

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR-JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS DEL TALLER
METAL-MECÁNICO, PARA LICEO INDUSTRIAL OSCAR CORONA
BARAHONA, LA CALERA

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero de ejecución en MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL

Alumno:

Matias Nicolas Aros Pizarro

Profesor Guía:

Ing. José Carvallo Basáez

DEDICATORIA

Agradecer a mis padres y hermano que nunca dejaron de creer en mí, en mi pareja e hijo que son mi pilar fundamental y motor de vida, a mis abuelos maternos por sus palabras de aliento y siempre enseñarme que la humildad y el esfuerzo será mi mejor aliado, a mi tata que me cuida y guía mis pasos desde el cielo y a todos mis amigos y conocidos que cada vez que sentí que no podría lograrlo me dieron una palabra de aliento, a todos ellos les doy mis agradecimientos por contribuir en este gran proceso de mi vida.

RESUMEN

KEYWORDS: PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO – TALLER METAL-MECÁNICO – TORNO MECÁNICO – PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO – LICEO INDUSTRIAL OSCAR CORONA BARAHONA

La propuesta del plan de mantenimiento aplicado a los equipos críticos del taller mecánico parte de la necesidad de buscar una solución al deterioro excesivo de todas las máquinas que se encuentran con un mayor uso anual por los estudiantes. Parte importante del documento final que los análisis arrojaron fue la jerarquización cualitativa de riesgo, ya que gracias a los conceptos por los que fueron evaluados cada equipo del establecimiento se logra obtener los lineamientos para aplicar las tareas de mantenciones a los activos físicos. Siguiendo por la línea de los análisis, la aplicación del FMECA buscará mediante una revisión detallada de cada sistema que involucran a los tornos críticos, con el fin de obtener las fallas mas comunes y repetitivas en los activos, con la finalidad de generar la planificación del mantenimiento con todas las consideraciones en las tareas y acciones de mantención que mas urgen a los equipos. Finalmente, gracias a las observaciones obtenidas en el FMECA se realizará una comparación entre 2 presupuestos que estiman costos por uso de servicios internos y externos obteniendo una conclusión entre ambos documentos con el fin de ver la factibilidad de la aplicación del proyecto mencionado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

OBJETIVOS..... 2

OBJETIVO GENERAL 2

Objetivos específicos 2

CAPÍTULO 1: SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER METAL-MECÁNICO. 4

1.1. ANTECEDENTES GENERALES 6

1.2. DATOS GENERALES 7

1.3. TASA DE OCUPACION DEL EQUIPO..... 8

1.4. ACTIVIDADES ASOCIADAS A LOS EQUIPOS MECÁNICOS..... 9

1.5. TASA DE OCUPACIÓN DEL LABORATORIO 10

1.6. LEVANTANMIENTO DE EQUIPOS OPERATIVOS 11

1.7. PROBLEMÁTICA 12

1.8. JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS 14

CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO..... 16

2.1. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD..... 18

2.2 torno mecánico industrial 18

 2.2.1. Procesos realizados en el torno..... 19

2.3. ANÁLISIS FMECA 21

 2.3.1. Análisis SIPOC 21

 2.3.2. Identificación de falla funcional 23

 2.3.3. Identificación de modos de falla 24

 2.3.4 Efectos y consecuencias de la falla 24

 2.3.5. Criticidad mediante número de prioridad de riesgo (N.P.R.)..... 26

2.4. PROCESO DE DECISIÓN DE R.C.M..... 30

2.5. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO 34

 2.5.1. Planificación mantención para tornos del taller mecánico..... 35

 2.5.2. Pautas de trabajo a modos de fallas más críticos 35

 2.5.3. Check list a modos de fallas más críticos 36

CAPÍTULO 3: ANALISIS DE RECURSOS Y COSTOS PARA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. 38

 3.3.1. Costos de insumos..... 43

 3.3.2. Costos de repuestos. 45

 3.3.3. Stock de seguridad 46

 3.3.4. Costos asociados a horas hombre de servicio externalizado..... 47

 3.3.5. Costos asociados de presupuesto con servicio interno. 48

3.3.6. Comparación de servicios externo e interno. 49

3.3.7. Análisis de costos y su influencia en el mantenimiento.....51

CONCLUSIÓN 52

BIBLIOGRAFÍA.....53

ANEXOS 55

 Anexo 1: Análisis FMECA realizado a equipos críticos del taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.....55

 Anexo 2: Planificación mantención de equipos críticos en el taller mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.....55

 Anexo 3: Pauta de trabajo completa para mantención de equipos críticos a taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.....55

 Anexo 4: Chek List completo para mantención de equipos críticos a taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.....55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Demostración de horas cursadas por módulos en el taller mecánico 8

Tabla 1-2. Justificación del uso de equipos en base a actividades planificadas.....10

Tabla 1-3. Levantamiento de equipos operativos y no operativos. 12

Tabla 1-4. Jerarquización de equipos a través de Matriz Cualitativa.....15

Tabla 2-1 Análisis de mapeo SIPOC a tornos mecánicos ubicado en las dependencias del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona, La Calera 22

Tabla 2-2 Indicación de fallas funcionales a equipos críticos 23

Tabla 2-3. Modos de fallas por cada falla funcional realizado los Tornos mecánicos.....24

Tabla 2-4. Efectos de falla realizado Tornos mecánicos 25

Tabla 2-5. Tabla de determinación de Severidad 27

Tabla 2-6. Tabla de determinación de Ocurrencia.....27

Tabla 2-7. Tabla de determinación de Detectabilidad.....28

Tabla 2-8. Estudio NPR realizado a los modos de fallas del torno CY6250B/1500.....28

Tabla 2-9. Tabla de priorización de NPR 29

Tabla 2-10. Jerarquización de modos de fallas del torno CY6250B/1500 según la prioridad obtenida 30

Tabla 2- 11. Hoja de decisiones, evaluación de consecuencias de los modos de falla más críticos 33

Tabla 2- 12. Hoja de decisiones, Tareas de mantenimientos para detectar modos de fallas 34

Tabla 2-13. Pauta de trabajo para rotura de eje principal, Tornos mecánicos del establecimiento.....36

Tabla 2-14. Check list para rotura de eje principal, tornos mecánicos del establecimiento.....	37
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Portería Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.....	7
Figura 1-2. Vista alzada del taller Mecánico.	7
Figura 1-3 Taller Mecánico.	11
Figura 1-4 Criterios evaluación de matriz cualitativa de riesgos	14
Figura 2.1 Mecanizado de eje, cilindrado.....	20
Figura 2-2 Mecanizado de eje, Refrentado	20
Figura 2-3 Mecanizado de eje, Perforado	21
Figura 2-4 Diagrama de decisiones.	32
Figura 2-5. Hoja de decisiones, modos de fallas más críticos	32
Figura 2-6. Planificación del mantenimiento torno mecánico, preguntas 1 y 2	35
Figura 3-1. Planificación de fechas para intervención de equipos críticos	41
Figura 3-2. Modos de fallas críticos de tornos mecánicos a presupuestar.	42
Figura 3-3. Carta Gantt de la mantención para equipos críticos del taller mecánico.	44
Figura 3-4. Justificación de costos en transporte, para presupuesto de mantención de tornos mecánicos.	44
Figura 3-5. Justificación de costos en repuestos e insumos, para presupuesto de mantención de tornos mecánicos.	45
Figura 3-6. Justificación de costos en horas hombre, para presupuesto de mantención de tornos mecánicos.	48
Figura 3-7. Justificación de bonificación a docentes, para presupuesto de mantención de tornos mecánicos.	48
Figura 3-8. Presupuesto con servicios externos para mantención tornos mecánicos.	49
Figura 3-9. Presupuesto con servicios internos para mantención tornos mecánicos.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Tasa de ocupación anual de los equipos en el taller mecánico.	9
---	---

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

Nº: Número.

F.F.: Falla Funcional.

I.O.: Impacto operacional.

F.O.: Flexibilidad operacional.

C.M.: Costos de mantenimiento.

S.H.A: Impacto en seguridad, higiene y ambiente.

R.C.M: Reliability centred maintenance.

N.P.R: Numero de prioridad de riesgo.

F.M.E.C.A: Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad.

F.M.E.A: Análisis de modos de fallas y efectos.

S.I.P.O.C: Suppliers, Inputs, Process, Output.

S.A.E JA 1011: Norma enfocada al RCM.

ISO 14224: Norma enfocada al RCM.

R.P.M: Revoluciones por minuto.

ss: Stock de seguridad.

Dd: Consumo diario.

dr: Plazo de entrega al proveedor.

d: Plazo máximo de entrega.

SIMBOLOGÍA

Lt: Litros.

Km/h: Kilómetros partido en horas.

Km: Kilómetros.

H: Horas.

H.H: Horas hombre.

GLOSARIO

Torno: Máquina herramienta en la que la pieza a mecanizar tiene un movimiento de rotación alrededor del eje.

Fresadora: Máquina para fresar; está compuesta de un cabezal, dotado de un movimiento de rotación, con una fresa, y de una mesa, también dotada de un mecanismo de movimiento, donde se fija la pieza.

Taladro de pedestal: Máquina herramienta en la que se ejecuta el perforado en una base sólida, generando una mayor precisión al momento de mecanizar.

Limadora mecánica: Máquina herramienta para el mecanizado de piezas por arranque de viruta, mediante el movimiento lineal alternativo de la herramienta o movimiento de corte.

Taladro manual: Herramienta de mano utilizada para perforar diferentes estilos de materiales.

Cilindrado: Operación realizada en el torno mediante la cual se reduce el diámetro de la barra de material que se está trabajando.

Refrentado: Operación realizada en el torno mediante la cual se mecaniza el extremo de la pieza, en el plano perpendicular al eje de giro.

Perforador: Operación realizada por el cabezal móvil del torno el cual alberga una broca que realiza la perforación a la pieza mecanizada.

INTRODUCCIÓN

Por más de 40 años se ha impartido un sistema de educación en el establecimiento que buscaba fortalecer la práctica en los estudiantes. Esta manera de enseñar constaba en que los alumnos asistieran a una empresa 2 días a la semana y los 3 días restantes en el liceo, producto de esta manera de enseñanza que se había instaurado por un largo periodo de tiempo creó un distanciamiento entre la mantención de los equipos y los profesores del área, los cuales tenían la misión de mantener funcionando las maquinas en condiciones óptimas.

Hace aproximadamente 1 año atrás se determinó que el sistema dual ya no seguiría aplicándose en el establecimiento, por lo qué, los profesores decidieron realizar un levantamiento de los equipos encontrándose con varias de las maquinas con desajustes, filtraciones de aceite, entre otras fallas. Por lo que se tomó la decisión de buscar la manera de intervenir y actualizar los sistemas mecánicos y eléctricos de cada activo físico que se vea involucrado con el avance del aprendizaje de los alumnos.

La falta de un historial de fallos, de las mantenciones correctivas y preventivas genera una problemática para poder actuar sobre todas las maquinas, ya que sin la documentación que indica cada intervención no se puede generar un proceso cíclico de cada tarea de mantenimiento en las condiciones actuales que se presenta el taller.

La manera más segura de poder lograr un orden en las mantenciones, tareas y acciones con los datos que se lograron recopilar, es realizar una planificación de mantenimiento para cada equipo critico que arroje la jerarquización con el fin de mitigar las fallas que se encuentran latente, y finalmente poder establecer los recursos necesarios para poder ejecutar el plan de mantenimiento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer plan de mantenimiento preventivo mediante RCM a los equipos críticos del taller Metalmecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona, con el fin de evitar detenciones imprevistas que impidan el desarrollo de las prácticas de mecanizado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar situación actual del taller metalmecánico, considerando la capacidad de trabajo en el laboratorio en base a la operatividad de los equipos y jerarquizarlos según la criticidad de su riesgo.

Realizar análisis FMECA a los equipos críticos, considerando fallas presentes en los activos físicos, para la generación del plan de mantenimiento.

Establecer los recursos necesarios para la ejecución del plan, considerando las actividades programadas, para la determinación de los costos de implementación.

CAPÍTULO 1: SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER METAL-MECÁNICO.

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

Durante el año 1941 por medio del Decreto N°1001, se crea la escuela de artesanos de segunda clase, la cual comenzó a impartir sus clases desde el 07 de octubre de 1941.

En el año 1988 el Liceo Industrial pasa a ser administrado por la Corporación Educacional de la Construcción y en el año 1993, con fecha 16 de noviembre, Exento N° 612, pasa denominarse oficialmente Liceo Industrial “Oscar Corona Barahona”.

Visión.

“Ser un modelo educativo de calidad en la formación de niños y jóvenes, inspirado en los principios de la Cámara Chilena de la Construcción”

Misión.

“Entregar una educación integral de calidad, con sólidos valores éticos, espirituales, morales y humanos; para que nuestros estudiantes sean un aporte transformador en el desarrollo de sus familias, de las empresas y del país”.

El Liceo industrial Oscar Corona Barahona cuenta con 5 especialidades de técnicos asociadas a la cámara Chilena de la Construcción, dentro de las cuales se comienzan a impartir desde el tercer año medio, durante un periodo de 2 años, obteniendo el grado de “Técnico Nivel Medio”

Sus especialidades son:

Construcciones Metálicas.

Mecánica Industrial, mención en Mantenimiento Electromecánico.

Electricidad.

Electrónica.

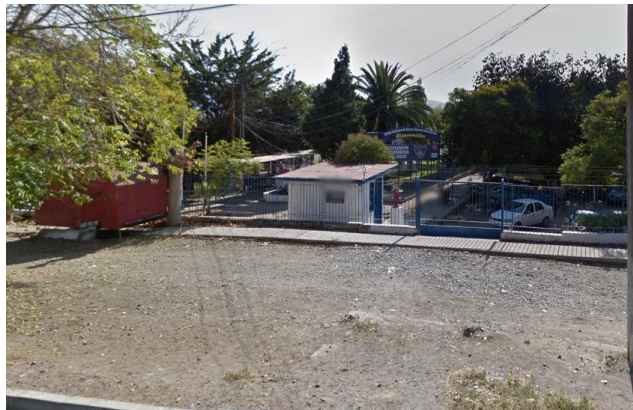
Edificación, mención construcción habitacional.

Siendo el Taller mecánico nuestro foco de atención.

1.2. DATOS GENERALES

El taller mecánico se encuentra dentro del establecimiento educacional en la zona industrial, la cual se identifica por ese nombre por los laboratorios y talleres de las diferentes especialidades.

Dentro del taller se abordan diferentes tipos de mecanizados para los alumnos de tercer año medio, dentro los cuales se destaca la mecánica de banco, torneado, fresado y soldadura industrial.



Fuente: Google maps

Figura 1-1. Portería Liceo Industrial Oscar Corona Barahona



Fuente: Google maps

Figura 1-2. Vista alzada del taller Mecánico.

1.3. TASA DE OCUPACION DEL EQUIPO

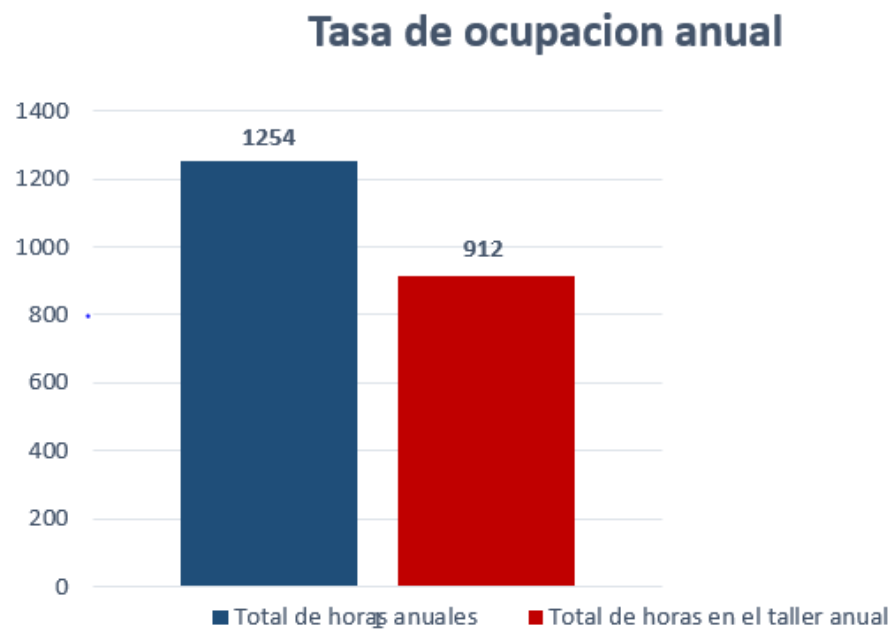
La tasa de ocupación de los equipos del taller será evaluada en base a la cantidad de alumnos que se encuentran cursando las actividades impuestas por el profesor, sin embargo, el taller data de cierta cantidad de equipos industriales que no se encuentran totalmente operativos, por lo tanto, se generará una tasa teórica y luego compararla con la realidad de las conclusiones que se generen, para obtener el contraste de la realidad con la que se presenta hoy los alumnos y profesores.

