



Gestión integral para el funcionamiento del Laboratorio de Resistencia de Materiales y
Metalografía

Modalidad: Práctica Empresarial

Joseph David Rodríguez Valbuena
1097910013

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingenierías
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico
Bucaramanga 28-11-2024



Auxiliar del Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía

Modalidad: Práctica Empresarial

Joseph David Rodríguez Valbuena
1097910013

**Informe de práctica realizada para optar al título de
Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico**

DIRECTOR

M Sc Eng. Diana Carolina Dulcey Díaz

Grupo de investigación – DIMAT

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingenierías
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico
Bucaramanga 28-11-2024

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos por las
Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título de
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico

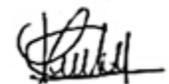
Según acta del comité de trabajo de grado

número 35 del 03-12-2024

Evaluador Diana Carolina Dulcey Diaz



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

Dedico este logro primero a Dios por ser mi guía y darme la fortaleza en cada paso de este camino. A mi madre, Ludary Rodríguez, por su gran amor, su apoyo incondicional y sacrificios que me han impulsado a alcanzar mis objetivos. Este logro es tanto suyo como mío. A mi abuelo, Luis Javier Rodríguez, por ser ejemplo de esfuerzo y dedicación que siempre llevaré conmigo. A mi familia y amigos, por estar siempre presentes, por creer en mí y darme esa palabra de aliento y apoyo emocional, también a todas esas personas que estuvieron a mi lado dándome apoyo y fuerza incondicional en los mejores y los más difíciles momentos para que refleje mi mayor esfuerzo con gran agradecimiento y amor, Finalmente, a todos los profesores y compañeros que dejaron una huella en este camino, gracias por ser parte de este gran aprendizaje y crecimiento. Este proyecto es un reflejo de cada esfuerzo, cada sueño y cada palabra de aliento que he recibido de personas que me motivan cada día Con gratitud y esperanza, lo dedico a todos ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en este proceso de desarrollo y culminación, a las Unidades Tecnológicas de Santander por brindarme la oportunidad de estudiar en una de las mejores instituciones tecnológicas del país. Agradezco profundamente a mis profesores, especialmente a la profesora Diana Carolina Dulcey Díaz, por su gran orientación, apoyo, paciencia durante todo el proceso y la disposición para guiarme durante todo este semestre para llevar a cabo este proceso como auxiliar del laboratorio, también agradezco al coordinador, Javier Ascanio, quien también me brindo sus contribuciones y sugerencias para seguir adelante. A mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado durante todo este tiempo, A mi madre Ludary Rodríguez, Mi abuelo Luis Javier Rodríguez, gracias por siempre estar a mi lado, por su confianza y por darme esa voz de aliento necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles, Este proyecto no solo es el reflejo de mi esfuerzo y crecimiento, sino también el de todas las personas que estuvieron a mi lado, creyeron en mí y me brindaron su más sincero apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>10</u>
<u>1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD</u>	<u>12</u>
<u>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	<u>13</u>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	13
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	14
2.3. OBJETIVOS.....	15
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2.4. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	16
<u>3. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>17</u>
3.1. MARCO TEÓRICO	19
3.1.1 PRUEBA DE TENSIÓN	19
3.1.2 PRUEBA DE IMPACTO.....	21
3.1.3 APLICACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE	22
<u>4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</u>	<u>23</u>
4.1. GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DETALLADA SOBRE PROVEEDORES.....	23
4.1.1 RESPUESTA A CONSULTAS Y PROBLEMAS TÉCNICOS DURANTE LAS PRÁCTICAS.....	25
4.1.2 IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	26
4.1.3 COORDINACIÓN LOGÍSTICA DE MATERIALES Y EQUIPOS	31
<u>5. RESULTADOS</u>	<u>34</u>
5.1. GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DETALLADA SOBRE PROVEEDORES:.....	34
5.2 RESPUESTA A CONSULTAS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS TÉCNICOS:	40
5.3 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO:	40
5.4 COORDINACIÓN LOGÍSTICA DE MATERIALES Y EQUIPOS:.....	43
5.5 CONTROL LOGÍSTICO DE ASISTENCIA A EVENTOS, REUNIONES REALIZADAS Y PRESTAMOS DE HERRAMIENTAS EN EL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES Y METALOGRAFÍA	44
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>49</u>

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>51</u>
<u>8.</u>	<u>ANEXOS</u>	<u>53</u>
<u>9.</u>	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>54</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Unidad base con hardware y software para adquisición de datos	21
Figura 2 Apoyo técnico en prácticas	25
Figura 3 Resolución de dudas técnicas	40
Figura 4 Implementación de mantenimiento predictivo	41
Figura 5 Diagrama de Gantt para inspeccionamiento periódico de las maquinas	42
Figura 6 Respaldo de disponibilidad de materiales y equipos para cada practica	43
Figura 7 Registro de asistencia a reuniones en el Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía	45
Figura 8 Registro de préstamo de herramientas del laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía	46
Figura 9 Registro de actividad en el laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía con la Universidad De Santander UDES, de Cúcuta	47
Figura 10 Imagen ejemplo de la macro de Microsoft Excel	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de datos de proveedores de materiales e insumos.....	23
Tabla 2	Equipos y Parámetros Monitoreados	28
Tabla 3	Resultados esperados	31
Tabla 4	Tabla de actividades y elementos necesarios para cada practica	32
Tabla 5	Proveedores de materiales e insumos	35
Tabla 6	Proveedores de insumos químicos	37
Tabla 7	Proveedores y cotización de materiales para la realización de probetas	39

INTRODUCCIÓN

En este artículo se aborda un desafío crucial en el Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS): la optimización de la gestión y el uso de los recursos durante las prácticas académicas. Esta necesidad surge debido a la ausencia de un soporte técnico adecuado y de un sistema eficiente para la administración de materiales, factores que han ocasionado retrasos, riesgos en la seguridad y limitaciones en las experiencias educativas de los estudiantes.

La propuesta planteada tiene como propósito principal mejorar la operatividad y la calidad del laboratorio mediante la implementación de un sistema integral de apoyo técnico y gestión de materiales. Este sistema está diseñado para garantizar tanto la seguridad como la eficiencia en las prácticas, además de proporcionar un entorno de aprendizaje óptimo para que los estudiantes desarrollen las competencias técnicas esenciales para su formación profesional.

