = \frac{90}{N_{AP}} \sum A_i + 0.8B_I + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \%$$

$$AP = \frac{90}{10_{AP}} \sum 5_i + 0.8(5)_I + 0.6(0)_i + 0.4(0)_i$$

$$\text{Aspectos Principales} = 81\%$$

este valor representa el valor cuantitativo sobre los aspectos tecnico en la maquina:Torno.

Aspectos secundarios

$$AS = \frac{10}{N_{AS}} \sum A_i + 0.8B_I + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \%$$

$$AS = \frac{10}{4_{AS}} \sum 1_i + 0.8(2)_I + 0.6(1)_i + 0.4(0)_i \quad \%$$

$$\text{Aspectos Secundarios} = 8\%$$

este valor representa el valor cuantitativo sobre los aspectos secundario en la maquina:Torno.

Una vez obtenido los valores cuantitativos de los aspectos tanto primarios como secundarios se procede a calcular el estado técnico de la máquina herramienta.



Para la determinación del estado técnico del equipo ($E_{TECNICO}$), se considera que es la suma de las evaluaciones representada en la ec. 6 (ubicada en la página 37)

$$E_{TECNICO} = AP + AS$$

$$E_{TECNICO} = 81\% + 8\%$$

= **90%** *valor cuantitativo en el cual se evalua la representacion del estado tecnico actual de la maquina de herramienta: Torno.*

i. Fresadora

Tabla No.16: Evaluación de aspectos principales para fresadora

Aspectos principales	Calificación
<i>Estado del sistema eléctrico de la fresadora</i>	A
<i>Estado de las cajas de velocidades</i>	A
<i>Estado del cabezal divisor</i>	A
<i>Estado del motor eléctrico de la fresadora</i>	A
<i>Estado de la mesa de trabajo de la fresadora</i>	B
<i>Bomba de liquido refrigerante</i>	B
<i>Guías del longitudinal</i>	B
<i>Estado de las ranuras de la mesa de trabajo</i>	B

En la Tabla No.16 se representan los aspectos principales a evaluar en el tipo de maquina: Fresadora.

Tabla No.17: Evaluación de aspectos secundarios para fresadora

Aspectos secundarios	Calificación
<i>Estado del cuerpo del la fresadora</i>	A
<i>Estado de sistema de mando que está encargado de los controles de las funciones (manivelas, botones, etc.)</i>	B
<i>Estado de la pintura del equipo</i>	C



En la Tabla No.17 se representan los aspectos secundarios a evaluar en el tipo de maquina: Fresadora.

Con los datos anteriores se procederá a realizar el cálculo para la evaluación utilizando la ecuación antes mencionada:

Aspectos principales

$$AP = \frac{90}{N_{AP}} \sum A_i + 0.8B_i + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \%$$

$$AP = \frac{90}{10_{AP}} \sum 4_i + 0.8(5)_i + 0.6(1)_i + 0.4(0)_i$$

$$\text{Aspectos Principales} = 77.4 \%$$

este valor representa el valor cuantitativo sobre los aspectos tecnico en la maquina: Fresadora.

Aspectos secundarios

$$AS = \frac{10}{N_{AS}} \sum A_i + 0.8B_i + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \%$$

$$AS = \frac{10}{4_{AS}} \sum 1_i + 0.8(2)_i + 0.6(1)_i + 0.4(0)_i \quad \%$$

$$\text{Aspectos Secundarios} = 8\%$$

este valor representa el valor cuantitativo sobre los aspectos secundario en la maquina: Fresadora.

Para la determinación del estado técnico del equipo ($E_{TECNICO}$), se considera que es la suma de las evaluaciones representada en la Ec.6 (ubicada en la página 37)

$$E_{TECNICO} = AP + AS$$



$E_{TECNICO} = 77.4\% + 8\%$
 $= 85.4\%$ *valor cuantitativo en el cual se evalua la representacion del estado tecnico actual de la maquina de herramienta: Fresadora .*

c. taladro vertical

Tabla No.18: Evaluación de aspectos principales para taladro

Aspectos principales	Calificación
<i>Estado de los mecanismos de seguridad</i>	A
<i>Nivel de vibración</i>	A
<i>Sistema de frenado</i>	B
<i>Consumo de energía</i>	C
<i>Bomba de liquido refrigerante</i>	B
<i>Sistema de lubricación</i>	B
<i>Estado de las cajas de velocidades</i>	B
<i>Estado de la caja de avance</i>	B

En la Tabla No.18 se representan los aspectos principales a evaluar en el tipo de maquina: Taladro.

Tabla No.19 Evaluación de aspectos secundarios para taladro.

Aspectos secundarios	calificación
<i>Estado del cuerpo del equipo</i>	B
<i>Sistema de avance automático</i>	A

En la Tabla No.19 se representan los aspectos secundarios a evaluar en el tipo de maquina: Taladro.

Para la determinación del estado técnico del equipo ($E_{TECNICO}$), se considera que es la suma de las evaluaciones representada en la Ec.6 (ubicada en la página 37).



Aspectos principales

$$AP = \frac{90}{AP_{AP}} \sum A_i + 0.8B_i + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \%$$

$$AP = \frac{90}{8_{AP}} \sum 2_i + 0.8(5)_i + 0.6(2)_i + 0.4(0)_i$$

Aspectos Principales = 69.75 %

este valor representa el valor cuantitativo sobre los aspectos tecnico en la maquina: Taladro.

Aspectos secundarios

$$AS = \frac{10}{N_{AS}} \sum A_i + 0.8B_i + 0.6C_i + 0.4D_i \quad \%$$

$$AS = \frac{10}{3_{AS}} \sum 1_i + 0.8(1)_i + 0.6(0)_i + 0.4(0)_i$$

Aspectos Secundarios = 8%

este valor representa el valor cuantitativo sobre los aspectos secundario en la maquina: Taladro.

Para la determinación del estado técnico del equipo ($E_{TECNICO}$), se considera que es la suma de las evaluaciones representada en la Ec.6 (ubicada en la página 37)

$$E_{TECNICO} = AP + AS$$

$$E_{TECNICO} = 69.75 \% + 8\%$$

= 77.5% valor cuantitativo en el cual se evalua la representacion del estado tecnico actual de la maquina de herramienta: Taladro .

Hemos obtenido nuestros datos, luego procedemos a revisar una tabla de calificaciones en la cual se realizara una comparación para verificar el estado técnico y poder brindar la recomendación del comienzo del ciclo para el mantenimiento.

0



Tabla No.20: Recomendaciones de comienzo de ciclo

Recomendaciones de comienzo de ciclo	
(100-90) %	Revisión
(90-75) %	Reparación pequeña
(75-50) %	Reparación mediana
(50-30) %	Reparación general

En la tabla No.20 Se observan unas series de valores progresivos u indicadores los cuales nos muestra valores sugeridos donde se representa las diferentes fases que tiene un ciclo de mantenimiento.

Los resultados que obtuvimos se mostraran en la siguiente tabla:

Tabla No.21: Resultados de la evaluación técnica

Resultados de la evaluación técnica		Recomendación de comienzo de ciclo	
Taladro vertical	77.5%	(75-50) %	Reparación pequeña
Fresadora	85.4%	(90-75) %	Reparación pequeña
Torno vertical	86%	(90-75) %	Reparación pequeña

En la tabla No.21 Nos muestra los resultados y asignación según su valor determinado sobre el comienzo del ciclo.

Obteniendo como resultado el inicio del plan para las tres tipos de maquinarias una reparación pequeña, pero recordemos que según los datos de criticidad se prioriza el comienzo del plan con el Torno Vertical.

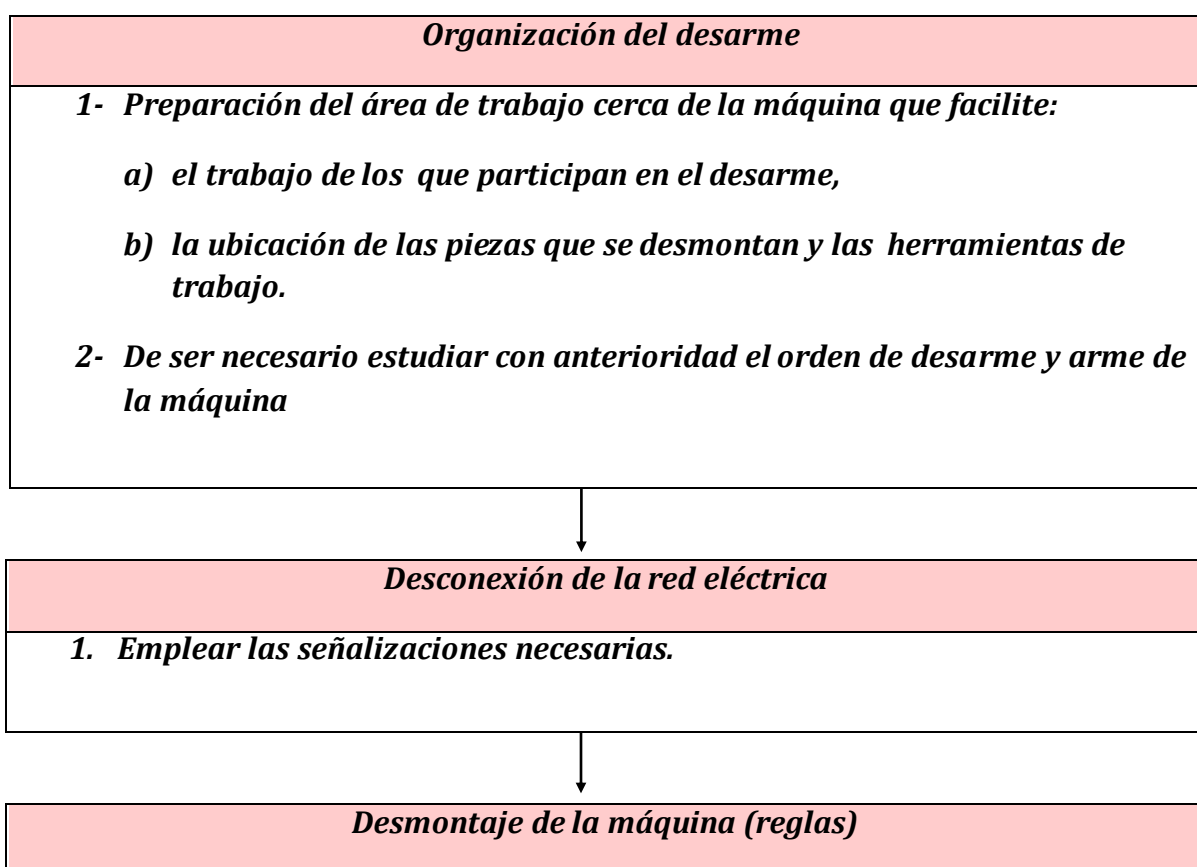


C. DETERMINACIÓN DEL CICLO

a. Desarme, defectado y montaje de un equipo industrial

En base a la calidad con que se efectúa el desarme, así será la calidad de la reparación. A como se muestra a continuación:

Eventos del desarme





- 1- Disponer de las herramientas y dispositivos cuyo empleo no deterioren las piezas útiles.**
- 2- Las piezas no deben golpearse directamente con martillos.**
- 3- Las piezas desarmadas no deben deteriorarse ni arquearse**
- 4- Si se encuentran piezas deterioradas no deben aplicarse esfuerzos excesivos, debe buscarse las causas y eliminarse.**
- 5- Para desmontar árboles largos se deben emplear varios apoyos.**
- 6- Las piezas se deben depositar por conjuntos, no amontonados.**
- 7- Guiarse estrictamente por la carta de desarme y en caso de no poseerla debe elaborarse una**
- 8 Limpieza de todas las piezas y subconjuntos**

Defectado

El defectado se realiza después del desarme y la limpieza de la pieza se puede realizar en forma visual o con instrumentos de medición y verificación. Durante éste, se deben comparar los valores de las mediciones con los valores permisibles dados y al final se elabora la lista de los defectos, con el fin de organizar la reparación o sustitución de piezas y subconjuntos.