Actualmente el taller mecánico es usado por 3 cursos durante la semana, teniendo una agenda llena de actividades sin parar durante el periodo de clases en un año normal. Si bien no se cuenta con el equipaje completo para realizar 1 sola actividad para el curso completo, se van distribuyendo con grupos y una vez finalizada la actividad actual prosiguen con la siguiente haciendo un curso cíclico para todos los tipos de mecanizados.

La siguiente tabla demuestra los módulos y sus horas en las instalaciones del taller mecánico.

Tabla 1-1. Demostración de horas cursadas por módulos en el taller mecánico

Módulos (Asignaturas)	Cursos	Horas	¿Usa taller mecánico? (Si/No)
Soldadura	Mecánicos	190	No
Mantenimiento de herramientas	Mecánicos	190	Si
Medición y verificación	Mecánicos	190	Si
Mecánica de banco	Mecánicos	152	No
Lectura de manuales y planos	Mecánicos	114	Si
Mantenimiento de equipos y herramientas en construcciones metálicas	Construcciones Metálicas	190	Si
Mecanizado de partes y piezas metálicas	Construcciones Metálica	228	Si
Total, de horas		1254	912



Fuente: Propia con datos obtenidos de los horarios anuales

Gráfico 1-1. Tasa de ocupación anual de los equipos en el taller mecánico.

En base al grafico anterior (Véase gráfico 1-1.) fue desarrollado por la cantidad de horas cursadas anualmente en los talleres, separándolas por los módulos (asignaturas) y actividades según la especialidad predominante.

912 horas anuales de un periodo normal de clases indican que ese es el tiempo aproximado de uso de las máquinas y equipos en el taller, obteniendo una tasa de ocupación mayor al 50% de la sumatoria de horas totales que entrega el Mineduc para cada módulo practico.

1.4. ACTIVIDADES ASOCIADAS A LOS EQUIPOS MECÁNICOS

El detalle de las actividades generadas para los estudiantes de la especialidad de mecánica y construcciones metálicas se puede apreciar en la siguiente tabla, en la cual se logra apreciar el módulo (asignatura), la actividad que el Mineduc entrega en el Curriculum nacional y los equipos utilizados que se asocian a las actividades que se mencionan a continuación:

Tabla 1-2. Justificación del uso de equipos en base a actividades planificadas.

Modulo	Actividad	Equipo utilizado
Mantenimiento de herramientas	Mantenimientos Preventivos y correctivos a: Tornos, Fresadoras,tornillos mecanicos, cepilladora y rectificadora.	Fresadora,Torno, Rectificadora, amoladora, Taladro de pedestal y Limadora mecanica.
Medición y verificación	De procesos de mecanizado en actividades se aplica el uso de herramientas de mediciones angulares y lineales.	Fresadora,Torno, Rectificadora, amoladora, Taladro de pedestal y Limadora mecanica.
Lectura de manuales y planos	Lectura e interpreta planos mecanicos basicos para posteriormente mecanizar.	Fresadora,Torno, Rectificadora, amoladora, Taladro de pedestal y Limadora mecanica.
Mantenimiento de equipos y herramientas en construcciones metálicas	Mantenimientos Preventivos y correctivos a: Tornos, Fresadoras,tornillos mecanicos, cepilladora y rectificadora.	Fresadora,Torno, Rectificadora, amoladora, Taladro de pedestal y Limadora mecanica.
Mecanizado de partes y piezas metálicas	Torneado: Refrentado, Cilindrado y conicidad. -Fresadora: Fresado de piezas y chapas metalicas. -Rectificadora: Rectificado de superficies planas. -Amoladora: Afilado de herramientas de corte. -Taladro de pedestal: Perforacion de chapas.	Fresadora,Torno, Rectificadora, amoladora, Taladro de pedestal y Limadora mecanica.

Fuente: Elaboración propia de la planificación anual del profesor.

1.5. TASA DE OCUPACIÓN DEL LABORATORIO

La tasa de ocupación del laboratorio se encuentra acondicionado por la tasa de ocupación de los equipos, ya que el taller solo funciona para realizar actividades técnicas prácticas, es decir, la teoría es enseñada a los alumnos en el aula que se encuentra fuera de los talleres y una vez obtenido el conocimiento teórico, este se lleva a la practica en base a actividades relacionadas en las instalaciones del taller mecánico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-3 Taller Mecánico.

1.6. LEVANTANMIENTO DE EQUIPOS OPERATIVOS

La logística realizada para realizar el inventario de los equipos disponibles en el taller fue generada con el fin de saber la capacidad con la que cuenta el laboratorio mecánico, para realizar las diferentes actividades practicas planificadas en los módulos. Con los datos que se pueden obtener en la siguiente tabla, se podrán sugerir diferentes propuestas para la problemática que se presenta hoy en día, ya que la falta de equipos en el taller fue provocada por la baja preocupación de una mantención preventiva, obteniendo como resultado que el taller trabaje con sus alumnos a un 75% de su capacidad real.

Tabla 1-3. Levantamiento de equipos operativos y no operativos.

Equipos	Cantidad	Operativo	No Operativo
Torno mecanico IMOR	1	X	
Torno mecanico Weisser Heibronn de 115 cms de bancada	1	X	
Torno paralelo Beiterschule de 90 cms de bancada	1	X	
Torno mecanico Dillono full 1500	1	X	
Torno mecanico ShenYang3168*1037*1 312	1		X
Torno mecanico SKAND 330*1000*3	1	X	
Torno mecanico SKAND 330*1000*3	1		X
Fresadora TOS OLOMONE, Mod FAHAU 1-B	1	X	
Fresadora Schaublin 13	1	X	
Fresadora Marca Fiorella	1		X
Rectificadora plana marca COSA	1	X	
Rectificadora Cilindrica STUDER	1		X
Taladro mecanico Marca Hammercolumna	1	X	
Taladro manual Marca Bauker	2	X	
Limadora mecanica Marca Skand.	1	X	
Total	16	12	4

Fuente: Inventario 2019 taller Mecánico, Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

1.7. PROBLEMÁTICA

Según la tabla (Véase tabla 1-1) y el grafico anterior (Véase gráfico 1-1) que entregan la frecuencia de uso de los equipos, en donde la tasa de ocupación es mayor al 70% de las horas pedagógicas anuales, concluyendo que los equipos están expuestos al proceso de aprendizaje de los alumnos la gran mayoría del tiempo, generando un deterioro aun mayor, ya que el uso no es prolijo y el mal trato de estos es constante.

Las máquinas o equipos del taller no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, catálogos y tampoco un historial escrito de fallas y mantenciones de cada uno

de ellos, en donde la acción predominando muchas veces fue la correctiva y en otras ocasiones más extremas el equipo quedó sin uso producto de una falla catastrófica o mayor, generándose un hábito cíclico de estas conductas perdiendo de vista un punto muy importante en la vida útil de estas.

La especialidad de Mecánica Industrial hace un par de años atrás contaba con una mención de base la cual era en “Máquinas y herramientas” que se estuvo impartiendo por más de 40 años siendo apoyado por un sistema Dual que se caracterizaba por tener a los alumnos dos días en la empresa y 3 días de la semana en los talleres del establecimiento. Es en este punto donde el establecimiento pierde la atención de los equipos, olvidando acciones preventivas y correctivas, disminuyendo la cantidad de activos al momento de ejecutar una actividad práctica.

La alta demanda de tiempo que tienen los profesores encargados de los alumnos en la supervisión del sistema dual, el tiempo en planificación de clases y actividades, y todo el tiempo que lleva realizar las clases ha hecho de un abismo entre el docente y los equipos del taller, siendo la sumatoria de todo lo anterior que lleva a la problemática principal y su baja cantidad de máquinas en funcionamiento desglosándose en una acotación continua de actividades perdiendo avance en contenido y el desempeño profesional del estudiante se ve truncada.

La ganancia que obtiene el establecimiento y el taller de implementar un sistema de gestión con herramientas de la ingeniería que se enfoca en ir manteniendo los equipos de forma continua, repercute directamente en los alumnos, profesores y directivo de manera positiva, aumentando la cantidad de equipos disponibles, probabilidades de la aplicación de actividades relacionada con los módulos, estudiantes con mejor preparación profesional, mayor vida útil de los equipos, menos gastos en mantenciones correctivas, menos probabilidades de un accidente, la aplicación de las mantenciones pueden ser echas por los docentes a cargo, monitoreo continuo de los equipos, actualización continua de inventarios de repuestos, entre otras.

1.8. JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS

El taller mecánico no tiene un historial definido de fallas en sus equipos, es por eso que la decisión más acertada de lograr una jerarquización correcta es por medio de una matriz cualitativa de riesgo que es utilizada cuando no se justifican los tiempos y recursos necesarios para realizar un análisis completo y lograr jerarquizar de manera óptima los equipos, en función de su impacto global. El cálculo de jerarquización se realiza con la formula presentada a continuación, el cual pondera la Frecuencia de fallos por Consecuencias, y dentro de las consecuencias se tiene: Frecuencia de fallas, Impacto Operacional, Flexibilidad operacional, Costos de mantenimiento, Impacto en Seguridad, Higiene y medio ambiente.

Riesgo= Frecuencia x Consecuencia.

Frecuencia= N° de fallos en un tiempo determinado.

Consecuencia= FF*((IO x FO) + CM + SHA)

Frecuencia de fallor (FF)		Coste mtto (CM)	
Pobre mayor a 4 fallos/año	4	Mayor o igual a \$1,500,000	2
Promedio 2-4	3	Inferior a \$1,500,000	1
Buena 1-2 fallos/año	2	Impacto en SHA (SHA)	
		Afecta la seguridad Humana tanto interna como externa y requiere la notificacion a entes externos de la organización	8
Excelente 1 fallo/año	1		
Impacto operacional (IO)		Afecta en ambiente produciendo daños irreversibles	6
Parada inmediata del servicio (taller)	10	Afecta instalaciones causando daños severos	4
Parada de la unidad asistencial (Actividad)	6	Provoca daños menores (accidentes e incidentes) personal propio	2
Repercute en los niveles de aprendizajes asociados a la indisponibilidad	4	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
Impacta los tiempos de aprendizaje	2	No provoca ningun tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	0
No genera ningun efecto significativo sobre la actividad	1		
Flexibilidad operacional (FO)			
No existe opcion de servicio y no hay funcion de repuestos	4		
Hay opcion de repuestos compartidos	2		
Funcion de repuestos disponibles	1		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-4 Criterios evaluación de matriz cualitativa de riesgos

Tabla 1-4. Jerarquización de equipos a través de Matriz Cualitativa

Equipo	FF	IO	FO	CM	SHA	Consecuencia	Riesgo	Jerarquización
Torno mecanico IMOR	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Torno mecanico Weisser Heibronn de 115 cms de bancada	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Torno paralelo COSA de 90 cms de bancada	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Torno mecanico Dillono full 1500	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Torno mecanico ShenYang3168*1037* 1312	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Torno mecanico SKAND 330*1000*3	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Torno mecanico SKAND 330*1000*3	1	6	1	1	8	15	15	Critico
Fresadora TOS OLOMONE, Mod FAHAU 1-B	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Fresadora Schaublin 13	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Fresadora Marca Fiorella	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Rectificadora plana marca COSA	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Rectificadora Cilindrica STUDER	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Taladro mecanico Marca Hammercolumna	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Taladro manual Marca Bauker	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico
Limadora mecanica Marca Skand.	1	6	1	1	2	9	9	Semi Critico

Fuente: Encuesta realizada a los docentes y equipo administrativo

En base a los datos entregados por los docentes de la especialidad y agentes administrativos que manejan históricos de algunos equipos, la matriz de riesgo arroja que los equipos más críticos son los tornos, ya que su impacto en los talleres tiende a ser mayores a los otros equipos.

CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

2.1. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

Cuando el mantenimiento centrado en la confiabilidad es aplicado en el sistema de la educación técnica profesional, tiene como objetivo principal aumentar el tiempo de uso de los equipos utilizados durante el proceso pedagógico anual que demanda la planificación realizada por los profesores en base a los conocimientos básicos que propone el Ministerio de Educación.

A su vez el RCM tiene considerado en su aplicación dentro del taller mecánico uno de los puntos más críticos de los equipos, ya que su vida útil depende completamente de una mantención preventiva correctamente planificada, con el fin de no tener bajas en los activos mencionados en el capítulo anterior, evitando una falla catastrófica para el equipo, sobreendeudamiento en mantenciones y un bajo avance de aprendizaje en los estudiantes.

Si bien todos los métodos que presenta la ingeniería del mantenimiento para abordar la gestión de las planificaciones son buenos, algunas tienden a ser más exactas que otras dependiendo del tipo de trabajo al que estén dirigidos los equipos a mantener. El RCM es la técnica que más profundiza sobre la problemática planteada, ya que una de las ventajas del mantenimiento centrado en la confiabilidad es que tiene la capacidad de modificar o rediseñar las instalaciones en caso de ser necesario, como también aborda las gestiones de stock que se deben manejar para disminuir los tiempos de reparación. La opción de aplicar otros métodos como el TPM, los 5 ¿Por qué? O Ishikawa se ven un poco lejanas por su diseño y enfoque al momento de buscar las causas y efectos de las fallas, ya que estas estrategias tienen su fuerte en la calidad y orden.

2.2 TORNO MECÁNICO INDUSTRIAL

Los tornos mecánicos industriales que se encuentran en el taller son equipos que tienen una alta demanda en sus diferentes usos de mecanizado, ya que son utilizados por 2 especialidades del sector metal-mecánico.

El torno a diferencia de los demás equipos es uno de los activos que se encuentra en un mayor número dentro del establecimiento, por ende, tienen asociadas una gran cantidad de actividades, las cuales generan en sus componentes un desgaste constante, de los que al pasar el tiempo sin una mantención correcta terminan deteriorándose, perdiendo rendimiento, aplicaciones, etc.

Los análisis realizados en el capítulo anterior dejan demostrado que el torno es el equipo con mayor criticidad en este “proceso” de aprendizaje para los estudiantes, ya que este equipo contiene una gran cantidad de evaluaciones que dependen de su buen funcionamiento y disponibilidad a diario.

2.2.1. Procesos realizados en el torno

Los procesos de mecanizados que el torno ofrece según planificaciones por el docente son 3, los cuales se encargan de que el estudiante aborde los contenidos vistos durante el proceso teórico de aprendizaje.

Antes de comenzar a mecanizar, el estudiante procede a conocer por completo los componentes mecánicos rotativos del torno, con el fin de que genere una cultura de prevención por su integridad física y seguridad laboral.

Luego se explica el ajuste de parámetros para el funcionamiento correcto del equipo, ya sea para cualquier tipo de mecanizado.

Dentro de la explicación de los ajustes de parámetros el estudiante aprende los tipos de llaves que se deben utilizar para el apriete y afloje de herramientas de corte y material a mecanizar.

Finalmente se enciende el torno para entregar la explicación correcta de los 3 tipos de mecanizados a ejecutar, dentro de las cuales podemos encontrar: Refrentado, Cilindrado y Perforado.

Cilindrado: Se utiliza normalmente en la reducción de diámetro en el material que se está trabajando.



Fuente: Google imágenes

Figura 2.1 Mecanizado de eje, cilindrado

Refrentado: Esta operación el alumno comprende que el Refrentado mecaniza la pieza desde un extremo en plano perpendicular al eje de giro, para poder efectuar la operación, buscando que la superficie frontal logre una cara plana y recta.



Fuente: Google imágenes

Figura 2-2 Mecanizado de eje, Refrentado

Perforado: El proceso de perforado consta de una broca, la cual será montado en el cabezal móvil del torno y el material a mecanizar en el cabezal fijo para posteriormente generar la perforación. Este proceso se realiza con el fin de obtener una mayor exactitud y precisión al momento de la operación.



Fuente: Google imágenes

Figura 2-3 Mecanizado de eje, Perforado

2.3. ANÁLISIS FMECA

El análisis de modos y efectos de falla incluye una evaluación de criticidad y análisis de causa raíz del modo de falla. Esta técnica se utiliza bastante dentro de las industrias por el hecho de estar basada en el riesgo y por buscar eliminar la causa de la falla.

El FMECA hace un análisis que en parte es muy parecido al FMEA (Análisis de modo y efectos de falla), pero además logra identificar la causa raíz del modo de falla, criticidad y termina con una tarea para eliminar el riesgo.

