



Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Marítima

Anteproyecto De Trabajo De Titulación

Modalidad Proyecto Técnico

MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO EN EL TORNO PINACHO
SP 200R x 1000 UBICADO EN EL TALLER MECANICO DE LA CARRERA DE
INGENERIA MARITIMA.


Autores:

Reinoso Montesdeoca Frank Orlando

Serrano Enríquez Jordy Raphael

Tutor: Ing. Jonathan García Mejía

Manta-Ecuador Febrero 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ingeniería Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante Reinoso Montesdeoca Frank Orlando, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2 , cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO EN EL TORNO PINACHO SP 200R x 1000 UBICADO EN EL TALLER MECANICO DE LA CARRERA DE INGENERIA MARITIMA."

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.


Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 02 de Febrero de 2026.

Lo certifico,



Ingeniero Jonathan García Mejía
Docente Tutor
Área: Ingeniería

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ingeniería Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante Serrano Enriquez Jordy Raphael, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2 , cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO EN EL TORNO PINACHO SP 200R x 1000 UBICADO EN EL TALLER MECANICO DE LA CARRERA DE INGENERIA MARITIMA."

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 02 de Febrero de 2026.

Lo certifico,



Ingeniero Jonathan García Mejía
Docente Tutor
Área: Ingeniería

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura
Ingeniería Marítima

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Por medio del presente, certificamos que el trabajo de titulación bajo la modalidad de **Proyecto Técnico**, titulado:

“Mantenimiento correctivo y preventivo en el torno Pinacho SP 200Rx1000 ubicado en el taller mecánico de la carrera de Ingeniería Marítima”

Ha sido desarrollado en su totalidad por los estudiantes:


Reinoso Montesdeoca Frank Orlando

Serrano Enríquez Jordy Raphael

Bajo la **asesoría académica** del Ing. **Jonathan García Mejía**, cumpliendo con los lineamientos establecidos por la **Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí**.


Declaramos que el presente trabajo es **original** y producto de nuestra autoría intelectual. Asimismo, manifestamos que el contenido de este respeta los derechos de autor y la normativa vigente sobre propiedad intelectual, por lo que asumimos la responsabilidad ética y legal por la veracidad de la información y los resultados presentados.

En la ciudad de Manta, al día 20 del mes de febrero del año 2026.



Jordy Serrano Enríquez.

Autor



Frank Reinoso Montesdeoca.

Autor



Ing. Jonathan García Mejía.

Tutor

Contenido

TÍTULO	IX
ANTECEDENTES	IX
JUSTIFICACIÓN	X
PROPUESTA	XI
OBJETIVO GENERAL	XII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XII
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1 Fundamentos del mantenimiento industrial	1
1.1.1 Concepto y finalidad del mantenimiento	1
1.1.2 Sistema y Sistemas de Gestión en el Mantenimiento Industrial	1
1.1.3 Componentes del Sistema de Mantenimiento Industrial	2
<i>Equipos y Maquinaria</i>	2
<i>Personal de Mantenimiento</i>	2
<i>Herramientas y Equipos de Trabajo</i>	3
<i>Procesos de Mantenimiento</i>	4
1.1.4 Importancia del Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial	4
1.1.5 Ciclo de vida de los equipos industriales	4
<i>Instalación inicial</i>	5
<i>Operación normal</i>	5
<i>Desgaste progresivo</i>	5
<i>Declive y fallos frecuentes</i>	5
<i>Fin de vida útil</i>	6
1.2 Principales tipos de mantenimiento industrial	6
1.2.1 Mantenimiento Preventivo	6
1.2.2 Mantenimiento Correctivo	7
1.2.3 Comparación Cuantitativa entre el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo	8
<i>Costo Promedio por Intervención</i>	8
<i>Relación Inversión–Ahorro</i>	8
1.3 Otros tipos de mantenimiento Industrial	8
1.3.1 Mantenimiento Programado	8

1.3.2	Mantenimiento Reactivo	9
1.3.3	Mantenimiento Predictivo	9
1.3.4	Mantenimiento Basado en Condición (CBM)	10
1.3.5	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	10
1.3.6	Mantenimiento Autónomo	11
1.4	Aspectos clave en la gestión y seguridad del mantenimiento industrial ..	11
1.4.1	Herramientas de gestión de la calidad en Mantenimiento Industrial ..	12
	<i>El Análisis de Modo y Efecto de Fallo (FMEA)</i>	12
	<i>Análisis de los 5 Porqués</i>	12
	<i>Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Espina de Pescado)</i>	12
	<i>Mantenimiento Productivo Total (TPM)</i>	13
	<i>Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)</i>	13
	<i>Control Estadístico de Procesos (SPC)</i>	13
	<i>Metodología Six Sigma</i>	13
1.4.2	Normas ISO importantes en la Gestión del Mantenimiento	14
	<i>ISO 55001 – Sistemas de gestión, requisitos</i>	14
	<i>ISO 55002– Sistemas de gestión, directrices para la aplicación de la norma ISO 55001</i>	14
	<i>ISO 9001– Sistemas de gestión de calidad</i>	14
	<i>ISO 14001 – Sistema de gestión ambiental</i>	15
	<i>ISO 45001– Gestión de la seguridad y salud ocupacional</i>	15
	<i>ISO 31000– Gestión de riesgos</i>	15
	<i>ISO 14224– Recopilación e intercambio de datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos</i>	15
1.5	Que es y para qué sirve un torno	15
1.5.1	Funcionamiento y movimientos básicos en los tornos	16
1.5.2	Partes de un torno	16
1.5.3	Tipos de Tornos	18
1.6	Descripción técnica del torno PINACHO: Partes Principales y Funciones	
	21	
	<i>Caja Norton y conjunto cabezal</i>	21
	<i>Carro o torreta transversal</i>	22
	<i>Componentes adicionales</i>	23

1.6.1	Parámetros operativos del Pinacho SP 200XR-1000	24
	<i>Capacidad</i>	24
	<i>Cabezal</i>	24
	<i>Avances y pasos</i>	24
	<i>Carros</i>	25
	<i>Contrapunto</i>	25
	<i>Motores</i>	25
1.7	Experiencia Práctica en Mantenimiento de Tornos	25
1.7.1	Procedimientos y normas de seguridad en el mantenimiento de tornos 26	
1.7.2	Procedimientos Estandarizados de Mantenimiento	27
CAPITULO II: DISEÑO DEL PROYECTO		28
2.1	Inspección del Torno	28
2.1.2	Herramientas y elementos utilizados en el diagnóstico	28
2.1.3	Selector y mandos en la caja Norton	29
	<i>Estado Inicial del selector del cambio de velocidades</i>	29
	<i>Estado inicial de la caja Norton</i>	30
2.1.4	Guitarra MM	30
	<i>Inspección inicial del sistema de distribución</i>	30
2.1.5	Sistema de frenado de emergencia	31
	<i>Inspección inicial del freno electromagnético</i>	31
2.2	Preparación para la intervención	32
2.2.1	Revisión de normas de seguridad	32
2.2.2	Procedimientos previos al mantenimiento	32
2.2.3	Costos iniciales aproximados (Situación ideal)	33
CAPÍTULO 3: EJECUCIÓN DEL PROYECTO		35
3.1	Ejecución del Mantenimiento Preventivo	35
3.1.1	Cambio de las bandas de transmisión	35
	<i>Pasos de desmontaje</i>	35
	<i>Pasos de montaje</i>	35
3.1.2	Limpieza y lubricación de componentes	36
3.1.3	Pruebas de Funcionamiento	36

3.1.4	Resultados obtenidos del mantenimiento preventivo	37
3.2	Ejecución del mantenimiento Correctivo	38
3.2.1	Mecanismo Móvil de palanca de cambios	38
3.2.2	Desmontaje del Cabezal.....	39
	<i>Pasos para el desmontaje.....</i>	<i>39</i>
3.2.3	Reparación y remplazo de piñones rotos.....	39
3.2.4	Pruebas de funcionamiento y resultados obtenidos	40
3.3	Evaluación de Resultados.....	41
3.3.1	Comparación del estado antes y después del mantenimiento	41
3.3.2	Medición de mejoras en rendimiento, seguridad y operatividad	42
3.3.3	Observaciones y lecciones aprendidas	43
3.4	Costos de ejecución del mantenimiento	43
3.4.1	Materiales y repuestos utilizados.....	43
3.5.2	Mano de obra	45
3.5.3	Análisis de costo-beneficio.....	45
	Conclusiones.....	46
	Recomendaciones.....	47
	Anexo.....	1
	<i>Sistema Mecánico Y De Transmisión</i>	<i>1</i>
	<i>Frenos y Parada de Emergencia</i>	<i>4</i>
	<i>Sistema Eléctrico</i>	<i>4</i>
	Bibliografía	8

TÍTULO

Mantenimiento correctivo y preventivo en el torno Pinacho SP 200R x1000 ubicado en el taller mecánico de la carrera de ingeniería marítima.

ANTECEDENTES

El mantenimiento de equipos y herramientas de trabajo en el taller mecánico de la carrera de Ingeniería Marítima facultad es fundamental en la formación práctica de los estudiantes, ya que garantiza la operatividad y disponibilidad de estos equipos para el aprendizaje y enseñanza. Uno de los equipos más utilizados en el taller de la carrera es el torno Pinacho SP 200R x 1000, una máquina de precisión que permite el mecanizado de piezas mediante procesos de torneado, roscado, refrentado, entre otros.

A lo largo del tiempo, el torno ha recibido algunos trabajos de mantenimiento, aunque de manera poco constante y mayormente reactiva, es decir, solo cuando ya existía una falla evidente. En varias ocasiones se llevaron a cabo tareas simples como limpieza, engrase de piezas y pequeños ajustes; sin embargo, estas acciones no formaron parte de un plan preventivo organizado ni se realizaron con regularidad. Además, la ausencia de un registro técnico adecuado ha limitado la posibilidad de analizar las averías de forma sistemática y prevenir futuros fallos.

En el ámbito industrial y educativo, está comprobado que la

implementación de planes de mantenimiento preventivo permite alargar la vida útil de los equipos, reducir el tiempo de inactividad y mejorar la seguridad durante su operación. Existen manuales técnicos proporcionados por el fabricante que establecen pasos claros para llevar a cabo un mantenimiento preventivo.

Dado el papel esencial que cumple el torno en las actividades del taller mecánico de la carrera de Ingeniería Marítima y ahora en la tecnología de Metalmecánica, resulta necesario implementar medidas técnicas que permitan atender fallos cuando se presenten y, al mismo tiempo, prevenir su aparición. Estas acciones deben ajustarse a las condiciones reales del entorno, considerando los recursos disponibles y la intensidad de uso del equipo.

JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento se realiza con el propósito de atender una necesidad concreta en el ámbito académico y formativo de los estudiantes de la carrera Ingeniería Marítima y la tecnología de metalmecánica. La motivación principal surge por el interés de garantizar el óptimo funcionamiento de uno de los equipos fundamentales.

Este estudio es relevante debido a que el torno Pinacho SP 200R x 1000 constituye una herramienta esencial para la formación práctica en operaciones de mecanizado, siendo utilizado en la fabricación, reparación y ajuste de componentes mecánicos. Su uso continuo y en ocasiones intensivo o también la inactividad de la máquina, sin un plan de mantenimiento adecuado, puede ocasionar fallos que interrumpan las demostraciones prácticas, reduzcan la vida útil del equipo y aumenten los costos de reparación.

La factibilidad del trabajo es alta, ya que se cuenta con acceso directo al torno, herramientas de diagnóstico, manuales técnicos del fabricante, así como la colaboración del personal del taller y el respaldo de la institución.

El impacto esperado es significativo: se anticipa una mejora en la planificación del mantenimiento del equipo, una reducción de fallos imprevistos, y una mayor conciencia técnica por parte de los estudiantes respecto a la importancia del mantenimiento industrial. A mediano y largo plazo, este proyecto contribuirá a preservar la funcionalidad de los equipos del taller y a elevar la calidad del proceso educativo.

PROPUESTA

La presente propuesta tiene como finalidad mejorar las condiciones operativas del torno Pinacho SP 200R x 1000, ubicado en el taller mecánico de la carrera de Ingeniería Marítima. A través del desarrollo de este trabajo de titulación, se busca no solo reparar las fallas existentes en el equipo, sino también implementar un enfoque técnico que permita garantizar su funcionamiento continuo y seguro a lo largo del tiempo.

