



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS E
INFRAESTRUCTURA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CATORCE
DE JULIO JAE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR(ES):

Jhony Stalyn Manzano Lutuala
Michael Andrés Medina Chavarría

TUTOR:

Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino. Msc

LATACUNGA, AGOSTO, 2026

Latacunga, agosto del 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Manzano Lutuala Jhony Stalyn No. 0504266974 y Medina Chavarria Michael Andrés No. 1752332393, declaramos ser los autores del proyecto de titulación “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de julio JAE”, siendo el Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino Msc. tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Jhony Stalyn Manzano Lutuala
CC. 0504266974

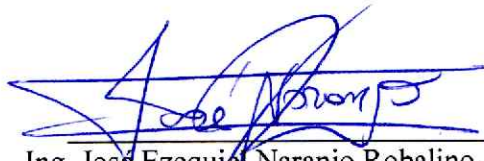


Michael Andrés Medina Chavarria
CC. 1752332393

Latacunga, Agosto 2026

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: "Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa 14 de julio JAE", propuesto por los estudiantes Manzano Lutuala Jhony Stalyn, Medina Chavarría Michael Andrés de la Carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.



Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino, Mg.
C.C. 1804710463
TUTOR

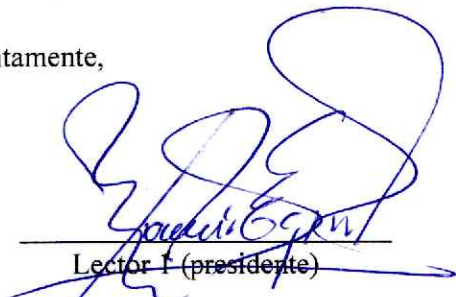
Latacunga, agosto del 2026

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título “Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE.”, propuesto por los estudiantes Jhony Stalyn Manzano Lutuala y Michael Andrés Medina Chavarría, nos permitimos indicar que los estudiante han concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad de Proyecto de investigación en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

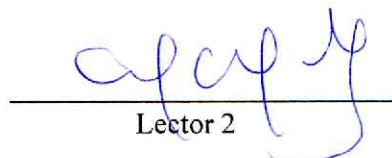
Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,



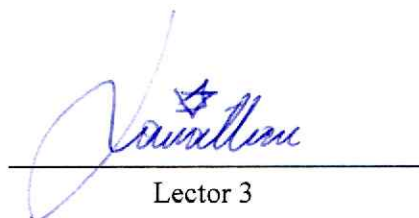
Lector 1 (presidente)

Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán, Mgtr.
CC: 0502269368



Lector 2

Ing. Jaime Hernán Acurio Masabanda
CC: 0502574247



Lector 3

Ing. Jonathan Alexander Ruiz Carrillo

CC: 0703323824

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por habernos brindado la oportunidad de formarnos profesionalmente y por proporcionarnos las herramientas y conocimientos necesarios para alcanzar nuestras metas.

Durante este camino enfrentamos retos, dudas y momentos difíciles, pero cada experiencia nos permitió crecer, aprender y fortalecer nuestras capacidades. Hoy culminamos esta etapa con nuevos conocimientos, experiencias inolvidables y la satisfacción de haber cumplido una meta que alguna vez parecía lejana.

A nuestros ingenieros, docentes y guías, gracias por compartir con nosotros sus conocimientos, por su paciencia, dedicación y compromiso. Sus enseñanzas no solo contribuyeron a nuestra formación académica, sino también a nuestro crecimiento personal y profesional.

A todas las personas que estuvieron presentes durante este proceso, que nos brindaron su apoyo, motivación y palabras de aliento, les extendemos nuestro más sincero agradecimiento. Cada aporte, por pequeño que haya sido, fue importante para llegar hasta aquí.

- Jhony Manzano
- Michael Medina

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza durante este camino y por brindarme la sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, hermanos y primos, por su amor, apoyo incondicional y por motivarme siempre a seguir adelante y alcanzar mis metas.

A mis docentes de Ingeniería Industrial, por compartir sus conocimientos y enseñanzas, contribuyendo a mi formación académica y profesional.

A mi mejor amigo y compañero de tesis, por compartir este proceso, superar juntos cada desafío y brindarme su apoyo, confianza y compromiso para alcanzar esta meta.

A una persona muy especial en mi vida, a quien quiero mucho y que ha estado a mi lado tanto en los buenos como en los malos momentos, brindándome su cariño, comprensión y apoyo constante, y motivándome siempre a seguir adelante.

Finalmente, dedico este logro a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y contribuyeron con sus palabras, consejos y motivación a la culminación de esta importante etapa de mi vida.

- Jhony Manzano

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a mis padres y hermanos por ayudarme en este proceso.

A dios por brindarme sabiduría y ayudarme en cada momento

A mis padres por ser un pilar importante, y apoyarme en cada momento que lo necesite

A mis hermanos, los cuales fueron un motivo para seguir adelante

Y por último dedico este trabajo a todas las personas que alguna vez formaron parte de mi vida en este proceso.

- Michael Medina

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CATORCE DE JULIO JAE.”

Autores:

Manzano Lutuala Jhony Stalyn

Medina Chavarría Michael Andrés

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad desarrollar un Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) destinado a los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE, con el propósito de transformar la gestión tradicional basada en acciones correctivas hacia un enfoque preventivo, organizado y planificado. La metodología correspondió a una investigación aplicada con enfoque mixto, bajo un nivel descriptivo y proyectivo. La unidad de análisis estuvo constituida por una muestra intencional no probabilística de 49 activos físicos ubicados en las áreas de taller de mecanizado, taller de confección y aula de cómputo. Los resultados obtenidos mediante auditorías de diagnóstico, evaluación de criticidad y el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) permitieron evidenciar deficiencias significativas en la gestión actual del mantenimiento, reflejadas en una brecha documental del 75% y en la clasificación del 42.86% de los activos como elementos de alta criticidad. A partir del diagnóstico obtenido, se diseñó un Sistema de Gestión de Mantenimiento compuesto por siete módulos de control: gestión del inventario técnico, identificación y codificación de activos, documentación técnica, planificación preventiva, administración de órdenes de trabajo, trazabilidad histórica e indicadores de desempeño. Asimismo, la propuesta establece criterios estandarizados para la toma de decisiones, asignación de responsabilidades y seguimiento de las actividades de mantenimiento, fortaleciendo la gestión institucional y la mejora continua.

Palabras Clave: Gestión de mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Criticidad de activos, AMFE, Infraestructura educativa, Codificación técnica.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: “DESIGN OF A MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR THE EQUIPMENT AND INFRASTRUCTURE OF THE CATORCE DE JULIO JAE EDUCATIONAL UNIT.”

Authors:

Jhony Stalyn Manzano Lutuala-

Michel Andrés Medina Chavarría

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a Maintenance Management System (MMS) for the equipment and infrastructure of the Catorce de Julio JAE Educational Unit, with the aim of transforming traditional management—based on corrective actions—into a preventive, organized, and planned approach. The methodology involved applied research using a mixed-methods approach, at both descriptive and projective levels. The unit of analysis consisted of a non-probabilistic, purposive sample of 49 physical assets located in the machining shop, sewing shop, and computer lab. The results obtained through diagnostic audits, criticality assessments, and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) revealed significant deficiencies in the current maintenance management system, reflected in a 75% documentation gap and the classification of 42.86% of the assets as high-criticality items. Based on the findings of the diagnosis, a Maintenance Management System was designed, consisting of seven control modules: technical inventory management, asset identification and coding, technical documentation, preventive planning, work order management, historical traceability, and performance indicators. Furthermore, the proposal establishes standardized criteria for decision-making, the assignment of responsibilities, and the monitoring of maintenance activities, thereby strengthening institutional management and fostering continuous improvement.

KEYWORDS: Maintenance management, Preventive maintenance, Asset criticality, FMEA, Educational infrastructure, Technical coding.

AVAL DE TRADUCCIÓN - PROFESIONAL EXTERNO

Yo Mena Barthelotty Alison Paulina, con cédula de identidad número: 0501801252, Licenciada en Ciencias de la Educación Especialización Inglés con número de registro de la SENESCYT No. **1020-06-657642**; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CATORCE DE JULIO JAE.”** de: **Manzano Lutuala Jhony Stalyn y Medina Chavarria Michael Andrés**, de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, 14 de agosto del 2026



Alison Paulina Mena Barthelotty

C.I: 0501801252

Email: alisonmena914@gmail.com

Contacto: 0992662355

CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el tema: “Diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE.”, de Manzano Lutuala Jhony Stalyn y Medina Chavarría Michael Andrés, de la carrera de Ingeniería Industrial, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto Turnitin, con un porcentaje de coincidencias del 07 %; y * % de IA, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.



Página 2 de 111 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3627481788

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 6% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 3% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Página 2 de 105 - Descripción general de la escritura con IA

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3627481788

*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Latacunga, 07 de agosto de 2026



Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino MsC.
C.C.: 1804710463
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1.	INFORMACIÓN GENERAL	24
2.	INTRODUCCIÓN	26
2.1	Situación Problemática	28
2.2	Formulación del problema	28
2.2.1	Problema General:	28
2.3	Objeto y Campo de Acción	29
2.3.1	Objeto de Investigación	29
2.3.2	Campo de Acción	29
2.4	Beneficiarios	29
2.4.1	Beneficiarios directos	29
2.4.2	Beneficiarios indirectos	29
2.5	Justificación	30
2.6	Objetivos	31
2.6.1	General	31
2.6.2	Específicos	31
2.7	Sistemas de Tareas	32
3.	MARCO TEÓRICO	34
3.1	Antecedentes del proyecto	34
3.2	Gestión de mantenimiento	35

3.3 Activos físicos e infraestructura educativa	36
3.4 Tipos de mantenimiento	36
3.5 Sistema de Gestión de Mantenimiento	37
3.6 Inventario técnico de activos	38
3.7 Codificación técnica de activos	39
3.8 Análisis de criticidad	39
3.9 Plan de mantenimiento	39
3.10 Órdenes de trabajo y control documental	40
3.11 Indicadores de gestión de mantenimiento	41
3.12 Aprendizaje automático aplicado al mantenimiento	42
4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	44
4.1 Enfoque metodológico del proyecto	44
4.2 Diagrama general del proceso metodológico	45
4.3 Áreas de estudio.....	46
4.4 Datos de entrada del proyecto	46
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	48
4.5.1 Población y Muestra	48
4.6 Procedimiento para el objetivo específico 1	49
4.6.1. Delimitación física y técnica de las áreas de estudio	49
4.6.2. Revisión del inventario general de bienes	49
4.6.3. Selección de activos para el análisis operativo.....	50

4.6.4.	Caracterización técnica de los activos seleccionados.....	50
4.6.5.	Diagnóstico del proceso actual de mantenimiento	51
4.6.6.	Evaluación documental mediante escala tipo Likert	51
4.6.7.	Aplicación de la matriz de criticidad cuantitativa	52
4.6.8.	Selección de activos prioritarios.....	54
4.6.9.	Aplicación del AMFE a los activos prioritarios	55
4.6.10.	Priorización diagnóstica para el diseño posterior del sistema	56
4.7	Procedimiento para el objetivo específico 2.....	57
4.7.1.	Definición de la estructura general del sistema.....	57
4.7.2.	Diseño del inventario técnico de activos	57
4.7.3.	Diseño de la codificación técnica	57
4.7.4.	Diseño de fichas técnicas de activos	57
4.7.5.	Diseño del plan de mantenimiento preventivo	58
4.7.6.	Diseño de solicitudes y órdenes de trabajo.....	58
4.7.7.	Diseño del historial de mantenimiento	58
4.7.8.	Definición de indicadores de control.....	59
4.8	Procedimiento para el objetivo específico 3.....	64
4.8.1	Diseño del instrumento de validación por juicio de expertos.....	64
4.8.2	Auditoría diagnóstica del estado actual	66
4.8.3	Auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado	66
4.8.4	Cálculo de la cobertura documental del sistema propuesto.....	68

4.8.5 Comparación entre estado actual y cobertura del diseño.....	68
4.8.6 Validación por juicio de expertos	69
4.8.7 Cálculo del coeficiente V de Aiken	70
4.8.8 Integración de resultados para determinar la viabilidad técnica.....	71
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	72
5.1 Resultado del Objetivo Específico 1	72
5.1.1 Delimitación de las áreas evaluadas	72
5.1.2 Caracterización técnica de los activos inventariados	73
5.1.3 Diagnóstico inicial del estado actual del proceso de mantenimiento .	74
5.1.4 Aplicación de la matriz de criticidad cuantitativa	83
5.1.5 Análisis AMFE de activos prioritarios	89
5.1.6 Priorización diagnóstica de activos para el diseño del sistema	98
5.2 Resultado del Objetivo Específico 2	100
5.2.1 Estructura general del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado	100
5.2.2 Bloque 1: Inventario técnico de activos	101
5.2.3 Bloque 2: Codificación técnica de equipos e infraestructura	102
5.2.4 Bloque 3: Fichas técnicas de activos	104
5.2.5 Bloque 4: Plan de mantenimiento preventivo	105
5.2.6 Bloque 5: Órdenes de trabajo	106
5.2.7 Bloque 6: Historial de mantenimiento.....	107
5.2.8 Bloque 7: Indicadores de control del mantenimiento.....	107

5.2.9	Módulo inteligente de priorización mediante Machine Learning	108
5.2.10	Mapa general y funcionamiento operativo del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado	112
5.2.11	Relación entre brechas diagnosticadas y bloques del sistema diseñado	114
5.3	Resultado del Objetivo Específico 3	115
5.3.1	Auditoría diagnóstica del estado actual	115
5.3.2	Auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado	117
5.3.3	Cálculo de cobertura documental de la propuesta	118
5.3.4	Validación por juicio de expertos	121
5.3.5	Cálculo del coeficiente V de Aiken.....	122
5.3.6	Integración de resultados y viabilidad técnica.....	124
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
6.1.	Conclusiones.....	126
6.2.	Recomendaciones	126
7.	REFERENCIAS	128
ANEXOS		133
	FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA DE ACTIVOS.....	242
	CHECKLIST DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	242
	ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	243

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cuantificación de los beneficiarios</i>	30
Tabla 2. <i>Sistema de Tareas del Plan de Titulación.</i>	32
Tabla 3. <i>Indicadores básicos para evaluar el Sistema de Gestión de Mantenimiento.</i> .	41
Tabla 4. <i>Datos de entrada del proyecto.</i>	47
Tabla 5. <i>Técnicas e instrumentos utilizados.</i>	48
Tabla 6. <i>Formato para delimitación de áreas</i>	49
Tabla 7. <i>Ficha de verificación y levantamiento de activos.</i>	50
Tabla 8. <i>Escala tipo Likert</i>	51
Tabla 9. <i>Escala de frecuencia de falla.</i>	52
Tabla 10. <i>Escala de impacto operativo.</i>	53
Tabla 11. <i>Escala de seguridad</i>	53
Tabla 12. <i>Clasificación del índice de criticidad.</i>	54
Tabla 13. <i>Matriz de criticidad.</i>	54
Tabla 14. <i>Niveles de severidad</i>	55
Tabla 15. <i>Rango del NPR</i>	56
Tabla 16. <i>Formato resumido del plan de mantenimiento preventivo</i>	58
Tabla 17. <i>Formato resumido del historial de mantenimiento</i>	59
Tabla 18. <i>Resumen de la revisión inicial de la base de datos</i>	60
Tabla 19. <i>Variables utilizadas en el modelo de Machine Learning</i>	60
Tabla 20. <i>Escala de valoración del juicio de expertos</i>	65

Tabla 21. <i>Criterios de valoración por juicio de expertos</i>	65
Tabla 22. <i>Formato para auditoría diagnóstica del estado actual</i>	66
Tabla 23. <i>Escala de auditoría de cumplimiento documental</i>	67
Tabla 24. <i>Formato para auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado</i>	67
Tabla 25. <i>Formato de comparación entre estado actual y cobertura del diseño</i>	69
Tabla 26. <i>Formato de valoración individual por expertos</i>	70
Tabla 27. <i>Áreas evaluadas en el diagnóstico</i>	72
Tabla 28. <i>Clasificación técnica de activos identificados</i>	74
Tabla 29. <i>Ficha del proceso actual de mantenimiento</i>	76
Tabla 30. <i>Distribución de registros documentales en el inventario general de bienes</i> .	77
Tabla 31. <i>Distribución de unidades registradas en el inventario general de bienes</i>	77
Tabla 32. <i>Distribución de activos seleccionados para el análisis operativo</i>	78
Tabla 33. <i>Análisis porcentual de codificación documental en el inventario general</i> ...	79
Tabla 34. <i>Estado de conservación registrado en el inventario general</i>	80
Tabla 35. <i>Observaciones relevantes identificadas en el inventario general</i>	80
Tabla 36. <i>Evaluación documental del proceso actual de mantenimiento</i>	81
Tabla 37. <i>Resultado global del diagnóstico documental</i>	82
Tabla 38. <i>Matriz de criticidad cuantitativa</i>	84
Tabla 39. <i>Resumen general de criticidad</i>	88
Tabla 40. <i>Criticidad por área de estudio</i>	89
Tabla 41. <i>Matriz AMFE de activos prioritarios</i>	91

Tabla 42. <i>Priorización diagnóstica de activos para el diseño del sistema</i>	98
Tabla 43. <i>Activos de prioridad diagnóstica 1 para el diseño del sistema</i>	99
Tabla 44. <i>Estructura general del Sistema de Gestión de Mantenimiento por bloques de control.....</i>	101
Tabla 45. <i>Estructura del inventario técnico de mantenimiento.....</i>	102
Tabla 46. <i>Estructura de codificación técnica propuesta</i>	103
Tabla 47. <i>Códigos base para áreas y sistemas técnicos.....</i>	103
Tabla 48. <i>Formato resumido de ficha técnica de activo</i>	104
Tabla 49. <i>Criterios de planificación preventiva según prioridad diagnóstica.....</i>	105
Tabla 50. <i>Formato resumido de orden de trabajo.....</i>	106
Tabla 51. <i>Indicadores propuestos para el Sistema de Gestión de Mantenimiento</i>	107
Tabla 52. <i>Desempeño de los modelos de clasificación.....</i>	108
Tabla 53. <i>Matrices de confusión de los modelos evaluados.....</i>	109
Tabla 54. <i>importancia de las principales características en el modelo de random forest</i>	110
Tabla 55. <i>Comparación del F1-score con y sin criticidad</i>	111
Tabla 56. <i>Relación entre brechas diagnosticadas y bloques de control propuestos...</i>	114
Tabla 57. <i>Auditoría diagnóstica del estado actual del mantenimiento</i>	116
Tabla 58. <i>Auditoría de cumplimiento documental del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado.....</i>	117
Tabla 59. <i>Cobertura documental del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado</i>	119

Tabla 60. <i>Comparación entre estado actual diagnosticado y cobertura documental del diseño.....</i>	119
Tabla 61. <i>Panel de expertos participantes en la validación.....</i>	121
Tabla 62. <i>Resultados de la rúbrica de validación por juicio de expertos</i>	122
Tabla 63. <i>Coeficiente V de Aiken por criterio evaluado</i>	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de mantenimiento aplicables al sistema propuesto	37
Figura 2. <i>Componentes de un Sistema de Gestión de Mantenimiento</i>	38
Figura 3. <i>Plan de mantenimiento en una institución educativa</i>	40
Figura 4. <i>Proceso metodológico en tres fases principales</i>	45
Figura 5. <i>Diagrama general del proceso metodológico</i>	46
Figura 6. <i>Layout de la Unidad Educativa "Catorce de Julio- JAE"</i>	73
Figura 7. <i>Diagrama de flujo del proceso actual de mantenimiento</i>	75
Figura 8. <i>Mapa general del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado</i>	113
Figura 9. <i>Diagrama de funcionamiento operativo del Sistema de Gestión de Mantenimiento</i>	113

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	43
Ecuación 2.....	45
Ecuación 3.....	47
Ecuación 4.....	60
Ecuación 5.....	61
Ecuación 6.....	63

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tema del proyecto: Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos e infraestructura de la unidad educativa CATORCE DE JULIO JAE.

Modalidad de Titulación:

MODALIDAD DE TITULACIÓN	HOMOLOGACIONES PARA INFORME FINAL DE TITULACIÓN	SELECCIÓN
Propuesta tecnológica	Informe de propuesta tecnológica	
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	
	Artículo científico	
Proyecto de investigación	Informe de Proyecto de investigación	X
	Artículo científico	
	Patente, Modelo de utilidad, Certificado de propiedad intelectual.	

Equipo de Trabajo del Trabajo de Titulación

Manzano Lutuala Jhony Stalyn

Medina Chavarría Michael Andrés

TUTOR: José Ezequiel Naranjo Robalino

Área de Conocimiento: 330000 CIENCIAS TECNOLÓGICAS

330000 CIENCIAS TECNOLÓGICAS	3310 tecnología Industrial	3310.04 Ingeniería de Mantenimiento
		3310.05 Ingeniería de Procesos
		3310.06 Especificaciones de Procesos

Línea de investigación: Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral.

Sublínea de investigación: Sistemas integrados de producción y operaciones industriales para el desarrollo sostenible.

2. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de los activos físicos representa un desafío constante para las organizaciones, lo que ha otorgado al mantenimiento un papel estratégico en el cumplimiento de sus objetivos. Esta función no se limita a la corrección de desperfectos, sino que integra actividades sistemáticas orientadas a conservar la infraestructura y los equipos en condiciones óptimas de operación durante todo su ciclo de vida. De esta manera, favorece la disponibilidad de los activos, incrementa su confiabilidad y contribuye a la continuidad de las actividades institucionales [1]; [2].

La gestión del mantenimiento ha experimentado una transformación significativa al evolucionar desde un enfoque orientado a la corrección de fallas hacia estrategias preventivas, predictivas y centradas en la confiabilidad. En consecuencia, las organizaciones implementan modelos de gestión que contribuyen a mejorar el desempeño de los activos, optimizar la asignación de recursos, reducir interrupciones en las operaciones y garantizar condiciones más seguras para el personal [3]; [4]; [5]. La incorporación de estos enfoques ha fortalecido la gestión de los activos físicos, debido a que facilitan el uso racional de los recursos y proporcionan información confiable para apoyar los procesos de planificación y toma de decisiones.

En este contexto, la gestión del mantenimiento desempeña un papel estratégico dentro de las organizaciones, debido a que promueve la conservación de la infraestructura y los equipos, disminuye los riesgos asociados a fallas inesperadas y contribuye al desarrollo eficiente de las actividades institucionales. De acuerdo con el estudio [6], los principios establecidos en la norma ISO 55000 han impulsado el desarrollo de modelos de gestión orientados a optimizar la administración de los activos físicos. Esta integración favorece un mejor desempeño de los activos a lo largo de su ciclo de vida y contribuye a la generación de valor mediante una gestión más eficiente. Asimismo, la evidencia reciente indica que las organizaciones con procesos de mantenimiento estructurados presentan mayores niveles de confiabilidad y un desempeño más consistente en sus procesos de mejora.

En las instituciones educativas, la infraestructura y el equipamiento constituyen elementos esenciales para garantizar el adecuado desarrollo de las actividades académicas, administrativas y de formación práctica. La disponibilidad de aulas,

laboratorios, talleres especializados y otros espacios de aprendizaje favorece el cumplimiento de los objetivos académicos y administrativos. En contraste, la inexistencia o deficiente gestión del mantenimiento favorece el desgaste acelerado de los activos, incrementa la ocurrencia de averías, limita la continuidad de las labores académicas y puede afectar la seguridad de estudiantes, docentes y personal administrativo [7].

Diversos estudios realizados en los últimos años evidencian que una de las principales limitaciones presentes en las instituciones educativas, particularmente en América Latina, es la inexistencia de programas de mantenimiento estructurados que orienten la conservación de la infraestructura y los equipos. La revisión sistemática realizada muestra que factores como la limitada inversión en mantenimiento, la inexistencia de planes formales y la escasez de personal con competencias técnicas inciden negativamente en las condiciones de la infraestructura educativa. Frente a esta problemática, la literatura especializada recomienda adoptar modelos modernos de gestión que permitan organizar, supervisar y evaluar las intervenciones de mantenimiento bajo un enfoque sistemático.

Las deficiencias relacionadas con la gestión del mantenimiento se presentan en los distintos niveles del sistema educativo, donde las deficiencias en la gestión del mantenimiento afectan la disponibilidad y el desempeño de la infraestructura y el equipamiento. La investigación [8] señalan que numerosas instituciones aún gestionan el mantenimiento mediante enfoques principalmente correctivos, sin contar con políticas claramente definidas ni mecanismos de medición que permitan evaluar el desempeño de sus procesos. Como resultado, las acciones correctivas predominan sobre las preventivas, generando mayores costos operativos y afectando la continuidad de los servicios educativos.

Con el propósito de fortalecer la gestión del mantenimiento en la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE, esta investigación plantea el diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) orientado a optimizar la administración de la infraestructura y los equipos institucionales. La propuesta se fundamenta en el análisis de tres áreas consideradas representativas dentro de la institución: el taller de confección, el aula de cómputo y el taller de mecanizado, cuya adecuada conservación resulta indispensable para garantizar la continuidad y calidad de los procesos formativos.

El documento se encuentra organizado en nueve capítulos. En el primero se presentan los aspectos generales del estudio. El segundo corresponde a la introducción, donde se contextualiza la problemática y se expone la importancia de la gestión del mantenimiento en instituciones educativas. El tercero comprende el marco teórico; el cuarto describe la metodología aplicada. En el cuarto capítulo se describe la metodología empleada, detallando el diseño, los procedimientos y las técnicas utilizadas. El quinto capítulo expone los resultados obtenidos y su respectivo análisis. Finalmente, el documento incorpora las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos, los cuales complementan la investigación y sustentan la información presentada.

2.1 Situación Problemática

La Unidad Educativa Catorce de Julio JAE desempeña un papel importante en la formación técnica y académica de sus estudiantes. Para apoyar la formación de sus estudiantes, la institución cuenta con áreas especializadas y una variedad de activos, destacándose el taller de mecanizado, el taller de confección y el aula de cómputo. Estas áreas integran infraestructura física y equipos técnico-didácticos de diferente complejidad, los cuales están expuesto al uso frecuente, al desgaste normal de operación y a las exigencias de los entornos de las prácticas formativas.

Actualmente el mantenimiento ha demostrado deficiencias en los registros, la organización y el control de los activos. Por tal motivo, se detienen las actividades académicas, se pierde la funcionalidad de los equipos, los riesgos y los mantenimientos correctivos van en aumento por lo que se hace necesario redirigir el mantenimiento hacia un sistema que asegure la vida útil de los equipos y la realización de las actividades de forma segura.

2.2 Formulación del problema

2.2.1 Problema General:

¿De qué manera el diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE permitirá mejorar la disponibilidad de sus activos?

2.3 Objeto y Campo de Acción

2.3.1 *Objeto de Investigación*

El objeto de investigación del presente trabajo es el mantenimiento de los activos físicos de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE, considerando el equipamiento tecnológico-didáctico y la infraestructura civil ubicada en el taller de mecanizado, taller de confección y aula de cómputo.

2.3.2 *Campo de Acción*

Esta investigación se desarrolla dentro del área 330000 Ciencias Tecnológicas, específicamente en la Ingeniería de Mantenimiento, debido a que plantea el diseño de un sistema orientado a la gestión del mantenimiento de los activos físicos institucionales.

2.4 Beneficiarios

2.4.1 *Beneficiarios directos*

Los principales beneficiarios son quienes interactúan diariamente con los equipos e instalaciones de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE, principalmente estudiantes, docentes, personal de mantenimiento y administrativos, en base a su relación directa con los activos físicos incluidos en la propuesta de gestión. Los mismos se verán favorecidos por contar con equipos e infraestructura en mejor estado, menor interrupción de las prácticas académicas, menos fallas imprevistas y procedimientos organizados para la gestión del mantenimiento. También permitirá mejorar la planificación de las acciones de mantenimiento, dar seguimiento a las órdenes de trabajo y a la toma de decisiones basadas en información técnica confiable.

2.4.2 *Beneficiarios indirectos*

La propuesta también genera beneficios indirectos para la comunidad educativa en su conjunto, los padres de familia, la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE y las entidades públicas vinculadas con la administración de recursos destinados a la educación. Para estos actores, los beneficios son las mejores condiciones de seguridad, organización y la operatividad de los ambientes académicos, así como al cuidado y preservación de los activos físicos de la institución. También permite mejorar la

conservación de equipos e infraestructura, aprovechar mejor los recursos públicos y reducir costos derivados de fallas, mantenimientos correctivos o reposiciones prematuras. En la tabla 1, a continuación se presenta la cuantificación de los beneficiarios.

Tabla 1.
Cuantificación de los beneficiarios

Tipo de beneficiario	Grupo beneficiario	Cantidad (personas)
Directos	Estudiantes	528
	Docentes	32
	Personal administrativo	3
	Personal de mantenimiento	1
	Total beneficiarios directos	564
Indirectos	Padres de familia	480
	Comunidad educativa*	516
	Autoridades de la institución	3
	Entidades públicas relacionadas	1
	Total, beneficiarios indirectos	520

Nota: Elaboración propia.

2.5 Justificación

La investigación se sustenta en la necesidad de contar con un sistema que permita organizar el mantenimiento de los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. En el aspecto técnico y operativo, la propuesta permitirá organizar los activos físicos mediante inventarios, codificación y fichas técnicas. A su vez, permitirá estructurar planes de mantenimiento, gestionar órdenes de trabajo y dar seguimiento a las intervenciones realizadas. La metodología propuesta contempla el diagnóstico técnico de los activos, observación directa, revisión documental, fichas de levantamiento y entrevistas. Asimismo, se aplica una matriz de criticidad cuantitativa sustentada en la frecuencia de falla, el impacto operativo y la seguridad. A través de la metodología propuesta se desarrollará un diagnóstico de la situación del mantenimiento, a través de la observación directa, entrevistas y levantamiento de los activos y su estado actual. La propuesta para la organización del mantenimiento desde el ámbito social e institucional

permitirá disminuir las fallas que afectan las actividades curriculares, la seguridad del personal y la vida útil de los equipos.

2.6 Objetivos

2.6.1 *General*

Diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE.

2.6.2 *Específicos*

1. Caracterizar los activos y el estado actual del proceso de mantenimiento mediante un análisis de criticidad cuantitativo para el establecimiento de la línea base operativa.
2. Establecer la estructura del sistema de gestión de mantenimiento mediante la elaboración del inventario técnico, codificación de equipos, definición de planes de mantenimiento y generación de órdenes de trabajo.
3. Evaluar la viabilidad técnica del Sistema de Gestión de Mantenimiento mediante la comparación de la auditoría diagnóstica del estado actual y la auditoría de cumplimiento del sistema diseñado.

2.7 Sistemas de Tareas

A continuación, en la tabla 2 se detalla el sistema de tareas del plan de titulación.

Tabla 2.
Sistema de Tareas del Plan de Titulación.

Objetivo específico	Actividad	Resultado esperado	Técnicas, medios e instrumentos
Caracterizar los activos y el estado actual del proceso de mantenimiento mediante un análisis de criticidad cuantitativo para el establecimiento de la línea base operativa.	Delimitación de las áreas de estudio.	Layout de áreas incluidas en el estudio.	Visita en sitio, observación directa y guía de observación.
	Levantamiento de los equipos e infraestructura existentes por área.	Inventario preliminar de equipos e infraestructura.	Fichas de levantamiento, fotografías, entrevistas y hoja de cálculo.
	Caracterización de los activos físicos identificados.	Fichas de caracterización de activos.	Observación directa, revisión documental y ficha técnica de campo.
	Identificación de fallas y diagnóstico del estado actual del mantenimiento.	Análisis del estado actual del funcionamiento del mantenimiento.	Entrevistas, revisión documental, checklist diagnóstico y registro fotográfico.
	Aplicación de la matriz de criticidad.	Matriz de criticidad y clasificación de activos prioritarios.	Escala de valoración, matriz de criticidad.

Establecer la estructura del sistema de gestión de mantenimiento mediante la elaboración del inventario técnico, codificación de equipos, definición de planes de mantenimiento y generación de órdenes de trabajo.	Codificar y normalizar el inventario técnico de equipos e infraestructura.	Inventario técnico codificado y depurado.	Criterios de codificación, base de datos y validación de campo.
	Elaborar fichas técnicas de los activos prioritarios.	Fichas técnicas normalizadas.	Formatos técnicos, datos de placa, manuales disponibles y observación directa.
	Diseñar la estructura general del Sistema de Gestión de Mantenimiento con base en los lineamientos de la norma ISO 55000.	Esquema del Sistema de Gestión de Mantenimiento organizado por bloques de control.	Diagramas de bloques, mapa de procesos, flujograma operativo y revisión de los lineamientos de la norma ISO 55000.
	Definir una herramienta digital para el seguimiento del mantenimiento.	Matriz de mantenimiento.	Excel
Evaluar la viabilidad técnica del Sistema de Gestión de Mantenimiento mediante la comparación de la auditoría diagnóstica del estado actual y la auditoría de cumplimiento del sistema diseñado.	Definir los criterios e indicadores de evaluación del sistema.	Matriz de evaluación e indicadores de gestión.	Checklist, escala de valoración, fórmulas de indicadores y hoja de cálculo.
	Analizar el escenario actual y el escenario propuesto.	Resultados comparativos de cumplimiento.	Matriz comparativa, revisión documental, entrevistas y juicio técnico.
	Comparar los resultados y analizar la mejora proyectada.	Informe de mejora proyectada y viabilidad del sistema.	Tabla comparativa, gráficos, análisis cuali-cuantitativo e interpretación de resultados.

Nota: Elaboración propia.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del proyecto

La fundamentación teórica se construye a partir de trabajos recientes que abordan la gestión del mantenimiento en contextos educativos. Estos estudios previos ofrecen criterios útiles para comprender el tratamiento de problemas similares y constituyen una base de referencia para el desarrollo de la investigación.

El estudio [9] en su investigación planteó un programa de mantenimiento para la Institución Educativa Don Bosco de Popayán integrado al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Su objetivo fue la propuesta de medidas de mantenimiento para asegurar que los espacios educativos estuvieran libres de riesgos. La conexión que tiene con este trabajo es que hace evidente la importancia de la gestión del mantenimiento en la prevención de los riesgos en instituciones educativas.

En la investigación [10] se presentó una propuesta donde se estudió el mantenimiento de la infraestructura educaciones en Croacia. Se identificaron las deficiencias asociadas a la falta de control de la información y las dificultades en la organización del mantenimiento. El trabajo asegura la importancia de la información centralizada y confiable en la gestión del mantenimiento. Esta investigación asegura que contar con inventarios, mecanismos de control y registro asegura la planificación de las actividades del mantenimiento.

Por su parte, en la investigación [11] se desarrolló un estudio donde examinó el mantenimiento de las instalaciones físicas de las instituciones universitarias, evidenciando que el estado de la infraestructura educativa repercute en la calidad de los procesos académicos. Se evidenció que el mantenimiento de los equipos e instalaciones no debe considerarse una tarea secundaria, al permitir que las actividades académicas se desarrollen en ambientes seguros, ordenados y funcionales. La relación con el presente trabajo radica en que el estudio vincula el mantenimiento de los activos físicos con la calidad institucional y la continuidad del servicio educativo.