2.3.1. Análisis SIPOC

Este sistema permite establecer de mejor manera el procedimiento de los procesos que se realizan en una empresa, con la finalidad de permitir al cliente un mayor conocimiento de los trabajos a efectuar.

El análisis SIPOC proviene de las siguientes siglas:

Supplier: Proveedor.

Input: Entrada.

Process: Procesos.
Output: Salida.
Customer: Cliente.

Para poder aterrizar el proceso que realiza el torno en el establecimiento se debió cruzar información con las actividades prácticas planificadas durante el año escolar, con el fin de mezclar los datos técnicos mecánicos del proceso interno y las planificaciones pedagógica (Véase tabla 2-1)

Tabla 2-1 Análisis de mapeo SIPOC a tornos mecánicos ubicado en las dependencias del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona, La Calera

Análisis de mapeo SIPOC: Torno mecánico				
Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Motor eléctrico	Sistema de transmisión de movimiento del eje plato principal	Realizar mecanizados básicos mediante procesos de refrentado, cilindrado y taladrado, en piezas de acero al carbono SAE 1020 y/o teflón, de los cuales son usados para actividades de procesos prácticos y académicos	Pieza de acero al carbono SAE 1020 y/o teflón con terminaciones, acabados superficiales y medidas indicada por el dibujo técnico.	Conocimientos prácticos básicos de la mecánica industrial a los estudiantes

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la norma SAE JA1011: Mecanizar 100 piezas de acero al carbono SAE 1020 y/o teflón por actividad planificada por el profesor, mediante los procesos de refrentado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.

2.3.2. Identificación de falla funcional

La falla funcional de caracteriza porque el activo físico deja de producir o cumplir la función principal por la cual está destinado en su entorno laboral. Sin embargo, este punto del análisis es la punta pies para indicar los motivos por el que el equipo critico se encuentra con incapacidades de generar un nivel óptimo dentro de los parámetros requeridos por la empresa o establecimiento.

La norma ISO 14224 define la falla como “Perdida de la capacidad de realizar lo requerido”

El torno mecánico en base a los análisis generados anteriormente, se determinó como uno de los equipos más críticos por la cantidad de actividades asociadas a su uso, es por eso que este equipo comienza a ser estudiado por el método del FMECA, indicando sus fallas funcionales principales asociadas al uso que se le determina en el taller mecánico del establecimiento (Véase Tabla 2-2)

Tabla 2-2 Indicación de fallas funcionales a equipos críticos

ACTIVO: EQUIPOS CRITICOS DEL TALLER, UBICADOS EN EL ESTABLECIMIENTO EI				
Datos del equipo			Falla funcional, Modo de fal	
Equipo	Criticidad del proceso	Características del equipo	Falla funcional	Modo de falla
Torno mecanico CY 6250B/1500			Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal
				2.Atascamiento por superficie de bancada primastica con deformaciones
				3.Atascamiento por paso de cremallera dañada
				4.Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón
			Husillo principal sin movimiento	1.Atascamiento por ruedas dentadas dañadas
				2.Atascamiento por poleas dañadas
				3.Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V
				4.Rotura de eje principal
				5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Identificación de modos de falla

El modo de falla es la forma en que el activo pierde la capacidad de desempeñar su función. Por cada falla funcional se logran obtener diferentes modos de fallas gracias a los datos que los profesores logran facilitar, producto del tiempo que llevan trabajando con el equipo. Por cada modo de falla que se determine, como mínimo se debe detallar con un sustantivo y un verbo con el fin de determinar una estrategia de manejo para la falla clasificada en el torno (Véase Tabla 2-3)

Tabla 2-3. Modos de fallas por cada falla funcional realizado los Tornos mecánicos

EL TALLER, UBICADOS EN EL ESTABLECIMIENTO ED	
Falla funcional, Modo de fall	
Falla funcional	Modo de falla
Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal
	2.Atascamiento por superficie de bancada primastica con deformaciones
	3.Atascamiento por paso de cremallera dañada
	4.Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón

Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Efectos y consecuencias de la falla

Los efectos son considerados como la forma en la que la falla se manifiesta, por ejemplo: Aumento de nivel, diferencias de temperaturas, vibraciones, ruidos, etc. Al determinarse los modos de falla en el torno, se genera una evaluación de los posibles efectos que provoca la baja funcionalidad u operatividad del equipo analizado.

Las consecuencias de los modos de fallas mencionados anteriormente, aborda directamente la importa del rol que cumple el equipo dentro del taller mecánico, ya que este punto del análisis responde a la siguiente pregunta “¿Qué importancia tiene?” a la cual su respuesta repercute directamente en la calidad de alumnos técnicos que se busca tener en las promociones futuras, ya que la calidad en la que se encuentran los equipos, la operatividad, la disponibilidad, vienen directamente proporcional al profesional que se desea formar. Aun así, repercutiendo de manera un poco menos directa en el progreso laboral nacional.

Los efectos de fallas que se mencionan en el análisis FMECA (Véase Tabla 2-4) fueron determinados tomando en cuenta diferentes tipos de informaciones, de los cuales se logran destacar a los profesores del sector eléctrico, metálico y mecánico, quienes facilitaron en base a su amplia experiencia, estudios y mantenciones correctivas realizadas a la maquinaria, algunos datos técnicos determinantes para evidenciar las fallas.

Tabla 2-4. Efectos de falla realizado Tornos mecánicos

EL TALLER, UBICADOS EN EL ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL "LICEO INDUSTRIAL OSCAR

Falla funcional, Modo de fallas, Síntomas		
Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla
Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación
	2.Atascamiento por superficie de bancada primastica con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso
	3.Atascamiento por paso de cremallera dañada	1.No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane
	4.Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	1. Mal acabado superficial

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Criticidad mediante número de prioridad de riesgo (N.P.R.)

Con el fin de lograr una visión rápida y certera para la obtención del impacto que genera cada uno de los modos de falla definidos por los análisis anteriores, se propone la aplicación de un estudio basado en una ecuación matemática que pondera el riesgo que provoca una falla en el proceso o equipo, encasillándolo en la categoría correspondiente según la priorización.

La estrategia que se busca en la aplicación del NPR (Número de ponderación del riesgo), es buscar la estructura de todos los modos de fallos en los tornos, hasta encontrar el que genera más impacto dentro del sistema, para luego lograr dar los valores de cada concepto que mencionaran a continuación.

Severidad: Impacto que genera en la seguridad y medio ambiente según el fallo analizado.

Ocurrencia: Periodo transcurrido entre fallos ocurridos en el equipo.

Detectabilidad: Categorización con la cual indica la dificultad para asociar el modo de falla o suceso ocurrido.

El resultado de la multiplicación realizada por la severidad, ocurrencia y detectabilidad de los modos de la falla en el torno (Véase Tabla 2-8). Se obtendrá un dígito que indicará de manera cualitativa los más críticos, obteniendo una jerarquización efectiva según los análisis realizados en las tablas que fueron evaluados cada modo de falla. Sin embargo, estos dígitos que los jerarquizarán, serán de gran importancia a la hora de realizar más adelante los planes de mantenimientos a cada uno de estos.

A continuación, se mostrarán las tablas utilizadas para priorización de los modos de fallas obtenidos por los análisis generados a las fallas funcionales:

Tabla 2-5. Tabla de determinación de Severidad

Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Ranking
Peligros sin advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad. Cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones gubernamentales. La falla no se advierte al ocurrir.	10
Peligros con advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad. Cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones gubernamentales. La falla se advierte al ocurrir.	9
Muy Alto	Perturbación grave a la línea productiva. Las pérdidas pueden alcanzar al 100% del producto. Equipo inoperable, pérdida de la función primaria. Cliente muy insatisfecho.	8
Alto	Perturbación menor en la línea productiva. La producción puede tener que ser ordenada y una parte desechada (menor al 100%). Equipo operable, pero con un nivel de calidad reducido. Cliente insatisfecho.	7
Moderado	Perturbación menor en la línea productiva. Una porción (menor al 100%). Puede tener que ser desechada (no ordenada) Equipo operable, pero con algunos ítems de confort inoperable. El cliente experimenta insatisfacción.	6
Bajo	Perturbación menor en la línea productiva. 100% del producto tiene que ser adaptado. Equipo operable, pero con algunos ítems de confort con un nivel de calidad reducido. El cliente experimenta algo de insatisfacción.	5
Muy bajo	Perturbación menor en la línea productiva. El producto puede ser ordenado y una porción (menor al 100%) adaptado. Ajustes y terminaciones y sonido en el ítem no están en conformidad. Defecto notado por la mayoría de los clientes.	4
Menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y chirridos que no están en conformidad. Defecto notado por el promedio de los clientes.	3
Muy menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y pequeñas vibraciones en el ítem que no están en conformidad. Defecto notado por la minoría de los clientes.	2
Ninguno	Sin efectos	1

Fuente: www.Leasonsolution.co

Tabla 2-6. Tabla de determinación de Ocurrencia

Probabilidad de falla	Posible tasa de falla	Ranking
Muy alta: La falla es casi inevitable	≥ 1 en 2	10
	1 en 3	9
Alta: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos, que presentan faltas con frecuencias	1 en 8	8
	1 en 20	7
Moderada: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos que experimentan fallas ocasionales, pero no en mayores proporciones	1 en 80	6
	1 en 400	5
	1 en 2.000	4
Bajas: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 15.000	3
Muy bajas: Solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	1 en 150.000	2
Remota: La falla es poco probable. No se repiten las fallas de procesos casi idénticos	≤ 1 en 1.500.000	1

Fuente: www.Leasonsolution.co

Tabla 2-7. Tabla de determinación de Detectabilidad

Detección	Criterios: Probabilidad de detección de un modo de falla	Ranking
Casi imposible	No existen controles disponibles para detectar el modo de falla.	10
Muy remota	Muy remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	9
Remota	Remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	8
Muy baja	Muy baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	7
Baja	Baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	6
Moderada	Moderada probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	5
Moderadamente alta	Moderadamente alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	4
Alta	Alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	3
Muy alta	Muy alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla.	2
Casi cierta	Los actuales controles son casi certeros para detectar el modo de falla. Detección confiable.	1

Fuente: www.Leasonsolution.coTabla 2-8. Estudio NPR realizado a los modos de fallas del torno
CY6250B/1500

Falla funcional, Modo de fall	Análisis de criticidad (NPR)			
Modo de falla	Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	Nº de prioridad de riesgo
1.Bajo avance de carro principal	3	4	3	36
2.Atascamiento por superficie de bancada primastica con deformaciones	3	4	3	36
3.Atascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180
4.Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	8	6	5	240

Fuente: Datos obtenidos por encuesta realizada a trabajadores y operadores

Una vez obtenido los resultados se estudian en una tabla de prioridades (véase Tabla 2-9.) que generará la jerarquización de cada modo de falla.

Tabla 2-9. Tabla de priorización de NPR

Prioridad de NPR	
51 a >100	Alto riesgo de falla
21 a 50	Riesgo de falla medio
1 a 20	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Fuente: Datos obtenidos por encuesta realizada a docentes del establecimiento

Para la diferenciación de las categorías entregadas en el estudio de NPR, se tomó en cuenta que cada una llevaría un color diferente, de los que indicaría la gravedad del riesgo (Véase Tabla 2-9). A continuación, en la siguiente imagen se demuestra la jerarquización de los modos de fallas relacionados con el torno CY6250B/1500 (véase Tabla 2-10.).

Tabla 2-10. Jerarquización de modos de fallas del torno CY6250B/1500 según la prioridad obtenida

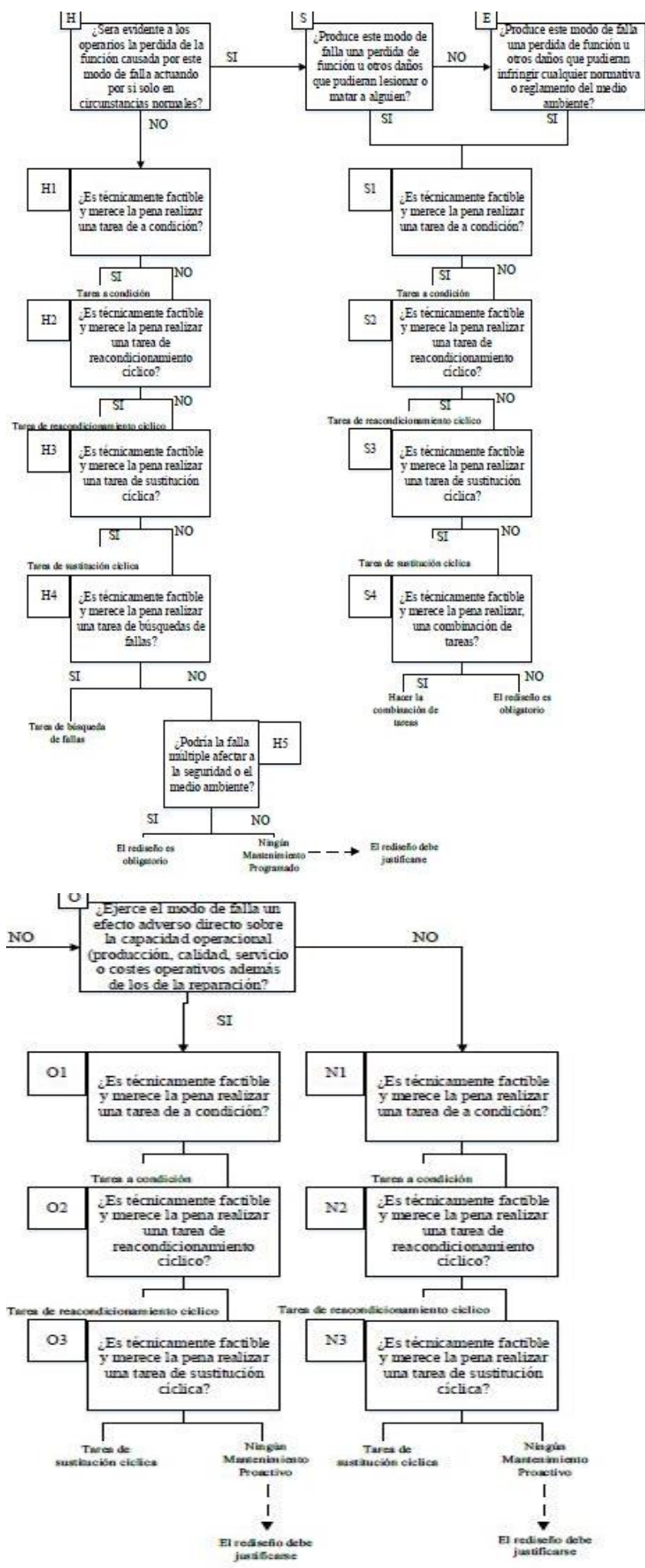
Jerarquización en orden de riesgo				
9	5	7	315	Alto riesgo de falla
10	3	10	300	Alto riesgo de falla
8	6	5	240	Alto riesgo de falla
8	3	10	240	Alto riesgo de falla
8	3	10	240	Alto riesgo de falla
6	7	5	210	Alto riesgo de falla
6	6	5	180	Alto riesgo de falla

Fuente: Datos obtenidos por encuesta realizada a docentes del establecimiento

2.4. PROCESO DE DECISIÓN DE R.C.M

La hoja de decisiones de RCM (Véase Figura 2-4) permite obtener el tipo de mantenimiento optimo que se le puede aplicar a cada modo de falla que será estudiada, o si es necesario realizar un rediseño completo del sistema del torno.

La aplicación de este proceso en el torno tiene como respaldo una estructura estratégica que consta de una serie de preguntas aplicadas a cada modo de falla de los equipos críticos, de los cuales serán designados con diferentes tipos de letras tabuladas, de las cuales indican el impacto que genera en el taller mecánico.



Fuente: John Moubray. (2004). RCM II. Buenos Aires, Argentina - Madrid, España: 3er edición.

Figura 2-4 Diagrama de decisiones.

Jerarquizacion de modos de falla	Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de		
					S1	S2	S3			
					O1	O2	O3			
	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4
1.Conexion electrica defectuosa										
2.Final de carrera del pedal en mal estado										
4. Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón										
4.Rotura de eje principal										
5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada										
Rodamientos desgastados										
3. Atascamiento por paso de cremallera dañada										
1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas										

Fuente: John Moubray. (2004). RCM II. Buenos Aires, Argentina - Madrid, España: 3er edición.

Figura 2-5. Hoja de decisiones, modos de fallas más críticos

Con el motivo de entregar un orden, se aplica una jerarquización en orden de riesgo de las cuales el resultado final es la criticidad que tiene en el sistema el modo de falla (Véase en Figura 2-5). Sin embargo, las evaluaciones realizadas en base a las consecuencias de los modos de fallos más críticos (Véase Tabla 2-11) deben ser ordenadas y plasmadas en la hoja de decisiones creada, la cual ayudará a saber la tarea final que será otorgado.