Para alcanzar este objetivo, se propone realizar en primera instancia un diagnóstico técnico detallado del torno, identificando las partes que presentan desgaste, desajustes o mal funcionamiento. Una vez determinado el estado general del equipo, se procederá a ejecutar las acciones necesarias para su recuperación, las cuales podrán incluir limpieza profunda, ajustes mecánicos, cambio de piezas desgastadas, lubricación de componentes móviles, mejoramiento estético y pruebas de funcionamiento.

Como parte complementaria de la intervención, se elaborará una guía técnica que contendrá los procedimientos básicos necesarios para conservar el equipo en óptimas condiciones. Esta guía incluirá instrucciones claras y accesibles sobre inspección rutinaria, recomendaciones de uso, técnicas de lubricación, ajustes periódicos, señalización de síntomas de fallas comunes y frecuencia de ejecución de tareas preventivas. Para ser utilizada por los estudiantes, docentes y técnicos.

Esta propuesta se pretende no solo resolver las fallas presentes en el torno, sino también contribuir de manera significativa al fortalecimiento del taller mecánico.

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el estado actual del torno Pinacho SP 200Rx1000 y realizar mantenimiento correctivo y preventivo para mejorar su rendimiento y disponibilidad operativa en el taller mecánico de la carrera de Ingeniería Marítima.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un análisis técnico del torno a través de inspecciones visuales y pruebas de funcionamiento.
2. Identificar fallas que afecten la operatividad del equipo.
3. Realizar mantenimiento correctivo y preventivo necesarios en el torno con base al análisis realizado.
4. Validar los resultados del mantenimiento mediante pruebas operativas.
5. Elaborar una guía técnica de mantenimiento preventivo que sirva como referencia para futuras intervenciones en el torno Pinacho SP 200XR-1000.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamentos del mantenimiento industrial

1.1.1 Concepto y finalidad del mantenimiento

El mantenimiento industrial es una herramienta fundamental para el buen funcionamiento de cualquier empresa de ámbito industrial ya que repercute directamente en su proceso productivo. Se trata de un aspecto muy importante a tener en cuenta en el desarrollo de cualquier proceso de producción sea cual sea el sector de actividad al que se dedique la empresa.

El mantenimiento industrial se puede definir como el conjunto de actividades necesarias para lograr un óptimo funcionamiento tanto de instalaciones, maquinaria y equipos como de los distintos espacios de trabajo que componen esas instalaciones industriales. También incluiría los trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento correcto y el buen estado de conservación del sistema productivo.

El objetivo final de un buen mantenimiento industrial es garantizar la producción en cualquier proceso industrial, su calidad y mantener un correcto funcionamiento de los equipos alargando su vida útil. (SEGUAS, s.f)

1.1.2 Sistema y Sistemas de Gestión en el Mantenimiento Industrial

En el mantenimiento industrial, un sistema se concibe como un conjunto organizado de recursos, actividades y procedimientos que interactúan entre sí con el fin de garantizar el correcto funcionamiento, la seguridad y la disponibilidad de los equipos e instalaciones de una organización. Este sistema permite prevenir fallas, detectar

oportunamente problemas y aplicar acciones correctivas y preventivas que aseguren la continuidad operativa y el logro de los objetivos empresariales.

1.1.3 Componentes del Sistema de Mantenimiento Industrial

Equipos y Maquinaria

Los equipos y la maquinaria representan los activos físicos fundamentales dentro del sistema de mantenimiento industrial. Estos elementos requieren inspecciones, ajustes y reparaciones periódicas para mantener su correcto funcionamiento. Un sistema de gestión de mantenimiento adecuado contribuye a prolongar la vida útil de los equipos, reducir tiempos de inactividad y garantizar un desempeño eficiente y seguro en los procesos productivos.



Imagen 1. Maquinaria Industrial

Personal de Mantenimiento

El personal de mantenimiento está conformado por técnicos, ingenieros y operarios capacitados que ejecutan las actividades de mantenimiento. Su experiencia y conocimientos técnicos son esenciales para la correcta aplicación de los planes de mantenimiento, la identificación de fallas y la toma de decisiones oportunas. Una gestión

adecuada del personal promueve la seguridad laboral, mejora la eficiencia operativa y fomenta una cultura de mejora continua dentro de la organización.



Imagen 2. Técnicos y Profesionales

Herramientas y Equipos de Trabajo

Las herramientas y equipos de mantenimiento incluyen instrumentos manuales, equipos de medición y sistemas de diagnóstico utilizados para realizar inspecciones, ajustes y reparaciones. La disponibilidad y el uso adecuado de estas herramientas permiten ejecutar las actividades de mantenimiento de manera precisa y segura, reduciendo errores, tiempos de intervención y riesgos laborales.



Imagen 3. Herramientas de trabajo

Procesos de Mantenimiento

Los procesos de mantenimiento comprenden un conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que aseguran el correcto funcionamiento del sistema. Estos procesos incluyen la planificación del mantenimiento, mediante la elaboración de cronogramas de mantenimiento preventivo y correctivo; la ejecución de las tareas programadas; el monitoreo del rendimiento de los equipos; y el análisis de datos relacionados con fallas y mantenimiento, lo que permite identificar tendencias, optimizar recursos y mejorar continuamente los resultados.

1.1.4 Importancia del Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial aporta beneficios significativos a la organización. Mejora la eficiencia operativa al optimizar el uso de recursos y reducir costos asociados a fallas imprevistas. Asimismo, garantiza condiciones de operación seguras, disminuyendo el riesgo de accidentes y protegiendo la salud de los trabajadores. Además, contribuye al cumplimiento de normativas técnicas y ambientales, mejora la calidad del servicio o producto final y fortalece la satisfacción del cliente.

(Ángel Febres, 2022)

1.1.5 Ciclo de vida de los equipos industriales

El ciclo de vida de un equipo industrial abarca todas las etapas por las que transita desde su concepción hasta su retiro definitivo del entorno operativo. Este concepto permite una mejor planificación, gestión y toma de decisiones sobre los recursos físicos de una empresa, maximizando su valor a lo largo del tiempo.

El objetivo de comprender y gestionar el ciclo de vida es optimizar la disponibilidad, confiabilidad y rentabilidad del equipo durante su vida útil, aplicando estrategias de mantenimiento adecuadas en cada etapa.

Instalación inicial

Según señala, (QUINTERO, 2025) “*Durante esta etapa, la máquina está completamente nueva, ofreciendo una gran capacidad operativa. Hacer un montaje adecuado asegura que el equipo inicie su operación en las condiciones óptimas*”. Además, es fundamental verificar que todos los componentes estén correctamente calibrados y que el personal esté capacitado para operar el equipo desde el primer día.

Operación normal

(MOBLEY, 2002) nos dice que “*En esta fase, la máquina trabaja con un rendimiento óptimo. Aquí es crucial realizar un mantenimiento preventivo periódico*”. Esto permite conservar la eficiencia operativa, evitar fallas inesperadas y prolongar la vida útil del equipo sin afectar la continuidad del proceso productivo.

Desgaste progresivo

“*Con el tiempo, los componentes comienzan a mostrar signos de desgaste debido al uso continuo*” (CHENGWANG, 2024). En esta etapa, es importante intensificar las inspecciones técnicas para detectar fallos incipientes y tomar medidas correctivas antes de que afecten la operación.

Declive y fallos frecuentes

“*Sin un adecuado mantenimiento, esta etapa puede llegar antes de lo esperado, aumentando los costos operativos*”. (RICARDO, 2024) Además, las interrupciones no planificadas pueden impactar negativamente en la productividad y comprometer la seguridad del equipo y del personal.

Fin de vida útil

“El equipo ya no es funcional o su reparación no resulta rentable, marcando la necesidad de reemplazarlo o adquirir uno nuevo” (MARUGÁN, 2024). En este punto, también se evalúan opciones de reciclaje, recuperación de componentes útiles o reinversión tecnológica según la criticidad del proceso.

1.2 Principales tipos de mantenimiento industrial

1.2.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se orienta a la prevención de fallas antes de que estas ocurran, mediante la ejecución planificada de actividades como inspecciones, limpiezas, lubricaciones, calibraciones, ajustes y reemplazos programados de componentes. Estas acciones se realizan siguiendo cronogramas definidos en función del tiempo de operación, lecturas de instrumentos de medición o recomendaciones del fabricante, lo que permite mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento, reducir el riesgo de averías inesperadas y mejorar la eficiencia operativa (FRACTTAL, 2024).

De manera general, el mantenimiento preventivo tiene como finalidad garantizar la continuidad del funcionamiento de los equipos, incrementar la seguridad del personal, optimizar el uso de recursos técnicos y económicos, y reducir los costos asociados a reparaciones de emergencia. Aunque puede implicar una inversión inicial y una planificación rigurosa, su aplicación sistemática genera beneficios técnicos y económicos sostenidos en el tiempo.

Ventajas	Desventajas
Reduce fallos inesperados mediante intervenciones programadas.	Puede resultar costoso a corto plazo por la inversión inicial.
Prolonga la vida útil de los equipos al mantenerlos en condiciones óptimas.	Requiere planificación, programación y seguimiento constante.

Mejora la eficiencia operativa y la seguridad del personal.	Puede generar mantenimiento innecesario si se aplica de forma rígida.
Permite planificar el tiempo de inactividad en horas no pico.	Presenta menor adaptabilidad a condiciones cambiantes del equipo.
Reduce los costos a largo plazo al evitar reparaciones mayores.	Puede requerir personal capacitado y entrenamiento especializado.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

1.2.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza después de que ocurre una falla o avería en el equipo, cuando esta no pudo ser prevista o planificada con anticipación. Su finalidad principal es restablecer la funcionalidad del equipo en el menor tiempo posible, permitiendo que el proceso productivo continúe. Este tipo de mantenimiento implica reparaciones inmediatas, sustitución de componentes dañados y, en muchos casos, costos no presupuestados relacionados con repuestos, mano de obra y tiempos prolongados de parada (ORS, 2011).

Ventajas	Desventajas
No requiere una infraestructura técnica compleja.	Genera paradas imprevistas del equipo.
Las soluciones a fallas suelen estar documentadas.	Presenta altos costos por reparaciones de emergencia.
Permite aprovechar al máximo la vida útil del equipo.	Afecta la continuidad del proceso productivo.
No requiere planificación elaborada a largo plazo.	Incrementa el riesgo de fallas repetitivas si no se analiza la causa raíz.
No exige la sustitución inmediata de equipos antiguos.	Puede comprometer la seguridad del personal y del entorno.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

1.2.3 Comparación Cuantitativa entre el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo

La comparación cuantitativa entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo permite evidenciar de manera objetiva las diferencias económicas y operativas existentes entre ambas estrategias de mantenimiento. A continuación, se presentan los principales indicadores comparativos.

Costo Promedio por Intervención

- **Mantenimiento correctivo:** El costo por cada intervención correctiva se sitúa generalmente entre USD 500 y USD 2 000 por falla, debido a la adquisición urgente de repuestos, horas extra del personal técnico y paradas imprevistas del equipo.
- **Mantenimiento preventivo:** El costo de una intervención preventiva suele ser inferior a USD 200 por servicio, ya que las actividades se encuentran planificadas y se ejecutan de manera sistemática.

Relación Inversión–Ahorro

Desde el punto de vista económico, el mantenimiento preventivo presenta una relación inversión beneficio altamente favorable. Diversos estudios indican que por cada dólar invertido en mantenimiento preventivo se evitan entre 3 y 5 dólares en gastos futuros asociados a reparaciones correctivas, repuestos de emergencia y pérdidas por paradas no planificadas.

1.3 Otros tipos de mantenimiento Industrial

1.3.1 Mantenimiento Programado

El mantenimiento programado forma parte del mantenimiento preventivo y consiste en la ejecución de tareas de mantenimiento dentro de periodos de tiempo

previamente definidos. Incluye inspecciones rutinarias, revisiones periódicas y paradas técnicas planificadas, lo que permite organizar adecuadamente los recursos y reducir la probabilidad de fallas inesperadas (Posts, 2025).

1.3.2 Mantenimiento Reactivo

El mantenimiento reactivo es la forma más básica del mantenimiento correctivo, en la cual se interviene el equipo únicamente después de que se ha producido la falla. Aunque puede ser adecuado para equipos de baja criticidad, su uso en sistemas esenciales incrementa los tiempos de inactividad y los costos de reparación (Wu, 2025).

1.3.3 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es un enfoque basado en la condición real del equipo, que permite anticipar el momento en que un componente puede fallar, con el fin de intervenirlo antes de que ocurra la avería. Según (García, 2009), “este tipo de mantenimiento se apoya en métodos de seguimiento y diagnóstico que identifican fallas o desgastes desde sus primeras señales, evitando daños mayores, interrupciones inesperadas y pérdidas económicas”.