En [12] se centraron en la evaluación de un modelo de gestión de mantenimiento implementado en el Instituto Tecnológico de Tepic. Se desarrolló un análisis de las

actividades de mantenimiento de equipos, con el objetivo de ordenar, caracterizar y definir las acciones para optimizar su gestión. El estudio se vincula con el presente proyecto al resaltar la necesidad de evaluar la situación del mantenimiento, clasificar las intervenciones y plantear estrategias técnicas acordes con las necesidades de una institución educativa.

El estudio [13] desarrolló una investigación propuso un modelo de gestión de mantenimiento aplicado a edificaciones existentes de una institución de educación superior, integrando procesos de diagnóstico, planificación y control de las actividades de mantenimiento. La importancia de este estudio está en la organización del mantenimiento en los equipos institucionales, teniendo en cuenta también la infraestructura.

Los estudios analizados en función de la gestión del mantenimiento en las instituciones educativas aseguran que existe un problema para asegurar la gestión del mantenimiento. Problemas como: la falta de información actualizada, de codificación, registros documentales e indicadores contribuyen a el aumento de deficiencias y riesgos además de pausar las actividades. Por esta razón, la propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE responde a la necesidad de organizar los equipos e infraestructura, definir prioridades de mantenimiento y establecer procedimientos técnicos compatibles con su contexto operativo.

3.2 Gestión de mantenimiento

La gestión de mantenimiento agrupa los procesos técnicos, de control y documentación de acciones orientadas a mantener los activos físicos en estado funcional, su seguridad y disponibilidad. Esta perspectiva amplía el alcance del mantenimiento, ya que no solo se ve como una actividad correctiva y pasa a integrarse como un proceso organizado que incluye prevención, control documental, seguimiento y mejora del desempeño operativo [14] .

En las instituciones educativas, la gestión de mantenimiento resulta fundamental porque permite preservar la funcionalidad de los bienes institucionales y apoyar el desarrollo normal de las actividades formativas y administrativas. Si los activos físicos

no se conservan correctamente, pueden generarse interrupciones en las clases, deterioro de equipos e instalaciones y comprometan la seguridad del personal [11]; [15].

3.3 Activos físicos e infraestructura educativa

Los activos físicos comprenden los bienes tangibles utilizados por una entidad para realizar sus actividades y garantizar el cumplimiento de sus objetivos. Para una institución educativa, estos activos incluyen tanto la infraestructura física como los equipos, mobiliario, instalaciones, herramientas y recursos tecnológicos indispensables para el funcionamiento académico y administrativo [16]; [17].

La infraestructura educativa comprende los ambientes físicos y sistemas constructivos que sostienen la operación, tales como aulas, talleres, laboratorios, redes eléctricas, oficinas y áreas de circulación. Su adecuado mantenimiento influye en la calidad de los espacios educativos garantizando así los ambientes educativos funcionales, habitables y seguros [18].

3.4 Tipos de mantenimiento

La clasificación del mantenimiento depende del tiempo de ejecución de las actividades, la planificación requerida y la información disponible sobre la condición del activo. Dentro de las clasificaciones más utilizadas destacan el mantenimiento correctivo, el preventivo y el predictivo o condicionado, basado en la condición del activo. Estas metodologías facilitan la toma de decisiones relacionadas con la intervención de los equipos, optimizando la disponibilidad operacional y reduciendo los efectos asociados a fallas inesperadas [19]. Estas clasificaciones se presentan en la Figura 1.

	 Mantenimiento correctivo	 Mantenimiento preventivo	 Mantenimiento predictivo
¿Cuándo se realiza?	Después de que ocurre una falla	Antes de que ocurra la falla	Cuando el estado real del activo indica que es necesario intervenir
Propósito	Restablecer la función del activo	Reducir la probabilidad de falla o deterioro del activo	Identificar señales tempranas de deterioro y programar la intervención antes de que ocurra la falla
Aplicación	Activos de baja criticidad	Se define según tiempo, frecuencia de uso, recomendaciones técnicas, estado físico o condiciones de operación	Se basa en el monitoreo de variables como temperatura, vibración, ruido, consumo eléctrico u otros síntomas de deterioro
Actividades principales	Restablecer la función del activo	Inspección, limpieza, ajuste, lubricación, revisión de conexiones, verificación de funcionamiento y sustitución programada de componentes	Monitoreo de variables como temperatura, vibración, ruido, consumo eléctrico u otros síntomas de deterioro
Impacto en instituciones educativas	Puede interrumpir prácticas académicas y generar condiciones inseguras para los usuarios	Ayuda a conservar equipos e instalaciones y evita interrupciones en las actividades académicas	Permite anticipar fallas y mejorar la disponibilidad de los activos

Figura 1.

Tipos de mantenimiento aplicables al sistema propuesto

Nota: Elaborado a partir de [20]; [21].

3.5 Sistema de Gestión de Mantenimiento

El Sistema de Gestión de Mantenimiento es una herramienta organizativa que articula procedimientos, responsabilidades, registros e indicadores para controlar y administrar las actividades de mantenimiento. Su objetivo principal es mantener los activos físicos en estado operativo, seguro y disponibles para apoyar el cumplimiento de los objetivos institucionales [22], [23]. Esto se muestra en la figura 2.



Figura 2.

Componentes de un Sistema de Gestión de Mantenimiento

Nota: [24]; [25].

3.6 Inventario técnico de activos

El inventario técnico es una herramienta de control que reúne información básica de los equipos, instalaciones e infraestructura que forman parte de una institución. Su importancia se debe a que permite identificar los equipos e infraestructura disponibles, su ubicación, estado actual, quién los utiliza y qué necesidades de mantenimiento presentan [14]; [26].

En la gestión de mantenimiento, el inventario permite estructurar la planificación, programar actividades, asignar responsables, establecer prioridades y construir el historial técnico de equipos e infraestructura. La falta de un inventario técnico actualizado dificulta la toma de decisiones en mantenimiento, ya que impide conocer con precisión el estado real de los bienes institucionales [27].

3.7 Codificación técnica de activos

La codificación técnica consiste en asignar un identificador único a cada activo físico para facilitar su ubicación, control y seguimiento. Este código permite diferenciar activos similares, relacionar cada equipo con sus registros de mantenimiento y evitar confusiones durante la ejecución de órdenes de trabajo [28].

La codificación técnica permite identificar de forma individual cada activo físico de la institución, favoreciendo su localización, control y trazabilidad. Este identificador permite distinguir activos similares, evitando duplicidades y errores durante la planificación y ejecución de trabajos. Mediante la codificación, se fortalece el control documental al permitir que cada registro técnico se relacione con un activo específico, mejorando el control y seguimiento de la información [11].

3.8 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad permite establecer prioridades de mantenimiento y ordenar los activos según las consecuencias asociadas a sus fallas. Esta herramienta considera la frecuencia con que puede presentarse una falla y las consecuencias que esta puede ocasionar en la operación, de seguridad y de continuidad institucional [29].

La criticidad constituye un criterio clave para distribuir recursos, definir planes preventivos y concentrar el seguimiento en los activos de mayor impacto operativo o riesgo. La priorización es necesaria porque el tiempo, el personal técnico y el presupuesto suelen ser limitados, por lo que no pueden atender todos los activos con el mismo nivel de intensidad [29]; [30].

3.9 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento constituye una herramienta de planificación que define las actividades requeridas para conservar los activos físicos en condiciones seguras y funcionales, señalando el equipo o infraestructura intervenida, a actividad, la periodicidad, el responsable, los recursos necesarios y la estrategia de mantenimiento aplicable [23]. En la figura 3 se muestra el plan de mantenimiento en una institución educativa.



Figura 3.

Plan de mantenimiento en una institución educativa

Nota: [15], [11], [23].

3.10 Órdenes de trabajo y control documental

La orden de trabajo es una herramienta documental que organiza y evidencia las actividades de mantenimiento, dejando constancia del activo intervenido, quién ejecutó la tarea, cuándo se realizó, qué recursos se emplearon y el resultado de la intervención [14]; [31].

Esto permite fortalecer la trazabilidad del mantenimiento, identificar patrones repetitivos, detectar activos con mayor incidencia de problemas y la evaluación de los resultados obtenidos [32]; [33].

El control documental integra los formatos y registros necesarios para dar seguimiento al mantenimiento, como fichas técnicas, solicitudes, historial de intervenciones, cierres de órdenes de trabajo, registros fotográficos, cronogramas e indicadores de desempeño [34] [23].

3.11 Indicadores de gestión de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento constituyen herramientas de medición permiten evaluar el desempeño de las actividades ejecutadas y verificar si el sistema mejora el control de los activos físicos. La norma EN 15341 establece que los indicadores clave de desempeño son útiles para valorar la eficacia, eficiencia y sostenibilidad en la conservación de activos físicos, en infraestructura, instalaciones, edificios civiles y otros activos físicos [35]. Ver tabla 3.

Tabla 3.

Indicadores básicos para evaluar el Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Indicador	Qué mide	Fórmula / criterio de cálculo	Interpretación	Referencia
Cumplimiento del plan preventivo	Mide el porcentaje de actividades preventivas programadas que fueron ejecutadas en el periodo establecido.	$CPP = (Actividades\ preventivas\ ejecutadas / Actividades\ preventivas\ programadas) \times 100$	Un mayor porcentaje indica mejor cumplimiento del plan preventivo y mayor control de las actividades programadas.	[36]
Índice de mantenimiento correctivo	Permite conocer qué proporción de las intervenciones corresponde a fallas no programadas.	$IMC = (Órdenes\ correctivas / Total\ de\ órdenes\ de\ trabajo) \times 100$	Un porcentaje elevado refleja una gestión principalmente reactiva; un porcentaje menor indica mayor presencia de planificación preventiva.	[37]
Porcentaje de activos codificados	Mide el avance en la identificación y control técnico de los activos físicos.	$PAC = (Activos\ codificados / Total\ de\ activos\ inventariados) \times 100$	Permite evidenciar el nivel de organización del inventario y la trazabilidad de los activos dentro del sistema.	[38]
Porcentaje de activos con ficha técnica	Mide el avance del control documental mediante la elaboración de fichas técnicas de los activos.	$PAFT = (Activos\ con\ ficha\ técnica / Total\ de\ activos\ inventariados) \times 100$	Es útil para comparar el escenario actual con el escenario propuesto y evidenciar la mejora documental del sistema.	[39]

Nota: Elaborado a partir de [40], [38], [39].

3.12 Aprendizaje automático aplicado al mantenimiento

El aprendizaje automático (Machine Learning) constituye una rama de la inteligencia artificial que permite desarrollar modelos capaces de identificar patrones a partir de datos y utilizarlos para clasificar o estimar nuevos casos. Dentro de este campo, el aprendizaje supervisado emplea observaciones previamente etiquetadas para establecer una relación entre determinadas variables de entrada y una variable objetivo.

Los problemas de aprendizaje supervisado pueden abordarse mediante técnicas de clasificación o regresión. La clasificación se utiliza cuando el resultado esperado corresponde a una categoría definida, mientras que la regresión se orienta a la estimación de valores numéricos continuos. En el ámbito del mantenimiento, los algoritmos de clasificación pueden utilizarse como herramientas complementarias para apoyar la organización y priorización de activos a partir de información relacionada con su estado, utilización, antigüedad, condiciones de operación y mantenimiento.

Para el presente estudio se consideraron tres algoritmos de clasificación supervisada: Regresión Logística, Árbol de Decisión y Random Forest. La Regresión Logística permite estimar la pertenencia de una observación a una clase determinada; el Árbol de Decisión establece reglas de clasificación mediante divisiones sucesivas de las características disponibles; y Random Forest combina múltiples árboles de decisión con la finalidad de generar una clasificación conjunta y reducir la dependencia de un único árbol.

La evaluación de modelos de clasificación requiere métricas que permitan analizar su desempeño. Entre las principales se encuentran Accuracy, que representa la proporción global de clasificaciones correctas; Precision, relacionada con la proporción de predicciones positivas que resultan correctas; Recall, que representa la capacidad de identificar correctamente los casos pertenecientes a la clase de interés; y F1-score, que establece un equilibrio entre Precision y Recall. Para aplicaciones relacionadas con la priorización del mantenimiento, resulta particularmente importante analizar Recall y F1-score cuando la clase de interés representa activos que requieren mayor atención.

No obstante, la aplicación de aprendizaje automático depende de la cantidad y calidad de la información disponible. Las bases de datos pequeñas pueden generar mayor variabilidad en las métricas y limitar la capacidad de generalización de los modelos. Por

esta razón, su aplicación en el presente estudio se plantea como un módulo piloto exploratorio de apoyo a la priorización de activos, y no como un sistema de mantenimiento predictivo ni como un sustituto del criterio técnico utilizado dentro del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

El presente capítulo expone los métodos, técnicas, instrumentos, datos de entrada, procedimientos de cálculo y criterios de evaluación empleados para el diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. El desarrollo metodológico responde a los tres objetivos específicos planteados en el capítulo anterior. El enfoque metodológico permite avanzar de manera organizada desde el levantamiento de información hasta la construcción del Sistema de Gestión de Mantenimiento y valorar su desempeño mediante una comparación proyectada. El propósito del capítulo es describir la ruta metodológica del estudio, describiendo los métodos, instrumentos y procedimientos que permitirán obtener y analizar la información requerida para cumplir con los objetivos.

4.1 Enfoque metodológico del proyecto

El trabajo tiene carácter de informe de proyecto de investigación, ya que plantea el diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento aplicable a los equipos e infraestructura de una institución educativa. El enfoque metodológico corresponde a un estudio aplicado, descriptivo y proyectivo, debido a que utiliza herramientas de mantenimiento para analizar una situación institucional real y diseñar una propuesta de solución. Es descriptivo al estudiar la situación actual de los activos físicos y la situación actual del mantenimiento y proyectivo al diseñar una alternativa técnica orientada a mejorar la planificación, control y seguimiento del mantenimiento. El proceso metodológico se puede observar en la figura 4.

La metodología técnica empleada se estructuró bajo el marco de la norma ISO 55000 de Gestión de Activos, integrando pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la conservación de equipos e infraestructura. Asimismo, se utilizó el Análisis de Criticidad y el análisis de modos de falla para priorizar los activos según su impacto operativo y definir las actividades del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

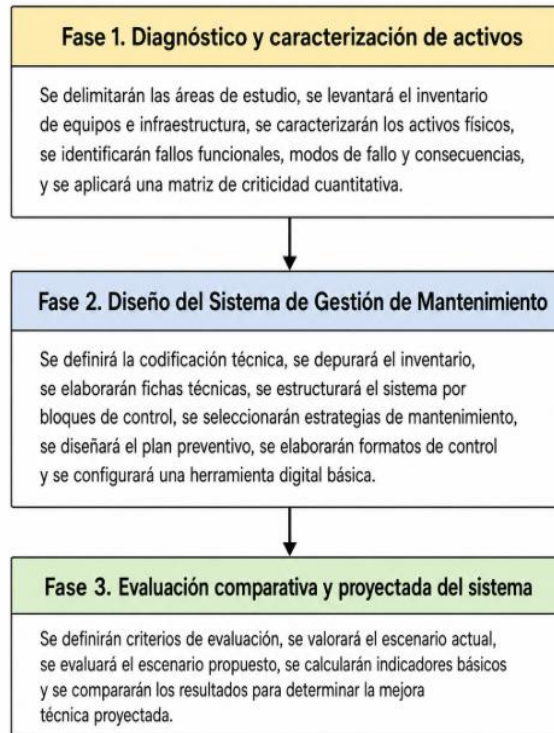


Figura 4.

Proceso metodológico en tres fases principales

Nota: Elaboración Propia.

4.2 Diagrama general del proceso metodológico

El desarrollo metodológico se organiza en etapas consecutivas, comenzando con el diagnóstico de las áreas de estudio y finalmente a su evaluación comparativa. La Figura 5 representa el flujo general seguido en el proyecto.

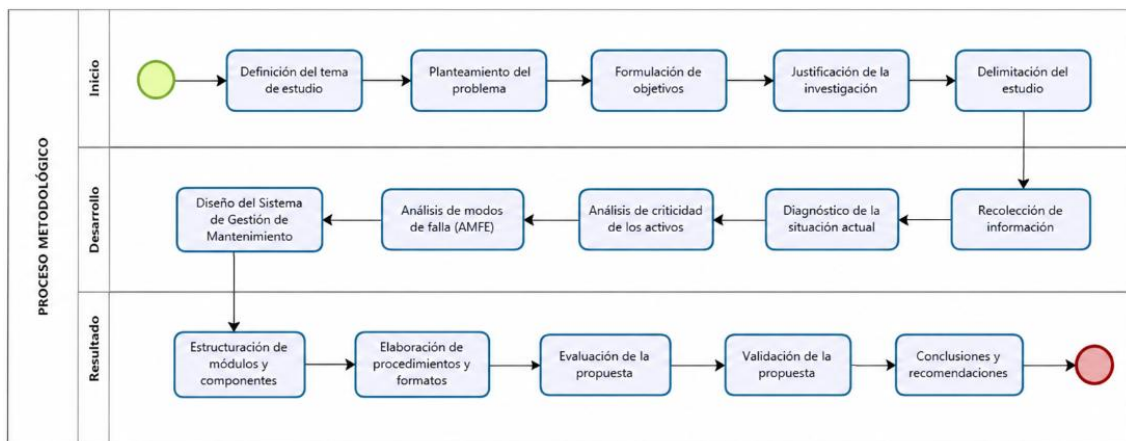


Figura 5.

Diagrama general del proceso metodológico

Nota: Elaboración Propia.

El diagrama resume la conexión entre la información recopilada de las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso metodológico. Los datos de entrada están conformados por la información recopilada en campo, los documentos disponibles, el estado actual de los activos. Como productos de salida se obtendrán el inventario técnico de activos, la matriz de criticidad, la codificación de equipos e infraestructura, las fichas técnicas y el plan de mantenimiento.

4.3 Áreas de estudio

El estudio se delimita al taller de mecanizado, taller de confección y aula de cómputo. Estas fueron seleccionadas por su importancia en el desarrollo de actividades académicas y técnico-didácticas dentro de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. La delimitación física servirá para precisar qué espacios y activos serán considerados dentro del sistema de mantenimiento. Este proceso se efectuará a través de visita de campo, observación directa y evidencia fotográfica.

4.4 Datos de entrada del proyecto

Para el desarrollo del proyecto, los datos de entrada estarán integrados por la información necesaria para caracterizar los activos, aplicar la matriz de criticidad, diseñar el sistema de mantenimiento y sustentar su análisis técnico. Esta información se obtendrá mediante observación directa, consulta de documentos, entrevistas al personal

responsable y formatos de levantamiento. Los datos de entrada del proyecto se observan en la tabla 4

Tabla 4.
Datos de entrada del proyecto.

Tipo de dato	Descripción	Fuente de obtención	Uso dentro del proyecto
Área de ubicación	Taller, aula o espacio donde se encuentra el activo.	Observación directa y visita en sitio.	Clasificación y codificación de activos.
Nombre del activo	Denominación del equipo, infraestructura o elemento físico.	Ficha de levantamiento.	Inventario técnico.
Tipo de activo	Equipo, infraestructura, mobiliario técnico, instalación eléctrica u otro.	Observación directa.	Clasificación del inventario.
Función del activo	Actividad principal que permite realizar.	Entrevista y observación.	Análisis funcional.
Estado físico	Condición observada: bueno, regular, malo o fuera de servicio.	Inspección visual.	Diagnóstico y priorización.
Uso del activo	Frecuencia o intensidad de utilización.	Entrevista y observación.	Evaluación de criticidad.
Responsable	Persona o área encargada del uso o control del activo.	Entrevista.	Asignación de responsabilidades.
Fallas observadas	Problemas actuales o recurrentes.	Entrevista, revisión documental y observación.	Matriz de fallos y criticidad.
Consecuencias de falla	Efectos sobre operación, seguridad o continuidad académica.	Análisis técnico.	Matriz de criticidad.
Documentos existentes	Registros, manuales, listas, reportes o controles disponibles.	Revisión documental.	Diagnóstico del mantenimiento actual.

Nota: Elaboración propia.

Ante la ausencia de registros formales de fallas, se utilizarán estimaciones basadas en entrevistas y observación directa. Esta limitación se indicará en el análisis de resultados, puesto que la evaluación de criticidad dependerá de la información disponible y la validación realizada en campo.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

En la tabla 5, a continuación, se presentan las técnicas y herramientas utilizadas.

Tabla 5.

Técnicas e instrumentos utilizados.

Técnica	Instrumento	Finalidad
Observación directa	Guía de observación	Verificar estado físico, ubicación, uso y condiciones visibles de los activos.
Revisión documental	Lista de verificación documental	Identificar registros existentes, inventarios, reportes, manuales o controles previos.
Entrevista semiestructurada	Guía de entrevista	Recoger información del personal sobre fallas, uso, responsables y prácticas actuales.
Levantamiento técnico	Ficha de levantamiento de activos	Registrar datos básicos de equipos e infraestructura.
Evaluación matricial	Matriz de criticidad	Clasificar activos según frecuencia de falla, impacto operativo y seguridad.

Nota: Elaboración Propia

4.5.1 Población y Muestra

- Población documental: inventario general de bienes de marzo de 2025;
- Muestra técnico-operativa: 49 activos físicos seleccionados;
- Tipo de muestreo: no probabilístico intencional;
- Criterio de selección: relevancia funcional, seguridad, continuidad académica y necesidad de mantenimiento.

4.6 Procedimiento para el objetivo específico 1

Objetivo específico 1: Caracterizar los activos y el estado actual del proceso de mantenimiento mediante un análisis de criticidad cuantitativo para el establecimiento de la línea base operativa.

4.6.1. Delimitación física y técnica de las áreas de estudio

El procedimiento inicial estará orientado a definir el alcance físico del estudio. Esta delimitación se realizará mediante una visita a la institución y se identificarán los límites de las áreas seleccionadas. Además, se registrarán los tipos de activos existentes, los responsables y las condiciones generales de infraestructura. Posteriormente, la información será sistematizada en una matriz de áreas incluidas. Ver tabla 6.

Tabla 6.

Formato para delimitación de áreas

Código de área	Área	Ubicación	Responsable	Tipo de activos presentes	Observaciones
TM	Taller de mecanizado				
TC	Taller de confección				
AC	Aula de cómputo				

Nota: Elaboración Propia.

4.6.2. Revisión del inventario general de bienes

Una vez establecidas las áreas incluidas en el estudio, se revisará el inventario general existente y se complementará con levantamiento de campo. Para ello, se empleará una ficha de campo destinada a registrar información básica del activo. El proceso podrá apoyarse con fotografías como evidencia del diagnóstico. A continuación, se observa en la tabla 7 la ficha de verificación y levantamiento de activos.

Tabla 7.*Ficha de verificación y levantamiento de activos.*

Campo	Descripción
Área	Espacio donde se encuentra el activo.
Nombre del activo	Denominación del equipo o infraestructura.
Tipo de activo	Equipo, infraestructura, instalación, mobiliario técnico u otro.
Ubicación específica	Lugar exacto dentro del área.
Marca/modelo	Datos visibles del activo, si aplica.
Serie	Número de serie, si existe.
Función	Actividad principal que cumple.
Estado observado	Bueno, regular, malo o fuera de servicio.
Responsable	Persona o área vinculada al activo.
Uso	Bajo, medio o alto.
Observaciones	Daños, fallas visibles, riesgos o comentarios.

*Nota: Elaboración Propia.***4.6.3. Selección de activos para el análisis operativo**

A partir de la revisión del inventario general de bienes y de la información obtenida durante el levantamiento de campo, se procederá a seleccionar los activos objeto de análisis operativo del mantenimiento. La selección se realizará bajo un enfoque técnico-operativo, no estadístico, debido a que el propósito es identificar los bienes con mayor importancia funcional para las actividades académicas y técnico-didáctico de la institución. Para la selección de los activos se considerará su función, uso, seguridad y necesidad de mantenimiento. No se incluirá todo el inventario, ya que puede contener bienes auxiliares, repetidos, administrativos o de bajo impacto operativo. Por ello, la selección permitirá delimitar técnicamente los activos que serán analizados mediante la matriz de criticidad cuantitativa y el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).

4.6.4. Caracterización técnica de los activos seleccionados

Posterior a la selección de los activos, se realizará una caracterización técnica orientada a estructurar la información básica para el diagnóstico del mantenimiento. Esta etapa permitirá describir cada activo según su área de ubicación, tipo de sistema, función principal, condición observada, intensidad de uso y posibles impactos asociados a su falla. Los bienes seleccionados serán agrupados en función de su naturaleza técnica y operativa.

Esta caracterización permitirá organizar los activos seleccionados en grupos técnicos homogéneos, facilitando su análisis posterior dentro de la matriz de criticidad cuantitativa.

4.6.5. Diagnóstico del proceso actual de mantenimiento

La evaluación documental del proceso actual de mantenimiento se realizará mediante la revisión de los registros disponibles en la institución y la verificación de la documentación relacionada con los activos físicos. Esta etapa permitirá verificar si la institución cuenta con registros formales de mantenimiento. La revisión documental se complementará con entrevistas y observación directa para contrastar la información existente con la práctica actual y evaluar la trazabilidad, control y planificación del mantenimiento.

4.6.6. Evaluación documental mediante escala tipo Likert

Para medir los resultados de la revisión documental, se empleará una escala tipo Likert de tres niveles, orientada a calificar el nivel de evidencia documental disponible. Esta herramienta permitirá otorgar un valor numérico al grado de respaldo documental existente en cada criterio evaluado del proceso actual de mantenimiento. La escala se estructurará de la siguiente manera evidenciada en la tabla 8 a continuación.

Tabla 8.
Escala tipo Likert

Valor	Nivel de evidencia	Criterio de valoración
0	No evidenciado	No se encontró documento, registro o control aplicable al criterio evaluado.
1	Parcial	Existe información incompleta, dispersa o no sistematizada dentro del proceso de mantenimiento.
2	Evidenciado	Existe información organizada, actualizada y aplicable al control del mantenimiento.

Nota: Elaboración propia.

Con base en esta escala, cada criterio documental será valorado de acuerdo con la evidencia disponible. Posteriormente, se calculará el porcentaje de cumplimiento documental mediante la siguiente relación:

$$\text{Cumplimiento documental} = \frac{\text{Puntaje Obtenido}}{\text{Puntaje Máximo}} * 100 \quad (IV.1)$$

El puntaje máximo se establecerá considerando la cantidad total de criterios evaluados y el valor máximo asignado en la escala tipo Likert. Este cálculo servirá para medir el cumplimiento documental global del proceso actual y determinar la brecha existente respecto a una gestión de mantenimiento estructurada, documentada y con trazabilidad.

4.6.7. Aplicación de la matriz de criticidad cuantitativa

La criticidad será aplicada como un criterio técnico para priorizar los activos físicos de acuerdo con su nivel de riesgo. Para su aplicación se tomarán en cuenta la frecuencia de falla, el impacto operativo y la seguridad. La frecuencia de falla indicará qué tan probable es que el activo presente problemas, la segunda evalúa el efecto de la falla sobre el funcionamiento académico o administrativo y la seguridad permitirá valorar posibles riesgos para los usuarios. Estas descripciones se pueden observar en las tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9.

Escala de frecuencia de falla.

Valor	Nivel	Criterio
1	Muy baja	No se han observado fallas o son muy poco frecuentes.
2	Baja	Presenta fallas ocasionales sin afectar gravemente la operación.
3	Media	Presenta fallas moderadas o requiere atención periódica.
4	Alta	Presenta fallas frecuentes que afectan el uso del activo.
5	Muy alta	Presenta fallas recurrentes o condición crítica evidente.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 10.*Escala de impacto operativo.*

Valor	Nivel	Criterio
1	Muy bajo	La falla no afecta las actividades académicas.
2	Bajo	La falla afecta parcialmente una actividad secundaria.
3	Medio	La falla limita el desarrollo normal de prácticas o clases.
4	Alto	La falla interrumpe actividades importantes del área.
5	Muy alto	La falla paraliza el uso del área o impide actividades esenciales.

*Nota: Elaboración propia.***Tabla 11.***Escala de seguridad.*

Valor	Nivel	Criterio
1	Muy bajo	No representa riesgo evidente para los usuarios.
2	Bajo	Presenta riesgo menor controlable.
3	Medio	Puede generar incidentes leves si no se atiende.
4	Alto	Puede generar accidentes o exposición significativa al riesgo.
5	Muy alto	Representa riesgo grave para estudiantes, docentes o personal.

Nota: Elaboración propia.

El cálculo de la criticidad se realizará mediante una fórmula ponderada que dará mayor importancia al criterio de seguridad, debido al contexto educativo en el que se desarrolla el estudio.

$$IC = FF + IO + (Sx2) \quad (IV.2)$$

Donde:

IC = Índice de criticidad

FF = Frecuencia de falla

IO = Impacto operativo

S = Seguridad

El valor mínimo del índice será 4 y el máximo 20. Según el valor obtenido en la matriz, cada activo será clasificado según su nivel de criticidad en bajo, medio o alto. La clasificación del índice de criticidad se observa en la tabla 12.

Tabla 12.

Clasificación del índice de criticidad.

Rango de IC	Nivel de criticidad	Criterio diagnóstico
4 a 8	Baja	Activo de bajo impacto operativo o de seguridad, sujeto a control general de inventario.
9 a 14	Media	Activo que requiere seguimiento periódico y registro básico.
15 a 20	Alta	Activo prioritario para análisis AMFE y control documental en el sistema propuesto.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 13.

Matriz de criticidad.

Código	Activo	Área	FF	IO	S	IC	Nivel de criticidad	Prioridad

Nota: Elaboración propia.

4.6.8. Selección de activos prioritarios

Aplicada la matriz de criticidad cuantitativa, se procederá a seleccionar los activos con mayor nivel de riesgo operativo, particularmente aquellos clasificados con criticidad alta conforme al índice obtenido. Esta etapa permitirá enfocar el análisis en los bienes con mayor impacto potencial sobre la seguridad, la continuidad académica y la operación de los talleres o áreas técnicas. El proceso permitirá establecer un filtro técnico para definir los activos que serán sometidos al Análisis Modal de Fallos y Efectos. Esto permitirá

concentrar el análisis en los bienes más críticos y excluir aquellos que presentan baja incidencia operativa o menor relevancia para el sistema de mantenimiento.

4.6.9. Aplicación del AMFE a los activos prioritarios

Después de seleccionar los activos con mayor prioridad de atención, se procederá a aplicar el Análisis Modal de Fallos y Efectos a los bienes clasificados con criticidad alta. Este análisis permitirá identificar los modos de fallo más probables, sus efectos en la seguridad y operación institucional, así como sus posibles causas. El AMFE se aplicará como herramienta diagnóstica preliminar para reconocer necesidades de control que servirán de base al diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento. Con dichos valores se obtendrá el Número de Prioridad de Riesgo (NPR), permitiendo jerarquizar los fallos de acuerdo con su riesgo y orientar las prioridades técnicas posteriores.

$$NPR = S * O * D \quad (IV.3)$$

Donde:

S = Severidad del efecto del fallo.

O = Ocurrencia o probabilidad estimada de aparición del fallo.

D = Detección o dificultad para identificar el fallo antes de que afecte la operación.

Los valores de severidad, ocurrencia y detección serán asignados mediante una escala de 1 a 5, donde 1 representa menor nivel de riesgo y 5 representa mayor nivel de riesgo. Estos niveles de severidad se presentan en la tabla 14.

Tabla 14.

Niveles de severidad

Valor	Severidad	Ocurrencia	Detección
1	Efecto mínimo sobre la operación o seguridad.	Muy baja probabilidad de ocurrencia.	El fallo puede detectarse fácilmente.
2	Efecto bajo sobre la operación.	Baja probabilidad de ocurrencia.	El fallo es detectable mediante revisión básica.

3	Efecto moderado sobre la operación o continuidad académica.	Ocurrencia media.	El fallo puede detectarse mediante inspección periódica.
4	Efecto alto sobre la operación o seguridad.	Ocurrencia alta.	El fallo es difícil de detectar sin control técnico.
5	Efecto crítico sobre la seguridad o continuidad académica.	Ocurrencia muy alta o condición crítica.	El fallo es muy difícil de detectar antes de ocurrir.

Nota: Elaboración propia.

Para interpretar el NPR se utilizará una clasificación diagnóstica en tres niveles, la misma se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15.

Rango del NPR

Rango NPR	Nivel de riesgo	Interpretación diagnóstica
1 a 25	Bajo	Fallo con menor prioridad diagnóstica.
26 a 75	Medio	Fallo que requiere control técnico dentro del sistema propuesto.
76 a 125	Alto	Fallo que requiere seguimiento documental prioritario dentro del diseño del sistema

Nota: Elaboración propia.

4.6.10. Priorización diagnóstica para el diseño posterior del sistema

Los resultados de la matriz de criticidad y del AMFE permitirán organizar una priorización diagnóstica de los activos, con el propósito de identificar el nivel de atención que cada bien requiere en la etapa posterior de diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento. La priorización se organizará en tres niveles: prioridad 1 para activos críticos altos evaluados mediante AMFE, prioridad 2 para activos de criticidad media con seguimiento periódico y registro básico, y prioridad 3 para activos de baja criticidad. Esta clasificación permitirá definir acciones técnicas según el nivel de control requerido.

4.7 Procedimiento para el objetivo específico 2

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico se tomarán como base los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, la matriz de criticidad cuantitativa, el análisis AMFE y la priorización diagnóstica de activos. Esta información permitirá diseñar una estructura organizada del Sistema de Gestión de Mantenimiento, basada en bloques de control documental y operativo.

4.7.1. Definición de la estructura general del sistema

La propuesta del sistema se estructurará mediante bloques de control interrelacionados, orientados a integrar la información técnica de los activos y estandarizar el proceso de mantenimiento institucional.

4.7.2. Diseño del inventario técnico de activos

Para fortalecer el control de los activos, el inventario general de bienes será transformado en una herramienta técnica de mantenimiento. Esta adaptación incluirá campos de control operativo como código técnico, código patrimonial, área, nombre del activo, entre otros. Esta estructura servirá como base para la codificación técnica, la elaboración de fichas técnicas, la planificación preventiva y la generación de órdenes de trabajo.

4.7.3. Diseño de la codificación técnica

La codificación técnica se diseñará como un mecanismo de identificación única para cada activo registrado en el sistema. La codificación se organizará a partir de cuatro componentes: área, sistema técnico, tipo de activo y número correlativo. Esta identificación facilitará la trazabilidad documental, al relacionar cada activo con su ficha técnica, orden de trabajo, historial de mantenimiento e indicadores.

4.7.4. Diseño de fichas técnicas de activos

Se propondrá un formato de ficha técnica para organizar la información básica y técnica de cada activo físico. En ella se incluirán datos de identificación del activo, de esta manera se fortalecerá la estandarización documental de los activos.

4.7.5. Diseño del plan de mantenimiento preventivo

Para estructurar el plan de mantenimiento preventivo, se considerarán los niveles de criticidad y prioridad diagnóstica de los activos. Los activos clasificados como prioridad 1 recibirán mayor control preventivo y documental; los de prioridad 2 serán objeto de revisiones periódicas básicas; y los de prioridad 3 quedarán sujetos al control general del inventario, con atención correctiva controlada según la necesidad identificada. El formato resumido del plan de mantenimiento se aprecia a continuación en la tabla 16.