Montaje de Equipos Industriales

El arme es la actividad inversa al desarme, no obstante debe verificarse la calidad de la limpieza, analizar si existe obstrucción en los agujeros y canales de lubricación, se debe efectuar la limpieza definitiva de las superficies de rozamiento para evitar su desgaste prematuro con la presencia de partículas duras en la unión. El arme es recomendado que se realice con la carta de montaje a fin de que se realice con rapidez y calidad. El evento final del montaje lo constituye el ajuste final y regulación de los mecanismos presentes y pares cinemáticas.



Verificación de Equipos para su puesta en marcha

Todos los equipos, tanto de nueva instalación, como los sometidos a reparación media o general deben cumplir algunos requerimientos técnicos que están estrechamente ligados o vinculados a la producción que han de realizar.

Requerimientos

- Exactitud de elaboración
- Calidad de la superficie que se elaboran
- Productividad
- Fiabilidad
- Durabilidad
- Seguridad industrial.

Realizada la prueba a los equipos y teniendo en cuenta los resultados se debe confeccionar el certificado de recepción, en este documento se avala el cumplimiento de los requisitos técnicos del equipo.

Prueba de los Equipos en Vacío

- 1- Se realizan verificaciones y prueba, estando la máquina parada.
 - Observación de los niveles de aceite
 - Verificar el estado de las copillas de engrase
 - Verificar los dispositivos de lubricación
 - Verificar el funcionamiento suave de las palancas de mando, cambio de velocidades, etc.
- 2- Se conecta la máquina y se acciona, se ejecutan:



- Las diferentes velocidades
- Se deja funcionado el equipo por espacio de $0,5 \div 1,0$ hora
- Se verifica el sistema de lubricación con la máquina funcionando
- Durante el funcionamiento a diferentes revoluciones, el equipo debe trabajar suave y sin ruido.
- Chequear las variaciones de temperatura del lubricante en los depósitos y apoyos
 - La temperatura en el depósito del lubricante no debe sobrepasar de los 60°C
 - La temperatura de los cojinetes de rodamiento no deben sobrepasar de los 70°C .
 - La temperatura de los cojinetes de deslizamiento no deben sobrepasar los 60°C

Verificación de la exactitud geométrica

En una prueba estática (sin movimiento de la máquina).

La realización de esta prueba se realiza analizando si se logra cumplir con el límite de precisión recomendada por el fabricante.

Prueba de los Equipos con carga

En una prueba dinámica donde las máquinas se verifican en condiciones semejante a la de explotación.

b. Tiempo del ciclo teórico

El ciclo de reparación constituye la parte más importante del MPP, la elección de un ciclo adecuado significa un mejor aprovechamiento del equipo, materiales y mano de obra.



Las operaciones a realizar en el ciclo son 4: Revisiones(R), Reparación Pequeña (P), Reparación Mediana (M) y Reparación General (G).

El tiempo que se invierte en las revisiones y durante las reparaciones no forma parte del ciclo, ya que un mismo trabajo puede tener mayor o menor

El ciclo a aplicar en cada máquina deberá determinarse en cada taller de producción, analizando individualmente las máquinas y eligiendo, de acuerdo con las experiencias y datos que se posean, el tipo que le debe corresponder.

La duración del ciclo no es más que las horas que debe trabajar un equipo entre dos reparaciones generales o el comienzo y fin de estas.

$$T = Bn * Bt * Bc * Bm * A$$

Donde:

T: tiempo del ciclo.

Bn: coeficiente que contempla el tipo de producción.

Bt: coeficiente que contempla el peso del equipo.

Bc: coeficiente que contempla la temperatura de trabajo del equipo.

Bm: coeficiente que contempla el material por elaborar

A: tiempo del ciclo teórico.

t: tiempo entre reparaciones.

t_o: Tiempo entre operaciones.



c. Torno

Introduciendo el valor de Bn^3 , Bt^4 , Bc^5 y Bm^6 en la ecuación se obtiene:

$$T = (1) + (1) + (1) + (1) + (34,500) \text{ horas}$$

$$T = 34500 \text{ horas}$$

La duración general del ciclo para el torno será de 34,500 horas

En la gráfica siguiente se muestra nuestro ciclo de reparación tomada del libro manual de Mantenimiento donde encontramos cierta cantidad de intervenciones:

Revisión General: 1 (G)

Revisiones: 9 (R)

Reparaciones pequeñas: 6 (P)

Reparaciones medianas: 2 (M)

Obteniendo un total de operaciones: 17



Figura No. 11: Ciclo de mantenimiento para torno

En la figura No. 11 representa de de forma visual el ciclo de mantenimiento y las actividades a realizar ya sea revisiones o reparaciones para la maquina tipo: Torno.

³ Ver Anexo No.3: Tabla No. 26

⁴ Ver Anexo No.3: Tabla No. 27

⁵ Ver Anexo No.3: Tabla No. 28

⁶ Ver Anexo No.3: Tabla No. 29



Calculo del periodo entre operaciones

Para poder realizar este cálculo es necesario revisar valores de algunos coeficientes los cuales están definidos en tablas y son estándares todos estos datos lo podemos encontrar en el manual de mantenimiento (CESETA).

Luego procedemos a calcular el periodo entre operaciones:

$$T_{op} = \frac{T}{M + P + R + 1}$$
$$T_{op} = \frac{34,500}{2 + 6 + 9 + 1}$$
$$T_{op} = \frac{34,500}{18} = T_{op} = 1,916.67 \text{ horas}$$

Periodo entre reparaciones:

$$T_{rep} = \frac{T}{M + P + 1}$$
$$T_{rep} = \frac{30,000}{2 + 6 + 1}$$
$$T_{rep} = \frac{34500}{9} = T_{rep} = 3,833,33 \text{ horas}$$

Contenido de las operaciones del ciclo de mantenimiento para torno

Revisión:

En la revisión planificada se eliminan de las maquinas solo aquellos defectos que obstaculizan su correcta explotación, hasta la reparación planificada próxima.

En la revisión planificada se realizan las operaciones siguientes:

- Quitar las tapas de los componentes para su revisión, se revisa el estado de los mecanismos y se cambian las piezas desgastadas y descompuestas.



- Se regula el apriete de los tornillos y tuerca de los soportes, cuellos del eje, traviesas, tornillos de avance, etc.
- Se regulan los cojinetes del husillo.
- Se revisan si funcionan correctamente las palancas de las velocidades y avance.
- Se regulan las uniones y frenos.
- Se regula el traslado suave de las mesas, soportes, correderas, deslizantes, se ajustan las cuñas y los listones de apriete.
- se revisa el estado de las guías y otras superficies de fricción.
- Se regula la tensión de los muelles de los mecanismos de avance etc.
- Las piezas de acoplamiento (uniones) se aprietan, o se cambian las desgastadas (espárragos, tuercas, tornillos, etc.).
- Se revisa y repara el sistema de lubricación así como la instalación de enfriamiento.
- Se desarmen y lavan los componentes indicados.
- Se revisan y repara el sistema de lubricación así como la instalación de enfriamiento.
- Se precisan las piezas que deben ser cambiadas en la reparación planificada más próxima.



Reparación pequeña

- Se desarma parcialmente la maquina y con mayor detalle los componentes expuestos a mayor suciedad o desgaste.
- Se limpia toda la maquina y se lavan las piezas de los componentes desarmados
- Se limpian las rebabas de las ruedas dentadas y se cambian las ruedas con dientes desgastados.
- Reparación del portaherrenta del equipo con el cambio o ajuste de los elementos de fijación o alineación
- Reparar lo acoplamientos de fricción, regulándose los mismos, así como los frenos.
- Se reparan y limpian las cuñas y listones de regulación.
- Se regulan las palancas para las velocidades y avances y los mecanismos de protección y topes,
- Se eliminan los ruidos, ralladuras y las abolladuras de la superficie de fricción.
- Se reparan las guarderas, rejillas y los equipos, de protección de la superficie que tienen contacto con virutas y polvo abrasivo.
- Se realizan operaciones relacionadas con la reparación del sistema de lubricación y cambio de aceites,
- Se determinan las piezas que deben ser cambiadas en la reparación planificada próxima.



- Se limpian las superficies de trabajo en las mesas.
- Desarme del conjunto del husillo principal, limpieza de los cuellos del husillo, reparación de los apoyos, montaje y regulación de los rodamientos.
- Se prueba la maquina vacía en todas las velocidades y avances, se controla la precisión y acabado de la superficie elaborada.

Actividades para una reparación mediana

- Comprobación de la precisión antes del desarme.
- Medición del desgaste de la superficie de trabajo, antes de la reparación de las piezas básicas
- Desarme parcial de la máquina.
- Lavado y limpieza de las piezas de los conjuntos desarmados. Lavado y limpieza de la suciedad en los conjuntos no desarmados.
- Determinación del listado previo de defectos.
- Reparación de los cuellos de husillo principal y cambio o ajuste de los cojinetes o rodamientos.
- Recuperar o cambiar los ejes.
- Cambio de todos los bujes pastados y rodamientos desgastados.
- Cambiar o añadir discos de fricción al sistema de freno o embrague.
- Cambio de los engranajes desgastados.
- Recuperar o cambiar los tornillos y tuercas desgastadas, del avance longitudinal y del transversal.



