



IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL SERVICIO DE TRANSPORTE UNIVERSITARIO

Jonny Luis Gálvez Blanco



Instituto Latinoamericano de Altos Estudios

Implementación de un plan de
mantenimiento para optimizar
el servicio de transporte
universitario

INSTITUTO
LATINOAMERICANO
DE ALTOS ESTUDIOS

Jonny Luis Gálvez Blanco

[jgalvezb@continental.edu.pe]

ORCID [<https://orcid.org/0000-0003-0499-560x>]

Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Maestro en Educación con mención en Docencia en Educación Superior de la Universidad Continental. Maestro en Ingeniería Mecánica con mención en Mantenimiento y la Sostenibilidad de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Docente Auxiliar, Facultad de Ingeniería Mecánica – UNCP (marzo 2009 - diciembre 2015). Docente Auxiliar TC, Estudios Generales Ciencias, Universidad Continental (agosto 2015 - diciembre 2023).

Implementación de un plan de
mantenimiento para optimizar
el servicio de transporte
universitario

Jonny Luis Gálvez Blanco

INSTITUTO
LATINOAMERICANO
DE ALTOS ESTUDIOS

Queda prohibida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o una parte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos, mediante el sistema de “doble ciego”, requisito para la indexación en la Web of Science de Clarivate (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 4.0 Unported License.



ISBN 978-628-7661-24-0

© Jonny Luis Gálvez Blanco, 2024

© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2024

Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra
Cra. 18 # 39A-46, Teusaquillo, Bogotá, Colombia
PBX: (571) 601 232-3705
www.ilae.edu.co

Diseño de carátula y composición: Harold Rodríguez Alba
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 601 323-2181
editorialmilla@telmex.net.co

Editado en Colombia
Published in Colombia

Contenido

INTRODUCCIÓN	13
<hr/>	
CAPÍTULO PRIMERO	
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO:	
CONCEPTOS, INDICADORES Y TIPOS	15
I. ¿Qué es el mantenimiento?	15
A. Objetivos	16
B. Responsabilidades	17
II. ¿Qué es la gestión del mantenimiento?	18
III. Procesos de la gestión de mantenimiento	19
A. Planificación	19
B. Organización	20
1. Diagrama de flujo	20
C. Ejecución	21
IV. Indicadores de la gestión de mantenimiento	22
A. Características de los indicadores	22
B. Parámetros para el cálculo de indicadores	24
1. Disponibilidad	24
2. Confiabilidad	24
3. Mantenibilidad	24
V. Modelo de gestión de mantenimiento	25
VI. Estrategias de mantenimiento	27
A. Mantenimiento reactivo	27
B. Mantenimiento preventivo	28
C. Mantenimiento predictivo	30
D. Mantenimiento proactivo	30
VII. Gestión de mantenimiento en universidades	31
<hr/>	
CAPÍTULO SEGUNDO	
SERVICIO DE TRANSPORTE UNIVERSITARIO:	
MOVILIDAD SEGURA Y BUENAS PRÁCTICAS	33
I. El transporte: concepto y características	33
II. Normativa peruana sobre el servicio de transporte universitario	35
III. Movilidad segura y sostenible	35
IV. Problemáticas sobre la gestión del transporte universitario	36
V. Buenas prácticas internacionales de gestión de transporte universitario	36

CAPÍTULO TERCERO**ALGUNOS ESTUDIOS PREVIOS SOBRE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO Y SERVICIOS DE TRANSPORTE
EN UNIVERSIDADES**

39

CAPÍTULO CUARTO**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
DE UNA UNIVERSIDAD PERUANA PARA MEJORAR
EL SERVICIO DE TRANSPORTE**

	45
I. Planteamiento del problema	45
II. Problema del estudio	48
A. Problema general	48
B. Problemas específicos	48
III. Objetivos del estudio	48
A. Objetivo general	48
B. Objetivos específicos	48
IV. Justificación	49
V. Población y muestra	49
VI. Diseño y tipo de estudio	50
VII. Técnicas e instrumentos para recolectar datos	50
VIII. Diagnóstico preliminar y actualizado de la situación de la universidad peruana: características de su mantenimiento	51
A. Flota de transporte	51
B. Unidad de Mantenimiento	55
C. Diagnóstico de un inadecuado mantenimiento	56
D. Misión, visión y objetivos de la unidad de mantenimiento	58
E. Estructura organizativa	58
F. Requerimientos e implementación de sedes	60
G. Rutas y paraderos	63
H. Logística y servicios generales	67
IX. Propósito de mantenimiento (unidad)	68
X. Resultados del estudio	69
A. Mantenimiento correctivo	69
B. Formulario para mantenimiento correctivo	70
C. Procedimiento para el mantenimiento correctivo	71
D. Registro de actividades de las unidades de transporte	73
E. Sistemas que conforman la flota	75
F. Asignación de códigos de fallas	77
G. Mantenimiento preventivo: frecuencia, tipos y actividades	79
H. Indicadores para la unidad de mantenimiento universitaria	90
Conclusiones	97
Sugerencias	97

CAPÍTULO QUINTO

REFLEXIONES EN TORNO A LA IMPORTANCIA
DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN ORGANIZACIONES 99

REFERENCIAS 101

Índice de tablas

TABLA 1.	Rutas largas y locales para movilización de universitarios	64
TABLA 2.	Rutas cortas y locales	65
TABLA 3.	Lista de paraderos identificados	67
TABLA 4.	Registro de mantenimientos correctivos	70
TABLA 5.	Procedimiento para el Sistema de Mantenimiento Correctivo	72
TABLA 6.	Registro histórico	74
TABLA 7.	Codificación de fallas por unidad	77
TABLA 8.	Siglas de codificación de fallas por sistema	78
TABLA 9.	Siglas de codificación de fallas por subsistema	78
TABLA 10.	Siglas de codificación de fallas	79
TABLA 11.	Cronograma de actividades por semanas de las rutinas A y B	83
TABLA 12.	Cronograma por meses de las rutinas C y D	85
TABLA 13.	Registro de mantenimientos preventivos	85
TABLA 14.	Procedimiento para el Sistema de Mantenimiento Preventivo	88
TABLA 15.	Ejecución de los programas de mantenimiento	91
TABLA 16.	Índice de confiabilidad	92
TABLA 17.	Índice de mantenibilidad	93
TABLA 18.	Índice de disponibilidad	94
TABLA 19.	Tasa de mantenimiento preventivo	95
TABLA 20.	Tasa de mantenimiento correctivo	96
TABLA 21.	Tasa de mantenimiento programado	97

Índice de figuras

FIGURA 1.	Ciclo de trabajo de mantenimiento	26
FIGURA 2.	Evolución del mantenimiento	27
FIGURA 3.	Modelo rosa de Mitsubishi Fuso	52
FIGURA 4.	Medidas internas del modelo Fuso	52
FIGURA 5.	Especificaciones técnicas del modelo Fuso	53
FIGURA 6.	Modelo de la marca Hyundai	54
FIGURA 7.	Especificaciones técnicas del modelo Hyundai	54
FIGURA 8.	Identificación gráfica de un mantenimiento inadecuado	57
FIGURA 9.	Estructura orgánica de la Universidad Juan Santos Atahualpa	59
FIGURA 10.	Organigrama de la Dirección General de Administración de la UNICSCJSA	60
FIGURA 11.	Distancias y tiempos entre las sedes de la UNISCJSA	62
FIGURA 12.	Identificación de paraderos	67
FIGURA 13.	Flujograma de mantenimiento correctivo	71
FIGURA 14.	Diagrama de flujo para ejecutar el mantenimiento correctivo	72
FIGURA 15.	Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo	87

Introducción

El mantenimiento referido como actividad, ha tenido diferentes conceptos y definiciones en los últimos años. En general, no solo se trata de una actividad, sino de una herramienta que posibilite el funcionamiento prolongado de las máquinas, mecanismos y equipamientos con el fin de garantizar su operatividad y funcionalidad.

Así pues, la gestión del mantenimiento implica realizar tareas complejas porque la calidad es importante. Esta gestión incluye las fases de planificación, organización, dirección y control, que al desarrollarlas como un proceso aseguran la eficacia y eficiencia de la gestión.

Por esto, en el Perú es esencial gestionar un plan de mantenimiento que apoye y optimice el transporte de estudiantes universitarios. Y en el estudio de caso, se propone un plan que permite reducir costos, diseñar y mejorar de manera progresiva las operaciones, extender la vida útil de los buses e impedir paradas no programadas. Al adquirir experiencia sobre los pasos a seguir cuando se produce un error inesperado, se podrá decidir los procedimientos de trabajo y resolver los problemas de forma rápida y efectiva.

Para tal fin, este libro se estructura en cinco capítulos, donde el primero contiene los conceptos, estrategias y otros componentes relacionados con la gestión del mantenimiento. Respecto al capítulo segundo, se detalló sobre el transporte universitario y algunas universidades en las que se implementó la gestión de mantenimiento.

En el capítulo tercero, se mencionaron algunas investigaciones relacionadas con la temática de gestión de mantenimiento y el transporte en las universidades.

En cuanto al capítulo cuarto, que se centra en el estudio de caso, se identifican las métricas de mantenimiento que ayudan a evaluar la operación y eficacia de las actividades relacionadas. La evaluación y el diagnóstico, así como las sugerencias de procesos de mantenimientos correctivos también se vincula con los objetivos desarrollados. La gestión de mantenimiento es primordial para registrar la información y facilitar la organización y planificación de las actividades respecto al servicio de transporte universitario.

Y por último, en el capítulo quinto se detalló sobre la importancia de que una organización cuente con una buena gestión de mantenimiento.

Gestión de mantenimiento: conceptos, indicadores y tipos

I. ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

CASTILLO *et al.*¹, consideran que el mantenimiento es la agrupación de actividades que preservan sistemas y maquinarias en buenas condiciones para realizar su función prevista.

De acuerdo con PÉREZ², hace referencia a un conjunto de medidas técnicas y organizativas que se establecen previamente, para mantener la funcionalidad del equipo y conservar las máquinas en estupendas condiciones durante un periodo prolongado.

- 1 RICARDO CASTILLO, ANA TERESA PRIETO y EGILDE ZAMBRANO. “Elementos de la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas”, *Negotium*, vol. 9, n.º 25, 2013, pp. 55 a 85, disponible en [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78228410004>].
- 2 FÉLIX ANTONIO PÉREZ RONDÓN. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*, Bucaramanga, Colombia, Universidad Santo Tomás, 2021, disponible en [<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>].

De otro lado, GONZÁLEZ *et al.*³ afirman que se trata de fases que consideran el estado óptimo de un servicio o maquinaria para mejorar de manera significativa un proceso, enfatizando la calidad como una táctica de desarrollo que se puede aplicar a la gestión del mantenimiento según su tipo.

Para MONTILLA⁴, no se considera como una tarea estacionaria que se planifica y ejecuta de forma ilimitada; antes bien, es una actividad dinámica que requiere revisión, cambio y mejora continua. Es parte de la producción y abarca todas las áreas funcionales de una empresa.

Por otro lado, NAVARRO⁵ arguye que consiste de estrategias orientadas a controlar los activos de productividad de manera proactiva, lo cual asegura una mayor eficiencia con costos mínimos y mejor extensión de tiempos.

A. Objetivos

Su principal objetivo se centra en asegurar la disponibilidad planificada y la fiabilidad de las funciones necesarias, cumplir con los requisitos del sistema de calidad empresarial y con la normativa de seguridad y ambiental para así obtener mayores beneficios. De esta manera se garantiza la competitividad de las empresas⁶.

En ese marco, se considera el mantenimiento como un sistema que posee recursos esenciales para efectuar un conjunto de actividades

- 3 JESÚS VICENTE GONZÁLEZ SOSA, JESÚS LOYO QUIJADA, MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ ONTIVEROS, PEDRO PÉREZ MONTOYA Y ALFREDO CRUZ HERNÁNDEZ. “Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE”, *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 17, n.º 3, 2018, pp. 209 a 226, disponible en [<https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923>].
- 4 CARLOS ALBERTO MONTILLA MONTAÑA. *Mantenimiento industrial y su administración*, Pereira, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira, 2019, disponible en [<https://core.ac.uk/download/288157713.pdf>].
- 5 CLAUDIO CESAR NAVARRO JIMÉNEZ. “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país - Arequipa 2021” (tesis de pregrado), Arequipa, Perú, Universidad Continental, 2022, disponible en [<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11458>].
- 6 PABLO VIVEROS, RAÚL STEGMAIER, FREDY KRISTJANPOLLER, LUIS BARBERA Y ADOLFO CRESPO. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 21, n.º 1, 2013, pp. 125 a 138, disponible en [<https://revistas.uta.cl/pdf/1871/art11.pdf>].

que resulten en equipos eficaces y estables, lo que permite reconocer sus elementos y vínculos.

Por lo tanto, el mantenimiento debe ser planificado, que incluya la prevención, ejecución y programación de actividades; organizado, que integre diseños realizados según estándares de control y tiempo; y controlado, que constituya la mano de obra, el inventario, el costo y la calidad.

En el ámbito industrial, el objetivo del mantenimiento se enfoca en la calidad de los equipos que cuenten con una fiabilidad alta y con bajos costos⁷. Por ende, se requiere:

- Mantener el equipo en óptimas condiciones
- Reducir paradas y emergencias
- Disminuir costos
- Brindar calidad de equipos

B. Responsabilidades

De acuerdo con ANAGUANO⁸, en el mantenimiento se debe tener en cuenta que:

- Se determinan tanto normas como procesos a seguir según el reglamento interno y externo de las empresas. En otras palabras, se elabora un “manual de procedimientos”.

7 JULIO GARCÍA SIERRA, JAVIER CÁRCEL CARRASCO y JUVENAL MENDOZA VALENCIA. “Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia”, *3C Tecnología, Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 8, n.º 2, 2019, pp. 50 a 67, disponible en [https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-3-1.pdf].

8 ROBERTO ALONSO ANAGUANO LAMIÑA. “Modelo de un plan de mantenimiento basado en procesos para el área de Preparación Hilatura. Caso Empresa Vicunha Ecuador” (tesis de maestría), Quito, Universidad Andina Simón Bolívar, 2018, disponible en [<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6344?mode=full>].

- Brindar personal para un apropiado soporte de mantenimiento.
- Planificar y programar el trabajo para disminuir el tiempo de inactividad del equipo, garantizar reparaciones y la distribución justa de trabajo.
- Crear procedimientos para disminuir la cantidad de reparaciones.
- Cambiar la manera de intercambiar información entre grupos de operadores.

II. ¿QUÉ ES LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO?

Como lo expresa PAREJA⁹, consta de un conjunto de acciones que se ajustan a las políticas de la empresa, las cuales necesitan considerar los costes de mantenimiento, la mano de obra y el almacenamiento para impulsar una gestión óptima.

Esta gestión utiliza una variedad de disciplinas, métodos y mejores condiciones con el objetivo de optimizar el ciclo de vida de los equipos, costos, rendimiento, riesgos, disponibilidad, confiabilidad, regulaciones ambientales y de seguridad, potencial humano¹⁰. Entonces, los modelos de gestión deben incluir las estrategias, políticas y medidas del negocio.

9 BERTOLT HEINZ PAREJA DAZA. "Propuesta para la mejora de la gestión de mantenimiento de una empresa de curtido de pieles - Arequipa 2019" (tesis de pregrado), Arequipa, Perú, Universidad Católica Santa María, 2020, disponible en [<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10332>].

10 MAIRA GASCA, LUIS CAMARGO y BYRON MEDINA. "Gestión del mantenimiento para la confiabilidad operacional", *Revista Espacios*, vol. 41, n.º 47, 2020, pp. 250 a 261, disponible en [<https://www.revistaespacios.com/a20v41n47/20414718.html>].

III. PROCESOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

A. Planificación

De acuerdo con PÉREZ¹¹, la planificación se define como un conjunto de actividades que se llevan a cabo con el propósito de realizar mantenimiento de tal manera que se minimicen las paradas tanto planificadas como no planificadas, así también se aumente y se mejore la productividad de los equipos industriales.

También es esencial señalar que la planificación es una herramienta de gestión de suma importancia para cualquier organización, por lo que se aplica en todos los niveles jerárquicos de la misma. La meta de la planificación es que se cumplan y alcancen los objetivos corporativos e incrementar su consecución.

Se utiliza para establecer la base que permita cuantificar los productos globales, así como áreas y departamentos individuales y, por extensión, es una oportunidad para capacitar a todos los empleados de una empresa, incluida la alta dirección.

En este proceso es indispensable que las organizaciones consideren lo siguiente:

- Determinar con precisión el tiempo para cada plan.
- Especificar qué departamento, área o parte de la organización se requiere planificar.
- Tomar en cuenta la exactitud y flexibilidad para adaptarse al entorno, la lógica asociada a los datos analizados, el rendimiento y la simplicidad de ejecución, de manera cuantitativa y cualitativa.
- Implicar a todos los niveles directivos.
- Que exista compromiso, apoyo y creación de redes efectivas y responsabilidad por parte de la alta dirección y de todos los niveles.