Tabla 16.

Formato resumido del plan de mantenimiento preventivo

Código técnico	Activo	Área	Actividad preventiva	Frecuencia	Responsable	Evidencia requerida

Nota: Elaboración propia.

4.7.6. Diseño de solicitudes y órdenes de trabajo

El formato de solicitud y orden de trabajo será diseñado para registrar de manera ordenada las intervenciones preventivas y correctivas. Este formato permitirá registrar información como de los procesos de solicitud, asignación, ejecución y cierre.

4.7.7. Diseño del historial de mantenimiento

Se propondrá un formato de historial de mantenimiento por activo como herramienta de seguimiento documental. Este documento permitirá evidenciar las intervenciones ejecutadas, reconocer fallas recurrentes, registrar responsables, evaluar los resultados alcanzados y construir trazabilidad técnica por activo. El historial se alimentará a partir de las órdenes de trabajo cerradas, el formato del mismo se puede apreciar en la tabla 17.

Tabla 17.

Formato resumido del historial de mantenimiento

Código técnico	Activo	Fecha	Tipo de intervención	Falla o actividad registrada	Resultado	Responsable	Observaciones

Nota: Elaboración propia.

4.7.8. Definición de indicadores de control

Como parte final de la estructura del sistema, se establecerán indicadores básicos orientados a evaluar su desempeño. Dichos indicadores se asociarán al cumplimiento de las actividades preventivas, cierre de órdenes de trabajo, registro de fichas técnicas, codificación de activos y recurrencia de fallas por activo. Estos indicadores permitirán controlar el avance de la documentación y el desempeño operativo del sistema.

4.7.9. Diseño del módulo inteligente de priorización

Como complemento al Sistema de Gestión de Mantenimiento propuesto, se desarrolló un módulo piloto basado en aprendizaje automático supervisado para apoyar la clasificación de la prioridad de intervención de los activos institucionales. El procedimiento comprendió la preparación de la base de datos, selección y preprocesamiento de variables, entrenamiento de algoritmos, validación de resultados y selección del modelo con mejor comportamiento.

4.7.9.1. Integración y preparación de la base de datos

Para el desarrollo del módulo se utilizó una base conformada por 49 activos pertenecientes a las áreas evaluadas en la institución. El modelo principal se construyó a partir de la hoja Modelo_Sin_Fuga, integrada por 18 variables, correspondientes a características técnicas, operativas y de exposición, además de la variable objetivo.

Durante la revisión inicial se identificaron dos valores faltantes en Antigüedad_Años, equivalentes al 4,08 % de las observaciones. También se detectaron

dos grupos de registros con características idénticas; sin embargo, al contrastarlos con Base_ML_Completa se comprobó que correspondían a activos diferentes, por lo que fueron conservados. Asimismo, se identificó un espacio adicional en una categoría de Estado_Actual, considerado posteriormente durante la normalización de los datos.

La variable objetivo presentó 28 activos de prioridad baja (57,14 %) y 21 de prioridad media o alta (42,86 %). Debido a que la diferencia entre las clases no fue considerable, se mantuvo la distribución original y no se consideró necesario aplicar técnicas de sobre muestreo sintético como SMOTE. En la tabla 18 se muestra el resumen inicial de la base de datos

Tabla 18.

Resumen de la revisión inicial de la base de datos

Aspecto	Resultado
Activos analizados	49
Variables iniciales	18
Valores faltantes	2 (4.08%)
Duplicados reales	0
Prioridad baja	28 (57.14)
Prioridad media/alta	21 (42.86)

Nota: Elaboración propia a partir de Modelo_Sin_Fuga y la comprobación mediante Base_ML_Completa.

4.7.9.2 Selección de variables

Para la construcción del modelo se definió como variable objetivo Objetivo_Prioridad_1, codificada de forma binaria, donde 0 representa prioridad baja y 1 prioridad media o alta. Como variables predictoras se utilizaron 17 características relacionadas con las condiciones técnicas, operativas, de mantenimiento y exposición de los activos.

Tabla 19.

Variables utilizadas en el modelo de Machine Learning

Grupo	Variables
Categóricas	Área, Estado_Actual, Frecuencia Uso, Tipo_Falla, Tipo_Mantenimiento.
Numéricas	Antigüedad_Años, Horas_Uso_Semana, Numero Usuarios, Tiempo_Reparacion_Min

Binarias	Exp_Polvo, Exp_Humedad, Exp_Vibracion, Exp_Calor, Exp_Electrica, Exp_Golpes, Exp_Sobrecarga, Exp_Friccion
Variable objetivo	Objetivo_Prioridad_1

Nota: Elaboración propia a partir de la base utilizada para el módulo de clasificación.

Se excluyeron del modelo principal variables de identificación o descripción específica del activo, como código, nombre del equipo, marca/modelo y responsable, debido a que podrían favorecer la memorización de observaciones particulares en lugar del aprendizaje de patrones generalizables. Asimismo, no se utilizaron Modo_Fallo y Causa_Probable, al corresponder a información derivada del diagnóstico del activo.

La variable Criticidad también fue excluida del modelo principal debido a su estrecha relación con la prioridad de intervención establecida previamente. Su incorporación podría proporcionar al algoritmo información demasiado próxima a la variable objetivo y generar fuga de información (data leakage), produciendo métricas elevadas que no necesariamente representarían una mayor capacidad de generalización. Por esta razón, dicha variable se reservó únicamente para un escenario comparativo posterior.

4.7.9.3. Preprocesamiento de datos

El preprocesamiento se desarrolló mediante un Pipeline y un ColumnTransformer, con el propósito de aplicar de manera uniforme las transformaciones necesarias y evitar que la información utilizada durante el procesamiento generara fuga de datos entre las etapas de validación.

Los dos valores faltantes de Antigüedad_Años fueron tratados mediante imputación por mediana. Las cinco variables categóricas se normalizaron eliminando espacios iniciales y finales y posteriormente fueron transformadas mediante One-Hot Encoding, utilizando la configuración `handle_unknown="ignore"` para permitir el tratamiento de categorías no observadas previamente. Las variables numéricas y binarias se conservaron en su escala original, sin aplicar estandarización.

Como resultado del preprocesamiento, las 17 variables predictoras originales se transformaron en 25 características utilizadas por los algoritmos de clasificación. Esta

transformación se produjo principalmente por la codificación de las diferentes categorías presentes en las variables cualitativas.

El tratamiento se ejecutó dentro de cada proceso de entrenamiento y validación, de manera que la imputación y codificación fueran aprendidas únicamente a partir de los datos correspondientes a cada conjunto de entrenamiento.

4.7.9.4. Entrenamiento de los modelos

Para analizar el comportamiento de diferentes métodos de clasificación supervisada se implementaron tres algoritmos: Regresión Logística, Árbol de Decisión y Random Forest. Los tres modelos utilizaron las mismas 17 variables predictoras y el mismo procedimiento de preprocesamiento, permitiendo realizar una comparación bajo condiciones equivalentes.

Debido al tamaño reducido de la base, conformada por 49 activos, no se utilizó una división simple de entrenamiento y prueba como mecanismo principal de evaluación. En su lugar, se aplicó validación cruzada estratificada de cinco pliegues, manteniendo aproximadamente la proporción de las clases 0 y 1 en cada partición y utilizando `random_state=42` para favorecer la reproducibilidad del procedimiento.

No se aplicó SMOTE debido a que la distribución de la variable objetivo —28 activos de clase 0 y 21 de clase 1— no presentó un desbalance suficientemente elevado que justificara la generación de observaciones sintéticas.

4.7.9.5. Validación y métricas de evaluación

El desempeño de los modelos se evaluó mediante validación cruzada estratificada de cinco pliegues, utilizando las métricas Accuracy, Precision, Recall y F1-score. Para cada algoritmo se calcularon los valores promedio y su desviación estándar entre los diferentes pliegues, permitiendo analizar tanto el desempeño general como su estabilidad.

Debido a que la clase 1 representa los activos de prioridad media o alta, se prestó especial atención a las métricas Recall y F1-score de esta clase. El Recall permitió evaluar la capacidad para identificar correctamente los activos que requieren mayor atención, mientras que el F1-score permitió valorar conjuntamente la Precision y el Recall.

Adicionalmente, se obtuvieron predicciones fuera de muestra mediante `cross_val_predict` para construir las matrices de confusión de cada algoritmo. Este análisis permitió identificar verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos, prestando particular atención a estos últimos, debido a que representan activos de prioridad media o alta clasificados incorrectamente como prioridad baja.

La selección del modelo no se estableció únicamente a partir del Accuracy, sino considerando conjuntamente el F1-score de la clase 1, Recall, estabilidad entre los pliegues, tipos de errores e interpretabilidad, de acuerdo con el carácter exploratorio del módulo.

4.7.9.6. Selección del modelo

La selección del algoritmo final se realizó mediante la comparación de los resultados obtenidos por Regresión Logística, Árbol de Decisión y Random Forest bajo las mismas condiciones de preprocesamiento y validación. El criterio de selección consideró el equilibrio entre las métricas obtenidas, la capacidad de identificación de la clase 1, los errores de clasificación y la estabilidad del desempeño.

Como resultado de este procedimiento se seleccionó Random Forest para la implementación del módulo piloto, debido a que presentó el mejor equilibrio general entre los criterios evaluados. La Regresión Logística mostró una mayor capacidad específica para detectar activos de clase 1; sin embargo, Random Forest presentó un comportamiento global más favorable. La comparación cuantitativa y la justificación de esta selección se desarrollan en el apartado de resultados.

La selección se realizó exclusivamente sobre el escenario principal sin Criticidad, debido al riesgo de fuga de información asociado con esta variable. Posteriormente se desarrolló un escenario adicional incorporándola únicamente con fines comparativos, sin utilizar sus resultados para sustituir al modelo principal.

Finalmente, una vez concluida la evaluación, el pipeline correspondiente al modelo seleccionado fue ajustado con los 49 registros disponibles y almacenado para su reutilización. Este ajuste final tuvo como finalidad disponer de una implementación funcional del módulo y no generar nuevas métricas de evaluación sobre los mismos datos empleados para su entrenamiento.

4.8 Procedimiento para el objetivo específico 3

El objetivo no evaluará el desempeño operativo real del sistema, debido a que la propuesta no será implementada durante un periodo prolongado de operación. Por tanto, la evaluación se centrará en verificar si el sistema diseñado incorpora los componentes documentales y técnicos necesarios para responder a las deficiencias detectadas en el mantenimiento actual de la institución. A partir del análisis conjunto de estos componentes, se determinará la viabilidad técnica de la propuesta y el grado en que su estructura documental permite cubrir las necesidades identificadas.

Con la finalidad de cumplir el tercer objetivo específico, se llevará a cabo la evaluación técnica del Sistema de Gestión de Mantenimiento formulado. Esta evaluación comprenderá el análisis diagnóstico de la situación actual, la revisión del cumplimiento documental de la propuesta y la valoración de su contenido por parte de expertos.

4.8.1 Diseño del instrumento de validación por juicio de expertos

La valoración se realizará mediante una escala de cinco niveles, donde 1 representa un nivel muy bajo de aceptación y 5 representa un nivel muy alto. Esta escala permitirá transformar la opinión técnica de los expertos en valores numéricos para su posterior procesamiento. El instrumento considerará criterios relacionados con la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica, organización documental, aporte a la reducción de riesgos de seguridad y salud ocupacional, y facilidad de implementación del sistema.

La fase inicial del procedimiento consistirá en el diseño de un instrumento de validación que permitirá recoger las apreciaciones de expertos y miembros de la institución acerca del Sistema de Gestión de Mantenimiento planteado. La escala de valoración se muestra en la tabla 20.

Tabla 20.*Escala de valoración del juicio de expertos*

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / nivel muy bajo
2	En desacuerdo / nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / nivel medio
4	De acuerdo / nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / nivel muy alto

Nota: Elaboración propia.

Para valorar la propuesta, el instrumento estará conformado por siete criterios de evaluación destinados a verificar la coherencia técnica de la propuesta con las necesidades identificadas en la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. El criterio del instrumento se presenta en la tabla 21.

Tabla 21.*Criterios de valoración por juicio de expertos*

N.º	Criterio	Descripción
1	Pertinencia	El sistema propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.
2	Claridad	La estructura, formatos y procedimientos del sistema están redactados y organizados de forma comprensible.
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución.
4	Factibilidad técnica	El sistema es coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa institucional.
5	Organización documental	Los bloques del sistema se integran de forma lógica y trazable entre sí.
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	El sistema contribuye a reducir condiciones de riesgo latente en las áreas evaluadas.
7	Facilidad de implementación	El sistema puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales disponibles.

Nota: Elaboración propia.

4.8.2 Auditoría diagnóstica del estado actual

La auditoría correspondiente a la situación actual se desarrollará con base en los hallazgos obtenidos en el primer objetivo específico. En esta etapa no se producirán datos adicionales, debido a que su finalidad será ordenar e integrar la información obtenida a partir de la revisión documental, el inventario general de bienes, el análisis del sistema de codificación, la evaluación del estado de conservación y la aplicación de una escala de valoración tipo Likert.

La revisión comprenderá los siguientes componentes: inventario, codificación, estado de conservación, fichas técnicas, plan de mantenimiento, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento, indicadores y nivel global de cumplimiento documental. Los resultados de cada componente se asociarán con la referencia del apartado o tabla en que fueron presentados. El formato para la auditoría de diagnóstico se evidencia en la tabla 22.

Tabla 22.

Formato para auditoría diagnóstica del estado actual

Componente evaluado	Dato diagnóstico identificado	Referencia interna
Inventario		
Codificación		
Estado de conservación		
Fichas técnicas		
Plan de mantenimiento		
Órdenes de trabajo		
Historial de mantenimiento		
Indicadores		
Cumplimiento documental global		

Nota: Elaboración propia.

4.8.3 Auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado

La auditoría de cumplimiento documental comprenderá los siete bloques de control establecidos en el Sistema de Gestión de Mantenimiento. Mediante esta auditoría se analizará la incorporación de cada componente dentro de los documentos y procedimientos operativos diseñados.

La evaluación se efectuará mediante una escala de tres niveles que permitirá valorar la cobertura documental del sistema diseñado. Esta escala no evaluará la ejecución operativa del sistema, sino la presencia y desarrollo de cada componente dentro de la propuesta formulada, la misma se presenta en la tabla 23.

Tabla 23.

Escala de auditoría de cumplimiento documental

Valor	Nivel de incorporación	Criterio de valoración
0	No incorporado	El sistema no contempla el componente evaluado.
1	Incorporado parcialmente	El componente existe como formato o diseño, pero no cubre todos los activos o no se encuentra desarrollado de forma completa.
2	Incorporado completamente	El componente se encuentra desarrollado documentalmente y cubre el propósito previsto dentro del sistema.

Nota: Elaboración propia.

Los bloques evaluados serán: inventario técnico, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento e indicadores de control. El formato para el cumplimiento documental se evidencia en la tabla 24.

Tabla 24.

Formato para auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado

Bloque evaluado	Nivel obtenido	Justificación técnica	Referencia interna
Inventario técnico			
Codificación técnica			
Fichas técnicas			
Plan de mantenimiento preventivo			
Órdenes de trabajo			
Historial de mantenimiento			
Indicadores de control			

Nota: Elaboración propia.

4.8.4 Cálculo de la cobertura documental del sistema propuesto

A partir de la valoración otorgada a cada bloque, se estimará el porcentaje de cobertura documental. El resultado mostrará, en términos porcentuales, el grado de inclusión alcanzado dentro del diseño propuesto.

$$\text{Cobertura documental}(\%) = \frac{\text{Nivel obtenido}}{\text{Nivel máximo posible}} * 100 \quad (\text{IV.4})$$

Donde:

Nivel obtenido = valor asignado al bloque evaluado.

Nivel máximo posible = valor máximo de la escala de auditoría documental, equivalente a 2.

Cada bloque será clasificado según el porcentaje de cobertura documental alcanzado. Se considerará cobertura completa cuando alcance el 100 %, cobertura parcial cuando obtenga el 50 % y ausencia de incorporación cuando registre el 0 %. Una vez evaluados los siete bloques, se estimará la cobertura documental global mediante la comparación entre la suma de los niveles asignados y el puntaje máximo que podría obtenerse.

$$\text{Cobertura documental global}(\%) = \frac{\text{Puntaje total obtenido}}{\text{Puntaje máximo posible}} * 100 \quad (\text{IV.5})$$

Donde:

Puntaje total obtenido = suma de los niveles asignados a los siete bloques.

Puntaje máximo posible = número de bloques evaluados multiplicado por el valor máximo de la escala.

4.8.5 Comparación entre estado actual y cobertura del diseño

Los resultados obtenidos en ambas auditorías servirán para contrastar el estado actual de la gestión de mantenimiento con la cobertura documental alcanzada por la propuesta. Esta comparación permitirá reconocer las brechas que fueron atendidas por la propuesta y aquellas cuya incorporación continúa siendo parcial. El formato de comparación se estructura en la tabla 25.

Tabla 25.

Formato de comparación entre estado actual y cobertura del diseño

Componente	Estado actual diagnosticado	Cobertura documental del diseño	Interpretación
Inventario técnico			
Codificación técnica			
Fichas técnicas			
Plan preventivo			
Órdenes de trabajo			
Historial de mantenimiento			
Indicadores de control			
Cumplimiento documental global			

Nota: Elaboración propia.

La comparación será interpretada sin atribuir mejoras al desempeño operativo, debido a que el sistema no será aplicado en la institución. Por esta razón, los resultados reflejarán exclusivamente el grado de cobertura documental del sistema frente a las deficiencias detectadas en el diagnóstico.

4.8.6 Validación por juicio de expertos

Para la validación de la propuesta se conformará un panel integrado por especialistas o representantes institucionales relacionados con las áreas de mantenimiento, administración de activos, operación de talleres, gestión del aula de cómputo y administración institucional. Su elección responderá a un criterio no probabilístico intencional, basado en la experiencia, el conocimiento del contexto y la capacidad para emitir una valoración técnica de la propuesta.

Para la validación se contará con la participación de entre tres y cinco expertos, quienes calificarán los siete criterios incluidos en la rúbrica utilizando una escala de cinco niveles. A partir de estas calificaciones se establecerá el nivel de aceptación técnica de la propuesta y se procederá al cálculo del coeficiente V de Aiken. El formato de la valoración de los expertos se evidencia en la tabla 26.

Tabla 26.*Formato de valoración individual por expertos*

Criterio	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
Pertinencia					
Claridad					
Aplicabilidad					
Factibilidad técnica					
Organización documental					
Contribución a la mitigación de riesgos de SSO					
Facilidad de implementación					

*Nota: Elaboración propia.***4.8.7 Cálculo del coeficiente *V* de Aiken**

El análisis de las valoraciones emitidas por los expertos se realizará mediante el cálculo del coeficiente *V* de Aiken. Su cálculo permitirá determinar la coincidencia entre los juicios formulados por los expertos para cada criterio. Su rango de interpretación se extiende de 0 a 1, siendo los valores cercanos a 1 indicativos de una mayor aceptación y concordancia.

$$V = \frac{\Sigma(\text{calificación} - \text{valor mínimo de la escala})}{[n * (c - 1)]} \quad (\text{IV.6})$$

Donde:

V = coeficiente de validez de contenido.

Σ = sumatoria de los valores ajustados de las calificaciones.

n = número de expertos participantes.

c = número de categorías de la escala.

valor mínimo de la escala = valor inferior de la escala de valoración, equivalente a 1.

La escala de valoración estará compuesta por cinco categorías; se establecerá (*c* = 5) y un valor mínimo de 1. El número de expertos variará de acuerdo con los integrantes seleccionados para el panel. Se considerará que existe una aceptación técnica adecuada cuando el coeficiente alcance un valor igual o mayor que 0.70. Adicionalmente, se

reportarán las calificaciones mínimas y máximas de cada criterio para examinar la dispersión y consistencia de las valoraciones.

4.8.8 Integración de resultados para determinar la viabilidad técnica

La determinación de la viabilidad técnica de la propuesta se realizará mediante la integración de los resultados alcanzados en las distintas etapas de evaluación. La valoración comprenderá el diagnóstico del estado actual, el nivel de cumplimiento documental de la propuesta y los resultados obtenidos mediante el juicio de expertos.

Mediante la auditoría se identificarán las deficiencias existentes en el mantenimiento actual, mientras que la auditoría de cumplimiento documental permitirá analizar el grado en que el sistema propuesto atiende dichas necesidades. En función del análisis conjunto de estas evidencias, se determinará la viabilidad técnica del Sistema de Gestión de Mantenimiento, dejando establecido que la evaluación corresponde al diseño documental propuesto y no a su desempeño tras una implementación efectiva.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultado del Objetivo Específico 1

El primer objetivo específico buscó caracterizar los equipos e infraestructura física vinculada al mantenimiento, por lo que se evaluaron los criterios cuantitativos de criticidad, con el fin de construir la línea base operativa. Cabe mencionar que el inventario completo de los activos identificados se presenta en el Anexo 1. Este inventario contiene la codificación de los activos, su denominación, el área donde se encuentran ubicados y el sistema al que pertenece cada uno. A partir de ello, en este apartado se desarrollan los resultados consolidados y el análisis asociado al primer objetivo específico.

5.1.1 Delimitación de las áreas evaluadas

La evaluación se centró en tres áreas institucionales: taller de mecanizado, taller de confección y aula de cómputo. Estas áreas fueron consideradas por concentrar activos físicos relacionados directamente con el desarrollo de actividades académicas, prácticas y técnico-didácticas, la misma se presenta en la tabla 27.

Tabla 27.
Áreas evaluadas en el diagnóstico

Área evaluada	Tipo de activos identificados	Importancia dentro del estudio
Taller de mecanizado	Equipos de soldadura, herramientas, sistemas informáticos, máquinas, compresores, mobiliario técnico, extintor	Mayor concentración de equipos mecánicos y electromecánicos
Taller de confección	Plancha, herramientas manuales, máquinas de coser, cortadora de tela	Área con activos manuales y electrotérmicos.
Aula de cómputo	Proyector, computadoras, impresora, aire acondicionado, router	Área tecnológica

Nota: Elaboración propia.

Con esta delimitación se estableció el alcance físico del diagnóstico, además de identificar los activos que serían incorporados al Sistema de Gestión de Mantenimiento. En la figura 6 se evidencia el layout de la institución.

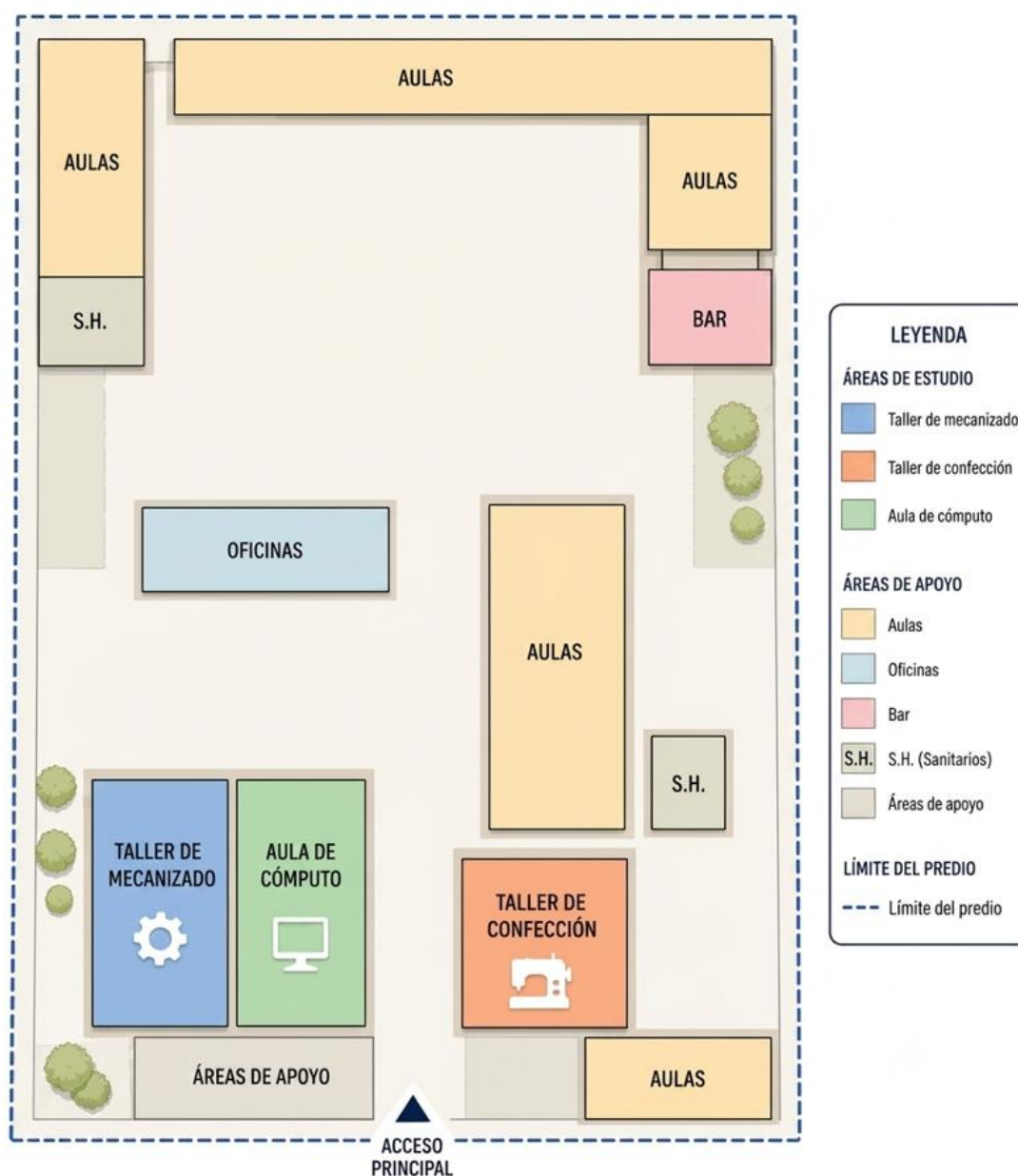


Figura 6.

Layout de la Unidad Educativa "Catorce de Julio- JAE"

Nota: Elaboración propia.

5.1.2 Caracterización técnica de los activos inventariados

Los bienes identificados fueron clasificados en función de sus condiciones técnicas, tomando en cuenta el sistema al que pertenecen y la función que cumplen dentro de cada área evaluada. En la siguiente tabla 28, se evidencia la clasificación de los activos.

Tabla 28.*Clasificación técnica de activos identificados*

Tipo de activo o sistema	Activos identificados	Área donde se presentan
Sistemas electromecánicos	Tronzadora, máquinas de coser, cortadora de tela, aire acondicionado, impresora.	Mecanizado, confección y cómputo.
Sistemas informáticos y electrónicos	Computadoras, thin client, proyector, router, sistema de alarma, parlantes y reguladores.	Mecanizado y cómputo.
Sistemas electrotérmicos	Planchas industriales y plancha eléctrica.	Confección
Sistemas hidráulicos y neumáticos	Dobladora hidráulica, prensa plegadora y compresores.	Mecanizado
Sistemas de seguridad contra incendios	Extintores PQS de 10 lb y 20 lb.	Las tres áreas evaluadas.
Elementos manuales	Herramientas manuales, tijeras, playo, llaves, martillos y destornilladores.	Mecanizado y confección.
Elementos estructurales o mobiliario	Mesas, armarios, pizarrones, vitrinas, escritorios y sillas.	Las tres áreas evaluadas.

*Nota: Elaboración propia.***5.1.3 Diagnóstico inicial del estado actual del proceso de mantenimiento**

Mediante el diagnóstico inicial del mantenimiento, se identificó la situación actual de la gestión aplicada a los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. Se tomó como base el inventario general de bienes de marzo de 2025, el levantamiento operativo de activos y la revisión de la documentación existente. El análisis evidenció que la institución cuenta con un inventario patrimonial, pero no con un sistema integral de mantenimiento, ya que no se encontraron registros formales de fichas técnicas, órdenes de trabajo, historial de fallas, planificación preventiva ni indicadores de seguimiento.

5.1.3.1 Descripción del proceso actual de mantenimiento

Actualmente, las acciones de mantenimiento se inician principalmente cuando se presenta una avería, deterioro visible o requerimiento de intervención en un equipo o elemento de infraestructura. Ante estos eventos, el docente, responsable del área o personal administrativo informa el caso a la autoridad o encargado correspondiente. Después, se revisa si la atención puede ser asumida por personal interno o si es necesario

recurrir a apoyo externo, según la disponibilidad institucional y la complejidad del problema. La forma actual de atención muestra una orientación principalmente correctiva del mantenimiento, puesto que las actividades se generan como respuesta a fallas ya ocurridas y no como parte de una planificación preventiva registrada. Además, no se constató un flujo definido para solicitar, aprobar, ejecutar, cerrar y registrar técnicamente las actividades desarrolladas. En la figura 7 se presenta el flujo general identificado para el proceso actual de mantenimiento.

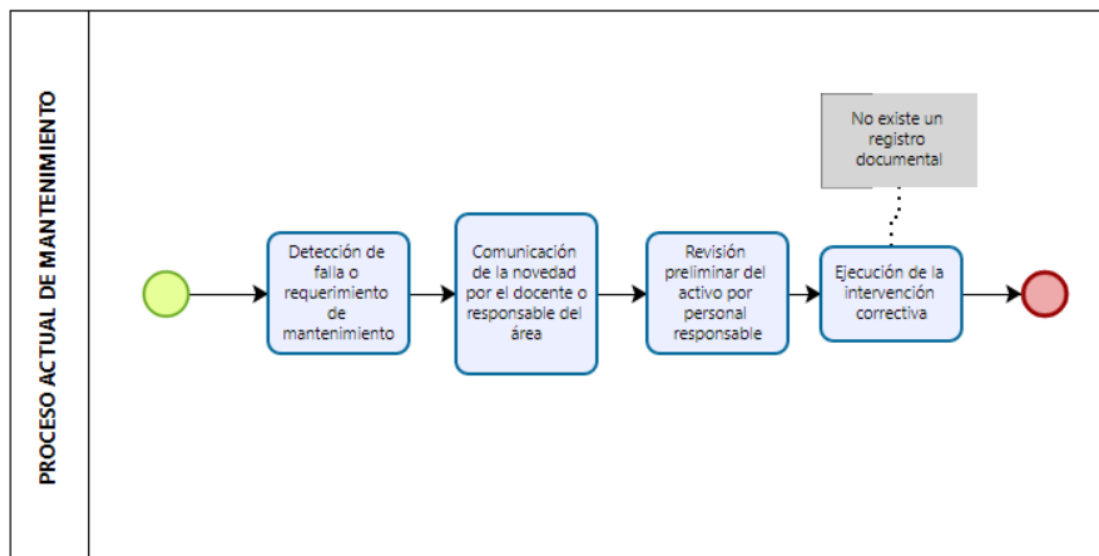


Figura 7.

Diagrama de flujo del proceso actual de mantenimiento

Nota: Elaborado por los autores a partir del levantamiento de campo y la revisión documental.

La secuencia observada refleja que el mantenimiento actual no dispone de un soporte documental completo. Aunque se brinda respuesta a las necesidades detectadas, no se encontraron formatos definidos para registrar las solicitudes, las órdenes de trabajo, los responsables asignados, los recursos utilizados, las fechas de intervención ni los resultados obtenidos.

5.1.3.2 Ficha del proceso actual de mantenimiento

En la Tabla 29 se presenta la ficha del proceso actual de mantenimiento, elaborada con base en la información observada durante el diagnóstico.

Tabla 29.*Ficha del proceso actual de mantenimiento*

Elemento del proceso	Descripción
Nombre del proceso	Mantenimiento actual de equipos e infraestructura.
Tipo de proceso identificado	Correctivo o reactivo.
Objetivo del proceso actual	Atender fallas, daños o necesidades visibles en los equipos e infraestructura.
Entrada del proceso	Falla detectada, daño visible, necesidad reportada o condición observada.
Actividades principales	Detección de la falla, comunicación al responsable, revisión de la necesidad, decisión de atención e intervención correctiva.
Responsable de activación	Docente, responsable del área, personal administrativo o personal de apoyo.
Documentos evidenciados	Inventario general de bienes correspondiente a marzo de 2025.
Documentos no evidenciados	Fichas técnicas completas, órdenes de trabajo, historial de fallas, plan preventivo e indicadores de mantenimiento.
Salida del proceso	Activo corregido, activo pendiente de intervención o continuidad parcial del servicio.
Debilidad principal	Falta de trazabilidad documental para registrar, controlar y evaluar las intervenciones de mantenimiento realizadas.

Nota: Elaboración propia.

El análisis de la ficha evidencia que el proceso vigente permite atender intervenciones puntuales, pero no garantiza un control técnico documentado. Esto restringe la identificación de fallas recurrentes, la planificación de acciones preventivas, la definición formal de responsables y el análisis del desempeño del proceso.

5.1.3.3 Revisión del inventario general de bienes

La revisión del inventario general de bienes permitió reconocer la existencia de activos registrados en el taller industrial de confección y en el taller mecánico o de mecanizado. En este documento se organiza información patrimonial de los activos, marca, número de serie, cantidad, descripción, ubicación, valor, estado y observaciones. En la siguiente tabla 30 se presenta la distribución de registros documentales identificados.

Tabla 30.*Distribución de registros documentales en el inventario general de bienes*

Área registrada en el inventario	Registros documentales	Porcentaje
Taller industrial de confección	85	33.33%
Taller mecánico / mecanizado	170	66.67%
Total	255	100.00%

Nota: Elaboración propia a partir del inventario general de bienes de marzo de 2025.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el taller mecánico concentra el 66.67 % de los registros documentales analizados, mientras que el taller industrial de confección representa el 33.33 %. Este resultado permite afirmar que las áreas técnicas disponen de una base documental significativa sobre sus bienes; aun así, la información registrada responde principalmente a fines de control patrimonial y no a un control técnico orientado al mantenimiento. En la Tabla 31 se presenta la distribución de unidades registradas en el inventario general de bienes.

Tabla 31.*Distribución de unidades registradas en el inventario general de bienes*

Área registrada en el inventario	Unidades registradas	Porcentaje
Taller industrial de confección	187	47.70%
Taller mecánico / mecanizado	205	52.30%
Total	392	100.00%

Nota: Elaboración propia a partir de las cantidades registradas en el inventario general de bienes.

La revisión por unidades registradas muestra una diferencia menor entre ambas áreas. El taller de mecanizado concentra el 52.30 % de las unidades, mientras que el taller industrial de confección representa el 47.70 %. Esto evidencia que, aunque mecanizado

reúne más registros documentales, confección también concentra una cantidad significativa de bienes institucionales.

5.1.3.4 Relación entre inventario general y activos seleccionados para el análisis operativo

Aunque el inventario general incluye 255 registros documentales y 392 unidades registradas en las áreas técnicas revisadas, para el desarrollo del diagnóstico operativo del mantenimiento se delimitó una muestra de 49 activos físicos representativos. Estos equipos fueron seleccionados por su importancia funcional en las actividades académicas, prácticas-formativas. En la Tabla 32 se presenta la distribución de los activos seleccionados para el análisis operativo.

Tabla 32.

