DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA INDUSTRIAL TURMEQUÉ

OSCAR ALEXANDER RAMÍREZ ACEVEDO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TUNJA

2019

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA INDUSTRIAL TURMEQUÉ

OSCAR ALEXANDER RAMÍREZ ACEVEDO

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero mecánico

Director

Ing. LUIS FERNANDO JOYA

Codirector

Ing. EDWIN TORRES

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

TUNJA

2019

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del Jurado

_____

Firma del Jurado

_____

Tunja 08 de abril de 2019

Quiero expresar primeramente mi gratitud a Dios y luego a mi madre Martha Acevedo por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, a mi padre Cesar Ramírez por sus buenos consejos y apoyo para seguir adelante, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A toda mi familia Acevedo por su motivación por estar siempre presentes, acompañándome y por su apoyo moral que me brindo a lo largo de esta etapa.

A ellos les dedico este logro en mi vida.

Oscar Ramírez

AGRADECIMIENTOS

Por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me ha dado a lo largo de mi carrera y de mi vida, este proyecto va dedicado a mi madre.

Al ingeniero Carlos León por haberme dado a conocer las instalaciones del Colegio, a la Señora Rectora Zoraida Suárez por abrirme las puertas de su institución y haberme dado la oportunidad y confianza de realizar mi proyecto de grado.

Al director de Tesis Ingeniero Luis Fernando Joya, ya que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

A los Ingenieros y docentes quienes transmitieron sus conocimientos e hicieron parte fundamental de este proceso y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

Finalmente a la Universidad Santo Tomás por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
2. JUSTIFICACIÓN 16
3. OBJETIVOS 17
3.1 OBJETIVO GENERAL 17
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 17
4. MARCO REFERENCIAL 18
4.1 Marco teórico 18
4.2 Descripción estado actual de la institución Educativa Técnica Industrial Turmequé: 18
4.2.2 Identificación. 18
4.3 Proyección social 19
4.3.1 Presentación y selección de algunos proyectos y actividades de Proyección Social desarrollados por la Universidad de La Sabana en el entorno, durante el año 2009. 19
4.3.1.1 La tecnología, del aula a la comunidad. 19
4.3.1.2 PSICODIG, una herramienta de aprendizaje para los estudiantes de Psicología. 19
4.4 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO 20
4.5 Tipos de mantenimiento 20
4.5.1 Mantenimiento Correctivo. 21
4.5.2 Mantenimiento Preventivo. 21
4.5.3 Mantenimiento Predictivo. 22
4.5.4 Mantenimiento Productivo Total 23
5. METODOLOGIA 24
5.1 CONOCIMIENTO Y TOMA DE DATOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA INDUSTRIAL 25
5.2 Imágenes de cada máquina y equipo: 26
5.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO EN MÁQUINAS Y EQUIPOS 35
5.3.1 Faltas, arreglos y fallas de cada máquina y equipo. 36
5.4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD 37
5.5 CREACIÓN DE FORMATOS 39

5.5.1 Formato de Checklist. ... 39
5.5.2 Formato de fichas Técnicas. ... 40
5.5.3 Formato Solicitud de Trabajo. ... 41
5.5.4 Formato Orden de trabajo. ... 42
5.5.5 Formato de procedimientos. ... 43
5.5.6 Formato Hojas de vida de las máquinas y equipos. ... 44
5.5.7 Calendario General. ... 45
5.5.8 Formato hoja de vida general de equipos. ... 46
5.6 MONTAJE DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL PROGRAMA EXCEL ... 47
5.6.1 Menú base de datos plan de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé ... 47
5.7 CAPACITACIONES ... 48
6.7.1 Capacitación y taller de interpretación de planos. ... 48
5.7.2 Capacitación y taller en mantenimiento preventivo. ... 50
5.8 SOCIALIZACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ... 51
6. RESULTADOS ... 52
6.1 Puesta en marcha plan de mantenimiento preventivo ... 52
6.1.1 Asignación y responsables para cada máquina y equipo. ... 52
6.1.2 Responsable para cambios de aceite y tiempos de cada procedimiento. ... 54
6.1.3 Ejecución *checklist.* ... 54
6.1.4 Datos de cada Máquina y Equipo. ... 55
6.1.5 Capacitación de interpretación de planos. ... 55
6.1.6 Capacitación de mantenimiento preventivo de máquinas y equipos. ... 55
6.1.7 Máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial antes y después del diagnóstico. ... 56
6.1.8 Antes y después del análisis de criticidad. ... 58
6.1.9 Tiempo de resultados para el plan de mantenimiento preventivo. ... 59
7. CONCLUSIONES ... 59
8. RECOMENDACIONES ... 60

LISTA DE ILUSTRACIONES

pág.

Figura 1. Máquina número 1 26
Figura 2. Máquina número 2..... 26
Figura 3. Máquina número 3 27
Figura 4. Máquina número 4 27
Figura 5. Máquina número 5 28
Figura 6. Máquina número 6 28
Figura 7. Máquina número 7..... 29
Figura 8. Máquina número 8 29
Figura 9. Máquina número 9 30
Figura 10. Máquina número 10 30
Figura 11. Máquina número 11 31
Figura 12. Máquina número 12 31
Figura 13. Máquina número 13 32
Figura 14. Máquina número 14 32
Figura 15. Máquina número 15 33
Figura 16. Equipo número 16..... 33
Figura 17. Equipo número 17 34
Figura 18. Máquina número 18 34
Figura 19. Equipo número 19 35
Figura 20. Diagnóstico..... 35
Figura 21. Matriz de criticidad 38
Figura 22. Checklist Sierra Automática..... 39
Figura 23. Formato ficha técnica Fresadora Universal 40
Figura 24. Formato solicitud de trabajo Torno Convencional..... 41
Figura 25. Formato orden de trabajo Equipo de soldadura..... 42
Figura 26. Formato procedimiento cambio de aceite Fresadora..... 43
Figura 27. Formato hoja de vida Torno CNC..... 44
Figura 28. Formato calendario general..... 45

Figura 29. Hoja de vida general de máquinas y equipos 46
Figura 30. Menú 47
Figura 31. Capacitación 1 48
Figura 32. Taller de interpretación de planos dirigido a los estudiantes y docentes de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé 49
Figura 33. Capacitación 2 50
Figura 34. Entrega plan de mantenimiento preventivo 56
Figura 35. Laboratorio mecánica industrial 51
Figura 36. Checklist diligenciado y firmado 52
Figura 37. Ficha técnica realizada por el estudiante Juan David Orozco Benavides de grado decimo 54

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Consolidado de máquinas y equipos……...…….…… 25

Tabla 2. Faltas y fallas de cada máquina y equipo…….……..……..….. 36

Tabla 3. Criterio para evaluar la criticidad ……..…..…….. 37

Tabla 4. Contenido de la capacitación de interpretación de planos……...……..… 49

Tabla 5. Contenido de la capacitación de mantenimiento preventivo……..…….……...51

Tabla 6. Responsables de cada máquina y equipo….……..…….…….....… 53

Tabla 7. Especificaciones técnicas antes y después Sierra Automática……...…..... 55

Tabla 8. Cuadro comparativo antes y después del estado de máquinas y equipos….……57

Tabla 9. Análisis de criticidad antes y después de la fresadora universal...….……..... 58

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. CD.....64

RESUMEN

Anteriormente no se contaba con un plan de mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé, el control de cada máquina y equipo se encontraba a cargo del jefe de taller quien lo realizaba en su propia experiencia laboral.

Por esta razón se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo con el fin de minimizar fallas y reducir costos durante el tiempo de operación de cada máquina y equipo, en el cual se interactuó con estudiantes de grado decimo y once de la especialidad de mecánica industrial por medio de capacitaciones en mantenimiento preventivo e interpretación de planos como herramientas básicas para mantenimiento.

El objetivo de este proyecto fue el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las 19 máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, el cual permitió un buen funcionamiento minimizando fallas como también garantizando la buena operación de cada máquina y equipo para su adecuado funcionamiento, finalmente se logró capacitar a estudiantes y docentes en actividades relacionadas con las buenas prácticas de operación y mantenimiento.

Palabras clave: Plan de mantenimiento preventivo, procedimientos, diagnostico, disponibilidad, capacitar, fallas, máquinas y equipos.

ABSTRACT

Previously at the “Institucion Educativa Tecnica Industrial Turmequé Boyacá not had a plan of preventive maintenance in the machines and equipment, for this reason, it was developed preventive maintenance for minimize failures and reduce costs during the operation time of each machine and equipment. With the tenth and eleventh grade students in the specialty of industrial mechanics interacted by means of training in preventive maintenance and interpretation of plans as basic tools for maintenance.

The goal of this project is to the design a preventive maintenance plan for the 19 machines and equipment of the industrial mechanics laboratory. That it will function properly and minimize failures, including a secure, smooth operation of each machine and piece of equipment.

Finally, students and teachers were trained in activities related to whit appropriate practices of operation and maintenance.

Keywords: Preventive maintenance plan, procedures, diagnosis, availability, training, faults, machines and equipment.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la necesidad en implementar planes de mantenimiento en las Instituciones Técnicas en Boyacá surge con el fin de asegurar el correcto funcionamiento en sus laboratorios mecánicos, así como obtener un mejor rendimiento en sus máquinas y equipos.

La importancia de un plan de mantenimiento preventivo, es poder reducir la probabilidad de fallas en una máquina y equipo, mediante una rutina de inspecciones periódicas e intervenciones, es decir la renovación de los elementos deteriorados, con este mantenimiento se aumenta la fiabilidad y se reducen pérdidas económicas significativas, esta prevención se realiza tomando datos específicos como el estado de los equipos, la ubicación de las instalaciones, las condiciones eléctricas y los datos proporcionados por el fabricante.[1]

El plan de mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé se realizó a partir de la toma de datos técnicos de cada máquina y equipo, creando una base de datos en el programa Excel con el fin de tener un mayor control y cuidado en las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, previniendo fallas, altos costos y aumentando la disponibilidad con el objetivo asegurar un correcto funcionamiento.

[1]Disponible:http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11751/1/Jima%20Solano%2c%20Cristhian%20Alexander.pdf [Accessed 26 Mar. 2019].