Tabla 2- 11. Hoja de decisiones, evaluación de consecuencias de los modos de falla más críticos

Jerarquizacion de modos de falla	Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de		
					S1	S2	S3			
	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4
1.Conexion electrica defectuosa	S	S			N	N	S			
2.Final de carrera del pedal en mal estado	S	S			N	N	S			
4. Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	S	N	N	S	N	N	S			
4. Rotura de eje principal	S	N	N	S	N	S				
5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	N				N	S				
Rodamientos desgastados	N				N	S				
3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	S	N	N	S	N	S				

Fuente: John Moubray. (2004). RCM II. Buenos Aires, Argentina - Madrid, España: 3er edición.

Por último, se denomina un tipo de mantenimiento que ayudará a los encargados de ejecutar la mantención a detectar el modo de falla antes de que se provoque una falla inminente (Véase Tabla 2-12).

Las tareas de mantenimientos son denominadas en base al análisis realizado en la hoja de decisiones, el cual indicaba si el mantenimiento debía ser preventivo, predictivo o correctivo con el fin de agilizar los estudios posteriores y finalmente la creación de la planificación del mantenimiento al torno mecánico crítico.

Tabla 2- 12. Hoja de decisiones, Tareas de mantenimientos para detectar modos de fallas

Jerarquizacion de modos de falla	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo
1.Conexion electrica defectuosa		Cambiar contactor y cables.
2.Final de carrera del pedal en mal estado		Cambiar final de carrera.
4.Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón		Lubricación periódica
4.Rotura de eje principal	Cambiar eje principal.	

Fuente: John Moubray. (2004). RCM II. Buenos Aires, Argentina - Madrid, España: 3er edición.

2.5. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La programación del mantenimiento se debe realizar dependiendo de la edad que tengan los equipos de la empresa, ya sea edad temprana, mediana o alta edad. Para cada una de estas edades se derivan diferentes formas de obtener la información que se requiere para generar este documento.

Para el caso de los equipos que integran el taller mecánico del establecimiento educacional, tienden a ser de una edad mediana, es por eso que se decidió realizar la programación en base a la experiencia de los profesores con mayor experiencia dentro del sector metal-mecánico.

La programación consta de una serie de preguntas que busca aclarar todo tipo de duda que se genere durante el proceso de la mantención, buscando mitigar cualquier tipo de percance que se pueda generar, ya sea del tipo medio ambiental, seguridad, operativo y en los tiempos de demora para cada proceso de mantención.

2.5.1. Planificación mantención para tornos del taller mecánico

La planificación responde a un cuestionario el cual tiene la particularidad de ir creando mediante preguntas técnicas una planificación que satisface todas las áreas involucrada en el mantenimiento del equipo, buscando mitigar cualquier tipo de error que se pueda cometer (Véase Figura 2-6)

Planificación Mantención de equipos críticos en el taller mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

1.

¿Qué trabajo se requiere realizar?
- 1.1

Inspección eléctrica de motor eléctrico.
- 1.2

Inspección mecánica de motor eléctrico.
- 1.3

Inspección de poleas.
- 1.4

Cambio de correas.
- 1.5

Inspección de ruedas dentadas.
- 1.6

Lubricación de ruedas dentadas.
- 1.7

Cambio de ruedas dentadas.
- 1.8

Inspección del eje de plato principal.
- 1.9

Limpiar eje patrón.
- 1.10

Inspeccionar eje patrón.
- 1.11

Lubricar eje patrón.
- 1.12

Cambiar aceite de caja de velocidades.
- 1.13

Inspeccionar cremallera.
- 1.14

Limpiar bancada prismática.
- 1.15

Lubricar bancada prismática.
2.

¿Porque se debe realizar?
- 2.1

Mantención Preventiva sugerida.
- 2.2

Disminuir mantenciones correctivas.
- 2.3

Aumento disponibilidad del activo.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-6. Planificación del mantenimiento torno mecánico, preguntas 1 y 2

2.5.2. Pautas de trabajo a modos de fallas más críticos

Las pautas de trabajos (Véase Tabla 2-13.) tienden a ser fundamentales al momento de programar un mantenimiento, ya que este tipo de documentos detallan y abarcan una amplia cantidad de información, apoyando en los momentos que se complica el proceso de mantención o cuando el tiempo es acotado y se debe actuar lo más eficientemente posible.

Tabla 2-13. Pauta de trabajo para rotura de eje principal, Tornos mecánicos del establecimiento.

Pauta de Trabajo - Mantenición Torno mecánico					
Rotura de eje principal					
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1	Cortar energia	Mant. Eléctrico			
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico			
3	Retirar pernos allen N°6 de protección.	Mant. Mecánico			
4	Retirar seguro seeger del eje.	Mant. Mecánico			
5	Retirar chaveta.	Mant. Mecánico			
6	Retirar polea	Mant. Mecánico			
7	Retirar correa.	Mant. Mecánico			
8	Desmontar tapa de eje principal	Mant. Mecánico			
9	Desmontar casquillo de eje principal	Mant. Mecánico			
10	Desencajar embrague	Mant. Mecánico			
11	Desmontar rodamiento	Mant. Mecánico			
12	Desmontar Ruedas dentadas	Mant. Mecánico			
13	Retirar chaveta	Mant. Mecánico			
14	Desmontar eje	Mant. Mecánico			
15	Montar eje	Mant. Mecánico			
16	Montar chaveta	Mant. Mecánico			
17	Montar ruedas dentadas	Mant. Mecánico			
18	Montar rodamientos	Mant. Mecánico			
19	Encajar embrague	Mant. Mecánico			
20	Montar casquillo de eje principal	Mant. Mecánico			
21	Montar tapa de eje principal	Mant. Mecánico			
22	Montar chaveta	Mant. Mecánico			
23	Montar polea	Mant. Mecánico			
24	Montar correa	Mant. Mecánico			
25	Montar pernos allen N°6	Mant. Mecánico			
26	Desbloquear motor electrico	Mant. Eléctrico			
27	Energizar	Mant. Eléctrico			

Fuente: Creación propia

2.5.3. Check list a modos de fallas más críticos

El Check list, así como los documentos mencionados en los puntos anteriores (Véase Figura 2-5 y Tabla 2-13) tienden a entregar la información necesaria para evitar cualquier retraso o algún tipo de error, ya que al terminar con la mantención este documento se hace imprescindible para evitar que todos los pasos de montaje sean realizados con éxito, evitando que se tenga que volver a desarmar el equipo por el olvido de un paso.

Tabla 2-14. Check list para rotura de eje principal, tornos mecánicos del establecimiento.

Liceo Industrial Oscar Corona Barahona-La Calera						
Rotura de eje principal						
Check List: Tornos mecánicos						
Item	Actividad			Si		No
1	Verificar deposito de aceite limpio					
2	Verificar deposito de aceite lubricado					
3	Verificar ruedas dentadas ajustadas					
4	Verificar correas tensadas					
5	Verificar buen montaje de tapa de protección					
6	Verificar buen ajuste de pernos allen					
7	Verificar desbloqueo de motor eléctrico					
8	Verificar energia					
9	Verificar zona de trabajo limpia					
Observaciones:						
Nombre Encargado						
Fecha						
Firma						
Fecha						
Firma						
Fecha						
Firma						

Fuente: Elaboración propia.

La creación de este documento o más bien conocido como Chek List (Véase Tabla 2-14) es de vital importancia para que los técnicos ejecutores puedan realizar una última revisión de los puntos más importantes de cada actividad al término de la mantención realizada en la parada de planta.

CAPÍTULO 3: ANALISIS DE RECURSOS Y COSTOS PARA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

3.1. SITUACIÓN ACTUAL PRESUPUESTARIA DEL TALLER MECÁNICO.

La creación del presupuesto para la mantención de los equipos del taller mecánico, asume una importancia relevante al momento de tomar la decisión de elegir con cual alternativa presupuestaria quedarse, ya que se estimarán 2 presupuestos diferentes para ver la factibilidad del que tenga menos costos de aplicación.

Las mantenciones definidas en el FMECA (Véase Anexo 1) pueden ser realizadas por los profesores o por personal externo al establecimiento, ya que las acciones preventivas son básicas y no lleva una gran complejidad al momento de ser ejecutadas, sin embargo, los cálculos que se realizarán en los siguientes puntos detallará los costos asociados a la mantención definiendo los valores de mano de obra por cada profesional involucrado en las mantenciones.

El presupuesto lleva un enfoque directo a los equipos que en los análisis anteriores (Véase Anexo 1) fueron catalogados como equipos críticos según la jerarquización en base al riesgo que provocaban estos equipos en el aprendizaje esperado por los estudiantes anualmente, en donde los 7 tornos del taller generaron la misma criticidad, por lo que el presupuesto será con la finalidad de mantener estos activos físicos funcionando sin interrupciones durante el periodo escolar. Para el proceso de presupuestos será un poco menos complejo ya que las maquinas son muy similares en su funcionamiento internos y externos, ya sea por tamaños de piezas y tamaño del equipo, por ende, los repuestos serán prácticamente los mismos.

La importancia de definir correctamente los presupuestos en el mantenimiento del taller mecánico del establecimiento es muy decisiva ya que definirá la toma de decisiones y también establecerá los gastos que tendrá que afrontar la directiva encargada del proyecto.

Se estima que las intervenciones sean planificadas para las fechas en que los alumnos no se encuentren en clases presenciales, es por eso que se tiene en cuenta el

periodo de vacaciones de verano para llevar a cabo el inicio del proyecto con el presupuesto confirmado por la dirección del establecimiento.

Liceo Industrial Oscar Corona Barahona, La Calera.												
Planificación de fechas para intervención de equipos críticos												
Tornos												
Mtto/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Preventivos	Mantenión	VACACIONES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	Mantenión
Correctivos			CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES
Predictivos			CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES	CLASES

Fuente: Datos obtenidos de la planificación anual escolar

Figura 3-1. Planificación de fechas para intervención de equipos críticos

3.2. ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO ASOCIADO AL PLAN DE MANTENIMIENTO.

El presupuesto tiende a ser una herramienta de ayuda para decidir el futuro de las acciones que se realizarán en el taller mecánico. El enfoque que tendrá esta herramienta serán los modos de fallos más críticos arrojados por los estudios realizados anteriormente (Véase Anexo 1) ya que es una manera más fácil de organizar un presupuesto en base a los fallos que involucran a cada equipo, por ende, siguiendo por la misma línea se pueden obtener los repuestos e insumos que serán necesarios para realizar las diferentes tareas propuestas.

Los costos de cada operación que se expondrá en el presupuesto nos ayudan a determinar si finalmente al momento de tomar decisiones se obtendrán perdidas o ganancias por la operación a realizar y así ser un factor determinante al momento de actuar sobre una falla indicada en la planificación del mantenimiento (Véase Anexo 2). Hay costos que se encuentran de manera implícita en cada acción de mantenimiento que se definen, pero no menos esenciales para el equipo intervenido, ya que las inspecciones visuales, limpiezas periódicas, mediciones de diferentes magnitudes (Temperatura, planitud en bancada, ajustes y tolerancia, nivel de aceite, etc.) tienden a cumplir un rol fundamental en el aumento de la vida útil del torno, por lo cual estas acciones que si bien suenan básicas y periódicas son un costo asociado que se debe tener en cuenta al momento de presupuestar el plan de mantenimiento

Criticidad del equipo	Sistemas	Modos de fallas	Mantenición preventiva	Inspecciones de rutina
Critico	Unidad Eléctrica interna	Conexión eléctrica defectuosa	Cambiar contactor y cables.	Medir magnitudes eléctricas (Voltaje, Corriente y Resistencia) e Inspección visual de conexiones eléctricas.
Critico	Pedal de parada de emergencia	Final de carrera del pedal en mal estado	Cambiar final de carrera.	Inspección al circuito eléctrico del pedal de emergencia.
Critico	Carro principal	Atascamiento por baja lubricación en eje patrón	Lubricación periódica	Inspección visual, limpieza periódica.
Critico		Rotura de eje principal		Inspección visual a rodamientos y ruedas dentadas
Critico		Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada		Inspección visual a chavetas
Critico	Motor eléctrico	Rodamientos desgastados	Cambiar rodamientos.	Lubricación, medir Tº, inspección visual.
Critico		Atascamiento por paso de cremallera dañada		Medir ajustes y inspección visual
Critico		Atascamiento por ruedas dentadas dañadas		Medir ajustes, inspección visual, medir Tº a deposito de aceite.
Critico	Porta herramienta	Rosca desgastada	Repasar hilos internos	Inspección visual, limpiar zona de trabajo periódicamente.
Critico		Rosca de apriete rodada		Inspección visual, limpiar zona de trabajo periódicamente.
Critico		Atascamiento por poleas dañadas		Medir canal de polea e inspección visual.
Critico		Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V		Medir canal de polea, verificar tensión de correas e inspección visual.
Critico		Mecanismo de cambio de marcha roto		Inspección visual
Critico		Mecanismo de cambio desajustado		Medir ajustes, inspección visual, medir Tº a deposito de aceite.
Critico	Cabezal móvil	Cabezal móvil desajustado	Reapretar tuerca de fijación	Inspeccionar bancada de torno y cuerpo de cabezal móvil.
Critico		Cono interior pinula desgastada		Inspección visual.
Critico	Bomba hidráulica	Bomba no cebada	Cebiar bomba.	Inspeccionar bomba antes de cada partida.
Critico	Cabezal móvil	Sistema trabado por suciedad	Limpieza interna de cabezal móvil	Lubricación periódica, inspección visual del cilindro, limpieza periódica.
Critico	Bancada	Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	Limpiar periódicamente	Lubricación periódica e inspección visual

Fuente: Datos obtenidos del análisis FMECA.

Figura 3-2. Modos de fallas críticos de tornos mecánicos a presupuestar.

3.3. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.

Para la estimación de los costos asociados a la aplicación del plan de mantenimiento se debe tener en cuenta diferentes tópicos que abordan a la planificación de forma global, logrando generar un estimativo cuantificable en dinero gracias a la sumatoria de todos los puntos que a continuación serán mencionados.

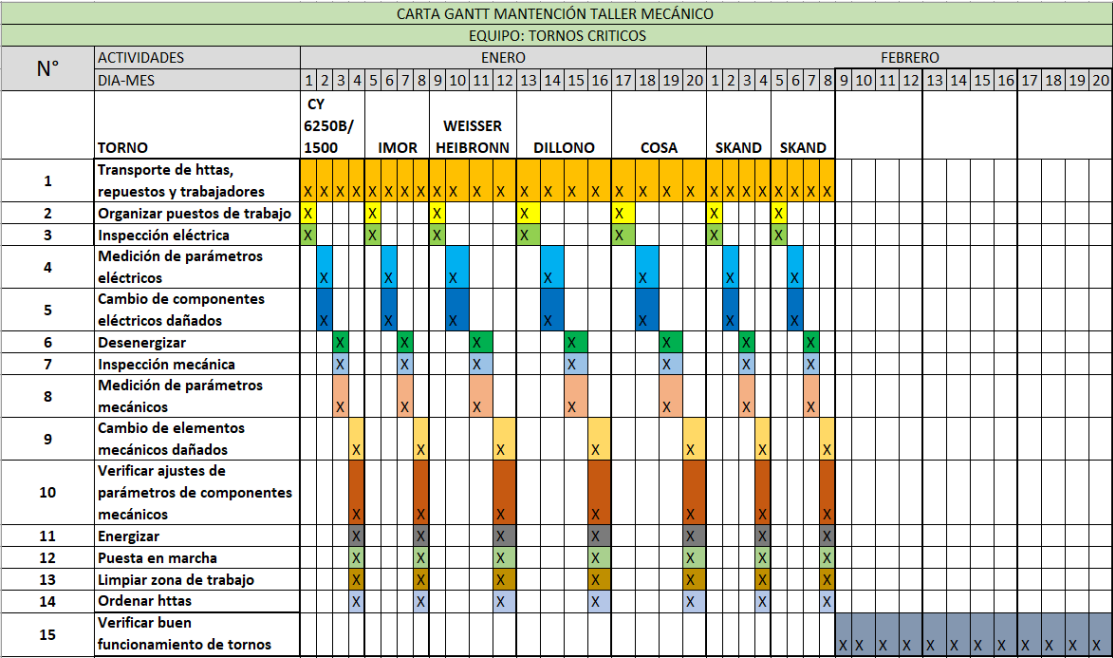
3.3.1. Costos de insumos.

Los insumos que se usan en la mantención preventiva del torno juegan un rol fundamental para ambos presupuestos, ya que este costo se encuentra involucrado en las dos opciones que se entregarán al final del proyecto. Este tipo de gastos al ser catalogados como parte de los insumos, se deben tener en cuenta durante periodos cíclicos ya que tienden a desgastarse y si no son considerados pueden provocar unas fallas catastróficas generando un abultamiento excesivo en las mantenciones de los equipos considerados.