Su finalidad es asegurar que los equipos mantengan un rendimiento adecuado, programando las intervenciones en el momento más conveniente, incluso cuando no existen indicios visibles de fallas, lo que lo convierte en un método técnico, ordenado y basado en datos reales.

Ventajas	Desventajas
Reduce costos de repuestos.	Alta inversión inicial.
Mayor confiabilidad del equipo.	Requiere personal calificado.
Disminuye el mantenimiento correctivo.	No aplicable a todas las empresas.
Reduce el tiempo de intervención.	Implementación tecnológica compleja.

Menor uso de recursos humanos.	Puede requerir analistas externos.
--------------------------------	------------------------------------

Tabla 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

1.3.4 Mantenimiento Basado en Condición (CBM)

El mantenimiento basado en condición es un componente del mantenimiento predictivo que se ejecuta considerando el comportamiento real del equipo durante su operación. No se basa en intervalos fijos, sino en indicadores que determinan si el activo está próximo a fallar o ya presenta deterioro (ContentTeam, 2024).

1.3.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- El Mantenimiento Productivo Total es una metodología originada en Japón que forma parte del enfoque Lean Manufacturing (Producir más con menos recursos, optimizando el flujo de trabajo y enfocándose en lo que el cliente realmente valora). Su objetivo es maximizar la eficiencia global de los equipos mediante la prevención de fallas, la eliminación de pérdidas y la participación activa de todo el personal (Medina, 2024).

Ventajas	Desventajas
Incrementa la productividad.	Requiere cambio cultural.
Involucra a todo el personal.	Implementación gradual y compleja.
Reduce desperdicios.	Alta inversión en capacitación.
Mejora la calidad del producto.	Necesita seguimiento constante.
Fomenta la mejora continua.	Compromiso organizacional total.

Tabla 4. Ventajas y desventajas del Mantenimiento productivo total

1.3.6 Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo es el primer pilar del TPM y se basa en la participación directa de los operadores en el cuidado básico de sus equipos, promoviendo el sentido de responsabilidad y la detección temprana de fallas (InfraspeakTeam, 2023).

1.4 Aspectos clave en la gestión y seguridad del mantenimiento industrial

La gestión del mantenimiento industrial comprende el conjunto de actividades orientadas a planificar, organizar, ejecutar y controlar las tareas de mantenimiento, con el fin de asegurar la continuidad operativa, la confiabilidad de los equipos y la seguridad en los procesos productivos. Una gestión adecuada permite optimizar el uso de los recursos disponibles, reducir fallas imprevistas y minimizar los impactos negativos sobre la producción.

Un aspecto fundamental dentro de la gestión del mantenimiento es la seguridad industrial, ya que las actividades de mantenimiento implican riesgos asociados a la manipulación de maquinaria, herramientas, sistemas eléctricos y componentes mecánicos. Por ello, es indispensable establecer procedimientos seguros, capacitar al personal técnico y aplicar normas de seguridad que prevengan accidentes laborales y daños a los equipos.

Asimismo, la correcta gestión del mantenimiento contribuye a la priorización de tareas, la programación eficiente de intervenciones y la reducción de tiempos de inactividad. Esto se logra mediante el análisis del estado de los activos, el registro histórico de fallas y la aplicación de criterios técnicos que permitan tomar decisiones oportunas, alineadas con los objetivos de la organización. (CMMS, 2021).

1.4.1 Herramientas de gestión de la calidad en Mantenimiento Industrial

La gestión del mantenimiento se apoya en herramientas que permiten organizar y documentar las tareas realizadas.

Según (FRACTTAL, 2024) algunas de las más relevantes incluyen:

El Análisis de Modo y Efecto de Fallo (FMEA)

FMEA es un enfoque sistemático para identificar y evaluar posibles modos de fallo en un diseño o proceso. Se clasifican en función de su impacto potencial, frecuencia y detectabilidad. La ventaja de utilizar FMEA es que permite a los equipos identificar problemas antes de que ocurran y aplicar soluciones preventivas. Su aplicación en mantenimiento industrial puede aumentar la confiabilidad, reducir los costes y mejorar la satisfacción del cliente. **(párr.2)**

Análisis de los 5 Porqués

La técnica de los 5 Porqués se centra en determinar la causa raíz de un problema mediante el planteamiento repetido de la pregunta "¿Por qué?". No se limita a tratar los síntomas, sino que busca comprender la esencia del problema. La aplicación de esta metodología en el mantenimiento industrial puede prevenir la recurrencia de fallas y establecer mejoras sustanciales en los procesos y equipos. **(párr.3)**

Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Espina de Pescado)

El Diagrama de Ishikawa se utiliza para visualizar y categorizar las causas posibles de un problema. Permite a los equipos de mantenimiento identificar y analizar múltiples factores que pueden estar contribuyendo a una falla o variación en el proceso. Al desglosar el problema en partes más pequeñas, la solución se vuelve más manejable y efectiva. Esto lleva a una mejor comprensión de los procesos y a la implementación de soluciones más efectivas. **(párr.4)**

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

TPM es una filosofía que busca la participación de todos los empleados en la mejora continua de los procesos de mantenimiento. A diferencia de los enfoques tradicionales, donde el mantenimiento es responsabilidad de un departamento específico, TPM integra a todos los empleados en el proceso de mantenimiento, promoviendo una cultura de responsabilidad y cooperación. Esto lleva a un aumento en la eficiencia, la calidad y la satisfacción del empleado. **(párr.5)**

Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)

Un GMAO es una herramienta de software que automatiza muchas de las tareas de planificación y seguimiento en el mantenimiento. Facilita la programación de trabajos, gestiona el inventario de piezas, y crea un registro histórico de mantenimiento. La adopción de un GMAO puede llevar a una mejora significativa en la eficiencia operacional, reduciendo tiempos de inactividad y aumentando la confiabilidad del equipo. **(párr.6)**

Control Estadístico de Procesos (SPC)

SPC se basa en la aplicación de técnicas estadísticas para monitorear y controlar un proceso. Ayuda a identificar variaciones en un proceso y permite tomar acciones correctivas antes de que se conviertan en problemas mayores. El SPC es fundamental en la industria moderna para garantizar que los procesos cumplan con los estándares de calidad, mejorando así la consistencia y reduciendo los costos de producción. **(párr.7)**

Metodología Six Sigma

Six Sigma es una metodología rigurosa y basada en datos que se centra en la mejora continua. Utiliza un enfoque estructurado para reducir la variabilidad y eliminar defectos en un proceso. La implementación de Six Sigma en mantenimiento

industrial puede llevar a niveles de calidad excepcionales, minimizando los defectos y mejorando la eficiencia general. (párr.8)

1.4.2 Normas ISO importantes en la Gestión del Mantenimiento

En el contexto educativo e industrial, el mantenimiento se rige por normativas que garantizan la calidad del servicio y la seguridad del personal.

ISO 55001 – Sistemas de gestión, requisitos

Es la norma central que define los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos. La gestión de activos no solo se refiere a la gestión física, sino que aborda también el ciclo de vida completo del activo, desde su adquisición, operación, mantenimiento, hasta su disposición.

ISO 55002– Sistemas de gestión, directrices para la aplicación de la norma ISO 55001

Brinda directrices y ejemplos para la aplicación de la ISO 55001. Ayuda a las organizaciones a comprender y aplicar sus cláusulas, además de proporciona información sobre técnicas y enfoques.

(Jean Rosales, 2023)

ISO 9001– Sistemas de gestión de calidad

Especifica los requisitos para un sistema de gestión de calidad (SGC). Sirve para ayudar a las organizaciones a asegurar que cumplen con las necesidades de sus clientes y otras partes interesadas, mediante la aplicación efectiva de su sistema, incluida la mejora continua del mismo y la garantía de conformidad con los requisitos del cliente y legales aplicables (Standardization., 2015).

ISO 14001 – Sistema de gestión ambiental

Con la identificación y gestión de los riesgos que se consigue con esta norma, se tiene en cuenta tanto la prevención de riesgos como la protección del medio ambiente, siguiendo la normativa legal y las necesidades socioeconómicas requeridas para su cumplimiento (ISO, ESGINNOVA GROUP, 2018)

ISO 45001– Gestión de la seguridad y salud ocupacional

Su objetivo principal es proporcionar un marco sólido que permita a las empresas identificar, evaluar y mitigar los riesgos laborales, garantizando así un entorno de trabajo seguro y saludable para los empleados. Se basa en un enfoque de mejora continua, alineando los objetivos de seguridad con la estrategia general de la empresa (ISO, UNIR, 2023)

ISO 31000– Gestión de riesgos

Es una norma internacional que proporciona principios y directrices para la gestión de riesgos. Describe un enfoque integral para identificar, analizar, evaluar, tratar, supervisar y comunicar los riesgos en toda la organización (Organisation, 2018)

ISO 14224– Recopilación e intercambio de datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos

Proporciona un marco para la recopilación y el análisis de datos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y mantenimiento (RAM) en sistemas y equipos industriales. (Standardization, 2025)

1.5 Que es y para qué sirve un torno

Según (HeLLer, 2021), un torno convencional es una máquina-herramienta capaz de mecanizar piezas cilíndricas, cónicas o helicoidales en materiales como metal, plástico

o madera, retirando material mediante una cuchilla u otras herramientas hasta obtener la forma requerida.

Este equipo no solo permite torneear, sino también ejecutar operaciones como ranurar, cortar, lijar y pulir. Asimismo, el torneado es considerado uno de los primeros procesos de mecanizado que impulsó la evolución en los tornos. (ELECTRÓNICA, 2021)

1.5.1 Funcionamiento y movimientos básicos en los tornos

Según (CorreaService, 2019), los movimientos básicos del torno definen su funcionamiento, en el cual la pieza gira mientras la herramienta se acerca para realizar el mecanizado. Estos movimientos permiten controlar la forma, el avance y la profundidad del corte.

- **Movimiento de rotación:** La pieza se monta sobre un eje que la hace girar sobre sí misma, generando el movimiento principal del mecanizado.
- **Movimiento de avance:** La herramienta se desplaza de forma paralela a la pieza, siguiendo una trayectoria recta que determina el contorno que se va a obtener.
- **Movimiento de penetración:** La herramienta se acerca directamente al material, retirando una cantidad específica de este y fijando la profundidad del corte.

1.5.2 Partes de un torno

Según (Salazar, 2020), los componentes principales de un torno convencional son los siguientes:

- **Bancada:** Es la estructura base de la máquina, formada por un cuerpo rígido de fundición que sirve como soporte y guía para las demás partes del torno.
- **Eje principal y plato:** La pieza se monta sobre el eje principal para permitir su giro. Un extremo cuenta con el contrapunto móvil y terminado en punta y el otro

con el plato, que puede reemplazarse mediante el husillo. De esta manera, la pieza queda firmemente sujeta entre ambos elementos.

- **Contrapunto:** Situado en la cabeza móvil, al lado derecho del torno, su función es sostener uno de los extremos de la pieza o portar herramientas como brocas, escariadores o machuelos.
- **Husillo:** Es un tornillo de gran longitud y diámetro que acciona elementos de sujeción como prensas o mordazas. Además, permite el desplazamiento lineal de los distintos carros del torno. El plato se monta directamente sobre este husillo.
- **Carro porta herramientas:** Conjunto de carros que posibilitan el movimiento de la herramienta de corte. Se divide en:
 - **Carro longitudinal o principal:** Se desplaza sobre la bancada de izquierda a derecha, generando el avance en paralelo al eje del torno, ya sea de forma manual o automática.
 - **Carro transversal:** Montado sobre el longitudinal, avanza y retrocede de manera perpendicular al carro principal. Su función es controlar la profundidad de corte.
 - **Carro auxiliar:** Ubicado sobre el carro transversal, posee una base giratoria de 360°, permitiendo realizar conicidad o cortes en ángulo.
 - **Torre porta herramientas:** Se encuentra sobre el carro auxiliar y permite montar varias herramientas, además de ajustarse para fijar el ángulo de trabajo.
- **Caja Norton:** Mecanismo compuesto por engranajes accionados mediante palancas, que permite seleccionar las revoluciones y velocidades necesarias para el mecanizado.



Imagen 4. Partes de un torno. Área tecnológica

1.5.3 Tipos de Tornos

Según (Acevedo, 2022), la clasificación de los tornos depende de su diseño, su funcionalidad y las aplicaciones para las que están mejor adaptados. Entre los tipos más comunes se encuentran:

- a) **Tornos horizontales:** Son los modelos más tradicionales. La pieza se coloca de forma horizontal entre el cabezal y el contrapunto, lo que los hace adecuados para piezas largas y trabajos de mayor envergadura.