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los colegios Industriales del departamento de Boyacá, cuentan con máquinas y equipos de importante valor económico que con el transcurso del tiempo han requerido un mantenimiento preventivo, por lo tanto al no aplicarse en el momento adecuado se generaran altos costos para estas instituciones educativas, de manera que al no implementarse un debido plan de mantenimiento se requiere de grandes inversiones, generando que estas instituciones aplacen las reparaciones de cada máquina y equipo que solicite en el momento, dado que no se dispone de recursos económicos al instante.

La importancia de implementar un plan de mantenimiento preventivo no solo disminuye costos, sino que también permite un buen funcionamiento, puesto que cada máquina y equipo tendrá un mejor seguimiento y se preverán las fallas.

La Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé, hoy en día brinda a sus estudiantes la especialidad de mecánica industrial, con un laboratorio conformado por 16 máquinas (2 fresadoras, 6 tornos, 1 prensa hidráulica, 2 limadoras, 1 taladro de árbol, 1 taladro radial, 1 rectificadora universal, 1 sierra automática y 1 esmeril) y 3 equipos (1 equipo soldadura y 2 equipos CNC), con un total de 19 máquinas y equipos.

En ocasiones se presentan fallas en las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial como: rotura de correas, rompimiento de tornillos, cortos eléctricos, escapes de aceite y refrigerante, todas estas averías suceden debido a que no se dispone de un plan de mantenimiento preventivo, por esta razón es necesario implementarlo, ya que se obtendrá un mejor seguimiento de cada máquina y equipo.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente existen en Boyacá 254 instituciones educativas, de tal forma 43 son técnicos industriales que poseen laboratorios pero no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo para el control de sus máquinas y equipos.[2]

Por esta razón se pretende motivar a las instituciones en implementar planes de mantenimiento preventivo para sus laboratorios con propuestas de proyectos enfocados en proyección social con estudiantes de ingeniería mecánica de la Universidad Santo Tomas (Tunja), de modo que en la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé se busca integrar el desarrollo del proyecto "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la institución educativa técnica industrial Turmequé" con los estudiantes y directivos implementando un plan de mantenimiento preventivo en el laboratorio de mecánica industrial, mediante capacitaciones de mantenimiento e interpretación de planos con lo cual el estudiante se relacionara con las buenas prácticas de operación y mantenimiento, puesto que esta información es fundamental.

La implementación de este plan de mantenimiento preventivo evitara imprevistos por fallas buscando siempre obtener una mayor eficiencia.

[2]Disponible en: http://sedboyaca.gov.co/directorio-institucional/instituciones-educativas-oficiales/

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las 19 máquinas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico del estado actual (análisis de criticidad) en las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.
- Determinar responsables, funciones, procesos y tiempos, para el mantenimiento de máquinas y equipos.
- Establecer procedimientos y recursos para el mantenimiento de máquinas y equipos.
- Capacitar al personal responsable y estudiantes en actividades relacionadas con las buenas prácticas de operación y mantenimiento.
- Socializar el plan de mantenimiento a los directivos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.
- Puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco teórico

A continuación se describe una consulta realizada, en la cual se da a conocer estado actual de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé, proyectos enfocados a la proyección social y tipos de mantenimiento, especialmente mantenimiento preventivo.

4.2 Descripción estado actual de la institución Educativa Técnica Industrial Turmequé:

La Institución ofrece a sus 892 estudiantes los niveles de Preescolar, Básica Primaria con metodología Escuela Nueva y Escuela Tradicional, Básica Secundaria, y Media Vocacional, es de carácter Técnico, modalidad Industrial en las especialidades de Mecánica Industrial, Electricidad y Electrónica, Diseño Arquitectónico y Metalistería.

4.2.2 Identificación. La IETIT (Institución Educativa Técnica Industrial de Turmequé) está ubicada en el casco urbano, Cr. 3 Nº 4 – 74 en la Provincia de Márquez, Municipio de Turmequé, en el departamento de Boyacá. Una institución de carácter oficial, acreditada mediante Decreto Departamental de Fundación Nº 103 del 6 de febrero de 1963; inició labores con el nombre de Escuela Industrial Departamental y luego por Decreto Nº 02416 del 30 de septiembre de 2002, tomó el nombre de Instituto Técnico Industrial de Turmequé (con cobertura en Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media Técnica Industrial); el 19 de octubre de 2004 con Resolución 2412 obtiene aprobación de estudios y partir del año 2009 por la fusión con otros planteles del nivel primaria cambia su nombre con Resolución de funcionamiento 000088 del 29 de enero de 2009 a Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.[3]

[3] Disponible en: http://ietit2017.blogspot.com/2017/03/identificacion-y-ubicacion.html

4.3 Proyección social

Fomentar el vínculo y la interacción entre la Universidad y los sectores empresariales, sociales, solidarios, políticos y tecnológicos con miras a responder a las necesidades y demandas de éstos, buscando el desarrollo social, producción y el crecimiento económico, desde la articulación entre la extensión, la docencia, investigación y los egresados, de modo que se contribuya a la transformación del entorno y al empoderamiento de la comunidad intervenida.[4]

4.3.1 Presentación y selección de algunos proyectos y actividades de Proyección Social desarrollados por la Universidad de La Sabana en el entorno, durante el año 2009.

4.3.1.1 La tecnología, del aula a la comunidad. Las tecnologías de la información y la comunicación se han convertido en herramientas clave para el aprendizaje y el desarrollo de la sociedad. Estos proyectos se han elaborado bajo el marco de la asignatura de Telemática, Los proyectos tecnológicos surgen a partir de un trabajo multidisciplinario entre diferentes facultades con el apoyo directo del Centro de Tecnologías para la Academia. De esta manera se combinan diferentes elementos y saberes que generan herramientas útiles para la comunidad y que resuelven problemáticas complejas con la intervención de profesionales de diferentes áreas.

4.3.1.2 PSICODIG, una herramienta de aprendizaje para los estudiantes de Psicología. Los estudiantes de Psicología de la Universidad de la Sabana, también han diseñado el proyecto PSICODIG para el desarrollo y aplicación de herramientas educativas que apoyan su proceso de formación profesional. PSICODIG es un centro de recursos digitales en el que se encuentran documentos y actividades que apoyan el aprendizaje y la adquisición de nuevos conocimientos en diferentes áreas de la carrera de Psicología. Los estudiantes desarrollan estas herramientas durante la clase de Telemática, para que puedan ser aprovechadas por sus compañeros de

[4] Disponible en: http://www.ustabuca.edu.co/gpresenzia/vista/vtpl/post.html?D.k=323512

carrera y por estudiantes de otras universidades que pueden acceder a estos recursos a través de Internet.[5]

4.4 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

Las funciones básicas de mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso. Por tanto, el mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos así como de disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.

Cualesquiera que sean las responsabilidades asignadas al servicio de mantenimiento, es fundamental para el buen funcionamiento de la empresa que estas estén perfectamente definidas y sus límites de acción y autoridad claramente establecidos.

4.5 Tipos de mantenimiento

Clasificación

Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a éste, así como a la forma de desempeñarlas, tradicionalmente de admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que como se ha visto depende de muy

[5] Barrero, F., Barona, C., Osorio, J., González, M., Ardila, S., Vivas, C., Amador, J., Codoy, S., Parada, D. and Cardona, D. (2009). 2009 memorias de proyección social. [PDF] UNIVERSIDAD DE LA SABANA, pp.54, 55, 56, Disponible en: https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Archivos_de_usuario/Documentos/Documentos_Empresa_y_Sociedad/Vision_OTRI/Memorias_proyeccion_social_2009.pdf

diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total.

4.5.1 Mantenimiento Correctivo. En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura”, sólo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

4.5.2 Mantenimiento Preventivo. Como ya se ha indicado, la finalidad última del mantenimiento industrial es asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales, para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción, como de los equipos y recursos humanos destinados al mantenimiento de los mismos.

Este supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y renovación de los elementos deteriorados. En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o en un determinado periodo de tiempo de funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se basa en el control de las partes críticas del equipo. Se aplica cuando aún no se presentan fallas. Para ello se consideran factores como: vida útil, esfuerzo, potencia y algunas características específicas del equipo, que

permiten establecer una periodicidad en las operaciones de mantenimiento, que dan como resultado una disminución de costos y un aumento de la vida útil del equipo.

Ventajas

- Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los activos.

Desventajas

Entre sus pocas desventajas se encuentran:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los activos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los activos.

4.5.3 Mantenimiento Predictivo. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar, como también hacer seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que es la que permitirá prever, con cierto margen de error, cuando un equipo fallará, por ese el motivo se denominan técnicas predictivas.

Este tipo de mantenimiento tiene la ventaja indudable de que en la mayoría de las ocasiones no es necesario realizar grandes desmontajes, y en muchos casos ni siquiera es necesario parar la máquina.[6]

[6] Disponible en: http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/19-mantenimiento-predictivo

4.5.4 Mantenimiento Productivo Total. Se desarrolla en Japón con un enfoque cercano al análisis de la calidad de la producción y de estudios de rendimiento, lo cierto es que sus difusión ha sido alterando la idea original hasta el punto que no existe una definición universal precisa para este tipo de mantenimiento, tampoco existe, incluso, demasiado acuerdo sobre la designación más apropiada que debe tener. En cualquier caso, con el mantenimiento productivo total (TPM) se intenta recoger y aplicar las tendencias más recientes en cuanto a la planificación participativa integral de todas las tareas del mantenimiento, incluyendo las técnicas utilizadas y su gestión la administración del mantenimiento, el control de los distintos índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones (fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad), la calidad de la producción y, finalmente, su repercusión en la economía de la empresa Por tanto, esta filosofía de mantenimiento implica a todos los estamentos y niveles de la producción, con una estructura de planificación jerárquica que, partiendo de los objetivos últimos de la explotación, vaya desglosándose en tareas concretas hasta llegar al operador y a las actuaciones específicas sobre cada máquina y componente de la instalaciones.

Mediante el TPM se intenta abarcar una visión del mantenimiento que recoja todos aquellos aspectos que inciden de alguna manera la utilización de equipos e instalaciones.[7]

[7] Gómez de León, F. (1998). TÉCNOLOGIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. 1st ed. España: Universidad de Murcia, pp.24, 25, 26, 27, 28, 29,30.