11 PÉREZ RONDÓN. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*, cit.

B. Organización

Se refiere a un proceso que permite la distribución apropiada de los recursos asignados y utilizados para efectuar determinadas actividades¹².

Entre los principios básicos a tener en cuenta, y que forman la base de una buena organización se encuentran:

- La meta
- Características específicas
- Jerarquía
- Responsabilidad y autoridad
- Respetar la cadena de mando
- Distribución
- Control eficaz
- Continuidad

1. Diagrama de flujo

Se usa para representar procesos de manera gráfica; suelen emplearse símbolos para cada paso, así como secuencias de ejecución con conectores y flechas, las cuales unen puntos de inicio y finalización¹³.

En cuanto a los tipos de símbolos utilizados para esquematizar procesos, se encuentran:

- *Elipse*: se usa al empezar y culminar el diagrama.

12 Ídem.

13 HERNANDO PLAZAS. *Diseño de procesos*, Bogotá, Fundación Universitaria del Área Andina, 2017, disponible en [<https://core.ac.uk/download/pdf/326423726.pdf>].

- *Rectángulo*: se refiere a una actividad que simboliza la realización de una o más tareas.
- *Rombo*: significa que se toman decisiones, se hacen preguntas.
- *Círculo*: utilizado como conector, representa un vínculo entre las actividades de un procedimiento.
- *Triángulo*: simboliza archivos temporales, es decir, otorga un tiempo para almacenar dichos documentos.
- *Triángulo invertido*: representa un archivo establecido, es decir, se almacena de manera permanente.

C. Ejecución

De acuerdo con MONTILLA¹⁴, esta actividad es considerada operativa ya que se debe hacer cargo de la limpieza, lubricación, cambio, reparación y modificación de los equipos que se utilizan durante el ciclo productivo de la empresa. Aquí se efectúan las funciones designadas a cada responsable, técnico y personal en el plan de mantenimiento.

Por su parte, PÉREZ¹⁵ indica que la ejecución del mantenimiento preventivo requiere de la consideración de ciertos factores, tales como:

- Manual de gestión establecido
- Procesos de trabajo definidos
- Instrucciones técnicas y de funcionamiento ya creadas
- Orden de trabajo diseñado
- Mantener registros administrativos y de mantenimiento
- Contar con permisos de trabajo

14 MONTILLA MONTAÑA. *Mantenimiento industrial y su administración*, cit.

15 PÉREZ RONDÓN. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*, cit.

- Tramitar el registro de las condiciones laborales

IV. INDICADORES DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Son aquellos que, usados de manera adecuada, brindan oportunidades para la mejora continua en el desarrollo de métodos de mantenimiento específicos.

De acuerdo con MARTÍNEZ y CARBONELL¹⁶, el sistema de indicadores implementado permite evaluar la unidad de mantenimiento y medir la efectividad o eficiencia de las actividades y procesos, lo que significa que se pueden lograr mejores resultados en la gestión del mantenimiento. Los resultados de estos indicadores se utilizan para comparar los valores de referencia y, así, tomar acciones correctivas y de mejora según sea necesario.

Cabe precisar que los indicadores se adaptan a cada actividad o proceso que se realiza como parte de la gestión de mantenimiento, ya que aplicar un indicador incorrecto puede generar resultados equivocados y la decisión puede afectar el funcionamiento de la unidad. Por tanto, su diseño debe ser exacto.

A. Características de los indicadores

Antes de puntualizar las características de los indicadores de la gestión de mantenimiento, o conocidos como KPI¹⁷, se debe resaltar que los gerentes de mantenimiento que quieran mejorar el desempeño de las áreas que supervisan deben medir la evolución de su trabajo, cuestionarse cuáles son esos indicadores y qué determina si un área empresarial funciona de manera favorable o errada¹⁸.

16 MARLE CECILIA MARTÍNEZ RAMÍREZ y DILÚ VIRGINIA CARBONELL SOTO. "Indicadores de gestión de mantenimiento en empresas de servicio petrolero", *Ingeniería y sus alcances, Revista de Investigación*, vol. 4, n.º 9, 2020, pp. 143 a 162, disponible en [<https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/63>].

17 DIEGO GALAR PASCUAL, LUIS BERGES MURO, MARÍA PILAR LAMBÁN CASTILLO y BERNARDO TORMOS MARTÍNEZ. "La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPI's financieros", *DYNA*, vol. 81, n.º 184, 2014, pp. 102 a 109, disponible en [<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4681277>].

18 ANDRÉS ROJAS SÁNCHEZ. "Implementación de indicadores de

Entre las características de los indicadores se encuentran:

- *Tipo de indicador*: es necesario establecer el tipo de indicador (eficiencia, eficacia, economía, calidad, entre otros) para aplicar un sistema de indicadores de mantenimiento.
- *Nombre del indicador*: se debe vincular con la variable, actividad, tarea o proceso y debe ser apropiado para lo que se desea evaluar u optimizar.
- *Planteamiento matemático*: se requiere generar fórmulas para calcular cada indicador.
- *Unidad de medida*: la expresión del planteamiento matemático será representado en valores absolutos o porcentuales.
- *Objetivo estratégico*: se debe definir el propósito de los indicadores y lo que se quiere evaluar, mejorar y analizar.
- *Responsabilidades*: al establecer los indicadores siempre es necesario colocar el nombre del responsable.
- *Frecuencia de medición*: sugerir con qué frecuencia se usan los indicadores para evaluar los procesos de gestión.
- *Meta del indicador*: el propósito de cada indicador debe ser específico, cuantificar lo que la empresa quiere lograr y relacionarlo con los objetivos estratégicos.

B. Parámetros para el cálculo de indicadores

1. Disponibilidad

Se define como la garantía de que un elemento o sistema mantenido efectuará de forma satisfactoria sus funciones durante un periodo de tiempo. En cuanto al ámbito práctico, se expresa como el porcentaje de tiempo que un sistema opera o produce de manera continua¹⁹.

De acuerdo con AMENDOLA *et al.*²⁰, al investigar los factores que afectan la disponibilidad, tales como el tiempo promedio para fallar (TPPF) y el tiempo promedio para reparar (TPPR), el área administrativa podrá evaluar varias alternativas para mejorar la disponibilidad requerida.

2. Confiabilidad

Se refiere a la “fiabilidad” de que un equipo o sistema realizará su función esencial por un tiempo determinado y en condiciones operativas estándar²¹.

3. Mantenibilidad

Se define como la posibilidad de que un sistema o maquinaria se encuentre operativo en un periodo determinado si el mantenimiento se efectúa mediante los procedimientos apropiados²².

19 DAIRO MESA GRAJALES, YESID ORTIZ SÁNCHEZ y MANUEL PINZÓN. “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento”, *Scientia et Technica*, vol. 12, n.º 30, 2006, pp. 155 a 160, disponible en [<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513>].

20 LUIS AMENDOLA, TIBAIRE DEPOOL, ROMÁN AUGUSTO CONTRERAS PÉREZ y MIGUEL ÁNGEL ARTACHO RAMÍREZ. “Diagnóstico del estado actual de la gestión del mantenimiento de activos físicos Pas 55 Estándar Internacional caso: planta de automoción-España”, *XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, Valencia, 11 a 13 de julio de 2012, pp. 322 a 334, disponible en [https://www.aepro.com/files/congresos/2012valencia/CIIP12_0322_0334.3717.pdf].

21 MESA GRAJALES, ORTIZ SÁNCHEZ y PINZÓN. “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento”, cit.

22 Ídem.

V. MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Según OROZCO *et al.*²³, la gestión de mantenimiento es una metodología científica que integra los esfuerzos de diferentes áreas dentro de una organización, utiliza de manera razonable los recursos, los planifica, controla y orienta hacia los objetivos corporativos. También optimiza el uso de las herramientas tecnológicas existentes y el periodo de ejecución de diversas tareas efectuadas por operadores, técnicos y personal de soporte para garantizar que los equipos siempre reciban el mantenimiento preventivo y correctivo requerido de inmediato.

De otro lado, VIVEROS *et al.*²⁴ considera que es necesario tomar como base la norma ISO-9001²⁵ respecto a las unidades de mantenimiento, en cual se especifica que se pueden crear diagramas conocidos como “ciclos de trabajo de mantenimiento”. Esto distingue de manera notoria los diversos aspectos necesarios para desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento.

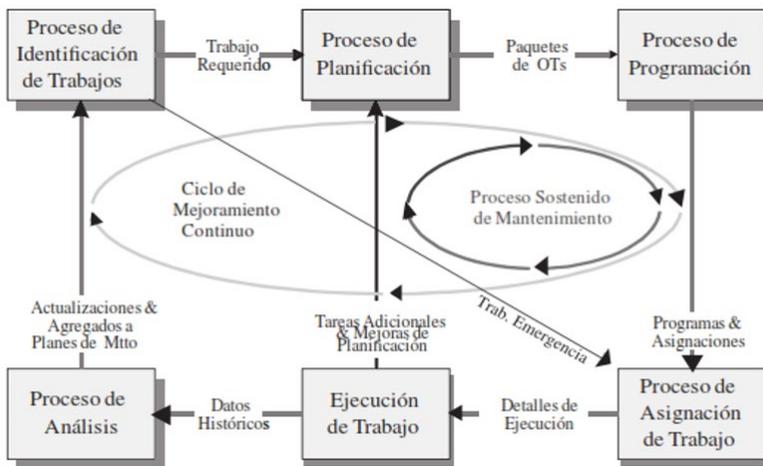
Como se observa en la Figura 1, existen dos ciclos de trabajo típicos para un buen modelo de gestión: al primero se le conoce como “ciclo de mantenimiento habitual”²⁶ o de trabajo estándar, pues describe la secuencia lógica del proceso operativo táctico de las tareas de mantenimiento, que consiste en la planificación, programación, asignación de tareas y su correspondiente ejecución. Y el segundo modelo se denomina “ciclo de mejora continua”, el cual añade dos nuevas actividades al ciclo regular; consiste en un proceso de análisis de lo

-
- 23 WILLIAM OROZCO MURILLO, JOSÉ GONZALO NARVÁEZ BENJUMA, WILTON UBER GARCÍA GÓMEZ y ANDRÉS FELIPE QUINTERO RODAS. “Gestión de mantenimiento y producción más limpia en tres instituciones de salud de Medellín, Colombia”, *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. 11, n.º 21, 2017, pp. 21 a 25, disponible en [<https://revistas.eia.edu.co/index.php/BME/article/view/1168>].
- 24 VIVEROS, STEGMAIER, KRISTJANPOLLER, BARBERA y CRESPO. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, cit.
- 25 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Norma ISO 9001:2015 “Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos”*, ISO, septiembre de 2015, disponible en [<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>].
- 26 VIVEROS, STEGMAIER, KRISTJANPOLLER, BARBERA y CRESPO. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, cit.

antes realizado para identificar oportunidades de mejora (por ejemplo, cambios en el plan de mantenimiento) y las actividades esenciales para implementar las mejoras establecidas con anterioridad.

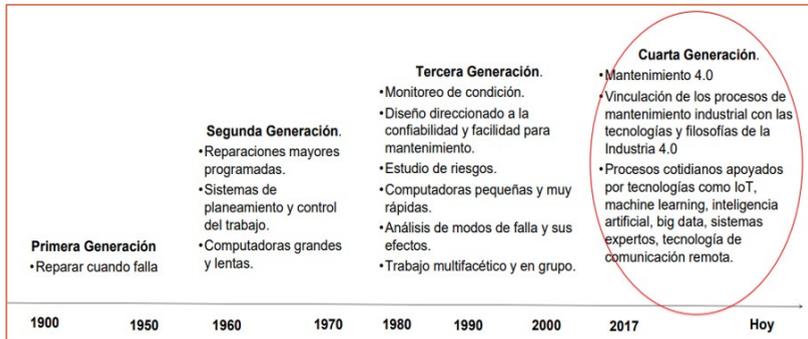
Por supuesto, existe la opción de realizar de manera directa el proceso de asignación de actividades laborales, siempre que la implementación de las mejoras sea urgente.

FIGURA 1. Ciclo de trabajo de mantenimiento



Fuente: VIVEROS, STEGMAIER, KRISTJANPOLLER, BARBERA y CRESPO. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, cit.

Cabe señalar que el enfoque fundamental de la ingeniería de mantenimiento es mejorar de forma continua los procesos de gestión del mantenimiento al incorporar conocimientos y análisis, destinados a respaldar la toma de decisiones de mantenimiento e impulsar resultados económicos y operativos globales²⁷.

FIGURA 2. Evolución del mantenimiento

Fuente: VIVEROS, STEGMAIER, KRISTJANPOLLER, BARBERA y CRESPO. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, cit.

Es más, la evolución del mantenimiento ha generado que se relacionen los procesos con manejos tecnológicos y otras filosofías, lo que ha dado origen a diversos cambios respecto a las estrategias implementadas, desde el mantenimiento preventivo, reactivo y basado en condición, hasta el proactivo, RCM y TPM.

VI. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Se identifican cuatro enfoques básicos para establecer los tipos de mantenimiento, estos son: reactividad, prevención, predicción y proactividad²⁸.

A. Mantenimiento reactivo

Este es el enfoque más antiguo, también llamado “ejecutar hasta que falle”. En otras palabras, los dispositivos solo serán reparados o reemplazados si fallan.

28 FERNANDO ANTONIO RODRÍGUEZ CASTRO. “Propuesta para la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento en Tropical Paradise Fruits Company” (tesis de pregrado), Cartago, Costa Rica, Tecnológico de Costa Rica, 2018, disponible en [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10459/propuesta_implementacio_modelo_gestion_mantenimiento_tropical_paradise_fruits_company.pdf?sequence=1&isAllowed=y].

Aquellas maquinarias y equipos que dependen de este mantenimiento cuentan con:

- Un tiempo de inactividad costoso
- Incremento de costos de mantenimiento
- Riesgos de seguridad

En síntesis, este mantenimiento puede ser apropiado para equipos ni críticos de bajo costo, con poco o ningún riesgo de daños colaterales.

B. Mantenimiento preventivo

Se le conoce como mantenimiento en función del tiempo o planificado. Busca mantener el equipamiento en buenas condiciones de funcionamiento. Los servicios y repuestos seleccionados se programan para cada dispositivo después de un cierto periodo de tiempo, incluso si no son necesarios²⁹.

Aunque este enfoque puede relevar problemas potenciales, la mayoría de las inspecciones son innecesarias ya que se efectúan en equipos que están en buenas condiciones.

Este mantenimiento se puede aplicar en el ciclo llamado equipo-falla, el cual inicia con una alta probabilidad de falla prematura por defectos de fabricación o instalación. Después, la probabilidad de falla se mantiene en el mismo nivel hasta que el equipo comienza a desgastarse. Se planifica el mantenimiento preventivo antes de que esta posibilidad se vuelva significativa. En efecto, es inusual que los programas de mantenimiento sean óptimos.

Por lo regular, el mantenimiento preventivo planificado se realiza demasiado pronto, lo que provoca un reinicio prematuro del ciclo de fallas. Esto aumenta los costos y reduce la confiabilidad. Por ende, para planificar de manera adecuada el mantenimiento, se requiere conocer el estado real de su sistema y predecir fallas futuras.

29 ANTENOR RAMOS CORREA y HEYLLI NOEMI VILLAR SALDAÑA DE RAMOS. “Diseño de estrategias de mantenimiento con la metodología TPM para mejorar la disponibilidad de las electrobombas FLYGT 2400 en el área de drenaje de una empresa minera de Cajamarca” (tesis de pregrado), Cajamarca, Perú, Universidad Privada del Norte, 2020, disponible en [<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24849>].

Como complemento de lo antes indicado, ALARCÓN y ROMERO³⁰ señalan como desventajas de este enfoque que demanda mayor tiempo y costos desmontar el equipo para su inspección, y si está en buenas condiciones no requiere mucho esfuerzo, por lo que las inspecciones se vuelven menos frecuentes y los costos aumentan. Entonces, reemplazar componentes de manera regular tiene un impacto en el costo, y es posible que estos componentes aún estén en malas condiciones. De modo que, incrementar la frecuencia conlleva un riesgo: que se produzcan errores entre dos pruebas consecutivas. Por consiguiente, el resultado favorable de mantenimiento depende de la correcta selección de frecuencia.

En resumen, este enfoque tiene como desventajas:

- Costos altos de inventario
- Se ignora el desgaste relacionado con la aplicación
- La protección contra errores es incompleta

Por otro lado, según ARROYO y OBANDO³¹, la cantidad de ventajas de su implementación son:

- Disminución de paradas no planificadas de equipos.
- Mejora de las condiciones de seguridad para máquinas y operadores.
- Reducción de la frecuencia de reparaciones mayores y mantenimiento de rutina, minimizando las funciones laborales.

30 BORIS ANDRÉS ALARCÓN QUIÑONES y DENIS MELISSA ROMERO MONTENEGRO. "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena" (tesis de pregrado), Guayaquil, Universidad Politécnica Salesiana, 2020, disponible en [<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20080>].