Gracias a la carta Gantt (Véase Figura 3-3) y el análisis FMECA (Véase Anexo 1) se logrará estimar los gastos asociados a todo tipo de insumo que se tiene considerado para que la planificación sea efectiva, ya que gracias a la cantidad de horas y a las tareas asignadas se logra entregar un valor monetario. Estos documentos juegan un rol fundamental para la entrega de información en todo ámbito de la planificación, ya que se pueden utilizar para la justificación de gastos, cobros y decisiones a tomar.

Al momento de considerar el transporte como un costo de insumo, se debe lograr monetizar todos los pasos que se realizarán durante el periodo de las mantenciones estimadas en el taller mecánico, esto se estima gracias a la carta Gantt que logra justificar el uso del vehículo (Véase Figura 3-3).

El vehículo que se va a utilizar es petrolero, el cual el costo será en base a un promedio del valor del Diesel dentro de la ciudad de La Calera. Los 560 Litros indicados en el presupuesto se definieron ya que la duración de la mantención es de 28 días, multiplicado por 20 [Litros] diarios el cual nos entrega un total de 560 [Litros] por todo el tiempo de la duración de las intervenciones en los equipos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-3. Carta Gantt de la mantención para equipos críticos del taller mecánico.

Detalles	Cantidad	Valor	Valor total
Insumos			
Combustible (Litros)	560	\$ 570	\$ 319.200
Aceite Shell Hélix 20W50 (Litros)	29,5	\$ 4.990	\$ 147.205
Limpiador industrial Spartan BH-38	1	\$ 21.000	\$ 21.000
Guaípe	2	\$ 1.690	\$ 3.380
Total			\$ 490.785

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4. Justificación de costos en transporte, para presupuesto de mantención de tornos mecánicos.

El aceite se tiene considerado ser cambiado 1 vez al año por recomendación de la placa de lubricación del torno y los rodamientos cada 2 años por decisión de la administración del liceo, con el fin de evitar cualquier tipo de falla por desgaste durante el periodo escolar, a pesar de que generalmente los rodamientos no alcanzan a pasar los 160.000 [Km] ya que solo recorren al año 55.600 [Km]. Este dato se obtiene del cálculo de la conversión de RPM a [Km/h] y finalmente calculándolo por las 912 [h] que se usa el

taller mecánico (Véase Tabla 1-1) obteniendo finalmente el resultado mencionado. Cabe destacar que los 160.000 [Km] es un tiempo de desgaste genérico para los rodamientos.

3.3.2. Costos de repuestos.

En el análisis FMECA (Véase Figura 2-13) realizado en el capítulo anterior muestra las tareas preventivas y correctivas que se asignaron a cada modo de falla indicado como crítico, tomando en cuenta que solo será presupuestado las actividades preventivas se logra llegar a la estimación de la cantidad de repuestos que se utilizarán para la aplicación del plan de mantenimiento, ya que este señala las acciones a realizar, cambio piezas mecánicas, inspecciones rutinarias, mediciones de parámetros, mediciones de magnitudes eléctricas, lubricaciones, etc.

Los costos que se asocian a este punto, tienden a ser unos de los más complejos de cuantificar por lo que la búsqueda de valores en los repuestos logra ser muy variables por cada lugar en donde se envíen a comprar las piezas faltantes.

Repuestos			
final de carrera roldana 15 A 250 VAC	2	\$ 6.500	\$ 13.000
Contactores	3	\$ 1.000	\$ 3.000
Rollo de cabe rojo	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rollo de cable verde	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rollo de cable blanco	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rodamiento 6308	14	\$ 8.000	\$ 112.000
Chaveta (1 metro)	1	\$ 5.000	\$ 5.000
Total			\$ 238.000

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5. Justificación de costos en repuestos e insumos, para presupuesto de
mantención de tornos mecánicos.

Se han considerado 2 finales de carrera ya que hay 2 tornos que se encuentran presentando fallas constantes al momento de usar la parada de emergencia, y los 3 contactores que se mencionan en la sección de repuestos (Véase Figura 3-5) serán usados para cambiar los que se encuentran dañados en el torno Cheng Yang (Véase Anexo 1).

3.3.3. Stock de seguridad

Para definir la cantidad de insumos y repuestos mínimos que se debe tener entre cada intervención anual para los equipos, se recurre a la fórmula matemática que nos indica el stock de seguridad para tener almacenado como garantía de mantenimiento del stock mínimo en el peor de las situaciones prevista. Se calcula de la siguiente manera.

$$ss = Dd * (dr - d)$$

ss = Stock de seguridad.

Dd = Consumo diario.

dr = Plazo de entrega del proveedor.

d = Plazo máximo de entrega.

Se decide solo calcular la cantidad de aceite para el stock mínimo ya que de lo considerado en los presupuestos es el insumo que más rotación tienen en los equipos, para los repuestos como los rodamientos en base a los cálculos se obtuvo como resultado que el stock mínimo a tener es menor a 1, por lo que además es un repuesto que se encuentra en cualquier local que vendan repuestos, sin necesidad de tener un tiempo muy largo de aprovisionamiento.

Stock mínimo de aceite.

$$ss = \frac{28(\text{Litros})}{365} * (1 * 2) = 1.5 \text{ (Litros)}$$

La cantidad total de aceite lubricante a considerar es la suma del stock mínimo calculado más los 28 litros que se tiene en cuenta para el cambio de los 7 tornos críticos. Por lo que da un total de 29.5 [Litros] anuales.

3.3.4. Costos asociados a horas hombre de servicio externalizado.

La consideración de las H.H. solo serán tomadas en cuenta para el presupuesto que considera a profesionales externos que se encuentren encargado de las mantenciones, y el liceo solo debe entregar la documentación asociada a la planificación el con el motivo de agilizar todo el proceso de tareas y actividades necesarias.

Las horas hombre es el tiempo que se le designa al profesional o técnico del área para indicar la demora que tiene en un trabajo determinado. En el caso del plan de mantenimiento se planificó por estrategia de los tiempos acotados que se destinaron a las intervenciones (periodo de vacaciones de verano) una cuadrilla de profesionales y ayudantes dentro de los que tendrán las siguientes funciones (Véase Figura 3-6):

1 electromecánico: Encargados de realizar cambios de piezas dañadas, mediciones de parámetros, ajustes y tolerancias de elementos mecánicos y eléctricos haciéndose cargo de todas las intervenciones electromecánicas realizadas.

2 ayudantes electromecánicos: Encargados de apoyar en las intervenciones electromecánicas, limpiar zona de trabajo, ordenar herramientas y apoyo en montaje de piezas mecánicas y eléctricas defectuosas.

1 supervisor: Encargado de que la planificación entregada sea ejecutada correctamente por las profesiones designado por cada área, genera orden, organiza, gestiona en la zona de trabajo, tiene un vehículo en caso de ser necesario el uso urgente de éste y se hace cargo de todas las intervenciones realizadas por los técnicos en las maquinas.

Horas Hombre (Valor por hora durante 7 semanas)			
Electromecánico (1)	672	\$ 2.300	\$ 1.545.600
Ayudante (1)	672	\$ 1.875	\$ 1.260.000
Ayudante (2)	672	\$ 1.875	\$ 1.260.000
Supervisor (1)	672	\$ 2.700	\$ 1.814.400
Total			\$ 5.880.000

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-6. Justificación de costos en horas hombre, para presupuesto de
mantención de tornos mecánicos.

3.3.5. Costos asociados de presupuesto con servicio interno.

Cuando se menciona el personal interno, se hace referencia a los profesores que se encuentran aun en funciones de dentro del establecimiento, ya que, si bien los alumnos salieron a sus vacaciones, los docentes aun siguen realizando trabajos internos en donde a estos se les asignará las mantenciones de los equipos, entregándose solo el documento de la planificación.

Con el fin de generar motivación a los 4 docentes encargados de las tareas preventivas se les otorga una bonificación de un 20% sobre su sueldo actual. ya que, si bien estas acciones se encuentran dentro del manual de funciones, en donde se comenta que los docentes deben mantener y cuidar los equipos de trabajo, los docentes se pueden encontrar en una desmotivación por la carga laboral que en la que se encuentran en las fechas que se definieron las mantenciones.

Otros costos			
Bonificación del 20%	4	\$ 200.000	\$ 800.000
Total			\$ 800.000

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-7. Justificación de bonificación a docentes, para presupuesto de
mantención de tornos mecánicos.

3.3.6. Comparación de servicios externo e interno.

PRESUPUESTO EXTERNOS ASOCIADO A PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO A TORNOS			
Detalles	Cantidad	Valor	Valor total
Insumos			
Combustible (Litros)	560	\$ 570	\$ 319.200
Aceite Shell Hélix 20W50 (Litros)	29,5	\$ 4.990	\$ 147.205
Limpiador industrial Spartan BH-38	1	\$ 21.000	\$ 21.000
Guaípe	2	\$ 1.690	\$ 3.380
Total			\$ 490.785
Repuestos			
final de carrera roldana 15 A 250 VAC	2	\$ 6.500	\$ 13.000
Contactores	3	\$ 1.000	\$ 3.000
Rollo de cabe rojo	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rollo de cable verde	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rollo de cable blanco	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rodamiento 6308	14	\$ 8.000	\$ 112.000
Chaveta (1 metro)	1	\$ 5.000	\$ 5.000
Total			\$ 238.000
Horas Hombre (Valor por hora durante 7 semanas)			
Electromecánico (1)	672	\$ 2.300	\$ 1.545.600
Ayudante (1)	672	\$ 1.875	\$ 1.260.000
Ayudante (2)	672	\$ 1.875	\$ 1.260.000
Supervisor (1)	672	\$ 2.700	\$ 1.814.400
Total			\$ 5.880.000
Costo total sin IVA (CLP)			\$ 6.608.785
Costo total con IVA (CLP)			\$ 7.864.454
Costo total sin IVA (UF)			\$ 227
Costo total con IVA (UF)			\$ 271

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-8. Presupuesto con servicios externos para mantención tornos mecánicos.

PRESUPUESTO INTERNO ASOCIADO A PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO A TORNOS			
Detalles	Cantidad	Valor	Valor total
Insumos			
Combustible (Litros)	560	\$ 570	\$ 319.200
Aceite Shell Hélix 20W50 (Litros)	29,5	\$ 4.990	\$ 147.205
Limpiador industrial Spartan BH-38	1	\$ 21.000	\$ 21.000
guaípe	2	\$ 1.690	\$ 3.380
Total			\$ 490.785
Repuestos			
final de carrera roldana 15 A 250 VAC	2	\$ 6.500	\$ 13.000
Contactores	3	\$ 1.000	\$ 3.000
Rollo de cabe rojo	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rollo de cable verde	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Rollo de cable blanco	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Chaveta (1 metro)	1	\$ 5.000	\$ 5.000
Rodamiento 6308	14	\$ 8.000	\$ 112.000
Total			\$ 238.000
Otros costos			
Bonificación del 20%	4	\$ 200.000	\$ 800.000
Total			\$ 800.000
Costo total sin IVA			\$ 1.528.785
Costo total con IVA			\$ 1.819.254
Costo total sin IVA (UF)			53
Costo total con IVA (UF)			63

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-9. Presupuesto con servicios internos para mantención tornos mecánicos.

Cabe destacar que la posibilidad de realizar un flujo de caja para evaluar la factibilidad de este proyecto es compleja ya que, el enfoque del establecimiento no consta de vender algún producto fabricado por nuestros alumnos, por ende, no tiene un retorno de dinero, por lo que la inversión realizada al plan de mantenimiento, aunque sea evaluado a largo plazo, siempre serán números negativos para el establecimiento.

Una vez definido los recursos necesarios para la implementación completa de la planificación, se es necesario entregar valores concretos de la cantidad de dinero que costará la aplicación de éste, para finalmente lograr realizar la comparación entre los presupuestos destinado a servicios externos e internos. Este proyecto se encuentra con dos opciones de ser financiado, el primero es haciendo mención al presupuesto anual que se designa al mantenimiento, el cual se desconoce por los profesores ya que los montos varían año tras año dependiendo de lo que gerencia destine y la segunda manera es por fondos concursables que la Cámara Chilena de la Construcción financia para mejoras y compras de equipamientos a sus establecimientos.

Durante el primer apartado de este proyecto se menciona que el taller mecánico lleva un largo periodo sin intervenciones preventivas y/o correctivas, de los cuales como consecuencia de este descuido se generaron fallas que al pasar el tiempo provocaban un mayor impacto a los equipos involucrados, otra de las variables que marcó todo este proceso fue el distanciamiento que se generó entre la administración encargada de gestionar las mantenciones y el taller mecánico. Llegando a la conclusión y justificación que los cobros de ambos presupuestos son directamente proporcionales con el tiempo que se descuidaron los talleres del liceo, teniendo en cuenta lo anterior la opción mas acertada sería el presupuesto que considera utilizar a los docentes para realizar todo tipo de mantenimiento al taller mecánico, ya que tienen la experiencia del manejo de los equipos y por la diferencia de \$6.045.200 (206 UF) ahorrados para las acciones de mantenimiento. Claro está que en caso de que los profesores se encuentren en desacuerdo se deberá tener en consideración el presupuesto con el personal externo al Liceo.

3.3.7. Análisis de costos y su influencia en el mantenimiento.

Los costos tienden a ser un punto de inflexión importante en las mantenciones, ya que para poder entender la dimensión de una falla se tiende a monetizar para lograr obtener una idea del impacto que genera en el establecimiento.

El conocimiento de los costos que se asocian al mantenimiento de los tornos, tiene como fin detallar cada ítem de los dos presupuestos elaborados. También, al tener claro el costo que determina el proyecto se pueden tomar mejores decisiones para la calidad, mantener en funcionamiento los equipos, mejorar las instalaciones y para retroalimentarse anualmente en cada mantención que se realice.

CONCLUSIÓN

El Liceo Industrial Oscar Corona Barahona, es un establecimiento dedicado a formar alumnos con la base de un técnico nivel medio. Dentro de sus especialidades se encuentra la de Mecánica Industrial, que mantuvo por mas de 40 años el sistema Dual que consistía en realizar práctica 2 veces en la semana en una empresa y el resto de los días asistían al establecimiento, conduciendo a un olvido total de las mantenciones a los equipos del taller mecánico, ya que los profesores no contaban con el tiempo designado por horario a intervenir cada equipo, generando un deterioro secuencial en las maquinas.

Al no encontrarse con pautas de trabajo definidas para los equipos del taller mecánico se genera una descoordinación y un gran problema para la ejecución de las acciones preventivas. Se realizaron diferentes tipos de análisis, dentro de los cuales la jerarquización cualitativa de riesgos indicó que los 7 tornos eran los equipos con mas criticidad dentro del proceso de enseñanza para los estudiantes, por ende la planificación considerada sería con un enfoque directo al activo físico mencionado anteriormente.

Al finalizar el análisis FMECA aplicado a los equipos críticos, arrojaron diferentes modos fallas los cuales mediante la herramienta de jerarquización por número de prioridades de riesgo se logra definir las tareas preventivas, correctiva ya que las acciones predictivas no fueron consideradas en la planificación del mantenimiento por los costos que asocian este tipo de intervenciones.

Finalmente, para definir los recursos necesarios para la implementación de los planes, se decidió comparar 2 tipos de presupuestos, los cuales incluían servicios internos (\$1.819.254) y externos (\$7.864.454), llegando a la conclusión que entre los 2 hay una diferencia considerable (\$6.045.200) que no se puede pasar por alto al momento de tomar la decisión de licitar el presupuesto que alberga los servicios internos. Aumentando la posibilidad de que el proyecto sea aplicable en la institución educacional.

BIBLIOGRAFÍA

Aranguiz, Andres. 2017. Gestión del mantenimiento. Viña del Mar : s.n., 2017.

Baldi, Carlos. 2016. Ciclo de gestión del mantenimiento. *Criterios de evaluación*. Viña del Mar : s.n., 2016.

Moreno, David Juan Valencia. 2005. AMEF Análisis de modo y efecto de fallas potenciales. *Análisis de modo y efecto de fallas potenciales*. [En línea] 1 de 9 de 2005. <https://www.gestiopolis.com/amef-analisis-modo-efecto-fallas-potenciales/>.