5. METODOLOGIA

El proyecto “diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé”, está conformado por 6 fases que se nombran a continuación:

Fase 1. Visita al laboratorio de mecánica industrial: se tomó datos técnicos de cada máquina y equipo para la realización del plan de mantenimiento preventivo en el programa Excel.

Fase 2. Diagnóstico: En la segunda visita se examinó el estado actual de cada máquina y equipo (inventarios y evaluación de fallas).

Fase 3. Recopilación de datos: Se tomó la información de cada máquina y equipo, con la cual se realizó formatos como: *checklist*, fichas técnicas, fichas de orden de trabajo, calendarios, procedimientos y hojas de vida.

Fase 4. Creación de base de datos: El plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, se realizó en el programa Excel.

Fase 5. Capacitaciones: Se instruyó a los estudiantes y docentes de los grados decimo y once pertenecientes a la especialidad de mecánica industrial con presentaciones centradas en mantenimiento preventivo e interpretación de planos, con apoyo de talleres como herramientas básicas.

Fase 6. Entrega: socialización del plan de mantenimiento preventivo con el jefe del taller de mecánica industrial y directivos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.

5.1 CONOCIMIENTO Y TOMA DE DATOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA INDUSTRIAL

El laboratorio de mecánica industrial está conformado por 16 máquinas y 3 equipos los cuales se relacionaron así, en la (**tabla 1**) se presentan.

Tabla 1. Consolidado de máquinas y equipos

Maquina/equipo	Marca	Modelo	Código
Fresadora Universal	HECKERT	FU 250x1000	1
Fresadora Mecánica	FUNY-MAQ	F F 0	2
Torno Convencional	WINSTON	1340	3
Torno Convencional	COMESA	D X	4
Torno Paralelo	WECHECO-14	14	5
Prensa Hidráulica	HECKERT	PYTE 3,15	6
Limadora Mecánica	FUNY-MAQ	LF-18	7
Limadora Universal	STRIGON	HO63A	8
Torno Paralelo	IMO-TURN	30-550 A	9
Torno Paralelo	C8DM	no aplica	10
Torno Paralelo	C8DM	no aplica	11
Taladro de Árbol	HECKERT	BS 20 AI	12
Taladro Radial	HECKERT	BR 40/2X1250	13
Rectificadora Universal	HECKERT	Mikromat	14
Sierra Automática	KASTO	PSB 280 U	15
Torno Cnc	INTELITEK	34-1000-0080-B	16
Fresa Cnc	INTELITEK	34-1000-0080-B	17
Esmeril	JAGUAR	SB6-200T	18
Equipo de soldadura	AMERICAN WELDING EQUIPMENT	R P Z	19

Fuente: Autor

5.2 Imágenes de cada máquina y equipo:

En la (**figura 1)** se observa la Fresadora universal marca HECKERT modelo 2202/80.

Figura 1. Máquina número 1

Fuente: Autor

Fresadora mecánica marca FUNY MAQ modelo F F 0, presentada en la (**figura 2**)

Figura 2. Equipo número 16

Fuente: Autor

Torno convencional marca WINSTON modelo 1340 (**figura 3**)

Figura 3. Máquina número 3

Fuente: Autor

Torno convencional marca COMESA 1500 modelo DX (**figura 4**)

Figura 4. Máquina número 4

Fuente: Autor

Torno paralelo marca WECHECO modelo 14 (**figura 5**)

Figura 5. Máquina número 5

Fuente: Autor

Prensa hidráulica marca HECKERT PYTE modelo 3,15 (**figura 6**)

Figura 5. Máquina número 6

Fuente: Autor

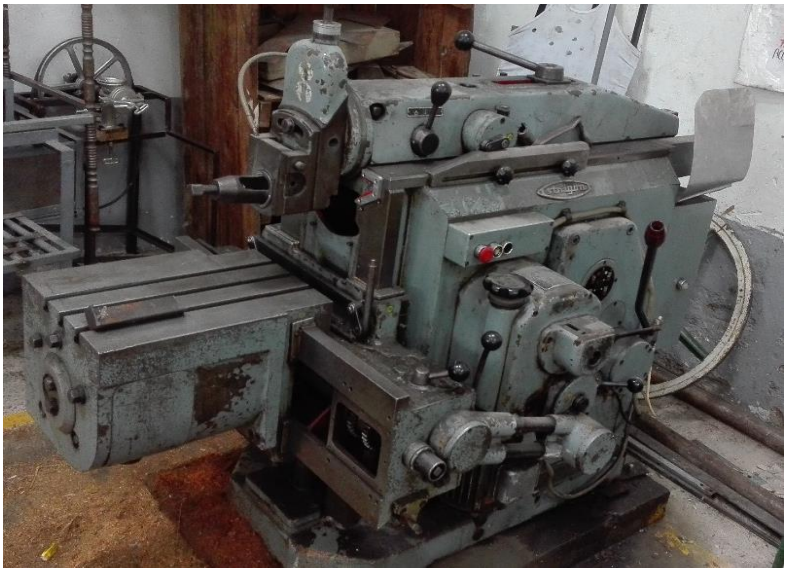
Limadora mecánica marca FUNY MAQ modelo LF-18 (**figura 7**)

Figura 6. Máquina número 7

Fuente: Autor

Limadora universal marca STRIGON modelo HO63A (**figura 8**)

Figura 7. Máquina número 8



Fuente: Autor

Torno paralelo marca IMO-TURN modelo 30-550 A (**figura 9**)

Figura 8. Máquina número 9

Fuente: Autor

Torno Paralelo marca C8DM (**figura 10**)

Figura 9. Máquina número 10

Fuente: Autor

Torno paralelo marca C8DM (**figura 11**)

Figura 10. Máquina número 11

Fuente: Autor

Taladro de árbol marca HECKERT modelo BS 20 AI (**figura 12**)

Figura 11. Máquina número 12

Fuente: Autor

Taladro radial marca HECKERT modelo BR 40/2X1250 (**figura 13**)

Figura 12. Máquina número 13

Fuente: Autor

Rectificadora universal marca HECKERT modelo MIKROMAT (**figura 14**)

Figura 13. Máquina número 14

Fuente: Autor

Sierra automática marca KASTO modelo PSB 280 U (**figura 15**)

Figura 14. Máquina número 15

Fuente: Autor

Torno CNC marca INTELITEK modelo 34-1000-0080-B (**figura 16)**

Figura 15. Equipo número 16

Fuente: Autor

Fresa CNC marca INTELITEK modelo 34-1000.0080-B (**figura 17**)

Figura 16. Equipo número 17

Fuente: Autor

Esmeril marca JAGUAR modelo SB6-200T (**figura 18**)

Figura 17. Máquina número 18

Fuente: Autor

Equipo de soldadura marca AMERICAN WELDING EQUIPMENT (**figura 19**)

Figura 18. Equipo número 19

Fuente: Autor

5.3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO EN MÁQUINAS Y EQUIPOS

La (**figura 20**) muestra el diagnostico electrónico y mecánico que se realizó en las máquinas y equipos que conforman el laboratorio, en el que se revisó cada una detalladamente con el fin de encontrar los problemas que tenían estas, la mayoría de máquinas y equipos presentaron fallas, así evidenciando la falta de un plan de mantenimiento preventivo. Esta actividad fue realizada en colaboración del Ing. Fernando Acosta y el Ing. Edwin Torres.

Figura 19. Diagnóstico

Fuente: Autor

5.3.1 Faltas, arreglos y fallas de cada máquina y equipo. Se evidencia en la (**tabla 2**) el diagnóstico realizado en cada máquina y equipo del laboratorio de mecánica industrial.

Tabla 2. Faltas y fallas de cada máquina y equipo

DIAGNOSTICO MÁQUINAS Y EQUIPOS					
Maquina/equipo	**Marca**	**Modelo**	**Código**	**Falta**	**Arreglos**
Fresadora universal	HECKERT	FU 250x1000	**1**	>Piñon recto Mandril >Manguera dosificadora	>Cambio de aislante "losa" (eléctrico) >Cambio de cable del bombillo >Colocar bombillo >Cambio de correa de transmisión principal >Cambio de rodamientos del motor frontal y escudo tracero >Ajuste bujes y rodamiento cabezor
Fresadora Mecánica	FUNY MAQ	F F 0	**2**	_____	>Diseñar plato de arrastre >Asegurar guías de ajuste
Torno Convencional	WINSTON	1340	**3**	_____	>Ajuste de cuña carro transveral
Torno Convencional	COMESA1500	D X	**4**	_____	>Rotación de cremalleras >Ajustar torreta y charriot >rodamientos eje de entrada de motor >manija volante carro transversal
Torno Paralelo	WECHECO	14	**5**	>Guarda correas	>Rotación de cremallera >Tensionar correa >Cuña de carro
Prensa Hidráulica	HECKERT	PYTE 3,15	**6**	_____	>Cambio de motor
Torno Convencional	FUNY MAQ	LF-18	**7**	_____	>Reparación de motor >Revisar parte eléctrica
Limadora Universal	STRIGON	HO63A	**8**	>Tapones de agujeros >corazas de cables >plano eléctrico	>Ajuste de bases >Sellos de bancada >Nivelar máquina >Sistema de cambios >pulsador de inicio
Taladro de Árbol	HECKERT	BS 20 AI	**12**	_____	>Arreglo de perrillas
Taladro Radial	HECKERT	BR 40/2X1250	**13**	_____	> Remplazo de 4 Tornillos de bancada 1´x3 >Cambiar la uña de la estructuar del mandril en el usillo principal >Cambio de fin de curso >Cambio de selectores
Rectificadora Universal	HECKERT	Mikromat	**14**	>Ventilador de aire	>Seguro guarda de la piedra >Fuelle del cabezal >Guardas >Cambio de pulsadores >Revisar cables sueltos y sin conexión
Sierra Automática	KASTO	PSB 280 U	**15**	_____	>Cambio de manguera refrigerante >Ajuste tornillo de la prensa
Equipo de soladadura	AMERICAN WELDING EQUIPMENT	R P Z	**19**	_____	>Arreglo de bornes >Cambio de cables de bornes

Fuente: Autor

5.4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Se realizaron los factores correspondientes para cada criterio a evaluar (**tabla 3**) basado en el método de riesgo.