31 CRISTIAN SEBASTIÁN ARROYO VACA y ROMEL FABIÁN OBANDO QUITO. "Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos", *E-IDEA Journal of Engineering Science*, vol. 4, n.º 10, 2022, pp. 59 a 69, disponible en [<https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/240>].

- La alineación correcta del equipo reduce los rechazos y desperdicios, es decir, mejora el control de calidad.
- Desarrollar una mejor gestión de personas, recursos y equipos.
- Reducir los gastos de capital a medida que continúen las necesidades operativas mediante la preservación de los activos y el aumento de la vida útil de estos.

Además de las medidas para este mantenimiento, también se ha incrementado la necesidad de mantenimientos predictivo y proactivo.

C. Mantenimiento predictivo

En este enfoque es el estado del equipo, más que los intervalos de tiempo, lo que establece la necesidad de mantenimiento. El monitoreo de condición en línea se utiliza para determinar cuándo aumenta el riesgo de desgaste y predecir la probabilidad de falla.

Este enfoque permite disminuir costos y tiempo al solucionar el problema antes de que falle el equipo. Evita tiempo de inactividad y costes de reparación por fallos inesperados, así como costes y pérdidas de producción por mantenimiento preventivo dispensable.

Así mismo, cuando el equipo ya no es capaz de generar el producto de calidad apropiado al ritmo de producción y costes adecuado, el sistema ya no será rentable, por lo que se debe considerar el mantenimiento.

D. Mantenimiento proactivo

Aunque el mantenimiento predictivo utiliza el monitoreo de condición en línea para predecir el momento en que se generará una falla, no siempre determina el origen de la misma. Aquí es donde resulta útil el mantenimiento proactivo, el cual utiliza la información proporcionada por técnicas predictivas para identificar problemas y aislar su origen.

Por ejemplo, en una bomba cuyos rodamientos fallan periódicamente, el programa de monitoreo de condición puede conectar sensores de vibración a los rodamientos, monitorear las temperaturas y efectuar análisis periódicos del aceite lubricante. Estos pasos ayudarán a saber cuándo fallan los rodamientos.

Además, mediante este mantenimiento se puede encontrar la causa del fallo. Por ejemplo, al revisar los procedimientos de limpieza previos al desmontaje para determinar si la falla temprana de los rodamientos se debe a una contaminación durante el montaje.

Por tanto, al identificar las causas fundamentales y tomar medidas para suprimirlas, no solo se extiende la vida útil de un equipo, sino que también se eliminan muchas fallas que aparentan ser aleatorias. Esto facilita el uso del mismo equipo con el mismo problema, sin necesidad de reparaciones frecuentes.

VII. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNIVERSIDADES

Entre las diversas aplicaciones de esta gestión en las universidades, se halla aquella que incluye a la infraestructura, lo que posibilita el desarrollo individual y colectivo de la población, además, es indispensable para la implementación de actividades. También aporta beneficios económicos, lo que la convierte en una herramienta esencial para las políticas orientadas a reducir la exclusión social e incrementar el bienestar de la comunidad.

Cabe señalar que la concepción de infraestructura dentro de esta gestión integra tres áreas: instalaciones (edificios y estructuras), vías (carreteras) y servicios (energía, alcantarillado y agua).

De acuerdo con LOAIZA³², es esencial la aplicación de una gestión de tipo correctiva para apoyar la prestación de servicios universitarios y garantizar que las instalaciones cuenten con la infraestructura apropiada, asegurando la efectividad y eficiencia de los procesos para lograr el éxito operativo.

32 ALBA LOAIZA. “Gestión de mantenimiento correctivo en las instalaciones universitarias públicas de la Costa Oriental del Lago”, *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, vol. 3, n.º 9, 2019, pp. 15 a 31, disponible en [<https://revistaenfoques.org/index.php/revistaenfoques/article/view/51>].

CAPÍTULO SEGUNDO

Servicio de transporte universitario: movilidad segura y buenas prácticas

Un servicio de transporte asequible y sostenible permite que los estudiantes se trasladen de sus viviendas al campus de manera segura. Sin embargo, si este no es fiable, es complicado para esos alumnos llegar a tiempo a su destino, sobre todo para aquellos que residen en lugares lejanos, donde el servicio no es del todo accesible.

Por tal motivo, se espera una mejora de la gestión de las áreas de mantenimiento en las universidades, las cuales deben centrarse en mantener sus unidades operativas para brindar los servicios de transporte apropiados y promover la alta disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de lograrlo.

I. EL TRANSPORTE: CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS

El transporte es considerado un motor fundamental para el desarrollo económico y social. La infraestructura del transporte conecta a las personas con el trabajo, la educación o la salud, y hace posible el comercio mundial. Para mencionar un ejemplo, los caminos rurales

pueden ayudar a evitar la mortalidad materna, mejorar la educación de los niños, así como también incrementar y expandir los ingresos de agricultores³³.

Como señalan FONSECA y MIRANDA³⁴, se pueden dar diferentes enfoques referidos al transporte, ya que los modos de trasladarse deben ser apropiados para la población objetivo, considerando una variedad de factores. Por este motivo, se debe sostener un enfoque integral que permita una mejor experiencia del transporte público según el punto de vista del usuario, el cual consta de cuatro elementos clave:

Asequible. Que sea posible viajar en el momento que desee para completar diversas actividades diarias, tales como ir al trabajo, a su centro educativo, universidad, visitas familiares, etc. Esto le permite participar en los viajes necesarios sin restringir sus demás actividades.

Disponible. Los medios de transporte deben utilizarse en términos de posibles rutas, horarios y frecuencias, de modo que las actividades humanas no se encuentren limitadas por dichos factores, y más si es necesario cambiar de un modo de transporte a otro en función del tiempo de viaje y la distancia a recorrer.

Accesible. Se refiere a que todos los usuarios pueden utilizar el transporte público con facilidad. En ocasiones, se usa este término para detallar el fácil acceso a una parada de autobús o una estación de tren, pero si el recorrido presenta lugares intimidantes, a estas áreas se les denomina “entorno del transporte público”.

Aceptable. Si un autobús no tiene las tres primeras características, el mal estado del vehículo, la ausencia de guardias en paradas de autobuses y trenes, en especial por lo noches, la mala actitud y el estilo del conductor, la falta de estaciones, entre otras, pueden afectar de

33 LEILA MEAD. *The road to sustainable transport. Still only on earth: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy*, Canadá, International Institute for Sustainable Development, 2021, disponible en [<https://www.iisd.org/system/files/2021-05/still-one-earth-sustainable-transport.pdf>].

34 BLANCA MARÍA FONSECA FUENTES y JULIE PAOLA MIRANDA OVALLE. “Movilidad, transporte y bienestar psicológico en estudiantes universitarios”, *Contextos. Revista Virtual del Programa de Psicología*, n.º 24, 2021, pp. 27 a 39, disponible en [<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11078>].

manera desfavorable a los viajeros potenciales y desanimarse a seguir usando el servicio.

II. NORMATIVA PERUANA SOBRE EL SERVICIO DE TRANSPORTE UNIVERSITARIO

En la Ley n.º 30220³⁵ se señala que el estudiante tiene derecho a pagar el 50% de la tarifa actual en el transporte público, esto solo es validado al mostrar su carné universitario.

Sin embargo, este derecho no es controlado en todos los autobuses de Lima Metropolitana, hace falta una gestión que abarque tanto las entidades públicas como la misma universidad.

Al respecto, no se ha promulgado otra ley ni se ha realizado ningún tipo de programa que pueda demostrar un interés porque el universitario se traslade de manera segura a las instalaciones de las universidades en todo el territorio nacional. Solo algunas universidades tienen un sistema de transporte gratuito dentro del campus universitario y en determinados paraderos externos.

III. MOVILIDAD SEGURA Y SOSTENIBLE

Durante el último decenio hubo un gran interés en todo el mundo por instaurar centros urbanos sostenibles. Dado que los sistemas de transporte son parte integral de la dinámica urbana, los esfuerzos para planificar la movilidad de las personas según criterios de sostenibilidad y reducir el impacto negativo del transporte en la sociedad y el medio ambiente son cada vez más indispensables³⁶.

35 MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ. Ley universitaria, Ley N.º 30220 de 8 de julio de 2014, Lima, MINEDU, 2014, disponible en [<https://www.sunedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-universitaria-30220.pdf>].

36 LILA FRANCO CORDERO. “La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en universidades venezolanas”, *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 29, n.º 2, 2014, pp. 23 a 40, disponible en [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/7113].

IV. PROBLEMÁTICAS SOBRE LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE UNIVERSITARIO

Los servicios de transporte universitario se han brindado durante muchos años mediante la operación de un sistema de autobuses que traslada a los estudiantes según rutas y horarios predeterminados, llevándolos a zonas residenciales (inicio de sus viajes) o desde lugares de intercambio o conexión –que pueden ser ubicaciones estratégicas fuera de la ciudad– hacia la sede de la universidad, con el fin de que realicen sus actividades. Este beneficio también se extiende a los profesores, personal administrativo y empleados³⁷.

Entonces, el responsable de prestar el servicio deberá recogerlo y devolverlo en el horario y lugar designado. Además, encontrar una logística rentable y eficiente en calidad es una característica fundamental para las universidades. Sin embargo, es posible que se apliquen varias restricciones a este tipo de servicio; por ejemplo, la capacidad máxima de estudiante en cada bus, la demanda de usuarios que fluctúa a diario durante el semestre académico, periodos de viaje, puntos de recojo, entre otros. Estas limitaciones apuntan a la posibilidad de adaptar modelos metaheurísticos que permitan la mejora del servicio³⁸.

V. BUENAS PRÁCTICAS INTERNACIONALES DE GESTIÓN DE TRANSPORTE UNIVERSITARIO

Dada la creciente cantidad de estudiantes en las universidades, se deben tomar medidas que procuren su movilidad de manera segura y eficiente. Es por ello, que a nivel global se han planteado programas que permitan el traslado de sus estudiantes a partir de una mejor gestión de los recursos universitarios y, sobre todo, en colaboración con entidades públicas.

37 Ídem.

38 EFRÉN GONZÁLEZ MALDONADO y LUIS ALBERTO RODRÍGUEZ PICÓN. “Optimización del servicio de transporte universitario ‘IndioBus’ basado en índices de desempeño y el algoritmo de la colonia de hormigas”, *Culcyt: Cultura Científica y Tecnológica*, vol. 13, n.º 59, 2016, pp. 334 a 357, disponible en [<https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/1486>].

FRANCO³⁹ indica que en una universidad de Estados Unidos se aplicó el llamado “Programa de Acceso Ilimitado”, que permite a los universitarios, docentes, personal e incluso público en general, usar el transporte universitario de manera gratuita. Esto se ha implementado en los campus universitarios con gran éxito, ampliando las opciones de transporte y beneficiando a las comunidades locales, en especial al reducir el estacionamiento y la congestión vehicular.

Esto solo fue posible trabajarlo en conjunto (universidad y entidades públicas), es decir, se optó por una planificación colaborativa, con el fin de aprovechar los recursos federales y estatales disponibles para el capital y los costos operativos del transporte. Para este caso, se han mejorado el paso peatonal y las ciclovías, se ha instalado una mejor iluminación, semáforos modernos, óptimo control de velocidad para vehículos al interior y exterior del campus, entre otros.

En algunas universidades de Europa se ha implementado el proyecto denominado “Estudiantes Hoy, Ciudadanos Mañana”, cuya finalidad era promover la movilidad sostenible dentro y fuera del campus universitario, que incluye las conexiones con las estaciones de trenes, nuevas rutas vehiculares para acceder al campus, mayores flotas de autobuses, óptimas paradas y tarifas más bajas. Las bicicletas son otro medio de transporte popular, y la provisión de espacios e instalaciones de estacionamiento para bicicletas las convierte en un medio de transporte atractivo para los usuarios. También se ha propuesto, en particular, los programas de uso compartido de vehículos.

Cabe señalar que las prácticas eficientes son aquellas planificadas, financiadas y supervisadas por un equipo compuesto por universidades, comunidades y agencias de transporte público. Esto demuestra que la cooperación interinstitucional es esencial.

39 FRANCO CORDERO. “La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en universidades venezolanas”, cit.

Algunos estudios previos sobre gestión de mantenimiento y servicios de transporte en universidades

Es necesario hacer una revisión de estudios preliminares sobre la gestión de mantenimiento en relación con los servicios de transporte, para obtener datos y visualizar las diferentes propuestas que pueden coadyuvar a la mejora de este servicio en las universidades.

Al respecto, ORTIZ *et al.*⁴⁰ analizaron la gestión de mantenimiento de PYMES y para caracterizarlas se efectuó una encuesta a los jefes, gerentes e inspectores de mantenimiento de estas empresas. Para ello, se aplicó un análisis factorial, se diseñó un modelo de gestión basado en el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar).

La puntuación alcanzada por el grupo de empresas analizadas (índice de cumplimiento del 57%) destaca las debilidades en la gestión de mantenimiento de las pequeñas y medianas empresa, en especial acerca de la planificación y la mejora continua. Casi la totalidad de las

40 ALEXIS ORTIZ USECHE, CARLOS RODRÍGUEZ MONROY y HENRY IZQUIERDO. “Gestión de mantenimiento en pymes industriales”, *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 18, n.º 61, 2013, pp. 86 a 104, disponible en [<https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/11005>].

PYMES analizadas se encuentran en la etapa de mantenimiento correctivo, donde el estándar es responder solo cuando ocurre una falla. El desafío para estas empresas es que cambien de un paradigma correctivo a una práctica preventiva donde los empresarios consideren el mantenimiento como un componente de competitividad.

En cuanto a TAMAYO *et al.*⁴¹, su investigación se desarrolló en el área de mantenimiento de vehículos utilizados como transporte escolar, ya que la pérdida de disponibilidad de los autobuses y el incremento de la insatisfacción de los clientes, tanto de alumnos como docentes, afectaron de manera negativa el proceso educativo. Por ello, se analizaron los factores que más influyeron en la pérdida de funcionalidad y disponibilidad de mantenimiento. Como resultado, se obtuvo que hay autobuses con un mayor impacto de indisponibilidad (índice del 29%), lo cual rectifica que sí hay afectación en la disponibilidad de los vehículos usados como transporte escolar, esto se debe a dificultades organizativas.

En relación con el estudio de MERCADO y PEÑA⁴², se propone un modelo de gestión de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de sistemas industriales, que cumpla con las normas ISO y así vincule diferentes procesos, tareas y áreas de una organización implicadas en la optimización y aumento de la eficiencia de las instalaciones eléctricas. Para ello, se analizaron diversos modelos de mantenimiento industrial, luego se examinaron parámetros específicos para establecer acciones que permitan la detección de inconvenientes en el sistema eléctrico. Se sugirió que el mantenimiento incluya una fase de comunicación, monitoreo y objetivos específicos.

Este modelo consta de dos secciones: un esquema planteando en función del propio modelo de gestión, considerando parámetros eléctricos, así como los factores vinculados con la integración de diversos

41 JORGE TAMAYO MENDOZA, JOEL GUILLÉN GARCÍA, LEISIS VILLAR LEDO, ARMANDO DÍAZ CONCEPCIÓN y JORGE BASTE GONZÁLEZ. “Análisis de la indisponibilidad de la flota de transporte escolar de la Universidad Técnica de Manabí”, *Aporte Santiaguino*, vol. 8, n.º 2, 2015, pp. 241 a 252, disponible en [https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/229].

42 VARENA MERCADO y JOSÉ BERNARDO PEÑA. “Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica”, *Saber, Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, vol. 28, n.º 1, 2016, pp. 99 a 105, disponible en [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427746276011>].

actores y la programación de actividades adecuadas a la norma ISO-9001⁴³.

Por tanto, este modelo podrá predecir fallos, averías y otros malfuncionamientos en los sistemas; así como reducir las pérdidas de electricidad e incrementar la eficacia energética.

De otro lado, HERRERA y DUANY⁴⁴ realizaron un estudio sobre el uso de metodologías computarizadas de gestión del mantenimiento a través de la aplicación de programas. Todo ello se ha efectuado en función del método de Kant. Se concluye que esto conllevará a cambios significativos, proporcionará una mejor gestión, una visión óptima para el futuro, y cumplirá con los requisitos de las buenas prácticas del área de mantenimiento. Esto será de mucha utilidad para diversas empresas de la región, sobre todo para mejorar el área de mantenimiento.

OROZCO *et al.*⁴⁵ efectuaron un análisis sobre la gestión de mantenimiento de equipo biomédico en las áreas de emergencias de tres hospitales. Se empleó una encuesta en los centros de salud para crear una lista de verificación que permita determinar el estado de tales equipos.

Se concluyó que la gestión de mantenimiento es fundamental para el ahorro económico de las organizaciones, ya que no solo reduce el coste de compra de repuestos y la generación de residuos, sino que también disminuye el tiempo de inactividad de los equipos sin repercutir de manera desfavorable en la prestación del servicio. Por tanto, este estudio resultó de gran utilidad ya que trata sobre el ahorro económico y la apropiada disposición de residuos sólidos en diversos aspectos.