Imagen 5. Torno Horizontal. Aero Maquinados.

- b) Tornos verticales:** Poseen un eje dispuesto verticalmente, permitiendo mecanizar piezas pesadas o de gran diámetro que no pueden equilibrarse fácilmente en un torno horizontal. Se utilizan con frecuencia en sectores como el naval y el aeronáutico.



Imagen 6. Torno vertical, Adaptada de Maquinaria Márquez Ocasión.

- c) **Tornos CNC:** Automatizan completamente el proceso mediante control numérico computarizado, ofreciendo alta precisión, repetibilidad y eficiencia. Son ideales para producción en serie de piezas con geometrías complejas.



Imagen 7. Torno CNC. Aero Maquinados.

- d) **Tornos de torreta:** Incorporan una torreta con varias herramientas, lo que permite realizar múltiples operaciones consecutivas sin cambios manuales, incrementando la productividad.

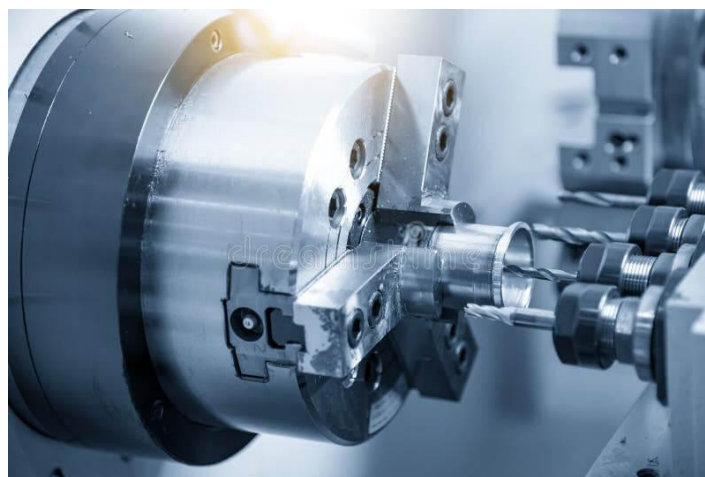


Imagen 8. Torno con Torreta, Adaptada de Want.Net

1.6 Descripción técnica del torno PINACHO: Partes Principales y Funciones

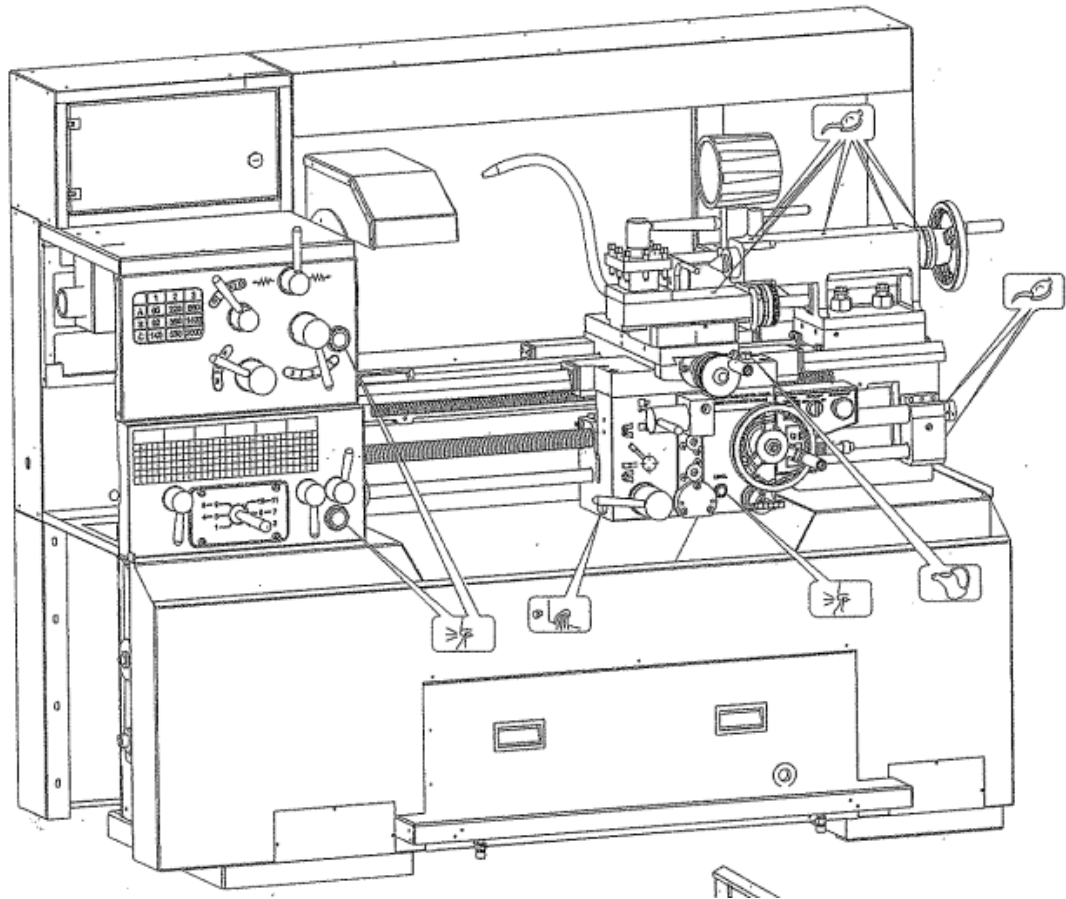


Imagen 9. Vista general del torno Pinacho SP 200R

Caja Norton y conjunto cabezal

- **Eje principal:** Es el eje sobre el cual se monta el plato o mandril. Transmite el movimiento rotatorio al material que se va a mecanizar. Es impulsado por el motor principal del torno.
- **Ejes y piñones del cabezal:** Permiten la transmisión de potencia desde el motor hacia el eje principal, ajustando velocidades mediante engranajes.
- **Mandos del cabezal:** Son los controles externos que permiten seleccionar la velocidad de giro del husillo principal y otras configuraciones mecánicas internas.

- **Ejes y piñones:** Transmiten movimiento desde el cabezal a los carros, permitiendo avances automáticos y el roscado.
- **Mandos:** Permiten seleccionar el tipo de paso (métrico, Whitworth, etc.) y la velocidad de avance del carro en operaciones de roscado o torneado automático.

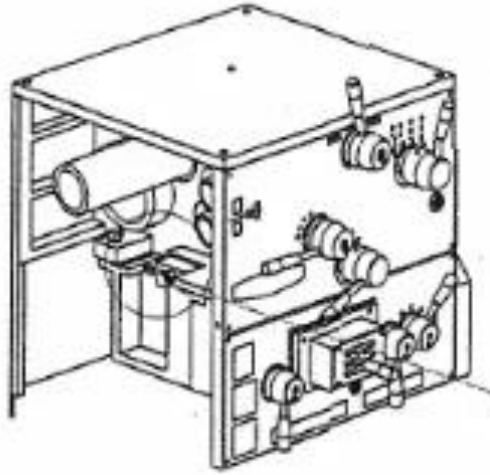


Imagen 10. Conjunto de Cabezal del torno Pinacho

Carro o torreta transversal

- **Delantal:** Conjunto mecánico acoplado al carro que contiene los mecanismos de avance longitudinal y transversal. Incluye los mandos para activar avances automáticos o manuales.
- **Carro transversal:** Permite el movimiento perpendicular al eje de rotación de la pieza.
- **Charriot:** Subcarro montado sobre el carro transversal, giratorio, que permite mecanizar conos y ángulos.
- **Barra de cilindrado (barra de avance):** Transmite el movimiento de rotación del motor para desplazamientos automáticos del carro.
- **Barra de roscar (husillo patrón):** Usada específicamente para operaciones de roscado, sincronizando el avance con la rotación de la pieza.

- **Bancada:** Estructura base del torno sobre la cual se desplazan los carros y se apoya todo el conjunto mecánico.
- **Mando de puesta en marcha:** Sistema de arranque y control del motor principal del torno.
- **Topes:** Dispositivos que limitan el recorrido del carro, evitando sobrepasar ciertos límites predefinidos en las operaciones.
- **Contrapunto:** Dispositivo móvil situado sobre la bancada que sostiene el extremo libre de la pieza a mecanizar. Mejora la estabilidad en piezas largas y permite colocar herramientas como brocas o machuelos.

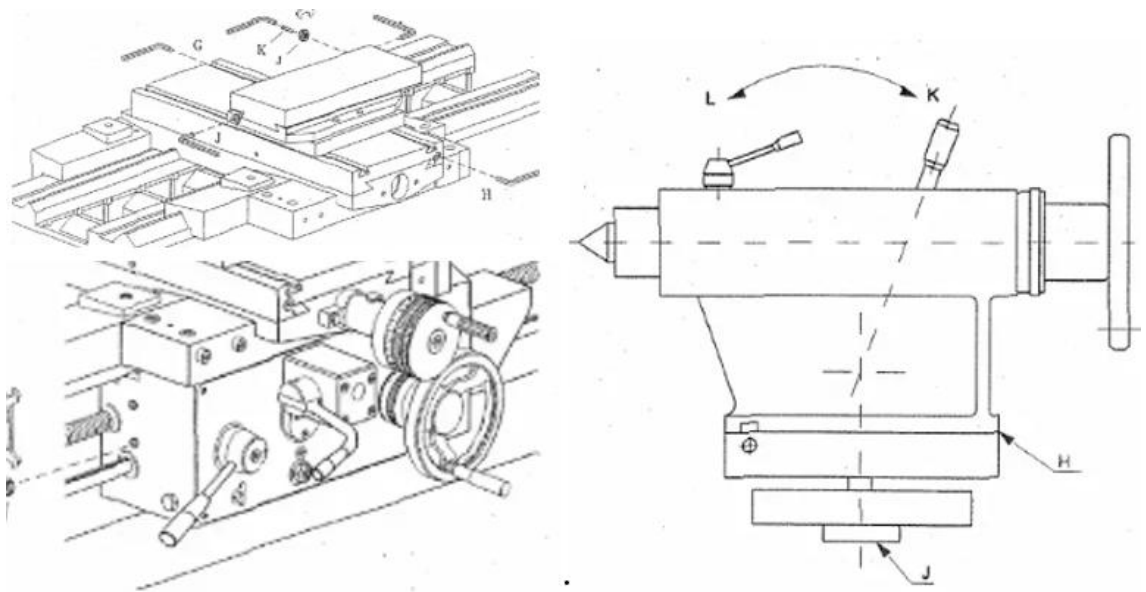


Imagen 11. Carro transversal y contrapunto

Componentes adicionales

- **Protección trasera:** Cubierta metálica que impide el acceso a partes móviles posteriores del torno.
- **Protección del plato:** Elemento de seguridad que evita el contacto accidental con el plato mientras gira.

- **Protección frontal de carros:** Pantalla o cubierta que protege al operario de virutas y del movimiento de los carros.
- **Lunetas:** Soportes adicionales (fijos o móviles) que ayudan a mantener centrada la pieza de trabajo durante el torneado, especialmente en piezas largas o delgadas.
- **Cuentahilos:** Instrumento mecánico que permite verificar el número de hilos por pulgada en el roscado.

1.6.1 Parámetros operativos del Pinacho SP 200XR-1000

Capacidad

- Altura de puntos: 200 mm / 7 ⁷/₈"
- Distancia entre puntos: 750/1000 mm / 30"/40"
- Diámetro admitido sobre bancada: 400 mm / 15 ³/₄"
- Diámetro admitido sobre escote: 560 mm / 22"
- Diámetro admitido sobre carro longitudinal: 335 mm / 13 ³/₁₆"
- Diámetro admitido sobre carro transversal: 245 mm / 9 ⁵/₈"
- Anchura de la bancada: 250 mm / 10"
- Longitud del escote delante del plato liso: 120 mm / 4 ³/₄"

Cabezal

- Agujero del husillo principal: 42 mm / 1 ⁵/₈"
- Nariz del husillo principal: A2-5
- Cono Morse del husillo principal: N° 4
- Velocidades del husillo (9): 60 – 2000 r.p.m.