Tabla 3. Criterio para evaluar la criticidad

CRITERIO A EVALUAR	
Frecuencia de fallas	**Factor**
Pobre: mayor a 2 fallas/año	**4**
Promedio: 2 fallas/año	**3**
Buena: 1 falla/año	**2**
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	**1**
Impacto Operacional	**Factor**
Pérdida de toda la producción (despacho)	**10**
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	**7**
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	**4**
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	**1**
Flexibilidad Operacional	**Factor**
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	**4**
Hay opción de repuesto compartido /almacén	**2**
Función de repuesto disponible	**1**
Impacto en Seguridad, Ambiente e higiene (SAH)	**Factor**
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	**8**
Afecta el ambiente /instalaciones.	**7**
Afecta las instalaciones causando daños severos	**5**
Provoca daños menores (ambiente/seguridad)	**3**
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el ambiente	**1**
Costo de mantenimiento	**Factor**
Mayor o igual a $3.000.000	**2**
Menor o Mayor que $3.000.000	**1**

Fuente: Autor

Los factores se evalúan luego de ejecutar el diagnóstico de fallas de las máquinas y equipos, para observar en qué nivel de criticidad se encuentra cada uno (**figura 21**), esto a partir de la fórmula de criticidad total.[8]

Criticidad Total = Frecuencia de fallas x Consecuencia

Consecuencia = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costo de mant. + Impacto SAH.

Figura 20. Matriz de criticidad

FRECUENCIA					
4	MC	MC	C	C	C
3	NC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50-200

CRITICIDAD TOTAL

NC	Area de equipos "NO CRITICOS"
MC	Area de equipos "MEDIANA CRITICIDAD"
C	Area de equipos "CRITICOS"

Fuente: Autor

[8] Parra, C. and Crespo, A. (2012). *Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos*.

5.5 CREACIÓN DE FORMATOS

Con los datos tomados de cada máquina y equipo se creó cada uno de los formatos para crear el plan de mantenimiento preventivo.

5.5.1 Formato de *Checklist*. En este formato se lleva el control repetitivo de cada máquina y equipo, en la que se identifica datos principales como: niveles de aceite, funcionamiento de partes eléctricas, componentes mecánicos y estado de la máquina o equipo (**figura 22**).

Figura 22. *Checklist* Sierra Automática

Maquina: SIERRA AUTOMÁTICA

Marca:

Modelo:

Serie:

NIVELES DE ACEITE	SI	NO
tanque para aceite hidráulico		
FUNCIONAMIENTO DE PARTES ELECTRICAS	**SI**	**NO**
motor principal motor de bomba hidráulica de aproximación		
bomba de refrigeración		
COMPONENTES MECÁNICOS	**SI**	**NO**
brazo porta sierra		
block hidráulico		
sistema de tope		
sierra dentada		
ESTADO DEL EQUIPO	**SI**	**NO**
pintura externa		

Observaciones_____

_____

Técnico Responsable _____

Fuente: Autor

5.5.2 Formato de fichas Técnicas. En la (**figura 23**) se identifica una descripción del equipo, foto, proveedores de repuestos e insumos, contrato de mantenimiento, características y especificaciones técnicas.

Figura 23. Formato ficha técnica Fresadora Universal

		FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO							
Código:	XX-XX-X-XXX	Versión:	0 0 1		Emisión:	27/11/2018		Página	1 de 1
FRESADORA UNIVERSAL									
Código del equipo			1		Imagen del equipo				
Marca		Modelo							
Heckert		FU 250x1000							
Procedencia		Serie							
Alemana		2202/80							
Año de fabricación		Tipo							
1980		Vertical							
Proveedor de repuestos e insumos									
Compañía	Contacto	Telefono	E-mail	Repuesto o insumo	Fabricante	Tipo	Referencia	Cantidad	Precio
LUBRIROD	SERVICIO AL CLIENTE	7604284	IR-DUITAMA@FTCIA.COM	Aceite	Rimula	SINTETICO	40	2 galones	133.000
quimicaniels	SERVICIO AL CLIENTE	(1)4360109	comercial@quimicaniels.com	refrigerante	QUIMICANIE	ANTIOXIDANTE	RC 10	1 galón	45000
Contrato de mantenimiento									
Contacto				Telefono	E-mail		Fecha de Inicio y de Vencimiento		
Jorge Armando Sanchez Ruiz				3132140185	no aplica				
ing. Leonardo David Parra				3212534897	no aplica				
Caracteristicas Técnicas					**Especificaciones técnicas**				
Potencia		11 KW			Procedimientos		si ☑	no ☐	
Voltaje		220 v							
rápido movimiento		longitudinal/transversal/vertical 3150 / 1000 mm/min			hoja de vida		si ☑	no ☐	
rango de velocidad de torneado		28-1400 rpm							
distancia trabajo		surface de husillo de la mesa 600 mm							
superficie de la mesa		400 x 1600 mm			Check list		si ☑	no ☐	
peso de la máquina		4,1 Ton							
OBSERVACIONES									
ELABORO:	Oscar Ramírez			**REVISO:**			**APROBO:**		

Fuente: Autor

5.5.3 Formato Solicitud de Trabajo. Este formato fue diseñado para llevar un debido control de cada uno de las máquinas y equipos (**figura 24**), el cual tiene como función solicitar una apertura en el momento que exista una falla en el equipo para realizar un trabajo. En el cual se identifican datos como: quien solicita, fecha programada, persona a realizar el trabajo y la causa de la falla dependiendo de cuál sea la causa de la solicitud.

Figura 24. Formato solicitud de trabajo Torno Convencional

		SOLICITUD DE TRABAJO (TORNO CONVENCIONAL)					
Código:	XX-XX-X-XXX	Versión:	0 0 1	Emisión:	28/11/2018	Página	1 de 1
SOLICITUD 3				Codigo del equipo		3	
TIPO DE MANTENIMIENTO							
PREVENTIVO		X	CORRECTIVO		CORRECTIVO PLANIFICADO		
Especificaciones Técnicas							
Marca		WINSTON					
Modelo		1340					
Procedencia		CHINA					
Serie		PC1308042					
Año de fabricación		2010					
Solicitante				Fecha			
Laboratorio mecánica industrial (INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA INDUSTRIAL TURMEQUÉ)				06/08/2018			
CAUSA DE LA FALLA							
Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina							
Fecha programada			Persona a realizar el trabajo		Numero de orden		
13/08/2018			Jorge Armando Sanchez Ruiz		3		
OBSERVACIONES							
ELABORO:	Oscar Ramírez		REVISO:		APROBO:		

Fuente: Autor

5.5.4 Formato Orden de trabajo. En este formato se informa sobre el trabajo o tarea que se tiene que realizar, en la orden de trabajo (**figura 25**) se recoge información de cada intervención y este nos sirve para saber que arreglos se le ha realizado a la maquina o equipo con el fin de crear una hoja de vida de cada uno, este formato contiene: el tipo de mantenimiento, solicitante de trabajo, servicio requerido, fechas y horas de ejecución, el cual es diligenciado por el jefe de taller el docente Jorge Sánchez.

Figura 25. Formato orden de trabajo Equipo de soldadura

		ORDEN DE TRABAJO (EQUIPO DE SOLDADURA)					
Código:	XX-XX-X-XXX	Versión:	0 0 1	Emisión:	28/11/2018	Página	1 de 1
ORDEN 16							
TIPO DE MANTENIMIENTO							
PREVENTIVO		CORRECTIVO		X	CORRECTIVO PLANIFICADO		
Solicitante				Servicio requerido			
Laboratorio mecánica industrial (INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA INDUSTRIAL TURMEQUÉ)				Arreglo tarjeta electrónica equipo de soldadura			
Fecha de requerimiento				Fecha de generalización			
25/09/2018				02/10/2018			
Motivo de la solicitud							
Aumento de temperatura y puesta a tierra en la tarjeta electrónica							
Fecha de iniciación y hora		Fecha de terminación y hora			Tiempo de ejecución		
02/10/2018	02:00 p. m.	20/02/2018	03:00 p. m.		1 hora		
OBSERVACIONES							
ELABORO:	Oscar Ramírez	REVISO:			APROBO:		

Fuente: Autor

5.5.5 Formato de procedimientos. El siguiente formato fue elaborado para un procedimiento de cambio de aceite (**figura 26**) en el que se hace una descripción del paso a paso de como efectuarlo.

Figura 26. Formato procedimiento cambio de aceite Fresadora

		PROCEDIMIENTO CAMBIO DE ACEITE FRESADORA					
Código:	XX-XX-X-XXX	Versión:	0 0 1	Emisión:	28/11/2018	Página	1 de 1
Codigo del equipo						1	
TIPO DE MANTENIMIENTO							
PREVENTIVO		X	CORRECTIVO		CORRECTIVO PLANIFICADO		

Datos de la máquina	
Marca	HECKERT
Modelo	FU 250x1000
Procedencia	ALEMANA
Serie	2202/80
Año de fabricación	1980

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DEL OPERARIO

ÍTEM	EPP	CANTIDAD	VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Gafas de seguridad neutra protección visual con lentes en policarbonato claros. atifog o antiempañante	1	si	sirven para cubrir sus ojos contra salpicaduras de aceite del equipo **Norma UNE EN 166:2002 Protección individual de los ojos**
2	botas punta de acero tipo II	1	si	Protege los pies ante cualquier cosa que caiga en el taller contra impactos y compresiones hacia los pies **norma NTC-ISO 20345**
3	Overol tipo M4861-P-GAS	1	si	Contra salpicaduras de aceite y se pone para proteger la ropa corriente **NORMA TÉCNICA. NTC. COLOMBIANA. 5049. 2002-06-19**
4	Trapo	1	si	Limpia cualquier derrame de aceite que salga del equipo
5	Casco tipo I,Clase B,E,G con barbuquejo y sistema de ajuste tipo ratchet	1	si	son resistentes a la acción de impactos o salpicaduras **por la norma ANSI Z89.1:2014**
6	tapabocas tipo desechable para material articulado	1	si	tipo poliéster facilita la comunicación y protege **por la norma NTC- 1584**
7	Guantes de nitrilo calibre 25	1	si	protección para la manipulación de herramienta en el cambio de aceite **por la norma NTC-1726**