Distribución de activos seleccionados para el análisis operativo

Área de estudio	Activos seleccionados	Porcentaje
Taller de mecanizado	27	55.10%
Taller industrial de confección	12	24.49%
Aula de cómputo	10	20.41%
Total	49	100.00%

Nota: Elaboración propia a partir del levantamiento operativo de activos.

El análisis operativo de los 49 activos seleccionados indica que el taller de mecanizado posee la mayor concentración, con el 55.10 % del total. Esto responde a la existencia de equipos asociados a soldadura, corte, compresión, mecanizado, herramientas y seguridad. Por otra parte, el taller industrial de confección representa el 24.49 %, mientras que el aula de cómputo agrupa el 20.41 %. Si bien el aula de cómputo no se identifica como un área separada dentro del inventario general, fue considerada dentro del diagnóstico por su aporte a la continuidad de las actividades académicas e informáticas.

5.1.3.5 Análisis porcentual de codificación documental

En el diagnóstico documental se revisó si los bienes registrados en el inventario general contaban con códigos visibles. Para este análisis, se clasificaron como registros

codificados aquellos que mostraban un código identificable en la primera columna. En cambio, los registros sin código visible o señalados como S/N fueron clasificados como pendientes de normalización documental. En la Tabla 33 se presenta el resultado porcentual de la codificación documental.

Tabla 33.

Análisis porcentual de codificación documental en el inventario general

Condición de codificación	Cantidad de registros	Porcentaje
Registros con código visible	240	94.12%
Registros sin código visible o S/N	15	5.88%
Total	255	100.00%

Nota: Se consideró como registro sin código visible aquel que no presentó codificación identificable o fue registrado como S/N en el inventario revisado.

El análisis de codificación permite señalar que la mayoría de los bienes registrados se encuentra identificada documentalmente. La existencia de un 5.88 % de registros sin código visible o registrados como S/N pone de manifiesto la necesidad de regularizar la codificación y facilitar su vinculación con fichas técnicas, órdenes de trabajo, historial de fallas e indicadores de control.

5.1.3.6 Estado de conservación registrado en el inventario general

La revisión del inventario general permitió identificar una columna correspondiente al estado de los bienes. Este elemento es importante para el diagnóstico inicial, debido a que permite conocer la distribución de los bienes registrados en categorías como bueno, regular, obsoleto, nuevo, malo o sin estado visible. En la Tabla 34 se presenta el estado de conservación registrado en el inventario general.

Tabla 34.*Estado de conservación registrado en el inventario general*

Estado registrado	Cantidad de registros	Porcentaje
Regular	146	57.25%
Bueno	61	23.92%
Obsoleta	45	17.65%
Nueva	1	0.39%
Malo	1	0.39%
Sin estado visible	1	0.39%
Total	255	100.00%

Nota: Elaboración propia a partir del estado consignado en el inventario general de bienes.

La distribución por estado evidencia que más de la mitad de los registros, equivalente al 57.25 %, corresponde a bienes en condición regular. A su vez, el 17.65 % de los bienes aparece registrado como obsoleto, situación que debe considerarse dentro del diagnóstico por su posible relación con necesidades de evaluación técnica, reposición, baja o control especial. En menor proporción, el 23.92 % se encuentra en estado bueno, mientras que los bienes nuevos, malos o sin estado visible presentan porcentajes mínimos.

5.1.3.7 Observaciones relevantes del inventario general

De manera complementaria al estado de conservación, el inventario general incluye observaciones patrimoniales que permiten reconocer situaciones específicas de los bienes, tales como bienes sugeridos para baja, reportados como robo público y donados. En la Tabla 35 se presentan las principales observaciones identificadas.

Tabla 35.*Observaciones relevantes identificadas en el inventario general*

Observación identificada	Cantidad de registros	Interpretación diagnóstica
Se recomienda o se sugiere dar de baja	38	Evidencia bienes con posible pérdida de utilidad, deterioro u obsolescencia que requieren control documental.
Robo público	35	Evidencia registros patrimoniales que requieren depuración, verificación o control administrativo.
Donado / donada	32	Evidencia bienes incorporados por donación que deben integrarse al control técnico y documental.

Nota: Elaboración propia.

La existencia de registros con recomendación de baja, vinculados a robo público y bienes donados evidencian la necesidad de normalizar el inventario y conectarlo con fichas técnicas, órdenes de trabajo e historial de seguimiento. A partir de las observaciones identificadas, se puede señalar que el inventario general cumple una función importante dentro del control patrimonial.

5.1.3.8 Resultados porcentuales de la evaluación documental

Mediante los valores asignados en la escala tipo Likert, se estimó el porcentaje de cumplimiento documental por criterio y se obtuvo una valoración global del proceso actual de mantenimiento. En la Tabla 36 se presenta el detalle de la evaluación realizada.

Tabla 36.

Evaluación documental del proceso actual de mantenimiento

Criterio evaluado	Evidencia revisada	Nivel asignado	Puntaje	Cumplimiento
Inventario de activos	Existe inventario general de bienes con código, descripción, área, estado y observaciones.	Evidenciado	2	100.00%
Codificación técnica	La mayoría de registros posee código visible, aunque existen registros sin código o S/N.	Parcial	1	50.00%
Fichas técnicas	No se evidenciaron fichas técnicas completas por activo.	No evidenciado	0	0.00%
Órdenes de trabajo	No se evidenciaron formatos ni registros formales de OT.	No evidenciado	0	0.00%
Historial de fallas	No se evidenció historial técnico consolidado con fechas e intervenciones.	No evidenciado	0	0.00%

Plan de mantenimiento preventivo	No se evidenció planificación preventiva formal por activo.	No evidenciado	0	0.00%
Responsables de mantenimiento	El inventario identifica comisión de bienes, pero no responsables operativos de mantenimiento por activo.	Parcial	1	50.00%
Indicadores de mantenimiento	No se evidenció uso de indicadores de seguimiento.	No evidenciado	0	0.00%
Registro de intervenciones	No se evidenciaron registros sistemáticos de actividades ejecutadas.	No evidenciado	0	0.00%
Control documental del mantenimiento	Existe inventario patrimonial, pero no sistema documental integral de mantenimiento.	Parcial	1	50.00%

Nota: Valoración corresponde al nivel de evidencia documental disponible para el proceso actual de mantenimiento.

En la Tabla 37 se presenta el resumen del cumplimiento documental obtenido.

Tabla 37.

Resultado global del diagnóstico documental

Indicador	Resultado
Criterios evaluados	10
Puntaje máximo posible	20
Puntaje obtenido	5
Cumplimiento documental global	25.00%
Brecha documental identificada	75.00%

Nota: Elaboración propia.

El cumplimiento documental fue del 25 %, lo que evidencia que el proceso de mantenimiento presenta un bajo nivel de formalización. Aunque existe un inventario general de bienes y registros con codificación visible, se requiere fortalecer la documentación técnica y el control del mantenimiento institucional.

5.1.3.9 Interpretación del diagnóstico inicial

El diagnóstico inicial evidenció que el proceso de mantenimiento cuenta con una estructura documental reducida. Aunque existe un inventario general de bienes elaborado en marzo de 2025, este funciona principalmente como registro patrimonial y no se vincula con un sistema de gestión que permita dar seguimiento técnico a las actividades de mantenimiento.

El inventario general analizado incluyó 255 registros documentales y 392 unidades ubicadas en las áreas técnicas, lo que representa un punto de partida importante para la estructuración del sistema de mantenimiento. Sin embargo, el análisis de codificación evidenció que el 5.88 % de los registros no presentó código visible o fue identificado como S/N, lo que limita la trazabilidad de determinados bienes. De igual manera, el estado de conservación de los bienes evidencia una condición técnica desfavorable, debido a que el 57.25 % se encuentra en estado regular y el 17.65 % en estado obsoleto.

La evaluación mediante escala tipo Likert permitió identificar una brecha documental del 75.00 %, asociado a la carencia de instrumentos fundamentales para la gestión del mantenimiento, como la inexistencia de fichas técnicas, órdenes de trabajo, registros históricos de fallas, evidencias de intervención, planificación preventiva e indicadores de control. Se evidencia que el mantenimiento de los activos es reactivo, ya que las actividades se ejecutan después de identificarse una falla.

5.1.4 Aplicación de la matriz de criticidad cuantitativa

Una vez revisado el inventario general de bienes y delimitados los activos de mayor relevancia operativa, se aplicó la matriz de criticidad cuantitativa planteada en el capítulo metodológico. Para ello, se seleccionaron 49 activos físicos representativos, priorizando aquellos vinculados directamente con la seguridad, la continuidad académica, las prácticas formativas y el funcionamiento de las áreas técnicas. La selección de los 49

activos se realizó mediante un muestreo técnico-operativo intencional, priorizando bienes con mayor relevancia para el mantenimiento, la seguridad y la continuidad de las actividades académicas.

Tabla 38.

Matriz de criticidad cuantitativa

N.º	Código	Activo	Área	FF	IO	S	IC	Nivel
1	531403-10-MCM	Herramientas manuales	Mecanizado	2	1	1	5	Baja
2	531403-01-MCM	Alexómetro 15-50 mm	Mecanizado	2	2	3	10	Media
3	531403-143-MCM	Compás de exteriores e interiores	Mecanizado	2	2	3	10	Media
4	531406-848-MCM	Micrómetro de exteriores y profundidad	Mecanizado	2	3	3	11	Media
5	531406-2017-MCM	Mobiliario técnico	Mecanizado	2	1	1	5	Baja
6	Sin código visible MCM-01	Remachadora giratoria	Mecanizado	3	3	3	12	Media
7	Sin código visible MCM-02	Amoladoras DW	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
8	531406-380-MCM	Esmeril de 1/2 HP	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
9	170600930001-990-MCM	Prensas	Mecanizado	2	2	2	8	Baja
10	531406-1909-MCM	Soldadora americana	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
11	Sin código visible MCM-03	Soldadora PTK INVERT 160/200 amp	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
12	Sin código visible MCM-04	Taladros DW505 1/2 PERC 700W	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
13	Sin código visible MCM-05	Compresor TPK 2HP	Mecanizado	3	4	5	17	Alta

14	531403-146-MCM	Calibradores pie de rey 0-150 mm	Mecanizado	2	3	3	11	Media
15	531406-145-212-MCM	Cizalla de lámina	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
16	531403-2167-MCM	Entenallas de tubo, banco y golpe	Mecanizado	3	2	3	11	Media
17	49999999999.155-MCM	Equipo de soldadura TIG, eléctrica y automática	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
18	49999999999.137-MCM	Compresor industrial	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
19	69999999999.132-MCM	Dobladora hidráulica	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
20	49999999999.306-MCM	Máquina de corte por plasma	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
21	49999999999.603-MCM	Prensa plegadora hidráulica	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
22	49999999999.741-MCM	Rectificador de soldadura al arco	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
23	600200570001.920-MCM	Torno semiindustrial	Mecanizado	3	5	5	18	Alta
24	170600320001-396-MCM	Extintor de 20 lb PQS	Mecanizado	2	3	5	15	Alta
25	600200230001.139-MCM	Tronzadora de disco para metales	Mecanizado	3	4	5	17	Alta
26	700100060001-146-MCM	Computadora 17 pulgadas	Mecanizado	3	3	2	10	Media
27	700100060001-147-MCM	Computadora Thin Client estudiante	Mecanizado	3	3	2	10	Media
28	39999999999.86-87-IC	Cancele de madera MDF	Confección	2	1	1	5	Baja

29	49999999999.305-IC	Máquina de coser industrial costura recta	Confección	3	4	4	15	Alta
30	49999999999.307-IC	Máquina de coser pespunte recto, zigzag y bordado	Confección	3	4	4	15	Alta
31	49999999999.314-IC	Máquina de coser overlock de alta velocidad	Confección	3	4	4	15	Alta
32	170401540001-968-969-IC	Planchas industriales	Confección	3	3	3	12	Media
33	531403-245-IC	Cortadora de tela	Confección	3	3	4	14	Media
34	700100060001-141-COM	Computadora profesor e impresora HP	Confección	3	3	2	10	Media
35	700100060001-149-COM	Computadora estudiante Thin Client	Confección	3	3	2	10	Media
36	MAN-641-J.01	Mobiliario de confección	Confección	2	1	1	5	Baja
37	170600320001-394-IC	Extintor de 10 lb PQS	Confección	2	3	5	15	Alta
38	170401540001-957-IC	Plancha eléctrica	Confección	3	3	3	12	Media
39	170600700001-1956-IC	Herramientas manuales de confección	Confección	2	1	1	5	Baja
40	400100270001-2058-COM	Proyector interactivo	Cómputo	2	3	2	9	Media
41	400100010002-2057-COM	Aire acondicionado	Cómputo	3	3	3	12	Media
42	401400280001-2059-COM	Sistema de alarma con control remoto	Cómputo	2	3	4	13	Media

43	700100060002-2035-COM	Computadora Thin Client Linux	Cómputo	3	4	2	11	Media
44	70020017000-2055-COM	Router inalámbrico	Cómputo	2	3	2	9	Media
45	700100290003-2056-COM	Impresora multifuncional tinta continua	Cómputo	3	3	2	10	Media
46	531404-2085-COM	Mobiliario aula de cómputo	Cómputo	2	1	1	5	Baja
47	170600320001-395-COM	Extintor de 10 lb PQS	Cómputo	2	3	5	15	Alta
48	531404-2060-2061-COM	Parlantes	Cómputo	2	2	1	6	Baja
49	531404-2062-2081-COM	Reguladores de voltaje	Cómputo	3	3	3	12	Media

Nota: Elaboración propia a partir del inventario, la observación de campo y la escala de criticidad definida en el capítulo metodológico.

El índice de criticidad presenta un valor mínimo teórico de 4 y un valor máximo de 20, derivados de la suma de los puntajes asignados a la frecuencia de falla, el impacto operativo y la seguridad, considerando doble ponderación para esta última variable. A partir de este intervalo total, se establecieron tres niveles de criticidad (baja, media y alta) mediante un criterio técnico de segmentación ordinal, con el propósito de diferenciar los activos de menor impacto, aquellos que requieren seguimiento periódico y los activos prioritarios para análisis detallado y control documental. Esta clasificación permitió jerarquizar los activos conforme a su importancia operativa y de seguridad dentro de la institución.

La matriz de criticidad consideró tres criterios: frecuencia de falla, impacto operativo y seguridad. Los puntajes se asignaron con base en el inventario, la observación directa, el estado de los activos, su función en el área y los hallazgos del diagnóstico. Debido a la falta de registros completos de fallas, la frecuencia fue estimada a partir de la condición observada, el tipo de activo y la información levantada en campo. De esta

manera, las observaciones cualitativas iniciales fueron transformadas en valores numéricos para determinar el índice de criticidad de cada activo.

5.1.4.1 Resultado global de criticidad

Luego de aplicar la matriz cuantitativa, los activos seleccionados fueron agrupados en tres niveles de criticidad: alta, media y baja. En la tabla 39 se presenta el resumen general obtenido.

Tabla 39.
Resumen general de criticidad

Nivel de criticidad	Cantidad de activos	Porcentaje	Necesidad diagnóstica identificada
Alta	21	42.86%	Requiere trazabilidad completa y control documental prioritario en el diseño del sistema.
Media	20	40.82%	Requiere seguimiento periódico y registro básico de intervenciones.
Baja	8	16.33%	Requiere control general de inventario y atención correctiva controlada cuando corresponda.
Total	49	100.00%	

Nota: Elaboración propia a partir de los resultados de la matriz de criticidad cuantitativa.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 42.86 % de los activos seleccionados fue clasificado con criticidad alta. Dichos activos corresponden, principalmente, a equipos asociados con operaciones de corte, soldadura, compresión, mecanizado, seguridad contra incendios y confección industrial.

Los activos clasificados con criticidad media representan el 40.82 % del total evaluado. Estos bienes requieren seguimiento dentro del sistema de mantenimiento, ya que su afectación podría limitar parcialmente el funcionamiento normal de los talleres y espacios académicos. Finalmente, el 16.33 % de los activos fue clasificado con criticidad baja, categoría compuesta principalmente por mobiliario, herramientas manuales y equipos auxiliares de menor relevancia operativa.

5.1.4.2 Criticidad por área de estudio

La criticidad también fue analizada por área, con el propósito de identificar dónde se concentra el mayor nivel de riesgo técnico y operativo. En la Tabla 40 se presenta la distribución de criticidad por área.

Tabla 40.
Criticidad por área de estudio

Área	Alta	Media	Baja	Total
Taller de mecanizado	16	8	3	27
Taller industrial de confección	4	5	3	12
Aula de cómputo	1	7	2	10
Total	21	20	8	49

Nota: Elaboración propia a partir de la matriz de criticidad cuantitativa.

El taller de mecanizado agrupa la mayor cantidad de activos con criticidad alta, alcanzando un total de 16 equipos. Esta condición se asocia con la existencia de equipos de soldadura, corte, compresión, presión hidráulica y mecanizado, los cuales poseen mayor incidencia operativa y demandan seguimiento técnico prioritario dentro del sistema de mantenimiento.

El taller industrial de confección presenta 4 activos clasificados con criticidad alta, vinculados principalmente con máquinas de coser industriales, equipos con partes móviles y el extintor del área. Aunque no representa el mismo nivel de riesgo que mecanizado, su falta de disponibilidad puede afectar la continuidad de las prácticas de confección.

Los resultados muestran que el aula de cómputo concentra principalmente activos de criticidad media, cuyos riesgos son menores respecto a otras áreas evaluadas. El extintor constituye el activo de mayor criticidad por su función en la protección institucional.

5.1.5 Análisis AMFE de activos prioritarios

Los resultados del AMFE evidencian que los activos prioritarios presentan, en su mayoría, niveles de riesgo medio. Esta condición se debe a que, aunque el efecto de una

falla puede ser significativo en términos de seguridad y continuidad académica, la ocurrencia probable y la capacidad de detección permanecen en niveles moderados gracias a controles básicos existentes, el resultado de la matriz, se observa en la tabla 41.

Tabla 41.

Matriz AMFE de activos prioritarios

N°	Activo prioritario	Función principal	Modo de fallo probable	Efecto del fallo	Causa probable	Control actual identificado	S	O	D	NPR	Nivel	Necesidad de control identificada
1	Amoladoras DW	Realizar corte o desbaste de piezas metálicas.	No realiza corte o desbaste adecuado.	Interrupción de prácticas y riesgo de accidente por uso inseguro.	Desgaste de escobillas, disco deteriorado o falta de revisión.	Revisión visual no documentada.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control sobre estado de disco, escobillas, cableado y condiciones de seguridad antes del uso.
2	Esmeril de 1/2 HP	Permitir desbaste y afilado de piezas.	Vibraciones excesivas o pérdida de funcionamiento.	Riesgo de accidente e interrupción de actividades prácticas.	Desgaste de rodamientos, desbalance o falta de mantenimiento.	Atención correctiva cuando presenta falla.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de vibraciones, rodamientos, guardas de seguridad y condición operativa.

3	Soldadora americana	Permitir prácticas de soldadura.	No genera arco estable.	Interrupción de prácticas y riesgo eléctrico.	Sobrecalentamiento, desgaste interno o falla de ventilación.	Revisión no sistematizada.	5	3	3	45	Medio	Se identifica necesidad de control de conexiones eléctricas, cables, ventilación y estado operativo.
4	Soldadora PTK INVERT 160/200 amp	Realizar procesos de soldadura eléctrica.	No genera arco estable.	Afectación de prácticas y posible exposición eléctrica.	Falla en ventilador, sobrecalentamiento o deterioro de componentes electrónicos.	Atención correctiva.	5	3	3	45	Medio	Se identifica necesidad de control de ventilación, conectores, cables, temperatura de operación y condición eléctrica.
5	Taladros DW505 1/2 PERC 700W	Permitir perforaciones en prácticas técnicas.	No perfora adecuadamente.	Retraso en actividades prácticas y riesgo por operación inestable.	Desgaste de escobillas, brocas inadecuadas o falla del mandril.	Revisión visual del operador.	4	3	3	36	Medio	Se identifica necesidad de control del mandril, escobillas, cableado, brocas y estabilidad de operación.

6	Compresor TPK 2HP	Generar presión de aire para actividades técnicas.	No genera presión adecuada.	Interrupción de prácticas que requieren aire comprimido.	Fugas, desgaste de empaques o pérdida de presión.	Revisión correctiva.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de fugas, presión de trabajo, conexiones, tanque y condiciones de seguridad.
7	Cizalla de lámina	Cortar láminas metálicas.	Cortes deformados o inseguros.	Afectación de prácticas y riesgo de corte o atrapamiento.	Desgaste del filo, mala alineación o falta de ajuste.	Revisión no documentada.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control del filo, alineación, resguardos, sujeción y condición de corte.
8	Equipo de soldadura TIG, eléctrica y automática	Realizar prácticas de soldadura especializada.	No genera arco estable.	Interrupción de prácticas y riesgo operativo.	Desgaste de electrodo, falla eléctrica o mala conexión.	Atención correctiva.	5	3	3	45	Medio	Se identifica necesidad de control de electrodos, conexiones, sistema eléctrico y estabilidad del arco.

9	Compresor industrial	Suministrar aire comprimido para actividades técnicas.	No genera presión adecuada.	Paralización de actividades que dependen del sistema neumático.	Fugas, desgaste mecánico o falla de válvulas.	Revisión correctiva.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de presión, válvulas, fugas, tanque y condiciones generales de operación.
10	Dobladora hidráulica	Realizar dobleces controlados en piezas metálicas.	Pérdida de presión o dobleces defectuosos.	Afectación de prácticas y riesgo por operación inestable.	Fuga hidráulica, desgaste de sellos o falta de lubricación.	No se evidencia control periódico formal.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control del sistema hidráulico, fugas, presión, sellos y estabilidad operativa.
11	Máquina de corte por plasma	Realizar cortes térmicos de metal.	Cortes defectuosos o pérdida de capacidad de corte.	Interrupción de prácticas, riesgo térmico y afectación de calidad del trabajo.	Desgaste de boquilla, falla eléctrica o mala regulación.	Revisión correctiva.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de boquillas, conexiones eléctricas, regulación, limpieza y seguridad térmica.

12	Prensa plegadora hidráulica	Realizar plegado de láminas metálicas.	Plegado defectuoso o pérdida de presión.	Afectación de prácticas y riesgo por fuerza hidráulica.	Fugas hidráulicas, desgaste de componentes o desajuste.	Atención correctiva.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control hidráulico, presión, sellos, alineación y condición estructural.
13	Rectificador de soldadura al arco	Convertir corriente para procesos de soldadura.	No convierte corriente adecuadamente.	Fallas en prácticas de soldadura y riesgo eléctrico.	Sobrecalentamiento, falla de componentes eléctricos o conexiones deficientes.	Revisión no sistematizada.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de conexiones, temperatura, ventilación y condición eléctrica.
14	Torno semiindustrial	Permitir el mecanizado de piezas.	Pérdida de precisión o mecanizado defectuoso.	Prácticas defectuosas, daño de piezas y riesgo por operación inestable.	Desgaste de guías, falta de lubricación o desajuste.	No se evidencia control periódico formal.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de guías, lubricación, precisión, ajuste y seguridad durante la operación.
15	Extintor de 20 lb PQS	Responder ante emergencia contra incendios.	No descarga agente extintor.	Riesgo grave ante incendio o emergencia.	Pérdida de presión, carga vencida o falta de inspección.	Revisión visual parcial.	5	2	4	40	Medio	Se identifica necesidad de control de presión, fecha de recarga, ubicación, señalización y estado físico.

16	Tronzadora de disco para metales	Cortar perfiles o piezas metálicas.	Corte irregular, rotura o disco deteriorado.	Riesgo de accidente e interrupción de prácticas.	Desgaste del disco, mala sujeción o ausencia de inspección previa.	Revisión visual del operador.	5	3	4	60	Medio	Se identifica necesidad de control de disco, resguardos, sujeción, cableado y estabilidad durante el corte.
17	Máquina de coser industrial costura recta	Realizar costura recta en prácticas de confección.	Costura irregular o pérdida de puntada.	Afectación de prácticas y acabado del producto.	Desgaste mecánico, falta de lubricación o desajuste.	Atención correctiva.	4	3	3	36	Medio	Se identifica necesidad de control de lubricación, tensión, aguja, pedal, motor y limpieza.
18	Máquina de coser pespunte recto, zigzag y bordado	Realizar costura, zigzag y bordado automático.	Fallo en puntada, zigzag o bordado.	Interrupción de prácticas y pérdida de calidad en acabados.	Acumulación de polvo, desajuste o falla del sistema automatizado.	Atención cuando presenta falla.	4	3	4	48	Medio	Se identifica necesidad de control de limpieza, calibración, tensión, sistema automático y componentes eléctricos.

19	Máquina de coser overlock de alta velocidad	Realizar remate y unión de piezas textiles.	Ruptura de hilo o remate defectuoso.	Afectación de prácticas y acabado de prendas.	Alta velocidad, falta de lubricación, aguja o tensión incorrecta.	Revisión correctiva.	4	3	3	36	Medio	Se identifica necesidad de control de lubricación, agujas, tensión, limpieza y condición de partes móviles.
20	Extintor de 10 lb PQS – confección	Responder ante emergencia contra incendios.	No descarga agente extintor.	Riesgo ante incendio en el taller.	Vencimiento de carga, pérdida de presión o falta de inspección.	Revisión visual parcial.	5	2	4	40	Medio	Se identifica necesidad de control de presión, fecha de recarga, ubicación, señalización y estado físico.
21	Extintor de 10 lb PQS – cómputo	Responder ante emergencia contra incendios.	No descarga agente extintor.	Riesgo ante incendio eléctrico o emergencia.	Pérdida de presión, vencimiento de carga o falta de inspección.	Revisión visual parcial.	5	2	4	40	Medio	Se identifica necesidad de control de presión, fecha de recarga, ubicación, señalización y estado físico.

Nota: Elaboración propia a partir de los activos clasificados con criticidad alta. Los valores de severidad, ocurrencia y detección fueron asignados con base en la observación técnica, los modos de fallo probables, el impacto operativo y las condiciones de seguridad identificadas en el diagnóstico.

El taller de mecanizado concentra los mayores niveles de NPR, asociados a equipos que implican riesgos de corte, presión, soldadura y operación mecánica. En confección destacan las máquinas industriales y equipos con partes móviles, mientras que en el aula de cómputo se prioriza el extintor por su función ante emergencias. El AMFE permitió reconocer necesidades de control técnico asociadas a riesgos operativos, condiciones de los activos y seguridad. Estas necesidades permiten definir acciones preventivas, registros técnicos y mecanismos de seguimiento para los activos prioritarios.

5.1.6 Priorización diagnóstica de activos para el diseño del sistema

Con base en los resultados obtenidos en la matriz de criticidad cuantitativa y en el análisis AMFE, se estableció una priorización diagnóstica de los activos. Esta priorización no constituye todavía el plan de mantenimiento, sino una base técnica para determinar qué activos deberán recibir mayor atención en el diseño posterior del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Los activos clasificados con criticidad alta constituyen el primer nivel de prioridad diagnóstica, debido a que presentan mayor impacto potencial sobre la seguridad, la continuidad académica y la operatividad de los talleres. Estos activos deberán ser considerados como punto de partida para la elaboración de fichas técnicas, registros de control, órdenes de trabajo e historial de mantenimiento en el objetivo específico siguiente. En la Tabla 42 se presenta la priorización diagnóstica de activos para el diseño del sistema.

Tabla 42.

Priorización diagnóstica de activos para el diseño del sistema

Prioridad diagnóstica	Activos incluidos	Criterio técnico	Necesidad identificada para el diseño del sistema
Prioridad 1	Activos de criticidad alta evaluados mediante AMFE.	Alto impacto en seguridad, continuidad académica u operación del área.	Requieren mayor trazabilidad, control preventivo y seguimiento documental dentro del sistema.
Prioridad 2	Activos de criticidad media.	Impacto moderado sobre actividades académicas o funcionamiento del área.	Requieren control periódico básico y registro de intervenciones.
Prioridad 3	Activos de criticidad baja.	Bajo impacto operativo o de seguridad.	Requieren control general dentro del inventario y atención correctiva controlada cuando corresponda.

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de criticidad y el análisis AMFE.

En la Tabla 43 se presentan los activos clasificados como prioridad diagnóstica 1, los cuales deberán ser considerados como base para el diseño inicial del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Tabla 43.

Activos de prioridad diagnóstica 1 para el diseño del sistema

Área	Activos prioritarios	Necesidad técnica identificada
Taller de mecanizado	Amoladoras, esmeril, soldadoras, taladros, compresores, cizalla, equipo de soldadura TIG, dobladora hidráulica, máquina de corte por plasma, prensa plegadora, rectificador, torno, extintor y tronadora.	Requieren trazabilidad técnica, seguimiento de fallos, control documental por activo.
Taller industrial de confección	Máquinas de coser industriales, máquina overlock y extintor.	Requieren control de partes móviles, limpieza, seguimiento de fallos y registro técnico.
Aula de cómputo	Extintor de 10 lb PQS.	Requiere control documental de presión, fecha de recarga, ubicación, señalización y estado físico.

Nota: Elaboración propia.

La priorización diagnóstica indica que el taller de mecanizado debe ser atendido con mayor énfasis en el diseño del sistema, debido a que reúne la mayor cantidad de activos de alta criticidad. Estos equipos cumplen funciones técnicas relevantes y, en caso de falla, podrían comprometer la seguridad operativa y el desarrollo de las actividades prácticas. En el área de confección, debe orientarse a los equipos de mayor uso operativo, considerando sus necesidades de lubricación, limpieza, ajuste, control de desgaste y documentación técnica. Aunque el aula de cómputo presenta menor criticidad general, el extintor debe mantenerse como elemento prioritario por su contribución a la seguridad institucional ante posibles emergencias.

5.2 Resultado del Objetivo Específico 2

Mediante el segundo objetivo específico se estableció la estructura general del Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. Dicha estructura se formuló a partir de los hallazgos del diagnóstico inicial, los niveles de criticidad, los resultados del AMFE y la priorización diagnóstica de activos definida previamente en el primer objetivo específico.

Con base en las brechas detectadas durante el diagnóstico, se diseñó una estructura organizada por bloques de control. Esta organización permitió integrar componentes como el inventario técnico, la codificación de activos, las fichas técnicas, el plan de mantenimiento preventivo, las órdenes de trabajo, el historial de mantenimiento y los indicadores de seguimiento. Por tanto, el sistema planteado permite estandarizar las actividades de mantenimiento y mejorar el registro de las acciones realizadas.

5.2.1 Estructura general del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado

El sistema propuesto se estructuró en siete bloques de control que permiten organizar las actividades de mantenimiento de forma secuencial y documentada. Cada bloque desarrolla una función concreta dentro del sistema, lo que permite asegurar la trazabilidad de los activos desde su identificación y codificación hasta la evaluación de las actividades ejecutadas. En la siguiente tabla se evidencia la estructura general del sistema.

Tabla 44.*Estructura general del Sistema de Gestión de Mantenimiento por bloques de control*

Bloque de control	Función dentro del sistema	Documento o registro generado
Bloque 1. Inventario técnico de activos	Organizar los activos físicos desde un enfoque técnico de mantenimiento.	Inventario técnico de mantenimiento.
Bloque 2. Codificación técnica	Identificar cada activo mediante un código único y normalizado.	Código técnico del activo.
Bloque 3. Fichas técnicas	Registrar la información técnica, funcional y operativa de cada activo.	Ficha técnica individual.
Bloque 4. Plan de mantenimiento preventivo	Definir actividades preventivas según criticidad y prioridad diagnóstica.	Plan preventivo por activo.
Bloque 5. Órdenes de trabajo	Registrar, asignar, ejecutar y cerrar actividades de mantenimiento.	Formato de orden de trabajo.
Bloque 6. Historial de mantenimiento	Consolidar las intervenciones ejecutadas por activo.	Historial técnico de mantenimiento.
Bloque 7. Indicadores de control	Medir el cumplimiento y desempeño del sistema.	Matriz de indicadores de mantenimiento.

Nota: Elaboración propia.

Con esta estructura se pretende superar las debilidades documentales identificadas, incorporando herramientas para clasificar técnicamente los activos, controlar las intervenciones y dar seguimiento al mantenimiento realizado. Además, los indicadores facilitan el seguimiento del sistema y proporcionan datos para la toma de decisiones.

5.2.2 Bloque 1: Inventario técnico de activos

Como primer bloque de control, se estableció el inventario técnico de activos. Este bloque permite organizar la información patrimonial desde un enfoque técnico-operativo, incorporando datos necesarios para la gestión del mantenimiento. Esta herramienta integra campos orientados al control operativo de los bienes, incluyendo sistema técnico, función del activo, estado observado, criticidad, prioridad diagnóstica, responsable de uso y observaciones técnicas. La estructura del inventario se evidencia en la tabla 45.

Tabla 45.*Estructura del inventario técnico de mantenimiento*

Campo	Descripción
Código técnico	Identificador normalizado asignado al activo dentro del sistema.
Código patrimonial	Código registrado en el inventario general de bienes, si aplica.
Área	Espacio donde se encuentra ubicado el activo.
Nombre del activo	Denominación técnica del equipo, infraestructura o elemento físico.
Sistema	Clasificación técnica del activo.
Función principal	Actividad o servicio que permite desarrollar el activo.
Estado observado	Condición física o funcional identificada durante el diagnóstico.
Nivel de criticidad	Resultado obtenido mediante la matriz de criticidad cuantitativa.
Prioridad diagnóstica	Nivel de atención asignado según criticidad y AMFE.
Responsable de uso	Persona o área vinculada al uso o control del activo.
Observaciones técnicas	Fallas visibles, riesgos, condiciones especiales o necesidades de control.

Nota: Elaboración propia.

5.2.3 Bloque 2: Codificación técnica de equipos e infraestructura

Como segundo bloque de control, se estableció la codificación técnica, orientada a normalizar la identificación de los activos dentro del sistema. La estructura propuesta integra cuatro elementos básicos: área, sistema técnico, tipo de activo y número correlativo, asegurando una identificación clara y ordenada de cada activo.

La estructura definida fue la siguiente:

Área – Sistema – Tipo de activo – Número correlativo

Ejemplo de codificación:

TM-EM-SOL-001

Donde:

TM = Taller de mecanizado.

EM = Sistema electromecánico.

SOL = Soldadora.

001 = Número correlativo del activo.

Tabla 46.

Estructura de codificación técnica propuesta

Componente del código	Descripción	Ejemplo
Área	Identifica el área donde se ubica el activo.	TM
Sistema	Identifica la naturaleza técnica del activo.	EM
Tipo de activo	Identifica el tipo de equipo o infraestructura.	SOL
Correlativo	Número consecutivo asignado al activo.	1

Nota: Elaboración propia.

Tabla 47.

Códigos base para áreas y sistemas técnicos

Categoría	Código	Significado
Área	TM	Taller de mecanizado
Área	TC	Taller de confección
Área	AC	Aula de cómputo
Sistema	EM	Electromecánico
Sistema	IE	Informático y electrónico
Sistema	ET	Electrotérmico
Sistema	HN	Hidráulico y neumático
Sistema	SCI	Seguridad contra incendios
Sistema	HM	Herramientas manuales
Sistema	MT	Mobiliario técnico

Nota: Elaboración propia.