- Cambio de las piezas de fijación desgastadas.
- Se cambian o recuperan las cuñas de regulación y listones de fijación.
- Verificar y limpiar las piezas que se encuentran en buen estado, pertenecientes al resto de los mecanismos de la máquina.
- Reparar las bombas de refrigeración si es necesario.
- Reparar las bombas de aceite, del sistema de lubricación.
- Reparación de la superficie de rodamiento.
- Reparación o cambio de los dispositivos de protección.
- Armar los conjuntos reparados de la máquina y verificar la correcta interrelación de estos en todos los mecanismos de esta.
- Prueba del equipo vacío en todas las velocidades y avances comprobar que los ruidos y calentamientos no sobrepasen los niveles adecuados.
- Prueba de rigidez del equipo.

Actividades para una reparación general

- Desarme completo de la máquina.
- Detectar los defectos.
- Se cambian o se restauran el husillo principal y los cojines.
- Se cambian los ejes desgastados, casquillos y rodamientos.
- Cambio de los discos desgastados de los acoplamientos y reparación de los acoplamientos y frenos.
- Se renuevan las cuñas reguladoras y listones de apriete desgastados.



- Se cambian los tornillos desgastados.
- Se cambian o se restauran las otras piezas desgastadas.
- Se reparan, o se rectifican, las superficies de rozamientos.
- Se reparan o cambian las bombas de los sistemas de lubricación; así como todas las piezas desgastadas.
- Se repara la superficie de trabajo de la mesa; se cambian o se restauran las mesas.
- Se cambian o se restauran los portaherramientas.
- Se restaura toda la estructura y los dispositivos de protección
- Se montan los diferentes componentes de la máquina en general; se regulan las diferentes mecanismos y la máquina se prueba al vacío.
- Se renuevan todas las chapillas e inscripciones desgastadas.
- A las máquinas colocadas sobre un base, se les revisa esta última, al mismo tiempo que se resanan y refunden, y se revisa la colocación de la máquina.
- Realizar cambio o restaurar la pintura de la máquina.
- En la reparación general, se recomienda que las máquinas ligeras y medianas sean desmontadas de su base.

d. Fresadora

Para calcular el ciclo de la fresadora se realizan los mismos pasos del cálculo del ciclo del torno.

$$T = (1) + (1) + (1) + (0,8) + (34,500) h$$

$$T = 27,600 \text{ horas}$$



El ciclo para esta máquina herramienta consta de las siguientes intervenciones:

Revisiones: 9 (R)

Reparaciones pequeñas: 6 (P)

Reparaciones medianas: 2 (M)

Obteniendo un total de operaciones: 17



Figura No. 12: Ciclo de mantenimiento para fresadora

En la figura No.11 se representa de de forma visual el ciclo de mantenimiento y las actividades a realizar ya sea revisiones o reparaciones para la maquina tipo: Fresadora.

Calculo del periodo entre operaciones

Para poder realizar este cálculo es necesario revisar valores de algunos coeficientes los cuales están definidos en tablas y son estándares todos estos datos lo podemos encontrar en el manual de mantenimiento (CESETA).

Luego procedemos a calcular el periodo entre operaciones:

$$T_{op} = \frac{T}{M + P + R + 1}$$

$$T_{op} = \frac{27,600 h}{2 + 6 + 9 + 1}$$

$$T_{op} = \frac{27,600 h}{18} = T_{op} = 1,533.34 \text{ horas}$$



:

$$T_{rep} = \frac{T}{M + P + 1}$$

$$T_{rep} = \frac{27,600}{2 + 6 + 1}$$

$$T_{rep} = \frac{27,600}{9} = T_{rep} = 3,066.67 \text{ horas}$$

Contenido de las operaciones del ciclo de mantenimiento para fresadora

Actividades para las revisiones:

- En el mecanismo de transmisión, caja de velocidades y caja de avances chequear:
 - a) Correas, cambiarlas si es necesario.
 - b) Ruedas dentadas y ejes.
 - c) Cojinetes.
 - d) Embragues y horquillas.
- Revisar el tornillo para los avances manuales y mecánicos de la mesa, chequear cojinetes.
- Eliminar rebabas en las guías de la mesa, columna y el carro. Revisar cuñas de ajuste.
- Chequear tornillo y tuerca para elevar y bajar la mesa.
- En el sistema de enfriamiento, limpiar filtro, chequear tuberías, conexiones, juntas, etc.
- En el sistema de lubricación, limpiar filtro, chequear tuberías



- y conexiones, cambiar juntas y empaquetaduras, si es necesario.
- Elaborar la lista de los defectos y piezas que deberán ser sustituidas o reconstruidas en la próxima reparación planificada.
- Revisar la parte eléctrica de acuerdo con el reglamento establecido.
- Limpiar, engrasar y montar las partes desarmadas, probarla máquina en marcha libre, detectar ruidos y calentamientos excesivos.

Actividades para las reparaciones pequeñas:

- Desarmar aquellos conjuntos o mecanismos donde pueda existir mayor desgaste.
- En la caja de velocidades y caja de avances; revisar o reparar ejes, ruedas dentadas y embragues, sustituir cojinetes en mal estado, cambiar correas si es necesario.
- En el sistema de enfriamiento, chequear tuberías y conexiones, limpiar filtro, cambiar juntas si es necesario. Limpiar el recipiente del líquido refrigerante.
- En el sistema de lubricación, limpiar filtros, chequear tuberías y conexiones, juntas y retenedores, válvulas, cambiarlos si es necesario, limpiar el recipiente del aceite.
- Revisar y reparar tornillos para los avances longitudinal y transversal de la mesa, cambiar cojinetes si es necesario.
- Revisar y reparar el tornillo y la tuerca para la elevación de la mesa, si es necesario.
- Eliminar rebabas o ralladuras en las guías de la bancada, mesa y carro, revisar o reparar cuñas de ajuste si es necesario.



- Reparar las partes eléctricas de acuerdo con el reglamento establecido.
- Elaborar la lista de los defectos y piezas a sustituir o reconstruir durante la próxima reparación planificada.
- Limpiar, engrasar y ajustar todos los mecanismos desarmados.
- Probar la fresadora en marcha libre" Detectar ruidos y calentamientos excesivos.

Actividades reparación mediana.

- Desarmar todos los conjuntos o mecanismos con excepción de las piezas básicas.
- En la caja de velocidades y avances cambiar ejes, ruedas dentadas, embragues y cojinetes si es necesario. Revisar poleas y cambiar las correas.
- Reparar o cambiar el husillo principal y sus cojinetes, si es necesario. Regular el juego axial y radial del mismo.
- Reparar o cambiar los tornillos y tuercas de los avances longitudinales y transversales de la mesa.
- En el sistema de enfriamiento, reparar la bomba, limpiar el filtro, cambiar tuberías y conexiones, limpiar el recipiente del líquido refrigerante.
- En el sistema de lubricación, reparar la bomba, el filtro, cambiar tuberías, conexiones, sustituir juntas, empaquetaduras, cambiar copulas, retenedores, limpiar el recipiente del aceite y chequear válvulas.
- 7 Escrepar las guías de la bancada, mesa y carro, rectificar cuñas de ajuste, si es necesario.



- Reparar el tornillo de elevar o bajar la mesa. Revisar la tuerca y cambiarla si es necesario.
- Reparar las partes eléctricas de acuerdo con el reglamento establecido.
- Revisar las palancas de mando y las horquillas. Repararlas si es necesario.
- Elaborar la lista de los defectos y piezas a sustituir o reconstruir en la próxima reparación planificada.
- Limpiar, engrasar y montar los conjuntos desarmados, ajustar los mismos.
- Pintar interiormente los recipientes de aceite.
- Pintar exteriormente la fresadora.
- Probar el funcionamiento de la fresadora en marcha libre, con todas las velocidades. Detectar ruidos y calentamientos excesivos.
- Probar la exactitud geométrica de acuerdo a las normas o ensayo de la fresadora.

Reparación general

- Desarmar totalmente la fresadora.
- Reparar o cambiar, en la caja de velocidades y caja de avance lo siguiente:
 - a. Poleas y correas.
 - b. Cojinetes y embragues.
 - c. Ruedas dentadas y ejes.
 - d. Husillo principal.
 - e. Tornillos y tuercas de los avances, transversal y longitudinal de la mesa.
- Cambiar cubiertas de protección de los mecanismos y de los obreros.



- Sustituir tornillos, tuercas, arandelas, pernos, cuñas, pasadores y muelles en mal estado.
- En el sistema de enfriamiento reparar o cambiar la bomba y el filtro, cambiar tuberías y conexiones, limpiar y reparar el recipiente del líquido refrigerante.
- En el sistema de lubricación reparar o cambiar la bomba, el filtro, tuberías, conexiones, sustituir juntas, empaquetaduras, retenedores, copulas, válvulas, limpiar y reparar el recipiente del aceite, etc.
- Escrepar o rectificar guías de la bancada, mesa y carro, rectificar cuñas de ajuste, fresar o cepillar la superficie de la mesa y sus ranuras.
- Reparar o cambiar el tornillo de elevar o bajar la mesa.
- Cambiar palancas de mando y horquillas.
- Reparar la base si lo necesita, ajustar pernos de anclaje y nivelar la fresadora.
- Reparar las partes eléctricas de acuerdo con el reglamento establecido.
- Pintar interiormente los recipientes de aceite y líquido refrigerante.
- Montar todos los conjuntos y mecanismos desarmados, limpiar, engrasar y ajustar los mismos.
- Pintar exteriormente la fresadora.
- Probar el funcionamiento de la fresadora en marcha libre y en todas sus velocidades y avances. Detectar ruidos y calentamientos excesivos.
- Probar la exactitud geométrica de la fresadora de acuerdo a las normas. Ensayo de la fresadora.

e. Taladro

El ciclo para esta máquina herramienta es parecida al de las dos anteriores, que consta de las siguientes intervenciones:



Revisión General:1 (G)

Revisiones: 9 (R)

Reparaciones pequeñas: 6 (P)

Reparaciones medianas: 2 (M)

Obteniendo un total de operaciones: 17



Figura No. 13: Ciclo de mantenimiento para taladro

En la figura No.12 se representa de de forma visual el ciclo de mantenimiento y las actividades a realizar ya sea revisiones o reparaciones para la maquina: Taladro.