Herramientas y/o Equipo

ÍTEM	HERRAMIENTAS	CANTIDAD	VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Brocha o cepillos limpios	1	si	Cepillo de cerdas de alambre de 13 mm (1/2") para limpieza de escorias y banco de trabajo.
2	Recipiente para desechos de aceite	1	si	Recipiente metálico para desechar aceite del puesto de trabajo
3	Llaves de combinación de 7mm, 10 mm y 12 mm	1	si	Llaves de combinación para apriete y desapriete de tornillos
4	Llave ajustable (perica) Stanley 6" (87-431)	1	si	Herramienta manual Stanley de 6" (87-431) para apriete o ajuste de tuercas y tornillos.
5	Contenedores para paños sucios de aceites o grasa	1	si	Herramienta de indicación de mantenimiento elaborada en poliestireno
6	Destornillador de Estrella	1	si	Destornillador con mango ergonómico de 8 mm

INSUMOS NECESARIOS

ÍTEM	TIPO DE INSUMO	REFERENCIA	VERIFICACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Aceite galón	Rimula 40	si	2	66.500	133.000

PROCEDIMIENTO A SEGUIR

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (minutos)	REALIZADO SI/NO
1	Verificación de orden de trabajo	1	si
2	Verificar Elementos de Protección Personal	2	si
3	Verificar que el operario cuente con los EPP necesarios	1	si
4	Verificar Insumos y herramientas	3	si
5	observar que el equipo este sin energía y los controles en off. (apagado)	2	si
6	con una brocha limpiar y remover todo tipo de viruta o limallas que se presenta en la	2	si
8	Se removerá todas las partes grasosas y aceitosas	2	si
7	Luego se realizara un secado de todas las partes lavadas, con un trapo limpio	3	si
8	Con una llave 12 se quitara el tornillo para sacar el aceite usado	2	si
9	se recogera el aceite usado en un recipiente para desechos	5	si
10	coloque el tornillo con una llave 12 para poder depositar el aceite	2	si
11	Se cambiara el aceite cada cierto tiempo de operación, este será el RIMULA 40 verificándose su nivel correcto de acuerdo al marcador que presenta la misma	4	si
13	Una vez terminado el montaje de todas las piezas, energice la fresadora	2	si
	TIEMPO ESTIMADO	**31**	

OBSERVACIONES					
ELABORO:	Oscar Ramírez	REVISO:		APROBO:	

Fuente: Autor

5.5.6 Formato Hojas de vida de las máquinas y equipos. Este formato muestra las especificaciones técnicas de la máquina o equipo y el historial de mantenimiento realizado (**figura 27**), de modo que es diligenciado a partir de cada orden de trabajo realizada, con el fin de crear un historial.

Figura 27. Formato hoja de vida Torno CNC

	HOJA DE VIDA (TORNO CNC)						
Código:	XX-XX-X-XXX	Versión:	0 0 1	Emisión:	28/11/2018	Página	1 de 1
especificaciones técnicas						Código equipo	16
Marca	INTELITEK						
Modelo	34-1000-0080-B						
Procedencia	U.S.A						
Serie	023 030B 0890						
Año de fabricación	1998						

# Orden	Fecha	Causa de la falla	Servicio requerido	Tiempo parada	Costos		
					Costo repuesto	Costo mano obra	Costo total
15	02/10/2018	se quemarón 5 portafusibles tipo industrial y de 5 fusibles tipo industrial	Reemplazo portafusibles y fusibles	4 horas	900.000	72.000	972.000

OBSERVACIONES					
ELABORO:	Oscar Ramírez	REVISO:		APROBO:	

Fuente: Autor

5.5.7 Calendario General. En el calendario general se observa las solicitudes y ordenes de trabajo (**figura 28**), con el fin de ver cuando se abre la orden y cuando se sierra, se realizó con el propósito de tener un control de cada máquina y equipo para ejecutar actividades que se van a desarrollar en el año, indicando la fecha y hora.

Figura 28. Formato calendario general

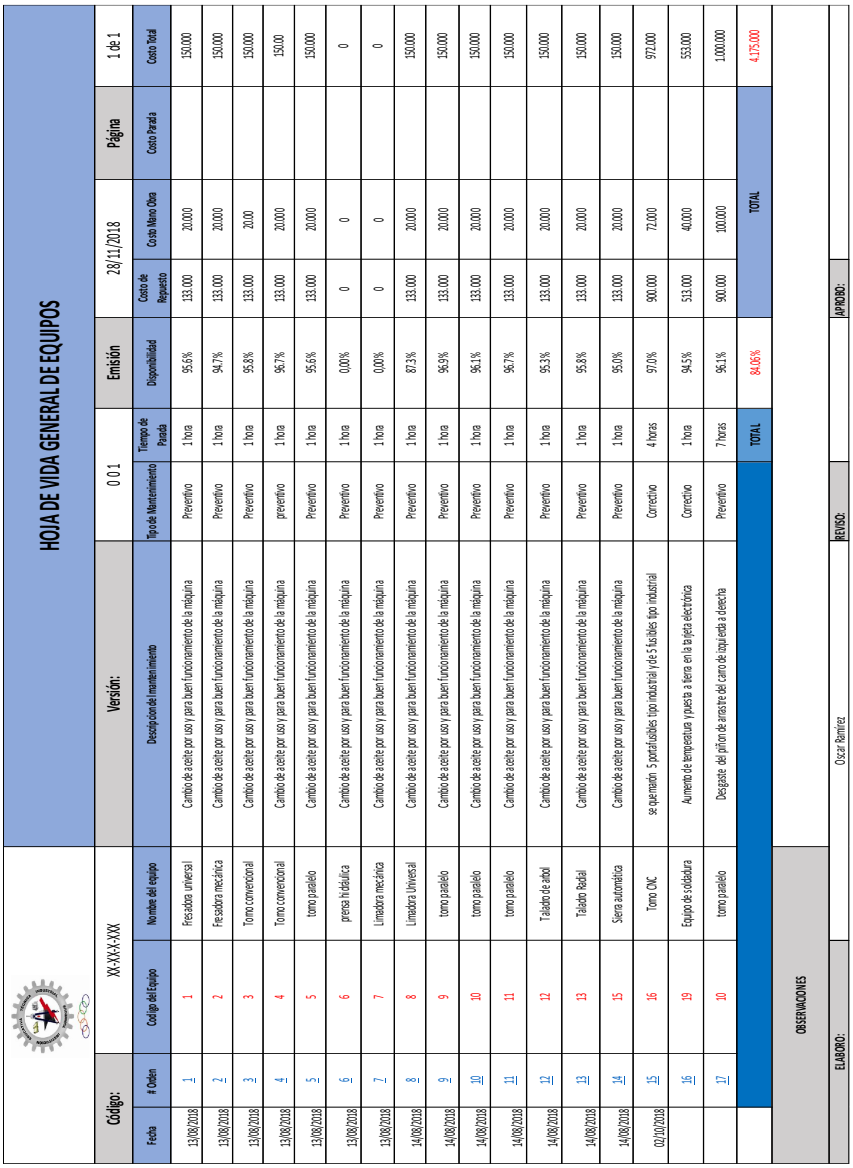
	CALENDARIO GENERAL						
Código:	XX-XX-X-XXX	Versión:	0 0 1	Emisión:	29/11/2018	Página	1 de 1

Agosto 2018						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
			1	2	3	4
5	6 solicitud 1 solicitud 2 solicitud 3 solicitud 4 solicitud 5 solicitud 6 solicitud 7 solicitud 8 solicitud 9 solicitud 10 solicitud 11 solicitud 12 solicitud 13 solicitud 14	7	8 orden 17	9	10	11
12	13 orden 1 orden 2 orden 3 orden 4 orden 5 orden 6 orden 7	14 orden 8 orden 9 orden 10 orden 11 orden 12 orden 13 orden 14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	notas

Fuente: Autor

5.5.8 Formato hoja de vida general de equipos. En este formato se tiene el consolidado de todas las máquinas y equipos (**figura 29**) en la que se observa las labores desarrolladas durante el año como: fechas, numero de órdenes, código, nombre de la máquina y equipo, descripción del mantenimiento, tipo de mantenimiento, tiempo de parada, criticidad y costos generales, facilitando revisar el costo general de todas las funciones realizadas.

Figura 29. Hoja de vida general de máquinas y equipos



HOJA DE VIDA GENERAL DE EQUIPOS

Código: XX-XX-X-XXX | Versión: 0 0 1 | Emisión: 28/11/2018 | Página: 1 de 1

Fecha	# Orden	Codigo del Equipo	Nombre del equipo	Descripción del mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Tiempo de Pirada	Disponibilidad	Costo de Repuesto	Costo Mano Obra	Costo Parada a	Costo Total
13/08/2018	1	1	Fresadora universal	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	95.6%	133.000	20.000		150.000
13/08/2018	2	2	Fresadora mecánica	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	94.7%	133.000	20.000		150.000
13/08/2018	3	3	Torno convencional	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	95.8%	133.000	20.00		150.000
13/08/2018	4	4	Torno convencional	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	preventivo	1 hora	96.7%	133.000	20.000		150.00
13/08/2018	5	5	tornopasielo	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	95.6%	133.000	20.000		150.000
13/08/2018	6	6	prensa hidraulica	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	0.00%	0	0		0
13/08/2018	7	7	Limadora mecanica	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	0.00%	0	0		0
14/08/2018	8	8	Limadora Universal	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	87.3%	133.000	20.000		150.000
14/08/2018	9	9	tornopasielo	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	96.9%	133.000	20.000		150.000
14/08/2018	10	10	tornopasielo	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	96.1%	133.000	20.000		150.000
14/08/2018	11	11	tornopasielo	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	96.7%	133.000	20.000		150.000
14/08/2018	12	12	Taladro de arbol	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	95.3%	133.000	20.000		150.000
14/08/2018	13	13	Taladro Radial	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	95.8%	133.000	20.000		150.000
14/08/2018	14	15	Sierra automática	Cambio de aceite por uso y para buen funcionamiento de la máquina	Preventivo	1 hora	95.0%	133.000	20.000		150.000
02/10/2018	15	16	Torno CNC	se quemaron 5 portafusibles tipo industrial y de 5 fusibles tipo industrial	Correctivo	4 horas	97.0%	900.000	72.000		972.000
	16	19	Equipo de soldadura	Aumento de temperatura y puesta a tierra en la tarjeta electrónica	Correctivo	1 hora	94.5%	513.000	40.000		553.000
	17	10	tornopasielo	Desgaste del piñon de arrastre del carro de izquierda a derecha	Preventivo	7 horas	96.1%	900.000	100.000		1.000.000
						TOTAL	84.06%	TOTAL			4.175.000