Moubray, John. 2004. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. s.l. : Aladon Ltd, 2004. págs. 56-84; 113-144; 202-215.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis FMECA realizado a equipos críticos del taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

Anexo 2: Planificación mantención de equipos críticos en el taller mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

Anexo 3: Pauta de trabajo completa para mantención de equipos críticos a taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

Anexo 4: Chek List completo para mantención de equipos críticos a taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

Anexo 1: Análisis FMECA realizado a equipos críticos del taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

ACTIVO EQUIPOS CRITICOS DEL TALLER, UBICADOS EN EL ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL "LICEO INDUSTRIAL OSCAR CORONA BARAHONA"									
Datos del equipo			Falla funcional, Modo de fallas, Síntomas			Análisis de criticidad (NPR)			
Equipo	Criticidad del proceso	Características del equipo	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla	Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	Nº de prioridad de riesgo
			Falla funcional	1.Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación	3	4	3	36
				2.Atascamiento por superficie de bancada prismatica con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso	3	4	3	36
				3.Atascamiento por paso de cremallera dañada	1.No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
				4.Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	1. Mal acabado superficial	8	6	5	240
				Dificultad para avance de carro principal	1.No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
					1. Roce entre polea y correa				
					1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correa de transmision	5	6	5	150
					1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240
					1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240
				Husillo principal sin movimiento					

Jerarquizacion de modos de falla	Jerarquización en orden de riesgo				Falla funcional	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de				Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Predictivo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						H	S	E	O	H1	H2	H3	S1	S2				S3	H4	H5	S4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1.Conexion electrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S			N	N	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

		Mecanizar 100 piezas de acero al carbono SAE 1020 y/o vellón por actividad planificada por el profesor, mediante los procesos de retornado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.	Carro orientable no se fija	1. Conexión eléctrica defectuosa	1. Inestabilidad de corriente eléctrica	9	5	7	315						
				2. Final de carrera del pedal en mal estado	1. No operatividad del freno de emergencia	10	3	10	300						
				Sistema de fijación de porta herramienta no se ajusta	1. Rosca desgastada	1. Mal ajuste en el porta herramienta	9	6	3	162					
Torno mecanico CY 6250B/1500	Critico		Carro orientable no se mueve	1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento		8	7	1	56						

1. Rosca de apriete rodada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se fija	S	N	N	S	N	S					Corregir paso de hilos dañados.		
2. Alascamiento por poleas dañadas	6	5	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S					Cambio de polea.		
3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S					Cambio de correas.		
Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S					Cambio de aceite y del sistema de embrague.		
Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S					Reajustar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.		

			Sin presión en sistema de refrigeración	Impulsor atascado	1. No hay flujo de líquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor eléctrico con sobrecarga.	3	5	3	45	Cono interior pínola desgastada
			Bomba no cebada		1. No hay flujo de líquido refrigerante. 2. Trabajo en vacío de la bomba.	3	8	3	72	Bomba no cebada
				Mecanismo de cambio de marcha roto	1. Limitación al uso de 1 sola marcha.	8	5	3	120	Sistema trabado por suciedad
			Imposibilidad de cambiar la marcha	Mecanismo de cambio desajustado	1. Dificultad para el cambio de marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. Ruido excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura.	8	5	3	120	1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento
				Ruidos excesivos	1. Aumento de vibraciones. 2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por microsoldadura.	6	7	5	210	Impulsor atascado
				Perforaciones desviadas del centro de rotación		8	5	3	120	1. Bajo avance de carro principal
			Pínola no avanza		1. Proceso de mecanizado mal ejecutado.					
				Sistema trabado por suciedad	1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal móvil.	4	6	3	72	2. Atascamiento por superficie de bancada prismática con deformaciones
			Elementos montados en pínola no se ajustan	Cono interior pínola desgastada	1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal móvil. 2. Pieza torneada con acabos deficientes.	4	4	6	96	Bajo nivel del fluido de corte

Como interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se ajustan	S	N	N	S	N	S				Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.	Cebear bombar.	
Bomba no cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S					
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pínola no avanza	S	N	N	S	N	N	S				Limpieza interna de cabezal móvil	
1. Exceso de vitula en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	S					
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N	S				Cambiar impulsor.		
1 Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S				Lubricación periódica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo sinfín, inspección a ruedas dentadas, lubricar sistema de movimiento por engranaje.	
2. Atrascamiento por superficie de bancada prismática con deformaciones	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S				Inspección de paralelismo de la bancada.	
Bajo nivel del fluido de corte	7	3	1	21	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S				Reellenar fluido de corte periódicamente.	

Mecanizar 100 piezas de acero al carbono SAE 1020 y/o teñón por actividad planificada por el profesor,	Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación	3	4	3	36
		2. Atascamiento por superficie de bancada prismatica con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso	3	4	3	36
		3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	1.No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
		4. Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	1. Mal acabado superficial	8	6	5	240
		1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas	1.No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
		2. Atascamiento por poleas dañadas	1. Roce entre polea y correa	6	5	5	150
		3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correa de transmision	5	6	5	150
		4. Rotura de eje principal	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240
		5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240
		1. Rosca desgastada	1. Mal ajuste en el porta herramienta	9	6	3	162
		1. Rosca de apriete rodada	1. Mal ajuste en carro orientable. 2. Imposibilidad de realizar un correcto mecanizado.	9	6	3	162
		1. Exceso de vñtura en la zona de deslizamiento	1. Imposibilidad de ejecutar el mecanizado.	8	7	1	56

1. Conexión eléctrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S			N	N	S					Cambiar contactor y cables.	
2. Final de carrera del pedal en mal estado	10	3	10	300	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S			N	N	S					Cambiar final de carrera.	
4. Atrascamiento por baja lubricación en eje patón	8	6	5	240	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Lubricación periódica	
4. Rotura de eje principal	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambiar eje principal.	
5. Rotura de claveta de eje principal-rueda dentada	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	N				N	S						Cambiar claveta.	
Rodamientos desgastados	6	7	5	210	Alto riesgo de falla	Ruidos excesivos	N				N	N	S					Cambiar rodamientos.	
3. Atrascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	S						Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Atrascamiento por ruedas dentadas dañadas	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	Repasar hilos internos.
1. Rosca desgastada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Sistema de fijación de porta herramienta no se ajusta	S	N	N	S	N	N	S						
3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambio de correas.	
Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S						Cambio de aceite y del sistema de embrague.	
Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S						Realizar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.	

Torno mecanico IMDR	Critico	mediante los procesos de refrigerado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.					
	Sin presion en sistema de refrigeración	Bajo nivel del fluido de corte	1. Mal acabado superficial 2. Perdida de filo en herramienta de corte	7	3	1	21
		Impulsor atascado	1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor electrico con sobrecarga.	3	5	3	45
		Bomba no cebada	1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Trabajo en vacio de la bomba.	3	8	3	72
		Mecanismo de cambio de marcha roto	1. Limitación al uso de 1 sola marcha.	8	5	3	120
		Imposibilidad de cambiar la marcha	1. Dificultad para el cambio de marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. Roco excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura.	8	5	3	120
		Ruidos excesivos	1. Aumento de vibraciones. 2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por microsoldadura.	6	7	5	210
		Perforaciones desviadas del centro de rotación	Cabezal movil desajustado	1. Proceso de mecanizado mal ejecutado.	8	5	3
	Piríola no avanza	Sistema trabado por suciedad	1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal movil.	4	6	3	72

Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del centro de rotación	S	N	N	S	N	N	S					Respetar fuerza de fijación	
Como interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se ajustan	S	N	N	S	N	S					Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.		
Bombazo cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S					Debar bombazo.	
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pínola no avanza	S	N	N	S	N	N	S					Limpieza interna de cabezal móvil	
1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	S					Limpiar periódicamente	
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N	S					Cambiar impulsor.		
1. Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Lubricación periódica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo sinfin, inspección a ruedas dentadas, lubricar sistema de movimiento por engranaje.	
2. Ascaramiento por superficie de bancada prismática con deformaciones	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Inspección de paralelismo de la bancada.	

Dificultad para avance de carro principal	1. Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación	3	4	3	36
	2. Atascamiento por superficie de bancada prismatica con deformaciones	1. Mecanizado deficiente	3	4	3	36
	3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	1. No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
	4. Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	1. Mal acabado superficial	8	6	5	240
	1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas	1. No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
	2. Atascamiento por poleas dañadas	1. Roce entre poleas y correa	6	5	5	150
	3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correas de transmision	5	6	5	150
	4. Rotura de eje principal	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240
	5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240
	1. Rosca desgastada	1. Mal ajuste en el porta herramienta	9	6	3	162

1. Conexion electrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S			N	N	S					Cambiar contactor y cables.	
2. Final de carrera del pedal en mal estado	10	3	10	300	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S			N	N	S					Cambiar final de carrera	
4. Atrascamiento por baja lubricacion en eje patron	8	6	5	240	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Lubricación periódica	
4. Roura de eje principal	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambiar eje principal.	
5. Roura de chaveta de eje principal- rueda dentada	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	N				N	S						Cambiar chaveta.	
Rodamientos desgastados	6	7	5	210	Alto riesgo de falla	Ruidos excesivos	N				N	N	S					Cambiar rodamientos.	
3. Atrascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	S						Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Atrascamiento por ruedas dentadas dañadas	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Rosca desgastada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Sistema de fijacion de porta herramienta no se ajusta	S	N	N	S	N	N	S					Repasar hilos internos.	
3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambio de correas.	

Torno mecanico Weissert Heibronn	Critico	acero al carbono SAE 1020 y/o teflón por actividad planificada por el profesor, mediante los procesos de refrentado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.	Carro orientable no se fija	1. Rosca de apriete rodada	1. Mal ajuste en carro orientable. 2. Imposibilidad de realizar un correcto mecanizado.	9	6	3	162
			Carro orientable no se mueve	1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	1. Imposibilidad de elevar el mecanizado.	8	7	1	56
			Bajo nivel del fluido de corte		1. Mal acabado superficial 2. Perdida de filo en herramienta de corte	7	3	1	21
			Impulsor atascado		1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor electrico con sobrecarga.	3	5	3	45
			Bomba no cebada		1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Trabajo en vacío de la bomba.	3	8	3	72
			Mecanismo de cambio de marcha roto		1. Limitación al uso de 1 sola marcha.	8	5	3	120
			Imposibilidad de cambiar la marcha	Mecanismo de cambio desajustado	1. Dificultad para el cambio de marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. Rozce excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura.	8	5	3	120
			Ruidos excesivos	Rodamientos desgastados	1. Aumento de vibraciones. 2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por microsoldadura.	6	7	5	210
			Perforaciones desviadas del centro de rotación	Cabezal movil desajustado		8	5	3	120

Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S					Cambio de aceite y del sistema de embrague.	
Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S					Reajustar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.	
Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del centro de rotación	S	N	N	S	N	N	S					Reapretar tuerca de fijación
Cono interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se ajustan	S	N	N	S	N	S					Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.	
Bomba no cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S					Cebat bombas.
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pínola no avanza	S	N	N	S	N	N	S					Limpieza interna de cabezal móvil
1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	S					Limpiar periódicamente
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N	S					Cambiar impulsor.	
1. Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Lubricación periódica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo sinfin, inspección a ruedas dentadas, lubricar sistema de movimiento por

Mecanizar 100 piezas de acero al carbono SAE 1020	Dificultad para avance de carro principal	1. Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación	3	4	3	36
		2. Atascamiento por superficie de bancada prismática con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso	3	4	3	36
		3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	1.No permite rotación del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminación de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
		4. Atascamiento por baja lubricación en eje patrón	1. Mal acabado superficial	8	6	5	240
	Husillo principal sin movimiento	1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas	1.No permite rotación del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminación de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
		2. Atascamiento por poleas dañadas	1. Roce entre polea y correa	6	5	5	150
		3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correa de transmisión	5	6	5	150
		4. Rotura de eje principal	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240
		5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240
	Sistema de fijación de porta herramienta no se ajusta	1. Rosca desgastada	1. Mal ajuste en el porta herramienta	9	6	3	162
Carro orientable no se fija		1. Mal ajuste en carro orientable. 2. Imposibilidad de realizar un correcto mecanizado.	9	6	3	162	

1. Conexión eléctrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S								Cambiar contactor y cables.	
2. Final de carrera del pedal en mal estado	10	3	10	300	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S								Cambiar final de carrera.	
4. Atrascamiento por baja lubricación en eje patón	8	6	5	240	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S			Lubricación periódica	
4. Rotor de eje principal	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S				Cambiar eje principal.	
5. Rotura de chaveta de eje principal- rueda dentada	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	N				N	S				Cambiar chaveta.	
Rodamientos desgastados	6	7	5	210	Alto riesgo de falla	Ruidos excesivos	N				N	N	S			Cambiar rodamientos.	
3. Atrascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	S				Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Atrascamiento por ruedas dentadas dañadas	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S				Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Rosca desgastada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Sistema de fijación de porta herramienta no se ajusta	S	N	N	S	N	N	S			Repasar hilos internos.	
3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S				Cambio de correas.	
Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S				Cambio de aceite y del sistema de embrague.	

Torno mecanico Dilono	Critico	y/o refilón por actividad planificada por el profesor, mediante los procesos de refrigerado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.	Carro orientable no se mueve	1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	1. Imposibilidad de ejecutar el mecanizado.	8	7	1	56		
			Bajo nivel del fluido de corte		1. Mal acabado superficial 2. Pérdida de filo en herramienta de corte	7	3	1	21		
					1. No hay flujo de líquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor eléctrico con sobrecarga.	3	5	3	45		
			Sin presión en sistema de refrigeración	Impulsor atascado							
			Bomba no cebada		1. No hay flujo de líquido refrigerante. 2. Trabajo en vacío de la bomba.	3	8	3	72		
			Imposibilidad de cambiar la marcha	Mecanismo de cambio de marcha roto	1. Limitación al uso de 1 sola marcha.	8	5	3	120		
				Mecanismo de cambio desajustado	1. Dificultad para el cambio de marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. P roce excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura.	8	5	3	120		
			Ruidos excesivos	Fodamientos desgastados	1. Aumento de vibraciones. 2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por microsoldadura.	6	7	5	210		
Perforaciones desviadas del centro de rotación	Cabezal móvil desajustado	1. Proceso de mecanizado mal ejecutado.	8	5	3	120					

Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S				Reajustar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.	
Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del centro de rotación	S	N	N	S	N	N	S			Reapretar tuerca de fijación	
Como interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se ajustan	S	N	N	S	N	S				Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.	
Bomba no cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S			Cebat bombas.	
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pínola no avanza	S	N	N	S	N	N	S			Limpieza interna de cabezal móvil	
1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	S			Limpiar periódicamente	
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N	S				Cambiar impulsor.	
1.Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S			Lubricación periódica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo sin fin, inspección a ruedas dentadas, lubricar sistema de movimiento por engranaje.	

Mecanizar 100 piezas de acero al carbono SAE 1020 y/o teflón por actividad planificada por el profesor.	Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal	1.Molestias de roce en operación	3	4	3	36
		2. Atascamiento por superficie de bancada prismática con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso	3	4	3	36
		3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	1.No permite rotación del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminación de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
		4. Atascamiento por baja lubricación en eje patrón	1. Mal acabado superficial	8	6	5	240
	Husillo principal sin movimiento	1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas	1.No permite rotación del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminación de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
		2. Atascamiento por poleas dañadas	1. Roce entre polea y correa	6	5	5	150
		3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correa de transmisión	5	6	5	150
		4. Rotura de eje principal	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240
	Sistema de fijación de porta herramienta no se ajusta	5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240
		1. Rosca desgastada	1. Mal ajuste en el porta herramienta	9	6	3	162
	Carro orientable no se fija	1. Rosca de apriete rodada	1. Mal ajuste en carro orientable. 2. Imposibilidad de realizar un correcto mecanizado.	9	6	3	162

1.Conexion electrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S								Cambiar contactor y cables.	
2.Final de carrera del pedal en mal estado	10	3	10	300	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S		N	N	S				Cambiar final de carrera.	
4. Atrascamiento por baja lubricacion en eje patón	8	6	5	240	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S			Lubricación periódica	
4. Rotura de eje principal	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S				Cambiar eje principal.	
5. Rotura de chaveta de eje principal- rueda dentada	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	N				N	S				Cambiar chaveta.	
Rodamientos desgastados	6	7	5	210	Alto riesgo de falla	Ruidos excesivos	N				N	N	S			Cambiar rodamientos.	
3. Atrascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	S				Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Atrascamiento por ruedas dentadas dañadas	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S				Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1.Rosca desgastada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Sistema de fijacion de porta herramienta no se ajusta	S	N	N	S	N	N	S			Repasar hilos internos.	
3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S				Cambio de correas.	
Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S				Cambio de aceite y del sistema de embrague.	