En relación con la investigación de CHANG *et al.*⁴⁶, se propone brindar una herramienta para aplicar las auditorías de mantenimien-

43 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Norma ISO 9001:2015 "Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos"*, cit.

44 MICHAEL HERRERA GALÁN y YOENIA DUANY ALFONZO. "Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento", *Ingeniería Industrial*, vol. 37, n.º 1, 2016, pp. 2 a 13, disponible en [<https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/643>].

45 OROZCO MURILLO, NARVÁEZ BENJUMA, GARCÍA GÓMEZ y QUINTERO RODAS. "Gestión de mantenimiento y producción más limpia en tres instituciones de salud de Medellín, Colombia", cit.

46 MARIELA FERNANDA CHANG PARRALES, SERGIO RAÚL VILLACRÉS PARRA, MAYRA ALEXANDRA VISCAÍNO CUZCO y CÉSAR MARCELO GALLEGOS LONDOÑO. "Modelo de auditoría para evaluar la gestión de mantenimiento de activos físicos", *Revista Conciencia Digital*, vol. 3, n.º 1.2, 2020, pp. 104 a 122, disponible en [<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1189>].

to a todo tipo de organización (industriales, hospitales, etc.). Dicho proceso de auditoría se constituye de la planificación, ejecución, revisión y actuación según los lineamientos de la norma ISO-19011⁴⁷. En tanto, los criterios para la herramienta evaluativa se determinaron por medio del método Delphi.

En los resultados de la auditoría se encontraron 62 cumplimientos y tres incumplimientos, lo que otorgó a la empresa una calificación del 92%, es decir, la gestión es “casi satisfactoria”. También se halló que hay margen de mejora el recurso humano para el mantenimiento, control de la gestión, planear y programar el mantenimiento con el fin de lograr una efectividad total de esta gestión.

De igual modo, la propuesta de NAVARRO⁴⁸ se centró en la gestión de mantenimiento de una minería. Se realizó el diagnóstico actual sobre la gestión de mantenimiento de la unidad minera, donde se notó una falta de control de las actividades, poca capacitación del personal y en particular un escaso inventario de componentes, lo que tuvo un directo impacto negativo en la productividad.

Por ello se propuso un plan de capacitación, la aplicación del método 5S y la implementación de un modelo matemático para designar las tareas y secuenciar actividades de mantenimiento, dado que esto conlleva a una mayor productividad en el área y a bajos costos a largo plazo. Incluso, se observó indicios de optimización al incrementar la disponibilidad (81%).

Además, el autor sugiere que se efectúen diagnósticos situacionales una vez cada año para identificar nuevos problemas e implementar las mejoras propicias, a fin de que los procesos y la empresa en su conjunto funcionen bien y se adapten a los requerimientos cambiantes del mercado global.

47 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Norma ISO 19011:2018 “Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión”*, ISO, julio de 2018, disponible en [<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:19011:ed-3:v1:es>].

48 NAVARRO JIMÉNEZ. “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país - Arequipa 2021”, cit.

Para CRUZ *et al.*⁴⁹, cuyo objetivo se enfocó en disminuir la cantidad de fallas de equipos mediante el uso de RCM y herramientas de análisis de criticidad para identificar aquellas maquinarias que necesitan mantenimiento urgente, así también se elaboró un diagrama para identificar fallas potenciales en equipos y se usaron estos datos para generar un Análisis de Modos y Efecto de Fallas –AMEF– que permita la elaboración de plan de gestión.

Se infiere que al implementar el plan de gestión en función de la confiabilidad, se logró ahorrar en costos y permitió contar con un programa anual que permita extender el periodo de rendimiento del equipo.

El objetivo principal de mantenimiento de la universidad, mediante su flota, se centra en trasladar y movilizar a sus estudiantes, empleando las rutas urbanas e interurbanas ya definidas. Esta acción será una estrategia de gran valor con una tendencia a ser eficiente y confiable, porque estará basado en un modelo productivo para las clases sociales, en particular para la población en edad universitaria de las comunidades involucradas.

49 LUIS EDGARDO CRUZ SALINAS, CARLOS ENRIQUE MENDOZA OCAÑA, KARINA VILLENA MENDIETA y CÉSAR ABRAHAM CUEVA RAMOS. “Maintenance management proposal based on reliability to reduce machinery failures of the broiler line in a poultry company in Perú”, *21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development”*, Buenos Aires, 17 a 21 de julio de 2023, pp. 1 a 6, disponible en [https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/papers/Contribution_1094_a.pdf].

CAPÍTULO CUARTO

Análisis de la gestión de mantenimiento de una universidad peruana para mejorar el servicio de transporte

Este capítulo presenta los problemas de movilidad en una universidad peruana, en particular la de los estudiantes hacia el entorno académico, dispersos en diferentes ciudades.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa –UNISCJA– fue creada mediante la Ley N.º 29616⁵⁰ y fue licenciada mediante resolución emitida por la SUNEDU⁵¹.

50 MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ. *Ley que crea la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa*, Ley N.º 29616 de 17 de noviembre de 2010, Lima, MINEDU, 2010, disponible en [https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos//2006_2011/ADLP/Normas_Legales/29616-LEY.pdf].

51 MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ. *Solicitud de licenciamiento institucional*, Resolución del Consejo Directivo N.º 033-2018-SUNEDU/

Su unidad de mantenimiento comenzará su labor al brindar servicios urbanos e interurbanos a sus estudiantes para que puedan efectuar cursos acordes al campo de estudio elegido. Es necesario señalar que las sedes se localizan en las ciudades de La Merced, Pichanaqui y Satipo.

Por tanto, esta es una institución superior de poca antigüedad y en desarrollo, que tiene la necesidad de transportar y movilizar a sus estudiantes, para lo que cuenta con una pequeña flota de autobuses. En 2017, el número de estudiante en esta universidad ha crecido de manera paulatina y con ello ha surgido la iniciativa de reubicar y movilizar a todos los estudiantes.

Por ello, esta universidad comenzó sus labores de reubicación y movilización con cuatro autobuses empleado de manera exclusiva para el transporte de estudiantes, utilizando rutas urbanas e interurbanas existentes.

De acuerdo con la clasificación del MTC⁵², estos autobuses se caracterizan de la siguiente manera:

- Ómnibus –OMN– de clase M₃ (contiene más de 33 asientos, incluido el del conductor)
- Transmisión mecánica –MEC–
- Transmisión automática –AUT– o semiautomática –SAT–
- Tipo de combustible: gasolina –GSL–, diésel –DSL– o gas –GLP O GNV–
- El modelo, carrocería y chasis dependen de la marca

CD de 22 de marzo de 2018, Lima, MINEDU, 2018, disponible en [https://intranet.sunedu.gob.pe/documentos/directorios/290/resolucion_consejo_directivo_033-2018-otorgan-licencia-universidad-nacional-intercultural-de-la-selva-central-juan-santos-atahualpa.pdf].

52 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ. *Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares*, Resolución Directoral N.º 4848-2006-MTC/15 de 7 de agosto de 2006, Lima, MTC, 2006, disponible en [[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/70BB89715784FCC505257E05007DD33F/\\$FILE/RD_4848_2006_MTC15_Clasificaci%C3%B3nVehicular.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/70BB89715784FCC505257E05007DD33F/$FILE/RD_4848_2006_MTC15_Clasificaci%C3%B3nVehicular.pdf)].

La gerencia de operaciones, con sede en Pichanaqui, es responsable de planificar, organizar y coordinar las actividades esenciales para la implementación exitosa de los servicios de transferencia y movilización estudiantil. A este departamento se le asigna un equipo de mantenimiento.

La unidad de mantenimiento se encarga de coordinar, organizar y ejecutar las tareas relacionadas con el funcionamiento de los ómnibus, su mantenimiento y los recursos de costos y tiempo.

La falta de un plan de mantenimiento preventivo es la razón primordial de la ocurrencia de averías en los autobuses. Cabe señalar que el mantenimiento es una herramienta beneficiosa para perseverar el autobús en funcionamiento por un periodo prolongado de tiempo. Además, estos operarán con regularidad y habrá menos desperfectos.

Una vez iniciada la actividad, la flota está operativa en la universidad, por lo que se pondrá en servicio los vehículos y se realizarán mantenimientos correctivos tradicionales. Esto afectará a otros repuestos, generará mayores costos y pérdida de tiempo.

La manera en que se gestionan las actividades vinculadas con el mantenimiento de las unidades automotrices no es óptima, y por ende, ineficiente. Como resultado, las personas tienden a pensar y actuar de forma incorrecta al realizar trabajos de mantenimiento, lo que genera un aumento en el número de los autobuses que quedan fuera de servicio.

Por tal motivo, se debe gestionar un plan de mantenimiento que integre el uso de formatos para registros históricos de actividades correctivas o preventivas, y la utilización de KPI (por sus siglas en inglés, *Key Performance Indicators*) para su gestión y mejora continua. De esta manera se promueve mejorar el transporte en la UNISCJSA y la asistencia oportuna de los estudiantes a las aulas de las sedes ubicadas en La Merced, Pichanaqui y Satipo.

Por tanto, gestionar de la forma más eficiente para afrontar fallos inesperados puede reducir el tiempo de inactividad y los costes asociados. Dado que son de gran relevancia para el control del sistema, se han desarrollado indicadores que permiten la evaluación y monitoreo del sistema y sus partes.

II. PROBLEMA DEL ESTUDIO

A. Problema general

¿Cómo gestionar un plan de mantenimiento para mejorar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo?

B. Problemas específicos

- ¿Cómo planificar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo?
- ¿Cómo programar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo?
- ¿Cómo ejecutar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo?

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A. Objetivo general

Gestionar un plan de mantenimiento para mejorar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo.

B. Objetivos específicos

- Planificar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo.

- Programar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo.
- Ejecutar el servicio de transporte universitario en la selva central del Perú, que garantice el traslado de los estudiantes de la UNISCJSA hacia las sedes de La Merced, Pichanaqui y Satipo.

IV. JUSTIFICACIÓN

Este estudio ha tenido como objetivo mejorar las actividades de la unidad de mantenimiento de la UNISCJSA, por lo que incluye aspectos como la gestión de información del plan de mantenimiento.

La gestión de la información ayuda a optimizar la unidad, facilita la distribución de las tareas y permite el monitoreo del autobús mientras está en movimiento.

En cuanto a la gestión de mantenimiento, coadyuva a la creación de un historial de unidad sobre las instalaciones y flotas.

V. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para una mejor interpretación, es necesario comprender los términos de población y muestra, que de acuerdo con HERNÁNDEZ y MENDOZA⁵³, este último se refiere al subconjunto de la población objetivo, del cual se recopila datos y debe representar con precisión a la población.

Cabe señalar que la población de este estudio está conformada por las tareas o procesos de la gestión de la Unidad de Mantenimiento.

En tanto, GUTIÉRREZ⁵⁴ afirma que una muestra es una porción de la población que se selecciona de manera apropiada y preserva aspectos esenciales de esta. Para el propósito de este estudio, población y muestra son semejantes. De modo que se analiza como muestras a los

53 ROBERTO HERNÁNDEZ SAMPIERI y CHRISTIAN PAULINA MENDOZA TORRES. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, México, D. F., McGraw-Hill, 2018.

54 ANDRÉS GUTIÉRREZ ROJAS. *Estrategias de muestreo, diseño de encuestas y estimación de parámetros*, Bogotá, Ediciones de la U, 2016.

métodos, actividades y políticas que se aplican en la Unidad de Mantenimiento para mantener operativas las flotas vehiculares.

En síntesis, la población de este estudio incluye todas las unidades de transporte de pasajeros de la región, y la muestra consta de cuatro autobuses con capacidad para 32 pasajeros.

VI. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

Este estudio presenta un enfoque sistémico. De acuerdo con ESPINOZA⁵⁵, el pensamiento sistemático posibilita observar la complejidad de los fenómenos y no solo a una explicación que conduce al reduccionismo. Esto permite generar un la de gestión apropiado y así mejorar el servicio de transporte universitario.

En cuanto al tipo de estudio, ESPINOZA⁵⁶ argumenta que se especializa en la búsqueda de conocimientos nuevos, es decir, la recopilación de información de la realidad objetiva, con el fin de potenciar el conocimiento científico a partir del hallazgo de leyes y principios. Por ende, este estudio será de tipo básico y nivel descriptivo.

Además, se emplea el diseño de soluciones, esto se debe a que tiene como objetivo evaluar y optimizar los servicios de transporte de la universidad a través de propuestas de gestión de planes de mantenimiento que corresponde a cuatro niveles: estratégico, táctico, instrumental y operativo.

VII. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR DATOS

La técnica usada en este estudio fue la recopilación de información documental, la cual se basó en el estudio de pre-inversión a nivel de perfil de una región peruana sobre el servicio de transporte en UNISCJSA⁵⁷.

55 CIRO ESPINOZA MONTES. *Metodología de la investigación tecnológica: pensando en sistemas*, 2.ª ed., Huancayo, Perú, Edit. Soluciones Gráficas, 2014, disponible en [<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1148>].

56 Ídem.

57 JONNY LUIS GÁLVEZ BLANCO. *Creación del servicio de transporte universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos*

Las estadísticas obtenidas en el estudio antes mencionado, solo fueron descriptivas y sirvieron para resaltar la necesidad de que la universidad cuente con unidades de transporte propias y así se trasladen los estudiantes con facilidad.

Cabe señalar que se utilizaron encuestas a universitarios respecto a la incidencia del proyecto de movilidad urbana

– Procesamiento de datos

A partir de los datos recopilados, se realizó el diagnóstico de la situación del transporte universitario y se elaboró la propuesta para mejorar el mantenimiento de la flota de vehículos.

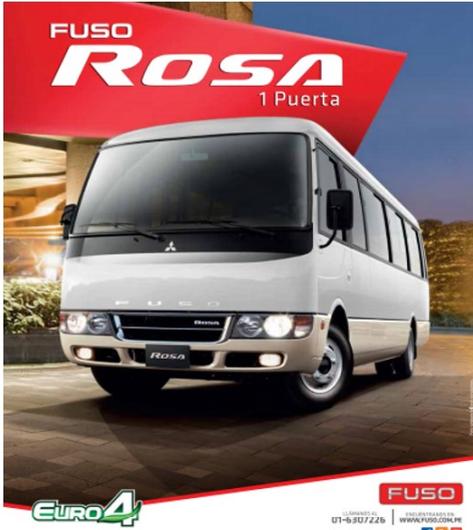
VIII. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR Y ACTUALIZADO DE LA SITUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PERUANA: CARACTERÍSTICAS DE SU MANTENIMIENTO

En este apartado se detalla sobre el estado actual del transporte universitario y las causas que originan los inconvenientes, así también se procedió a desarrollar los objetivos de la unidad de mantenimiento.

A. Flota de transporte

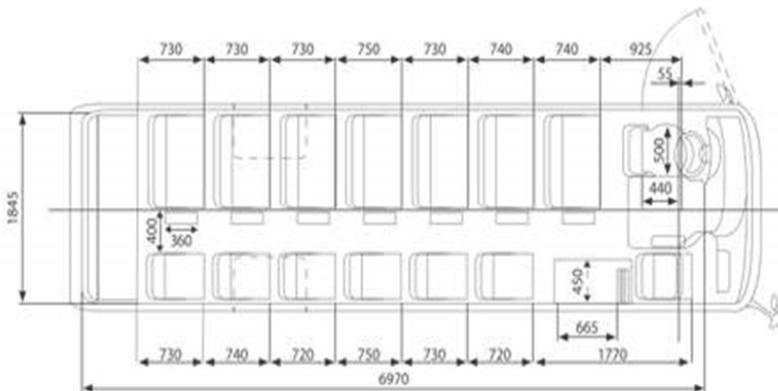
La UNISCJSA adquirirá cuatro autobuses para dar servicio de transporte universitario. Se necesita tomar precauciones para operar de manera apropiada estas unidades y garantizar un servicio de calidad a los usuarios. El modelo de autobús se muestra en la siguiente figura.

Atahualpa en las localidades de La Merced, Villa Asháninka y Sanibeni de los distritos de Chanchamayo, Pichanaqui y Satipo, en las provincias de Chanchamayo, Satipo – Región Junín, Junín, Perú, UNISCJSA, 2016.

FIGURA 3. Modelo rosa de Mitsubishi Fuso

Fuente: FUSO. Modelo Bus Rosa, Perú, MC Autos del Perú, 2023, disponible en [<https://www.fuso.com.pe/bus/rosa>].

Este modelo de autobús cuenta con mucho espacio y es cómodo. Se encuentra equipado con 32 asientos que permiten a pasajeros y conductores disfrutar de un viaje con comodidad y estilo.

FIGURA 4. Medidas internas del modelo Fuso

Fuente: FUSO. Modelo Bus Rosa, cit.

En la figura anterior se observa que este autobús está diseñado para 33 personas (32 pasajeros y un conductor). Respecto a sus dimensiones, de largo mide 7.730 cms; de ancho 2.010 cms y de alto 2.630 cms.