Avances y pasos

- 44 avances longitudinales: 0,044 – 0,662 mm / 0,0017 – 0,029"

- 44 avances transversales: 0,020 – 0,296 mm / 0,0007 – 0,0116"
- 44 pasos métricos: 0,5 – 7,5 mm
- 44 pasos Whitworth en hilos por pulgada: 60 – 4
- 44 pasos modulares: 0,25 – 3,75 mm
- 44 pasos Diametral Pitch: 120 – 8
- Paso del husillo patrón: 6 mm / 4 h/1"

Carros

- Recorrido del carro transversal: 245 mm / 9 ⁵/₈"
- Recorrido del carrillo: 105 mm / 4 ¹/₈"
- Dimensiones máximas de la herramienta: 20 × 20 mm / ³/₄" × ³/₄"

Contrapunto

- Diámetro de la caña del contrapunto: 58 mm / 2 ⁵/₁₆"
- Recorrido de la caña del contrapunto: 180 mm / 7 ⁷/₈"
- Cono Morse del contrapunto: N° 4

Motores

- Potencia del motor principal: 4 kW
- Potencia de la motobomba: 0,06 Kw

“Información extraída del manual de instrucciones Torno Pinacho SP 200R”

(VARGAS, 2011)

1.7 Experiencia Práctica en Mantenimiento de Tornos

La experiencia práctica constituye un aspecto fundamental en el mantenimiento de tornos, ya que permite a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos en contextos reales y desarrollar criterios técnicos para la identificación de fallas. Mediante la

observación directa del equipo, es posible reconocer variaciones en el funcionamiento, tales como ruidos anómalos, vibraciones excesivas o dificultades en los mecanismos, que pueden indicar problemas incipientes.

En una etapa previa, se realizó una inspección práctica de tornos en el colegio Fe y Alegría, lo cual permitió adquirir una base inicial en la evaluación del estado general de máquinas-herramienta, así como familiarizarse con procedimientos básicos de inspección y seguridad en entornos de taller.

Posteriormente, durante las actividades desarrolladas en el taller mecánico de la universidad, se trabajó específicamente con el torno Pinacho SP 200R x 1000. En este entorno, el proceso fue guiado por el docente responsable del taller, quien contaba con experiencia previa en la reparación e intervención de este mismo torno, adquirida a través de trabajos realizados con estudiantes de promociones anteriores.

La experiencia acumulada del docente permitió orientar adecuadamente la inspección y el análisis técnico del equipo, aportando criterios para la correcta interpretación del manual, la identificación de fallas mecánicas y la evaluación del estado funcional de los componentes. De esta manera, la participación estudiantil se desarrolló dentro de un marco técnico estructurado, fortaleciendo las competencias prácticas en el mantenimiento de tornos.

1.7.1 Procedimientos y normas de seguridad en el mantenimiento de tornos

El mantenimiento de tornos debe realizarse bajo estrictas normas de seguridad para evitar accidentes laborales y daños al equipo. A continuación, se presentan las principales medidas y procedimientos de seguridad que deben cumplirse durante las labores de mantenimiento:

1. Desconectar el equipo de la red eléctrica antes de cualquier intervención, asegurando que no exista suministro de energía activo.
2. Aplicar el sistema de bloqueo y etiquetado de seguridad (LOTO – Lockout/Tagout), con el fin de evitar la puesta en marcha accidental del torno.
3. Verificar la ausencia de carga eléctrica residual, así como de presión hidráulica o neumática antes de iniciar el trabajo.
4. Identificar y señalizar claramente las zonas en mantenimiento, restringiendo el acceso a personal no autorizado.
5. Utilizar equipos de protección personal (EPP) adecuados al tipo de intervención, tales como guantes, gafas de seguridad, casco y botas dieléctricas.
6. Evitar la manipulación de partes móviles mientras el equipo se encuentre en funcionamiento o energizado.
7. Emplear herramientas adecuadas y en buen estado, de acuerdo con el componente o sistema que será intervenido.
8. Documentar cada intervención realizada, registrando las actividades de mantenimiento en los formatos correspondientes del equipo.

Estas prácticas se rigen por normas internacionales como la ISO 45001, orientada a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, así como por las normas internas del taller o de la organización.

1.7.2 Procedimientos Estandarizados de Mantenimiento

SOPs significa procedimiento operativo estándar (del inglés, standard operating procedure). Se trata de un conjunto de instrucciones documentadas que describen cómo llevar a cabo una actividad de manera eficiente, uniforme y segura. De ese modo, un empleado sin experiencia puede resolver una situación simplemente siguiendo unas instrucciones.

Los procedimientos operativos estándar pueden presentarse en distintos formatos según el público y el contexto. Aunque el documento escrito en Word o PDF sigue siendo el más habitual, cada vez se combinan más soportes para facilitar la comprensión: diagramas de flujo, videos o infografías.

- Instrucciones paso a paso para cambiar el aceite del cabezal.
- Especificaciones para la alineación del husillo.
- Parámetros de torque para ajustar tuercas o pernos.
- Recomendaciones del fabricante sobre repuestos y frecuencia de sustitución.

CAPITULO II: DISEÑO DEL PROYECTO

2.1 Inspección del Torno

Esta sección explica la evaluación inicial realizada al equipo antes de cualquier intervención. Para ello, se solicitó una capacitación al docente responsable del torno, con el fin de conocer su funcionamiento y las consideraciones de seguridad necesarias. Posteriormente, se efectuó una inspección visual detallada, lo que permitió identificar los problemas que había presentado anteriormente, así como la observación de la transmisión y otros componentes relevantes para determinar su condición operativa.

2.1.2 Herramientas y elementos utilizados en el diagnóstico

Se emplearon herramientas básicas para evaluar el estado general del torno, permitiendo realizar una inspección inicial de sus sistemas y componentes. Esta evaluación tuvo como finalidad identificar condiciones visibles de operación, posibles irregularidades y el nivel general de conservación del equipo, sirviendo como base para el análisis técnico posterior y la toma de decisiones en las actividades de mantenimiento.

Las herramientas y elementos utilizados fueron los siguientes:

1. **Trapos industriales:** para la limpieza general de superficies.
2. **Cepillos:** utilizados para remover suciedad adherida en zonas de difícil acceso.
3. **Solventes de limpieza:** empleados para eliminar grasa y residuos acumulados.
4. **Destornilladores:** utilizados para el desmontaje de cubiertas y componentes menores.
5. **Llaves fijas o ajustables:** empleadas para aflojar o desmontar piezas mecánicas.
6. **Martillo de goma o plástico:** utilizado para realizar correcciones menores sin dañar las piezas.
7. **Linterna:** utilizada para la inspección visual de zonas internas y de difícil visibilidad.
8. **Medidor de tensión:** empleado para verificar la ausencia de energía eléctrica antes de la intervención.

2.1.3 Selector y mandos en la caja Norton

Estado Inicial del selector del cambio de velocidades

Durante la inspección inicial del torno Pinacho SP 200R, se realizó una evaluación general del selector de cambio de velocidades con el propósito de determinar su condición previa a cualquier intervención. De manera visual, el selector se encontraba correctamente instalado y aparentaba encontrarse en condiciones operativas normales.

No obstante, durante su accionamiento se evidenció una dificultad interna en el desplazamiento del mecanismo, manifestada como un trabamiento parcial que afectaba la fluidez del cambio de velocidades. Esta condición fue considerada relevante dentro del análisis del estado general del equipo previo al proceso de mantenimiento.

Estado inicial de la caja Norton

Se evaluó el estado general de la caja Norton con el fin de verificar la condición de los engranajes asociados al sistema de transmisión. A partir de la verificación realizada al retirar el selector de cambio de velocidades, fue posible constatar que los engranajes presentaban un desgaste leve y uniforme, propio del uso normal del equipo.

En términos generales, la caja Norton se encontraba en buen estado de funcionamiento, sin evidencias de daños significativos, deformaciones o fallas que comprometieran su operatividad. Debido a estas condiciones, no fue necesaria una intervención mayor sobre este conjunto, limitándose las acciones únicamente a la inspección y verificación de su correcto estado.

2.1.4 Guitarra MM

Inspección inicial del sistema de distribución

Durante la inspección inicial del sistema de distribución del torno, se evaluó el estado de las correas de transmisión, las cuales presentaban condiciones deficientes. Se observó que varias correas mostraban un desgaste significativo, mientras que otras se encontraban fracturadas, comprometiendo la correcta transmisión de movimiento y el funcionamiento del equipo.

Ante esta situación, se realizó la búsqueda de los repuestos correspondientes a nivel nacional, sin obtener resultados favorables debido a la falta de disponibilidad. En consecuencia, con el apoyo del maestro a cargo del grupo de estudiantes, quien acompañó y complementó las actividades de desmontaje del sistema, se gestionó la adquisición de las correas de transmisión a nivel internacional, específicamente en Perú, logrando obtener los repuestos adecuados.

Adicionalmente, se adquirió una correa adicional como medida preventiva, con el propósito de disponer de un repuesto ante posibles fallas futuras y asegurar la continuidad operativa del torno.

2.1.5 Sistema de frenado de emergencia

Inspección inicial del freno electromagnético

Durante la inspección del sistema de seguridad del torno, se identificó una falla en el freno electromagnético accionado por pedal. Al activar el pedal de freno, el husillo continuaba girando, evidenciándose la ausencia de un frenado inmediato o en seco, lo que representaba un riesgo potencial durante la manipulación y operación del equipo.

Desde el punto de vista visual, el conjunto del freno no presentaba daños evidentes; sin embargo, durante su accionamiento se observó un funcionamiento irregular, manifestado en un trabamiento del mecanismo. Esta condición permitió inferir la posible afectación de los resortes internos del sistema de frenado, probablemente asociada a la acumulación de viruta y polvo, así como al desgaste por fatiga derivado del uso prolongado.

Adicionalmente, se realizó una verificación superficial del temporizador ubicado en la caja eléctrica, sin encontrarse anomalías visibles en su funcionamiento. En consecuencia, se concluyó que la falla se encontraba directamente relacionada con el sistema de accionamiento del pedal y el freno electromagnético, descartándose, de manera preliminar, una causa asociada al control eléctrico.

2.2 Preparación para la intervención

2.2.1 Revisión de normas de seguridad

Se analiza normas de seguridad industrial y equipos EPP (equipos de protección personal) con las que cuenta la carrera, esto para evitar accidentes y riesgos que pueden ocurrir en el transcurso del mantenimiento del Torno.

Los posibles riesgos que pueden llagar a ocurrir:

- Riesgos mecánicos (golpes, cortes, proyección de partículas, caídas, etc.).
- Riesgos ergonómicos (posturas forzadas, esfuerzo físico, etc.).
- Riesgos físicos (Ruidos y vibraciones).

2.2.2 Procedimientos previos al mantenimiento

Mantenimiento correctivo:

- **Diagnóstico:** Evaluación de la situación del torno, para identificar cual es la falla y la causa de esta misma.
- **Planificación y recursos:** Determinar las piezas, herramientas y equipos a utilizar y la mano de obra que se necesitara para la reparación.
- **Aislamiento y seguridad:** se procede a desconcertar el trono de la fuente de energía como un procedimiento de seguridad, y aislar el perímetro del torno para realizar el mantenimiento de este mismo y evitar accidentes con los estudiantes.
- **Documentación:** Registrar la falla, herramientas y equipos empleados para la reparación, para crear un historial de mantenimiento del equipo.

Mantenimiento Preventivo:

- **Inventario del activo:** Se creará una lista detallada de todos los mecanismos que requieren mantenimiento, incluyendo marca, modelo, ubicación y especificaciones del activo.
- **Priorización:** Evaluación y clasificación de conjunto de mecanismos por su criticidad, riesgos y costo de reparación, para enfocar los mecanismos más importantes.
- **Planificación:** establecer las intervenciones que se tendrán que dar (Limpieza, ajustes, remplazos de piezas como las bandas de transmisión, el cambio de aceite de la caja de transmisión y el líquido refrigerante.)

La frecuencia con la que se debe realizar los mismos, basado en el tiempo y el uso o estado de la pieza, como punto de partida se utilizara las recomendaciones del fabricante del activo.

- **Asignación de responsabilidad:** (conversar con el Ing. Jonathan)
- **Seguridad:** Se establecerá protocolos de seguridad a seguir y medidas para bloquear cierto perímetro de seguridad, para realizar las tareas o las intervenciones programadas.
- **Documentación:** Cada tarea y cada intervención deberá ser registrada en el historial del activo, que se dejará a cargo del docente encargado de la materia, de la carrera de metalmecánica.