El documento presenta estrategias concretas como la creación de una base de datos actualizada de proveedores, la implementación de programas de mantenimiento predictivo, la resolución de problemas técnicos en tiempo real y la coordinación logística de los recursos necesarios para las prácticas académicas.

Estas acciones no solo buscan optimizar el uso de recursos y reducir costos, sino también fortalecer la experiencia educativa en el laboratorio.

Al promover un ambiente seguro, eficiente y bien gestionado, este proyecto contribuye directamente al desarrollo de profesionales más capacitados, mientras refuerza el papel del laboratorio como un espacio fundamental para el aprendizaje práctico en la institución. La iniciativa, elaborada como parte de los requisitos para la obtención del título de maestría, refleja el compromiso con la mejora continua de los procesos educativos y operativos, en beneficio de los estudiantes y de la institución en su conjunto.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Las unidades tecnológicas de Santander (UTS) son una institución de educación superior que en 48 años de existencia ha alcanzado reconocimiento en la región por la calidad de sus servicios educativos por contribuir con la formación del talento humano requerido para el desarrollo tecnológico del país.

Fue establecida oficialmente el 23 de diciembre de 1963 mediante el decreto numero 90 e inició labores académicas al año siguiente; se llamó institución tecnológica de Santander, y su propósito era capacitar personas en los procesos de producción y manejo de personal que necesita la industria del país. Ahora bien, su historia no comenzó desde el día en que se ordenó su creación, ni cuando comenzó a funcionar; Su proceso histórico se inició en 1888 con la creación de la escuela de artes y oficios de Bucaramanga, con el objetivo de crear un instituto de formación técnica para la región, con el objetivo de impartir conocimientos teóricos y prácticos de las artes y oficios. De esta forma se propone que el fortalecimiento y desarrollo de estos institutos reflejen los objetivos del gobierno nacional y estatal de promover la formación calificada de recursos humanos para concretar la industrialización del país.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

El Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía de las UTS requiere un apoyo significativo en la gestión y el uso de sus recursos durante las prácticas del semestre. Este requerimiento surge de la necesidad de poder garantizar de manera segura y eficiente las clases y que el proceso de aprendizaje de los estudiantes se desarrolle con la mejor calidad y apoyo al usuario.

La falta de un soporte técnico adecuado en la realización de las prácticas y de un sistema de gestión eficiente de materiales pueden ocasionar atrasos en las sesiones, riesgos en la seguridad de quienes realicen la práctica, y a una experiencia educativa careciente para los estudiantes. Estas limitaciones pueden llegar a dificultar el desarrollo de las habilidades técnicas necesarias para la realización de las prácticas y la formación de los futuros profesionales.

¿Cómo mejora la implementación de un sistema integral de apoyo técnico y gestión de materiales en la calidad y seguridad de las prácticas en el laboratorio de resistencia de materiales de las UTS?

2.2. Justificación de la Práctica

La propuesta surge en consecuencia de contar con apoyo técnico y una gestión eficiente de materiales en el laboratorio de resistencia de materiales de las UTS para asegurar que las clases se realicen de la mejor manera posible. Esto es crucial para garantizar unas clases y prácticas de gran calidad, guiar a estudiantes, y mejorar el uso de recursos del laboratorio, al implementar un sistema integral de apoyo técnico y gestión de materiales, se permitirá un funcionamiento eficaz y seguro del laboratorio, mejorando la experiencia educativa y facilitando el desarrollo de habilidades técnicas de los estudiantes. La solución de estas propuestas resultará en un mejoramiento en la seguridad y calidad de las prácticas, en un mejor uso de recursos y materiales, y en especial en un mejor rendimiento estudiantil para la formación de profesionales mejor capacitados. Esta propuesta es relevante para las UTS porque facilitará una educación más efectiva y segura, contribuyendo al desarrollo integral de los estudiantes y al fortalecimiento de las capacidades del laboratorio y al buen uso de sus recursos.

2.3. Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Optimizar el funcionamiento y la operatividad del Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) mediante el planteamiento y ejecución de mantenimientos predictivos y la asistencias técnica y tecnológica para mejorar la experiencia de los usuarios del laboratorio.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Generar una base de datos detallada sobre proveedores de materiales e insumos del laboratorio para agilizar el proceso de adquisición de materiales y reducir costos.
- Responder consultas y resolver problemas técnicos que puedan surgir durante las sesiones prácticas.

- Implementar un programa de mantenimiento predictivo para los diferentes bancos con la finalidad de predecir fallos en los equipos, reducir costos de reparación y extender la vida útil de los mismos.
- Brindar apoyo técnico y logístico en el Laboratorio coordinando la disposición de materiales y equipo necesario antes y durante cada sesión para garantizar el desarrollo de las experiencias en el laboratorio de forma segura y eficiente.

2.4. Antecedentes de la Empresa

Las Unidades Tecnológicas de Santander son una institución educativa de educación superior, se centran en proporcionar una formación académica de alta calidad en áreas tecnológicas y técnicas, preparando a los estudiantes para la industria laboral y fomentando la innovación y el desarrollo regional, se caracterizan por ofrecer programas en diversas áreas como ingeniería, socioeconómicas, y administración, con un enfoque en la integración de la teoría y la práctica.

Basándose en los antecedentes del laboratorio de resistencia de materiales y metalografía, el laboratorio es un componente crucial para la formación técnica y práctica de los estudiantes en el campo de la ingeniería y las ciencias aplicadas. Su

objetivo principal se centra en proporcionar un entorno académico donde los estudiantes puedan realizar pruebas y experimentos para poder entender cómo los materiales responden a diferentes tipos de condiciones y cargas.

3. MARCO REFERENCIAL

El desarrollo de esta práctica se sustenta en teorías y principios que respaldan la gestión eficiente de recursos, el mantenimiento predictivo de equipos y la mejora de procesos educativos en entornos técnicos. Así las bases teóricas nos permiten abordar de manera integral los desafíos operativos del Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS).

La teoría del mantenimiento predictivo que indica la norma ISO 17359, establece un marco para la monitorización de las condiciones operativas de los equipos mediante herramientas que permiten corregir fallos antes de que ocurran. Según (*Bajo la Norma ISO 17359, 2023*) este enfoque no solo prolonga la vida útil de los equipos, sino que también optimiza los costos de operación al minimizar interrupciones en los procesos y da menor costo a largo plazo.

En cuanto a la gestión de materiales y recursos, la teoría de los sistemas organizacionales según (Gelvez & Quintero, s. f.) propone que la eficiencia en cualquier sistema depende de la coordinación adecuada entre sus componentes.