FIGURA 5. Especificaciones técnicas del modelo Fuso



FUSO
ROSA
1 Puerta

**ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS & EQUIPAMIENTO**



MODELO	ROSA 1 PUERTA	TANQUE DE COMBUSTIBLE	
Capacidad de pasajeros	32 + 1	Capacidad (lt)	100
Pais de procedencia / Categoría	Japón / M3	Adicionales	Filtro y separador de agua
DIMENSIONES EXTERIORES		RUIDOS Y PNEUMÁTICOS	
Largo / Ancho / Alto (mm)	7.730 / 2.010 / 2.630	Cantidad	6 + 1 rueda de repuesto
Distancia entre ejes	4.550	Delanteros	Simplex, 205/90 R 17.5 - 120 / 118L LT
Volante delantero	940	Posteriores	Doblex, 205/90 R 17.5 - 120 / 118L LT
Volante posterior	2.225	Dimensión de arco	17.5 x 5.25 platinado
DIMENSIONES INTERIORES		ESPECIFICACIONES DE CARROCERÍA	
Largo / Ancho / Alto (mm)	6.570 / 1.945 / 1.840	Tipo	Carrocería tipo Monocoque (TECHO ALTO)
PESOS		Ventanas delanteras	Laminadas, ligeramente tintadas
Peso bruto vehicular (kg)	6.200	Ventanas laterales	Tipo corredizas
Peso seco (kg)	3.985	ASIENTOS	
Capacidad de carga bruta (kg)	2.215	Capacidad	32 pasajeros + Piloto
DESEMPEÑO		Material	Tela
Max. Grado de Trepada (a max. carga)	60% (tan 6)	Configuración	Lado del piloto (8 filas de asientos dobles y 7 asientos plegables)
Radio mínimo de giro (m)	3,3	Lado de la puerta (7 filas de asientos simples, 1 asiento doble)	
Velocidad máxima (km/h)	122	Del piloto	Regulable en dirección horizontal y reclinable con cabezal
MOTOR	Mitsubishi 4MSD - SATS	De pasajeros	Reclinables con respaldo alto
Tipo	Diesel de 4 tiempos, 4 cilindros en línea, enfriado por agua, con bujías precalentadoras	Criterio de seguridad	Piloto de 3 puntos / Pasajeros de 2 puntos
Cilindrada (cc)	4.896	EQUIPAMIENTO INTERIOR	
Sistema de alimentación	Inyección Directa TDI + Turbo de Geometría variable - Sistema Common Rail, Bujías de precalentamiento	Aire acondicionado	Original de fábrica (Mitsubishi) 10.800 kcal/h
Potencia máx (kW/HP)	132 / 1.800	Pasajeros interior	•
Torque máx (Nm/ft-lb)	530/1.600	Pasajeros exterior	Ubicada al ingreso y en el techo del bus
Norma de emisiones	Euro IV	Iluminación interior: Luces de salón	3 luces ubicadas a lo largo del interior del bus
EMBRAGUE		Luz de pino	1 luz de pino ubicada en la puerta de entrada
Tipo	De central hidráulico, monodisco seco	Espejo interior	•
TRANSMISIÓN		Parabrisas	•
Traición	4x2 - Mecánica de 6 velocidades y reversa. Marcha sincronizada de 2da. a 6ta.	Cinturón	Sólo piloto
Relaciones de caja	1ra: 5.175 - 2da: 2.811 - 3ra: 1.682 - 4ta: 1.000 - 5ta: 0.700 - 6ta: 0.669 - Rev: 5.175	Encendedor	•
EJES / DIRECCIÓN / SUSPENSIÓN		Bóveda de puerta	Sólo piloto
Eje posterior	Eje Potatoro, Reducción Simple con relación 4.875	Radio	Radio AM/FM con reproductor de CD - MP3
Dirección	Balón regulador de servo asistida, con columna de dirección telescópica y basculante	Velocímetro y Odómetro	•
Suspensión (delantero/posterior)	Muelles parabólicos con amortiguadores y barra estabilizadora	Tacómetro	•
FRENOS		Báscula de retroceso	•
De servicio	Hidráulicos. Servoasistidos por vacío	Faros neblineros	•
Delanteros / Posteriores	Tambores	EQUIPAMIENTO EXTERIOR	
Estacionamiento	Tipo de excitación interna aplicada al cardán	Parachuques delantero y posterior	De acero, pintados
Axiliar	Freno Motor (discap)	Espejos	2 exteriores laterales y un espejo de punto ciego
SISTEMA ELÉCTRICO		Puertas	Para el piloto (Manual) / Para pasajeros (Automático)
		Limpiaaparabrisas	De gran amplitud, hojas dobles, intermitentes

Fuente: FUSO. Modelo Bus Rosa, cit.

FIGURA 6. Modelo de la marca Hyundai



Fuente: HYUNDAI MOTOR COMPANY. County. Pasión por los viajes, Honduras, Hyundai Motor Company, 2023, disponible en [<https://hyundaicomercialexcel.com/>].

Este modelo de autobús de la marca Hyundai dispone de confort y la tecnología de una marca de calidad global. Además, resalta su capacidad de pasajeros (de 27 a 31, más un asiento para el conductor).

FIGURA 7. Especificaciones técnicas del modelo Hyundai

BUS COUNTY		HYUNDAI Camiones y Buses	
Marca	HYUNDAI	Freno motor	Tipo motor/polea de escape, con control eléctrico y mando al vacío
Modelo	COUNTY CBU Euro IV	Freno de estacionamiento	De expansión interna sobre el eje cardán
Categoría	M3	CHASIS	
Motor	Hyundai D4GAS (Económico Euro IV)	Suspensión delantera	Muelles semielásticos con amortiguadores hidráulicos de doble acción hidráulica
Versión	CBU 27 + 12d Asientos CBU 31 + 12d Asientos	Suspensión posterior	Muelles semielásticos con amortiguadores hidráulicos de doble acción hidráulica
Fórmula rodante	4x2	Dirección	Hidráulica de bobas recirculantes / Columna de dirección regulable
País de origen	COEDEL SUR	Barras estabilizadoras	Delantero / Posterior
MOTOR		Entorque	Mando hidráulico, monobloque, diámetro de rosca: (362 - 236) mm
Marca / Modelo / Combustible	Hyundai / D4GAS / Diesel 2	Criterios de seguridad	De 3 puntos para piloto y copiloto
Nivel de emisiones	EURO IV	Asientos en el cabina	De padpropileno, ergonómico
Cilindrada (cc)	3,833	NEUMÁTICOS	
Potencia máxima (hp / RPM)	148 / 2,200	Delanteros	205 / 75 R 17.5-10 PR
Torque máximo (kgm / RPM)	59 / 1,400	Posteriores	205 / 75 R 17.5-10 PR
Número de cilindros	4 cilindros en línea	SISTEMA ELÉCTRICO	
Sistema de inyección	Eje de inyección común (D4C) / 4 válvulas por cilindro	Tipo	24 voltios / Energía y control electrónicos
Sistema de admisión de aire	Turbo Cargado + Intercooler + EGR	Baterías	2 baterías (2 voltios / MF 80 AH)
Sistema de combustible	Electrónico CIDI + Denso common rail	Alimentador	24 voltios - 55 AH
Relación de compresión	18:1	Amortecedor	24 voltios - 5.0 KW
Torque de combustible (l / gal)	91.25 (cabarril)	EQUIPAMIENTO	
TRANSMISIÓN		- Aire acondicionado	- Radio AM/FM con reproductor de CD
Marca / Modelo	Hyundai -Dymos / 1605S (Overdrive)	- Aire forzoso / Calefacción	- Píedra de activación de freno de motor
Tipo	Sincronizada, mecánica, 5 adelante + 1 retroceso	- Programador manual	- Llanta de repuesto / Gato / Llanta de repuesto / Estuche de herramientas
Relatos de transmisión		- Indicador digital	- Indicadores y relés de fallas/lectura
5to	5,810	- Luz de Neblina para pasajera	- Freno retardante
3do	3,281	- Cloroxo	
3do	1,787		
4to	1,000		
5to (Overdrive)	0,705		
Reverso	5,294		
EJE POSTERIOR			
Marca / Modelo / Tipo	Hyundai -Dymos / R320HS		
Relato de corona	3,692		
DIMENSIONES			
Longitud total (mm)	3,085		1,485
Distancia entre ejes (mm)	4,085		
Vidrio delantero (mm)	1,195		
Vidrio posterior (mm)	1,805		2,205
Ancho (mm)	2,035		
Altura total (mm)	2,705		
Techo delantero (mm)	1,205		
Techo posterior (mm)	1,495		
PESOS			
Peso del vehículo (kg)	6,310		
Capacidad del eje delantero (kg)	2,815		
Capacidad del eje posterior (kg)	3,505		
Peso neto vehículo (kg)	4,425		4,675
FRENOS			
Tipo	Frenos hidráulicos de circuito dual y servostabilizadores al vacío		
Delantero	Tambor / Zapatas		

Fuente: HYUNDAI MOTOR COMPANY. County. Pasión por los viajes, cit.

B. Unidad de Mantenimiento

La Unidad de Mantenimiento, responsable de garantizar que la unidad funcione correctamente y se minimicen las averías, debe vincularse a la Oficina de Logística y Servicios Generales.

La flota de la universidad incrementará de manera progresiva a medida que aumente el número de estudiantes, y al inicio del semestre habrá cuatro vehículos, los que serán revisados de manera periódica para que no falte un mantenimiento adecuado. Hay diversos factores que generan un mantenimiento inapropiado.

Una causa fundamental por la que las unidades de mantenimiento causan dificultades es que sus tareas están desorganizadas. Sin el control sobre la planificación de las actividades, los empleados (mecánicos) deben realizar sus funciones según las condiciones sean dadas. Por lo que cuando ocurre una falla se pierde tiempo, dinero e información.

Así mismo, es esencial mantener un inventario técnico de equipos y herramientas, al detallar las cualidades físicas, funciones, condiciones laborales y cantidades asociadas de todos los equipos necesarios para efectuar trabajos de mantenimiento.

Cabe señalar que el registro histórico de la unidad comienza con la adquisición de unidades automotrices, además, los defectos deben ser corregidos o realizados y registrados en el informe diario. Esto significa que pueden efectuar un programa de mantenimiento eficaz.

Bajo ninguna circunstancia se debe perder información relevante, como por ejemplo: datos básicos para determinar el tiempo entre fallas y el momento del desmantelamiento (tipo y fecha de falla).

Respecto a los datos del historial de la unidad vehicular, esta debe ser lo más precisa posible ya que una información incorrecta conducirá a decisiones inadecuadas. Es más, el departamento de mantenimiento cuenta con formularios para registrar datos asociados al mantenimiento.

De otro lado, la unidad no dispone de un plan de mantenimiento preventivo estructurado, por lo que se realizan mantenimientos de rutina cuando se considere necesario. A esto se suma la carencia de un programa establecido en función de investigaciones para determinar la frecuencia e importancia del mantenimiento.

Es importante resaltar que, sin un plan de mantenimiento, las actividades no tienen un orden específico ni un tiempo determinado de ejecución, tampoco existe un plan de trabajo para distribuir tareas, lo cual podría reducir el tiempo de ejecución.

Por tanto, la optimización de los resultados de unidad de mantenimiento requiere de la medición de los principales aspectos que establecen la calidad del trabajo, utilizando parámetros que permitan el seguimiento de las actividades realizadas. En otras palabras, es necesario aplicar un sistema de indicadores de mantenimiento.

C. Diagnóstico de un inadecuado mantenimiento

– Método

Una pésima gestión y los métodos inadecuados utilizados son las causas del mantenimiento deficiente. Además, los procedimientos están basados en ideas y principios comunes, eventos que ocurren en la unidad de mantenimiento; solo a estos se les aplica monitoreo según estándares y experiencia.

– Mano de obra

A una unidad de mantenimiento se le atribuye una cantidad considerable de personal para efectuar el trabajo. Si bien necesita estar motivado para laborar de modo eficiente, es posible que no disponga de la capacidad para brindar el servicio, que el trabajo no sea el apropiado o que le tome demasiado tiempo ejercer dichas funciones.

– Taller

El entorno laboral donde se realice la mayor parte del trabajo de mantenimiento debe ser la mejor. La actividad de los empleados no se desarrollará de manera adecuada si se exponen a fenómenos climáticos (luz solar, lluvia, entre otros) por lo que no es recomendable trabajar al aire libre.

– Herramientas

El personal debe estar equipado con las herramientas y equipos de trabajo requeridos para efectuar el trabajo. Se necesitan herramientas mecánicas especiales, gestionarlos y tener a un encargado o que los responsables sean los empleados de manera directa.

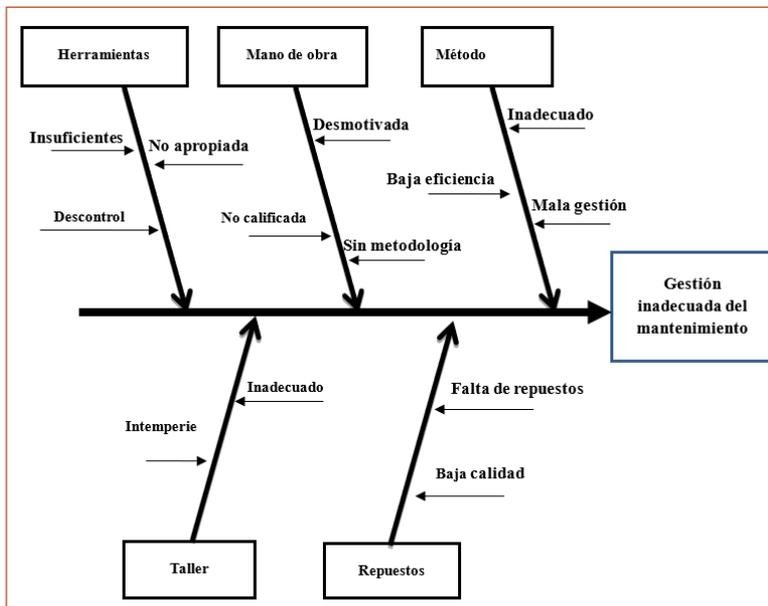
– Repuestos

No es recomendable que haya escasez de repuestos en la región para evitar interrupciones del sistema. Si es posible, se deben comprar repuestos originales para evitar componentes de calidad inferior y que la unidad no se estropee todo el tiempo.

El mantenimiento inadecuado tiene muchas causas y es fácil de reconocer. Sin embargo, se debe considerar otras causas que se estén pasando por alto. Para mejorar el desarrollo de las actividades de mantenimiento, es muy práctico reconocer, examinar y optimizar cada factor negativo.

El foco de la investigación es el mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta la reducción de acciones correctivas, el uso y aplicación de indicadores con el fin de incrementar el número de unidades operativas sin descuidar el monitoreo y la evaluación de cada actividad realizada.

FIGURA 8. Identificación gráfica de un mantenimiento inadecuado



Es relativamente fácil realizar un seguimiento de la frecuencia de mantenimiento de una unidad automotriz en función del kilometraje, por ejemplo. Este registro se basa en las recomendaciones del fabricante y facilita su trabajo.

D. Misión, visión y objetivos de la unidad de mantenimiento

– Misión

Mediante el cumplimiento de la vigente norma de tránsito, se atiende las necesidades de transporte y movilización de los residentes universitarios con una flota de buses segura, cómoda y puntual⁵⁸.

– Visión

Como parte del departamento de mantenimiento de la universidad, se asegura el transporte y movilización de los estudiantes al brindar servicios seguros, efectivos y oportunos en rutas urbanas e interurbanas establecidas.

– Objetivos

Preservar las instalaciones en buen estado, así como brindar servicios eficientes y confiables de transporte y movilización a los estudiantes universitarios urbanos e interurbanos en forma de autogestión en beneficio de la comunidad de la selva central.

– Objetivos específicos

Proporcionar servicios de transporte y movilización de calidad a los estudiantes universitarios y garantizar este servicio.

- Realizar capacitaciones para el personal y gerentes
- Fortalecer el sistema de control de calidad
- Establecer el transporte universitario

E. Estructura organizativa

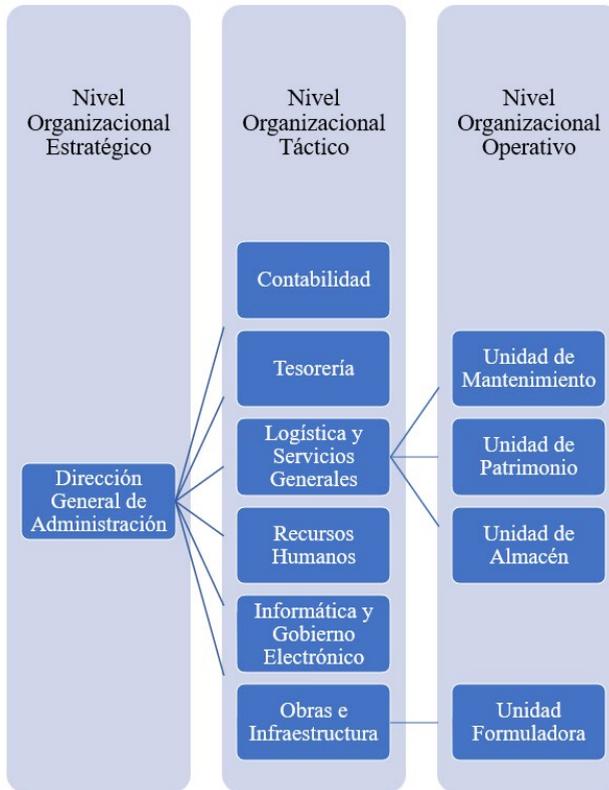
La Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central “Juan Santos Atahualpa” ha formado una estructura organizativa conforme al Reglamento de Organización y Funciones –ROF–:

58 COMISIÓN ASESORA PRESIDENCIAL PROMOVILIDAD URBANA. *Problemas de la movilidad urbana: estrategias y medidas para su mitigación*, Santiago de Chile, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 2014, disponible en [<https://www.mtt.gob.cl/promovilidad/informe-final-promovilidad>].