Calculo del periodo entre operaciones

Para poder realizar este cálculo es necesario revisar valores de algunos coeficientes los cuales están definidos en tablas y son estándares todos estos datos lo podemos encontrar en el manual de mantenimiento (CESETA).

Luego procedemos a calcular el periodo entre operaciones:

$$T_{op} = \frac{T}{M + P + R + 1}$$

$$T_{op} = \frac{34,500}{2 + 6 + 9 + 1}$$



$$T_{op} = \frac{34,500}{18} = T_{op} = 1,916.67 \text{ horas}$$

Periodo entre reparaciones:

$$T_{rep} = \frac{T}{M + P + 1}$$

$$T_{rep} = \frac{30,000}{2 + 6 + 1}$$

$$T_{rep} = \frac{34,500}{9} = T_{rep} = 3,833.33 \text{ horas}$$

Actividades a realizar para taladradoras verticales

Revisión

- Abrir las tapas y cubiertas de todos los mecanismos y conjuntos.
- Chequear ruedas dentadas, ejes, cremallera, piñón, sin fin y su rueda, en los mecanismos de avances y caja de velocidades. Revisar elementos de los embragues.
- Revisar todos los cojinetes de la máquina, cambiar los que estén en mal estado.
- Chequear sistemas de lubricación y de enfriamiento, cambiar juntas y retenedores defectuosos.
- Chequear piñón y cremallera del movimiento de elevación y descenso de la mesa, chequear la cadena y las ruedas para bajar y subir el cabezal.



- Elaborar la lista de los defectos y de las piezas que deberán ser sustituidas o reconstruidas durante la próxima reparación planificada.
- Revisar la parte eléctrica de acuerdo con el reglamento establecido.
- Limpiar, engrasar y montar las partes desarmadas, ajustar las mismas.
- Probar la máquina en marcha libre. Detectar ruidos y calentamientos excesivos.

Reparación pequeña

- Desarmar aquellos conjuntos o mecanismos donde pueda existir mayor desgaste.
- En la caja de velocidades y avances reparar, si es necesario, ruedas dentadas, ejes, cremalleras, piñón y tornillo sin fin y su rueda. Cambiar cojinetes en mal estado.
- Revisar el sistema de lubricación, cambiar juntas y retenedores en mal estado, limpiar filtros, chequear tuberías y conexiones, cambiarlas si es necesario.
- En el sistema de enfriamiento limpiar el filtro, revisar tuberías y conexiones, cambiar juntas.
- Revisar o reparar en caso necesario el piñón y la cremallera del movimiento de subir o bajar la mesa. Cambiar la cadena y las ruedas del movimiento de subir o bajar el cabezal, si es necesario.
- Eliminar rebabas y ralladuras en la superficie de la mesa y sus ranuras.
- Reparar las partes eléctricas de acuerdo con el reglamento establecido.
- Elaborar la lista de los defectos y piezas a sustituir o reconstruir durante la próxima reparación planificada.
- Limpiar, engrasar y ajustar los mecanismos desarmados.



- Probar la máquina en todas sus velocidades y avances.
- Detectar ruidos y calentamientos excesivos.

Reparación mediana

- Desarmar todos los mecanismos de la taladradora exceptuando las piezas básicas.
- Cambiar correas y cojinetes, si es necesario. Reparar o cambiar las poleas.
- Reparar el husillo principal y regularlo. Sustituir los engranajes, ejes y embragues de la caja de velocidades en mal estado.
- Cambiar engranes y ejes defectuosos del mecanismo de avances, chequear la cremallera del husillo, cambiar el eje-piñón en caso necesario. Revisar el tornillo sinfín y la rueda helicoidal.
- Cambiar, en caso necesario, el piñón de subir o bajar la mesa, chequear la cremallera, cambiar la cadena para la elevación del cabezal.
- En el sistema de lubricación reparar 'bomba, cambiar copulas, reparar o cambiar filtros, cambiar tuberías y conexiones en mal estado, cambiar juntas y retenedores.
- En el sistema de enfriamiento, limpiar el filtro, reparar la bomba, cambiar juntas, tuberías y conexiones en mal estado.
- Eliminar rebabas y ralladuras en la superficie de la mesa y las guías de la columna.
- Chequear la abrazadera y tornillos de fijación de la mesa.
- Revisar y reparar si es necesario palancas de mando, resortes y horquillas.
- Elaborar la lista de los defectos y piezas que serán sustituidas o reparadas en la próxima reparación planificada.



- Reparar las partes eléctricas de acuerdo con el reglamento establecido.
- Pintar interiormente los recipientes de aceite.
- Limpiar, engrasar y ajustar los mecanismos desarmados.
- probar la taladradora en todas sus velocidades y avances.
- Detectar ruidos y calentamientos excesivos.
- Probar la exactitud geométrica de acuerdo a las normas
- ensayo de la taladradora.
- Pintar exteriormente la taladradora.

Reparación general

- Desarmar totalmente la taladradora.
- Cambiar correas y poleas si es necesario, ajustar o cambiar embragues.
- En el mecanismo de avances cambiar cojinetes, reponer ejes y ruedas dentadas en mal estado. Eliminar rebabas en los dientes de la cremallera del husillo, cambiar el piñón. Revisar el tornillo sinfín y la rueda helicoidal, cambiarlos si es necesario.
- Reparar o sustituir el husillo principal y sus cojinetes.
- Sustituir en la caja de velocidades ejes, engranes, cojinetes y horquillas en mal estado.
- Revisar el piñón y la cremallera de subir o bajar la mesa, reparar o sustituir si es necesario; cambiar las ruedas y la cadena de elevación del cabezal.
- Reparar o sustituir bomba de aceite, reparar o sustituir el filtro, cambiar conexiones, juntas, tuberías y copulas en mal estado, del sistema de lubricación.



- Reparar o sustituir la bomba y el filtro, cambiar juntas, tuberías y conexiones en mal estado del sistema de enfriamiento.
- Escrepar o cepillar la superficie de la mesa. Revisar ranuras, reparar si es necesario, escrepar todas las guías de la máquina.
- Revisar o reparar la camisa abrazadora y los tornillos de fijación de la mesa y del cabezal.
- Sustitución de las palancas de mando, horquillas y muelles de retroceso del husillo.
- Revisar la base de la taladradora, repararla si es necesario, ajustar pernos de anclaje.
- Sustituir todos los tornillos, cuñas, chavetas, arandelas, muelles y pasadores en mal estado.
- Montar y ajustar todos los mecanismos y piezas desarmadas durante la reparación.
- Pintar interiormente los recipientes.
- Pintar exteriormente la taladradora.
- Reparar las partes eléctricas de acuerdo con el reglamento Establecido.
- Probar el funcionamiento de la taladradora en todas sus velocidades y avances. Detectar ruidos y calentamientos excesivos
- Probar la exactitud geométrica de la taladradora de acuerdo a las normas.
- Ensayo de la taladradora.

f. Cálculo de grados de complejidad

Para poder planificar la reparación de los distintos equipos de la industria es imprescindible el conocimiento de los grados de complejidad de éstos, ya que es



el grado de complejidad quien permite programar una cantidad de trabajo en determinado equipo

Para las tres maquinas herramientas se tomaron valores constantes de las tablas ⁷ encontradas, en estas tablas se encuentran ciertos parámetros geométricos de las maquinas. Luego se procede a sustituir los valores en las ecuaciones para así poder obtener su grado complejo:

Grados complejos para el torno

$$F = A(K_1L + K_2L + K_3L + K_4L)$$

Donde:

F: grado de complejidad.

A: características constructivas.

L: largo de la mesa en mm.

B: ancho de la mesa en mm.

N: número de velocidad.

S: Distancia entre el eje del husillo a la mesa (fresadora horizontal) o de la cara del husillo a la mesa (fresadora vertical) en mm.

K₁, K₂, K₃ y K₄: constantes

Calculo de grados de complejidad

Para poder planificar la reparación de los distintos equipos de la industria es imprescindible el conocimiento de los grados de complejidad de éstos, ya que es el grado de complejidad quien permite programar una cantidad de trabajo en determinado equipo

⁷ Ver Anexo No.4



Para las tres maquinas herramientas se tomaron valores constantes de las tablas numero encontradas en anexos, en estas tablas se encuentran ciertos parámetros geométricos de las maquinas. Luego se procede a sustituir los valores en las ecuaciones para así poder obtener su grado complejo:

Grados complejos para torno:

$$F = A(K_1L + K_2B + K_3N)$$

$$F = 1.5(0,025 * 200mm) + (0,001 * 2000mm) + (0,2 * 54mm)$$

$$F = 1.5((5mm) + (2mm) + (10.8mm))$$

$$F = 26.7 \text{ Gc}$$

Grados complejos para fresadora

$$F = A(K_1L + K_2B + K_3N + K_4S)$$

$$F = 1.3(0,003 * 1250 \text{ mm}) + (0,005 * 350mm) + (0,1 * 18mm) + (0,008 * 440mm)$$

$$F = 1.3((3,75mm) + (1,75mm) + (1.5mm) + (02.2mm))$$

$$F = 11,96 \text{ Gc}$$

Grados complejos para taladro vertical

Para el caso del taladro vertical sus valores para los números complejos son constantes y lo encontramos en la tabla (numero) de acuerdo a nuestro modelo los cuales serán:

$$F = 7 \text{ Gc}$$

Hemos obtenido nuestros números complejos teniendo como resultado:



Tabla No.22: Grados de complejidad para las maquinas

Máquina herramienta	complejidad
Torno TRIUMPH 2000	26,7
Fresadora FU 150 Un	11,9
Taladro vertical 2A135	7

Tabla No.22. Observamos las maquina y su complejidad que se obtuvo mediante una serie de ecuaciones para obtener el número de trabajadores a utilizar.