OBSERVACIONES

ELABORO: Oscar Ramirez | REVISO: | APROBO:

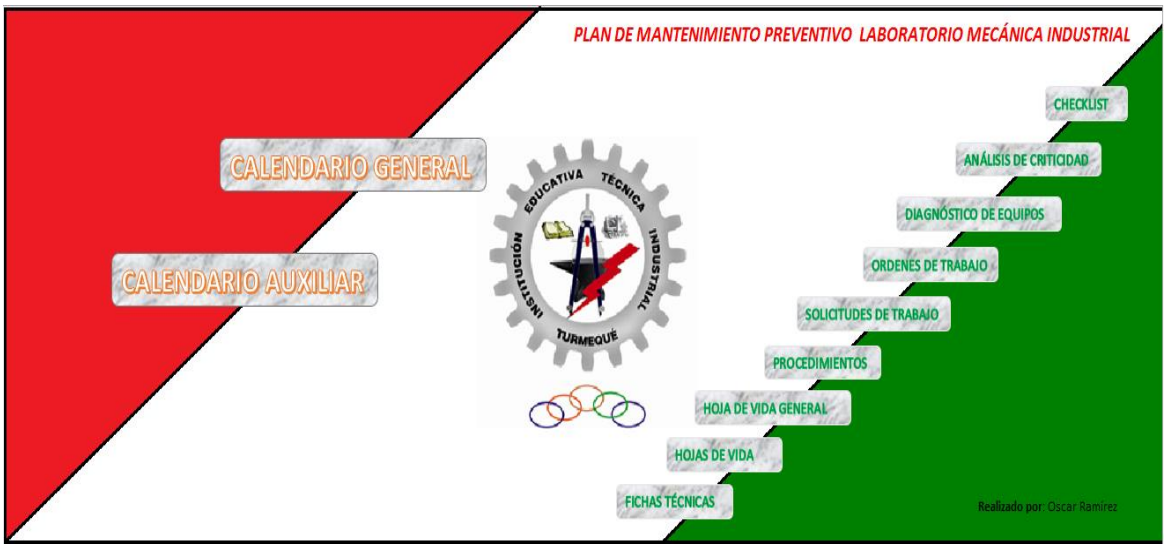
Fuente: Autor

5.6 MONTAJE DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL PROGRAMA EXCEL

Se crearon carpetas como: análisis de criticidad, calendarios, *checklist*, diagnostico, fichas técnicas, hoja de vida general, hojas de vida, ordenes de trabajo, solicitudes de trabajo y procedimientos, con la finalidad de manejar la base de datos con toda la información recolectada.

5.6.1 Menú base de datos plan de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé. El siguiente menú (**Figura 30**) se elaboró en el programa Excel, con el objetivo de facilitar todos los datos de las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, por lo tanto se añadieron hipervínculos para el direccionamiento de todos los formatos realizados.

Figura 30. Menú



Fuente: Autor

5.7 CAPACITACIONES

6.7.1 Capacitación y taller de interpretación de planos. Se capacitó a los estudiantes y docentes de grado decimo y once de la especialidad de mecánica industrial (**figura 31**), esto con la colaboración del Ing. Edwin Torres, en la que transmitió sus conocimientos a través de una presentación, luego se realizó un taller de dibujo técnico (**figura 32**), en un total de 4 horas (**tabla 4**).

Figura 31. Capacitación 1

Fuente: **Autor**

Tabla 4. Contenido de la capacitación de interpretación de planos

ACTIVIDAD	DETALLES
Presentación interpretación de planos	**Explicación y función de:** **>**dibujo técnico industrial **>**acotación **>**tolerancias dimensionales **>**clases de líneas **>**vistas **>**cortes **>**secciones **>**detalles
Taller interpretación de planos	Se incorporó un plano con vistas auxiliares, parciales y locales, para que el estudiante se le facilitara interpretar el plano.

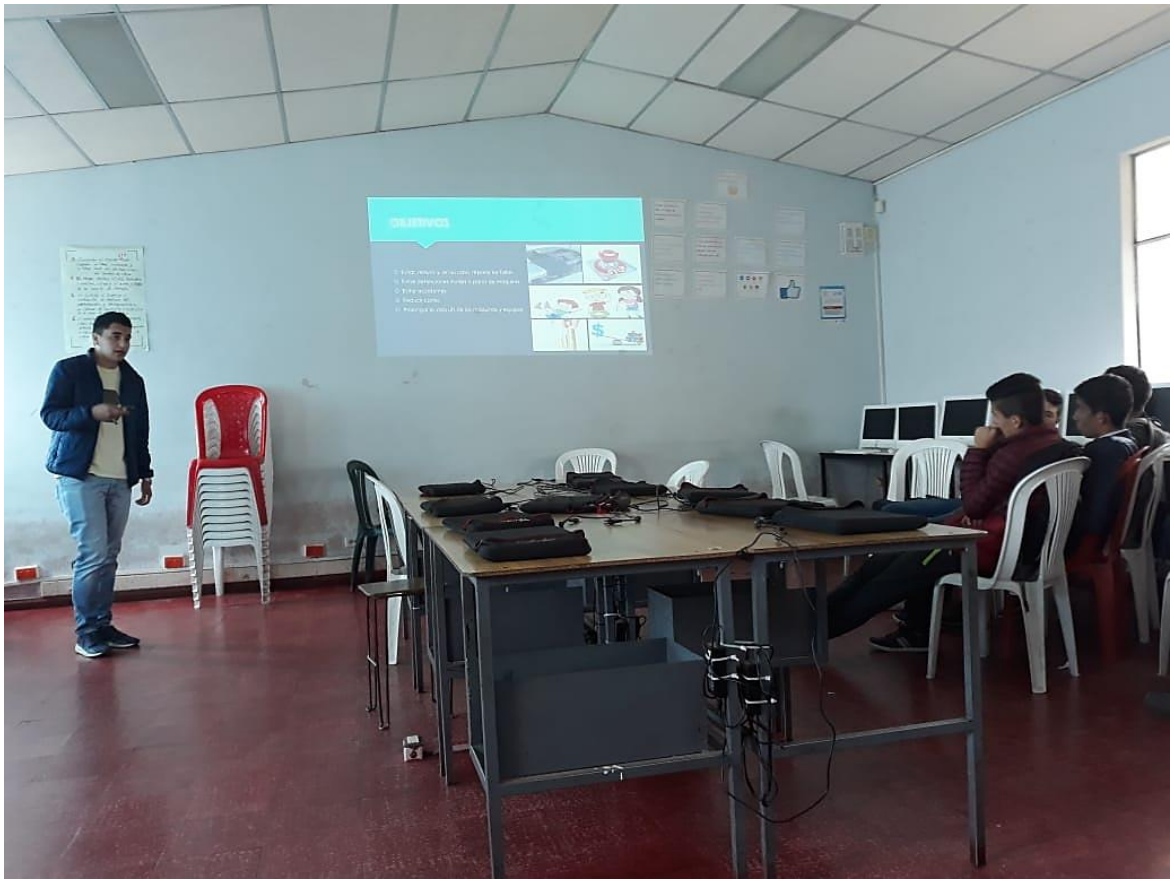
Fuente: Autor

Figura 32. Taller de interpretación de planos dirigido a los estudiantes y docentes de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé

Fuente: Autor

5.7.2 Capacitación y taller en mantenimiento preventivo. La segunda capacitación se realizó de igual manera a estudiantes y docentes de grado decimo y once de la especialidad de mecánica industrial (**Figura 33**) a partir de una exposición, finalmente un taller dirigido a los estudiantes, en el cual se instruyó la toma de especificaciones técnicas, durante el transcurso de 5 horas (**tabla 5**).

Ilustración 33. Capacitación 2



Fuente: autor

Tabla 5. Contenido de la capacitación de mantenimiento preventivo

ACTIVIDAD	DETALLES
Presentación mantenimiento preventivo	**Explicación y función de:** **>**historia del mantenimiento **>**tipos de mantenimiento **>**mantenimiento preventivo en máquinas **>**elaboración de sistemas de información paso a paso (fichas técnicas, hojas de vida, procedimientos). **>**concepto de especificaciones técnicas de una máquina y equipo.
Taller mantenimiento preventivo	Ejercicio aplicativo en Excel realizando fichas técnicas a partir de la toma de especificaciones técnicas en grupos de 3 estudiantes para cada máquina y equipo.

Fuente: Autor

5.8 SOCIALIZACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se realizó la entrega del plan de mantenimiento preventivo al jefe de taller de mecánica industrial el profesor Jorge Armando Sánchez, estudiantes y directivos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé (**figura 34**).

A través de una presentación se socializo y se aclaró cada funcionamiento de los formatos del plan de mantenimiento preventivo, de las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, los cuales son: fichas técnicas, procedimientos, *checklist*, hojas de vida, calendarios, órdenes y solicitudes de trabajo. Sucesivamente se informó las mejoras que se obtuvo al implementarlo.

Por último se hizo entrega a la señora rectora Zoraida Suárez.

Figura 34. Entrega plan de mantenimiento preventivo

Fuente: Autor

6. RESULTADOS

6.1 Puesta en marcha plan de mantenimiento preventivo

6.1.1 Asignación y responsables para cada máquina y equipo. A los estudiantes de grado 11 (**Figura 35**), se les asignó por grupos una máquina y equipo, en donde se determinaron funciones a cada uno **(Tabla 6)**.