A través de la codificación técnica, el sistema permite identificar cada activo de forma única, evitando confusiones entre bienes similares y duplicidad de registros. De esta forma, el sistema contribuye a fortalecer la trazabilidad documental de los activos. El listado completo de códigos técnicos asignados a los activos seleccionados se encuentra en el Anexo 2.

5.2.4 Bloque 3: Fichas técnicas de activos

El tercer bloque diseñado fue el de fichas técnicas, orientado a documentar la información básica y relevante de cada activo físico. Esta herramienta permite organizar información técnica, funcional, operativa y de mantenimiento, facilitando la gestión documentada de los activos. El formato resumido se evidencia en la tabla 48.

Tabla 48.

Formato resumido de ficha técnica de activo

Campo	Información registrada
Código técnico	Código normalizado del activo.
Código patrimonial	Código existente en el inventario general, si aplica.
Nombre del activo	Denominación del equipo o infraestructura.
Área	Ubicación del activo.
Sistema	Clasificación técnica del activo.
Marca/modelo	Datos técnicos visibles, si existen.
Serie	Número de serie, si aplica.
Función principal	Actividad que permite desarrollar el activo.
Estado observado	Condición física o funcional.
Criticidad	Alta, media o baja.
Prioridad diagnóstica	Prioridad 1, 2 o 3.
Riesgos asociados	Riesgos operativos o de seguridad.
Controles requeridos	Necesidades de control identificadas en criticidad o AMFE.
Responsable	Persona o área vinculada al activo.
Observaciones	Información adicional relevante.

Nota: Elaboración propia.

Las fichas técnicas fueron definidas como documentos base para el control individual de los activos. La elaboración inicial de estas fichas se orientó a los activos de

criticidad alta, debido a que estos presentan mayor impacto potencial sobre la seguridad, continuidad académica y operación de las áreas técnicas. El formato completo de ficha técnica y fichas modelo aplicadas a activos de prioridad diagnóstica 1 están incorporados en el Anexo 3, como base para su aplicación al resto de los activos priorizados.

5.2.5 Bloque 4: Plan de mantenimiento preventivo

El cuarto bloque corresponde al plan de mantenimiento preventivo, estructurado con base en la priorización diagnóstica obtenida en el objetivo específico 1. Este bloque busca organizar las intervenciones preventivas necesarias para conservar los activos en buen estado operativo y reducir la probabilidad de fallas que afecten su funcionamiento.

La planificación preventiva se estructuró según la clasificación de prioridad de los activos. Los activos de prioridad 1 fueron considerados como los de mayor atención, por lo que requieren controles documentales y preventivos más rigurosos. Los de prioridad 2 necesitan revisiones periódicas básicas; y los de prioridad 3 se conservan dentro del inventario técnico para su control general y atención cuando corresponda. Los criterios de planificación preventiva se evidencian en la tabla 49.

Tabla 49.

Criterios de planificación preventiva según prioridad diagnóstica

Prioridad diagnóstica	Activos incluidos	Criterio de planificación preventiva
Prioridad 1	Activos de criticidad alta evaluados mediante AMFE.	Actividades preventivas programadas, control documental completo y seguimiento técnico.
Prioridad 2	Activos de criticidad media.	Revisiones periódicas básicas y registro de intervenciones.
Prioridad 3	Activos de criticidad baja.	Control general de inventario y atención correctiva controlada cuando corresponda.

Nota: Elaboración propia.

El plan preventivo estructurado contempla actividades básicas de inspección, limpieza, lubricación, revisión técnica y verificación de condiciones de seguridad y funcionamiento de los activos. La asignación de estas acciones se realizó según las

características del activo, su criticidad y los controles requeridos en el AMFE. El plan de mantenimiento preventivo completo por activo, con actividades, frecuencia, responsable y evidencia requerida, se encuentran en el Anexo 4.

5.2.6 Bloque 5: Órdenes de trabajo

El quinto bloque corresponde a las órdenes de trabajo, para el cual se diseñó un formato orientado a formalizar la atención de actividades preventivas y correctivas. Este registro permite documentar tanto actividades preventivas como correctivas, incluyendo la solicitud, asignación, ejecución, cierre y resultado de cada trabajo.

Tabla 50.

Formato resumido de orden de trabajo

Campo	Descripción
Número de OT	Identificador consecutivo de la orden de trabajo.
Fecha de emisión	Fecha en que se genera la OT.
Tipo de mantenimiento	Preventivo, correctivo o inspección.
Área	Lugar donde se ubica el activo.
Código técnico del activo	Identificador del equipo o infraestructura.
Nombre del activo	Denominación del activo intervenido.
Descripción de la actividad o falla	Detalle de la actividad programada o condición reportada.
Responsable asignado	Persona encargada de ejecutar o coordinar la intervención.
Recursos utilizados	Materiales, repuestos o herramientas empleadas.
Fecha de cierre	Fecha en que se finaliza la actividad.
Estado de la OT	Abierta, en proceso, cerrada o pendiente.
Resultado de la intervención	Condición final del activo o actividad ejecutada.
Evidencia	Fotografía, firma o registro de cierre.

Nota. *Elaborado por los autores.*

Mediante la orden de trabajo, el sistema reemplaza la atención informal de fallas por un registro documentado y verificable. Al finalizar cada intervención, la orden cerrada se integra al historial de mantenimiento del activo, permitiendo construir evidencia técnica del trabajo ejecutado. El formato completo de solicitud de mantenimiento y orden de trabajo está en el Anexo 5.

5.2.7 *Bloque 6: Historial de mantenimiento*

Como sexto bloque de control, se definió el historial de mantenimiento por activo, con el fin de consolidar la información de las intervenciones realizadas. Esta herramienta permite registrar la atención brindada, fallas recurrentes, responsables, resultados y comportamiento del activo en el tiempo.

La fuente principal de información para el historial de mantenimiento será las ordenes de trabajo. Esto permite que las intervenciones realizadas queden documentadas y disponibles para evaluar fallas repetitivas, orientar la planificación preventiva y generar datos útiles para los indicadores de seguimiento. El formato completo de historial de mantenimiento por activo está incorporado en el Anexo 6.

5.2.8 *Bloque 7: Indicadores de control del mantenimiento*

El séptimo bloque diseñado fue el de indicadores de control, mediante los cuales se busca monitorear el funcionamiento del Sistema de Gestión de Mantenimiento. En la siguiente tabla se evidencia los indicadores propuestos.

Tabla 51.

Indicadores propuestos para el Sistema de Gestión de Mantenimiento

Indicador	Fórmula	Finalidad
Cumplimiento del mantenimiento preventivo	$\frac{\text{Actividades preventivas ejecutadas}}{\text{actividades preventivas programadas}} \times 100$	Medir el cumplimiento del plan preventivo.
Cierre de órdenes de trabajo	$\frac{\text{Órdenes de trabajo cerradas}}{\text{órdenes de trabajo generadas}} \times 100$	Evaluar la capacidad de cierre de actividades.
Activos con ficha técnica	$\frac{\text{Activos con ficha técnica}}{\text{activos registrados}} \times 100$	Medir el avance de documentación técnica.
Activos codificados	$\frac{\text{Activos codificados}}{\text{activos registrados}} \times 100$	Controlar la normalización del inventario técnico.
Fallas recurrentes por activo	Número de fallas repetidas por activo en un periodo definido	Identificar activos con comportamiento problemático.

Nota: Elaboración propia.

Los indicadores propuestos permiten evaluar si el Sistema de Gestión de Mantenimiento fortalece el registro y control documental de las actividades realizadas. Estos permiten valorar el cumplimiento de las actividades preventivas, el cierre de

órdenes de trabajo y el avance en la trazabilidad técnica de cada activo dentro del sistema. La matriz completa de indicadores, con responsable, frecuencia de medición, fuente de datos y meta proyectada, debe incorporarse en el Anexo 7.

5.2.9 Módulo inteligente de priorización mediante Machine Learning

Como complemento al Sistema de Gestión de Mantenimiento, se evaluaron tres algoritmos de clasificación supervisada para establecer de manera preliminar la prioridad de intervención de los activos. Los modelos fueron evaluados mediante validación cruzada estratificada de cinco pliegues, utilizando como clase de interés la prioridad media o alta (Objetivo_Prioridad_1 = 1).

5.2.9.1. Comparación del desempeño de los modelos

Los resultados obtenidos para Regresión Logística, Árbol de decisión y Random Forest se presentan en la tabla 52.

Tabla 52.
Desempeño de los modelos de clasificación.

Modelo	Accuracy	Precision clase 1	Recall clase 1	F1-score clase 1
Regresión Logística	0.8000	0.8190	0.8200	0.7905
Árbol de decisión	0.7578	0.7433	0.7200	0.7121
Random Forest	0.8600	0.9100	0.7700	0.8111

Nota: Valores promedio obtenidos mediante validación cruzada estratificada de cinco pliegues. Elaboración propia.

Random Forest presentó el mayor Accuracy (0,8600), Precision (0,9100) y F1-score (0,8111). Por su parte, la Regresión Logística obtuvo el mayor Recall de la clase 1 (0,8200), lo que evidencia una mayor capacidad específica para identificar activos pertenecientes a la categoría de prioridad media o alta. El Árbol de Decisión presentó los menores valores generales entre los tres algoritmos evaluados.

Para complementar esta evaluación se analizaron las predicciones fuera de muestra mediante las matrices de confusión.

Tabla 53.*Matrices de confusión de los modelos evaluados*

Modelo	Verdaderos negativos	Falsos positivos	Falsos negativos	Verdaderos positivos
Regresión Logística	22	6	4	17
Árbol de decisión	22	6	6	15
Random Forest	26	2	5	16

Nota: Resultados obtenidos mediante predicciones fuera de muestra con cross_val_predict.

Elaboración propia.

La Regresión Logística presentó cuatro falsos negativos, mientras que Random Forest generó cinco, por lo que la primera consiguió identificar correctamente un activo adicional de prioridad media o alta. Sin embargo, Random Forest redujo los falsos positivos de seis a dos, mostrando una mayor precisión en las clasificaciones asignadas a la clase 1.

En conjunto, los resultados muestran un intercambio entre sensibilidad y precisión. La Regresión Logística presentó mayor Recall, mientras que Random Forest alcanzó un mejor desempeño global y un mayor equilibrio entre Precision y Recall, reflejado en su F1-score.

5.2.9.2. Selección del modelo final

A partir de los resultados obtenidos se seleccionó Random Forest como modelo final del módulo piloto. La decisión no se fundamentó únicamente en el Accuracy, sino en el comportamiento conjunto de las métricas, los errores de clasificación y la estabilidad observada durante la validación.

Random Forest alcanzó un Accuracy de 0,8600, Precision de 0,9100, Recall de 0,7700 y F1-score de 0,8111. Además, presentó una desviación estándar de 0,0894 en Accuracy, inferior a la obtenida por Regresión Logística (0,1871) y Árbol de Decisión (0,1107), evidenciando menor variabilidad del desempeño global entre los pliegues evaluados.

Aunque la Regresión Logística obtuvo un Recall superior y un falso negativo menos, Random Forest presentó únicamente dos falsos positivos frente a los seis registrados por dicho algoritmo, además de obtener los mejores valores de Accuracy, Precision y F1-score. Por esta razón, se consideró que ofrecía el mejor equilibrio general para la implementación piloto.

Esta selección corresponde exclusivamente al escenario principal desarrollado sin Criticidad y debe interpretarse dentro del alcance exploratorio del estudio.

5.2.9.3. Importancia de las variables

Una vez seleccionado Random Forest, se analizaron las características con mayor importancia predictiva dentro del modelo. Después del preprocesamiento, las 17 variables originales se representaron mediante 25 características, debido principalmente a la transformación de las variables categóricas mediante One-Hot Encoding.

Tabla 54.

importancia de las principales características en el modelo de random forest

Posición	Característica	Importancia
1	Exposición a humedad	0.17070
2	Antigüedad del activo	0.11079
3	Frecuencia de uso: Diario	0.08717
4	Tiempo de reparación	0.08160
5	Área: Mecanizado	0.06973
6	Tipo de mantenimiento: Preventivo	0.06763
7	Número de usuarios	0.06348
8	Estado actual: Regular	0.05851
9	Frecuencia de uso: Semanal	0.04718
10	Área: Confección	0.04551

Nota: Los valores representan importancia predictiva dentro del modelo y no relaciones causales. Elaboración propia.

La exposición a humedad presentó la mayor importancia, seguida por la antigüedad del activo, la frecuencia de uso diario y el tiempo de reparación. Los resultados muestran que el algoritmo utilizó información relacionada con las condiciones ambientales, utilización, mantenimiento y estado de los activos para establecer sus clasificaciones.

Estos valores no implican que las características identificadas sean causas directas de una prioridad determinada. Su interpretación se limita a la participación que tuvieron en las decisiones del modelo dentro del conjunto de datos analizado.

5.2.9.4. Análisis comparativo con la variable Criticidad

Como análisis complementario se evaluó un segundo escenario incorporando la variable Criticidad al conjunto de predictores. Este procedimiento tuvo como finalidad analizar el efecto de una variable estrechamente relacionada con la prioridad de intervención y comprobar el posible riesgo de fuga de información (data leakage). Por esta razón, este escenario no fue utilizado para seleccionar el modelo final.

La relación entre ambas variables mostró una asociación elevada: de los 21 activos con criticidad alta, 20 pertenecían a la clase 1; los 20 activos con criticidad media correspondían a la clase 0; y siete de los ocho activos con criticidad baja también pertenecían a la clase 0. Esta distribución evidenció que Criticidad contenía información estrechamente vinculada con la variable que el modelo buscaba clasificar.

Al incorporar esta variable se observó un incremento considerable del F1-score en los tres algoritmos, como se presenta en la Tabla 55.

Tabla 55.

Comparación del F1-score con y sin criticidad

Modelo	Sin Criticidad	Con Criticidad
Regresión logística	0.7905	0.9056
Árbol de Decisión	0.7121	0.9556
Random Forest	0.8111	0.9556

Nota: El escenario con Criticidad se utilizó únicamente como análisis comparativo y no para seleccionar el modelo final. Elaboración propia.

Aunque los valores obtenidos fueron superiores, esta mejora no se interpretó como evidencia de una mayor capacidad de generalización. Debido a la estrecha relación entre Criticidad y la prioridad previamente establecida, su incorporación proporciona al algoritmo información demasiado próxima a la respuesta esperada. En consecuencia, se confirmó la decisión de mantener Criticidad fuera del modelo principal y conservar Random Forest con las 17 variables predictoras originales.

5.2.9.5. Limitaciones e implementación piloto

Los resultados obtenidos deben interpretarse considerando que la base de datos estuvo conformada por únicamente 49 activos. Este tamaño de muestra limita la capacidad de generalización y puede generar variaciones en las métricas ante la incorporación de nuevas observaciones. Por esta razón, el modelo desarrollado corresponde a un piloto exploratorio de apoyo a la priorización y no a un sistema predictivo definitivo.

Asimismo, la información disponible corresponde a características técnicas, operativas y de exposición de los activos, pero no constituye una serie histórica de fallas a través del tiempo. En consecuencia, el modelo no predice cuándo fallará un equipo, no estima su vida útil y no sustituye el análisis técnico, la criticidad ni el AMFE utilizados dentro del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Para comprobar la posibilidad de reutilizar el modelo seleccionado, el pipeline final de Random Forest fue ajustado con los 49 registros una vez concluida su evaluación mediante validación cruzada. El pipeline integra el preprocesamiento de las 17 variables originales y el algoritmo de clasificación, y fue almacenado mediante joblib en el archivo `modelo_priorizacion_mantenimiento_rf.joblib`.

La prueba funcional permitió ingresar las características originales de un activo y obtener automáticamente su clasificación como prioridad baja (0) o prioridad media/alta (1), sin realizar manualmente el proceso de codificación de las variables categóricas. Posteriormente, el archivo almacenado fue cargado nuevamente y produjo el mismo resultado, comprobándose la persistencia y reutilización del pipeline.

En futuras aplicaciones se recomienda ampliar progresivamente la base de datos con nuevos registros y resultados históricos de mantenimiento, así como realizar nuevas validaciones antes de considerar su utilización en poblaciones diferentes a la estudiada.

5.2.10 Mapa general y funcionamiento operativo del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado

Los bloques de control definidos permitieron establecer la estructura general y el funcionamiento operativo del Sistema de Gestión de Mantenimiento. En primer lugar, el mapa general muestra la secuencia documental del sistema, desde el inventario técnico

de activos hasta la mejora continua. Esta organización permite visualizar la relación entre inventario, codificación, ficha técnica, plan preventivo, orden de trabajo, historial, indicadores y mejora del sistema.

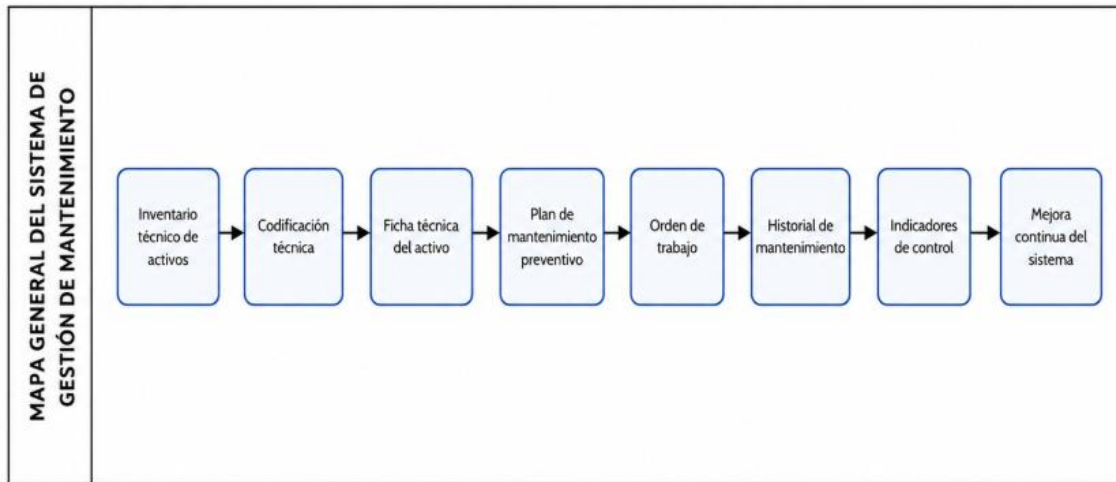


Figura 8.

Mapa general del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado

Nota: Elaboración propia.

Además del mapa general, se diseñó un diagrama de funcionamiento operativo del sistema, con el propósito de representar la forma en que se gestionará una solicitud de mantenimiento. Este flujo incorpora una decisión técnica inicial relacionada con la codificación del activo, de manera que, si el activo no se encuentra codificado, debe actualizarse su registro antes de generar la orden de trabajo.

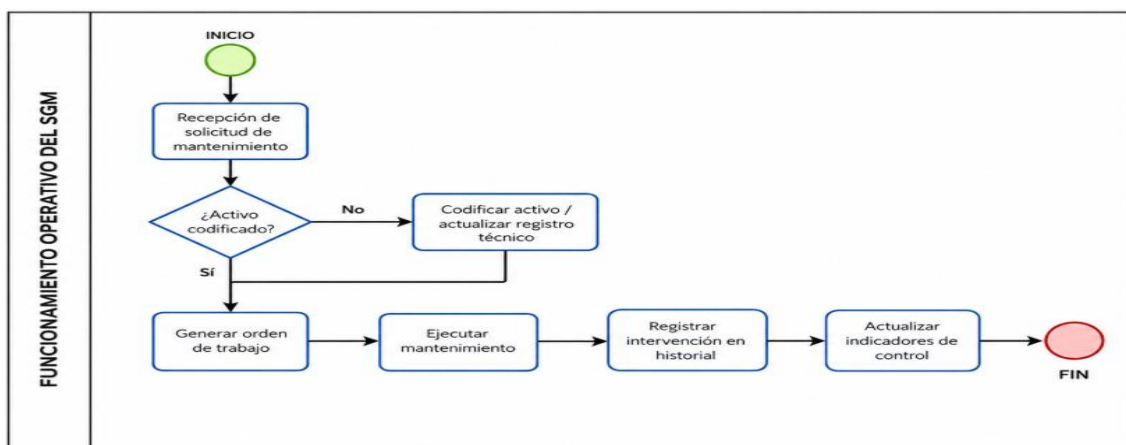


Figura 9.

Diagrama de funcionamiento operativo del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Nota. Elaborado por los autores.

Mediante ambos diagramas, el sistema queda representado tanto en su estructura documental como en su funcionamiento operativo. Cada activo se vincula con una codificación técnica, una ficha individual, una planificación preventiva, órdenes de trabajo, registros históricos e indicadores, lo que permite pasar de intervenciones aisladas a un proceso organizado, trazable y verificable.

5.2.11 Relación entre brechas diagnosticadas y bloques del sistema diseñado

El diseño del sistema se fundamenta en las brechas identificadas previamente en el objetivo específico 1. Por ello, en la Tabla 56 se expone la correspondencia entre las debilidades diagnosticadas y los bloques de control planteados para el Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Tabla 56.

Relación entre brechas diagnosticadas y bloques de control propuestos

Brecha identificada en el diagnóstico	Bloque de control diseñado	Resultado esperado dentro del sistema
Inventario con enfoque patrimonial.	Inventario técnico de activos.	Registro técnico orientado al mantenimiento.
Codificación no normalizada en todos los registros.	Codificación técnica.	Identificación única y trazable por activo.
Ausencia de fichas técnicas.	Fichas técnicas de activos.	Información técnica individual por equipo o infraestructura.
Ausencia de planificación preventiva.	Plan de mantenimiento preventivo.	Actividades programadas según prioridad diagnóstica.
Falta de órdenes de trabajo.	Solicitudes y órdenes de trabajo.	Registro formal de actividades preventivas y correctivas.
Ausencia de historial de fallas e intervenciones.	Historial de mantenimiento.	Seguimiento técnico por activo.
Falta de indicadores de control.	Indicadores de mantenimiento.	Evaluación del cumplimiento y desempeño del sistema.

Nota: Elaboración propia.

La correspondencia entre las brechas y los bloques de control muestra que el sistema fue diseñado a partir de las limitaciones identificadas en el diagnóstico. De esta manera, cada bloque de control aporta al ordenamiento, documentación y estandarización del mantenimiento institucional.

5.3 Resultado del Objetivo Específico 3

Mediante el tercer objetivo específico se evaluó la viabilidad técnica del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado para la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. Este análisis se sustentó en una auditoría del estado actual, una revisión del cumplimiento documental del diseño y una comparación entre las necesidades diagnosticadas y la cobertura documental obtenida.

El análisis efectuado no comprendió la evaluación del funcionamiento operativo del sistema, puesto que este no llegó a implementarse en la institución. Por tanto, el estudio se enfocó en analizar la capacidad del diseño para integrar los componentes técnicos y documentales necesarios frente a las deficiencias diagnosticadas.

El análisis de la viabilidad técnica se sustentó en los resultados obtenidos en los objetivos específicos 1 y 2. Del objetivo 1 se utilizaron los hallazgos correspondientes al inventario general, el sistema de codificación, el estado de conservación de los bienes, la existencia de documentos y el cumplimiento global de la gestión de mantenimiento. Respecto del segundo, se examinaron los siete bloques de control desarrollados dentro del sistema propuesto: inventario técnico, codificación, fichas técnicas, planificación preventiva, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento e indicadores de control.

5.3.1 Auditoría diagnóstica del estado actual

La auditoría diagnóstica de la situación actual se desarrolló con base en los resultados obtenidos en el objetivo específico 1. Esta etapa permitió ordenar e integrar los hallazgos documentales y técnicos vinculados con la gestión de mantenimiento, sin producir datos adicionales. Se revisaron los registros del inventario general, la situación de la codificación, el estado de conservación de los bienes, la evaluación documental mediante escala tipo Likert y el cumplimiento documental global. La Tabla 57 resume cada componente evaluado, el dato correspondiente y la referencia interna que permite verificar su sustento dentro del documento.

Tabla 57.*Auditoría diagnóstica del estado actual del mantenimiento*

Componente evaluado	Dato diagnóstico identificado	Referencia interna actualizada
Inventario	Se identificaron 255 registros documentales y 392 unidades registradas en el inventario general de bienes de marzo de 2025. La información tiene enfoque patrimonial, sin unificación técnica orientada al mantenimiento.	Tablas 29 y 30, apartado 5.1.3.3
Codificación	El 5.88 % de los registros no presentó código visible o fue registrado como S/N, lo que evidencia necesidad de normalización documental.	Tabla 32, apartado 5.1.3.5
Estado de conservación	El 57.25 % de los bienes se encuentra en estado regular y el 17.65 % en condición obsoleta.	Tabla 33, apartado 5.1.3.6
Fichas técnicas	No se evidenciaron fichas técnicas completas por activo.	Tabla 35, apartado 5.1.3.8
Plan de mantenimiento preventivo	No se evidenció planificación preventiva formal por activo.	Tabla 35, apartado 5.1.3.8
Órdenes de trabajo	No se evidenciaron formatos ni registros formales de órdenes de trabajo.	Tabla 35, apartado 5.1.3.8
Historial de mantenimiento	No se evidenció historial técnico consolidado con fechas e intervenciones.	Tabla 35, apartado 5.1.3.8
Indicadores de mantenimiento	No se evidenció uso de indicadores de seguimiento del mantenimiento.	Tabla 35, apartado 5.1.3.8
Cumplimiento documental global	El cumplimiento documental global fue de 25.00 %, con una brecha documental identificada de 75.00 %.	Tabla 36, apartado 5.1.3.8

Nota: Elaboración propia a partir de los resultados del diagnóstico inicial del mantenimiento.

Los hallazgos obtenidos mediante la auditoría diagnóstica muestran que el proceso de mantenimiento dispone de una documentación insuficiente. El inventario disponible está orientado principalmente al control patrimonial de los bienes, sin estar articulado con un sistema técnico que facilite la planificación y el seguimiento del mantenimiento. La ausencia de fichas técnicas, órdenes de trabajo, historial de reparaciones, planes preventivos e indicadores también restringe la capacidad de rastrear y verificar las intervenciones realizadas. La evaluación documental alcanzó un cumplimiento global de 25.00 %, lo que demuestra que el proceso de mantenimiento dispone de algunos registros, pero no de una organización documental integral. En consecuencia, la brecha documental del 75.00 % se establece como referencia para

valorar el grado de cobertura alcanzado por el Sistema de Gestión de Mantenimiento propuesto.

5.3.2 Auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado

La auditoría de cumplimiento documental se realizó considerando los siete bloques que integran el Sistema de Gestión de Mantenimiento desarrollado en el objetivo específico 2. La valoración se llevó a cabo con la escala descrita en la metodología: 0 para los componentes ausentes, 1 para aquellos incorporados de manera parcial y 2 para los componentes integrados en su totalidad. El nivel de incorporación establecido evalúa exclusivamente la cobertura documental de la propuesta y no su funcionamiento operativo en condiciones reales. De este modo, un bloque calificado con nivel 2 se considera completamente formulado dentro de la propuesta, aunque todavía no haya sido puesto en práctica. En la Tabla 58 se presenta la auditoría de cumplimiento documental del sistema diseñado.

Tabla 58.

Auditoría de cumplimiento documental del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado

Bloque evaluado	Nivel obtenido	Justificación técnica	Referencia interna
Inventario técnico	2	Se estableció una estructura de inventario técnico con campos de identificación, código técnico, código patrimonial, área, sistema, función principal, estado observado, criticidad, prioridad diagnóstica, responsable y observaciones técnicas.	Apartado 5.2.2
Codificación técnica	2	Se definió una estructura de codificación técnica compuesta por área, sistema técnico, tipo de activo y número correlativo.	Apartado 5.2.3
Fichas técnicas	1	Se definió el formato de ficha técnica y se orientó su elaboración inicial a los activos de prioridad diagnóstica 1; por tanto, existe incorporación parcial respecto a la totalidad de activos seleccionados.	Apartado 5.2.4
Plan de mantenimiento preventivo	1	Se establecieron criterios de planificación preventiva según prioridad diagnóstica y se definieron actividades generales; sin embargo, su desarrollo completo por activo se presenta como instrumento anexo.	Apartado 5.2.5

Órdenes de trabajo	2	Se diseñó un formato de orden de trabajo que permite registrar emisión, tipo de mantenimiento, activo, actividad o falla, responsable, recursos, cierre, estado, resultado y evidencia.	Apartado 5.2.6
Historial de mantenimiento	1	Se estableció el historial de mantenimiento como bloque de control alimentado por órdenes de trabajo cerradas; su aplicación queda pendiente de la ejecución real del sistema.	Apartado 5.2.7
Indicadores de control	2	Se definieron indicadores para medir cumplimiento preventivo, cierre de órdenes de trabajo, fichas técnicas, activos codificados y fallas recurrentes.	Apartado 5.2.8

Nota: El nivel asignado corresponde al grado de incorporación documental del componente dentro de la propuesta, no a su desempeño operativo real.

La auditoría de cumplimiento documental muestra que el sistema diseñado incorpora todos los bloques necesarios para responder a las principales brechas identificadas. Los componentes con nivel 2 corresponden a aquellos que fueron desarrollados de manera completa dentro de la estructura documental de la propuesta, como el inventario técnico, la codificación, las órdenes de trabajo y los indicadores de control. Por otra parte, los componentes con nivel 1 corresponden a aquellos que fueron definidos y estructurados, pero cuya aplicación completa depende de la implementación progresiva del sistema, como las fichas técnicas, el plan preventivo y el historial de mantenimiento. Esta condición no invalida el diseño, sino que delimita su alcance como propuesta técnica no implementada.

5.3.3 Cálculo de cobertura documental de la propuesta

A partir de los niveles obtenidos en la auditoría de cumplimiento, se determinó la cobertura documental de cada bloque que integra el Sistema de Gestión de Mantenimiento. Para este procedimiento se utilizó la fórmula definida previamente en la metodología y se consideró una puntuación máxima de 2 puntos para cada componente. Así, los bloques completamente incorporados obtuvieron una cobertura del 100.00 % y los incorporados parcialmente alcanzaron el 50.00 %. En la Tabla 59 se exponen los resultados por componente.

Tabla 59.*Cobertura documental del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado*

Bloque evaluado	Nivel obtenido	Nivel máximo posible	Cobertura documental
Inventario técnico	2	2	100.00 %
Codificación técnica	2	2	100.00 %
Fichas técnicas	1	2	50.00 %
Plan de mantenimiento preventivo	1	2	50.00 %
Órdenes de trabajo	2	2	100.00 %
Historial de mantenimiento	1	2	50.00 %
Indicadores de control	2	2	100.00 %
Total / promedio global	11	14	78.57 %

Nota: La cobertura documental global se calculó mediante la relación entre el puntaje total obtenido y el puntaje máximo posible de los siete bloques evaluados.

La cobertura documental global alcanzó el 78.57 %, lo que evidencia que la propuesta incorpora la mayoría de los componentes requeridos para atender las deficiencias detectadas en el diagnóstico inicial. No obstante, el resultado no permite afirmar que el sistema sea operativo o eficaz en la práctica, debido a que aún no ha sido aplicado dentro de la institución. La Tabla 60 presenta el contraste entre la condición inicial y la cobertura alcanzada.

Tabla 60.*Comparación entre estado actual diagnosticado y cobertura documental del diseño*

Componente	Estado actual diagnosticado	Cobertura documental del diseño	Interpretación
Inventario técnico	Existe inventario general con enfoque patrimonial, pero sin unificación técnica para mantenimiento.	100.00 %	La propuesta transforma el inventario patrimonial en una estructura técnica orientada al mantenimiento.
Codificación técnica	El 5.88 % de los registros no presenta código visible o aparece como S/N.	100.00 %	La propuesta establece una estructura normalizada para identificar los activos mediante código técnico.

Fichas técnicas	No se evidenciaron fichas técnicas completas por activo.	50.00 %	La propuesta define el formato de ficha técnica y prioriza su elaboración inicial para activos críticos.
Plan preventivo	No se evidenció planificación preventiva formal por activo.	50.00 %	La propuesta define criterios de planificación preventiva según prioridad diagnóstica.
Órdenes de trabajo	No se evidenciaron formatos ni registros formales de órdenes de trabajo.	100.00 %	La propuesta incorpora un formato de OT para formalizar solicitud, ejecución, cierre y evidencia.
Historial de mantenimiento	No se evidenció historial técnico consolidado de intervenciones.	50.00 %	La propuesta define el historial como registro alimentado por órdenes de trabajo cerradas.
Indicadores de control	No se evidenció uso de indicadores de seguimiento.	100.00 %	La propuesta incorpora indicadores para evaluar cumplimiento preventivo, cierre de OT, codificación, fichas y fallas recurrentes.
Cumplimiento documental global	El estado actual obtuvo 25.00 % de cumplimiento documental, con brecha de 75.00 %.	78.57 %	La propuesta cubre documentalmente la mayor parte de los componentes necesarios para atender la brecha diagnosticada.

Nota: La comparación expresa cobertura documental del diseño frente al diagnóstico inicial; no representa resultados de implementación operativa.

La comparación realizada demuestra que el sistema diseñado atiende directamente las principales deficiencias detectadas durante el diagnóstico. Mientras la gestión actual presentó un nivel documental de 25.00 %, la propuesta obtuvo una cobertura del 78.57 % sobre el total de bloques evaluados. La diferencia radica en que la propuesta integra componentes que no estaban formalmente establecidos, como la codificación uniforme, las fichas técnicas, las órdenes de trabajo, el registro histórico y los indicadores de seguimiento. La propuesta debe entenderse como una respuesta documental y técnica a las necesidades detectadas, y no como una mejora operativa comprobada. Lo alcanzado corresponde al desarrollo documental de una propuesta que responde a las brechas

identificadas y que puede servir como base técnica para su posterior puesta en funcionamiento.

5.3.4 Validación por juicio de expertos

La validación mediante juicio de expertos contó con la participación de tres actores institucionales relacionados con las áreas técnicas abordadas en el estudio. La consulta permitió valorar aspectos relacionados con la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica, organización de la documentación, mitigación de riesgos de seguridad y salud ocupacional, y facilidad prevista para su implementación. Los resultados obtenidos no representan una evaluación del funcionamiento real del sistema, ya que este no fue implementado en la institución. En consecuencia, la evaluación se centró en determinar si el diseño resultaba técnicamente coherente, comprensible y aplicable en el contexto de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. Esta delimitación fue incluida expresamente en el instrumento aplicado a los expertos, el mismo se puede observar en el anexo. El panel de expertos se presenta en la tabla 61.

Tabla 61.

Panel de expertos participantes en la validación

Experto	Nombre del experto	Cargo o función institucional	Institución	Años de experiencia
Experto 1	Ana Verónica Cerna Sandoval	Docente - Encargado - Taller de Cómputo	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE	26
Experto 2	Edison Wladimir Caillagua Robayo	Docente - Encargado - Taller de Mecanizado	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE	20
Experto 3	Paola Belén Ilaquiche Llano	Docente - Encargado - Taller de la Confección	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE	15

Nota: Elaboración propia a partir de los instrumentos de validación aplicados.

La evaluación comprendió siete criterios, calificados por los expertos a través de una escala de 1 a 5. El nivel 1 representó la menor aceptación y el nivel 5 la mayor aceptación posible. Los resultados desagregados por criterio se presentan en la Tabla 62.