Necesidad anual de para operarios del mantenimiento:

Para poder realizar el análisis de cuántos operarios se necesitan es necesario apoyarnos con las actividades de nuestro ciclo (revisiones, reparaciones pequeñas, grandes etc.) al igual que nuestros números complejos:

Así tenemos para el torno:

Revisiones:

$$Hr = 8 * 26.7 = 2,143.6$$

Reparaciones pequeñas:

$$Hr = 6 * 26.7 = 160.6$$

Reparaciones medianas:

$$Hr = 2 * 26.7 = 53.4$$

Para la fresadora:

Revisiones:

$$Hr = 8 * 11.9 = 95.2$$

Reparaciones pequeñas:



$$Hr = 6 * 11.9 = 71.4$$

Reparaciones medianas:

$$Hr = 2 * 11.9 = 23.8$$

Para el taladro vertical:

Revisiones:

$$Hr = 8 * 7 = 56$$

Reparaciones pequeñas:

$$Hr = 6 * 7 = 42$$

Reparaciones medianas:

$$Hr = 2 * 7 = 14$$

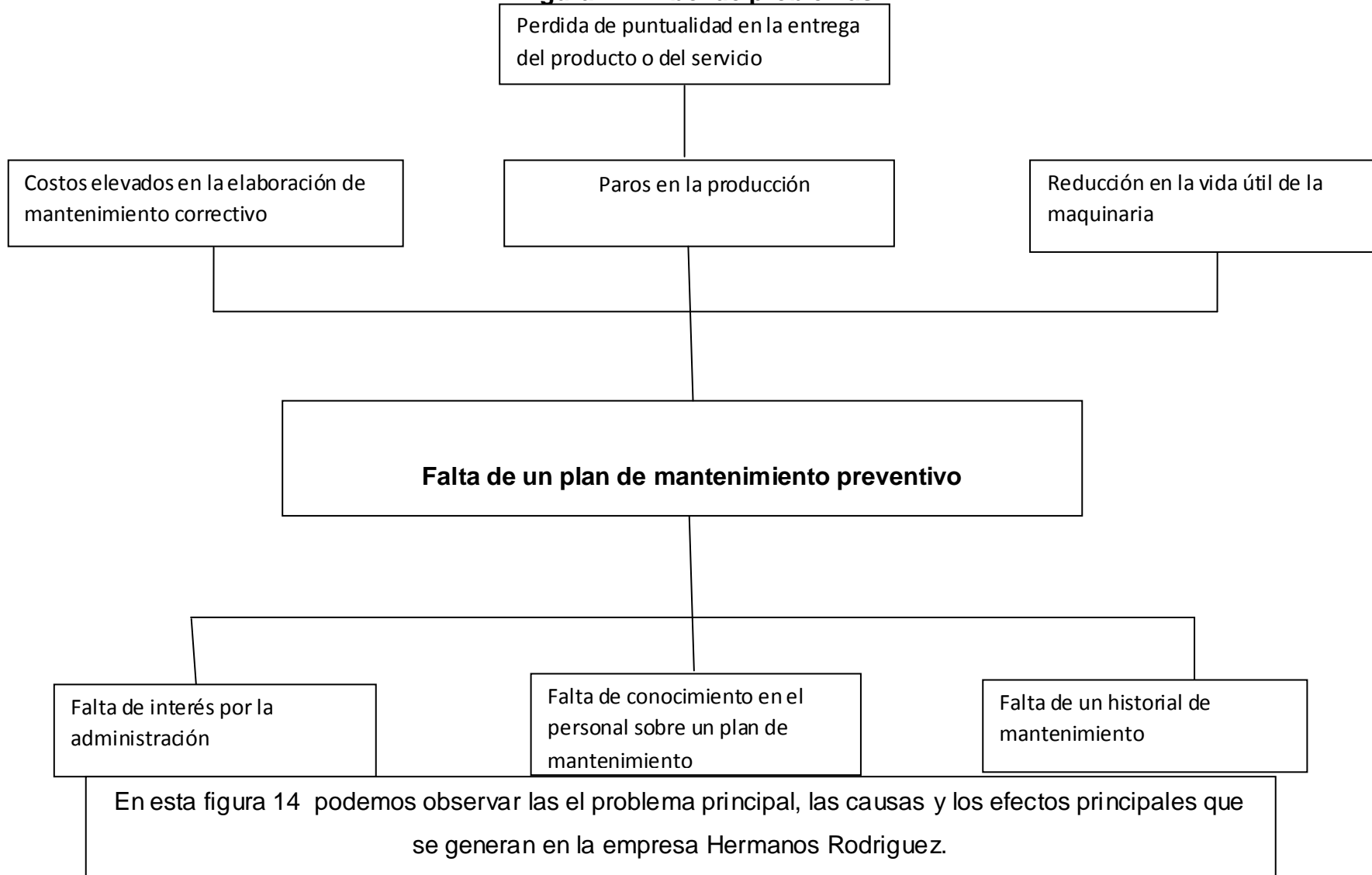
Luego procedemos a sumar estos datos obteniendo un resultado de 2661 horas, con estos resultados se procede a dividir entre las horas hombre anuales que son 2000 h al año.

$$NH = \frac{2661}{2000} = 1.3305$$

Con los datos anteriores llegamos a la conclusión de utilizar un operario para realizar las actividades del mantenimiento



Figura 12: Árbol de problemas:





PLAN DE MANTENIMIENTO

1. Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, será necesario establecer tres pilares fundamentales los cuales consisten en el fortalecimiento del departamento de mantenimiento, metodología del mantenimiento preventivo y el mantenimiento preventivo a cada una de las máquinas y/o equipos.

Fortalecimiento del departamento de mantenimiento

Para poder crear un eficiente plan de trabajo, es necesario llevar a cabo una planificación de todos y cada uno de los aspectos a mejorar, así como las metodologías a implementar para que cualquier proyecto contemplado tenga éxito.

El mantenimiento por sí solo es difícil de manejar si no se tiene clara una visión de lo que se quiere lograr dentro del contexto global (el objetivo de la empresa); por lo que el departamento de mantenimiento debe estar relacionado con otras áreas, esto indica que debe existir una buena comunicación entre otros departamentos como: Gerencia, Producción, Compras, Contabilidad, Ventas, etc.

Cada uno de los departamentos mencionados juega un papel de suma importancia y por lo tanto, se debe de estar en condiciones de las nuevas órdenes.

Para poder fortalecer un departamento de mantenimiento es necesario tomar medidas adecuadas con base a los objetivos de cada uno de los demás departamentos y que estos mismos contribuyan con los objetivos de la empresa, estas medidas se deben de planificar y organizar en orden cronológico y así calcular la eficiencia del cumplimiento de estos planes.



2) Objetivos del mantenimiento

- Evitar, reducir, y en caso, reparar, las fallas sobre los bienes precipitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que lleguen a presentarse.
- Evitar detención inútiles o paro de maquinaria.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad de las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.⁷
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

3) Organigrama del departamento de mantenimiento

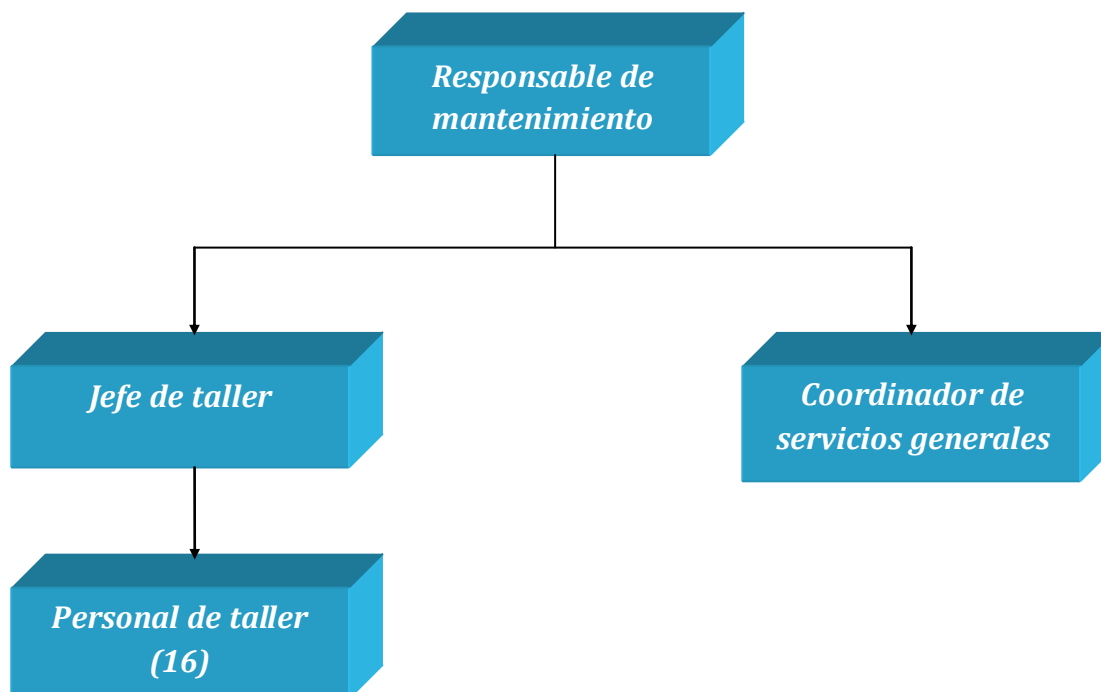


Figura No.15: Organigrama propuesto del departamento de mantenimiento



4) Herramientas básicas

Es necesario que el mecánico o el encargado, cuente con una caja de herramientas básicas, la cual debe contener: destornillador de castigadera y destornillador de estrella de varios tamaños, contar con un alicate de presión, pinzas, llaves de corona y cola, así como copas de las diferentes medidas, tanto milimétricas como en pulgadas, una linterna, juego de llaves

5) Capacitación

El personal encargado del mantenimiento o en la administración del mismo debe ser capacitado para realizar y poner en prácticas las nuevas metodologías que traen como consecuencia un mejor mantenimiento con enfoque económico razonable. Además motiva al trabajador aplicar los conocimientos adquiridos. Al finalizar la capacitación se debe contar con un control para evaluar el desempeño y los conocimientos adquiridos del capacitado.

6) Hoja de reporte

La hoja de reporte proporciona información importante para el analista del sistema de mantenimiento preventivo, ya que presenta información exclusiva por alguna falla o inconsistencia y ésta advierte al personal de mantenimiento que es necesario realizar un mantenimiento dependiendo las características del problema.

Al contar con una hoja de reporte, se llevará un mayor control sobre la atención que el operario y el mecánico le atribuye a la máquina, a través de este reporte se tendrá constancia de que el operario reportó algún problema y que de inmediatamente se proporcionó la mayor información posible al mecánico.

Cuando se genera un problema en la máquina, el operario o mecánico debe reportar este problema a producción y producción informará al departamento de mantenimiento para que tome las medidas necesarias.



Es importante tomar en cuenta las medidas realizadas por la persona que reporta, ya que esta misma puede prevenir que el problema continúe cuando la persona realice el reporte, es necesario que contribuya a localizar las posibles fallas para que el mecánico adquiera la mayor cantidad de información posible y al mismo tiempo colabore a solucionar el problema.