2.2.3 Costos iniciales aproximados (Situación ideal)

Nº	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1	Banda de transmisión	1	70.00	70.00
2	Banda de transmisión (MS-5m-400)	1	40.00	40.00
3	Aceite EXOIL sintético	3	3.00	9.00
4	Resortes (frenos de emergencia)	2	4	8.00
5	Pieza fabricada (nombre)	1	25.00	25.00

6	Colector de aceite	1	2.50	2.50
7	Pernos Allen	20	0.50	10.00
8	Rodamientos de bancada	2	25.00	50.00
9	Correa auxiliar del motor	1	35.00	35.00
10	Fusibles eléctricos de protección	4	2.50	10.00
11	Fabricación de tuerca de bronce (contra punto)	1	20.00	20.00
Total, de repuestos				279.5

Imagen 12. Costos aproximados de los repuestos

N°	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1	Brocha 1in	1	1.50	1.50
2	Silicona gris LOCTITE	1	4.30	4.30
3	Lija 150	4	0.50	2.00
4	Lija 200	4	0.50	2.00
5	Guaipes	2	2.00	4.00
6	Calibrador	1	40.00	40.00
7	Multímetro	1	25.00	25.00
8	Templador de correa de transmisión	1	25.00	25.00
9	Guantes industriales de protección	2	5.00	10.00
10	Grasa industrial multipropósito	1	8.00	8.00
11	Trapos de limpieza absorbente	5	0.50	2.50
12	Linterna de inspección LED	1	12.00	12.00
Total, materiales y herramientas				36.3

Imagen 13. Costos aproximados de las herramientas

Descripción	Costo Total \$	Porcentaje %
Materiales y herramientas	36.3	4.8%
Repuestos y componentes	279.5	37%
Mano de obra técnica (20\$ por hora)	440.00	58.2%
Total	975.8 USD	100%

Imagen 14. Resumen de costos aproximados

Las tablas anteriores presentan una estimación de los costos iniciales aproximados del proyecto, considerando precios referenciales del mercado. Los valores indicados no son exactos, pero se aproximan al costo real que se incurre durante la implementación.

CAPÍTULO 3: EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Ejecución del Mantenimiento Preventivo

3.1.1 Cambio de las bandas de transmisión

Pasos de desmontaje

- **Seguridad:** Se desconectó el torno de la fuente de energía por seguridad, también se marcó el perímetro de trabajo.
- **Acceso:** Se quitó la tapa o cubierta que cubre el motor eléctrico y las poleas de transmisión donde han puestas las bandas o correas.
- **Bandas y poleas:**
 - La primera banda que se desmonta es la que transmite el movimiento desde el motor eléctrico al eje principal, donde se afloja el templador del motor para que el desmontaje sea más fácil.
 - Así mismo se afloja los templadores de las bandas secundarias para el desmontaje de las bandas que transmiten el movimiento desde el eje principal hacia la caja Norton.

Pasos de montaje

Se colocan las nuevas bandas de transmisión según las poleas correspondientes a cada una. Ajuste de tensión: se tiene que asegurar que las bandas tengan la tensión adecuada. Ya que una tensión incorrecta ya sea muy tensa o floja puede causar problemas en el rendimiento o el daño de estas. Para tener la tensión correcta se utiliza los tensores de bandas y del motor.

Una vez que se las bandas estén instaladas, se revisan que todas las piezas estén correctamente en su lugar para colocar la tapa de bandas y sus tornillos.

Como último paso se energiza el torno para ponerlo a prueba y verificar que estén funcionando eficientemente.

3.1.2 Limpieza y lubricación de componentes

Se efectuó la limpieza inicial del torno, eliminando suciedad, residuos de aceite degradado y partículas acumuladas en las superficies y mecanismos accesibles. Posteriormente, se procedió a completar los niveles de aceite faltantes en los depósitos correspondientes, así como a aplicar lubricación en los componentes del sistema de transmisión.

El procedimiento incluyó la limpieza con solventes adecuados, el rellenado de aceite en los puntos designados por el fabricante y la aplicación de lubricante en palancas y ejes, verificando posteriormente los niveles y la correcta distribución del lubricante.

Como resultado de estas actividades, se obtuvo una mejora en la movilidad de los mecanismos y una reducción del desgaste por fricción. Para la ejecución del mantenimiento se emplearon trapos industriales, lubricantes compatibles con el equipo, jeringas y recipientes para aceite.

Estas tareas forman parte de programas de mantenimiento preventivo y orden, como la metodología 5S, contribuyendo a la extensión de la vida útil de los componentes y a la mejora de las condiciones operativas del torno.

3.1.3 Pruebas de Funcionamiento

- **Prueba manual:** Se gira el mandril con la mano para sentir el movimiento de los engranajes, que se deben sentir fluidos y sin atascos.
- Se verifica que el motor encienda correctamente, no tenga exceso de vibraciones y sonidos contrario a lo normal, se tiene que asegurar que las bandas nuevas estén tensas, y funcionando correctamente.

- **Prueba de velocidades:** Una vez puesto en marcha en torno, se deben probar todas las velocidades de giro (RPM), se debe observar que el motor acelere y desacelere correctamente y que las velocidades se mantengan estables.
- **Prueba del carro y avances:** Para corroborar el correcto funcionamiento se realizan movimientos manuales y automáticos con el carro transversal y longitudinal, estos deben deslizarse suavemente por toda su carrera, como método de prueba se realizó procesos de torneado como (cilindrado, refrentado y roscado) con un material de Nailon.
- Como última prueba de funcionamiento se revisaron los frenos del torno como el botón u hongo de emergencia, que este debe frenar en seco, al igual que el freno de pie, que está ubicado en la parte baja del torno de color rojo.
Otro freno de seguridad está en la tapa del mandril, el cual se este no se cierra correctamente el torno no puede girar o hacer sus operaciones de torneado.

3.1.4 Resultados obtenidos del mantenimiento preventivo

Los resultados fueron positivos ya que se lograron observar que el funcionamiento del torno fue correcto, disminuyendo las vibraciones y sonidos, por otro lado, en el aspecto del torno también fue positivo ya que se puede apreciar que está en óptimas condiciones para la operación y prácticas de los estudiantes de carrera.

Se pudo observar que los cambios para las diferentes velocidades de giro (RPM) funcionan adecuadamente, el avance tanto manual o automático funcionan correctamente, ya sea con movimientos longitudinales o transversales, también se pueden realizar roscados tanto para el sistema inglés o el sistema internacional (métrico).

En la parte de seguridad del torno funciona eficazmente, ya que la prioridad como facultad es la seguridad de cada estudiante que practicara en el mismo. Como observación

se decidió que se pondrá un palet para nivelar la altura del torno con la altura a la que se debe pisar, como medida de seguridad, ya que este desnivel puede ocasionar resbalones o caídas.

3.2 Ejecución del mantenimiento Correctivo

Se realizó el mantenimiento Correctivo al Torno debido a que se realizó una mala maniobra u practica al momento de realizar un proceso de torneado (Rosgado), en la cual hubo varios piñones remordidos y otros piñones con los dientes rotos, por lo cual se realizó el mantenimiento correctivo, donde se desmonta la caja Norton y fabricación de piñones rotos y remplazo de estos.

3.2.1 Mecanismo Móvil de palanca de cambios

Se detectó un trabamiento parcial al accionar el sistema de cambio de velocidades, lo cual evidenciaba una anomalía en su funcionamiento. Ante esta condición, se procedió a retirar el sellado de silicona presente en los bordes con el fin de liberar completamente el conjunto y permitir su desmontaje.

Posteriormente, el sistema de cambio de velocidades fue desarmado de manera secuencial, retirando inicialmente los pasadores externos que aseguraban la posición de las placas. Cada elemento fue extraído de forma ordenada, respetando la disposición original de montaje y apoyándose en el manual técnico del torno, con el objetivo de evitar errores de ubicación durante el reensamblaje.

Una vez desmontados los componentes, se realizó una inspección detallada para verificar la presencia de desgaste, deformaciones o irregularidades que pudieran afectar el correcto funcionamiento del mecanismo. Durante esta revisión, se identificaron rebabas y acumulación de viruta en los bordes de algunas placas, las cuales generaban fricción excesiva.

Para corregir esta condición, se empleó una lima para eliminar material innecesario y se llevó a cabo el pulido de la placa selectora, correspondiente a la palanca que actúa como elemento de accionamiento del sistema. Finalizada la corrección, se procedió al reensamblaje completo del conjunto, reinstalando las placas en su secuencia correcta y colocando nuevamente los pasadores de fijación.

Finalmente, se realizaron pruebas de funcionamiento, comprobándose la eliminación del trabamiento y una mejora significativa en la movilidad del sistema, alcanzándose una efectividad aproximada del 95 %.

3.2.2 Desmontaje del Cabezal

Pasos para el desmontaje

En primer lugar, se realizó la construcción de una estructura metálica para levantar el peso de la caja Norton con la ayuda de un tecele de 0.5 toneladas. Se analizó cuáles serían las herramientas para utilizar y tenerlas a mano, posteriormente se identificaron los pernos y tuercas que tenían que ser desajustadas para librar la caja Norton, se retiró el cuadro eléctrico, la protección del mandril, y otras partes del torno que no permitían la liberación de la esta. Además, se tenía que sacar el aceite de las cajas de transmisión para evitar derramar aceite en el área de trabajo. Se colocó la estructura y el tecele en posición para levantar la caja del mandril juntos a su juego de engranajes, y así permitiendo el paso directo a la caja Norton, y poder visualizar los piñones averiados. Se analizó y verificó cuáles fueron los piñones con más daños para desmontarlos y mandarlos a fabricar para su posterior remplazo.

3.2.3 Reparación y remplazo de piñones rotos

Como punto de partida se tomaron las medidas correctas de cada piñón que se mandan a fabricar y teniendo en cuenta el número de dientes, el diámetro del piñón, el

paso entre dientes, el diámetro del eje, etc. En el momento que se desarmó la caja Norton se tuvo en cuenta el orden y la posición de cada piñón para posteriormente instalar de manera correcta cada piñón que sé cambio, una vez instalado esos piñones se pusieron los seguros en el eje y los rodamientos, para instalar dentro de la caja Norton. Una vez instaladas los piñones dentro de la caja Norton se realizó lo que es el cambio de aceite dentro de la caja del mandril y de la caja Norton como siguiente paso con la ayuda de la estructura metálica y el tecele se montó el mandril, posteriormente los engranajes de la banda de transmisión, las mismas bandas y por último el tablero con el sistema eléctrico del torno y sus piezas de seguridad.

3.2.4 Pruebas de funcionamiento y resultados obtenidos

- Como prueba principal que se realizo fue el encendido del motor eléctrico y puesta en marcha del torno a bajas RPM, para verificar que las piezas estén bien encajadas y se acomoden al movimiento.
- Posteriormente se fueron subiendo las velocidades (RPM) para verificar que todas las velocidades o cambios del torno entren de manera correcta para los procesos de mecanizado.
- Las últimas pruebas que se realizaron fueron la de vibraciones y de ruidos, y como ultimo las pruebas de seguridad que se realizaron anteriormente en el mantenimiento preventivo.

Los resultados obtenidos fueron positivos, ya que el torno queda en perfecto estado para que los estudiantes de Ingeniería Marítima y Metalmeccánica puedan realizar prácticas y procesos de mecanizado en el torno Pinacho, así elevando su nivel de aprendizaje y formando mejores profesionales.

Se observó disminución de vibraciones y de ruido, los cambios de velocidades entran de una manera más suave a como estaba antes, por la parte estética el torno de ce en óptimas condiciones para su operación, y que cumpla su función de manera eficiente.

3.3 Evaluación de Resultados

El mantenimiento preventivo y correctivo que se realizó en el torno Pinacho SP 200R x 1000, permitió verificar el correcto funcionamiento de las actividades que se realizó en los distintos sistemas del torno como: sistema eléctrico, mecánico, y la seguridad del funcionamiento de los frenos de emergencia. Con el fin de garantizar la seguridad y la integridad de las personas que le darán uso, se analizaron los resultados que se obtuvieron tras la realización de mantenimiento, considerando aspectos como la seguridad operativa, rendimiento del equipo, etc. A continuación, se presenta las lecciones, observaciones mediciones obtenidas del mantenimiento.