Figura 35. Laboratorio mecánica industrial

Fuente: Autor

Tabla 6. Responsables de cada máquina y equipo

RESPONSABLES MÁQUINAS Y EQUIPOS LABORATORIO MECÁNICA INDUSTRIAL, ESTUDIANTES GRADO 11				
Estudiantes	Maquina/equipo	Marca	Código máquina/equipo	Función a realizar
>Mayerli Bautista >Pablo Beltran	Fresadora Universal	HECKERT	1	Cambio de cable bombillo, Colocar bombillo, Cambio correa principal, aseo semanal
>Andrea Bolivar >Oscar Malagón	Fresadora Mecánica	FUNY-MAQ	2	Asegurar Guías de ajuste, Aseo semanal
>Nataly Fonseca >Andres Merchan	Torno Convencional	WINSTON	3	Ajuste cuña carro transversal, aseo semanal
>Angie Moreno >Juan Orozco	Torno Convencional	COMESA	4	Ajustar manija carro transversal, aseo semanal
>Miller Billalobos >Yesica Pinzón	Torno Paralelo	WECHECO-14	5	Tensionar correas, aseo semanal
>Sebastian Barreto >Javier Bernal	Limadora Universal	STRIGON	8	Colocar corazas a los cables, Cambiar pulsador de inicio, Aseo semanal
>Julian Forero >Daniel Gonzales	Torno Paralelo	IMO-TURN	9	Colocar corazas a los cables, aseo semanal
>Jose Gonzales >Jorge Molina	Torno Paralelo	C8DM	10	Colocar boquilla del refrigerante, Cambio de correas, aseo semanal
>Esteban Muñoz >Sebastian Ramírez	Torno Paralelo	C8DM	11	Colocar corazas a los cables conductores, aseo semanal
>Julian Patiño	Taladro de Arbol	HECKERT	12	Arreglo de perillas, aseo semanal
>Daniel Aldana >Fabian Duarte	Taladro Radial	HECKERT	13	Cambio de selectore, aseo semanal
>Sebastian Henandez > Brayan Moreno	Rectificadora Universal	HECKERT	14	Cambio de pulsadores, Aislar cables sueltos sin conexión, aseo semanal
>Brayan Naranjo	Sierra Automática	KASTO	15	Cambiar manguera del refrigerante, aseo semanal
>Arley Ampira	Torno Cnc	INTELITEK	16	aseo semanal
>German Veloza	Fresa Cnc	INTELITEK	17	aseo semanal
>Adriana Sierra	Esmeril	JAGUAR	18	Organizar cables sueltos, aseo semanal
>Juan Orozco	Equipo desoldadura	AMERICAN WELDING EQUIPMENT	19	Cambio de cable de bornes, arreglar bornes, aseo semanal

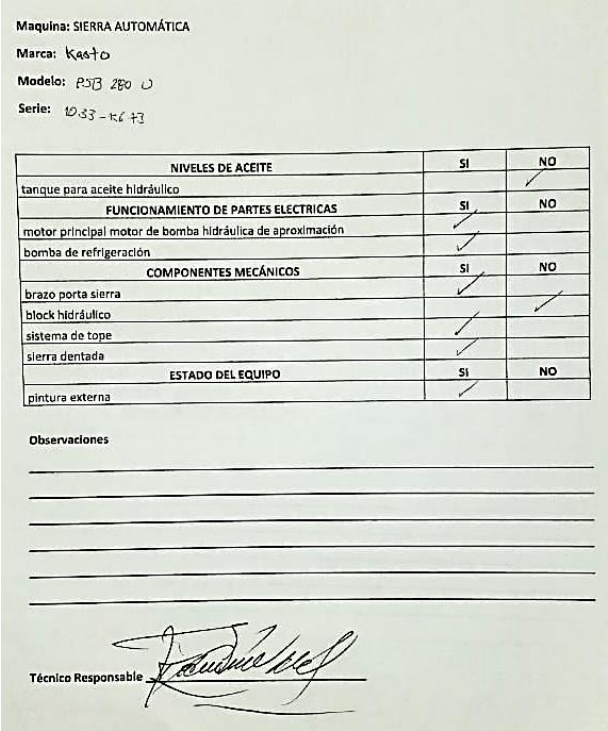
Fuente: Autor

6.1.2 Responsable para cambios de aceite y tiempos de cada procedimiento. En el laboratorio de mecánica industrial el único mantenimiento preventivo que se realiza es el cambio de aceite, para esto se diseñó procedimientos a las máquinas en los que se asignó tiempos de 30 a 40 minutos.

Se determinó que el responsable es el profesor Jorge Armando Sánchez Ruiz por su experiencia y ser el encargado de taller. Así lo determina la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.

6.1.3 Ejecución *checklist.* Se implementó constantemente este formato (**Figura 36**) realizando chequeos en cada máquina y equipo asegurando que el responsable no se olvidó de nada importante antes de la puesta en marcha manteniendo un mayor control, ya que al presentar una falla y no cumplir con los listados de verificación, esta no se enciende y se repara lo más pronto posible.

Ilustración 36. *Checklist* diligenciado y firmado



Maquina: SIERRA AUTOMÁTICA

Marca: Kasto

Modelo: PSTB 280 U

Serie: 1033-K673

NIVELES DE ACEITE	SI	NO
tanque para aceite hidráulico		✓
FUNCIONAMIENTO DE PARTES ELECTRICAS	**SI**	**NO**
motor principal motor de bomba hidráulica de aproximación	✓	
bomba de refrigeración	✓	
COMPONENTES MECÁNICOS	**SI**	**NO**
brazo porta sierra	✓	
block hidráulico		✓
sistema de tope	✓	
sierra dentada	✓	
ESTADO DEL EQUIPO	**SI**	**NO**
pintura externa	✓	

Observaciones

Técnico Responsable

Fuente: Autor

6.1.4 Datos de cada Máquina y Equipo. Se puede evidenciar el antes y después **(ver tabla 7)** que inicialmente no se notaba las especificaciones técnicas de algunas máquinas y equipos, ya que eran muy antiguas y sus placas no se entendían. Por lo tanto se tuvo que averiguar información para diligenciar las fichas técnicas.
De los datos obtenidos se puede evidenciar que el 100% de las máquinas y equipos cuentan con sus especificaciones técnicas.

Tabla 7. Especificaciones técnicas antes y después Sierra Automática

Antes	Después	
	Marca	Modelo
	Kasto	PSB 280 U
	Procedencia	Serie
	Alemana	1033-k673
	Año de fabricación	Tipo
	1980	Cinta

Sierra Automática sin especificaciones técnicas

Fuente: Autor

6.1.5 Capacitación de interpretación de planos. El 100% de los estudiantes que participaron en la capacitación sobre interpretación de planos y herramientas, orientada por el ingeniero Edwin Torres, la cual se comprendió y fue clara para cada uno de los participantes.

6.1.6 Capacitación de mantenimiento preventivo de máquinas y equipos. De los datos adquiridos se demuestra que el 100% de los estudiantes que asistieron a la capacitación, comprendieron adecuadamente el tema de mantenimiento preventivo, realizando el taller de manera correcta sobre la creación de fichas

técnicas a partir de la toma de datos de especificaciones técnicas de cada máquina y equipo asignada, la cual plasmaron en el programa Excel (**Figura 37**), de igual manera entendieron los conceptos básicos de especificaciones técnicas como: Rpm, tipo de transmisión, caballos de fuerza y voltaje de una máquina y equipo, de modo que la intervención fue satisfactoria para cada uno de los participantes.

Figura 37. Ficha técnica realizada por el estudiante Juan David Orozco Benavides de grado decimo

	FICHA TECNICA			VERSION
	CODIGO			EMISION 09/10/2018
	1			PAGINA
FOTO DEL EQUIPO	INFORMACION MECANICA			
	ESTADOGENERAL	BUENO	MODELO	1980
	TIPO TRASMISION	MECANICA	HP	2
	RPM	1130	VOLTAGE	220V
	NUMERO DE SERIE	8304237		
	PROSEDENSIA	BULGARIA	NOMBRE	C8MD
ELABORO	JUAN DAVID OROSCO BENAVIDES			

Fuente: Autor

6.1.7 Máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial antes y después del diagnóstico. En el cuadro comparativo (**tabla 8**) se evidencian los datos de las 19 máquinas y equipos que hacen parte del laboratorio de mecánica industrial, en el cual se reúne la información de las distintas reparaciones que requería cada uno y los procesos que fueron ejecutados, también se obtuvo como resultado que la máquina número 6 y 7 están fuera de servicio, por el alto costo de su reparación.

Tabla 8. Cuandro comparativo antes y después del estado de máquinas y equipos

Maquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta	Arreglos	Procesos Realizados	Procesos no realizados
Fresadora universal	HECKERT	FU 250x1000	1	>Piñon recto Mandril >Manguera dosificadora	>Cambio de aislante "losa" (eléctrico) >Cambio de cable del bombillo >Colocar bombillo >Cambio de correa de transmisión principal >Cambio de rodamientos del motor frontal y escudo tracero >Ajuste bujes y rodamiento cabezor divisor universal	>Cambio de correa de transmisión principal >Instalación de bombillo >Cambio del cable del bombillo >ajuste de bujes y rodamiento cabezor divisor universal > intalación de manguera dosificadora	>Cambio de aislante "losa" (eléctrico) >Cambio de rodamientos del motor frontal y escudo tracero >Piñon recto mandril
Fresadora Mecánica	FUNY MAQ	F F 0	2	____	>Diseñar plato de arrastre >Asegurar guías de ajuste	>Asegurada de guías de ajuste	>Asegurar guías de ajuste
Torno Convencional	WINSTON	1340	3	____	>Ajuste de cuña carro transveral	>Ajuste de cuña carro transveral	_____
Torno Convencional	COMESA1500	D X	4	____	>Rotación de cremalleras >Ajustar torreta y charriot >rodamientos eje de entrada de motor >manija volante carro transversal	>Ajuste de Torreta	>Rotación de cremalleras >Ajuste de cahrriot >Cambio de rodamientos eje de entrada de motor >manija volante de carro transversal
Torno Paralelo	WECHECO	14	5	>Guarda correas	>Rotación de cremallera >Tensionar correa >Cuña de carro transversal	>Tensión de correa	>Rotación de cremallera >Cuña de carro tranversal
Prensa Hidráulica	HECKERT	PYTE 3,15	6	____	>Cambio de motor	_____	>Cambio de motor
Torno Convencional	FUNY MAQ	LF-18	7	____	>Reparación de motor >Revisar parte eléctrica	_____	>Reparación de motor >Revisar parte eléctrica
Limadora Universal	STRIGON	HO63A	8	>Tapones de agujeros >corazas de cables >plano eléctrico	>Ajuste de bases >Sellos de bancada >Nivelar máquina >Sistema de cambios >pulsador de inicio	>Instalación de tapones de agujeros >Cambio de pulsador de inicio >Corazas de cables	>Ajuste de bases >Sellos de bancada >Nivelar máquina >Sistema de cambios >plano eléctrico
Taladro de Árbol	HECKERT	BS 20 AI	12	_____	>Arreglo de perrillas	_____	>Arreglo de perrillas
Taladro Radial	HECKERT	BR 40/2X1250	13	_____	> Remplazo de 4 Tornillos de bancada 1´x3 >Cambiar la uña de la estructuar del mandril en el usillo principal >Cambio de fin de curso >Cambio de selectores	_____	> Remplazo de 4 Tornillos de bancada 1´x3 >Cambiar la uña de la estructuar del mandril en el usillo principal >Cambio de fin de curso >Cambio de selectores
Rectificadora Universal	HECKERT	Mikromat	14	>Ventilador de aire	>Seguro guarda de la piedra >Fuelle del cabezal >Guardas >Cambio de pulsadores >Revisar cables sueltos y sin conexión	>Cambio de pulsadores >Órden de cables eléctricos	>Seguro guarda de la piedra >Fuelle del cabezal >Guardas
Sierra Automática	KASTO	PSB 280 U	15	_____	>Cambio de manguera refrigerante >Ajuste tornillo de la prensa	>Ajuste tornillo de la prensa	>Cambio de manguera refrigerante
Equipo de soladadura	AMERICAN WELDING EQUIPMENT	R P Z	19	_____	>Arreglo de bornes >Cambio de cables de bornes	_____	>Arreglo de bornes >Cambio de cables de bornes