Tabla 62.

Resultados de la rúbrica de validación por juicio de expertos

Criterio evaluado	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio	Interpretación
Pertinencia	5	5	5	5	Nivel muy alto
Claridad	5	5	5	5	Nivel muy alto
Aplicabilidad	5	5	5	5	Nivel muy alto
Factibilidad técnica	5	5	5	5	Nivel muy alto
Organización documental	5	5	5	5	Nivel muy alto
Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	5	5	5	5	Nivel muy alto
Facilidad de implementación	5	5	5	5	Nivel muy alto

Nota: Elaboración propia con base en la rúbrica de validación aplicada a expertos.

Los resultados reflejan una valoración altamente favorable de la propuesta en la totalidad de los criterios analizados. Esta valoración comprendió la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica, organización documental, contribución a la prevención de riesgos ocupacionales y facilidad de implementación. La propuesta fue considerada comprensible, técnicamente consistente y ajustada a las condiciones de la institución.

Respecto a la viabilidad global, los expertos determinaron de forma unánime que la propuesta presenta condiciones técnicas adecuadas para ser aplicada en la institución. De acuerdo con las observaciones registradas, el sistema diseñado presenta una estructura pertinente, comprensible y aplicable. Además, se señalaron que su puesta en marcha favorecería la planificación y el seguimiento del mantenimiento, contribuyendo a preservar los bienes institucionales.

5.3.5 Cálculo del coeficiente *V* de Aiken

Con la finalidad de complementar la validación realizada mediante juicio de expertos, se calculó el coeficiente *V* de Aiken para cada uno de los criterios analizados. Su cálculo permitió estimar el grado de acuerdo existente entre los especialistas en relación con la validez de los contenidos incluidos en el sistema diseñado.

En este caso, participaron tres expertos ($n = 3$) y la escala utilizada tuvo cinco categorías ($c = 5$). Por tanto, el denominador para cada criterio fue:

$$n \times (c - 1) = 3 \times (5 - 1) = 12$$

Como los tres expertos asignaron una calificación de 5 en cada criterio, el valor ajustado por experto fue:

$$5 - 1 = 4$$

Por tanto, para cada criterio se obtuvo:

$$V = (4 + 4 + 4) / 12 = 12 / 12 = 1.00$$

En la Tabla 63 se presenta el cálculo del coeficiente V de Aiken por criterio.

Tabla 63.

Coeficiente V de Aiken por criterio evaluado

Criterio evaluado	Experto 1	Experto 2	Experto 3	$\Sigma(\text{calificación} - 1)$	V de Aiken	Interpretación
Pertinencia	5	5	5	12	1	Validez muy alta
Claridad	5	5	5	12	1	Validez muy alta
Aplicabilidad	5	5	5	12	1	Validez muy alta
Factibilidad técnica	5	5	5	12	1	Validez muy alta
Organización documental	5	5	5	12	1	Validez muy alta
Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	5	5	5	12	1	Validez muy alta
Facilidad de implementación	5	5	5	12	1	Validez muy alta

Nota: Elaboración propia a partir de las valoraciones emitidas por los expertos.

El cálculo del coeficiente V de Aiken arrojó un resultado de 1.00 para cada uno de los criterios analizados. Este resultado se encuentra por encima del valor mínimo aceptable de 0.70 definido en el estudio. De esta manera, el sistema diseñado obtuvo una valoración técnica favorable en términos de pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad, organización documental, reducción de riesgos ocupacionales y facilidad de implementación.

5.3.6 Integración de resultados y viabilidad técnica

La integración de los resultados permitió valorar la viabilidad técnica del Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado, considerando tres evidencias principales: la auditoría diagnóstica del estado actual, la auditoría de cumplimiento documental de la propuesta y la validación por juicio de expertos.

En primer lugar, la auditoría diagnóstica evidenció que el proceso actual de mantenimiento presenta bajo nivel de formalización documental. El cumplimiento documental inicial fue de 25.00 %, mientras que la brecha documental identificada alcanzó el 75.00 %. Este resultado refleja la ausencia de componentes esenciales para una gestión estructurada del mantenimiento, tales como fichas técnicas, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento, planificación preventiva formal e indicadores de control. El diagnóstico documental previo registró un puntaje obtenido de 5 sobre 20 posibles, equivalente al 25.00 % de cumplimiento documental y a una brecha de 75.00 %.

En segundo lugar, la auditoría de cumplimiento documental permitió verificar que el sistema diseñado incorpora una estructura organizada por bloques de control. La propuesta alcanzó una cobertura documental global de 78.57 %, resultado obtenido a partir de los siete bloques evaluados: inventario técnico, codificación técnica, fichas técnicas, plan de mantenimiento preventivo, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento e indicadores de control. Este porcentaje evidencia que el diseño cubre la mayor parte de los componentes documentales necesarios para responder a las brechas diagnosticadas.

En tercer lugar, la validación por juicio de expertos permitió respaldar técnicamente la propuesta. Los tres expertos consultados asignaron calificaciones de nivel muy alto a los criterios evaluados, obteniéndose un coeficiente V de Aiken de 1.00 en pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica, organización documental, contribución a la mitigación de riesgos de seguridad y salud ocupacional, y facilidad de implementación. Estos valores superan el umbral mínimo de aceptación de 0.70, lo que evidencia un alto nivel de acuerdo entre los expertos respecto a la validez técnica del sistema diseñado.

Con base en estos resultados, se determina que el Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado es técnicamente viable como propuesta documental y operativa

para la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE. La viabilidad se sustenta en que la propuesta responde a una brecha real previamente diagnosticada, incorpora una estructura documental medible y fue validada favorablemente por expertos vinculados con las áreas de estudio.

La propuesta permite organizar el inventario técnico, normalizar la codificación de activos, estructurar fichas técnicas, orientar la planificación preventiva, formalizar órdenes de trabajo, consolidar historiales de mantenimiento e incorporar indicadores de control. De esta manera, el sistema diseñado constituye una alternativa técnicamente estructurada para fortalecer la gestión del mantenimiento institucional.

No obstante, esta viabilidad técnica no debe interpretarse como evidencia de desempeño operativo real, debido a que el sistema no fue implementado ni evaluado durante un periodo de funcionamiento institucional. Por tanto, los resultados obtenidos demuestran la coherencia, pertinencia y factibilidad técnica del diseño, mientras que indicadores como reducción de fallas, disponibilidad de activos, tiempos de atención o cumplimiento preventivo deberán ser evaluados en una fase posterior de implementación.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El diagnóstico inicial del proceso de mantenimiento evidenció un grado de cumplimiento de 25.00 %, reflejando una gestión limitada debido a la ausencia de herramientas fundamentales como fichas técnicas, registros de mantenimiento, órdenes de trabajo e información histórica de fallas. Asimismo, la evaluación de criticidad realizada sobre los 49 activos determinó que 21 equipos presentan un nivel crítico elevado (42.86 %), ubicándose principalmente en el área de Taller de Mecanizado. Además, la aplicación del AMFE permitió priorizar acciones de mejora enfocadas en la prevención de fallas y mitigación de riesgos asociados a la operación.

Se planteó un Sistema de Gestión de Mantenimiento integral que contempla la estandarización de los procesos asociados al control de activos, desde la organización del inventario técnico hasta la implementación de herramientas de seguimiento como fichas de equipos, órdenes de trabajo, historial de mantenimiento e indicadores operacionales. La propuesta permitió transformar la gestión existente hacia un enfoque planificado y basado en información técnica.

La evaluación de viabilidad técnica evidenció que el proceso actual presenta un cumplimiento documental del 25,00 %, mientras que el Sistema de Gestión de Mantenimiento diseñado alcanzó una cobertura documental del 78,57 %. Este resultado evidencia que la propuesta atiende la mayor parte de las brechas identificadas, aunque algunos componentes permanecen parcialmente desarrollados debido a que su consolidación depende de la implementación progresiva del sistema. La validación mediante juicio de expertos respaldó adicionalmente la pertinencia, aplicabilidad y factibilidad técnica de la propuesta.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda considerar los resultados de la evaluación de criticidad y del análisis AMFE como base para la toma de decisiones relacionadas con la gestión del mantenimiento, enfocando los recursos disponibles en los activos con mayor impacto operacional. La priorización permitirá mejorar la confiabilidad de los activos y reducir la ocurrencia de fallas que afecten la continuidad operativa.

Se recomienda implementar de manera progresiva las herramientas propuestas mediante la estandarización de los registros de mantenimiento, la codificación física de los activos y la migración de la información hacia plataformas digitales de seguimiento. Estas acciones permitirán fortalecer la trazabilidad de las intervenciones, mejorar el control documental y asegurar una adecuada gestión de las solicitudes y órdenes de trabajo.

Se recomienda establecer mecanismos de seguimiento y evaluación permanente del sistema planteado, incluyendo auditorías de control e indicadores de desempeño, de manera que la institución pueda determinar el grado de cumplimiento de la propuesta, realizar ajustes necesarios y garantizar una gestión basada en prevención, control y mejora continua.

7. REFERENCIAS

- [1] ISO, ISO 55000:2014 Asset management — Overview, principles and terminology., 2014.
- [2] J. Campbell, A. Jardine and P. Reyes, Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management., (3rd ed.) ed., CRC Press, 2016.
- [3] R. Mobley, An Introduction to Predictive Maintenance., (2nd ed.) ed., Butterworth-Heinemann., 2002.
- [4] T. Wireman, Developing Performance Indicators for Managing Maintenance., (2nd ed.) ed., Industrial Press., 2005.
- [5] A. Jardine y A. Tsang, Maintenance, Replacement, and Reliability., (2nd ed.) ed., CRC Press, 2013.
- [6] R. Da Silva y G. De Souza, «Modeling a maintenance management framework for asset management based on ISO 55000 series guidelines.,» *Journal of Quality in Maintenance Engineering.*, 2022.
- [7] J. Quispe, «Maintenance management of physical infrastructure in educational institutions: A systematic review.,» *International Journal of Evaluation and Research in Education*, vol. 14, nº 5, 2025.
- [8] T. Alhassan, S. Ameyaw, Z. Kpamma y J. Ako-Adjei, «Sustaining educational infrastructure: An assessment of facilities maintenance management practices in selected public higher education institutions in northern Ghana.,» *International Journal of Building Pathology and Adaptation.*, 2025.

- [9] L. Martínez, «Diseñar el programa de mantenimiento de la Institución Educativa Don Bosco Popayán como parte del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.,» 2021.
- [10] D. Car-Pušić, S. Marenjak y K. Tijanić Štrok, «Análisis del proceso actual de gestión del mantenimiento en edificios escolares: Área de estudio del condado de Primorje-Gorski Kotar, República de Croacia.,» *Entorno construido*, vol. 8, 29 mayo 2022.
- [11] D. Espinosa, «Technology Management: A Digital School Plant Facility Maintenance System.,» *Sci.Int.(Lahore)*, vol. 37, pp. 233-243, 2025.
- [12] S. Carlock, M. Hernández, Y. Villanueva y E. Castellanos, «Evaluación y Mejora de un Modelo de Gestión de Mantenimiento en una Institución de Educación Superior.,» *Ciencialatina*, vol. 8, n° 5, 2024.
- [13] L. Tello y M. Heredia, «Desarrollo de un modelo de gestión de mantenimientos para edificaciones existentes en una institución de educación superior.,» 2024.
- [14] ISO, «ISO 55000:2024 Gestión de activos: vocabulario, descripción general y principios.,» 2024.
- [15] MINEDU, «Parámetros Específicos de Mantenimiento de Componentes de la Infraestructura Educativa.,» 2021.
- [16] A. Kelly, *Maintenance Strategy: Business-Centred Maintenance.*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006.
- [17] J. Moubray, *Reliability-Centered Maintenance.*, 2nd ed ed., New York: Industrial Press, 1997.

- [18] S. Duffuaa, A. Raouf y J. Campbel, Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis., New York: John Wiley & Sons, 1999.
- [19] A. Smith y G. Hinchcliff, RCM: Gateway to World Class Maintenance., Butterworth-Heinemann, 2004.
- [20] M. Molęda , B. Mrozek, W. Ding , D. Sunderam y D. Mrozek , «Del mantenimiento correctivo al predictivo: una revisión de los enfoques de mantenimiento para la industria energética.,» *PMC PubMed Central*, vol. 23, n° 13, 2023.
- [21] ISO, ISO 13374:2003 Condition monitoring and diagnostics of machines — Data processing, communication and presentation., International Organization for Standardization, 2003.
- [22] B. Hansen, Effective Maintenance Management: Risk and Reliability Strategies for Optimizing Performance., New York: Industrial Press, 2008.
- [23] European Committee for Standardization, «EN 15341:2019 Mantenimiento - Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento,» 2019.
- [24] ISO, ISO 14224:2016 Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment,, International Organization for Standardization, 2016.
- [25] ISO, ISO 17359:2018 Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines,, International Organization for Standardization, 2018.

- [26] R. Ahmad y S. Kamaruddin, «An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application.,» *Computers & Industrial Engineering*,, vol. 63, p. 135–149, 2016.
- [27] M. Ben-Daya, S. Duffuaa, A. Raouf y J. Knezevic , *Handbook of Maintenance Management and Engineering*,, London: Springer, 2009.
- [28] F. Márquez, *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*,, London: Springer, 2007.
- [29] C. Parra, P. Duque, C. Morán y F. Pizzaro, «Implementación de la encuesta sobre gestión de activos, fiabilidad operativa y mantenimiento en líneas de fabricación de envases de bebidas reciclados.,» *mdpi*, vol. 15, nº 12, p. 784, 6 diciembre 2024.
- [30] A. Alsyouf, «The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability.,» *International Journal of Production Economics*,, vol. 105, p. 70–78, 2007.
- [31] J. Lee, H. Kao y S. Yang, «Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment.,» *Procedia CIRP*, vol. 16, pp. 3-8, 2014.
- [32] A. Crespo , *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*,, London: Springer, 2007.
- [33] A. Muchiri, L. Pintelon, L. Gelders y H. Marti, «Development of maintenance function performance measurement framework and indicators.,» *International Journal of Production Economics*, vol. 131, p. 295–302, 2011.

- [34] D. Galar, U. Kumar, H. Karim , A. Stens y A. Parida, «Maintenance performance measurement and management: A literature review.,» *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 19, nº 3, pp. 233-258, 2013.
- [35] A. Parida y U. Kumar, «Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges.,» *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 12, nº 3, pp. 239-251, 2006.
- [36] A. Garg y S. Deshmukh, «Maintenance management: literature review and directions.,» *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 12, p. 205–238, 2006.
- [37] R. Mobley, *Maintenance Fundamentals.*, 3rd ed., Oxford: Butterworth-Heinemann, 2011.
- [38] D. Galar, U. Kumar y A. Parida, «, “Maintenance performance measurement: a review.,» *International Journal of Production Research*,, vol. 50, nº 21, p. 6319–6339, 2012.
- [39] R. Mobley, L. Higgins y D. Wikof, *Maintenance Engineering Handbook.*, 7th ed ed., New York: McGraw-Hill, 2008.
- [40] M. Bevilacqua y M. Braglia, «The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection.,» *Reliability Engineering & System Safety*,, vol. 70, pp. 71-83, 2000.

ANEXOS

Anexo 1.

Inventario

70010006000 1-141-COM	ACTIVOS FIJOS: EQUIPOS SISTEMA Y PAQUETES INFORMÁ TICOS	20/11/2 009	DELL Novadevic es	JB052900195 2	1	Computadora, para el profesor, serie 117 69Q- 39HT, modelo 56k , marca monitor de 17"L-7D, ., con una impresora Hp, laser GP2015N/S: CNBJL04353, color negro	TALL ER IND. CONF.		1.500,00	OBSOLETA		
70010006000 1-149-IC	ACTIVOS FIJOS: EQUIPOS SISTEMA Y PAQUETES INFORMÁ TICOS	21/11/2 009	DELL Novadevic es	G8G5A0710 638	1	Computadora, para el estudiante, tipo Thin Client, serie, monitor de la misma marca 17"L-7D, color negro	TALL ER IND. CONF.		900,00	OBSOLETA		
70010006000 1-150-IC	ACTIVOS FIJOS: EQUIPOS SISTEMA Y PAQUETES INFORMÁ TICOS	22/11/2 009	LG	MG17R0307 100899	1	Computadora, para el estudiante, tipo Thin Client, de 17", serie, color negro	TALL ER IND. CONF.		900,00	OBSOLETA		

531403-244-IC	ACTIVOS FIJOS: HERRAMIENTAS	22/03/2019	YUKI	80A	1	Cortadora de tela , color beige y plateado color plomo color plomo	TALLER IND. CONF.		125,00	REGULAR		
531403-245-IC	ACTIVOS FIJOS: HERRAMIENTAS	22/03/2019	KL	531403-245-IC	1	Cortadora de tela marca, modelo de 110 voltios, 1,8 Amperios color negro y plateado color plomo color plomo	TALLER IND. CONF.		125,00	REGULAR		
170401540001-968-969-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	22/03/2004	SILVER ESTAR	170401540001-968-969-IC	2	Planchas Industriales color blanco	TALLER IND. CONF.		400,00	REGULAR		

40060098000 1-2131-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	19/01/2 016	SINGER	U004905045	1	Máquina de coser industrial de color blanco	TALL ER IND. CONF.		430,00	REGULAR		Donado didtrito Salcedo
40060098000 1-2144-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	19/01/2 016	GEM	5082090068	1	Máquina de coser industrial color beige	TALL ER IND. CONF.		200,00	REGULAR		Donado didtrito Salcedo
49999999999 .304-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	28/11/2 011	SIRUBA	L112053234	1	Máquina de cocer Industrial, costura recta, marca , serie , color beige.	TALL ER IND. CONF.	430,00	430,00	BUENO		

49999999999999999999 .305-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	28/11/2 011	SIRUBA	L112053752	1	Máquina de cocer Industrial, costura recta, serie , color beige.	TALL ER IND. CONF.	430,00	430,00	BUENO		
49999999999999999999 .308-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	29/11/2 013	JUKI	4D0GD0169 8	1	Máquina de coser industrial, color blanco hueso	TALL ER IND. CONF.	650,00	650,00	BUENO		
49999999999999999999 .313-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 009	KINGTE X	10605564	1	Máquina de coser Overlock de alta velocidad,color plomo claro.	TALL ER IND. CONF.		1.200,00	BUENO		

531406-522-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	15/12/1997	SIRUBA	7855506	1	Máquina de coser industrial color abano	TALLER IND. CONF.		234,52	REGULAR		
531406-533-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	31/12/1997	SINGER	J3533365	1	Máquina de coser overlock color beige con celeste	TALLER IND. CONF.		187,82	REGULAR		
531406-545-IC	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	31/12/1997	SINGER	U81145157	1	Máquina de coser ,INDUSTRIAL costura recta color celeste	TALLER IND. CONF.		187,82	REGULAR		

	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 018	JONTEX	160605324	1	Máquina de coser recta liviana	TALL ER IND. CONF.	400	400	BUENO		
	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	14/03/2 019	BROTHER	G3VP31740	1	Máquina de coser recta liviana	TALL ER IND. CONF.	442,87	442,87	BUENO		
	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	18/07/2 019	BROTHER	G3VP31834	1	Máquina de coser recta liviana	TALL ER IND. CONF.	442,86	442,86	BUENO		

	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	18/07/2 019	BROTHER	G3VP31845	1	Máquina de coser recta liviana	TALL ER IND. CONF.	442,86	442,86	BUENO		
S/N	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	13/06/2 023	JONTEX	220817037	1	Máquina de coser eléctrica	TALL ER IND. CONF.		580,00	BUENO		DONADO POR EL COMITÉ CENTRAL DE PADRES DE FAMILIA
39999999999 9.86-87-IC	ACTIVOS FIJOS: MOBILIAR IO				2	Canceles de madera (MDF), con varios compartimientos color caoba.	TALL ER IND. CONF.		300,00	REGULAR		

17030029003 .331-AUL- UE-CJ-JAE	BIENES NO DEPRECIAB LES		SIN MARCA	Sin serie	1	Escritorio de madera color plomo	TALL ER IND. CONF.		10,00	REGULAR		
17030029000 3.338-339-IC	BIENES NO DEPRECIAB LES	08/11/2 011	SIN MARCA	17030029000 3.338-339-IC	2	Escritorio de madera color plomo (Plan Amanecer), para computadora	TALL ER IND. CONF.	80,00	160,00	REGULAR		
17030043000 5-586-IC	BIENES NO DEPRECIAB LES	31/12/1 996	SIN MARCA	17030043000 5-586-IC	1	Mesa mixta de madera para cortes.	TALL ER IND. CONF.		11,38	REGULAR		

17030043000 5-822-823-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	20/12/1 994	SIN MARCA	17030043000 5-822-823-IC	1	Mesa mixta de metal-madera para trazos	TALLER IND. CONF.		6,00	REGULAR		
17030043000 5-822-823-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	20/12/1 994	SIN MARCA	17030043000 5-822-823-IC	1	Mesa mixta de metal-madera para trazos	TALLER IND. CONF.		6,00	REGULAR		
17040154000 1-957-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	22/08/2 014	PHILIPS	17040154000 1-957-IC	1	Plancha eléctrica color blanca	TALLER IND. CONF.		5,00	REGULAR		

17040154000 1-958-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	OSTER	17040154000 1-958-IC	1	Plancha eléctrica color plateado con blanco	TALL ER IND. CONF.		41,18	REGULAR		
17040154000 1-963-967-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	BLACK DEKER	17040154000 1-963-967-IC	5	Plancha eléctrica color plateado con negro	TALL ER IND. CONF.	49,19	245,95	REGULAR		
17040154000 1-968-970-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	13/06/2 023	SILVER STAR	2775	1	Plancha industrial electrónica color plateada	TALL ER IND. CONF.		120,00	BUENO		DONADO POR EL COMITÉ CENTRAL DE PADRES DE FAMILIA

17060032000 1-394-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	31/12/2 009	SIN MARCA	17060032000 1-394-IC	1	Extintor de 10 libras PQS, frasco color rojo. color rojo	TALL ER IND. CONF.		32,50	BUENO		
17060052000 1-970-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	STANLE Y	17060052000 1-970-IC	1	Playo color plateado	TALL ER IND. CONF.		5,68	REGULAR		
17060070000 1.1996-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SIN MARCA	17060070000 1.1996-IC	5	Tijera zig-zag. de 8" de longitud color plateado	TALL ER IND. CONF.	11,00	55,00	REGULAR		

17060070000 1-1956-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SIN MARCA	17060070000 1-1956-IC	10	Tijeras de grandes, de acero color plateado	TALL ER IND. CONF.	9,58	95,80	REGULAR		
17060070000 1-1966-IC	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SIN MARCA	17060070000 1-1966-IC	25	Tijeras medianas de acero color plateado	TALL ER IND. CONF.	10,80	270,00	REGULAR		
531403- 1496-LAB.F	BIENES NO DEPRECIA BLES	31/07/1 996	SIN MARCA	531403- 1496-LAB.F	1	Mesa mixta de laboratorio	TALL ER IND. CONF.		10,00	REGULAR		

531403-1496-LABF	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1996	SIN MARCA	531403-1496-LABF	2	Mesas mixtas para laboratorio, tablero color blanco	TALLER IND. CONF.	10,00	20,00	REGULAR		
531403-2030-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1996	SIN MARCA	531403-2030-IC	1	Vitrina Biblioteca metálica de 4 espacios con vidrio de 4 líneas y chapa, color café.	TALLER IND. CONF.		12,20	REGULAR		
531403-2130-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	ALFA	504990	1	Máquina de coser color celeste	TALLER IND. CONF.		75,00	REGULAR		DAR BAJA DE

531403-2132-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	YUKI	ODL8500H	1	Máquina de coser color blanco ZIGZAG	TALLER IND. CONF.		30,00	REGULAR		DAR BAJA DE
531403-2133-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	L112026166	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado D. Salcedo
531403-2134-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	YUKI	20040278690	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		30,00	REGULAR		Donado D. Salcedo

531403-2135-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	5284757	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.
531403-2136-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	1250488	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.
531403-2137-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	L17388949	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		30,00	REGULAR		Donado Salcedo D.

531403-2138-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	3293050	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.
531403-2139-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	9338038	1	Máquina de coser color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.
531403-2140-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SIRUBA	L11006908	1	Máquina de coser industril color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.

531403-2141-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	JUKI	4DOZB10992	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.
531403-2142-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	JUKI	4DOYH02657	1	Máquina de coser industrial color beige	TALLER IND. CONF.		70,00	REGULAR		Donado Salcedo D.
531403-2143-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	YAMATO	Y66740	1	Máquina de coser color verde martillado	TALLER IND. CONF.		30,00	REGULAR		Donado Salcedo D.

531403-936-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-936-IC	1	Pizarrón de tiza líquida	TALLER IND. CONF.		85,00	REGULAR		
531403-944-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-944-IC	1	Pizarrón de tiza líquida, emprotado en la pared.	TALLER IND. CONF.		80,00	REGULAR		
531406.505-509-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2009	SIN MARCA	531406.505-509-IC	5	Maniquí Regulable para caballero, Tallas 44 a 52	TALLER IND. CONF.	90,00	450,00	BUENO		

531406.510-514-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2009	SIN MARCA	531406.510-514-IC	5	Maniquí Regulable para señora, Tallas 42 a 54	TALLER IND. CONF.	90,00	450,00	BUENO		
531406-523-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	08/07/2014	SINGER	531406-523-IC	1	Máquina de coser marca, costura recta color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		30,00	OBSOLETA		
531406-524-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	08/07/2014	SINGER	531406-524-IC	1	Máquina de coser marca, costura recta color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		30,00	OBSOLETA		

531406-525-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	08/07/2014	SINGER	531406-525-IC	1	Máquina de coser marca, costura recta color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		30,00	OBSOLETA		
531406-526-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	08/07/2014	SUPER SILKA	531406-526-IC	1	Máquina de coser, costura recta color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		30,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-527-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	08/07/2014	SUPER SILKA	531406-527-IC	1	Máquina de coser, costura recta color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		30,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

531406-528-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	20/12/1994	OMEGA	109408	1	Máquina de coser, costura recta, color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		68,40	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-529-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	20/12/1994	OMEGA	109407	1	Máquina de coser, costura recta, color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		68,40	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-530-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	20/12/1994	OMEGA	109406	1	Máquina de coser , costura recta, color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		68,40	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

531406-540-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	REALINGH	57	1	Máquina de coser color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		86,64	OBSOLETA		
531406-542-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	RIVIERA	295984	1	Máquina de coser, zigzag y recta color crema	TALLER IND. CONF.		60,18	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-543-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	RIVIERA	300135	1	Máquina de coser zigzag y recta color crema	TALLER IND. CONF.		60,18	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

531406-544-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	RIVIERA	295996	1	Máquina de Coser, zig-zag y recta. color crema	TALLER IND. CONF.		60,18	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-546-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	SINGER	531406-546-IC	1	Máquina de coser, costura recta color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		60,18	OBSOLETA		
531406-547-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	SINGER	12231281	1	Máquina de coser, zig-zag y recta color blanco hueso	TALLER IND. CONF.		60,18	REGULAR		

531406-548-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	SUPER DUMTON	701329	1	Máquina de coser serie, costura recta y zig-zag color blanco hueso	TALLER IND. CONF.		60,18	OBSOLETA		FUE DONADO AL INST. MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO
531406-549-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	SUPER DUMTON	700274	1	Máquina de coser, costura recta y zig-zag color crema	TALLER IND. CONF.		60,18	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-550-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/1992	SUPER SILKA	82056580	1	Máquina de coser color negro con dorado	TALLER IND. CONF.		98,52	OBSOLETA		

531406-551-IC	BIENES NO DEPRECIABLES	18/02/1994	SUPER WELDYN	3044 04	1	Màquina de coser, costura recta y zigzag color blanco hueso	TALLER IND. CONF.		76,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
MAN-641-J.01	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	LEXUS		1	Molderia y Costura fecha de edición, 20-14- 2011	TALLER IND. CONF.		20,00	REGULAR		
MAN-641-U-A.01-04	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	Hyma		1	3 tomos Corte y Confección y Sastrería fecha de edición, 34575	TALLER IND. CONF.		80,00	REGULAR		

	BIENES NO DEPRECIABLES	23/06/2023	S/N	S/N	50	Togas y Estolas (100)	TALLER IND. CONF.		150,00	BUENO		DONADO POR ESTUDIANTES DEL TERCERO INDUSTRIA 2022-2023
700100060001-146-MCM	ACTIVOS FIJOS: EQUIPOS SISTEMA Y PAQUETES INFORMÁTICOS	20/11/2009	monitor Novadevices, CPU KYPUS	monitor MG17R0307100533	1	Computadora, 17" L-7D G8G5A0711112, color negro	TALLER MEC Y CM		900,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
700100060001-147-MCM	ACTIVOS FIJOS: EQUIPOS SISTEMA Y PAQUETES INFORMÁTICOS	20/11/2009	Novadevices	MG17R0307100534	1	Computadora para el estudiante, tipo Thin Client, marca, serie G8G5A0710647, monitor misma marca de 17" L-7D serie, color negro.	TALLER MEC Y CM		900,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

70010006000 1-148-MCM	ACTIVOS FIJOS: EQUIPOS SISTEMA Y PAQUETES INFORMÁ TICOS	20/11/2 009	CPU SAMSUN G, monitor Novadevic es	MG17R0307 100527	1	Computadora de 17" L-7D serie, color negro	TALL ER MEC Y CM		900,00	OBSOLETA		SE RECOMIEN DA DAR DE BAJA
17060005000 1-22-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	31/07/1 996	DEWALT	17060005000 1-22-MCM	1	Amoladora color amarillo	TALL ER MEC Y CM		180,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
17060065000 5-1928-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	01/12/1 993	TOMAS	792970	1	Taladro de pedestal 1/2, , color verde plateado (antiguo). color verde	TALL ER MEC Y CM		300,00	REGULAR		

17060065000 8-1933-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	22/03/2 004	WALL	508	1	Taladro. color amarillo	TALL ER MEC Y CM		173,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
60020002000 1.20-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	CASALS	646419	1	AMOLADORA ANGULAR PORTATIL, color negro-plareado.	TALL ER MEC Y CM	750,00	750,00	OBSOLETA		SE RECOMIEN DA DAR DE BAJA
60020002000 1.23-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	22/03/2 012	DEWALT	DW579	1	Amoladora, de 7"color amarillo	TALL ER MEC Y CM		389,00	BUENO		ROBO PUBLICO

60020002000 1.24-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	21/12/2 005	DEWALT	DW852	1	Amoladora, portatil color amarillo.	TALL ER MEC Y CM		133,35	BUENO		ROBO PUBLICO
60020008000 1-2145-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	19/01/2 016	ADELTA	60020008000 1-2145- MCM	1	Sierra caladora 16" color celeste martillado	TALL ER MEC Y CM		220,00	OBSOLETA		Donado didrito Salcedo, SE SUGIERE LA BAJA
60020023000 1.138-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	SUPER- LEMA	10991966	1	ESMERILADOR A eléctrica, doble muela, Abrasiva de 200x20x20mm grano 36; muela abrasiva de 200x20x20mm grano 60; columna No. 2 para electroesmerilador a; equipo de aspiración, color azul eléctrico.	TALL ER MEC Y CM	800,00	800,00	BUENO		

60020023000 1.139-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	SUPER- LEMA	10992106	1	ESMERILADOR A eléctrica doble muela, Abrasiva de 200x20x20mm grano 36; muela abrasiva de 200x20x20mm grano 60; columna No. 2 para electro esmeriladora; equipo de aspiración, color azul eléctrico.	TALL ER MEC Y CM	800,00	800,00	BUENO	
60020052000 1.766-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	21/12/2 005	PERLES	7995132	1	Sierra circular 7120voltios, 8,75 amperios, color rojo.	TALL ER MEC Y CM		126,79	OBSOLETA	SE RECOMIEN DA DAR DE BAJA
60020057000 1-2146-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	19/01/2 016	ADELTA	97H93436	1	Torno para madera color celestes martillado	TALL ER MEC Y CM		250,00	OBSOLETA	Donado didrito Salcedo, SE SUGIERE LA BAJA

60020057000 1-2147-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	19/01/2 016	ADELTA	97H93947	1	Torno para madera color celestes martillado	TALL ER MEC Y CM		250,00	OBSOLETA		Donado didtrito Salcedo, SE SUGIERE LA BAJA
	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	13/06/2 023	DEWALT	76595	1	Trozadora de metal modelo D28730 color amarillo	TALL ER MEC Y CM			NUEVA		
60020069000 1.888-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	ERLO	3140- 1381	1	TALADRO DE COLUMNA MESA GIRATORIA e inclinable mordaza de base fija; portabrocas de cierre rápido; Juego de conos de Reducción para Usillo Cm3. (CM 3x2-CM 3x1).	TALL ER MEC Y CM	3.420,00	3.420,00	BUENO		

60020069000 1.892-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	FREUD	62173	1	TALADRO ELÉCTRICO PORTATIL, color negro y plateado.	TALL ER MEC Y CM	700,00	700,00	BUENO		ROBO PUBLICO
60020069000 1.893-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	FREUD	62173	1	TALADRO ELÉCTRICO PORTATIL, color negro y plateado.	TALL ER MEC Y CM	700,00	700,00	BUENO		ROBO PUBLICO
69999999999 .62-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	20/11/2 009	STILMA X	1566	1	BORDONERA MANUAL, color plomo.	TALL ER MEC Y CM	300,00	300,00	BUENO		

69999999999999999999 9.756-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMIENTAS	20/11/2009	CASALS	67012	1	ROEDORA CIZALLA ELÉCTRICA PORTATIL, color negro-plateado.	TALLER MEC Y CM	300,00	300,00	BUENO		ROBO PUBLICO
69999999999999999999 9.757-MCM	ACTIVOS FIJOS: HERRAMIENTAS	20/11/2009	CASALS	67016	1	ROEDORA CIZALLA ELÉCTRICA PORTATIL, color negro-plateado.	TALLER MEC Y CM	300,00	300,00	BUENO		ROBO PUBLICO
	ACTIVOS FIJOS: HERRAMIENTAS	13//07/ 2018	PTK	SIN SERIE	1	Compresor PTK 2HP	TALLER MEC Y CM		250,00	BUENO		

	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	07/06/2 019	DEWALT	SIN SERIE	1	Amoladora DW	TALL ER MEC Y CM		157,50	BUENO		
	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	15/03/2 019	DEWALT	11800RV DD(J)	1	Amoladora DW4120 0 28111 4 1/2" 900W	TALL ER MEC Y CM		101,00	BUENO		
	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	06/06/2 019	STANLE Y	69-646	1	Remachadora girat	TALL ER MEC Y CM		26,12	BUENO		

	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	08/06/2 019	PTK	SIN SERIE	1	Soldadora PTK invert 160 200 amp 110/220 v DD(JJB)	TALL ER MEC Y CM		135,00	BUENO		
	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	15/03/2 019	DEWALT	SIN SERIE	1	Taladro DW508 1/2" PERCU 700W DD (J)	TALL ER MEC Y CM		110,08	BUENO		
	ACTIVOS FIJOS: HERRAMI ENTAS	09/06/2 019	DEWALT	11713	1	Taladro DWW505 1/2" PERCU 700W VVR DD (J)	TALL ER MEC Y CM		150,45	BUENO		

40060096000 1-2128-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	19/01/2 016	EMCO	GFH8H9010	1	Cepillo regruesadora color rojo plomo	TALL ER MEC Y CM		650,00	OBSOLETA		Donado didtrito Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA
40060180000 1-2129-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	19/01/2 016	CENTUR Y	GB19213- 2003	1	Soldadora color rojo	TALL ER MEC Y CM		169,00	OBSOLETA		Donado didtrito Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA
49999999999 .137-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	28/12/2 008	CHINO	D13311815	1	Compresor Industrial, de color Rojo, voltaje 230, amparios 15 HZ 60 fase 1, presión de trabajo tanque 145. PSI 130/100.	TALL ER MEC Y CM		560,00	REGULAR		

49999999999999999999 .150-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	20/11/2009	PRAXAIR	607-122	1	EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO CON REGULACIÓN MAGNÉTICA, color vede claro	TALLER MEC Y CM		2.000,00	REGULAR		
49999999999999999999 .151-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	20/11/2009	PRAXAIR	607-123	1	EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO CON REGULACIÓN MAGNÉTICA, color verde claro. 2 Carroscolor plomo, para botellas de oxígeno y acetileno.	TALLER MEC Y CM		2.000,00	REGULAR		
49999999999999999999 .152-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	20/11/2009	PRAXAIR	607-124	1	EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO CON REGULACIÓN MAGNÉTICA, color verde claro.	TALLER MEC Y CM		2.000,00	REGULAR		

49999999999999999999 .155-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 009	PRAXAI R	124292	1	Equipo de soldadura TIG, AC/DEC220, color verde claro. CON boquillas de soldadura: con sus respectivos accesorios.	TALLER MEC Y CM		3.000,00	REGULAR		
49999999999999999999 .306-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 009	GALAGA R	61004104	1	MÁQUINA DE CORTE POR PLASMA: antorcha de corte de 6m. De longitud, cable de mesa 21/12/09 cable de conexión a red; color verde claro.	TALLER MEC Y CM		4.500,00	REGULAR		
49999999999999999999 .335-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 009	PRAXAI R	6-27-133	1	MAQUINA DE SOLDADURA POR PUNTOS, color verde claro.	TALLER MEC Y CM		2.000,00	REGULAR		

499999999999 .336-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 009	SOLGAR	61102602	1	MÁQUINA DE SOLDADURA SEMIAUTOMÁT ICA MIG-MAG, MANORREDUC TOR PARA ARGON -CO2, ANTORCHA DE SOLDADURA MIG DE 4m. Color vrde.	TALL ER MEC Y CM		3.000,00	REGULAR		
499999999999 .54-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	29/11/2 013	HECHIZ A		1	Baloradora de 1,30 metros de espacio de trabajo con tres rodillos de 3", color verde- amarillo.	TALL ER MEC Y CM		1.500,00	REGULAR		
499999999999 .741-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINA RIA Y EQUIPO	20/11/2 009	SOLGAR	61103811	1	RECTIFICADO R DE SOLDADURA AL ARCO: 1 marca, serie color rojo.	TALL ER MEC Y CM		3.200,00	REGULAR		

499999999999 .877-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	21/12/2005	LINCOLN	239M105024	1	Soldadora, color rojo.	TALLER MECY CM		359,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
531406-555-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	31/07/1996	CARNEGIE	1905 B3	1	Máquina dobladora de tol, color verdeagua. color verde color verde	TALLER MECY CM		300,00	REGULAR		
60020057000 1.920-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	30/11/2010	SUPER	CQ6128 x660	1	Torno Semi-Industrial, con ruedas de cambio y Caja de herramientas. No incluye Accesorios, color blanco hueso.	TALLER MECY CM		2.065,00	OBSOLETA		Ad. CUR. No. 167. Fact. 603, SE SUGIERE DAR LA BAJA .