En el contexto de los laboratorios, (Utah & Jung, 2020) destacan que la implementación de bases de datos digitales para la administración de inventarios y proveedores facilita la planificación y reduce desperdicios, mejorando la operatividad general.

Desde la perspectiva educativa, el modelo de aprendizaje experiencial de (Peinado Camacho et al., 2020) enfatiza la importancia de los entornos prácticos para consolidar el conocimiento teórico, este modelo subraya que los estudiantes aprenden mejor cuando pueden aplicar conceptos abstractos en situaciones reales, lo que refuerza la relevancia de contar con un laboratorio bien gestionado y equipado para el uso práctico en los temas abstractos.

Además, el soporte técnico y logístico en espacios educativos encuentra sustento en los principios de la gestión de calidad total (Niño, s. f.) que abogan por la mejora continua de procesos y servicios, asegurando que las experiencias de aprendizaje sean seguras y eficaces. (Hernández & Moreno, 2015) destacan que un laboratorio con infraestructura y soporte técnico adecuados promueve una experiencia educativa óptima, contribuyendo al desarrollo integral de los estudiantes.

En conjunto, estas teorías y enfoques proporcionan el marco necesario para diseñar e implementar un sistema integral de gestión técnica y logística en el

laboratorio, asegurando no solo la funcionalidad de los equipos, sino también una experiencia educativa enriquecedora y de calidad.

3.1. Marco teórico

El laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía es un laboratorio especializado en la evaluación de las propiedades mecánicas de diferentes materiales mediante una variedad de pruebas. Estas pruebas son esenciales para determinar el comportamiento de los materiales bajo diferentes condiciones de carga, lo que permite evaluar su idoneidad para diversas aplicaciones en el campo de la ingeniería.

3.1.1 Prueba de Tensión

Una de las pruebas más fundamentales en el laboratorio de resistencia de materiales es la prueba de tensión, que mide cómo un material responde cuando se le somete a fuerzas de tracción. En esta prueba, se coloca una probeta del material en una máquina de tracción, como la unidad base con hardware y software para adquisición de datos de la marca Edibon, modelo EEU/20KN. Esta máquina permite aplicar una carga progresiva mientras se mide la deformación del material. La prueba de tensión proporciona datos cruciales como el límite elástico, la resistencia máxima, la ductilidad, y la ruptura, lo que ayuda a determinar la capacidad del material para soportar cargas sin fallar.

En la Figura 1 modelo EEU/20KN está diseñado para realizar pruebas de tracción en materiales metálicos y no metálicos, y cuenta con un sistema de adquisición de datos integrado que permite registrar y analizar los resultados de la prueba en tiempo real. Este sistema facilita la recolección de datos de fuerzas y desplazamientos, lo cual es vital para realizar análisis detallados sobre el comportamiento del material bajo estrés. El software de la unidad permite la visualización de las curvas de esfuerzo-deformación y el análisis de las propiedades mecánicas, lo que optimiza el proceso de toma de decisiones en el diseño y selección de materiales para aplicaciones específicas.

Figura 1 Unidad base con hardware y software para adquisición de datos



Fuente: **Autores**

3.1.2 *Prueba de Impacto*

La prueba de impacto es otra prueba esencial que evalúa la capacidad de un material para resistir cargas repentinas o de choque. A diferencia de la prueba de tensión, que se aplica de manera continua, la prueba de impacto somete al material a una carga rápida, permitiendo medir su tenacidad y capacidad de absorción de energía. Las máquinas de impacto comúnmente usadas en este tipo de ensayo

incluyen los equipos de Charpy y Izod, los cuales pueden evaluar cómo un material se comporta cuando es golpeado o sometido a cargas rápidas que podrían producir fracturas.

El modelo EEU/20KN de Edibon también es capaz de realizar ensayos de impacto al permitir la integración de diversas pruebas mediante su sistema de adquisición de datos, el cual facilita la medición precisa de la fuerza aplicada durante el impacto y la deformación resultante. La capacidad del sistema para integrar tanto pruebas de tensión como de impacto en un solo equipo lo convierte en una herramienta extremadamente versátil y eficiente en el análisis de materiales, asegurando resultados precisos y reproducibles.

3.1.3 Aplicación del Hardware y Software

La unidad EEU/20KN integra un sistema de hardware de alta calidad con un software intuitivo para la adquisición de datos. Este sistema permite realizar un seguimiento detallado durante todo el proceso de las pruebas mecánicas, lo que no solo facilita la recopilación de información, sino que también permite el análisis avanzado de los resultados. La combinación de hardware robusto con software especializado asegura que las pruebas de tensión y de impacto se realicen con precisión, permitiendo que los investigadores y técnicos analicen el comportamiento de los materiales y optimicen su uso en diversas aplicaciones industriales.

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo mediante un enfoque estructurado, organizado en etapas que corresponden a los objetivos planteados. Estas etapas se realizaron conforme al plan de práctica diseñado al inicio, siguiendo un cronograma establecido para garantizar el cumplimiento eficiente de cada actividad.

4.1. Generación de una base de datos detallada sobre proveedores

Etapas 1. Investigación y recopilación de información:

Se realizó un análisis de los materiales e insumos más utilizados en el laboratorio.

Se contactaron proveedores locales y regionales para obtener información sobre disponibilidad, costos y tiempos de entrega.

Se revisaron directorios comerciales y bases de datos en línea para ampliar la lista de proveedores potenciales.

Tabla 1 **Tabla de datos de proveedores de materiales e insumos**

Nombre del proveedor	Material/ insumos ofrecidos	Ubicación	Contacto	Correo electrónico	Condiciones de envío
Aceros Bucaramanga	Aceros Estructurales, Varillas, barras de ensayo	Bucaramanga centro	(7) 635-1234	ventas@acerosbucaramanga.com	Envío gratuito por compras mayores a \$500,000
Materiales Industriales	Consumibles metalográficos, abrasivos, discos de corte	Floridablanca	(7) 645-5678	info@materialesindustriales.com	Costo adicional por transporte: \$20,000
Química del oriente	Reactivos químicos, aceites para metalografía	Girón	(7) 678-9012	servicio@quimicaoriente.com	Descuentos por volumen
Maquinaria y Herramientas Santander	Equipos de ensayo, mordazas, Herramientas de calibración	Piedecuesta	(7) 712-3456	ventas@mhsantander.com	Envío incluido en el área metropolitana

Se verificaron los datos ingresados y se organizaron según criterios de prioridad como costo, calidad y proximidad al laboratorio. Se realizaron simulaciones de pedidos para evaluar la efectividad de la base de datos.