3.3.1 Comparación del estado antes y después del mantenimiento

Mantenimiento Preventivo y correctivo			
Sistemas o partes	Antes	Después	Resultado
Sistema eléctrico	El sistema eléctrico no tenía daños graves, se cambiaron terminales sulfatados y ajuste de los cables en los contactores.	Después de estos cambios se asegura que el sistema eléctrico funcione de manera correcta, y de manera segura con el freno de emergencia.	El sistema opera de forma estable, garantizando seguridad y continuidad en las prácticas del taller.
Sistema de poleas y bandas	Se realizó el cambio de todo el juego de bandas de transmisión.	Se observó cómo funciona todo el sistema de transmisión de manera correcta.	El torno presenta transmisión uniforme y sin deslizamientos, mejorando la precisión del mecanizado.
Partes móviles	Se observó piezas móviles que necesitaban	Partes móviles lubricadas evitando la	Se optimizó el movimiento de las piezas, reduciendo el

	limpieza y lubricación.	fricción el contacto directo entre piezas.	desgaste y prolongando la vida útil del torno.
Carrito	Se hizo limpieza y lubricación de las guías, y del mismo carrito.	El carrito queda en óptimas condiciones para procesos manuales y automáticos.	Desplazamiento suave y preciso, asegurando mejor control durante las operaciones de torneado.
Contrapunto	Se cambio la tuerca de bronce en el eje sin fin dentro del contrapunto.	El contrapunto queda en buena condición para trabajar, como marcar el centro de piezas y la sujeción de esta.	Mejor alineación y sujeción de piezas, aumentando la exactitud en los procesos de centrado.
Sistema de emergencia y seguridad	Se realizo la reparación del freno de emergencia de pie, que se quedaba pegado, se comprobó el funcionamiento del hongo de emergencia.	Los sistemas de seguridad quedan en óptimas condiciones para proteger la integridad de los estudiantes que realizaran prácticas y estudios en el torno.	El torno cumple condiciones óptimas de seguridad, protegiendo al operador durante el uso.

Tabla 5: Comparación antes y después del mantenimiento

3.3.2 Medición de mejoras en rendimiento, seguridad y operatividad

Después de la ejecución de las labores de mantenimiento preventivo y correctivo en el torno Pinacho SP 200R x 1000, se evidenció una mejora significativa en su rendimiento y seguridad. El sistema eléctrico presentó una mayor estabilidad en la alimentación y control de los componentes, evitando interrupciones durante el funcionamiento. Asimismo, el reemplazo de bandas y la lubricación de las partes móviles permitieron un desplazamiento más fluido del carro y del contrapunto, optimizando los tiempos de operación y la precisión en los mecanizados.

En cuanto a la seguridad, la reparación del sistema de emergencia y la verificación del freno de pie aseguraron una respuesta inmediata ante posibles incidentes, reduciendo riesgos para el operador. Finalmente, la máquina recuperó sus condiciones óptimas de operatividad, garantizando su utilización continua en prácticas académicas y trabajos técnicos dentro del taller mecánico.

3.3.3 Observaciones y lecciones aprendidas

Durante el proceso de mantenimiento, se observó la importancia de realizar inspecciones periódicas para prevenir fallos mayores en los componentes del torno. Se comprobó que la acumulación de residuos metálicos y la falta de lubricación son factores determinantes en el desgaste prematuro de las piezas móviles.

Una lección relevante aprendida fue la necesidad de mantener registros detallados de cada intervención realizada, ya que esto facilita el seguimiento del estado de la máquina y permite planificar mantenimientos futuros con mayor eficiencia. También se reconoció que la correcta aplicación de los procedimientos de seguridad no solo protege al operador, sino que contribuye al buen funcionamiento del equipo.

En general, se concluyó que el mantenimiento preventivo y correctivo no solo prolonga la vida útil del torno, sino que mejora las condiciones de aprendizaje y seguridad dentro del taller universitario.

3.4 Costos de ejecución del mantenimiento

El costo total del mantenimiento correctivo y preventivo del torno Pinacho SP 200R x 1000 se determinó considerando los materiales, repuestos, herramientas y la mano de obra empleada durante las actividades realizadas en el taller mecánico de la carrera de Ingeniería Marítima. Estos valores permiten establecer el monto total de inversión destinada a la reparación, ajuste y optimización del equipo, garantizando su operatividad y prolongando su vida útil.

3.4.1 Materiales y repuestos utilizados

Durante el proceso de mantenimiento se emplearon distintos materiales, herramientas y repuestos necesarios para la sustitución de componentes desgastados y la restauración del correcto funcionamiento del torno. A continuación, se presenta el detalle

de los materiales y herramientas empleados, así como los repuestos y componentes mecánicos reemplazados o fabricados.

N°	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1	Brocha 1 in	2	1.50	3.00
2	Silicona gris LOCTITE	2	4.30	8.60
3	Lija 150	6	0.50	3.00
4	Lija 200	4	0.50	2.00
5	Guaipes	3	2.00	6.00
6	Calibrador	1	40.00	40.00
7	Multímetro	1	25.00	25.00
8	Templador de correa de transmisión	1	30.00	30.00
9	Guantes industriales de protección	2	5.00	10.00
10	Grasa industrial multipropósito	1	8.00	8.00
11	Trapos de limpieza absorbente	10	0.50	5.00
12	Linterna de inspección LED	1	12.00	12.00
Total, materiales y herramientas				152.60

Tabla 6: Materiales y Herramientas utilizados

N°	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
1	Banda de transmisión	1	70.00	70.00
2	Banda de transmisión (MS-5m-400)	3	45.00	135.00
3	Aceite EXOIL sintético	3	3.00	9.00
4	Resortes (frenos de emergencia)	2	5.00	10.00
5	Pieza fabricada (nombre)	1	30.00	30.00
6	Colector de aceite	1	2.50	2.50
7	Pernos Allen	20	0.50	10.00
8	Rodamientos de bancada	2	25.00	50.00
9	Correa auxiliar del motor	1	35.00	35.00
10	Fusibles eléctricos de protección	4	2.50	10.00
11	Fabricación de tuerca de bronce (contra punto)	1	20.00	20.00
12	Fabricación de piñón 1	1	150.00	150.00
13	Fabricación de piñón 2	1	180.00	180.00
Total, de repuestos				711.5

Tabla 7: Repuestos utilizados

El valor de los materiales y repuestos utilizados en el mantenimiento ascienden a los 819.1 USD, lo cual tiene una representación aproximada del 60% del costo del mantenimiento de este equipo.

3.5.2. Mano de obra

El mantenimiento fue realizado por dos estudiantes de la carrera de ingeniería marítima, la cual fue realizado bajo la supervisión de un técnico especializado, que brindo ayuda en la calibración y ajustes del torno. La participación del técnico fue de **22 horas** con un costo de 30 USD por hora, lo cual alcanzo un total de 660 USD.

Este costo de 660 USD corresponde al 42% del costo total del mantenimiento del torno, esto refleja la importancia de contar con apoyo certificado en el área, lo cual garantiza la eficacia y el correcto funcionamiento del equipo.

3.5.3 Análisis de costo-beneficio

El costo del mantenimiento fue preventivo y correctivo fue de 1479,1 USD, lo cual fue considerado los materiales, herramientas, repuestos y la supervisión de un técnico para realizar el mantenimiento. La inversión permitió recuperar la operabilidad del torno Pinacho SP 200R x 1000, un equipo muy requerido y utilizado para las prácticas de mecanizado de la carrera.

Tras realizar el mantenimiento se evidencio una mejora del 35% en la eficiencia operativa del equipo, reflejada por el tiempo de inactividad de este, una mejora en el mecanizado de piezas y una operación más segura gracias a al cambio de correas o bandas, rodamientos y frenos de seguridad del torno para evitar accidentes.

A mediano plazo, los beneficios superan altamente la inversión inicial, lo cual evita la necesidad de comprar un torno o un equipo de mecanizado nuevo, cuyo valor en

el mercado es de 20000 USD, por lo que el mantenimiento preventivo y correctivo se considera una medida económicamente viable.

Descripción	costo Total \$	Porcentaje %
Materiales y herramientas	152.60	11%
Repuestos y componentes	711.50	47%
Mano de obra técnica	660.00	42%
Total	1479.10 USD	100%

Tabla 8: Resumen económico

Conclusiones

El análisis técnico permitió conocer el estado real del torno Pinacho SP 200R x 1000 mediante inspecciones visuales y pruebas de funcionamiento que se realizó, identificando las fallas de sus componentes mecánicos en el sistema de distribución, el desgaste de las piezas, el sistema eléctrico, y los frenos de emergencia. Esta evaluación fue fundamental para establecer una base en la cual se planificaron las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

La identificación de las fallas observadas permitió detectar algunos de los problemas críticos que afectan directamente a la operatividad del torno, tales como el desgaste de piezas mecánicas, desajustes mecánicos, la falta de correas de transmisión y las deficiencias de frenos de seguridad de este. El reconocimiento de estas fallas críticas permitió la priorización de las intervenciones, evitando daños mayores y reduciendo el riesgo de daños no esperados durante la operatividad del equipo.

La ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo ayudó a corregir las fallas identificadas y prevenir futuras fallas e inconvenientes en la operatividad del torno Pinacho SP 200R x 1000. Las actividades de mantenimiento realizadas ayudaron a mejorar la operatividad del equipo, optimizar su confiabilidad y mejorar su vida útil. Incrementando la eficiencia operativa a través de un mantenimiento bien planificado.

Las pruebas operativas realizadas después de la implantación del mantenimiento permitieron confirmar mejoras en la eficiencia operativa, precisión, estabilidad y sobre todo en la parte seguridad en el torno durante su operación. La validación de los resultados permitió comprobar que el activo se encuentra en perfectas condiciones para su operación y en el uso académico, garantizando su funcionamiento y confiabilidad.

Finalmente, la elaboración de una guía técnica de mantenimiento preventivo contribuya a un aporte significativo, que servirá como referencias a futuras intervenciones en el torno Pinacho SP 200R x 1000, facilitando la conservación y alargando la vida útil del activo, y promoviendo a una cultura de mantenimiento dentro del taller mecánico.

Recomendaciones

Implementar un plan de mantenimiento preventivo periódico basada en la guía técnica que se realizó en el presente trabajo, con el fin de evitar fallas o daños inesperados y garantizar el correcto funcionamiento y operatividad del equipo.

Capacitar a los estudiantes y personal de taller en el uso correcto del equipo para evitar desgastes prematuros de los componentes mecánicos y evitar fallas en el uso y operación del torno.

Realizar inspecciones visuales antes de poner en funcionamiento el equipo, como el sistema de transmisión, correas y elementos de seguridad del torno, y el uso obligatorio de equipos de protección personal para los estudiantes que vayan a realizar prácticas en el equipo.

Asignar un presupuesto por cada periodo y anual que sea destinado al mantenimiento del equipo, garantizando la funcionalidad y alargando la vida útil del Torno Pinacho SP 200R x 1000.