7) Seguimiento del Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento arrojan mucha información conforme se van desarrollando, esto nos permite hacer mejoras tanto en el trabajo como en los equipos, claro está es necesario llevar un registro de dicha información para poder comparar y tener una visión más amplia de los factores que intervienen en la realización de las tareas.

8) Monitoreo del desempeño

Se van llevando registros de los planes de mantenimiento así como de las listas de revisión y se genera un reporte mensual dando el porcentaje de aplicación de las líneas de trabajo y observaciones sobre las actividades que no llegaron a completarse.

9) Acciones correctivas

Del análisis de las observaciones anteriormente mencionadas llegaremos a generar acciones que corrijan estos trabajos o cambios dentro de los formatos que se adecuen mejor a los equipos ya que está visto que el desempeño de los primeros trabajos siempre nos llevarán en la experiencia a cambios y mejoras en cuestión de rapidez, eficiencia y en algunos casos ahorros en el uso de refacciones.

10) Bitácora de mantenimiento

La recopilación de datos de los equipos tales como marca, modelo, representante, posible proveedor nos facilita la tarea de llevar un mejor control del mantenimiento.



La documentación de las fallas, sus soluciones y refacciones utilizadas nos permite en caso de que se repita resolverlo con mayor rapidez y deducir los métodos de prevención necesarios para evitar que vuelva a suceder. En el caso de que se tenga que hacer alguna modificación al equipo aquí también se documenta la forma en que se realizó.

Para el caso de los equipos sujetos a presión este tipo de registro nos sirve como bitácora de modificaciones y adecuaciones, que en ocasiones suelen ser solicitadas por la secretaría del trabajo. A continuación se muestra el formato:

Tabla No.23: Formato de Bitácora de mantenimiento

<i>Fecha</i>	<i>Trabajo efectuado</i>	<i>Tiempo de mantenimiento</i>	<i>Asignado a:</i>	<i>Tiempo utilizado</i>	<i>Refacciones usadas</i>	<i>Fecha de terminación</i>	<i>Encargado</i>



XII. CONCLUSIONES

2. Una vez estudiado y analizado el campo a investigar, se pudo caracterizar el área de elaboración de piezas por arranque de virutas en la empresa “Hermanos Rodríguez”, encontrando 17 maquinas de las cuales fundamentalmente están divididas en 3 tipos.
3. Mediante el Árbol de problemas, se pudo identificar los recursos y los factores que pueden poner en peligro la supervivencia de la organización, en materia de mantenimiento que ayuda a la empresa “Hermanos Rodríguez” encontrar sus factores estratégicos críticos.
4. Se puede concluir que los 3 tipos de maquinas en estudio de torno con un 36% y fresadora con un 30% presentan un estado de criticidad medio critico mientras que el taladro con un 10% es no critico, mediante su análisis individual.
5. Se elaboro un plan de mantenimiento preventivo, donde se planteo los procedimientos para alargar la vida útil de la maquinas y evitar las paradas de las mismas por avería, ahorrando tiempo y bajando costos en hacer un trabajo de reparación.



XIII. RECOMENDACIONES

1. La Gerencia General tendrá que verificar la factibilidad de contratación del responsable del departamento de Mantenimiento, para hacer eficiente la tarea de mantenimiento en la empresa “Hermanos Rodríguez”.
2. Crear un departamento o comisión de mantenimiento en la empresa, para velar por la inspección y cuidado de las maquinas que posee la empresa.
3. Analizar la criticidad periódicamente de cada tipo máquina para establecer la jerarquía o prioridades entre dichas maquinas, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en los equipos donde sea más importante o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual de su estado crítico.
4. Una vez elaborado el plan de mantenimiento se recomienda dar seguimiento a este plan, incorporando las medidas propuestas para evitar fallos en las maquinas.



XIV. BIBLIOGRAFIA

1. Cantoral Veras, H. A. (2009). PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Guatemala.
2. CESETA. (1979). Manual de Mantenimiento y reparación de equipos industriales. Editorial ORBE. Ciudad de la Habana..
3. Duffuaa. S, Raouf. A, Dixon Cambell. J. Sistema de Mantenimiento, Planeación y Control. Editorial LIMUSA
4. Fernandez, J., Matus, J., & Priem, R. (s.f.). Sistema de mantenimiento preventivo planificado. La Habana, Cuba: Pueblo y educacion calle 3.
5. González, Francisco J. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Segunda Edición. Editorial Fundación CONFEMETAL
6. Ing. Navarrete, E., González, J. Mantenimiento Industrial .Tomo I. Facultad de construcción de maquinarias ISPJAE.
7. Navarrete Pérez, E. y González M.R. Mantenimiento Industrial. Tomo I y II. Editorial Pueblo y Education.



ANEXOS



Anexo No. 1: FICHA TECNICA DE TORNO

Tipo :	Torno mecánico
Marca :	COLCHESTER
Modelo :	TRIUMPH 2000
Año :	-
Nº serie :	6/0047/2550
Nº almacen :	5768

Tabla No. 24: Ficha técnica para el torno

Anexo No. 2: FICHA TECNICA DE FRESADORA

Tabla No. 25: Ficha técnica para fresadora

Tipo:	Fresadora
Marca:	REIDEN
Modelo:	FU 150 Un
Año:	-
Serial #:	255-39
# Archivo:	7083



Anexo No. 3: METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

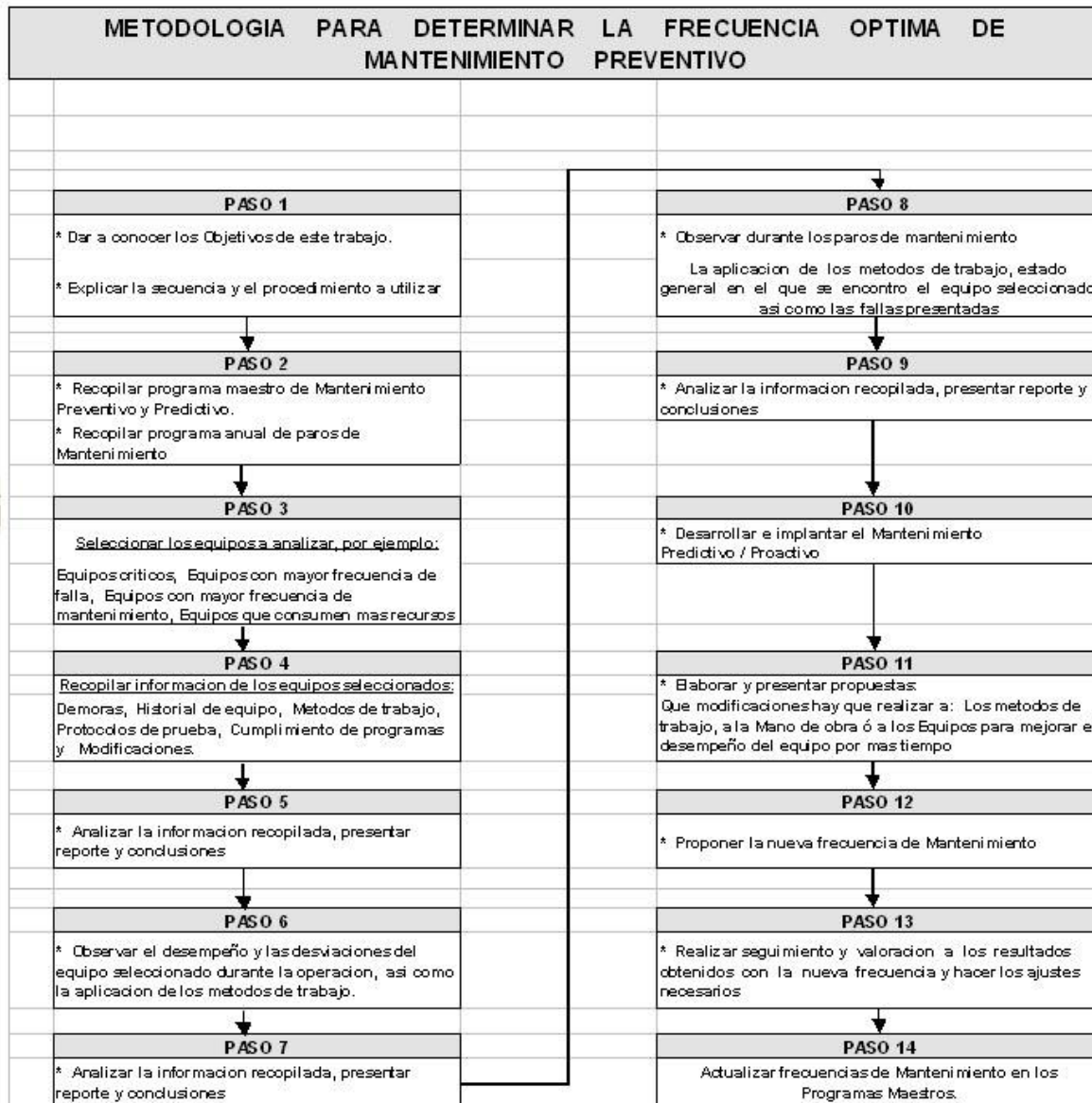


Figura No. 16: Metodología para determinar la frecuencia óptima de mantenimiento preventivo



Anexo No.4: COEFICIENTES PARA REALIZAR EL CÁLCULO PARA EL TIEMPO DEL CICLO ESTOS VALORES SON CONSTANTES.