69999999999999999999 9.131-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	29/11/2013			1	Dobladora de tubo cuadrado manual con seis matrices de 3/4; 1", color verde botella.	TALLER MEC Y CM		200,00	REGULAR		Confeccionado artesanalmente
69999999999999999999 9.132-MCM	ACTIVOS FIJOS: MAQUINARIA Y EQUIPO	29/11/2013			1	Dobladora hidráulica, tubo redondo de 12 toneladas con matrices: 1/2; 3/4; 1", 1 1/4; 1 1/2; y 2", color rojo.	TALLER MEC Y CM		350,00	REGULAR		Confeccionado artesanalmente
531491-556-MCM	ACTIVOS FIJOS: MOBILIARIO	20/11/2004	KALKUM	531491-556-MCM	1	Marmol de trazado; con mesa de soporte, (mini mesa color verde nacarado)	TALLER MEC Y CM		200,00	REGULAR		

17030005002 -53-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1 996	SIN MARCA	17030005002 -53-MCM	1	Archivador metálico 4 gavetas, color plomo	TALLER MEC Y CM		40,00	REGULAR		
17030006000 2-65-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1 996	SIN MARCA	17030006000 2-65-MCM	1	Armario metálico 6 servicios, color verde	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		
17030006000 2-68-AUL	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1 996	SIN MARCA	17030006000 2-68-AUL	1	Armario metálico de 6 servicios color celeste	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		

17030006000 2-69-AUL	BIENES NO DEPRECIA BLES	31/07/1 996	SIN MARCA	17030006000 2-69-AUL	1	Armario metálico de dimensiones, color rojo con blanco	TALL ER MEC Y CM		90,00	REGULAR		
17030006000 2-72-AUL	BIENES NO DEPRECIA BLES	31/07/1 996	SIN MARCA	17030006000 2-72-AUL	1	Armario metálico de dimensiones, color rojo con blanco	TALL ER MEC Y CM		90,00	REGULAR		
17030029000 3.329-339- COM	BIENES NO DEPRECIA BLES	08/11/2 011	SIN MARCA	17030029000 3.329-339- COM	2	Escritorio de madera color plomo (Plan Amanecer), para computadora	TALL ER MEC Y CM	80,00	160,00	REGULAR		

17030047000 2-919-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	31/07/1 996	SIN MARCA	17030047000 2-919-MCM	1	Papelera metálica verde abano	TALL ER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
17060005000 1-25-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	DEWALT	17060005000 1-25-MCM	1	Amoladora. De 4 1/2" color amarillo color amarillo	TALL ER MEC Y CM		93,17	REGULAR		ROBO PUBLICO
17060005000 1-26-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	2004- 31-12	ISKRA PERLES	6.500RPM	1	Amoladora MAX color amarillo color amarillo	TALL ER MEC Y CM		95,00	REGULAR		ROBO PUBLICO

17060005000 1-27-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	13/06/2023	DEWALT	47416	1	Amoladora angular modelo DWE 491-B3 color amarillo	TALLER MEC Y CM		120,00	BUENO		DONADO POR EL COMITÉ CENTRAL DE PADRES DE FAMILIA
17060016001 -517-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	31/12/2008	ROCK-WELL DELT	174369	1	Máquina Canteadora eléctrica. color	TALLER MEC Y CM		20,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
17060020000 1-203-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SATANLEY	17060020000 1-203-MCM	6	Cepillos de pulir No. 5 color plateado con café color plateado con café	TALLER MEC Y CM	29,90	179,40	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

17060024001 -259-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SIN MARCA	17060024001 -259-MCM	1	Destornillador doble boca color rojo color rojo	TALL ER MEC Y CM		3,00	REGULAR		
17060024001 -261-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SIN MARCA	17060024001 -261-MCM	1	Destornilladores boca philips: PH- 1; PH-2; PH-3. estrella y 3 planos. color rojo color rojo	TALL ER MEC Y CM		15,00	REGULAR		
17060032000 1-396-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	03/12/2 003	SIN MARCA	17060032000 1-396-MCM	1	Extintor de 20 libras PQS, frasco color rojo	TALL ER MEC Y CM		44,00	REGULAR		

17060052000 1-971-972-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	STANLEY	17060052000 1-971-972-MCM	2	Playo color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		14,00	REGULAR		
17060065000 8-1929-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	DEWALT	17060065000 8-1929-MCM	1	Taladro color color amarillo amarillo	TALLER MEC Y CM		90,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA
17060065000 8-1934-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1996	ISKRA PERLES	508	1	Taladro. color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		93,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

	BIENES NO DEPRECIABLES	13/06/2023	DEWALT	481822	1	Taladro percutor modelo DWD024 color amarillo	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		DONADA POR COMITE CENTRAL DE PADRES DE FAMILIA
17060070000 1-1957-1958-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	17060070000 1-1957-MCM	2	Tijera de cortar tol de 10" color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM	21,06	42,12	REGULAR		
17060092000 1-283-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	17060092000 1-283-MCM	1	Entenalla de golpe color hierro	TALLER MEC Y CM		4,00	REGULAR		

17060092000 1-284-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	17060092000 1-284-MCM	1	Entenalla de golpe color hierro	TALLER MEC Y CM		18,00	REGULAR		
17060092000 1-285-289-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	17060092000 1-286-MCM	5	Entenalla nacional de 5", 6" y 8" color celeste color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM	76,73	383,64	REGULAR		
17060093000 1-978-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	17060093000 1-978-MCM	1	Prensa N° 6, color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		2,00	REGULAR		

17060093000 1-980-984-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	17060093000 1-980-MCM	5	Prensa en "C" de 10" color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM	5,40	27,00	REGULAR		
17060093000 1-985-986-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	20/04/2012	SIN MARCA	17060093000 1-985-MCM	2	Prensa N° 8 color azul color azul	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
17060093000 1-987-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SANTLEY	17060093000 1-987-MCM	1	Prensa C 5" color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		9,65	REGULAR		

17060093000 1-988-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SANTLE Y	17060093000 1-988-MCM	1	Prensa C 5" color hierro color hierro	TALL ER MEC Y CM		9,65	REGULAR		
17060093000 1-989-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SANTLE Y	17060093000 1-989-MCM	1	Prensa C 6" color hierro color hierro	TALL ER MEC Y CM		11,52	REGULAR		
17060093000 1-990-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	22/03/2 012	SANTLE Y	17060093000 1-990-MCM	1	Prensa C 6" color hierro color hierro	TALL ER MEC Y CM		11,52	REGULAR		

531403-01-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-01-MCM	1	ALEXOMETRO 15-50 mm CON RELOJ COMPARADOR CENTESIMAL	TALLER MEC Y CM		40,00	BUENO		
531403-02-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-02-MCM	1	Alicate boca cigüeña angulado 8" color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-03-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-03-MCM	1	Alicate boca cigüeña angulado 8" color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-04-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-04-MCM	1	Alicate boca redonda larga 6" color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-05-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-05-MCM	1	Alicate boca redonda larga 6" color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-06-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-06-MCM	1	Alicate seeger exterior 19-16 color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-07-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-07-MCM	1	Alicate exterior color seeger 19-16 plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-08-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-08-MCM	1	Alicate exterior color seeger 19-60 plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-09-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-09-MCM	1	Alicate exterior color seeger 19-60 plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-10-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-10-MCM	1	Alicate interior color seeger 19-60 plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-11-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-11-MCM	1	Alicate interior color seeger 19-60 plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-12-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-12-MCM	1	Alicate interior curvo 19-60. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-131-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-131-MCM	1	Buril de 150 mm. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-132-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-132-MCM	1	Buril de 150 mm. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-13-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-13-MCM	1	Alicate seeger interior curvo 19- 60. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-141-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-141-MCM	2	CALIBRE PARA ENGRANES 1 A 26 mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	25,00	50,00	BUENO	
531403-142-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-142-MCM	2	CALIBRE pie de REY Electrónico digital 200mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	45,00	90,00	BUENO	ROBO PUBLICO
531403-143-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-143-MCM	1	COMPAS De exteriores con muelle 200mm. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		30,00	MALO	SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

531403-147-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-147-MCM	1	COMPAS DE Interiores con muelle 200mm. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		30,00	BUENO		
531403-148-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-148-MCM	1	COMPAS DE PUNTAS CON MUELLE 200 mm. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		30,00	BUENO		
531403-14-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-14-MCM	1	Alicate universal de 7" color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-15-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-15-MCM	1	Alicate universal de 7" color plateado	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-197-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-197-MCM	1	Carraca 1/2", extensión de racha. color plomo	TALLER MEC Y CM		4,00	REGULAR		
531403--2127-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	ISKRA PERLES	RT 308	1	Tupí manual color rojo	TALLER MEC Y CM		80,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA

531403-- 2148-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	19/01/2 016	SIN MARCA	SIN SERIE	1	Cortadora de tubo color rojo	TALL ER MEC Y CM		30,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA
531403- 2162-2165- MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	19/01/2 016	STANLE Y	SIN SERIE	4	Tenaza de hierro	TALL ER MEC Y CM	4,00	16,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA
531403- 2166-MCM	BIENES NO DEPRECIA BLES	19/01/2 016	SIN MARCA	SIN SERIE	1	Barreno color negro	TALL ER MEC Y CM		30,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA

531403-2167-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	CRAFTZ MAN	51865	1	Entenalla de banco color hierro	TALLER MEC Y CM		20,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA
531403-2168-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	CRAFTZ MAN	51866	1	Entenalla de banco color hierro	TALLER MEC Y CM		20,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA
531403-2169-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	19/01/2016	SATA	SIN SERIE	1	Llave inglesa de tubo color rojo	TALLER MEC Y CM		14,00	OBSOLETA		Donado D. Salcedo, SE SUGIERE DAR LA BAJA

531403-221-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-221-MCM	1	ESCUADRA DE TALLER A 45°, color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		30,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531403-222-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-222-MCM	2	ESCUADRA DE TALLER A 60°, color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	15,00	30,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531403-223-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-223-MCM	2	ESCUADRA DE TALLER A 90°, color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	30,00	60,00	BUENO		ROBO PUBLICO

531403-246-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-246-MCM	1	Cortafríos: 150 y 200 mm. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		5,98	REGULAR		
531403-248-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-248-MCM	1	Cortante oblicuo 6" (pinza) color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-398-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-398-MCM	1	Extractor magnético flexible 1000g de potencia magnética. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		

531403-442-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-442-MCM	1	Juego de 13 llaves estrella: 6-7; 8-9; 10-11; 12-13; 14-15; 16-17; 18-19; 20-21; 21-23; 24-26; 25-28; 27-29; 30-32 mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		20,00	REGULAR		
531403-444-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-444-MCM	1	Juego de 14 llaves planas: 4-5; 6-7; 8-9; 10-11; 12-13; 14-15; 16-17; 18-19; 20-22; 21-23; 24-26; 25-28; 27-29; 30-32 mm. (parecidas a las mixtas ubicadas en el armario rojo). color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		20,00	REGULAR		
531403-456-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-456-MCM	1	Juego de llaves de vaso, de 315x125x60 mm., formado por: 10 llaves de vaso 1/2" 10-22 mm; 1 carraca reversible 1/2"; 1 mango corredizo 1/2" de 280 mm y 1 extensión de 1/2" 250 m. 22 conitos.	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		

						color plateado color plateado						
531403-482-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-482-MCM	1	Llave ajustable de 10" (llave de pico). color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		
531403-483-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-483-MCM	1	Llave ajustable de 10" (llave de pico). color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		

531403-487-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-487-MCM	1	Llave para tubo 1" color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-488-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-488-MCM	1	Llave para tubo 1" color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531403-557-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-557-MCM	1	Martillo de boca de nylon 35 mm Ø y mango metálico. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		

531403-558-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-558-MCM	1	Martillo de boca de nylon 35 mm Ø y mango metálico. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		
531403-559-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-559-MCM	1	Martillo de bola C. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		8,00	REGULAR		
531403-560-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-560-MCM	1	Martillo de bola C. color plomo color plomo	TALLER MEC Y CM		8,00	REGULAR		

531403-595-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	31/07/1996	SIN MARCA	531403-595-MCM	1	Mesa soldadura autógena para con posicionador, color plomo	TALLER MEC Y CM		80,00	REGULAR		
531403-940-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531403-940-MCM	1	Pizarrón de tiza líquida rodante	TALLER MEC Y CM		93,96	REGULAR		
531406.1914-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	01/12/1993	LINCOL	9422506	1	Soldadora color rojo	TALLER MEC Y CM		50,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

531406-145-212-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SOMAR	531406-145-212-MCM	1	Cizalla Lamina color rojo-dorado color rojo-dorado	TALLER MEC Y CM		91,07	REGULAR		
531406-145-219-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-145-219-MCM	1	Combo de cuatro libras con mango de madera. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		5,00	REGULAR		
531406-145-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-145-MCM	1	Calibrador Pie de Rey, de 0-200mm color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		1,40	REGULAR		

531406-146-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-146-MCM	1	Calibrador Pie de Rey, de 0-150mm color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		1,40	REGULAR		
531406-1478-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1478-MCM	1	Remachadora Neumática PVP color amarillo color amarillo	TALLER MEC Y CM		72,45	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-1913-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	01/12/1993	LINCOLN	9422502	1	Soldadora color rojo	TALLER MEC Y CM		50,00	OBSOLETA		SE RECOMIENDA DAR DE BAJA

531406-1916-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1916-MCM	1	SOPORTE MAGNÉTICO PARA RELOJ comparador	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531406-1917-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1917-MCM	1	SOPORTE MAGNÉTICO PARA RELOJ comparador	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531406-1918-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1918-MCM	1	SOPORTE PARA MICRÓMETRO	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		ROBO PUBLICO

531406-1919-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1919-MCM	1	SOPORTE PARA MICRÓMETRO	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531406-1948-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1948-MCM	1	Tenacilla de cremallera de 240 mm, y cabeza pulida. color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		13,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-1949-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1949-MCM	1	Tenacilla de cremallera de 240 mm, y cabeza pulida. color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		13,00	REGULAR		ROBO PUBLICO

531406-1950-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1950-MCM	1	Tenacilla de cremallera de 9.1/2 " CPM. (playo de presión) color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		7,00	REGULAR		
531406-1951-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-1951-MCM	1	Tenacilla de cremallera de 9.1/2 " CPM. (playo de presión) color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		7,00	REGULAR		
531406-2016-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-2016-MCM	2	UN PAR DE SOPORTES PARALELOS EN "V"	TALLER MEC Y CM		10,00	BUENO		

531406-2017-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-2017-MCM	2	UN par de soportes en "V" paralelos cuádruples	TALLER MEC Y CM		10,00	BUENO		
531406-2034-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-2034-MCM	1	Yunque de hierro de 20kgrms. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		79,50	REGULAR		
531406-380-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	TONY	531406-380-MCM	1	Esmeril de 1/2 con condensador, HP. Color verde nacarado color verde color verde	TALLER MEC Y CM		61,52	REGULAR		

531406-381-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	TONY	531406-381-MCM	1	Esmeril de 1/2 con condensador, HP. Color verde nacarado color verde color verde	TALLER MEC Y CM		61,52	REGULAR		
170600050001-28-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	13/06/2023	DEWALT	57093	1	Esmeriladora angular modelo DWE 4120 color amarillo	TALLER MEC Y CM		70,00			DONADO POR EL COMITÉ CENTRAL DE PADRES DE FAMILIA
531406-412-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-412-MCM	1	KALCUN Calibre tornero color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		ROBO PUBLICO

531406-415-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-415-MCM	2	KALKUN escuadra 150 x 100 color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		20,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531406-446-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-446-MCM	1	Juego de 17 llaves combinadas: 6-22 mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-447-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-447-MCM	1	Juego de 17 llaves combinadas: 6-22 mm. color platedo color platedo	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		ROBO PUBLICO

531406-448-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-448-MCM	1	Juego de 8 llaves estrella acodadas: 6-7; 20-22 color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		20,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-449-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-449-MCM	1	Juego de 8 llaves estrella acodadas: 6-7; 20-22 color platedo color platedo	TALLER MEC Y CM		20,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-451-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-451-MCM	1	Juego de edstornilladores de 5 , boca forjada: 4x100; 5,5x125; 6,5x150; 8x175 y 10x200 mm. color rojo color rojo	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		ROBO PUBLICO

531406-452-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-452-MCM	1	Juego de destornilladores boca recta forjada: Ø4x100; Ø6x150 y Ø8x200 mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-453-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-453-MCM	1	Juego de destornilladores boca recta forjada: Ø4x100; Ø6x150 y Ø8x200 mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-484-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-484-MCM	1	Llave ajustable de 250 mm. color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		7,00	REGULAR		ROBO PUBLICO

531406-485-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-485-MCM	1	Llave ajustable de 250 mm. color platedo color platedo	TALLER MEC Y CM		7,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-561-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-561-MCM	1	Martillo de bola tamaño C. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		8,00	REGULAR		ROBO PUBLICO
531406-562-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-562-MCM	1	Martillo de bola tamaño C. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		8,00	REGULAR		ROBO PUBLICO

531406-575-576-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-575-MCM	2	Martillo de bola, sin mango. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM	6,17	12,34	REGULAR		
531406-842-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-842-MCM	2	MICROMETRO DE EXTERIORES 0- 25mm color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	80,00	160,00	BUENO		
531406-843-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-843-MCM	2	MICROMETRO DE EXTERIORES 25-50mm color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	80,00	160,00	BUENO		

531406-849-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-849-MCM	1	MICRÓMETRO DE PROFUNDIDAD 0-100 mm color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM		80,00	BUENO		V.R (menos)
531406-915-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531406-915-MCM	1	NIVEL DE BURBUJA DE PERCISION 200 mm. color beige color beige	TALLER MEC Y CM		40,00	BUENO		ROBO PUBLICO
531489-490-491-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	22/03/2012	SIN MARCA	531489-490-MCM	2	Llave de pico.sin marca color plateado color plateado	TALLER MEC Y CM	3,50	7,00	REGULAR		

531491-570-MCM	BIENES NO DEPRECIABLES	20/04/2012	SIN MARCA	531491-570-MCM	5	Martillo de bola de diferente tamaño. color hierro color hierro	TALLER MEC Y CM		10,00	REGULAR		
CAR-690-A.01-04	BIENES NO DEPRECIABLES	20/04/2012	CEAC		1	Madera, Mueble, Construcción y Tapizado fecha de edición, 28939	TALLER MEC Y CM		25,00	REGULAR		
CAR-690-N.F.006-009	BIENES NO DEPRECIABLES	20/04/2012	CEAC		1	Carpintería y Cerrajería fecha de edición, 28614	TALLER MEC Y CM		15,00	REGULAR		
CAR-690-N.F.05-08	BIENES NO DEPRECIABLES	20/04/2012	Atruim S.A		1	ATRIUM de la Madera fecha de edición, 32451	TALLER MEC Y CM		25,00	REGULAR		

Anexo 2.

Listado de códigos técnicos asignados a los activos seleccionados

N.º	Área	Sistema técnico	Tipo de activo prioritario	Código base propuesto
1	TM	EM	Amoladora	TM-EM-AMO
2	TM	EM	Esmeril	TM-EM-ESM
3	TM	EM	Soldadora	TM-EM-SOL
4	TM	EM	Taladro	TM-EM-TAL
5	TM	HN	Compresor	TM-HN-COM
6	TM	EM	Cizalla	TM-EM-CIZ
7	TM	EM	Equipo de soldadura TIG	TM-EM-TIG
8	TM	HN	Dobladora hidráulica	TM-HN-DHI
9	TM	EM	Máquina de corte por plasma	TM-EM-PLM
10	TM	HN	Prensa plegadora	TM-HN-PPL
11	TM	EM	Rectificador	TM-EM-REC
12	TM	EM	Torno	TM-EM-TOR

13	TM	SCI	Extintor	TM-SCI-EXT
14	TM	EM	Tronzadora	TM-EM-TRO
15	TC	EM	Máquina de coser industrial	TC-EM-MCI
16	TC	EM	Máquina overlock	TC-EM-MOV
17	TC	SCI	Extintor	TC-SCI-EXT
18	AC	SCI	Extintor de 10 lb PQS	AC-SCI-EXT

Nota. Elaborado por los autores con base en los activos de prioridad diagnóstica 1 definidos para el diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Anexo 3.

Fichas técnicas de activos de prioridad diagnóstica 1

Formato completo de ficha técnica de activo

Campo	Información registrada
Código técnico	Código normalizado asignado al activo.
Código patrimonial	Código existente en el inventario general, si aplica.
Nombre del activo	Denominación del equipo, herramienta o infraestructura.
Área	Ubicación física o funcional del activo.
Sistema técnico	Clasificación técnica del activo.
Marca/modelo	Datos visibles del fabricante, modelo o referencia, si existen.
Serie	Número de serie o identificación técnica, si aplica.
Función principal	Actividad operativa que permite desarrollar el activo.

Estado observado	Condición física o funcional identificada durante el diagnóstico.
Criticidad	Alta, media o baja.
Prioridad diagnóstica	Prioridad 1, 2 o 3.
Riesgos asociados	Riesgos operativos, técnicos o de seguridad vinculados al activo.
Controles requeridos	Acciones de control, inspección, mantenimiento o documentación requeridas.
Responsable	Persona, área o responsable operativo vinculado al activo.
Observaciones	Información adicional relevante para su seguimiento.

Ficha técnica modelo 1. Soldadora del taller de mecanizado

Campo	Información registrada
Código técnico	TM-EM-SOL-001
Código patrimonial	Según inventario institucional.
Nombre del activo	Soldadora
Área	Taller de mecanizado

Sistema técnico	Electromecánico
Marca/modelo	Según placa o dato visible del equipo.
Serie	Según placa o dato visible del equipo.
Función principal	Realizar uniones metálicas mediante procesos de soldadura eléctrica, permitiendo el desarrollo de prácticas y trabajos técnicos en el taller de mecanizado.
Estado observado	Sujeto a verificación física individual.
Criticidad	Alta
Prioridad diagnóstica	Prioridad 1
Riesgos asociados	Descarga eléctrica, quemaduras, radiación del arco, generación de chispas, incendio, deterioro de cables, mala conexión a tierra y uso inadecuado del equipo.
Controles requeridos	Revisión de cables, porta electrodo, pinza de tierra, conexiones eléctricas, carcasa, ventilación, limpieza, estado físico general y registro de fallas o intervenciones.

Responsable	Responsable del taller de mecanizado / encargado de mantenimiento.
Observaciones	Debe verificarse el uso de equipo de protección personal durante su operación y registrarse cualquier falla que afecte la seguridad o continuidad de uso.

Ficha técnica modelo 2. Máquina de coser industrial del taller de confección

Campo	Información registrada
Código técnico	TC-EM-MCI-001
Código patrimonial	Según inventario institucional.
Nombre del activo	Máquina de coser industrial
Área	Taller industrial de confección
Sistema técnico	Electromecánico
Marca/modelo	Según placa o dato visible del equipo.
Serie	Según placa o dato visible del equipo.
Función principal	Realizar costuras, uniones y acabados textiles durante las

	actividades prácticas del taller industrial de confección.
Estado observado	Sujeto a verificación física individual.
Criticidad	Alta
Prioridad diagnóstica	Prioridad 1
Riesgos asociados	Atrapamiento de dedos, pinchazos, contacto con partes móviles, desgaste de aguja, falla eléctrica, falta de lubricación, desajuste del pedal o del sistema de arrastre.
Controles requeridos	Limpieza periódica, lubricación, revisión de aguja, pedal, motor, cableado, tensión de hilo, sistema de arrastre, partes móviles y registro de fallas o intervenciones.
Responsable	Responsable del taller industrial de confección / encargado de mantenimiento.
Observaciones	En caso de existir varias máquinas del mismo tipo, cada una deberá identificarse con un número correlativo independiente.

Ficha técnica modelo 3. Extintor de 10 lb PQS del aula de cómputo

Campo	Información registrada
Código técnico	AC-SCI-EXT-001
Código patrimonial	Según inventario institucional.
Nombre del activo	Extintor de 10 lb PQS
Área	Aula de cómputo
Sistema técnico	Seguridad contra incendios
Marca/modelo	Según etiqueta visible del extintor.
Serie	Según etiqueta, cilindro o registro visible, si aplica.
Función principal	Permitir la atención inicial de conatos de incendio asociados a equipos eléctricos, mobiliario o condiciones de emergencia dentro del aula de cómputo.
Estado observado	Sujeto a verificación física individual.
Criticidad	Alta
Prioridad diagnóstica	Prioridad 1

Riesgos asociados	Falta de presión, vencimiento de recarga, daño físico del cilindro, ausencia de señalización, ubicación inadecuada, obstrucción del acceso o pérdida de elementos de seguridad.
Controles requeridos	Control de presión, fecha de recarga, estado del cilindro, manguera, pasador, sello, señalización, ubicación, accesibilidad y registro documental de inspección.
Responsable	Responsable de seguridad / encargado de mantenimiento.
Observaciones	Se mantiene como activo prioritario por su función preventiva ante posibles emergencias en un área con equipos eléctricos.

Anexo 4.

Plan de mantenimiento preventivo por activos de prioridad.

**PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
CORRECTIVO DE ACTIVOS CRÍTICOS**

Unidad Educativa Catorce de Julio JAE

1. CONTROL DEL DOCUMENTO

1.1 Información general del documento

Campo	Descripción
Nombre del documento	Plan Integral de Gestión de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Activos Críticos
Institución	Unidad Educativa Catorce de Julio JAE
Área responsable	Gestión de mantenimiento / área técnica
Aplicación	Taller de mecanizado, taller industrial de confección y aula de cómputo
Tipo de documento	Plan de gestión de mantenimiento
Versión	1
Fecha de elaboración	2026
Elaborado por	Responsable del desarrollo del modelo de gestión
Revisado por	Responsable institucional designado
Aprobado por	Dirección institucional

1.2 Historial de modificaciones

Versión	Fecha	Aspecto modificado	Descripción del cambio	Responsable
1	2026	Elaboración inicial	Desarrollo del Plan Integral de Gestión de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para activos críticos institucionales	Responsable del proyecto

2. INTRODUCCIÓN

El presente Plan Integral de Gestión de Mantenimiento Preventivo y Correctivo constituye una propuesta técnica orientada a establecer los lineamientos necesarios para la conservación, disponibilidad y confiabilidad de los activos físicos pertenecientes a la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE.

La institución cuenta con equipos, herramientas e infraestructura técnica que participan directamente en las actividades académicas, prácticas formativas y procesos operativos desarrollados en sus diferentes áreas. Debido a la importancia de estos recursos para garantizar la continuidad de las actividades educativas, resulta necesario implementar una metodología organizada que permita planificar, ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento bajo criterios técnicos previamente establecidos.

El presente documento propone un modelo basado en mantenimiento preventivo y correctivo, considerando la identificación de activos, clasificación según prioridad diagnóstica, programación de actividades, asignación de responsables, generación de registros y seguimiento mediante indicadores de desempeño.

La gestión propuesta busca reducir la ocurrencia de fallas inesperadas, prolongar la vida útil de los equipos, mejorar las condiciones de seguridad durante la operación y establecer una base documental que facilite la toma de decisiones relacionadas con la conservación de los activos institucionales.

Asimismo, el plan incorpora actividades de mantenimiento autónomo ejecutadas por los usuarios de los equipos, rutinas preventivas programadas y procedimientos para la atención de fallas correctivas, permitiendo integrar las acciones técnicas dentro de un sistema organizado de gestión del mantenimiento.

3. ALCANCE OPERATIVO DEL PLAN

El presente plan aplica a los activos físicos identificados dentro del inventario técnico de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE, considerando aquellos equipos, herramientas e instalaciones cuya disponibilidad influye directamente en el desarrollo de las actividades académicas y operativas de la institución.

El alcance comprende la planificación y control de actividades preventivas, correctivas y de inspección para un total de 49 activos, distribuidos en las siguientes áreas:

Área de aplicación	Cantidad de activos	Participación del inventario
Taller de mecanizado	27	55,10 %
Taller industrial de confección	12	24,49 %
Aula de cómputo	10	20,41 %
Total	49	100%

Las actividades contempladas dentro del alcance incluyen:

- Inspecciones visuales y funcionales.
- Limpieza técnica de equipos.
- Lubricación de componentes móviles.
- Verificación de condiciones eléctricas y mecánicas.
- Ajustes menores.
- Control de elementos de seguridad.
- Reposición de consumibles.
- Diagnóstico y reparación de fallas.
- Registro histórico de intervenciones.

El plan está dirigido principalmente a los activos clasificados como de mayor prioridad diagnóstica, debido a su impacto en la continuidad operacional, seguridad de los usuarios y disponibilidad de los recursos institucionales.

4. OBJETIVOS DEL PLAN

4.1 Objetivo general

Establecer un sistema organizado de gestión de mantenimiento preventivo y correctivo que permita conservar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad operacional de los activos críticos pertenecientes a la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE.

4.2 Objetivos específicos

Definir una programación estructurada de actividades de mantenimiento de acuerdo con las características técnicas y condiciones operativas de cada activo.

Reducir la ocurrencia de fallas mediante la aplicación de rutinas preventivas, inspecciones periódicas y acciones de conservación.

Establecer procedimientos documentados para la ejecución y control de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

Generar registros técnicos que permitan mantener la trazabilidad de las intervenciones realizadas sobre cada activo.

Mejorar la gestión de recursos humanos, herramientas y materiales necesarios para ejecutar las actividades de mantenimiento.

Evaluar el desempeño del sistema mediante indicadores técnicos que permitan medir disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de las acciones ejecutadas.

5. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES

La aplicación adecuada del plan requiere la participación coordinada de los responsables institucionales, personal técnico y usuarios directos de los equipos.

Las responsabilidades asignadas son las siguientes:

Responsable	Funciones dentro del plan	Participación del inventario
Dirección institucional	Aprobar la implementación del plan, facilitar recursos necesarios y verificar el cumplimiento general.	55,10 %
Responsable de mantenimiento	Coordinar la programación, asignar actividades, controlar registros y supervisar la ejecución del mantenimiento.	24,49 %

Técnico de mantenimiento	Ejecutar actividades preventivas y correctivas, realizar diagnósticos técnicos y registrar intervenciones realizadas.	20,41 %
Docentes responsables de talleres	Supervisar el uso adecuado de los equipos y reportar condiciones anormales detectadas durante la operación.	100%

6. METODOLOGÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La elaboración del presente plan se desarrolló mediante una metodología basada en la identificación, clasificación y programación técnica de actividades de mantenimiento para los activos institucionales.

El modelo considera las siguientes etapas:

6.1 Levantamiento del inventario técnico

Se realizó la identificación de los activos existentes en las áreas priorizadas, recopilando información relacionada con:

- Nombre del activo.
- Ubicación.
- Código técnico.
- Área de operación.
- Estado general.
- Características principales.

La información obtenida permite establecer una base técnica para la planificación del mantenimiento.

6.2 Codificación de activos

Cada activo fue identificado mediante un código técnico único con la finalidad de facilitar su seguimiento, registro histórico y control documental.

La estructura del código considera:

Área – Tipo de activo – Identificador

Código técnico	Descripción
TM-EM-AMO	Amoladora del taller de mecanizado
TM-HN-COM	Compresor del taller de mecanizado
TC-EM-MCI	Máquina de coser industrial
AC-INF-PC01	Equipo informático del aula de cómputo

6.3 Clasificación por prioridad diagnóstica

La priorización de activos se realizó considerando criterios relacionados con:

Impacto en las actividades institucionales.

Importancia operativa.

Seguridad del usuario.

Probabilidad de falla.

Consecuencias de indisponibilidad.