4.1.1 Respuesta a consultas y problemas técnicos durante las prácticas

Etapa 1. Diagnóstico inicial: Se identificaron los problemas técnicos más comunes en las sesiones prácticas con los estudiantes

Etapa 2. Implementación y monitoreo: Durante las prácticas, se monitoreo la eficacia de las maquinas registrando los resultados en cada práctica.

Figura 2 Apoyo técnico en prácticas



Fuente: Autores.

4.1.2 Implementación de un programa de mantenimiento predictivo

Se programaron intervenciones basadas en los resultados del monitoreo, como ajustes, limpieza y reemplazo de piezas desgastadas.

Se implementa un programa de mantenimiento predictivo para los equipos del Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía

El mantenimiento predictivo utiliza datos en tiempo real y análisis para anticipar fallos y planificar intervenciones antes de que ocurran averías cruciales. A continuación, se describe un programa de mantenimiento predictivo diseñado para los equipos del Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía.

Equipo	Parámetros Monitoreados	Frecuencia de Inspección	Método de Análisis
Cabina para limpieza y reparación superficial	Presión de aire, ciclos de operación, desgaste de filtros	Mensual	Sensores de presión y manual
Cortadora metalográfica de precisión	Vibración, consumo eléctrico, desgaste de cuchilla	Quincenal	Sensor de vibración, amperímetros
Durómetro	Precisión en mediciones, calibración del brazo	Mensual	Calibración manual
Empastilladora para probetas	Ciclos de operación, temperatura de calentamiento	Mensual	Termómetro infrarrojo
Equipo de pulido o desbaste	Velocidad de rotación, desgaste de discos, vibración	Semanal	Tacómetro
Máquina de torsión	Torque máximo alcanzado, lubricación de ejes	Mensual	Sensores de torque

Microscopio metalográfico	Claridad de imagen, alineación óptica, limpieza de lentes	Mensual	Pruebas de calibración óptica
Unidad base (hardware/software)	Rendimiento del software, almacenamiento	Mensual	Análisis de software

Objetivos del Programa

1. Predecir fallos en los equipos mediante monitoreo continuo.
2. Reducir costos asociados a reparaciones correctivas.
3. Extender la vida útil de los equipos y mejorar su desempeño.
4. Minimizar interrupciones en las actividades del laboratorio.

Tabla 2 Equipos y Parámetros Monitoreados

Equipo	Parámetros Monitoreados	Frecuencia de Inspección	Método de Análisis
Cabina para limpieza y reparación superficial	Presión de aire, ciclos de operación, desgaste de filtros	Mensual	Sensores de presión y manual

Cortadora metalográfica de precisión	Vibración, consumo eléctrico, desgaste de cuchilla	Quincenal	Sensor de vibración, amperímetros
Durómetro	Precisión en mediciones, calibración del brazo	Mensual	Calibración manual
Empastilladora para probetas	Ciclos de operación, temperatura de calentamiento	Mensual	Termómetro infrarrojo
Equipo de pulido o desbaste	Velocidad de rotación, desgaste de discos, vibración	Semanal	Tacómetro
Máquina de torsión	Torque máximo alcanzado, lubricación de ejes	Mensual	Sensores de torque

Microscopio metalográfico	Claridad de imagen, alineación óptica, limpieza de lentes	Mensual	Pruebas de calibración óptica
Unidad base (hardware/software)	Rendimiento del software, almacenamiento	Mensual	Análisis de software

Estrategias del Programa

1. Planificación de Mantenimiento: Las alertas y los análisis determinan las intervenciones necesarias para prevenir fallos, optimizando el tiempo de parada.
2. Registro Histórico: Se crea una base de datos con el historial de mantenimiento y análisis para prever patrones de desgaste y fallos recurrentes.

Tabla 3 Resultados esperados

Actividad	Frecuencia	Responsable	Resultado Esperado
Monitoreo y recolección de datos	Diario	Laboratorista	Evitar fallas en las prácticas en el laboratorio
Análisis de tendencias	Mensual	Laboratorista	Gestionar y alargar la vida útil del equipo
Intervenciones preventivas	Según alertas	Laboratorista	Reducción de averías

Indicadores Clave de Desempeño (KPIs):

1. Reducción del tiempo de inactividad del laboratorio (%).
2. Disminución de costos de mantenimiento (%).
3. Aumento de la vida útil de los equipos (años).
4. Precisión en la predicción de fallos (%).

Este programa permitirá una operación más eficiente y económica, asegurando la disponibilidad y funcionalidad de los equipos del laboratorio.

4.1.3 Coordinación logística de materiales y equipos

Se diseñó un cronograma detallado que incluyera las necesidades de materiales y equipos para cada sesión práctica.

Tabla 4 Tabla de actividades y elementos necesarios para cada practica

Semana	Fecha	Práctica	Actividad Principal	Materiales y Equipos	Responsable
1	17/08/2024	Introducción al Laboratorio	Revisión inicial de equipos y normas de seguridad	Probetas, pie de rey	Laboratorista
2	20/08/2024	Medición de probetas	Uso del pie de rey para medición de dimensiones	Probetas, pie de rey	Laboratorista
3	09/09/2024	Ensayo de tracción	Preparación de probetas en la máquina de tracción	Probetas	Laboratorista
4	21/09/2024	Inspección visual y	Limpieza y evaluación de probetas	Probetas, equipo de limpieza	Laboratorista

		preparación superficial	antes del ensayo		
5	04/10/2024	Ensayo de dureza	Medición con durómetro	Probetas	Laboratorista
6	21/10/2024	Ensayo metalográfico	Corte, empastillado y pulido de probetas	Probetas, cortadora, empastilladora, pulidor	Laboratorista
7	28/10/2024	Análisis de microestructura	Observación con microscopio	Probetas, microscopio metalográfico	Laboratorista

Se revisaron las especificaciones de cada actividad para garantizar que los recursos estuvieran disponibles con anticipación.

Etapa 2. Gestión operativa:

Se asignó un responsable para la preparación y disposición de los equipos y materiales antes de cada práctica, donde se lleva un control de asistencia de eventos o reuniones en el laboratorio de resistencia de materiales y metalografía en este caso se le asigna la responsabilidad al laboratorista.