Tabla No. 26: Coeficientes Bn

<i>Tipo de producción</i>	<i>Bn</i>
<i>En masa y series grandes</i>	<i>0,7</i>
<i>En serie</i>	<i>0,9</i>
<i>En serie pequeña o individual</i>	<i>1,0</i>

Tabla No. 27: Coeficientes Bt

<i>Máquina herramienta</i>	<i>Bt</i>
<i>Con peso hasta 10 t</i>	<i>1,0</i>
<i>Más de 10 t hasta 100 t</i>	<i>1,35</i>
<i>Mas de 100 t</i>	<i>1,75</i>

Tabla No. 28: Coeficientes Bc

<i>Valores de Bc</i>				
<i>Instrumento de corte</i>	<i>Precisión de equipo</i>	<i>Temperatura variable</i>		<i>Temperatura constante</i>
		<i>Con refrigerante</i>	<i>Sin refrigerante</i>	
<i>Metálico</i>	<i>Alta superior</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1,4</i>
<i>abrasivo</i>	<i>normal</i>	<i>1</i>	<i>0,7</i>	<i>1,3</i>
<i>Para equipos con otras precisiones Bc = 1</i>				



Tabla No. 29: Coeficientes Bm

Máquina herramienta	Aceros de construcción	Aceros de más de 100 kg/cm²	Aleaciones de aluminio	Hierro fundido y de bronce
Trabajo con herramientas metálicas	1,0	0,7	0,75	0,8
Trabajos con abrasivos	0,9			

Tabla No. 30: Coeficientes

Maquinas de arranque de virutas	A
Hasta 10 años de uso	36 000
Más de 10 años hasta 20 años de uso	34 500
Más de 20 años de uso	30 000



Anexo No.5: COMPLEJIDAD

Tabla No. 31: Complejidad torno

Constantes				Características			Complejidad
K1	K2	K3	K4	A=A1A2			C=C1+C2
0.003	0,005	0,1	0,008	A1	Universal con caja de velocidad, sin soporte.	1,3	Complejidad de la parte hidráulica C1
					Vertical con cabezal giratorio.	1,25	
				A2	Horizontales y verticales sin cabezal giratorio.	1,2	Para mas maquinas con ruedas intercambiables C2=0,4
					Con precisión normal.	1,0	
					Con alta precisión.	1,2	

$$F= A (K1 L+K2 B+K3 N+K4 S)$$

$$F=1.3 [(0.003*1000)+ (0.005*250)+ (0.1*12)+(0.008*400)$$

$$F=11$$

Grados de complejidad Del Torno

$$F= A (K1 H +K2 L +K3 N)$$

Donde:

C= Complejidad

F= Grado de complejidad.

A= Características constructivas.

H= Altura de los centros en mm.

L= Distancia entre los centros en mm.



N= Numero de velocidades del husillo.

K1, K2, K3= Constantes.

Tabla No. 32: Complejidad fresadora

Constantes			Características	Complejidad	
K1	K2	K3	A=A1,A2,A3,A4	C=0,5X+C2+C3+C4	
0,025	L ≤ 5000 0,001	Con caja de velocidad. 0.2	A1	X= Cantidad de soportes auxiliares	
			Construcción normal		1
			Semiautomático	1,1	C2 Grados de complejidad del mecanismo de regulación de la velocidad sin escalonamiento Para maquinas con H≤200 C2 = 2 Para maquinas con H>200 C2 = 4
			Sin soporte	0,75	
			Sin barras de avances		
			0,9		
			A2		
	Pesados y grandes	1,15			
	Únicas	1,25	C3		
	A3		Grados de complejidad del contador hidráulico C=2		
	Presión normal	1			
	Elevada precisión	1,4			
	Alta precisión	1,25	C4 Grados de complejidad del seleccionador C4=0,5 para el simple c4=0,75 para el doble		
	Especiales de alta precisión	1,5			
Especiales de elevada precisión	1,6				
A4					
	L ≤ 5000 0,002	Con transmisión por correas 0,1			



			Rápidos H>2000 RPM 1,1	
--	--	--	--	--

$$F = 1.15 [(0.025 \cdot 200) + (0.001 \cdot 855) + (0.2 \cdot 23)]$$

$$F = 12$$

Grados de complejidad de la taladradora

En este caso, dado que los de complejidad ya estaban tabulados, solo se tomo su valor de la siguiente tabla:



Tabla No. 33: Complejidad taladro

Modelo	Mayor diámetro a taladras(mm)	Mecánica	Eléctrica
2103	3	1	1,5
210A	5	1	1,5
HC6	6	1	1,5
2A106	6	1	1,5
2110	10	2	2
CH12A	12	3	2
HC12	12	2	1,5
HS12	12	2	-
221R	13	3	-
2118	18	4	-
2125	25	6	-
2A125	25	5	-
213	30	8	-
2A135	35	7	-
2A150	50	8	-

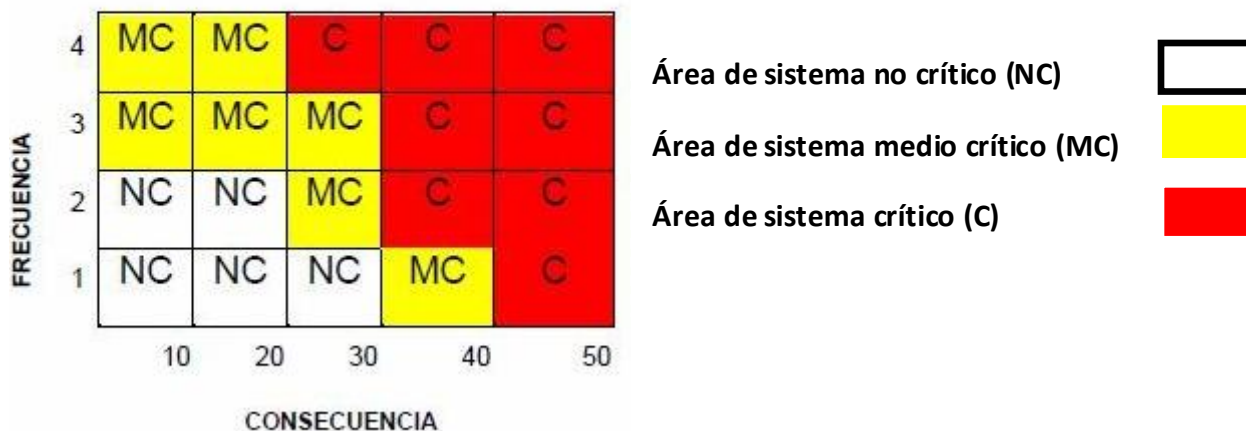


Tabla No.34 Inventario de las maquinarias

TIPO DE MAQUINA	MODELO	ESTADO CRITICO
TORNO	TRIUMPH 2000	MC
TORNO	TRIUMPH 2000	MC
TORNO	TRIUMPH 2000	MC
TORNO	TRIUMPH 2000	MC
TORNO	TRIUMPH 2000	MC
FRESADORA	FU 150 Un	MC
FRESADORA	FU 150 Un	MC
FRESADORA	FU 150 Un	MC
TALADRO VERTICAL	CH12A	NC
TALADRO VERTICAL	CH12A	NC
TALADRO VERTICAL	CH12A	NC

Anexo No.6 Matriz general de criticidad (MGC)

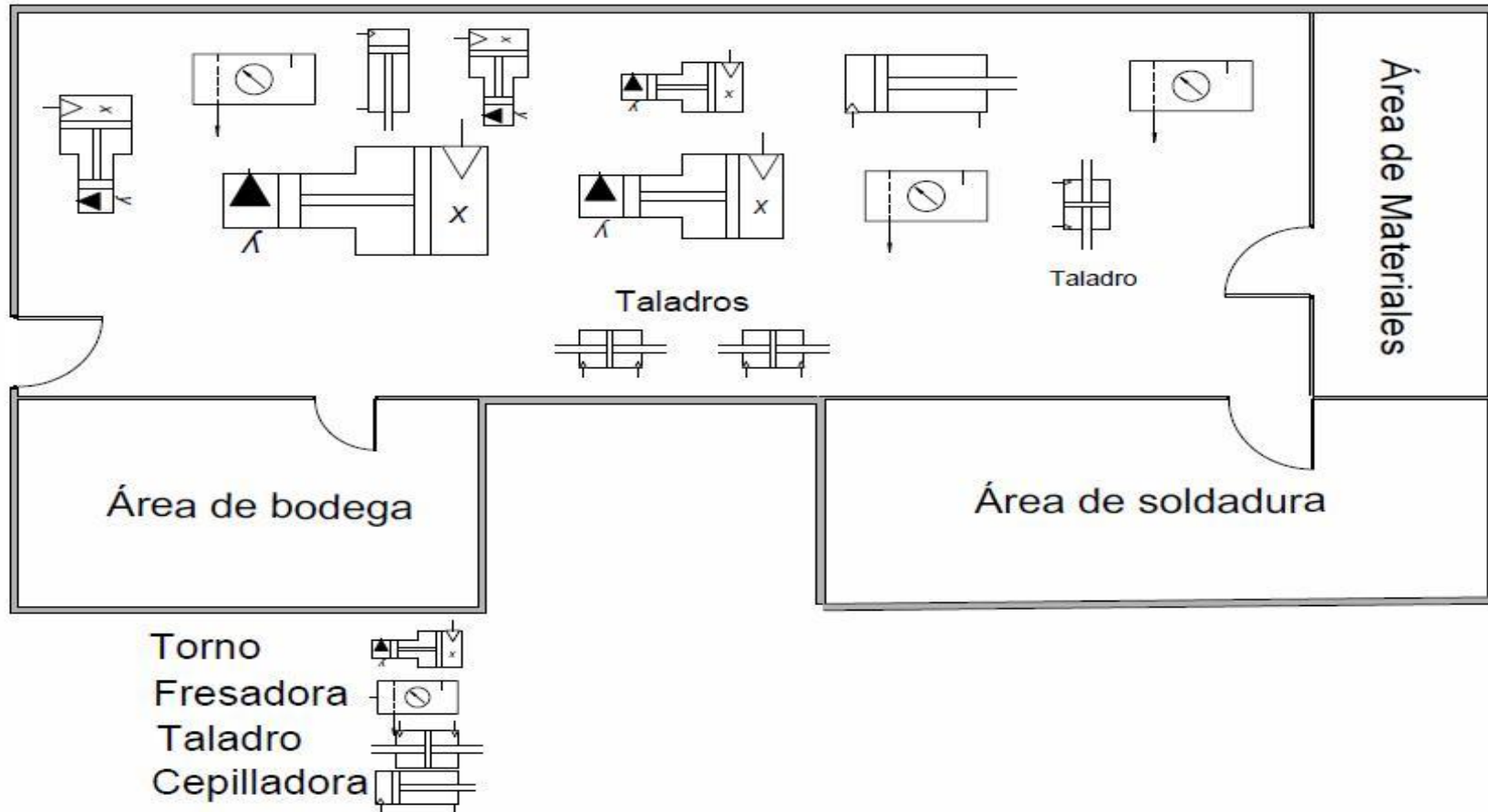
Tabla 3. Matriz general de criticidad (MGC)





Anexo No.7: PLANTA ARQUITECTÓNICA

AREA DE TALLER "HERMANOS RODRIGUEZ"





Anexo No. 8: CUESTIONARIO DE ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL MANTENIMIENTO

A- ORGANIZACIÓN GENERAL

- 1- ¿Ha definido por escrito y ha hecho aprobar la organización de la función de mantenimiento?
- 2- ¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?
- 3- ¿Están las responsabilidades y las tareas del personal de mantenimiento claramente definidas?
- 4- ¿Es suficiente el personal de dirección y el de supervisión?
- 5- ¿Está la actividad del personal de mantenimiento enmarcada en el presupuesto de funcionamiento?
- 6- ¿Hay alguien designado para asegurar la coordinación del suministro, de los trabajos de los estudios de instalación y de la formación?
- 7- ¿Existen descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?
- 8- ¿Se reúne el personal de mantenimiento con los operarios de las máquinas para examinar los trabajos a realizar?