Torno mecanico COSA	Critico	planificas por el profesor, mediante los procesos de referentado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.	Cano orientable no se mueve	1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	1. Imposibilidad de ejecutar el mecanizado.	8	7	1	56
	Sin presion en sistema de refrigeración	Bajo nivel del fluido de corte	Impulsor atascado		1. Mal acabado superficial 2. Perdida de filo en herramienta de corte	7	3	1	21
					1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor electrico con sobrecarga.	3	5	3	45
			Bomba no cebada		1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Trabajo en vacio de la bomba.	3	8	3	72
					1. Limitación al uso de 1 sola marcha.	8	5	3	120
		Imposibilidad de cambiar la marcha	Mecanismo de cambio de marcha roto		1. Dificultad para el cambio de marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. Roco excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura.	8	5	3	120
					1. Aumento de vibraciones. 2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por microsoldadura.	6	7	5	210
	Ruidos excesivos	Rodamientos desgastados							
	Perforaciones desviadas del centro de rotación	Cabezal móvil desajustado			1. Proceso de mecanizado mal ejecutado.				
						8	5	3	120
	Píndola no avanza	Sistema trabado por suciedad			1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal móvil.	4	6	3	72

Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S				Reajustar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.	
Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del centro de rotación	S	N	N	S	N	N	S			Reapretar tuercas de fijación	
Cono interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se ajustan	S	N	N	S	N	S				Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.	
Bomba no cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S			Cebbar bomba.	
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pínola no avanza	S	N	N	S	N	N	S			Limpieza interna de cabezal móvil	
1. Exceso de vitrea en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	S			Limpiair periódicamente	
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N	S				Cambiar impulsor.	
1.Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S			Lubricación periodica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo sinfin, inspección a ruedas dentadas, lubricar sistema de movimiento por engranaje.	
2. Atascamiento por superficie de bancada prismatica con deformaciones	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S			Inspección de paralelismo de la bancada.	

Mecanizar 100 piezas de	Husillo principal sin movimiento	Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación	3	4	3	36	-
			2. Atascamiento por superficie de bancada prismática con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso	3	4	3	36	-
			3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	1.No permite rotación del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminación de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180	-
			4. Atascamiento por baja lubricación en eje patrón	1. Mal acabado superficial	8	6	5	240	-
		Husillo principal sin movimiento	1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas	1.No permite rotación del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminación de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180	-
			2. Atascamiento por poleas dañadas	1. Roce entre polea y correa	6	5	5	150	-
			3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correa de transmisión	5	6	5	150	-
			4. Rotura de eje principal	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240	-
		Freno de emergencia no responde	5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240	-
			1. Conexión eléctrica defectuosa	1. Inestabilidad de corriente eléctrica	9	5	7	315	-
		Freno de emergencia no responde	2. Final de carrera del pedal en mal estado	1. No operatividad del freno de emergencia	10	3	10	300	-

1. Conexión eléctrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S									Cambiar contactor y cables.	
2. Final de carrera del pedal en mal estado	10	3	10	300	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S			N	N	S				Cambiar final de carrera.	
4. Atrascamiento por baja lubricación en eje patrón	8	6	5	240	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S				Lubricación periódica	
4. Rotura de eje principal	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S					Cambiar eje principal.	
5. Rotura de chaveta de eje principal- rueda dentada	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	N				N	S					Cambiar chaveta	
Rodamientos desgastados	6	7	5	210	Alto riesgo de falla	Ruidos excesivos	N				N	N	S				Cambiar rodamientos.	
3. Atrascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	S					Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Atrascamiento por ruedas dentadas dañadas	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S					Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Rosca desgastada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Sistema de fijación de porta herramienta no se ajusta	S	N	N	S	N	N	S				Repasar hilos internos.	
1. Rosca de apriete rodada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se fija	S	N	N	S	N	S					Corregir paso de hilos dañados.	
2. Atrascamiento por poleas dañadas	6	5	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S					Cambio de polea.	

Torno mecanico SKAND	Critico	perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.	Sistema de fijacion de porta herramienta no se ajusta Carro orientable no se fija Carro orientable no se mueve Sin presion en sistema de refrigeración Imposibilidad de cambiar la marcha Ruidos excesivos Perforaciones desviadas del centro de rotación Píñola no avanza Elementos montados en píñola no se ajustan	1.Rosca desgastada 1. Rosca de apriete rodada 1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento Bajo nivel del fluido de corte Impulsor atascado Bomba no cebada Mecanismo de cambio de marcha roto Mecanismo de cambio desajustado Rodamientos desgastados Cabezal movil desajustado Sistema trabado por suciedad Cono interior píñola desgastada	1. Mal ajuste en el porta herramienta 1. Mal ajuste en carro orientable. 2. Imposibilidad de realizar un correcto mecanizado. 1. Imposibilidad de ejecutar el mecanizado. 1. Mal acabado superficial 2. Perdida de filo en herramienta de corte 1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor electrico con sobrecarga. 1. No hay flujo de liquido refrigerante. 2. Trabajo en vacio de la bomba. 1. Limitación al uso de 1 sola marcha. 1. Dificultad para el cambio de marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. Roco excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura. 1. Aumento de vibraciones. 2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por microsoldadura. 1. Proceso de mecanizado mal ejecutado. 1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal movil. 1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal movil. 2. Pieza torneada con acabos deficientes.	9 9 8 7 3 3 8 5 3 8 5 3 3 5 3 3 4 6 4 4	6 6 7 3 5 3 8 5 3 5 3 3 5 3 3 3 6 6 4 4	3 3 1 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 6 3 3 6	162 162 56 21 45 72 120 120 210 120 72 96
-------------------------	---------	---	--	--	--	---	---	---	---

3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S					Cambio de correas.		
Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S					Cambio de aceite y del sistema de embrague.		
Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S					Reajustar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.		
Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del cambio de rotación	S	N	N	S	N	N	S					Reapretar tuercas de fijación	
Cono interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se sin presión en sistema de lubricación	S	N	N	S	N	S					Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.		
Bomba no cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Pinola no avanza	S	N	N	N	N	N	S					Cebat bomba.	
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pinola no avanza	S	N	N	S	N	N	S					Limpieza interna de cabezal móvil	
1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	S					Limpieza periódicamente	
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N	S					Cambiar impulsor.		
1. Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Lubricación periódica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo	
2. Atascamiento por superficie de bancada prismática con deformaciones	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Inspección de paralelismo de la bancada.	
Bajo nivel del fluido de corte	7	3	1	21	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S					Rellenar fluido de corte periódicamente.	

Torno mecanico SKAND	Critico	Mecanizar 100 piezas de acero al carbono SAE 1020 y/o teflón por actividad planificada por el profesor, mediante los procesos de refrigerado, cilindrado y perforado, para que el estudiante logre adquirir experiencia y conocimiento técnicos prácticos en el torno, el cual su accionamiento rotativo proviene desde el motor eléctrico.	Dificultad para avance de carro principal	1.Bajo avance de carro principal	1. Molestias de roce en operación	3	4	3	36
				2. Atascamiento por superficie de bancada prismatica con deformaciones	1. Mecanizado defectuoso 2.No permite rotacion del eje	3	4	3	36
				3. Atascamiento por paso de cremallera dañada	2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido.	6	6	5	180
				4. Atascamiento por baja lubricacion en eje patrón	4. Desgaste en paso de engrane 1. Mal acabado superficial	8	6	5	240
			Husillo principal sin movimiento	1. Atascamiento por ruedas dentadas dañadas	1.No permite rotacion del eje 2. Aumento de temperatura 3. Contaminacion de material desprendido. 4. Desgaste en paso de engrane	6	6	5	180
				2. Atascamiento por poleas dañadas	1. Roce entre poleas y correa	6	5	5	150
				3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	1. Aumento de vibraciones 2. Roce excesivo entre poleas y correas 3. Corte de correa de transmision	5	6	5	150
				4. Rotura de eje principal	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje no gira	8	3	10	240
				5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	1. No permite el funcionamiento del equipo 2. Eje principal no gira	8	3	10	240
				Sistema de fijacion de porta herramienta no se ajusta	1. Mal ajuste en el porta herramienta	9	6	3	162
				Carro orientable no se fija	1. Mal ajuste en carro orientable. 2. Imposibilidad de realizar un correcto mecanizado.	9	6	3	162
				Carro orientable no se mueve	1. Imposibilidad de ejecutar el mecanizado.	8	7	1	56
				1. Exceso de viruta en la zona de deslitzamiento	1. Mal acabado superficial 2. Perdida de filo en herramienta de corte	7	3	1	21
				Bajo nivel del fluido de corte					

1. Conexión eléctrica defectuosa	9	5	7	315	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no respondido	S	S										Cambiar contactor y cables.	
2. Final de carrera del pedal en mal estado	10	3	10	300	Alto riesgo de falla	Freno de emergencia no responde	S	S										Cambiar final de carrera.	
4. Atrascamiento por baja lubricación en eje patrón	8	6	5	240	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	S					Lubricación periódica	
4. Rotura de eje principal	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambiar eje principal.	
5. Rotura de chaveta de eje principal-rueda dentada	8	3	10	240	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	N				N	S						Cambiar chaveta.	
Rodamientos desgastados	6	7	5	210	Alto riesgo de falla	Ruidos excesivos	N				N	N	S					Cambiar rodamientos.	
3. Atrascamiento por paso de cremallera dañada	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	S						Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Atrascamiento por ruedas dentadas dañadas	6	6	5	180	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambiar ruedas dentadas y lubricar.	
1. Rosca desgastada	9	6	3	162	Alto riesgo de falla	Sistema de fijación de porta herramienta no	S	N	N	S	N	N	S					Repasar filos internos.	
3. Velocidad inadecuada por desgaste en correas tipo V	5	6	5	150	Alto riesgo de falla	Husillo principal sin movimiento	S	N	N	S	N	S						Cambio de correas.	
Mecanismo de cambio de marcha roto	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S						Cambio de aceite y del sistema de embrague.	
Mecanismo de cambio desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Imposibilidad de cambiar la marcha	S	N	N	S	N	S						Reajustar sistema, cambio de ruedas dentadas y cambio de aceite lubricante.	
Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del centro de rotación	S	N	N	S	N	N	S					Reapretar tuerca de fijación	

motor eléctrico.	Sin presión en sistema de refrigeración	Bajo nivel del fluido de corte	1. Mal acabado superficial 2. Pérdida de filo en herramienta de corte	7	3	1	21
		Impulsor atascado	1. No hay flujo de líquido refrigerante. 2. Aumento de temperatura. 3. Motor eléctrico con sobrecarga.	3	5	3	45
		Bomba no cebada	1. No hay flujo de líquido refrigerante. 2. Trabajo en vacío de la bomba.	3	8	3	72
		Mecanismo de cambio de marcha roto	1. Limitación al uso de 1 sola marcha. 2. Dificultad de acople entre ruedas dentadas. 3. Desgaste del paso de ruedas dentadas. 4. Aumento de vibraciones. 5. Contaminación de la zona por material desprendido. 6. Ruido excesivo de ruedas dentadas. 7. Aumento de temperatura.	8	5	3	120
	Imposibilidad de cambiar la marcha	Mecanismo de cambio desajustado	2. Desprendimiento de material desgastado. 3. Aumento de temperatura en el sistema. 4. Atascamiento de eje por	8	5	3	120
		Ruidos excesivos	Rodamientos desgastados	6	7	5	210
		Perforaciones desviadas del centro de rotación	Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120
	Píñola no avanza	Sistema trabado por suciedad	1. Proceso de mecanizado mal ejecutado. 1. Dificultad para ejecutar procesos de mecanizado que implican el uso del cabezal móvil.	4	6	3	72
	Elementos montados en píñola no se ajustan	Cono interior píñola desgastada	2. Pieza torneada con acabos deficientes.	4	4	6	96

Cabezal móvil desajustado	8	5	3	120	Alto riesgo de falla	Perforaciones desviadas del centro de rotación	S	N	N	S	N	N	S					Respetar tuerca de fijación	
Como interior pínola desgastada	4	4	6	96	Alto riesgo de falla	Elementos montados en pínola no se	S	N	N	S	N	S					Cambiar pínola o cambiar cabezal móvil.		
Bomba no cebada	3	8	3	72	Alto riesgo de falla	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	S					Cebiar bombas.	
Sistema trabado por suciedad	4	6	3	72	Alto riesgo de falla	Pínola no avanza	S	N	N	S	N	N	N	S				Limpieza interna de cabezal móvil	
1. Exceso de viruta en la zona de deslizamiento	8	7	1	56	Alto riesgo de falla	Carro orientable no se mueve	S	N	N	S	N	N	N	S				Limpiar periódicamente	
Impulsor atascado	3	5	3	45	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	N				N		S				Cambiar impulsor.		
1 Bajo avance de carro principal	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	N	S				Lubricación periódica a la bancada, inspección visual a la bancada, limpieza en la bancada, inspección a tornillo sinfín, inspección a ruedas dentadas, lubricar sistema de movimiento por inspección de paralelismo de la bancada.	
2. Ascaramiento por superficie de bancada piramética con deformaciones	3	4	3	36	Riesgo de falla medio	Dificultad para avance de carro principal	S	N	N	S	N	N	N	S				Rellenar fluido de corte periódicamente.	
Bajo nivel del fluido de corte	7	3	1	21	Riesgo de falla medio	Sin presión en sistema de refrigeración	S	N	N	N	N	N	N	S					

Anexo 2: Planificación mantención de equipos críticos en el taller mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

Planificación Mantención de equipos críticos en el taller mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?

- 1.1 Inspección eléctrica de motor eléctrico.
- 1.2 Inspección mecánica de motor eléctrico.
- 1.3 Inspección de poleas.
- 1.4 Cambio de correas.
- 1.5 Inspección de ruedas dentadas.
- 1.6 Lubricación de ruedas dentadas.
- 1.7 Cambio de ruedas dentadas.
- 1.8 Inspección del eje de plato principal.
- 1.9 Limpiar eje patrón.
- 1.10 Inspeccionar eje patrón.
- 1.11 Lubricar eje patrón.
- 1.12 Cambiar aceite de caja de velocidades.
- 1.13 Inspeccionar cremallera.
- 1.14 Limpiar bancada prismática.
- 1.15 Lubricar bancada prismática.

2. ¿Porque se debe realizar?

- 2.1 Mantención Preventiva sugerida.
- 2.2 Disminuir mantenciones correctivas.
- 2.3 Aumento disponibilidad del activo.

3. ¿Cuáles son las recomendaciones de Vendors o Especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?

- 2.1 Inspección de rutina al torno.
- 2.2 Inspección de bancada.
- 2.3 Lubricación de ruedas dentadas.
- 2.4 Mediciones de parámetros diarias.
- 2.5 Cambio de aceite a depósitos.

4. ¿Cómo se debe realizar el trabajo?

- 4.1 Cortar energía

-----Inspección eléctrica y mecánica del motor eléctrico-----

- 4.2 Bloqueo motor eléctrico.
- 4.3 Retirar tapa de caja de bornes.
- 4.4 Realizar mediciones de resistencia.
- 4.5 Retirar tapa de motor eléctrico.
- 4.6 Retirar rodamientos.
- 4.7 Desmontar eje.
- 4.8 Limpieza de eje.
- 4.9 Inspeccionar eje.
- 4.10 Cambio de rodamiento 6308
- 4.11 Montar rodamientos 6308
- 4.12 Montar eje.
- 4.13 Montar tapa de motor eléctrico.
- 4.14 Montar tapa de caja de bornes.
- 4.15 Retirar maniobras realizadas
- 4.16 Volver a montar el reductor a zona de trabajo

-----Inspección de poleas y cambio de correas-----

- 4.17 Bloqueo de motor.
- 4.18 Colocar componentes en posición segura (neutral).
- 4.19 Retirar pernos Allen N°6 de protección.
- 4.20 Retirar protección.
- 4.21 Inspeccionar poleas.
- 4.22 Inspeccionar elementos complementarios (rodamientos, montaje de motor y eje)
- 4.23 Retirar seguro seeger del eje.
- 4.24 Retirar polea.
- 4.25 Inspeccionar chaveta.
- 4.26 Inspeccionar canal chavetero.
- 4.27 Inspeccionar eje.
- 4.28 Retirar correa.
- 4.29 Montar chaveta.
- 4.30 Montar polea.
- 4.31 Montar correa.
- 4.32 Montar seguro seegers.
- 4.33 Montar protección.
- 4.34 Montar pernos Allen N°6 en protección.
- 4.35 Puesta en marcha.

-----Inspección, cambio y lubricación de ruedas dentadas -----

- 4.36 Bloqueo de equipo
- 4.37 Bloqueo de motor eléctrico

- 4.38 Colocar componentes en posición segura (neutral).
- 4.39 Retirar tornillos Allen N°6 de protección.
- 4.40 Retirar protección.
- 4.41 Inspección visual general de ruedas dentadas.
- 4.42 Retirar tuercas de seguridad de ruedas dentadas.
- 4.43 Retirar chaveta.
- 4.44 Retirar rueda dentada dañada.
- 4.45 Montar chaveta.
- 4.46 Montar rueda dentada nueva.
- 4.47 Montar tuerca de seguridad.
- 4.48 Lubricar ruedas dentadas.
- 4.49 Montar protección.
- 4.50 Montar tornillos Allen N°6 en protección.
- 4.51 Puesta en marcha.