Los activos con mayor nivel de impacto fueron considerados dentro del programa principal de mantenimiento preventivo y correctivo.

6.4 Determinación de actividades de mantenimiento

Las tareas fueron definidas considerando:

Características técnicas del equipo.

Recomendaciones generales de operación.

Experiencia del personal técnico.

Condiciones de uso dentro de la institución.

Necesidades de conservación identificadas durante la inspección.

Las frecuencias establecidas corresponden a rutinas diarias, mensuales y anuales, permitiendo organizar las intervenciones según el nivel de requerimiento de cada activo.

7. RECURSOS NECESARIOS PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para garantizar la correcta ejecución del presente plan, se requiere disponer de recursos técnicos, materiales y humanos que permitan desarrollar las actividades preventivas y correctivas bajo condiciones adecuadas de seguridad y eficiencia.

7.1 Herramientas para mantenimiento

Las herramientas consideradas permiten realizar actividades de inspección, ajuste, limpieza y reparación básica de los activos institucionales.

Herramienta	Aplicación
Juego de herramientas manuales	Ajuste y desmontaje de componentes mecánicos.
Multímetro digital	Verificación de parámetros eléctricos y diagnóstico básico.
Juego de llaves y dados	Ajuste de elementos de fijación.
Brochas y elementos de limpieza	Retiro de polvo, residuos metálicos y suciedad acumulada.
Pistola de aire o compresor auxiliar	Limpieza de componentes y equipos.
Equipos de medición básica	Verificación dimensional y control de condiciones operativas.

7.2 Materiales y consumibles

Los materiales requeridos corresponden a elementos utilizados durante las actividades periódicas de conservación de los activos.

Material	Aplicación
Lubricantes industriales	Lubricación de mecanismos móviles.
Grasas técnicas	Conservación de rodamientos y elementos mecánicos.
Paños industriales	Limpieza superficial de equipos.
Productos dieléctricos	Limpieza de componentes eléctricos.
Elementos de fijación	Sustitución de tornillería deteriorada.
Material de señalización	Identificación de equipos fuera de servicio.

7.3 Equipos de protección personal

Durante la ejecución de las actividades de mantenimiento se deberán utilizar elementos de protección adecuados según el tipo de intervención.

Elemento	Aplicación
Guantes de protección	Manipulación de componentes y herramientas.
Gafas de seguridad	Protección durante limpieza y trabajos mecánicos.
Mascarilla antipolvo	Actividades con generación de partículas.
Protección auditiva	Trabajos en equipos con niveles elevados de ruido.
Calzado de seguridad	Protección durante operaciones en talleres.

8. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El programa de mantenimiento preventivo establece las actividades planificadas destinadas a conservar los activos en condiciones adecuadas de operación, evitando fallas prematuras y reduciendo interrupciones durante las actividades académicas.

La programación se divide en tres niveles:

Rutinas operativas diarias.

Actividades preventivas mensuales.

Intervenciones generales anuales.

8.1 Rutinas operativas diarias (mantenimiento autónomo)

Estas actividades serán ejecutadas por docentes, técnicos responsables y usuarios operadores antes y después de la utilización de los equipos.

Su finalidad es detectar condiciones anormales de manera temprana y mantener condiciones básicas de operación.

Área	Equipo / Activo	Actividad de inspección diaria	Responsable
Taller de mecanizado	Tornos, fresadoras, esmeriles y amoladoras	Verificación visual del estado general, revisión de guardas de seguridad, limpieza de residuos y comprobación básica de lubricación.	Usuario operador / técnico
Taller de confección	Máquinas de coser industriales	Limpieza de residuos textiles, revisión visual de hilo, aguja, pedal y condiciones de operación.	Usuario operador
Aula de cómputo	Equipos informáticos y periféricos	Verificación de encendido, conexiones eléctricas, orden del área y limpieza superficial.	Docente responsable

8.2 Programa de mantenimiento preventivo mensual

Las actividades mensuales corresponden a intervenciones programadas ejecutadas por personal técnico o responsables asignados.

Código	Activo	Área	Actividad preventiva	Responsable
TM-EM-AMO	Amoladora	Taller mecanizado	Inspección de cableado, interruptor, guarda de protección, disco y estado general del equipo.	Técnico de mantenimiento
TM-EM-ESM	Esmeril	Taller mecanizado	Revisión de piedra abrasiva, vibración, estabilidad y componentes de seguridad.	Técnico de mantenimiento
TM-HN-COM	Compresor	Taller mecanizado	Limpieza, purga de condensado, revisión de conexiones y verificación de presión de trabajo.	Técnico de mantenimiento
TM-EM-SOL	Soldadora eléctrica/TIG	Taller mecanizado	Inspección de cables, conexiones, ventilación y condiciones de operación segura.	Técnico de mantenimiento
TM-HN-DHI	Dobladora hidráulica	Taller mecanizado	Verificación de fugas, nivel de aceite, mangueras y elementos hidráulicos.	Técnico de mantenimiento
TM-EM-TOR	Torno semiindustrial	Taller mecanizado	Limpieza, lubricación de bancada, revisión de holguras y sistema de fijación.	Técnico de mantenimiento
TC-EM-MCI	Máquina de coser industrial	Taller confección	Limpieza interna, lubricación, revisión de motor, pedal y sistema de arrastre.	Técnico de mantenimiento
TC-INF-PC01	Computadora docente	Taller confección	Limpieza digital, revisión de funcionamiento, actualización y análisis básico de software.	Técnico informático

AC-INF-PC01	Equipo Thin Client	Aula de cómputo	Limpieza general, pruebas de conexión y revisión de funcionamiento.	Técnico informático
AC-INF-PRY	Proyector interactivo	Aula de cómputo	Limpieza de lente, revisión de filtros y comprobación funcional.	Técnico informático
AC-INF-RTR	Router inalámbrico	Aula de cómputo	Revisión de conexión, configuración básica y actualización preventiva.	Técnico informático
AC-SCI-EXT	Extintor PQS	Todas las áreas	Verificación de presión, sello, ubicación, accesibilidad y fecha de mantenimiento.	Responsable de seguridad

8.3 Intervenciones anuales especializadas

Las actividades anuales corresponden a inspecciones generales o intervenciones que requieren mayor nivel técnico.

Código	Activo	Actividad anual	Responsable
TM-EM-AMO	Amoladoras industriales	Evaluación general del motor, revisión de rodamientos y componentes internos.	Técnico especializado
TM-EM-ESM	Esmeril industrial	Inspección eléctrica del motor, balanceo y revisión de elementos rotativos.	Técnico especializado
TM-EM-SOL	Equipos de soldadura	Revisión de componentes eléctricos internos, ventilación y conexiones principales.	Técnico especializado
TM-HN-COM	Compresores	Inspección general del sistema neumático, revisión de aceite y componentes críticos.	Técnico especializado
TM-INF-ELEC	Instalación eléctrica del taller	Revisión de tableros, protecciones, conexiones y condiciones generales de seguridad.	Técnico eléctrico

9. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo será aplicado cuando un activo presente una falla que impida o limite su funcionamiento normal.

El procedimiento establecido comprende las siguientes etapas:

9.1 Reporte de falla

El usuario responsable comunica la anomalía detectada mediante el formato de solicitud u orden de trabajo.

La información mínima requerida será:

Identificación del activo.

Descripción de la falla.

Fecha de detección.

Área donde ocurrió.

Responsable que reporta.

9.2 Diagnóstico técnico

El personal de mantenimiento realizará una evaluación para determinar:

Causa probable de falla.

Nivel de afectación.

Recursos necesarios.

Tiempo estimado de reparación.

9.3 Autorización de intervención

Cuando la reparación requiera materiales, repuestos o servicios especializados, se realizará la gestión correspondiente antes de ejecutar la intervención.

9.4 Ejecución de reparación

Las actividades podrán incluir:

Sustitución de componentes.

Ajustes mecánicos.

Reparaciones eléctricas.

Correcciones de configuración.

Cambio de consumibles.

9.5 Prueba funcional y cierre

Una vez finalizada la reparación:

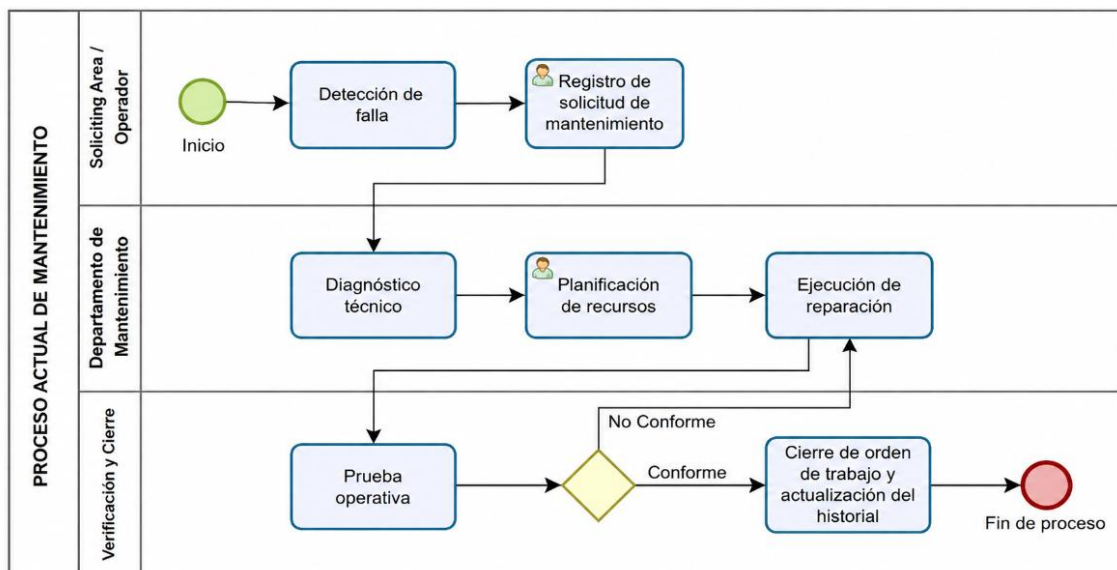
Se verificará el correcto funcionamiento del activo.

Se registrarán las actividades ejecutadas.

Se actualizará el historial del equipo.

Se cerrará la orden de trabajo.

10. FLUJO GENERAL DE ATENCIÓN CORRECTIVA



11. GESTIÓN DOCUMENTAL DEL MANTENIMIENTO

La gestión documental permite mantener la trazabilidad de las actividades ejecutadas sobre cada activo, facilitando el seguimiento histórico, la evaluación del desempeño y la toma de decisiones para futuras intervenciones.

Los registros generados durante la aplicación del plan deberán conservar información relacionada con:

Fecha de ejecución.

Activo intervenido.

Actividad realizada.

Responsable de la intervención.

Materiales utilizados.

Condición encontrada.

Observaciones técnicas.

Tiempo empleado.

Los documentos principales asociados al sistema de mantenimiento son:

Ficha de inspección diaria.

Checklist de mantenimiento preventivo.

Orden de trabajo de mantenimiento.

Registro histórico del activo.

Informe de mantenimiento correctivo.

11.1 Ficha de control diario de equipos

FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA DE ACTIVOS

Campo	Información
Área	_____
Código técnico	_____
Activo	_____
Fecha	____ / ____ / 2026
Responsable	_____

Ítem de verificación	Conforme	No conforme	Observaciones
Limpieza general del equipo	☐	☐	
Condición de cables y conexiones	☐	☐	
Elementos de seguridad instalados	☐	☐	
Ruidos o vibraciones anormales	☐	☐	
Fugas o pérdidas visibles	☐	☐	
Orden y limpieza del área de trabajo	☐	☐	

Firma del responsable: _____

11.2 Checklist de mantenimiento preventivo

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Información general	
Código del activo	
Nombre del equipo	
Área	
Fecha de intervención	
Responsable técnico	

Actividad ejecutada	Realizado	Observaciones	
Inspección visual del equipo	☐		
Limpieza técnica	☐		
Lubricación de componentes	☐		
Ajuste de elementos mecánicos	☐		
Verificación eléctrica	☐		
Prueba funcional	☐		

Resultado final:

☐ Equipo operativo

☐ Equipo requiere intervención correctiva

Firma técnico: _____

11.3 Orden de trabajo de mantenimiento (OT)

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Campo	Información
Número de OT	
Fecha de solicitud	
Código del activo	
Equipo	
Área	
Tipo de mantenimiento	☐ Preventivo ☐ Correctivo
Prioridad	☐ Alta ☐ Media ☐ Baja

Descripción de la actividad

Diagnóstico técnico

Materiales/repuestos utilizados

Material	Cantidad
----------	----------

Tiempo de intervención

Parámetro **Tiempo**

Tiempo estimado

Tiempo real

Responsable técnico: _____

Aprobación: _____

12. PROGRAMA DETALLADO DE ACTIVIDADES POR ACTIVO

A continuación, se presenta la planificación detallada de mantenimiento preventivo para los activos priorizados de la institución.

Código o técnico	Activo	Área	Prioridad	Actividad preventiva	Frecuencia	Responsable	Evidencia
TM- EM- AMO	Amoladora	Taller mecanizado	1	Inspección de cableado, interruptor, disco y elementos de seguridad.	Mensual	Técnico de mantenimiento	Checklist preventivo
TM- HN- COM	Compresor	Taller mecanizado	1	Revisión de presión, purga, conexiones y limpieza.	Mensual	Técnico de mantenimiento	Registro de mantenimiento

TM- EM- SOL	Soldadora	Taller mecanizado	1	Revisión de cables, conexiones y sistema de ventilación.	Mensual	Técnico de mantenimiento	Checklist eléctrico
TC- EM- MCI	Máquina de coser industrial	Taller confección	1	Limpieza, lubricación y revisión de componentes móviles.	Mensual	Técnico de mantenimiento	Registro preventivo
AC- INF- PC01	Equipo informático	Aula de cómputo	1	Limpieza, revisión de conexión y funcionamiento general.	Mensual	Técnico informático	Registro técnico

16. CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Proceso: Mantenimiento preventivo de activos críticos

Área: Taller de mecanizado, taller industrial de confección y aula de cómputo

Tipo de mantenimiento: Preventivo

Responsable: Técnico de mantenimiento

Objetivo: Representar y analizar la secuencia de actividades necesarias para ejecutar una intervención de mantenimiento preventivo, identificando operaciones, inspecciones, desplazamientos, esperas y actividades de almacenamiento o disposición.

Simbología utilizada

Símbolo	Actividad	Descripción
○	Operación	Actividad que transforma, ajusta, limpia, lubrica o interviene directamente el activo.
□	Inspección	Verificación del estado, condición o funcionamiento del activo.
→	Transporte	Desplazamiento del técnico, herramientas, materiales o repuestos.
D	Demora	Tiempo durante el cual la actividad se encuentra detenida o en espera.
▽	Almacenamiento	Colocación o retiro de materiales, herramientas, repuestos o registros en un lugar determinado.

Cursograma analítico

N.º	Símbolo	Actividad	Tipo	Responsable	Tiempo estimado	Observación
1	→	Trasladarse al área donde se encuentra el activo	Transporte	Técnico de mantenimiento		Traslado desde el punto de trabajo
2	▽	Retirar herramientas y materiales necesarios	Almacenamiento	Técnico de mantenimiento		Preparación de recursos
3	□	Verificar identificación y condición inicial del activo	Inspección	Técnico de mantenimiento		Comprobar código y estado general
4	○	Desconectar o asegurar el equipo antes de intervenir	Operación	Técnico de mantenimiento		Aplicar condiciones de seguridad
5	○	Realizar limpieza técnica del activo	Operación	Técnico de mantenimiento		Retiro de polvo, residuos y suciedad
6	□	Inspeccionar componentes y elementos de seguridad	Inspección	Técnico de mantenimiento		Identificar desgaste o anomalías
7	○	Realizar lubricación de componentes móviles	Operación	Técnico de mantenimiento		Aplicar lubricante según requerimiento
8	○	Realizar ajustes de elementos mecánicos o eléctricos	Operación	Técnico de mantenimiento		Ajuste de conexiones y fijaciones
9	□	Verificar condiciones eléctricas y mecánicas	Inspección	Técnico de mantenimiento		Comprobar condiciones de operación

10	D	Esperar disponibilidad para realizar la prueba funcional	Demora	Técnico de mantenimiento		Solo cuando corresponda
11	○	Realizar prueba funcional del activo	Operación	Técnico de mantenimiento		Verificar funcionamiento
12	□	Comprobar resultado de la intervención	Inspección	Técnico de mantenimiento		Determinar condición final
13	○	Registrar las actividades ejecutadas	Operación	Técnico de mantenimiento		Completar checklist u orden de trabajo
14	→	Trasladar herramientas y materiales utilizados	Transporte	Técnico de mantenimiento		Retorno al área de almacenamiento
15	▽	Guardar herramientas y materiales restantes	Almacenamiento	Técnico de mantenimiento		Devolución de recursos
16	○	Cerrar la orden o registro de mantenimiento	Operación	Responsable de mantenimiento		Actualización del historial del activo

Resumen del cursograma

Tipo de actividad	Cantidad
Operaciones	8
Inspecciones	4
Transportes	2
Demoras	1
Almacenamientos	2

Total, de actividades	17
----------------------------------	-----------

Nota. Elaboración propia a partir de la secuencia propuesta para la ejecución del mantenimiento preventivo de los activos priorizados.

17. CONSIDERACIONES FINALES DEL PLAN

La implementación del presente Plan Integral de Gestión de Mantenimiento permitirá establecer una metodología organizada para la conservación de los activos institucionales, promoviendo una transición desde un enfoque reactivo hacia un modelo preventivo basado en planificación, control documental y evaluación mediante indicadores.

El seguimiento periódico del plan permitirá identificar oportunidades de mejora, optimizar recursos disponibles y fortalecer la confiabilidad de los equipos utilizados en las actividades académicas y técnicas de la Unidad Educativa Catorce de Julio JAE.

Anexo 5.

Formato de solicitud de mantenimiento y orden de trabajo

Campo	Información registrada
Número de OT	Identificador consecutivo de la orden de trabajo.
Fecha de emisión	Fecha en que se genera la orden.
Solicitud relacionada	Número de solicitud que originó la OT, si aplica.
Tipo de mantenimiento	Preventivo, correctivo o inspección.
Área	Ubicación del activo intervenido.
Código técnico del activo	Código asignado dentro del sistema.
Nombre del activo	Denominación del equipo, herramienta o infraestructura.
Descripción de la actividad o falla	Detalle de la intervención programada o condición reportada.
Responsable asignado	Persona encargada de ejecutar o coordinar la actividad.
Recursos utilizados	Materiales, repuestos, herramientas o insumos empleados.

Fecha de inicio	Fecha en que inicia la intervención.
Fecha de cierre	Fecha en que finaliza la actividad.
Estado de la OT	Abierta, en proceso, cerrada o pendiente.
Resultado de la intervención	Condición final del activo o actividad ejecutada.
Evidencia	Fotografía, firma, checklist o registro de cierre.
Observaciones	Información adicional para seguimiento.

Orden de trabajo de mantenimiento

N.º de OT	
Fecha de emisión	
N.º de solicitud relacionada	
Tipo de mantenimiento	Preventivo ☐ Correctivo ☐ Inspección ☐
Prioridad de atención	Alta ☐ Media ☐ Baja ☐
Estado de la OT	Abierta ☐ En proceso ☐ Cerrada ☐ Pendiente ☐

Área	
Código técnico del activo	
Código patrimonial, si aplica	
Nombre del activo	
Descripción de la actividad o falla reportada	
Responsable asignado	
Fecha programada de atención	
Fecha de inicio	
Fecha de cierre	
Recursos utilizados	
Herramientas empleadas	
Repuestos o materiales utilizados	
Actividades ejecutadas	
Resultado de la intervención	Activo operativo ☐ Activo operativo con restricción ☐ Activo fuera de servicio ☐ Requiere nueva intervención ☐

Evidencia de cierre	Fotografía ☐ Firma ☐ Checklist ☐ Registro técnico ☐ Otro ☐
Responsable de ejecución	
Firma del responsable	
Validado por	
Firma de validación	
Observaciones finales	

Criterios para el estado de la orden de trabajo

Estado	Descripción
Abierta	La orden fue generada, pero aún no inicia la intervención.
En proceso	La actividad fue asignada y se encuentra en ejecución.
Pendiente	La intervención no pudo cerrarse por falta de recursos, repuestos, autorización o apoyo externo.
Cerrada	La actividad fue ejecutada, validada y cuenta con evidencia de cierre.

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 6.

Formato de historial de mantenimiento por activo

Campo	Información registrada
Código técnico del activo	Código normalizado asignado dentro del sistema.
Código patrimonial	Código existente en el inventario institucional, si aplica.
Nombre del activo	Denominación del equipo, herramienta o infraestructura.
Área	Ubicación del activo.
Sistema técnico	Clasificación técnica del activo.
Criticidad	Alta, media o baja.
Prioridad diagnóstica	Prioridad 1, 2 o 3.
Fecha de intervención	Día, mes y año en que se realizó la intervención.
N.º de orden de trabajo	Número de OT asociada a la intervención.
Tipo de mantenimiento	Preventivo, correctivo o inspección.

Descripción de la falla o actividad	Detalle de la condición reportada o actividad ejecutada.
Actividad realizada	Acción de mantenimiento aplicada al activo.
Responsable de ejecución	Persona o área que realizó la intervención.
Recursos utilizados	Repuestos, herramientas, materiales o insumos empleados.
Resultado de la intervención	Condición final del activo después de la atención.
Estado final del activo	Operativo, operativo con restricción, fuera de servicio o pendiente.
Evidencia de cierre	Fotografía, firma, checklist, registro técnico u otro soporte.
Observaciones	Información adicional relevante para futuras intervenciones.

Registro de intervenciones

N.º	Fecha de intervención	N.º de OT	Tipo de mantenimiento	Descripción de falla o actividad	Actividad realizada	Responsable	Recursos utilizados	Resultado	Estado final	Evidencia	Observaciones
1			Preventivo ☐ Correctivo ☐ Inspección ☐						Operativo ☐ Operativo con restricción ☐ Fuera de servicio ☐ Pendiente ☐		
2			Preventivo ☐ Correctivo ☐ Inspección ☐						Operativo ☐ Operativo con restricción ☐ Fuera de servicio ☐ Pendiente ☐		

3			Preventivo ☐ Correctivo ☐ Inspección ☐						Operativo ☐ Operativo con restricción ☐ Fuera de servicio ☐ Pendiente ☐		
4			Preventivo ☐ Correctivo ☐ Inspección ☐						Operativo ☐ Operativo con restricción ☐ Fuera de servicio ☐ Pendiente ☐		
5			Preventivo ☐ Correctivo ☐ Inspección ☐						Operativo ☐ Operativo con restricción ☐ Fuera de servicio ☐ Pendiente ☐		

Anexo 7.

Matriz de indicadores de control del mantenimiento

N.º	Indicador	Fórmula	Fuente de datos	Responsable de medición	Frecuencia de medición	Meta proyectada	Finalidad
1	Cumplimiento del mantenimiento preventivo	Actividades preventivas ejecutadas / actividades preventivas programadas $\times$ 100	Plan de mantenimiento preventivo, órdenes de trabajo cerradas y registros de inspección	Encargado de mantenimiento / responsable del área	Mensual	$\geq 80\%$ durante la etapa inicial del sistema	Medir el grado de cumplimiento de las actividades preventivas programadas.
2	Cierre de órdenes de trabajo	Órdenes de trabajo cerradas / órdenes de trabajo generadas $\times$ 100	Registro de órdenes de trabajo	Encargado de mantenimiento / autoridad responsable	Mensual	$\geq 85\%$ de órdenes cerradas	Evaluar la capacidad de atención, seguimiento y cierre de actividades de mantenimiento.

3	Activos con ficha técnica	Activos con ficha técnica / activos registrados $\times$ 100	Inventario técnico y fichas técnicas de activos	Encargado de mantenimiento / responsable documental	Trimestral	100% de activos de prioridad diagnóstica 1	Medir el avance de la documentación técnica individual de los activos.
4	Activos codificados	Activos codificados / activos registrados $\times$ 100	Inventario técnico codificado	Encargado de mantenimiento / responsable documental	Trimestral	100% de activos seleccionados para el sistema	Controlar la normalización e identificación técnica de los activos registrados.
5	Fallas recurrentes por activo	Número de fallas repetidas por activo en un periodo definido	Historial de mantenimiento y órdenes de trabajo correctivas	Encargado de mantenimiento / responsable del área	Trimestral	Identificar activos con más de 2 fallas repetidas en el periodo	Detectar activos con comportamiento problemático y orientar acciones preventivas o correctivas.

Anexo 8.

Instrumento de validación de juicio de experto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa "Catorce de Julio JAE"

Objetivo del instrumento

El presente instrumento tiene como finalidad recoger la valoración técnica de especialistas y actores institucionales sobre la propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) diseñada en el presente trabajo de titulación. La validación no evalúa resultados de una implementación real, dado que el sistema no ha sido puesto en operación; evalúa la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica y organización documental de la propuesta como tal.

Instrucciones

Lea la descripción de cada criterio y asigne una calificación de 1 a 5 marcando con una X la casilla correspondiente, de acuerdo con la escala de valoración. Al final del documento encontrará un espacio para observaciones o sugerencias de mejora.

Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / Nivel muy bajo
2	En desacuerdo / Nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Nivel medio
4	De acuerdo / Nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / Nivel muy alto

Datos del experto

Nombre completo:	Ana Verónica Cerna Sandoval
Cargo / función institucional:	Docente - Encargado- Taller de Computo.
Institución:	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE
Años de experiencia:	26 años
Fecha:	14/07/2026

Matriz de valoración de la propuesta

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
1	Pertinencia	El sistema de gestión de mantenimiento propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.					X
2	Claridad	La estructura, los formatos y los procedimientos del sistema propuesto están redactados y organizados de forma comprensible para el personal institucional.					X

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

Observaciones y sugerencias

Se considera que la propuesta es técnicamente viable y aplicable en la institución.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Sí, con observaciones


Firma del experto



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa "Catorce de Julio JAE"

Objetivo del instrumento

El presente instrumento tiene como finalidad recoger la valoración técnica de especialistas y actores institucionales sobre la propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) diseñada en el presente trabajo de titulación. La validación no evalúa resultados de una implementación real, dado que el sistema no ha sido puesto en operación; evalúa la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica y organización documental de la propuesta como tal.

Instrucciones

Lea la descripción de cada criterio y asigne una calificación de 1 a 5 marcando con una X la casilla correspondiente, de acuerdo con la escala de valoración. Al final del documento encontrará un espacio para observaciones o sugerencias de mejora.

Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / Nivel muy bajo
2	En desacuerdo / Nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Nivel medio
4	De acuerdo / Nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / Nivel muy alto

Datos del experto

Nombre completo:	Edison Wladimir Caillagua Robayo
Cargo / función institucional:	Docente- Encargado- Taller de Mecanizado.
Institución:	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE
Años de experiencia:	20 años
Fecha:	14/07/2026

Matriz de valoración de la propuesta

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
1	Pertinencia	El sistema de gestión de mantenimiento propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.					X
2	Claridad	La estructura, los formatos y los procedimientos del sistema propuesto están redactados y organizados de forma comprensible para el personal institucional.					X

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

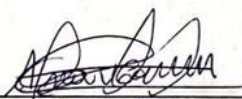
Observaciones y sugerencias

Se considera que la propuesta es técnicamente viable y aplicable en la institución.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Sí, con observaciones


Firma del experto



N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

Observaciones y sugerencias

El sistema propuesto es pertinente y de fácil comprensión para el personal de la institución. Su implementación permitirá mejorar la planificación, el control y el registro de las actividades de mantenimiento, favoreciendo la conservación de los activos institucionales.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Si, con observaciones


 Firma del experto



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa "Catorce de Julio JAE"

Objetivo del instrumento

El presente instrumento tiene como finalidad recoger la valoración técnica de especialistas y actores institucionales sobre la propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) diseñada en el presente trabajo de titulación. La validación no evalúa resultados de una implementación real, dado que el sistema no ha sido puesto en operación; evalúa la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica y organización documental de la propuesta como tal.

Instrucciones

Lea la descripción de cada criterio y asigne una calificación de 1 a 5 marcando con una X la casilla correspondiente, de acuerdo con la escala de valoración. Al final del documento encontrará un espacio para observaciones o sugerencias de mejora.

Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / Nivel muy bajo
2	En desacuerdo / Nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Nivel medio
4	De acuerdo / Nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / Nivel muy alto

Datos del experto

Nombre completo:	Edison Wladimir Caillagua Robayo
Cargo / función institucional:	Docente- Encargado- Taller de Mecanizado.
Institución:	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE
Años de experiencia:	20 años
Fecha:	14/07/2026

Matriz de valoración de la propuesta

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
1	Pertinencia	El sistema de gestión de mantenimiento propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.					X
2	Claridad	La estructura, los formatos y los procedimientos del sistema propuesto están redactados y organizados de forma comprensible para el personal institucional.					X

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

Observaciones y sugerencias

El sistema propuesto es pertinente y de fácil comprensión para el personal de la institución. Su implementación permitirá mejorar la planificación, el control y el registro de las actividades de mantenimiento, favoreciendo la conservación de los activos institucionales.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Sí, con observaciones


Firma del experto



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa "Catorce de Julio JAE"

Objetivo del instrumento

El presente instrumento tiene como finalidad recoger la valoración técnica de especialistas y actores institucionales sobre la propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) diseñada en el presente trabajo de titulación. La validación no evalúa resultados de una implementación real, dado que el sistema no ha sido puesto en operación; evalúa la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica y organización documental de la propuesta como tal.

Instrucciones

Lea la descripción de cada criterio y asigne una calificación de 1 a 5 marcando con una X la casilla correspondiente, de acuerdo con la escala de valoración. Al final del documento encontrará un espacio para observaciones o sugerencias de mejora.

Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / Nivel muy bajo
2	En desacuerdo / Nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Nivel medio
4	De acuerdo / Nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / Nivel muy alto

Datos del experto

Nombre completo:	Paola Belen Ilaquiche Llano
Cargo / función institucional:	Docente- Encargado- Taller de la Confección.
Institución:	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE
Años de experiencia:	15 años
Fecha:	14/07/2026

Matriz de valoración de la propuesta

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
1	Pertinencia	El sistema de gestión de mantenimiento propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.					X
2	Claridad	La estructura, los formatos y los procedimientos del sistema propuesto están redactados y organizados de forma comprensible para el personal institucional.					X

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

Observaciones y sugerencias

El sistema propuesto es pertinente y de fácil comprensión para el personal de la institución. Su implementación permitirá mejorar la planificación, el control y el registro de las actividades de mantenimiento, favoreciendo la conservación de los activos institucionales.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Sí, con observaciones



Firma del experto



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa "Catorce de Julio JAE"

Objetivo del instrumento

El presente instrumento tiene como finalidad recoger la valoración técnica de especialistas y actores institucionales sobre la propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) diseñada en el presente trabajo de titulación. La validación no evalúa resultados de una implementación real, dado que el sistema no ha sido puesto en operación; evalúa la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica y organización documental de la propuesta como tal.

Instrucciones

Lea la descripción de cada criterio y asigne una calificación de 1 a 5 marcando con una X la casilla correspondiente, de acuerdo con la escala de valoración. Al final del documento encontrará un espacio para observaciones o sugerencias de mejora.

Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / Nivel muy bajo
2	En desacuerdo / Nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Nivel medio
4	De acuerdo / Nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / Nivel muy alto

Datos del experto

Nombre completo:	Jonny Patricio Hinojosa Mena
Cargo / función institucional:	Docente- Encargado- Taller de Industria de la Confección.
Institución:	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE
Años de experiencia:	30 años
Fecha:	14/07/2026

Matriz de valoración de la propuesta

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
1	Pertinencia	El sistema de gestión de mantenimiento propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.					X
2	Claridad	La estructura, los formatos y los procedimientos del sistema propuesto están redactados y organizados de forma comprensible para el personal institucional.					X

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

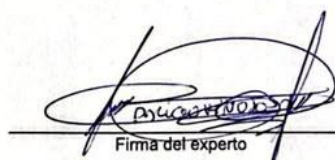
Observaciones y sugerencias

El sistema propuesto es pertinente y de fácil comprensión para el personal de la institución. Su implementación permitirá mejorar la planificación, el control y el registro de las actividades de mantenimiento, favoreciendo la conservación de los activos institucionales.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Sí, con observaciones


Firma del experto



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos e infraestructura de la Unidad Educativa "Catorce de Julio JAE"

Objetivo del instrumento

El presente instrumento tiene como finalidad recoger la valoración técnica de especialistas y actores institucionales sobre la propuesta de Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) diseñada en el presente trabajo de titulación. La validación no evalúa resultados de una implementación real, dado que el sistema no ha sido puesto en operación; evalúa la pertinencia, claridad, aplicabilidad, factibilidad técnica y organización documental de la propuesta como tal.

Instrucciones

Lea la descripción de cada criterio y asigne una calificación de 1 a 5 marcando con una X la casilla correspondiente, de acuerdo con la escala de valoración. Al final del documento encontrará un espacio para observaciones o sugerencias de mejora.

Escala de valoración

Valor	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo / Nivel muy bajo
2	En desacuerdo / Nivel bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Nivel medio
4	De acuerdo / Nivel alto
5	Totalmente de acuerdo / Nivel muy alto

Datos del experto

Nombre completo:	Marcia Amparito Medina Toscano
Cargo / función institucional:	Docente- Encargado - Centro de Computo.
Institución:	Unidad Educativa 14 de Julio - JAE
Años de experiencia:	28 años
Fecha:	14/07/2026

Matriz de valoración de la propuesta

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
1	Pertinencia	El sistema de gestión de mantenimiento propuesto responde a las necesidades reales de la institución y a las brechas identificadas en el diagnóstico.					X
2	Claridad	La estructura, los formatos y los procedimientos del sistema propuesto están redactados y organizados de forma comprensible para el personal institucional.					X

N°	Criterio	Descripción	1	2	3	4	5
3	Aplicabilidad	Los formatos, criterios y procedimientos diseñados pueden emplearse en el contexto real de la institución sin requerir recursos inexistentes.					X
4	Factibilidad técnica	El sistema propuesto es técnicamente coherente con la naturaleza de los activos, las áreas de estudio y la capacidad operativa de la institución.					X
5	Organización documental	Los bloques del sistema (inventario, codificación, fichas técnicas, plan preventivo, órdenes de trabajo, historial e indicadores) están integrados de forma lógica y trazable entre sí.					X
6	Contribución a la mitigación de riesgos de SSO	La implementación del sistema propuesto contribuiría a reducir condiciones de riesgo latente en la seguridad y salud ocupacional de las áreas evaluadas.					X
7	Facilidad de implementación	El sistema propuesto puede ser adoptado por la institución con los recursos humanos y materiales actualmente disponibles.					X

Observaciones y sugerencias

El sistema propuesto es pertinente y de fácil comprensión para el personal de la institución. Su implementación permitirá mejorar la planificación, el control y el registro de las actividades de mantenimiento, favoreciendo la conservación de los activos institucionales.

Valoración global de viabilidad

Considerando el conjunto de la propuesta, ¿la considera técnicamente viable para su aplicación institucional?

(X) Sí () No () Sí, con observaciones


Firma del experto