B- METODOS DE TRABAJO

- 1- ¿Para las intervenciones importantes en volumen de horas y/o repetitivas, se favorece la preparación del trabajo?
- 2- ¿Utilizan uds. soporte impresos para prepara los trabajos o para establecer presupuesto (ficha de preparación o ficha de presupuesto)?
- 3- ¿Dispone uds. de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?
- 4- ¿Tiene uds. un procedimiento por escrito en el que se definan las autorizaciones de trabajo para los que conlleven riesgos?
- 5- ¿Conservan uds. y archivan de modo especial los expedientes de preparación?



- 6- ¿Tienen uds. métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global (trabajos tipos)?
- 7- ¿Utilizan uds. el método PERT (u otra metodología de gestión parecida) para la preparación de trabajos largos, importantes, o que necesiten mucha coordinación?
- 8- ¿Tienen uds. acceso a metodologías formalizadas de reparaciones?
- 9- ¿Guardan uds. las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas , herramientas) antes de sus intervenciones?
- 10-¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y resulta fácilmente accesible?

C- CONTROL TECNICO DE LOS EQUIPAMENTOS

- 1- ¿Disponen uds. de una lista de inventario de ubicación de los equipamientos de su unidad?
- 2- ¿Tiene cada equipamiento un número de identificación único diferente del número cronológico de inmovilización?
- 3- ¿En su emplazamiento tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?
- 4- ¿Se registra sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?
- 5- ¿Se ha abierto un archivo técnico para cada equipamiento o instalación?
- 6- ¿Tienen uds. una reseña histórica de los trabajos para cada equipamiento?
- 7- ¿Disponen uds. de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costes, equipamientos por equipamiento?
- 8- ¿Hay una responsable (o varios) de cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?
- 9- ¿Aseguran uds. un control formal de las informaciones relativas al registro de las visitas o inspecciones preventivas?



D- GESTION DE LA CARTERA DE TRABAJO

- 1- ¿Tienen uds. un programa establecido de mantenimiento preventivo?
- 2- ¿Disponen uds. de listas escritas de mantenimiento preventivo?
- 3- ¿Existe algún responsable de conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de adaptación)?
- 4- ¿Tienen los usuarios (u operadores) de los equipamientos responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina)?
- 5- ¿Tienen uds. un sistema de registro de las demandas de trabajo?
- 6- ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?
- 7- ¿Tienen uds. reglas definitivas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?
- 8- ¿Conocen uds. permanente la carga de trabajo en cartera?
- 9- ¿Exista algún documento (bono o solicitud de trabajo) que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?
- 10-¿Disponen uds. de un plan semanal de distribución de los trabajos?

E- GERENCIA DE STOCK DE LAS PIEZAS DE RECAMBIO

- 1- ¿Disponen uds. de un almacén cerrado para almacenar las piezas de recambio?
- 2- ¿Llevan uds. al día las fichas del stock , forma manual o informatizadas?
- 3- ¿Eliminan uds. de forma sistemática las piezas obsoletas?
- 4- Llevan uds. al día el consumo de artículos por equipamiento?
- 5- Está fácilmente disponible el valor y el número de los artículos?
- 6- Están las piezas debidamente guardadas e identificadas?
- 7- Están identificadas las piezas intercambiables?



F- COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIALES:

1. Hay un procedimiento formalizado y adaptado de emisión de peticiones de compra y otorgamiento de pedidos?
2. ¿Hay alguna persona mas específicamente responsable del control de las peticiones de compra?
3. ¿Se requiere el visto bueno del responsable del servicio para cualquier petición de repuesto cuyo precio sea elevado?.
4. Hay mercados negociados para los artículos estándar a los consumibles?
5. ¿Disponen Uds. del proceso de homologación de los suministradores?
6. ¿Hay gran cohesión entre el servicio de compras y el servicio de mantenimiento a raíz de las diferentes negociaciones con los suministradores?

G.- ORGANIZACIÓN MATERIAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO:

1. ¿Es suficiente el espacio del taller de mantenimiento para los trabajos que les solicitan?
2. ¿Su taller podría estar mejor situado con relación a los equipamientos que tienen que conservar?
3. ¿Las oficinas de los supervisores están a pie de obra en el taller?
4. ¿Dispone su taller de calefacción y de aire Acondicionado?
5. ¿Se encuentran próximos a su taller el almacén de herramientas y de repuestos?
6. Hay un responsable de almacén?
7. El almacén de herramientas y de repuestos está exclusivamente destinado al mantenimiento y a los trabajos nuevos que garantizan Uds.
8. ¿Dispone cada operario de un puesto de trabajo bien identificado?

H.- HERRAMIENTAS:

1. ¿Disponen Uds. en propiedad de un inventario de herramientas y equipamientos de pruebas?



2. ¿Se pone al día de forma regular ese inventario?
3. ¿Disponen Uds. de todas las herramientas especiales y de los equipamientos que necesitan?
4. ¿Llevan Uds. a cabo el mantenimiento preventivo con ayuda de los equipamientos de pruebas de su propiedad?
5. ¿Están fácilmente disponibles y hay suficiente cantidad de herramientas y de equipamiento?
6. ¿Disponen del proceso de puesta a disposición y de utilización de las herramientas por escrito?
7. ¿Dispone cada operario de una caja de herramientas personal?

I.- DOCUMENTACION TECNICA:

1. ¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente; mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?
2. ¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?
3. ¿Están disponibles las Instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?
5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?
6. ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?

J. PERSONAL Y FORMACION:

1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?



2. ¿Se examinan en grupos los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios?
3. ¿Se dan encuentros anuales de apreciación entre el personal ejecutivo y el operativo?
4. ¿Los supervisores y el resto de personal de mantenimiento están lo suficientemente disponibles? (Alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo, trabajo los sábados.....)
5. ¿Consideran Uds. en general que la competencia técnica de su personal es satisfactoria?
6. En el trabajo diario ¿Estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?
7. ¿Los supervisores aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?
8. ¿Reciben sus supervisores formación en nuevas tecnologías?
9. ¿Recibe su personal formación en seguridad de forma regular?
10. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?
11. ¿Tienen Uds. pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?
12. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los servicios al cliente?

K.- SUBCONTRATACION:

1. ¿Tienen Uds. un proceso de evaluación formal de los subcontratistas?
2. ¿Disponen el servicio de mantenimiento de una herramienta de gestión informatizada de la actividad?
3. ¿Disponen Uds. de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto?
4. ¿Emiten Uds. de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?



Anexo No. 9: ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS OPERARIOS

- ❖ ¿Poseen algún tipo de mantenimiento?

- ❖ ¿Con que frecuencia se generan las fallas en las maquinarias? ¿Cada cuánto: mes, día o por año?

- ❖ ¿Cuáles son las fallas más comunes? ¿Cuáles son las causas?

- ❖ ¿Cuáles son las fallas principales en las maquinas?

- ❖ ¿Qué tiempo dura la máquina en tiempo muerto?

- ❖ ¿Cuáles son las maquinarias más usadas?

- ❖ ¿Existe un historial sobre el mantenimiento de las maquinas?

- ❖ ¿Poseen un almacén de materiales de stock?

- ❖ ¿Cuánto es el tiempo máximo que dura en uso la máquina?

- ❖ ¿Cada cuánto realizan cambio de aceite?

- ❖ ¿Existen problemas en la variación de energía?

- ❖ ¿Cuál es la potencia de las maquinarias?

- ❖ ¿Qué tiempo en uso posee la maquinaria?

- ❖ ¿Cuando se genera una reparación, cuanto hace el monto de gasto?



Anexo No.10: IMÁGENES DEL TALLER Y SUS MAQUINAS



Foto del torno y un trabajador.



Foto panorámica del lado derecho del taller



Imagen panorámica de la fresadora universal tomada como muestra par el estudio





Imagen panorámica del Torno en estudio



Imagen panorámica del taladro vertical en estudio

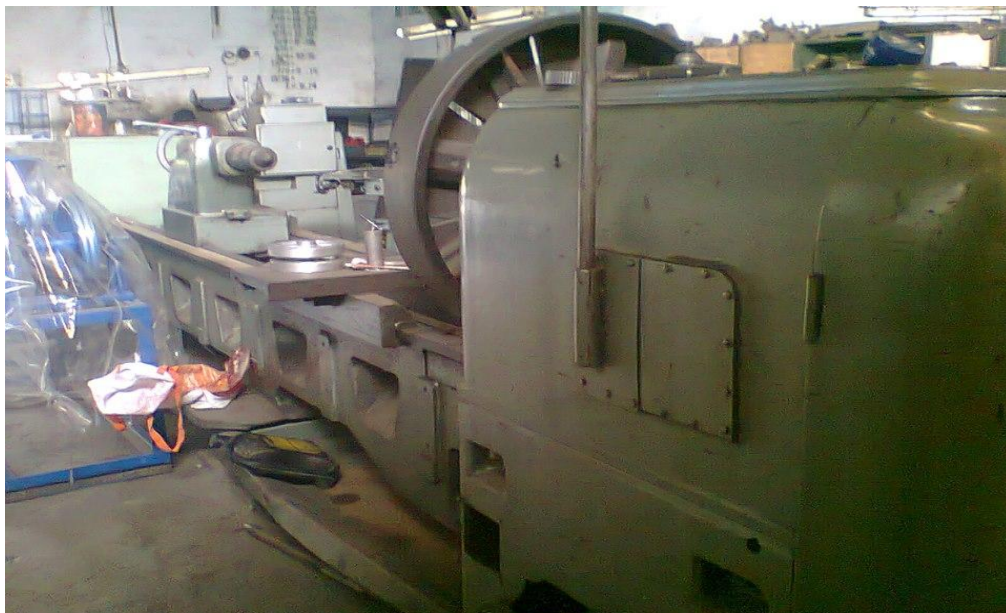




Imagen frontal del taladro vertical



Imagen frontal del Torno





En estas imágenes podemos observar dos tornos verticales encontrados en la empresa Hermanos Rodríguez



Imagen obtenida al momento de un mantenimiento correctivo



Imagen del torno tomada en su frente



Imagen tomada a la fresadora





En estas imágenes podemos observar dos tornos verticales encontrados en la empresa Hermanos Rodríguez