5. RESULTADOS

La realización del proyecto permitió hallar resultados concretos que fortalecieron las prácticas de laboratorio y optimizaron el uso de recursos en el Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía. Entre los logros más destacados se encuentran:

5.1. Generación de una base de datos detallada sobre proveedores:

Proveedor	Nombre del Proveedor	Material/Insumo	Cantidad	Precio Unitario (COP)	Subtotal (COP)	Observaciones
001	Aceros Bucaramanga	Varilla de acero (20 mm)	10 kg	\$15,000	\$150,000	Incluye transporte por volumen.
002	Materiales Industriales	Discos de corte (150 mm)	5 unidades	\$8,000	\$40,000	Envío adicional de \$20,000.
003	Química del Oriente	Aceite para metalografía (1 L)	3 litros	\$25,000	\$75,000	Descuento aplicado por más de 2 litros.

004	Química del Oriente	Reactivo químico (Etanol, 1 L)	2 litros	\$18,000	\$36,000	Producto disponible en 24 horas.
005	Maquinaria y Herramientas Santander	Mordaza para banco de tracción	1 unidad	\$120,000	\$120,000	Garantía de 6 meses.

Se recopiló y sistematizó información clave de cinco proveedores regionales y locales, detallando los precios, materiales y las condiciones de envío. Esta base de datos permite una gestión más eficiente y ágil de los insumos necesarios, asegurando la disponibilidad oportuna de materiales esenciales como las probetas.

A raíz de la búsqueda de estos proveedores se realiza una cotización de los insumos y materiales que más se necesitan en el desarrollo de las practicas.

Tabla 5 Proveedores de materiales e insumos

Nombre del Proveedor	Material/Insumo	Cantidad	Precio Unitario (COP)	Subtotal (COP)	Observaciones
Aceros Bucaramanga	Varilla de acero (20 mm)	10 kg	\$15,000	\$150,000	Incluye transporte por volumen.
Materiales Industriales	Discos de corte (150 mm)	5 unidades	\$8,000	\$40,000	Envío adicional de \$20,000.

Química del Oriente	Aceite para metalografía (1 L)	3 litros	\$25,000	\$75,000	Descuento aplicado por más de 2 litros.
Química del Oriente	Reactivo químico (Etanol, 1 L)	2 litros	\$18,000	\$36,000	Producto disponible en 24 horas.
Maquinaria y Herramientas Santander	Mordaza para banco de tracción	1 unidad	\$120,000	\$120,000	Garantía de 6 meses.

Las cotizaciones realizadas ofrecen una calidad referente a su precio, se hace la comparación con respecto a otros proveedores y son las que mejor nos ofrecen garantía al momento de realizar la compra, los 5 insumos que se mencionan con anterioridad en la cotización son los que más se usan en las clases prácticas del laboratorio.

Tabla 6 Proveedores de insumos químicos

Proveedor	Nombre del Proveedor	Producto Químico	Cantidad	Precio Unitario (COP)	Subtotal (COP)	Observaciones
003	Química del Oriente	Etanol (1 L)	3 litros	\$18,000	\$54,000	Producto disponible en 24 horas.
003	Química del Oriente	Ácido nítrico (1 L)	2 litros	\$35,000	\$70,000	Transporte gestionado por seguridad.
003	Química del Oriente	Ácido clorhídrico (1 L)	2 litros	\$30,000	\$60,000	Descuento aplicado por volumen.
003	Química del Oriente	Alcohol isopropílico (1 L)	3 litros	\$20,000	\$60,000	Envío incluido en compras mayores a \$100,000.
003	Química del Oriente	Peróxido de hidrógeno (30%, 1 L)	1 litro	\$28,000	\$28,000	Transporte gestionado por seguridad.

Las cotizaciones realizadas para los insumos químicos también nos demuestran una calidad referente a su precio y viabilidad, ya que son empresas reconocidas por su buen servicio, los 5 químicos que se cotizaron son los que más se usan en las practicas con las máquinas de metalografía, también, al momento de realizar las cotizaciones se nos da el precio unitario, se realiza una cotización para que su durabilidad sea de 24 meses, el total de la cotización es de \$272.000 pesos con transporte incluido, a comparación de otros proveedores el ahorro esta diferenciado por \$52.000 pesos.

Tabla 7 Proveedores y cotización de materiales para la realización de probetas

Proveedor	Material	Descripción	Precio por Kilo (COP)	Total de Probetas	Correo de Contacto	Teléfono
Metales y Aleaciones	Cobre (barra sólida)	Barra de cobre puro, ideal para mecanizado	120,000	14	ventas@metales aleaciones.com	(7) 643 5678
Insumos Técnicos Bucara	Aluminio (lámina)	Lámina de aluminio de alta resistencia	45,000	47	contacto@insum osbucara.com	(7) 678 9123
Canagrosa	Aluminio (barra sólida)	Barra cilíndrica para fabricación de probetas	70,000	47	info@canagrosa. com	(7) 635 1234
Distribucion es Metalúrgicas	Cobre (lámina)	Lámina de cobre de 3 mm para ensayos	100,000	14	ventas@distmeta l.com	(7) 690 4567

5.2 Respuesta a consultas y solución de problemas técnicos:

Durante las prácticas, se identificaron y resolvieron problemas técnicos comunes mediante un diagnóstico inicial y la implementación de un sistema de monitoreo constante. Esto incluyó el ajuste y calibración de equipos, garantizando su funcionalidad y reduciendo interrupciones en las actividades.

Figura 3 Resolución de dudas técnicas



Fuente: Autores.