FIGURA 9. Estructura orgánica de la Universidad Juan Santos Atahualpa

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA UNICSCJSA			
01	Órgano de Alta Dirección		
	01.1	Comisión Organizadora	
	01.2	Presidencia	
		Oficinas Adscritas	
	01.2.1	Dirección General de Licenciamiento, Gestión de la Calidad y Acreditación	
	01.2.2	Secretaría General	
	01.2.3	Oficina de Imagen Institucional	
	01.2.4	Oficina de Cooperación Técnica	
	01.2.5	Oficina de Centros de Producción de Bienes y Servicios	
	01.3	Vicepresidencia Académica	
		Oficinas Adscritas	
	01.3.1	Dirección General Académica	
		01.3.1.1 Oficina General de Servicios Académicos	
		01.3.1.1.1 Oficina de Relaciones Interculturales	
		01.3.1.1.2 Unidad de Registros Académicos	
		01.3.1.1.3 Unidad de Admisión	
		01.3.1.1.4 Unidad de Biblioteca	
		01.3.1.2 Oficina de Bienestar Universitario, Servicio Social, Gestión Cultural y Deporte	
	01.4	Vicepresidencia de Investigación	
	01.4.1	Dirección General de Investigación	
		01.4.1.1 Oficina de Proyectos de Investigación	
		01.4.1.1.1 Unidad de Selección de Proyectos	
		01.4.1.1.2 Unidad de Gestión de Proyectos	
		01.4.1.1.3 Unidad de Publicaciones	
		01.4.1.2 Oficina de Propiedad Intelectual	
02	Organos Consultivos		
	02.1	Comisión Permanente de Fiscalización	
	02.2	Defensa Universitaria	
	02.3	Tribunal de Honor Universitario	
03	Órgano de Control Institucional		
	03.1	Órgano de Control Institucional	
04	Organos de Apoyo		
	04.1	Dirección General de Administración	
		04.1.1 Oficina de Administración	
		04.1.1.1 Oficina de Contabilidad	
		04.1.1.2 Oficina de Tesorería	
		04.1.1.3 Oficina de Logística y Servicios Generales	
		04.1.1.3.1 Unidad de Patrimonio	
		04.1.1.3.2 Unidad de Almacén	
		04.1.1.4 Oficina de Recursos humanos	
		04.1.1.5 Oficina de Informática y Gobierno Electrónico	
		04.1.1.6 Oficina de Obras e Infraestructura	
		04.1.1.6.1 Unidad Formuladora	
	04.2	Oficina General de Planificación, Presupuesto y Desarrollo Institucional	
		04.2.1 Oficina de Programación e Inversiones	
	04.2	Oficina General de Asesoría Legal	
05	Organos de línea		
	05.1	Escuelas Profesionales	
		05.1.1 Escuela Profesional de Educación Intercultural Bilingüe: Nivel Inicial y Nivel Primaria	
		05.1.2 Escuela Profesional de Ingeniería Civil	
		05.1.3 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	

FIGURA 10. Organigrama de la Dirección General de Administración de la UNICSCJSA



F. Requerimientos e implementación de sedes

Se han identificado tres sedes para servicios de movilización y transporte de campus a campus: por la concentración de vehículos en Pichanaqui (incluida Villa Ashaninka) y Maestranza (taller principal); en los garajes de La Merced y Satipo. Cada sede cuenta con un listado de requisitos operativos.

– Para la sede de La Merced

El área administrativa debe disponer de:

- Garita de control de ingreso y salida de vehículos
- Administración y coordinación

- Almacén de pequeños repuestos y herramientas
- Servicios higiénicos

En cuanto al área de estacionamiento y garaje, se tiene:

- Estacionamiento de vehículos mayores (para dos autobuses de pasajeros)
- Estacionamiento vehicular (para diez autos o camionetas)
- Estacionamiento de vehículos menores (para 20 motos)
- Estacionamiento de vehículos menores no motorizados (para 20 bicicletas)
- Garaje para cuatro autobuses

– *Para la sede de Satipo*

En el área administrativa se debe implementar:

- Garita de control de ingreso y salida de vehículos
- Administración y coordinación
- Almacén de pequeños repuestos y herramientas
- Servicios higiénicos

Mientras que el área de estacionamiento y garaje dispone de:

- Estacionamiento de vehículos mayores (para dos autobuses de pasajeros)
- Estacionamiento vehicular (para diez autos o camionetas)
- Estacionamiento de vehículos menores (20 motos)
- Estacionamiento de vehículos menores no motorizados (20 bicicletas)

- Garaje para cuatro autobuses

– *Para la sede de Pichanaki*

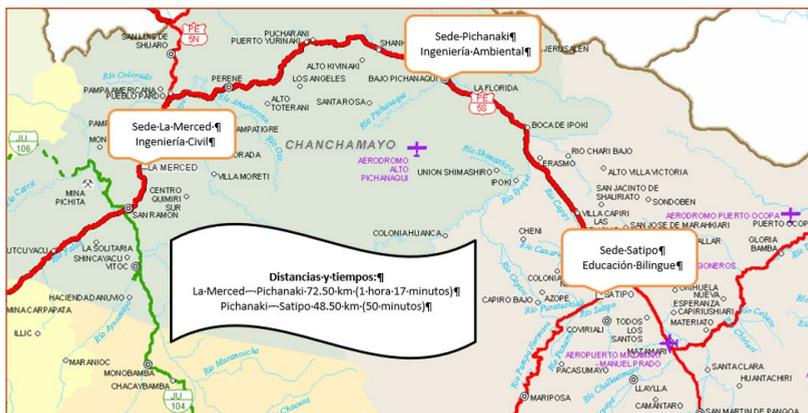
El área administrativa debe contar con recepción, dirección, secretaría, administración y servicios higiénicos.

En cuanto al área de servicios y garaje, se considera lo siguiente:

- Garita de control de ingreso y salida de vehículos
- Estacionamiento de vehículos mayores (para cuatro autobuses de pasajeros)
- Estacionamiento vehicular (para 15 autos o camionetas)
- Estacionamiento de vehículos menores (para 30 motos)
- Estacionamiento de vehículos menores no motorizados (30 bicicletas)
- Garaje para seis autobuses

Por otro lado, el área de talleres requiere de una jefatura de mantenimiento, un patio de maniobras, mantenimiento (incluye foso y rampa), lubricantes, un depósito de combustibles (incluye surtidor), lavado y engrase, un electricista (incluye carga de baterías), llantería (compresora), planchado y pintura, almacén de repuestos y herramientas, así como un espacio donde se coloque los servicios higiénicos.

FIGURA 11. Distancias y tiempos entre las sedes de la UNISCJA



G. Rutas y paraderos

– Rutas urbanas

Al identificar las tres sedes de la universidad (La Merced, Pichanaki y Satipo), se establecieron las rutas del transporte universitario.

1. Rutas largas

Para cubrir estas rutas son necesarios dos autobuses de 32 pasajeros cada uno. También es necesario un tercer autobús (de 32 sillas) que actúe como auxiliar o punto de control y se utilice en caso de que uno de los autobuses principales se averíe o incurra en un accidente.

2. Rutas interdistritales

Para el primer autobús:

Ida: La Merced – Pichanaki – Satipo

Vuelta: Satipo – Pichanaki – La Merced

Para el segundo autobús:

Ida: Satipo – Pichanaki – La Merced

Vuelta: La Merced – Pichanaki – Satipo

3. Rutas locales

Se establecieron recorridos para La Merced, que inicia en CIT Selva (cochera) – Aulas Ing. Civil (Biblioteca o local Jr. San Martín) – Campamento Chino (Laboratorios) y culmina en la cochera de la sede.

Se seleccionó como ruta de Pichanaki: Bajo Aldea – Aulas Ing. Ambiental (I.E. Santiago A. de Mayolo) – Villa Ashaninka (Taller de Maestranza) – Bajo Aldea.

En cuanto a Satipo, se inicia en la cochera de la sede de Satipo, luego Sanibeni, seguido de Arizona Portillo y retorna a Satipo.

TABLA 1. Rutas largas y locales para movilización de universitarios

RUTAS INTERDISTRITALES O RUTAS LARGAS			
Ítem	Itinerarios	Distancia	Tiempo
		(Km)	(horas, minutos)
1	La Merced - Pichanaki – Satipo (ida)	121	2h 7”
2	Satipo - Pichanaki - La Merced (vuelta)	121	2h 7”
RUTAS LOCALES (sirven para ambas propuestas)			
Ítem	Itinerarios	Distancia	Tiempo
		(Km)	(horas, minutos)
1	CIT Selva (cochera) - Aulas Ing. Civil (Biblioteca o Jr. San Martín) - Campamento Chino – cochera (ida)	15	20”
2	CIT Selva (cochera) - Aulas Ing. Civil (Biblioteca o Jr. San Martín) - Campamento Chino – cochera (vuelta)	15	20”
3	Bajo aldea - Aulas Ing. Ambiental (I.E. Santiago A. de Mayolo) - Villa Ashaninka (Taller Maestranza) – Bajo Aldea (ida)	11	15”
4	Bajo aldea - Aulas Ing. Ambiental (I.E. Santiago A. de Mayolo) - Villa Ashaninka (Taller Maestranza) – Bajo Aldea (vuelta)	11	15”
5	Satipo (cochera) - Sanibeni - Arizona Portillo – Satipo (ida)	20	25”
6	Satipo (cochera) - Sanibeni - Arizona Portillo – Satipo (vuelta)	15	25”

4. Rutas cortas

Se requieren cuatro autobuses, cada uno con 32 pasajeros, para operar estas rutas; si un autobús se avería, se operará un quinto autobús para utilizarlo como auxiliar o parada suplementaria.

Las rutas para el primer autobús son:

Ida: La Merced – Pichanaki

Vuelta: Pichanaki – La Merced

Se cuenta con las siguientes rutas para el segundo autobús:

Ida: Pichanaki – La Merced

Vuelta: La Merced – Pichanaki

El tercer autobús dispone de estas rutas:

Ida: Pichanaki – Satipo

Vuelta: Satipo – Pichanaki

Y el cuarto autobús considera estas rutas:

Ida: Satipo – Pichanaki

Vuelta: Pichanaki – Satipo

5. Rutas locales

Se establecieron estas rutas en La Merced: CRT Selva (cochera) – Aulas Ing. Civil (Biblioteca o local Jr. San Martín) – Campamento Chino (Laboratorios) - cochera.

En Pichanaki se dispuso de las siguientes rutas: Bajo Aldea – Aulas Ing. Ambiental (I. E. Santiago A. de Mayolo) – Villa Ashaninka (Taller Maestranza) – Bajo Aldea.

Se determinó esta ruta en Satipo: partir de la cochera de Satipo, luego a Sanibeni, seguido de Arizona Portillo y se retorna a Satipo.

TABLA 2. Rutas cortas y locales

RUTAS INTERDISTRITALES O RUTAS CORTAS			
Ítem	Itinerarios	Distancia	Tiempo
		(Km)	(horas, minutos)
1	La Merced - Pichanaki (ida)	72,5	1h 17"
2	Pichanaki - La Merced (vuelta)	72,5	1h 17"
3	Pichanaki - La Merced (ida)	72,5	1h 17"
4	La Merced - Pichanaki (vuelta)	72,5	1h 17"
5	Satipo – Pichanaki (ida)	48,5	50"
6	Pichanaki – Satipo (vuelta)	48,5	50"
7	Pichanaki – Satipo (ida)	48,5	50"
8	Satipo – Pichanaki (vuelta)	48,5	50"

RUTAS LOCALES (sirven para ambas propuestas)			
Ítem	Itinerarios	Distancia	Tiempo
		(Km)	(horas, minutos)
1	CIT Selva (cochera) - Aulas Ing. Civil (Biblioteca o Jr. San Martín) - Campamento Chino - cochera (ida)	15	20"
2	CIT Selva (cochera) - Aulas Ing. Civil (Biblioteca o Jr. San Martín) - Campamento Chino - cochera (vuelta)	15	20"
3	Bajo aldea - Aulas Ing. Ambiental (I.E. Santiago A. de Mayolo) - Villa Ashaninka (Taller Maestranza) - Bajo Aldea (ida)	11	15"
4	Bajo aldea - Aulas Ing. Ambiental (I.E. Santiago A. de Mayolo) - Villa Ashaninka (Taller Maestranza) - Bajo Aldea (vuelta)	11	15"
5	Satipo (cochera) - Sanibeni - Arizona Portillo - Satipo (ida)	20	25"
6	Satipo (cochera) - Sanibeni - Arizona Portillo - Satipo (vuelta)	15	25"

- Identificación de paraderos

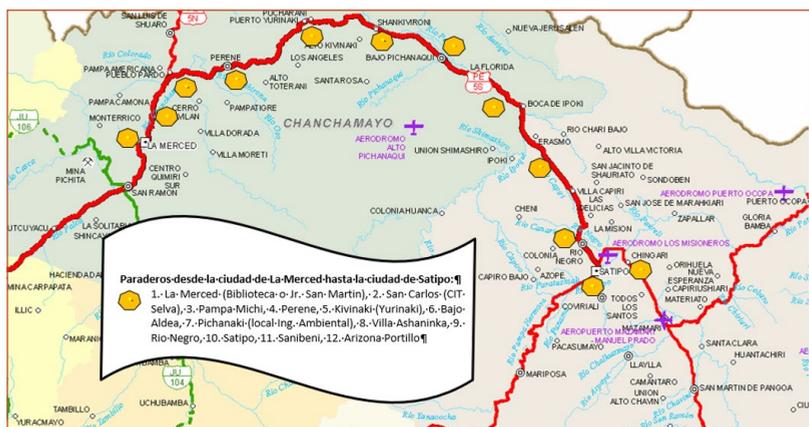
Se visitó cada local de las sedes correspondientes a la UNISCJSA, con el fin de reconocer los paraderos. En La Merced se estableció: la biblioteca, el local del Jr. San Martín, CIT Selva, Campamento Chino, entre otros.

En Pichanaki se consideró: Bajo Aldea, C. P. Villa Ashaninka, I. E. Antúnez de Mayolo, etc.

En Satipo se determinó: Río Negro, Arizona Portillo, C. N. Sanibeni, y otros.

TABLA 3. Lista de paraderos identificados

Paradero 1	La Merced (biblioteca o local Jr. San Martín)
Paradero 2	San Carlos (CIT Selva)
Paradero 3	Pampa Michi
Paradero 4	Perene
Paradero 5	Kivinaki (Yurinaki)
Paradero 6	Bajo Aldea
Paradero 7	Pichanki (local Ing. Ambiental)
Paradero 8	Villa Ashaninka
Paradero 9	Río Negro
Paradero 10	Satipo
Paradero 11	Sanibeni
Paradero 12	Arizona Portillo

FIGURA 12. Identificación de paraderos

H. Logística y servicios generales

La Oficina de Logística y Servicios Generales es un departamento relevante de la universidad. Aquí se planifican diferentes actividades para asegurar la adecuada ejecución de las operaciones de la flota y se realiza el mantenimiento, organización y planificación para satisfacer las necesidades de diversos servicios.

– *Objetivo*

Planear, dirigir, monitorear y examinar la operación de los servicios de transporte que presta la universidad a los estudiantes en rutas urbanas e interurbanas, garantizando una operación segura, en condiciones de servicio apropiado y acordes a las necesidades de viaje de los pasajeros.

IX. PROPÓSITO DE MANTENIMIENTO (UNIDAD)

El área denominada Unidad de Mantenimiento, adscrito al Departamento de Logística y Servicios Generales, es el responsable de implementar los distintos métodos de mantenimiento preventivo y correctivo de la universidad.

Tiene como propósito garantizar que las diferentes actividades se realicen de manera apropiada, con confiabilidad y responsabilidad, para asegurar la continuidad de las operaciones.

Entonces, la Unidad de Mantenimiento se encarga de asegurar la funcionalidad y uso de la flota de la universidad, teniendo en cuenta las operaciones de mantenimiento. Además, la planificación de piezas, repuestos y recursos para completar una tarea considera factores como el tiempo y el costo. Al mismo tiempo, son responsables de evaluar los servicios y reparaciones necesarios para el desarrollo de las actividades en caso de que personal de la universidad o empresas externas no cuenten con servicios disponibles en el sitio.