Anexo

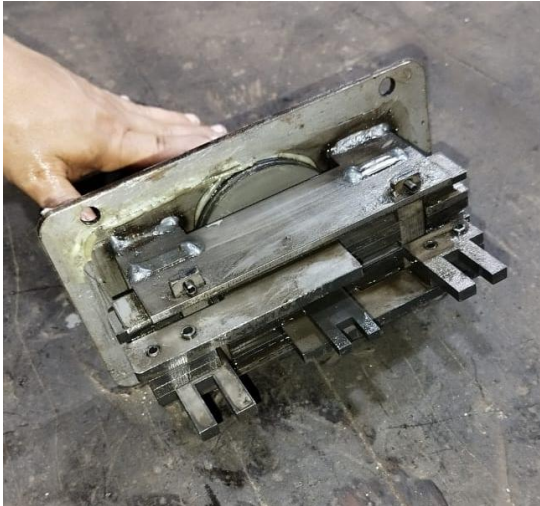
Sistema Mecánico Y De Transmisión



Imagen 1: Sistema de transmisión



Imagen 2: Guías de desplazamiento



**Imagen 3: Selector de velocidades
1**



Imagen 4: Carrito Porta Herramientas



Imagen 5: Tornillo sin fin



Imagen 6: Contrapunto

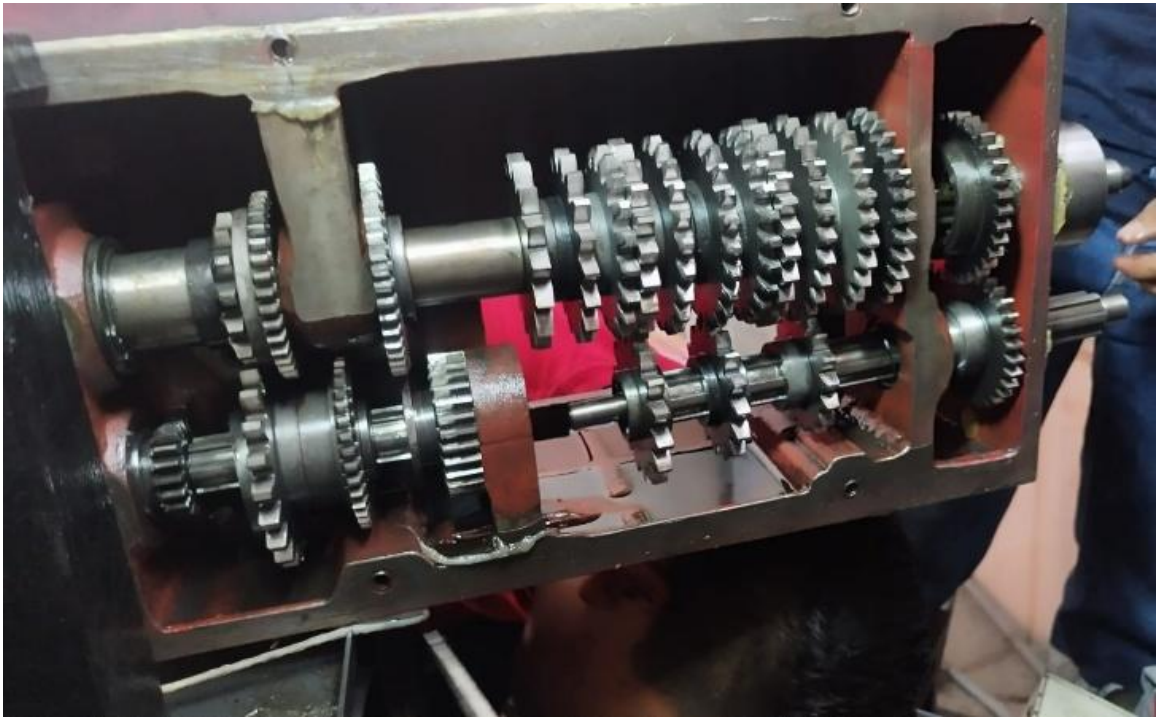


Imagen 7: Caja Norton

Frenos y Parada de Emergencia



Imagen 9: Freno de emergencia



Imagen 8: Freno de motor eléctrico

Sistema Eléctrico

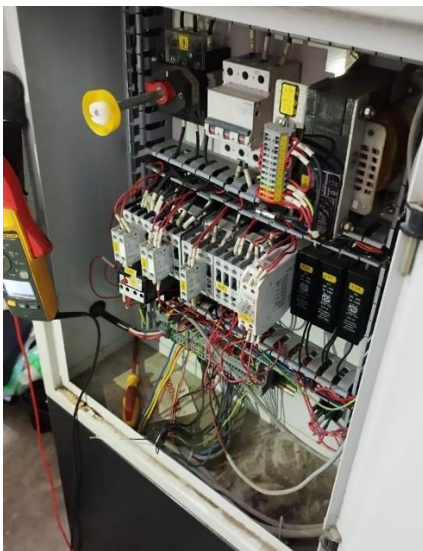


Imagen 10: Caja de control eléctrico



Imagen 11: Sistema eléctrico de arranque

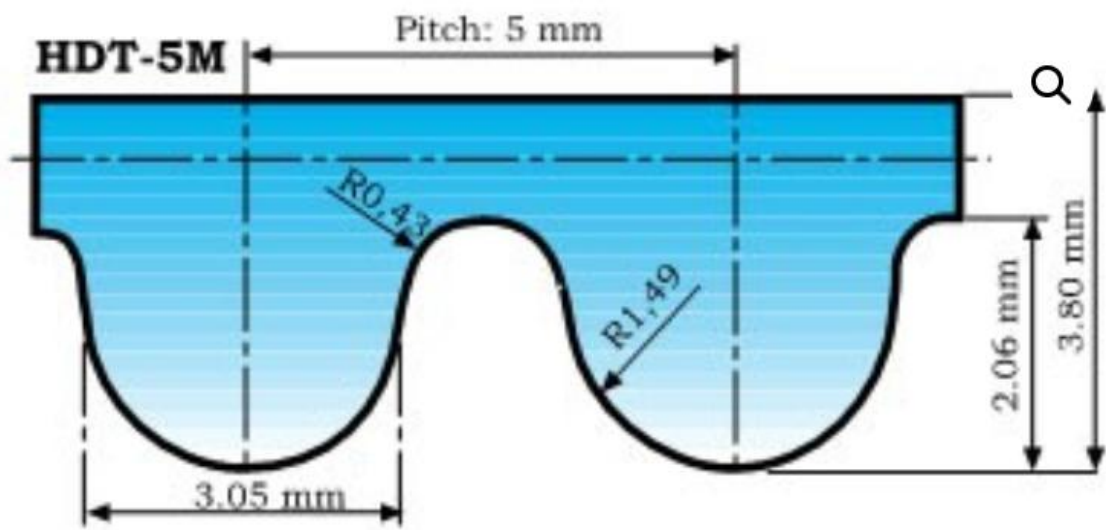
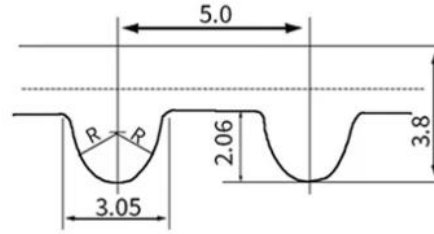


Imagen 12: Correa 5M-400 1

HTD5M

Width 10/15/20/25/30mm

Length 175-435mm



175-5M	180-5M	185-5M	200-5M	205-5M	210-5M	215-5M	220-5M	225-5M	230-5M
235-5M	240-5M	245-5M	250-5M	255-5M	260-5M	265-5M	270-5M	275-5M	280-5M
285-5M	290-5M	295-5M	300-5M	305-5M	310-5M	315-5M	320-5M	325-5M	330-5M
335-5M	340-5M	345-5M	350-5M	355-5M	360-5M	365-5M	370-5M	375-5M	380-5M
385-5M	390-5M	395-5M	400-5M	405-5M	410-5M	415-5M	420-5M	425-5M	430-5M

Imagen 13: Ficha técnica de Correas HTD5M



FICHA DATOS TÉCNICOS

DEXRON III

Revisión:4
Abril-15

DESCRIPCIÓN PRODUCTO

Lubricante de alta calidad con componentes sintéticos para transmisiones automáticas y direcciones asistidas de vehículos con especificación GM DEXRON IIIIG.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Elevado Índice de Viscosidad y excelente estabilidad de la viscosidad en servicio.
Excelente transmisión de potencia.
Formula sintética, alta durabilidad.
Gran poder antidesgaste, con lo cual prolonga la vida del mecanismo.
Gran resistencia al envejecimiento a la formación de lodos.
Proporciona un funcionamiento suave y sin golpes de la transmisión.
Alta protección contra la corrosión y excelente fluidez a bajas temperaturas.
Baja formación de espuma.
Gran estabilidad frente a las juntas de caucho.

DATOS TÉCNICOS

Aspecto :	VISUAL	Fluido brillante
Color :	VISUAL	Rojo
Viscosidad a 40°C :	ASTM D-445	33 - 38 cSt
Viscosidad a 100°C :	ASTM D-445	7.0 / 8.0 cSt
Índice de viscosidad:	ASTM D2270	185 típico

Las características mencionadas representan valores típicos obtenidos dentro de un período

Imagen 14: Ficha de aceite de transmisión

Bibliografía

- 21PREDICTIVA. (22 de 09 de 2021). *Predictiva 21*. Obtenido de <https://predictiva21.com/mantenimiento-predictivo-ventajas-desventajas>
- Acevedo, V. M. (05 de 03 de 2022). *AeroMaquinados*. Obtenido de <https://aeromaquinados.com/que-es-un-torno/>
- Ángel Febres, H. E. (15 de 11 de 2022). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/793022618/Mantenimiento-industrial>
- CHENGWANG, L. (19 de 08 de 2024). *Frontiers*. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fmech.2024.1418137>
- CMMS, F. (12 de 10 de 2021). *FtMaintenance*. Obtenido de <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/what-is-risk-based-maintenance/>
- ContentTeam, S. (19 de 08 de 2024). *Setyculture.com*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-basado-en-condicion>
- CorreaService. (30 de 05 de 2019). *CS*. Obtenido de <https://www.ncservice.com/es/conoce-el-funcionamiento-de-un-torno-sabes-cual-es-la-pieza-del-torno-en-la-que-gira-el-eje>
- ELECTRÓNICA. (25 de 08 de 2021). *ElectronicaEspa*. Obtenido de <https://www.redeweb.com/actualidad/torno/>
- FRACTTAL. (2024). *Fractal*. Obtenido de <https://www.fractal.com/es/blog/tipos-de-mantenimiento>
- García, J. E. (2009). *Openaccess*. Obtenido de <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/d428dbbb-3746-42dd-aac9-4beb158489e3/content>
- HeLLer. (26 de 11 de 2021). *Heller*. Obtenido de <https://blog.hellermaquinaria.com/el-torno-convencional-como-es-y-como-funciona-esta-maquina-herramienta/>
- InfraspeakTeam. (13 de 09 de 2023). *Infraspeak*. Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-autonomo-tpm/>
- ISO. (02 de 04 de 2018). *ESGINNOVA GROUP*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/norma-iso-14001-que-es/>
- ISO. (09 de 08 de 2023). *UNIR*. Obtenido de <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/iso-45001/>

- Jean Rosales, I. d. (09 de 08 de 2023). *FRACTTAL*. Obtenido de <https://www.fracttal.com/es/mantenipedia/que-son-las-normas-iso>
- MARUGÁN, A. P. (12 de 2024). *SCIENCE DIRECT*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832024005386>
- Medina, J. (17 de 07 de 2024). *Toyota*. Obtenido de <https://blog.toyota-forklifts.es/tpm-total-productive-maintenance-produccion-vs-mantenimiento>
- MOBLEY, R. K. (2002). *AN INTRODUCTION TO PREDICTIVE MAINTENCE*. USA: Elsevier.
- Organisation, I. S. (02 de 2018). *ISO.ORG*. Obtenido de <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/56/65694.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20ISO%2031000?%20ISO%2031000%20es,c%20omunicar%20los%20riesgos%20en%20toda%20una%20organizaci%C3%B3n>.
- ORS, G. (29 de 11 de 2011). *GRUPO ORS*. Obtenido de <https://grupooors.com.mx/2021/11/29/ventajas-y-desventajas-del-mantenimiento-correctivo/>
- Posts, e. B. (15 de 10 de 2025). *eMaint*. Obtenido de <https://www.emaint.com/es/what-is-scheduled-maintenance/>
- QUINTERO, M. R. (16 de 01 de 2025). *TALSA*. Obtenido de https://talsa.com.co/blogs/noticias/ciclo-vida-maquina-industrial-repuestos?srsltid=AfmBOopB1a1KZi8a4h1w_JEuTteYVacDDWu4OZVxwj_XBFl-Ed-tCZ1h
- RICARDO, Q. D. (20 de 08 de 2024). *UPN (Universidad Privada del Norte)*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/38487>
- Salazar, S. (09 de 07 de 2020). *SS*. Obtenido de <https://sebastiansalazar.com/que-es-un-torno-partes-y-funcionamiento/>
- SEGUAS. (s.f). *Seguas*. Obtenido de <https://www.seguas.com/la-importancia-del-mantenimiento-en-instalaciones-industriales/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20mantenimient%20o%20industrial,equipos%20alargando%20su%20vida%20%C3%BAtil>.
- Standardization, O. I. (01 de 2025). *LINKEDIN*. Obtenido de https://es.linkedin.com/posts/predictiva21_la-iso-14224-es-una-norma-internacional-titulada-activity-7273424642621501440-IEXc

Standardization., I. O. (2015). *ISOTools*. Obtenido de
<https://www.iso.org/standard/62085.html>

Team, S. C. (11 de 07 de 2024). *Safety Culture*. Obtenido de
<https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-proactivo>

UpKeep. (05 de 11 de 2019). *UK*. Obtenido de
<https://upkeep.com/es/learning/reliability-centered-maintenance-rcm/#explicaci%C3%B3n-del-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-y-c%C3%B3mo-realizar-con-%C3%A9xito-rcm>

VARGAS, J. S. (17 de 02 de 2011). *STUDOCU*. Obtenido de MANUAL DE INSTRUCCIONES PINACHO SP200 R:
https://www.studocu.com/es/document/universidad-tecnologica-del-peru/mecanica-de-suelos/manual-instrucciones-torno-pinacho-sp-200-r/70316962?utm_campaign=shared-document&utm_source=studocu-document&utm_medium=social_sharing&utm_content=manual-instruccion

Wu, W. (19 de 08 de 2025). *Coast*. Obtenido de
<https://coastapp.com/blog/reactive-maintenance/>