Fuente: Autor

6.1.8 A partir del diagnóstico que se realizó a las 15 máquinas y 4 equipos del laboratorio de mecánica industrial se encontraron fallas en cada una de estas, después se aplicó un análisis de criticidad para conocer el estado de funcionamiento (critico, medianamente crítico y no critico) luego de esta intervención los estudiantes de grado 11 de la especialidad de mecánica industrial y el docente Jorge Armando Sánchez, repararon algunas fallas que presentaban las máquinas y equipos en el transcurso de 3 meses, por tanto una vez más se llevó acabo el análisis de criticidad.

Un claro ejemplo fue el análisis de criticidad de la fresadora universal (**tabla 9**), ya que esta se encontraba en un valor de mediana criticidad y luego de las reparaciones se obtuvo un valor no crítico.

Tabla 9. Análisis de criticidad antes y después de la fresadora universal

Antes	Después
FRECUENCIA 4: MC, MC, C, C, C 3: NC, MC, MC, C, C 2: NC, NC, MC, C, C 1: NC, NC, NC, MC, C 10, 20, 30, 40, 50-200 MC Area de equipos "MEDIANA CRITICIDAD"	FRECUENCIA 4: MC, MC, C, C, C 3: NC, MC, MC, C, C 2: NC, NC, MC, C, C 1: NC, NC, NC, MC, C 10, 20, 30, 40, 50-200 NC Area de equipos "NO CRITICOS"
Faltas y arreglos	**Procesos realizados**
>Cambio de aislante "losa" (eléctrico) >Falta cable del bombillo >Falta bombillo >Cambio de correa de transmisión principal >Cambio de rodamientos del motor frontal y escudo tracero >Ajuste bujes y rodamiento cabezor divisor universal > Falta manguera dosificadora	>Cambio de correa de transmisión principal >Instalación de bombillo >Cambio del cable del bombillo >ajuste de bujes y rodamiento cabezor divisor universal > intalación de manguera dosificadora

Fuente: Autor

6.1.9 Tiempo de resultados para el plan de mantenimiento preventivo. El tiempo que se requiere para obtener buenos resultados del plan de manteniendo preventivo de máquinas y equipos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé es aproximadamente de 6 meses siendo este un tiempo óptimo para el inicio de resultados realizando todas las actividades planteadas como: limpieza, chequeos diarios y seguimiento de fechas en cambios de aceite, propuestas en el calendario general, de esta manera se obtendrá eficiencia y control general de las máquinas y equipos.

7. CONCLUSIONES

- Mediante la ejecución del diagnóstico se evidenciaron faltas y arreglos como: mangueras dosificadoras, guarda correas, tapones, corazas de cables, tención de correas, ajustes y cambio de pulsadores, los cuales fueron reparados, permitiendo una buena operación de cada máquina y equipo para la formación académica del estudiante, influenciando la falta de orden y malas prácticas de mantenimiento en las instituciones educativas.
- Se tomaron los datos de todas las máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, con lo cual se concluye que las máquinas y equipos cuentan con todas sus especificaciones técnicas.
- Por medio del formato de solicitud de trabajo, se determinó el responsable de mantenimiento y a través del formato de procedimientos se generaron los procesos y tiempos para el mantenimiento preventivo de máquinas y equipos, permitiendo de esta manera un mayor control en el laboratorio de mecánica industrial de la Institución Educativa Técnico Industrial Turmequé.

- A través de las capacitaciones con los estudiantes y docentes de grado decimo y once de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé, se manifestó conformidad con la información suministrada, en la cual el 100 % de los estudiantes que asistieron expresaron su conformidad, ya que fue clara y concisa mediante los talleres.
- Con la generación de formatos como: hojas de vida*, checklist*, fichas técnicas, procedimientos, órdenes de trabajo, solicitudes de trabajo y demás, se creó la base de datos para implementar el plan de mantenimiento preventivo en máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.
- La gestión de mantenimiento preventivo en máquinas y equipos del laboratorio de mecánica industrial, logró unir la proyección social con: capacitaciones, charlas y talleres interactuando con los estudiantes y directivos de la Institución Educativa Técnica Industrial Turmequé.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda monitorear constantemente el plan de mantenimiento preventivo para que se mantenga en proceso de mejoramiento continuo.
- Concientizar a los estudiantes para el cuidado de cada máquina y equipo del laboratorio de mecánica industrial, para que haya una mayor duración y vida útil.
- El software debe ser manipulado por una persona con conocimientos en ordenadores especialmente en el programa de Excel con el fin de aprovechar al máximo la herramienta informática diseñada.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado Monteza, L., Labán, E. and Santur Robledo, E. (2015). Talleres de alfabetización en matemáticas. [PDF] Chiclayo, disponible en: http://www.usat.edu.pe/files/RSU/educacion/PROYECTO_DE_TALLER_DE_ALFABETIZACI%C3%93N_EN_MATEM%C3%81TICA_PRS_2015_II_-_3.pdf [Accessed 2 Sep. 2018].

Anon, (2014). LA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN PREESCOLAR Y SU PROYECCIÓN SOCIAL. [En línea] disponible en: http://www.uptc.edu.co/facultades/f_educacion/pregrado/preescolar/inf_adicional/pro_social/ [accedido 1 Sep. 2018].

Barrero, F., Barona, C., Osorio, J., González, M., Ardila, S., Vivas, C., Amador, J., Codoy, S., Parada, D. and Cardona, D. (2009). 2009 memorias de proyección social. [PDF] UNIVERSIDAD DE LA SABANA, disponible en: https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Archivos_de_usuario/Documentos/Documentos_Empresa_y_Sociedad/Vision_OTRI/Memorias_proyeccion_social_2009.pdf [accedido 3 Sep. 2018].

Colegio de Boyacá. (2018). Procesos de Contratación Colegio de Boyacá. [En línea]disponible:https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-13-7973192 [Accedido 1 Sep. 2018] Gómez de León, F. (1998). TÉCNOLOGIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. 1st ed. España: Universidad de Murcia,

Devia, M., Devia, M. and perfil, V. (2019). IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN. [En línea]Ietit2017.blogspot.com.disponible:http://ietit2017.blogspot.com/2017/03/identificacion-y-ubicacion.html [Accessed 14 Feb. 2019].

Dspace.unl.edu.ec.(2019).[Enlínea]disponibleen:http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11751/1/Jima%20Solano%2c%20Cristhian%20Alexander.pdf [accedido 26 Mar. 2019].

Garrido,S.(2019).Mantenimientopredictivo.[Enlínea]Ingenieriadelmantenimiento.com.disponible:http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/19-mantenimiento-predictivo [accedido 14 Feb. 2019].

García Garrido, S. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Huertas, C. and Payares, V. (2018). El Voluntariado, un aporte al compromiso social de la Universidad de Boyacá. [En línea] disponible en: https://www.uniboyaca.edu.co/es/centro-informacion/noticias/el-voluntariado-un-aporte-al-compromiso-social-de-la-universidad-de [Accedido 1 Sep. 2018].

Parra, C. and Crespo, A. (2012). Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos.

Reliabilityweb.com. (2019). Definición de las Frecuencias para un Plan de Mantenimiento-
Reliabilityweb.[Enlínea]disponible:https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/definicion-de-las-frecuencias-para-un-plan-de-mantenimiento [Accedido 26 Mar. 2019].

Repositorio.utp.edu.co. (2019). [En línea] disponible en: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf;sequence=1 [Accedido 26 Mar. 2019].

sedboyaca.gov.co. (2018).Instituciones Educativas Oficiales. [En línea] disponible en:http://sedboyaca.gov.co/directorio-institucional/instituciones-educativas-oficiales/ [Accedido 2 Sep. 2018].

Ustabuca. (2012). Objetivos proyección social. [En línea] disponible en: http://www.ustabuca.edu.co/gpresenzia/vista/vtpl/post.html?D.k=323512 [Accedido 2 Sep. 2018].

ucontinental.edu.pe. (2018). Estudiantes de Continental implementan Wi-fi gratuito en distrito de Pucará. [En línea] disponible en: https://ucontinental.edu.pe/noticias/estudiantes-continental-implementan-wi-fi-gratuito-distrito-pucara/ [Accedido 2 Sep. 2018].

ANEXOS

Anexo A. CD

Contenidos del CD:

1. Menú plan de mantenimiento preventivo laboratorio mecánica industrial
2. Análisis de criticidad máquinas y equipos
3. Calendarios
4. *Checklist*
5. Diagnostico
6. Fichas técnicas
7. Hojas de vida
8. Hoja de vida general
9. ordenes de trabajo
10. Procedimientos
11. Solicitudes de trabajo