– *Misión*

De acuerdo con CANSINO⁵⁹, es necesario mejorar continuamente las estrategias de mantenimiento para obtener el máximo beneficio para los estudiantes. Así mismo, se deben desarrollar planes y programas de control para realizar tareas de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de los vehículos, incluidas las normas de seguridad.

Cabe destacar que el mantenimiento se realiza para prevenir posibles averías y prolongar el correcto funcionamiento del equipo. Reali-

59 ELVIS ALBERTO CANSINO FLORES y DANNY WILMAR LUCERO DÍAZ. “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa” (tesis de pregrado), Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2015, disponible en [<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>].

zar el mantenimiento de este equipo es esencial para prevenir posibles costes por averías⁶⁰.

En ese sentido, el enfoque de esta unidad debe centrar en efectuar trabajos rápidos, funciones de calidad, entorno saludable y seguro durante el desarrollo de las actividades y promover el trabajo en equipo.

X. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Este apartado describe el mejoramiento de la calidad de los servicios de transporte de la universidad a través de sugerencias para llevar a cabo con éxito la gestión del plan de mantenimiento de la UNICSJSA.

A. *Mantenimiento correctivo*

Esto se efectúa cuando ocurre una falla inesperada. También se realiza si se prevé una parada para cambiar piezas que ya han llegado al final de su vida útil.

Programar el apagado del equipo para realizar el mantenimiento de rutina puede reducir fallas inesperadas al ajustarlas antes de que ocurran. Para ello, se debe aprovechar de forma óptima el tiempo de inactividad, ya que el uso de horas extra aumenta los costos.

Mantener una lista de acciones correctivas, tanto en la forma propuesta como en el registro digital creado, es extremadamente esencial. Esto se debe a que, con un cumplimiento adecuado y la información precisa, se pueden identificar fallas futuras y se pueden implementar los indicadores de mantenimiento descritos en este documento para medir la eficiencia y eficacia de la gestión. Tener en cuenta que la información necesaria para aplicar e implementar indicadores proviene de registros y formularios.

De otro lado, el modelo de registro de acciones correctivas se puede observar en la Tabla 4. Este es un diseño de hoja de cálculo simple donde se realizan tareas en relación con cada unidad. Este control es únicamente digital y es una de las formas en que la información se extrae y se envía a este registro.

60 WILMER UFREDO ARMIJOS VÁSQUEZ. “Reducción del índice de fallas en el proceso productivo de la empresa tropical Packing Ecuador S. A., aplicando un sistema de gestión de mantenimiento preventivo” (tesis de pregrado), Milagro, Ecuador, Universidad Estatal de Milagro, 2021, disponible en [<https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/6003>].

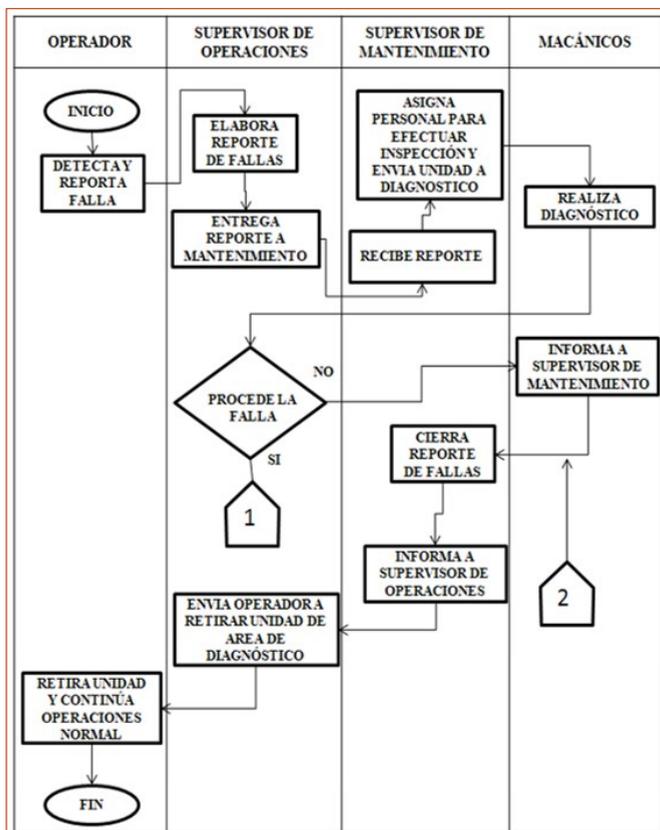
C. Procedimiento para el mantenimiento correctivo

En cuanto a las actividades efectuadas en la gestión de operaciones, se pueden extraer tareas para crear recomendaciones de procedimientos y etapas a seguir para detectar errores no programados, de modo que se detallen las particularidades de las acciones correctivas.

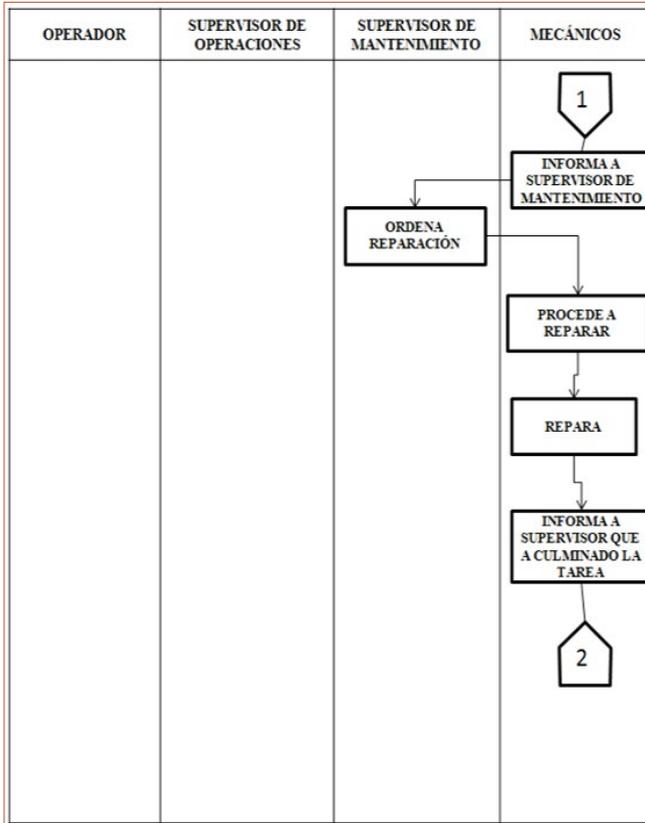
La Figura 13 evidencia un diagrama de flujo de las actividades propuestas que permiten implementar acciones de mantenimiento organizadas para disminuir el tiempo de ejecución y los costos asociados.

Este proceso involucra a un operador, supervisor 1 (operaciones), supervisor 2 (mantenimiento) y un mecánico.

FIGURA 13. Flujograma de mantenimiento correctivo



Fuente: MARSILI CASTRO. Diseño del Sistema Integral de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de la Empresa Transbolivar C. A, cit.

FIGURA 14. Diagrama de flujo para ejecutar el mantenimiento correctivo

Fuente: MARSILI CASTRO. *Diseño del Sistema Integral de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de la Empresa Transbolivar C. A.*, cit.

TABLA 5. Procedimiento para el Sistema de Mantenimiento Correctivo

Orden	Descripción de la actividad	Responsable
1	Parte de su rutina es observar y revisar el autobús, detecta una falla y la reporta al supervisor de operaciones	Operador
2	Recibe el reporte de falla del operador de la unidad, lo evalúa y confirma la falla, luego elabora el reporte detallado de la falla y lo entrega a mantenimiento	Supervisor de operaciones
3	Recepciona el reporte detallado de la falla, asigna el personal necesario y llevan la unidad al área de reparación para su inspección y diagnóstico	Supervisor de mantenimiento

4	Revisión detallada en la parte reportada, luego determina y confirma la falla	Mecánico
5	Determinada y confirmada la falla, informa al supervisor de mantenimiento	Mecánico
6	Ordena la reparación de la unidad	Supervisor de mantenimiento
7	Con la orden respectiva procede a reparar con las herramientas, equipos y repuestos adecuados. Al culminar informa al supervisor de mantenimiento	Mecánico
8	Completa el reporte de la falla indicando el tiempo fuera de servicio y las actividades realizadas. Informa la operatividad de la unidad	Supervisor de mantenimiento
9	Envía al operador a retirar la unidad reparada	Supervisor de operaciones
10	Retira la unidad y continúa con los trabajos programados por operaciones	Operador
11	De no proceder la falla, diagnostica una inadecuada operación de la unidad, la corrige e informa al supervisor	Mecánico
12	Completa reporte de la falla e informa a operaciones	Supervisor de mantenimiento
13	Ordenan al operador retirar la unidad	Supervisor de operaciones
14	Operador continúa con los trabajos programados	Operador

Fuente: MARSILI CASTRO. *Diseño del Sistema Integral de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de la Empresa Transbolivar C. A.*, cit.

D. Registro de actividades de las unidades de transporte

Mediante es diseño se puede registrar todas las actividades de mantenimiento, con especial enfoque en reparaciones de autobuses, actividades preventivas, tipos de fallas y relaciones de los sistemas afectados.

Todos estos datos posibilitan entender el funcionamiento de cada unidad y determinar el tiempo medio que necesitan ser sustituidos los repuestos y piezas que han llegado al final de su vida útil por desgaste y deterioro. También es posible averiguar qué fallas ocurren de manera constante y si las reparaciones se realizan con frecuencia por la misma causa.

- Número de la unidad: se coloca el número de la unidad afectada
- Hora de inicio: tiempo inicial que se establece por actividad
- Fecha de la falla: se escribe la fecha en la que falló la unidad
- Actividad realizada: muestra una breve descripción de las tareas que se llevarán a cabo
- Acciones ejecutadas: se registra todo lo necesario para completar la tarea
- Personal responsable: el nombre del personal encargado de realizar las actividades
- Tiempo total: se coloca el tiempo efectivo para completar cada actividad
- Observación: se redacta algo relevante

E. Sistemas que conforman la flota

El sistema permite asignar actividades diarias a las unidades, lo cual facilita la programación y organización de las actividades de mantenimiento.

Las actividades organizadas por el sistema brindan importantes beneficios al coadyuvar con la identificación de errores que ocurren y realizar estudios de mejora. Una ventaja es que permite observar qué sistemas tienen los costos más altos durante un período de tiempo determinado. Los sistemas se dividen en subsistemas y, por lo general, hay varios de estos, que son los repuestos o elementos que los componen.

El diseño que se propone en este estudio consta de sistemas para cada unidad y ha sido desarrollado mediante el uso de información teórica y la experiencia de quienes han trabajado en otras unidades de mantenimiento⁶².

62 EDISON OSWALDO NARANJO PAUTA y GALO FERNANDO SIGUENCIA MÉNDEZ. “Implementación de un centro de mantenimiento automatizado para los vehículos de la unión provincial de transporte de carga liviana y mixta del Cañar” (tesis de pregrado), Cuenca, Ecuador, Universidad

- *Sistema de motor.* Es considerado el sistema principal y consta de una serie de piezas mecánicas que convierten la energía del combustible en energía mecánica, produciendo así movimiento de rotación y traslación.
- *Sistema de caja de velocidad.* Es un sistema que utiliza plenamente la potencia del motor para responder a demandas como el movimiento del vehículo, la transmisión de fuerza y velocidad a las ruedas motrices, así como los cambios. Se ubica entre el embrague y el eje motriz.
- *Sistema de tren delantero.* Permite controlar la dirección de un vehículo. Consta de un eje delantero, el sistema de dirección y suspensión del vehículo.
- *Sistema de transmisión.* Consiste en una serie de elementos que transmiten movimiento a las ruedas. En el proyecto objeto de estudio este sistema no incluye caja de cambios.
- *Sistemas de frenos.* La función de este sistema es la creación de una fuerza que resista el movimiento del vehículo, que lo mantenga hasta que quede completamente inmóvil o estacionado a petición del conductor.
- *Sistema neumático y suspensión.* Consta de un conjunto de elementos que permiten la suspensión y amortiguación de la unidad, así como todas las piezas correspondientes al sistema de neumáticos.
- *Sistema eléctrico.* Garantiza que siempre haya suficiente energía eléctrica disponible a través de los circuitos de control de iluminación y señales y otros circuitos opcionales que contribuyen al confort y la seguridad.
- *Sistema de aire acondicionado.* Consta de elementos que posibilitan mantener el confort en la cabina de la unidad y controlar la temperatura según se requiera.

- *Sistema de chasis.* Conformada por una estructura de metal en la cual se fijan los sistemas del vehículo.
- *Sistema de carrocería.* Estructura con base de metal y revestimiento de fibra de vidrio, es la parte visible de un vehículo.

F. Asignación de códigos de fallas

La designación de estos códigos consiste en el uso de letras y números para identificar errores en cada unidad, sistema por sistema o subsistema por subsistema, proporcionando así un diagnóstico preciso del error.

Cada sistema tiene un acrónimo único para identificarlo y diferenciarlo de otros sistemas. Con el uso diario y la práctica continua, se vuelve fácil de detectar.

– Tipo de unidad

La asignación del código de error incluye las iniciales de la unidad dañada. Una flota consta de tres tipos de vehículos, por lo general (ómnibus 1, ómnibus 2, ómnibus 3 y ómnibus 4), por lo que las dos primeras letras y números se refiere a estas denominaciones.

TABLA 7. Codificación de fallas por unidad

N.º	Tipo de unidad	Siglas
1	Ómnibus 1	OM-1
2	Ómnibus 2	OM-2
3	Ómnibus 3	OM-3
4	Ómnibus 4	OM-4

– Sistema afectado

Se identificaron diez sistemas, por lo que se han establecido siglas de modo que no haya repetición, ni en el orden ni con otro sistema.

TABLA 8. Siglas de codificación de fallas por sistema

N.º	Sistema	Siglas
1	Motor	SMO
2	Caja de velocidades	SCV
3	Tren delantero	STD
4	Transmisión	STR
5	Frenos	SFR
6	Neumático y suspensión	SNS
7	Eléctrico	SEL
8	Aire acondicionado	SAA
9	Chasis	SCH
10	Carrocería	SCA

– *Subsistema afectado*

Cada subsistema es diferente y continúa con el mismo orden y nomenclatura del sistema. Las diferencias entre los subsistemas son tan grandes, que no se utilizan las mismas siglas. En ocasiones se agrupan según su funcionamiento. No se pueden especificar de manera individual.

La siguiente tabla muestra ejemplos de subsistemas y sus siglas asociadas:

TABLA 9. Siglas de codificación de fallas por subsistema

N.º	Sistema	Subsistemas	Siglas
1	Motor	Cámaras	CA
2	Caja de velocidades	Sistema de aplicación	SAPL
3	Tren delantero	Pasadores	PAS
4	Transmisión	Piñón	PIÑ
5	Frenos	Bandas traseras	BTR
6	Neumático y suspensión	Válvula secante	VSEC
7	Eléctrico	Relé luz de cruce	RLCR
8	Aire acondicionado	Compresor de A/A	CAA
9	Chasis	Chasis fracturado	CHFR
10	Carrocería	Parabrisa derecho	PADR

Las siglas para codificar subsistemas pueden tener hasta cuatro caracteres, se definen de diferentes formas y las coincidencias se distinguen numéricamente.

1. Codificación de fallas

La estructura de esta propuesta es la siguiente: en primer lugar, la letra inicial del modelo de unidad, seguida de un guion, luego el sistema asociado, luego un guion para separar el subsistema y el siguiente dígito, y el último dígito es un número. La Tabla 9 ilustra esta estructura mediante un ejemplo.

TABLA 10. Siglas de codificación de fallas

Estructura de codificación	Ejemplo
AB – CDEFGHI – #	OM3-MOCA-1

En esta tabla se observa la estructura de la convención de nomenclatura, el ejemplo y su interpretación. El error se evidencia en el ómnibus 3, el sistema es el motor, el subsistema es la cámara y el número 1 representa la cámara 1.

G. Mantenimiento preventivo: frecuencia, tipos y actividades

Esta frecuencia se seleccionó según las recomendaciones del fabricante. Para el mantenimiento preventivo, las acciones preventivas se dividen en varias rutinas.

– *Mantenimiento de rutina A*

El mantenimiento descrito en el manual del fabricante incluye tareas que el operador debe realizar antes de manejar el vehículo. La frecuencia de inspección es diaria y se basa en la inspección visual.