5.3 Desarrollo e implementación de un programa de mantenimiento predictivo:

Se diseñó un programa de mantenimiento basado en el análisis continuo de datos en tiempo real. Como resultado este programa permitió anticipar fallos críticos en equipos como la máquina de torsión, durómetro y microscopio

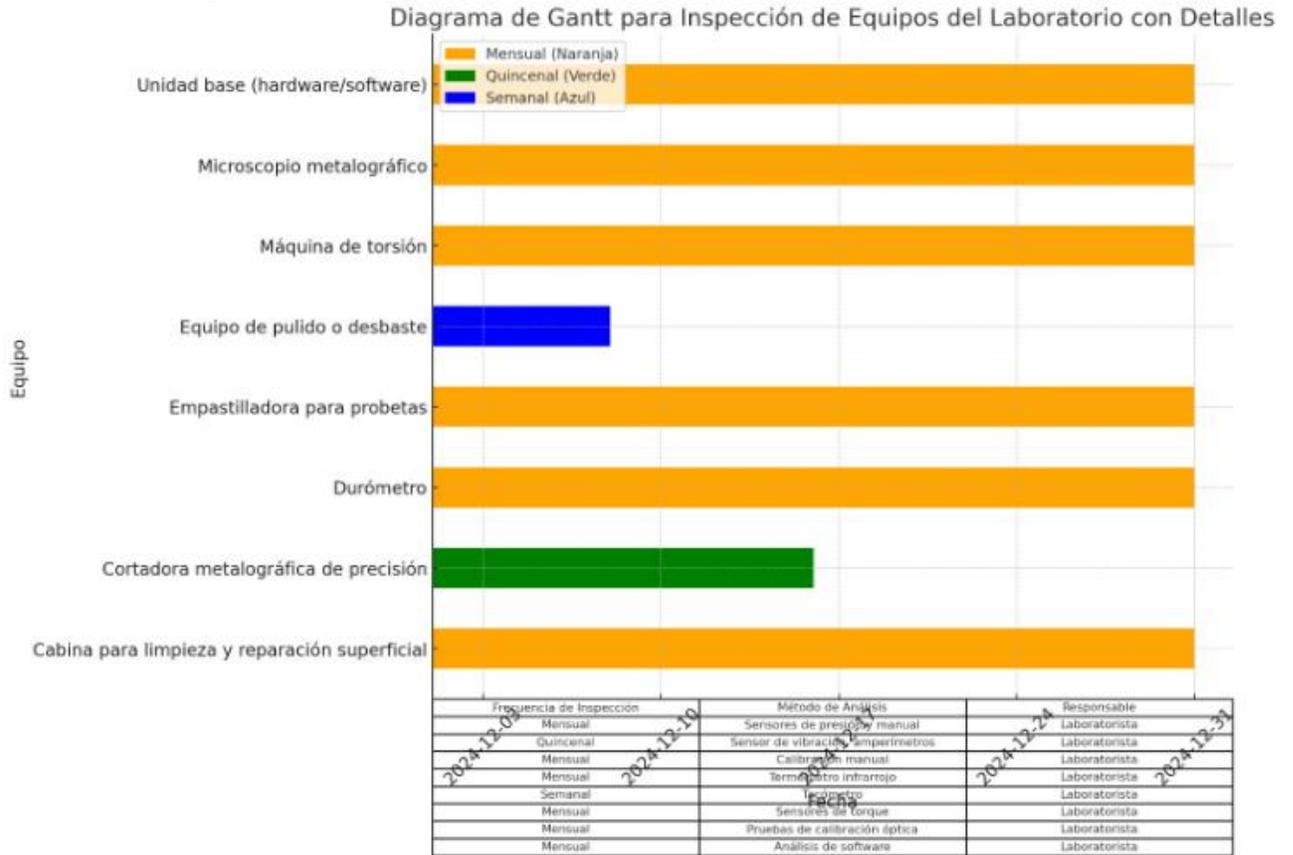
metalográfico. Las estrategias aplicadas lograron reducir el tiempo de inactividad del laboratorio y extender la vida útil de los equipos.

Figura 4 Implementación de mantenimiento predictivo



Fuente: Autores

Figura 5 Diagrama de Gantt para inspeccionamiento periódico de las maquinas



Fuente: Autores.

5.4 Coordinación logística de materiales y equipos:

A través de una planificación precisa, se garantizó la disponibilidad de materiales y equipos para cada práctica, asignando responsabilidades específicas y cumpliendo con un cronograma bien definido. Esto mejoró la eficiencia y organización del laboratorio.

Figura 6 Respaldo de disponibilidad de materiales y equipos para cada practica



Fuente: Autores

5.5 Control logístico de asistencia a eventos, reuniones realizadas y prestamos de herramientas en el laboratorio de resistencia de materiales y metalografía

Mediante un control de asistencia a reuniones o eventos, utilizando un formato proporcionado por el docente, se puede destacar que, por cada reunión, la asistencia supera los 15 participantes, mientras que, por evento, se cuenta con más de 30 participantes.

Por otro lado, las herramientas o elementos prestados reflejan un promedio de dos personas por semana que solicitan el préstamo de alguna herramienta. El formato requerido al momento de realizar el préstamo proporciona la certeza sobre las condiciones en las que se entrega la herramienta, así como la responsabilidad de devolverla en el mismo estado.

Figura 7 Registro de asistencia a reuniones en el Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía

UTS		REGISTRO DE ASISTENCIA		VERSIÓN: 7.0	
TEMA: Laboratorio Semilleros 2023-2		EXPOSITOR: Diana Carolina Olaya Díaz			
FECHA: 02/09/2024		HORA INICIO: 5:30 P.M.		LUGAR: UTS del Laboratorio de Materiales	
NOMBRE	IDENTIFICACION	PROGRAMA/OPCIÓN/CI	CORREO ELECTRÓNICO / TELÉFONO	FIRMA	
Alexandro Gutiérrez	1122519722	Tec. Electromecánica	3165336562	ALEJANDRO	
Joseph Rodriguez	1097940013	Tec. Electromecánica	3175924097	[Firma]	
Melissa Valentin Pizarro	1005435022	Ing. Electromecánica	mpizarro@uts.edu.co 3129435582	Melissa Pizarro	
Diego Andrés Salazar Silva	1077086072	Tec. Electromecánica	3134786376	[Firma]	
Adrian David Hoyos	1098788598	Ing. Electromecánica	ahoyos0912@hotmail.com	[Firma]	
Angie Marcela Cardenas	1004298028	Tec. Electromecánica	3120722824	[Firma]	
David Alonso Vera Cruz	1093001592	Ing. Electromecánica	200000000@gmail.com	[Firma]	
Diego Esteban Cruz Alvarez	1094833826	Ing. Electromecánica	diegoecruz@uts.edu.co	Diego Cruz	
Camilo Andrés Pardo Villamil	1097092010	Tec. Electromecánica	Camilopardo@uts.edu.co	Camilo Pardo	
Carla Marcela Tamayo Medina	10439486	Tec. Electromecánica	cmartinez@uts.edu.co	Carla Tamayo	
Diego Vargas Caballero	100890483	Ing. Electromecánica	diego.vargas@uts.edu.co	Diego Vargas	
Andrés Fierro Pabon Barón	1005135199	Tec. Electromecánica	3104790000@comcast.net	[Firma]	
Juan Camilo Vera Vera	1001286642	Tec. Electromecánica	juancamilovera@uts.edu.co	Juan C.	
Diego Alejandro Cerquera Jerez	1007297619	Ing. Electromecánica	diegoacerquera@uts.edu.co	Diego A. C.	
Diego Fernando Lara Narváez	1082371707	Tec. Electromecánica	diegofernandolara@uts.edu.co	Diego F. L.	