-----Inspección, limpieza y lubricar eje patrón-----

-

- 4.52 Bloqueo de equipo.
- 4.53 Bloqueo de motor.
- 4.54 Limpiar tornillo patrón.
- 4.55 Inspeccionar paso del tornillo patrón.
- 4.56 Inspeccionar que no haya corrosión.
- 4.57 Inspeccionar que no tenga torsión.
- 4.58 Inspeccionar que no haya picaduras.
- 4.59 Lubricar tornillo patrón.
- 4.60 Energizar motor eléctrico
- 4.61 Desbloquear equipo.

-----Cambiar aceite de caja de velocidades-----

- 4.62 Bloqueo de equipo
- 4.63 Bloqueo de motor.
- 4.64 Retirar los 4 tornillos Allen N°6
- 4.65 Retirar tapa de depósito.
- 4.66 Retirar empaquetadura.
- 4.67 Quitar tapón del depósito para drenar aceite.
- 4.68 Inspeccionar el estado de elementos complementarios (ejes, ruedas dentadas y rodamientos).
- 4.69 Colocar tapón.
- 4.70 Llenar con aceite HELIX 20W50 hasta la mitad de la mirilla.
- 4.71 Colocar empaquetadura adecuada.
- 4.72 Montar tapa de depósito.
- 4.73 Fijar los 4 tornillos N°6.
- 4.74 Energizar motor eléctrico
- 4.75 Desbloquear equipo.

-----Limpiar, inspeccionar y lubricar bancada prismática-----

- 4.76 Bloqueo de equipo
- 4.77 Bloqueo de motor.
- 4.78 Limpiar bancada con una tira de tela o guaípe.
- 4.79 Inspeccionar que no haya corrosión.
- 4.80 Inspeccionar que no tenga torsión.
- 4.81 Inspeccionar que no haya picaduras.
- 4.82 Medir plenitud de bancada.
- 4.83 Lubricar con aceite.
- 4.84 Energizar motor eléctrico
- 4.85 Desbloquear equipo.

5. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?

- 5.1 Ninguna, solo pérdidas de tiempo por no tener los documentos apropiados, Se evitarán con pautas de trabajo y reuniones previas con los encargados de realizar las mantenciones pertinentes.

6. ¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los 700 eventos de la partida de PGP 2015, cuáles y como se evitarán?

- 6.1 No presenta eventos, el taller mecánico trabaja con mantenciones correctivas.

7. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

- 7.1 Verificar repuestos en bodega.
- 7.2 Retirar repuestos de bodega.
- 7.3 Verificar herramientas en buen estado.
- 7.4 Autorización firmada del equipo administrativo.
- 7.5 Realizar checklist de herramientas a utilizar.

8. ¿Cuándo se debe realizar?

- 8.1 En PGP 2021, enero.

9. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?

- 9.1 No.

10. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

- 10.1 No.

11. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

11.1 No.

12. ¿Qué repuestos se necesitan?

- Aceite lubricante SHELL HELIX 20W50 20 Lt
- Chaveta de eje 1 (c/u)
- Empaquetadura LOCTITE 515 1 (c/u)
- Rodamiento 6308 2 (c/u)
- Seguros Seegers o de retención 20 (c/u)
- Correa Tipo V 2(c/u)

13. ¿Qué herramientas se necesitan?

- Llaves Punta Corona 10,11,12,13,14,17,19,22,24,30,32,36,38,42,46 1
Por mec.
- Dados 10,11,12,13,14,17,19,22,24,30,32,36,38,42,46
1 Por mec.
- Termómetro infrarrojo 2
Unidades
- Destornillador punta plana 1
Por mec.
- Destornillador punta cruz 1
Por mec.
- Filler
1 Por mec.
- Alicate punta redonda 1
Por mec.
- Alicate corte de uña
1 Por mec.
- Alicate boca plana 1
Por mec.
- Alicate de seguros Seegers
1 Por mec.
- Linterna
2 Unidades
- Multitester
1 Unidad
- Llave Stilson 1
Por mec.
- Llave dinamométrica 1
Unidad
- Llave de chicharra 1
Por mec.

• Llave Allen métrica Por mec.	1
• Lainas o galgas Unidad	1
• Pie de metro Unidades	2
• Cuenta hilos Unidades	2
• Extractor de rodamiento Unidades	2
• Mazo de goma Unidades	2
• Destornillador de paleta Por mec.	1
• Destornillador de cruz mec.	1 Por
• Destornillador hexagonal elec.	1 Por
• Destornillador estrella elec.	1 Por
• Cincel mec.	1 Por
• Caimán Por mec.	1
• Guante de cabritilla por mec.	1 Par
• Manguito de fijación Unidad	1

14. **¿Qué equipos se necesitan?**

- Solo se utilizará el equipo de trabajadores.

15. **Indique (seleccione) ¿qué competencias técnicas requiere el trabajo?**

- 16.1 Hidráulica
- 16.2 Lubricación
- 16.3 Mecánica
- 16.4 Rodamientos
- 16.5 Empaquetaduras
- 16.6 Desmontaje y montaje de equipos mecánicos.
- 16.7 Cambio de engranajes.
- 16.8 Empaquetaduras
- 16.9 Cambio de correas.
- 16.10Mecanizado de piezas.
- 16.11Máquinas y herramientas.
- 16.12Metrología.

16. ¿Qué servicios se requieren contratar?

17.1 No se contratará ningún servicio de mantención.

17. ¿Quién o quiénes realizarán el trabajo?

18.1 Empresas de mantenciones externas con apoyo de profesores.

18. ¿Quién será el responsable del trabajo?

- 19.1 Coordinador : Matias Nicolas Aros Pizarro
- 19.2 Jefe de Mantención:
- 19.3 Supervisor EESS :
- 19.4 Analista Sintomático :
- 19.5 Prevencionista Riesgo :
- 19.6 Encargado Operaciones :

19. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

- 20.1 Entregando toda la información recopilada en formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List y Planos a los equipos de trabajo.
- 20.2 Analizar planificación de trabajo junto a trabajadores encargados de las mantenciones.

20. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

- 21.1 Tiempo Disponible:
 - Inicio : lunes 4 de enero 2021.
 - Termino : lunes 1 de marzo 2021.
 - Días :
 - Horas :
 - Turnos :

21. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

22.1 Día.

22. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

23.1 Mantenión Tornos del taller mecánico: 2 Mecánico + 2 ayudante de mecánico + 1 Eléctrico + 1 Supervisor.

23. ¿Cómo se recepcionará el trabajo?

24.1 Mantenión Mecánica de tornos: Check List Recepción Equipo

24. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1 Mecanizados básicos: Refrentado, Cilindrado y perforación.

25. ¿Quién o quiénes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico encargado de la mantención.

26. ¿Realice un análisis de riesgo de esta actividad (what if)?

- 27.1 Qué pasa si no se encuentra aceite lubricante para caja de cambios:
- Buscar un aceite sustituto con características similares al que se utiliza.
 - Comprar de inmediato.
- 27.2 Qué pasa si los engranajes están con desgaste:
- Cambiar engranajes.
 - Analizar el tipo de desgaste.
 - Buscar el motivo del desgaste.
 - Verificar si se encuentra el engranaje en bodega.
- 27.3 Qué pasa si las correas están con desgaste:
- Cambiar correa.
 - Buscar motivo de desgaste.
- 27.4 Qué pasa si la bancada se encuentra con suciedad.
- Limpiar bancada.
 - Buscar el motivo de suciedad.
 - Verificar paralelismo.
 - Lubricar.

27. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

28.1 Pauta de Trabajo.

28.2 Check list de Recepción.

28. Instrucciones de Seguridad

29.1 La empresa deberá ser regida por la documentación de resguardo para el trabajador (AST) junto con eso deben ser acompañados por un profesional de la prevención.

29. Temas Pendientes:

- 30.1 Revisar repuestos en bodega.
- 30.2 Reposición de stock repuestos de los tornos.

30. Referencias:

- 31.1 Profesores con mayor experiencia en el area.
- 31.2 Apoyo con referencias de internet.

Anexo 3: Pauta de trabajo completa para mantención de equipos críticos a taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

Pauta de Trabajo - Mantenión Torno mecánico						
Conexión electrica defectuosa						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energia	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar los 4 tornillos de tapa de protección	Mant. Eléctrico				
4	Inspeccion visual de contactores	Mant. Eléctrico				
5	Inspeccion visual de cables	Mant. Eléctrico				
6	Medir continuidad	Mant. Eléctrico				
7	Medir resistencias	Mant. Eléctrico				
8	Energizar	Mant. Eléctrico				
9	Medir corriente	Mant. Eléctrico				
10	Medir voltaje	Mant. Eléctrico				
11	Instalar los 4 tornillos de tapa de protección	Mant. Eléctrico				
12	Desbloquear motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
		Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantencion	Firma Jefe Mantencion		

Pauta de Trabajo - Mantenión Torno mecánico						
Atascamiento por baja lubricación en eje patron						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Desenergizar equipo	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Mecánico				
3	Limpiar eje con guaípe	Mant. Mecánico				
4	Limpiar eje con solvente	Mant. Mecánico				
5	Aceitar eje con HELIX 20W50	Mant. Mecánico				
6	Desbloquear motor eléctrico	Mant. Mecánico				
7	Energizar	Mant. Eléctrico				
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
		Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención		

Pauta de Trabajo - Mantenición Torno mecánico						
Rodamientos desgastados						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar pernos allen N°6 de protección.	Mant. Mecánico				
4	Retirar seguro seeger del eje.	Mant. Mecánico				
5	Retirar chaveta.	Mant. Mecánico				
6	Retirar polea	Mant. Mecánico				
7	Retirar correa.	Mant. Mecánico				
8	Desmontar tapa de eje principal	Mant. Mecánico				
9	Desmontar casquillo de eje principal	Mant. Mecánico				
10	Desencajar embrague	Mant. Mecánico				
11	Desmontar rodamiento	Mant. Mecánico				
12	Montar rodamientos	Mant. Mecánico				
13	Montar casquillo de eje principal	Mant. Mecánico				
14	Montar tapa de eje principal	Mant. Mecánico				
15	Montar chaveta	Mant. Mecánico				
16	Montar polea	Mant. Mecánico				
17	Montar correa	Mant. Mecánico				
18	Montar pernos allen N°6	Mant. Mecánico				
19	Desbloquear motor electrico	Mant. Eléctrico				
20	Energizar	Mant. Eléctrico				
		Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantencion		Firma Jefe Mantencion	

[illegible]

Pauta de Trabajo - Mantenención Torno mecánico						
Atascamiento por ruedas dentadas dañadas						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar pernos allen N°6 de protección.	Mant. Mecánico				
4	Retirar seguro seeger del eje.	Mant. Mecánico				
5	Retirar chaveta.	Mant. Mecánico				
6	Retirar polea	Mant. Mecánico				
7	Retirar correa.	Mant. Mecánico				
8	Desmontar tapa de eje principal	Mant. Mecánico				
9	Desmontar casquillo de eje principal	Mant. Mecánico				
10	Desmontar rodamiento	Mant. Mecánico				
11	Desmontar Ruedas dentadas	Mant. Mecánico				
12	Retirar chaveta	Mant. Mecánico				
13	Montar chaveta	Mant. Mecánico				
14	Montar ruedas dentadas	Mant. Mecánico				
15	Montar rodamientos	Mant. Mecánico				
16	Montar casquillo de eje principal	Mant. Mecánico				
17	Montar tapa de eje principal	Mant. Mecánico				
18	Montar chaveta	Mant. Mecánico				
19	Montar polea	Mant. Mecánico				
20	Montar correa	Mant. Mecánico				
21	Montar pernos allen N°6	Mant. Mecánico				
22	Desbloquear motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
23	Energizar	Mant. Eléctrico				

Nombre y Firma responsable

Nombre y firma Supervisor Mantencion

Firma Jefe Mantencion

Pauta de Trabajo - Mantención Torno mecánico						
Mecanismo de cambio de marcha roto						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar pernos allen N°6 de protección.	Mant. Mecánico				
4	Retirar tapa de depósito.	Mant. Mecánico				
5	Retirar empaquetadura.	Mant. Mecánico				
6	Quitar tapón del depósito para drenar aceite.	Mant. Mecánico				
7	Desmontar embrague	Mant. Mecánico				
8	Colocar tapón	Mant. Mecánico				
9	Llenar con aceite HELIX 20W50 hasta la mitad de la mirilla.	Mant. Mecánico				
10	Colocar empaquetadura adecuada.	Mant. Mecánico				
11	Montar tapa de depósito.	Mant. Mecánico				
12	Fijar los 4 tornillos N°6.	Mant. Mecánico				
13	Desbloquear motor electrico	Mant. Eléctrico				
14	Energizar	Mant. Eléctrico				
		Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención		

Pauta de Trabajo - Mantención Torno mecánico						
Mecanismo de cambio de marcha desajustado						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar pernos allen N°6 de protección.	Mant. Mecánico				
4	Retirar tapa de depósito.	Mant. Mecánico				
5	Retirar empaquetadura.	Mant. Mecánico				
6	Quitar tapón del depósito para drenar aceite.	Mant. Mecánico				
7	Desmontar embrague	Mant. Mecánico				
8	Ajustar embrague	Mant. Mecánico				
9	Colocar tapón	Mant. Mecánico				
10	Llenar con aceite HELIX 20W50 hasta la mitad de la mirilla.	Mant. Mecánico				
11	Colocar empaquetadura adecuada.	Mant. Mecánico				
12	Montar tapa de depósito.	Mant. Mecánico				
13	Fijar los 4 tornillos N°6.	Mant. Mecánico				
14	Desbloquear motor electrico	Mant. Eléctrico				
15	Energizar	Mant. Eléctrico				
		Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención		

Pauta de Trabajo - Mantenimiento Torno mecánico						
Cabezal móvil desajustado						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Reapretar perno y tuerca de fijación	Mant. Mecánico				
4	Desbloquear motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
5	Energizar	Mant. Eléctrico				
			Nombre y firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención	

Pauta de Trabajo - Mantenimiento Torno mecánico						
Cono interior pinola desgastada						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar prisioneros de presión	Mant. Mecánico				
4	Girar volante en sentido contrario a la manecillas del reloj	Mant. Mecánico				
5	Retirar pinola desgastada	Mant. Mecánico				
6	Montar pinola nueva	Mant. Mecánico				
7	Ajustar prisioneros ejerciendo presión	Mant. Mecánico				
8	Desbloquear motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
9	Energizar	Mant. Eléctrico				
			Nombre y firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención	

Pauta de Trabajo - Mantenimiento Torno mecánico						
Bomba no cebada						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Cerrar válvula de descarga	Mant. Mecánico				
4	Retirar tapón de tubería de succión	Mant. Mecánico				
5	Llenar con líquido lubricante	Mant. Mecánico				
6	Montar tapón de tubería de succión	Mant. Mecánico				
7	Abrir válvula de descarga	Mant. Mecánico				
8	Desbloquear motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
9	Energizar	Mant. Eléctrico				
			Nombre y firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención	

Pauta de Trabajo - Mantenición Torno mecánico						
Sistema tapado por suciedad						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energia	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Retirar prisioneros de presión	Mant. Mecánico				
4	Girar volante en sentido contrario a la manecillas del reloj	Mant. Mecánico				
5	Retirar pinola	Mant. Mecánico				
6	Limpiar cilindro	Mant. Mecánico				
7	Montar pinola	Mant. Mecánico				
8	Ajustar prisioneros ejerciendo presión	Mant. Mecánico				
9	Desbloquear motor electrico	Mant. Eléctrico				
10	Energizar	Mant. Eléctrico				
			Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención	

Pauta de Trabajo - Mantenición Torno mecánico						
Exceso de viruta en la zona de deslizamiento						
Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha	
1	Cortar energía	Mant. Eléctrico				
2	Bloqueo de motor eléctrico	Mant. Eléctrico				
3	Limpiar bancada con brocha					
4	Limpiar bancada con solvente	Mant. Mecánico				
5	Aceitar bancada con HELIX 20W50	Mant. Mecánico				
6	Desbloquear motor electrico	Mant. Eléctrico				
7	Energizar	Mant. Eléctrico				
			Nombre y Firma responsable	Nombre y firma Supervisor Mantención	Firma Jefe Mantención	

Anexo 4: Chek List completo para mantención de equipos críticos a taller metal-mecánico del Liceo Industrial Oscar Corona Barahona.

[illegible][illegible]