FIRMA RESPONSABLE: [Firma]

Al diligenciar este documento, autorizo de manera previa, expresa e inequívoca a las UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER a dar tratamiento de mis datos personales (y/o de los de los/as del menor de edad o persona en condición de discapacidad cognitiva que represento) aquí consignados, incluyendo el consentimiento expreso para haber ratos sencillos con consentimiento de oponerme a ellos, conforme a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información publicada en www.uts.edu.co y/o en Calle de los Estudiantes 5-82 Ciudad Real de Minas, que declaro conocer y estar informado que en ella se presentan los derechos que me asisten como titular y los canales de atención donde ejercerlos.

ELABORADO POR: Sistema Integrado de Gestión	REVISADO POR: Sistema Integrado de Gestión	APROBADO POR: Representante de la Unidad: FECHA APROBACIÓN: Agosto de 2023
------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Autores.

Se registra asistencia por cada reunión o actividad realizada, donde se evidencia la recolección de datos de los participantes, la fecha del evento, el motivo de la reunión, el expositor de la reunión y la firma del responsable. Esto permite mantener un registro y conocer la totalidad del personal activo en las actividades

Figura 8 Registro de préstamo de herramientas del laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía

The image shows two identical forms for borrowing tools from the Materials Resistance Laboratory. Each form is titled 'SOLICITUD DE PRÉSTAMO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES'. The top form is dated '20 de Agosto de 2023' and the bottom form is dated '20 de Agosto de 2024'. Both forms include fields for the borrower's name, identification number, project name, and date of loan. A table lists the borrowed items, including 'Probeta rata'. The top form has a return date of '17 de Agosto de 2023', while the bottom form has a return date of '17 de Agosto de 2024' and a note 'Devolto'. Both forms are signed by the borrower and include a note about the borrower's responsibility for the tools.

Fuente: Autores.

El control de préstamo de herramientas proporciona la certeza de que el préstamo se realiza y la herramienta se devuelve en las mismas condiciones en que fue entregada. Además, se registra evidencia mediante la firma de quien solicita la herramienta en el momento de su devolución.

Figura 9 Registro de actividad en el laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía con la Universidad De Santander UDES, de Cúcuta



Fuente: Autores

Figura 10 Listado de control de asistencia de estudiantes de Universidad De Santander UDES, de Cúcuta

UTS		REGISTRO DE ASISTENCIA		VERSIÓN: 7.0
F - 590 - 04				
TEMA:		EXPOSITOR:		
DEPENDENCIA:				
FECHA:		HORA INICIO:	HORA FINALIZACIÓN:	LUGAR:
NOMBRE	NÚMERO DE CÉDULA	PROGRAMA / DEPENDENCIA	CORREO ELECTRÓNICO / CELULAR	FIRMA
Manoel Izabela Carolina Paz	404942644	Comercio Exterior	isibezando10@gmail.com	Izabela Izabela
Danna Valentina Riezo Angel	1097529468	Comercio Exterior	dannavangelotie@gmail.com	Danna Angel
Eliana Hernández Villanovi	1149454874	Comercio Exterior	angelibellacortezhernandez@univa.com	Eliana Hernández
Jonny Desez Cust. Va	1093247082	Comercio Exterior	Desez Jonny Desez@gmail.com	Jonny Desez
Dorethy Bohogay Bohogay	109279363	COMERCIO EXTERIOR	Dorethy96@gmail.com	Dorethy
Paula Gamba	1099345005	Comercio Exterior	PaulaGamba96@gmail.com	Paula Gamba
Gellen Nicole Martinez A	1127046357	Comercio Exterior	gellenmartinez38@gmail.com	Gellen Martinez
Julianna Castellblanca	1074045716	Comercio Exterior	JuliannaCastellblanca01@gmail.com	Julianna
José Felipe Cosuella	1127290160	Comercio Exterior	CosuelloJoseFelipe@gmail.com	José Felipe
Diana José Banderas Castellanos	1099942026	Comercio Exterior	djcastellanos21@gmail.com	Diana José
Amel Alejandra Silva Moreno	1094356497	Comercio Exterior	amelalejandra2010@gmail.com	Amel
José Carlos Berroga	1192469771	Comercio Exterior	Berrogajc@gmail.com	José Carlos
Santi Daryana Pérez López	1090386284	Comercio Exterior	3157940338	Santi Pérez
Diana Daniela Barrera Cáceres	1030040590	Comercio Exterior	3152682277	Diana Daniela

FIRMA RESPONSABLE

Fuente: Autores

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Los resultados obtenidos constituyen recursos fundamentales para promover la mejora continua del laboratorio, abriendo oportunidades para innovaciones tecnológicas, asesoramiento y optimización de procesos. Las evidencias que respaldan estos logros incluyen tablas de datos detalladas, cronogramas, registros de mantenimiento y registros fotográficos, los cuales demuestran que se han alcanzado los objetivos propuestos en el proyecto.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión se generó un impacto positivo de las estrategias implementadas para optimizar la operación del Laboratorio de Resistencia de Materiales y Metalografía de las UTS. La implementación de un sistema de gestión eficiente permitió al laboratorio superar la falta de organización en la administración de insumos y proveedores, optimizando tanto la planificación como el uso de recursos. Asimismo, los problemas técnicos recurrentes, que anteriormente afectaban la continuidad de las prácticas, fueron gestionados eficazmente mediante la adopción de un enfoque de mantenimiento predictivo. Esta medida no solo permitió anticipar y prevenir fallos críticos en los equipos, sino que también contribuyó a extender la vida útil de los dispositivos, mejorando la seguridad y la confiabilidad durante las sesiones prácticas.

El éxito del proyecto estuvo estrechamente relacionado con la adopción de soluciones innovadoras para superar desafíos iniciales, como la falta de familiaridad con las nuevas herramientas y procedimientos. Estos obstáculos fueron abordados mediante programas de capacitación y un acompañamiento constante, lo que permitió una adaptación progresiva y efectiva. Además, la creación de un entorno más seguro y eficiente favoreció un aprendizaje más profundo y práctico para los

estudiantes, promoviendo el desarrollo de competencias técnicas clave. Este enfoque no solo solucionó las limitaciones existentes, sino que también estableció un modelo de mejora continua, replicable y escalable, con el potencial de fortalecer otros entornos académicos y operativos.

La integración de sistemas de gestión eficiente, junto con la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo, permitió al laboratorio no solo superar problemas organizativos y técnicos, sino también establecer un entorno más seguro, confiable y funcional. Estas mejoras fueron complementadas por iniciativas de capacitación y acompañamiento, que facilitaron la adaptación a nuevas herramientas y procedimientos, promoviendo un aprendizaje más práctico y profundo

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el monitoreo a todos los equipos del laboratorio, incorporando tecnologías más avanzadas para detectar fallas potenciales con mayor precisión. Además, es importante establecer cronogramas de mantenimiento periódico y sesiones de revisión técnica para garantizar la sostenibilidad del programa a largo plazo.

Se sugiere mantener la base de datos actualizada y ampliar la red de proveedores locales y nacionales, priorizando aquellos que ofrezcan opciones más sostenibles y económicas. Asimismo, implementar un sistema de evaluación para medir el desempeño de los proveedores permitirá optimizar futuras adquisiciones.

Dado el éxito de las capacitaciones iniciales, se recomienda establecer un programa regular de formación para estudiantes y personal técnico. Este debe incluir temas como el manejo de nuevos equipos, la aplicación de protocolos de seguridad y la optimización del uso de recursos.

Se sugiere implementar un software de gestión que permita una administración más eficiente de insumos, equipos y cronogramas. Esto facilitará el

seguimiento en tiempo real de las actividades y garantizará una distribución óptima de los recursos durante las prácticas.

Para garantizar la mejora continua, se recomienda incentivar proyectos de investigación que exploren nuevas metodologías de mantenimiento y gestión en el laboratorio. Esto no solo beneficiará a los estudiantes, sino que también posicionará al laboratorio como un referente en innovación académica.

Se sugiere establecer alianzas con otras instituciones educativas y empresas del sector para intercambiar buenas prácticas, obtener asesoría técnica y compartir recursos que fortalezcan las capacidades del laboratorio.

8. ANEXOS

Figura 10 Imagen ejemplo de la macro de Microsoft Excel

INVENTARIO DE ACCESORIOS DE OFICINA				PROPIETARIO	
CÓDIGO PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	EXISTENCIAS INICIALES	UBICACIÓN	NOMBRE DEL PROPIETARIO	
AC0001	BOTIQUÍN	1	ZONA D	UTS	
AC0002	PANTALLA DELL E176FPC	1	ZONA A	UTS	
AC0003	TECLADO LENOVO SK-8827	1	ZONA A	UTS	
AC0004	VIDEOBEAM EPSON H369A	0	ZONA A	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0005	ESCRITORIOS	3	ZONA A	UTS	
AC0006	SILLAS	3	LABORATORIO	UTS	
AC0007	PULIDORA BLACK-DEKER 820W	1	ZONA D	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0008	ROLLO NEGRO ABS	5	IMPRESORA 3D	UTS	
AC0009	ROLLO BLANCO ABS	1	IMPRESORA 3D	UTS	
AC0010	ROLLO VERDE ABS	5	IMPRESORA 3D	UTS	
AC0011	50MT EMPAQUE ESPONGA ETERNA	1	ZONA A	UTS	
AC0013	TIJERAS	8	ZONA A	UTS	
AC0014	PISTOLA DE CALOR STANLEY 1800W	1	ZONA D	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0015	MULTIMETRO	1	ZONA C	UTS	
AC0016	CPU WORKSTATION INTEL XEON, P2200	1	ZONA A	UTS	
AC0018	PANTALLA LENOVO 27" FHD A18270FTD	1	ZONA A	UTS	
AC0019	VIBROMETRO SMARTSENSOR	1	ZONA D	UTS	
AC0020	MOUSE LENOVO NEGRO	1	ZONA A	UTS	
AC0021	TRANSMISOR PARA AEROMODELOS RC	6	ZONA D	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0022	AEROMODELOS EMPACADOS	2	ZONA D	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0023	TURNIQY MEGA 400W CARGADOR DE BATERIA	1	ZONA A	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0025	PRECISION MEASUREMENT 31009-25A	1	ZONA D	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0026	PIE DE REY DIGITAL	1	ZONA C	UTS	
AC0027	EXTENSION DE SEIS PUERTOS	1	ZONA A	DIANA CAROLINA DULCEY	
AC0028	CABLE 6mt ETHENDER	1	ZONA A	UTS	
AC0028	CABLE 6mt ETHENDER	1	ZONA A	UTS	
AC0028	CABLE 6mt ETHENDER	1	ZONA A	UTS	
AC0028	CABLE 6mt ETHENDER	1	ZONA A	UTS	



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bajo la Norma ISO 17359:2018 cómo optimizar el plan de monitoreo de condición—

Pabelon. (2023, agosto 3). <https://pabelon.com/iso-17359-monitoreo-condicion/>

Gelvez, J. I. R., & Quintero, B. S. R. (s. f.). *Aplicación de machine learning en el mantenimiento predictivo industrial con herramientas de código abierto.*

Hernández, G. A., & Moreno, S. S. B. (2015). *ESTRATEGIA PARA LA GENERACIÓN DE RECURSOS EN LOS LABORATORIOS DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA – BOGOTÁ.*

Niño, J. A. Q. (s. f.). *APLICACIÓN DE ESCRITORIO PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE EQUIPOS INDUSTRIALES DE REFRIGERACIÓN A TRAVÉS DE MACHINE LEARNING.*

Peinado Camacho, J. de J., Montoy Hernández, L. D., Torres Hernández, Z., Peinado Camacho, J. de J., Montoy Hernández, L. D., & Torres Hernández, Z. (2020). Estrategia de gestión para la generación de recursos en un centro de investigación y posgrado. Estudio de caso del CIITEC en el contexto de México. *Acta universitaria*, 30. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2445>

Utah, M., & Jung, J. C. (2020). Fault state detection and remaining useful life prediction in AC powered solenoid operated valves based on traditional machine learning and deep neural networks. *Nuclear Engineering and Technology*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.net.2020.02.001>