1. Actividades de mantenimiento de rutina A (convencional)

Las actividades cotidianas previas a arrancar el motor son:

- Ver los niveles de aceite del motor, aceite de dirección y líquido refrigerante

- Verificar la presión de los neumáticos
- Corroborar fugas de líquidos y combustible
- Comprobar luces e indicadores de dirección y luz de freno

También se consideran actividades diarias con el motor encendido:

- Corroborar la presión de aceite y neumática
- Ver el tanque de combustible
- Comprobar el juego de la dirección
- Verificar el funcionamiento del tacógrafo, de la bocina, del limpiaparabrisas y del timbre

La comprobación periódica corta se efectúa una vez por semana:

- Verificar el estado de las correas
- Corroborar el nivel del líquido del embrague
- Ajustar la presión de todos los neumáticos
- Comprobar el estado de los cinturones de seguridad
- Ajustar las tuercas de sujeción de las ruedas
- Chequear el nivel de agua de la batería
- Constatar bornes de la batería

- *Mantenimiento de rutina B (trabajos específicos)*

Este mantenimiento lo efectúa el personal calificado, mecánicos experimentados o mecánicos con experiencia en otros departamentos de mantenimiento. La frecuencia de las actividades recomendada se basa en la clasificación detallada en el manual del fabricante y también en función de sugerencias personales y experiencia con otras unidades

de mantenimiento. Estas tareas deberán realizarse mensualmente, dependiendo de la naturaleza de los servicios prestados.

Se ha establecido que la rutina B debe ejecutarse cada 30 días y esta frecuencia de servicio es compatible.

Por su parte, en el manual del fabricante se recomienda que para vehículos utilizados en condiciones difíciles y recorridos más de 80.000 km al año, este tipo de trabajos se deben realizar cada 30 días. Por lo tanto, las sugerencias descritas anteriormente son consistentes con las instrucciones del manual del fabricante.

1. Actividades de mantenimiento de rutina B

- Cambiar los filtros del aceite del motor, de combustible primario y secundario
- Cambio del aceite de motor
- Limpiar elemento filtrante de aire
- Verificar los niveles de aceite de la caja de velocidades, del aceite de transmisión
- Comprobar los terminales de dirección (barra larga y barra corta)
- Chequeo y ajuste de bandas traseras y delanteras
- Constatación de tambores de frenos, frenos de servicio, raches de frenos
- Comprobar huelgo en los terminales de dirección
- Ajustar los soportes de suspensión delantera y trasera, barras tensoras
- Corroborar el sistema de cambio de velocidades
- Chequear juegos y desgaste de las crucetas y manguito desplazable
- Verificar cableado, ajustar terminales
- Examinar el motor de arranque, alternador

- Lavado a presión del motor, casco interno y externo
- Chequear conexiones a tierra y batería
- Revisar el funcionamiento del sistema de embrague

2. Acciones referidas a engrasar:

- Sistema de transmisión
- Pasadores tren delantero
- Frenos delantero y trasero (todo el sistema)
- Sistema de carrocería
- Barra larga y corta de los terminales de dirección

3. Revisión de la existencia de fugas en:

- Enfriamiento del motor (todo su sistema)
- Tuberías de aceite del motor, de combustible, de aceite hidráulico, de aire comprimido
- Motor principal
- Dirección hidráulica
- Sistemas admisión y escape
- Aceite de transmisión y de la caja de velocidades

Cronograma de rutinas A y B

La Tabla 11 presenta el cronograma de actividades de mantenimiento de rutina A y B. El sombreado amarillo representa la rutina A (diaria) y el sombreado azul, la rutina B (cada 30 días).

TABLA 11. Cronograma de actividades por semanas de las rutinas A y B

		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE RUTINA "A" Y "B"																																							
TIPO DE SERVICIO	SEMANAS																																								
	1					2					3					4					5																				
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M									
RUTINA "A"																																									
RUTINA "B"																																									

– Mantenimiento de Rutina C

La frecuencia de estas operaciones de mantenimiento es cada dos meses, con un intervalo intermedio de un mes en el que no se realizan ninguna de estas. Este mantenimiento incluye tareas de rutina B y otras acciones que requieren más tiempo para ejecutarse. Por lo tanto, se requieren más horas de mano de obra, materiales y suministros para completar este servicio.

La frecuencia se determinó como en la rutina B. Es decir, se basa en las instrucciones del fabricante, complementadas con la experiencia.

1. Actividades de mantenimiento de rutina C

- Engrasar los tensores de correas
- Constatar suspensión del motor
- Chequear caja de velocidades
- Corroborar los amortiguadores
- Verificar las ballestas, en especial, sus soportes
- Comprobar todo el sistema de freno (cilindros y válvulas)
- Engrasar rodamientos de los extremos de ejes
- Examinar el *intercooler*
- Limpiar el filtro del tanque de combustible
- Revisar estado del puente central

– *Mantenimiento de Rutina D*

Estos servicios se efectúan cada año, resumiendo todos los mantenimientos anteriores; en otras palabras, es el mantenimiento general de la unidad. Este tipo de actividades se realizarán con mayor detalle para garantizar el correcto funcionamiento de los autobuses. Esta frecuencia de mantenimiento fue seleccionada del manual del fabricante.

1. Actividades de mantenimiento de rutina D

- Cambio de aceites de la caja de velocidades, de transmisión
- Constatar la alineación de las ruedas, bomba de agua
- Calibrar válvulas del motor
- Cambio del líquido refrigerante
- Cambio del filtro secante
- Revisar inyectores
- Comprobar las escobillas y los rodamientos del alternador
- Cambio del líquido del embrague
- Chequeo del sistema de frenos
- Verificar el funcionamiento de desaplicación del freno de emergencia
- Limpiar el interior del tanque de combustible

Cronograma de Rutinas C y D

En cuanto a la Tabla 12, se observa que el sombreado de color verde representa las actividades realizadas como rutina C y las casillas sombreadas de rojo simbolizan la rutina D.

Los indicadores mostrados en la tabla se deben completar con la siguiente información:

- Fecha programada: fecha en la cual se programó la actividad
 - Fecha real: día en que se ejecuta la actividad
 - Unidad número: número de la unidad a la que se le efectúa mantenimiento
 - Hora de inicio: se refiere al comienzo de las actividades de mantenimiento preventivo
 - Actividades realizadas: breve explicación de dichas actividades
 - Personal responsable: registro del personal que ejecuta las actividades, anotando el cargo que tiene y la cantidad de personas
 - Hora de finalización: culminación de las tareas preventivas
 - Tiempo total de mantenimiento preventivo: se anota el tiempo real de horas totales de trabajo, descartando los descansos y refrigerios
 - Piezas e insumos utilizados: se registra la cantidad de piezas o insumos que fueron utilizados en la realización de las actividades preventivas
 - Observaciones: se anotan hechos y notas importantes
- *Formulario para el mantenimiento preventivo (propuesto)*

La propuesta se centra en recopilar toda la información sobre las actividades realizadas, incluyendo detalles como tiempo de ejecución, responsable, actividad, etc.

El formulario lo completa el responsable del seguimiento de las actividades dentro del taller. En este caso, el gerente de mantenimiento es responsable de monitorear y registrar todos los pasos necesarios para completar con éxito las actividades de mantenimiento.

Si se aplica correctamente el formulario propuesto, se debe ingresar una hora de inicio y finalización para cada actividad, así se conocerá

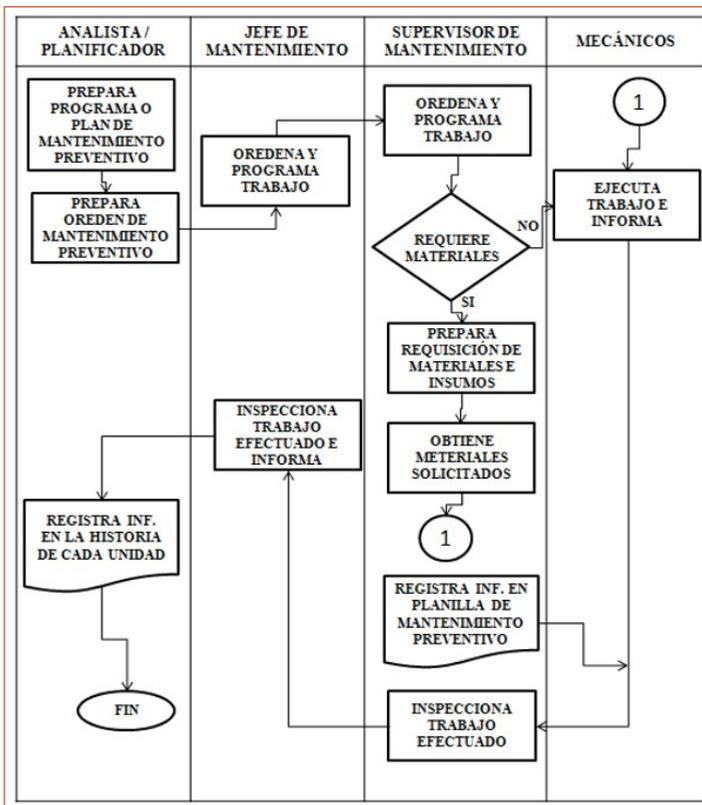
exactamente cuánto tiempo se requiere para realizar el mantenimiento preventivo. Esto permite realizar inspecciones más precisas y confiables, lo que ayuda a optimizar continuamente el mantenimiento.

– *Procedimientos de ejecución del mantenimiento preventivo*

Es importante seguir los pasos sugeridos, ya que fueron desarrollados con énfasis en el tiempo y de acuerdo con el equipo y personal de gestión de la fábrica. El tiempo es un factor esencial porque cada minuto se detiene la producción.

Cada paso se relaciona con el siguiente y con el anterior. Por lo tanto, el diseño se construye cuidadosamente con el objetivo de ejecutarse en el menor tiempo posible y utilizando los recursos adecuados. Para ello, se evalúa la agrupación de pasos, a fin de lograr el objetivo.

FIGURA 15. Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo



Fuente: MARSILI CASTRO. *Diseño del Sistema Integral de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de la Empresa Transbolivar C. A.*, cit.

TABLA 14. Procedimiento para el Sistema de Mantenimiento Preventivo

Orden	Descripción de la actividad	Responsable
1	Elabora el programa y el plan de mantenimiento preventivo con todas las actividades necesarias para su ejecución	Analista planificador de mantenimiento
2	Prepara la orden para la ejecución de las actividades y la entrega al jefe de mantenimiento	Analista planificador de mantenimiento
3	Programa el trabajo a realizar en el menor tiempo posible	Jefe de mantenimiento
4	Programa y ordena el trabajo para distribuirlo de la forma más adecuada	Supervisor de mantenimiento
5	Ejecutan el trabajo de acuerdo a lo programado	Personal de mecánicos
6	Supervisa el trabajo realizado por los mecánicos	Supervisor de mantenimiento
7	Registra las actividades ejecutadas, utiliza el formato de mantenimiento preventivo, informa al jefe de mantenimiento la culminación de las tareas	Supervisor de mantenimiento
8	Supervisa el trabajo y verifica que las actividades se hayan cumplido a cabalidad. Informa al analista planificador de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
9	Recibe formato de mantenimiento preventivo y registra la información en el historial de cada unidad	Analista planificador de mantenimiento
10	Para el caso que se necesiten materiales, insumos o repuestos, el supervisor elabora requerimiento respectivo y los obtiene	Supervisor de mantenimiento
11	Ejecutan trabajo programado	Personal de mecánicos
12	Supervisa el trabajo realizado	Supervisor de mantenimiento
13	Registra las actividades ejecutadas en el formato de mantenimiento preventivo e informa al jefe de mantenimiento de la finalización de las tareas	Supervisor de mantenimiento
14	Supervisa el trabajo para asegurar que las actividades se cumplieron completamente. Informa al analista planificador de mantenimiento	Jefe de mantenimiento

15	Recibe formato de mantenimiento preventivo y registra la información en el historial de cada unidad y de esta manera finaliza el proceso de mantenimiento preventivo	Analista planificador de mantenimiento
----	--	--

Fuente: MARSILI CASTRO. *Diseño del Sistema Integral de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de la Empresa Transbolivar C. A.*, cit.

– Cronograma mantenimiento preventivo

La implementación de actividades preventivas deben planificarse como se describió anteriormente, y se deben hacer esfuerzos para planear cada actividad y garantizar que el servicio se lleve a cabo dentro del tiempo establecido. Esto logra eficiencia de la gestión del mantenimiento.

Además, se ha creado un cronograma de mantenimiento preventivo de acuerdo con el organigrama de la universidad, enumerando cada departamento de la misma y detallando líneas que pueden indicar el tipo de mantenimiento a realizar, la fecha programada y la fecha real. Hoy en día se efectúa el mantenimiento partiendo de un cronograma anual. Tener en cuenta que los domingos están excluidos del horario propuesto, ya que no hay trabajo en la universidad.

El tiempo requerido para realizar el servicio es de aproximadamente siete horas de mano de obra cuando lo realiza un mecánico y un asistente mecánico. Esta estimación surge de una encuesta realizada entre el personal de mantenimiento de otras empresas, y estima el tiempo aproximado que se tarda en ejecutar cada actividad que compone el servicio, sumando aproximadamente siete horas.

El mantenimiento preventivo de la unidad no debe exceder de un día, ya que se destina ese periodo para la realización de la actividad. Esto resulta en pérdidas y bajo control de la programación.

Por lo tanto, este cronograma propone que se realice el mantenimiento preventivo en dos unidades por día, porque hay 26 días hábiles en un mes.

– Mantenimiento preventivo agrupado por sistemas

Se refiere a las actividades extraídas de diferentes servicios relacionadas con el número aproximado de días y kilometraje fijado por el fabricante (parámetros manuales Mercedes-Benz) para efectuar los trabajos de mantenimiento.

H. Indicadores para la unidad de mantenimiento universitaria

Aplicar un sistema de indicadores proporciona una serie de beneficios a su unidad de mantenimiento, que incluyen el seguimiento del proceso. La mejora continua solo es posible si se lleva a cabo un seguimiento exhaustivo de todos los eslabones de la cadena de procesos. Estos instrumentos de medida no solo posibilitan más oportunidades de mejora, sino que también permiten llevar a cabo las medidas necesarias para optimizar el mantenimiento.

A continuación, se presentan los indicadores recomendados para monitorear o rastrear las actividades de mantenimiento:

– Eficiencia de los programas de mantenimiento

1. Expresión conceptual

Este indicador muestra la eficiencia del cumplimiento de los cronogramas de mantenimiento por el personal responsable, lo cual evidencia la correlación entre las actividades planificadas y realmente realizadas. Tener en cuenta que el cronograma incluye tareas de mantenimiento mayores y menores.

2. Expresión matemática

$$EAM = \frac{\text{Total de acciones de mantenimiento ejecutadas}}{\text{Total de acciones de mantenimiento programadas}} \times 100\%$$

3. Tipo de indicador

Este indicador mide la eficiencia de las diversas actividades de la Unidad de Mantenimiento.

4. Unidad de medida

Se utiliza valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Monitorear el porcentaje de actividades de mantenimiento rutinario, preventivo o planificado relacionadas con un período de tiempo específico.

6. Rangos de desempeño

TABLA 15. Ejecución de los programas de mantenimiento

Rango	Valores	Color
Control ideal	Entre 100 y 81%	Verde
Control no crítico dentro del rango	Entre 80 y 65%	Amarillo
Control crítico fuera de rango	Menor que 65%	Rojo

7. Frecuencia de seguimiento

Se efectúa el reporte en una hoja de cálculo Excel, en función del costo de cada acción de mantenimiento correctivo, el cual se analiza cada tres meses.

8. Meta del indicador

Este índice permite identificar problemas con el personal y las actividades.

– Índice de confiabilidad

1. Expresión conceptual

Indicador que permite medir la probabilidad de que un dispositivo funcione sin errores durante un período de tiempo determinado en condiciones de funcionamiento adecuadas.

2. Expresión matemática

$$TPPR = \frac{\sum \text{Tiempo fuera de servicio}}{\text{Número total de Fallas}}$$

3. Tipo de indicador

Este índice pertenece a la categoría de eficiencia, ya que mide el desempeño exacto de la unidad.

4. Unidad de medida

Se usa valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Determinar qué tan confiables son las unidades al momento de realizar sus actividades.

6. Rangos de desempeño

TABLA 16. Índice de confiabilidad

Rango	Valores	Color
Control ideal	Entre 100 y 71%	
Control no crítico dentro del rango	Entre 70 y 50%	
Control crítico fuera de rango	Menor a 50%	

7. Frecuencia de seguimiento

Se analiza este indicador cada tres meses.

8. Meta del indicador

El tiempo calculado se utiliza para determinar si hay variación entre fallas. Si es constante, creciente o decreciente, este indicador ayuda a determinar el grado de confiabilidad del equipo evaluado.

– Índice de mantenibilidad

1. Expresión conceptual

Se refiere a la probabilidad de que un dispositivo pueda repararse dentro de un período de tiempo determinado.

2. Expresión matemática

$$TPEF = \frac{\text{Tiempo Total} - \sum \text{Tiempo Fuera de Servicio}}{\text{Número total de Fallas}}$$

3. Tipo de indicador

Hace referencia a un índice de eficiencia.

4. Unidad de medida

Se utiliza valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Probabilidad para que el equipo pueda ser reparado dentro de un tiempo específico.

6. Rangos de desempeño

TABLA 17. Índice de mantenibilidad

Rango	Valores	Color
Control ideal	Entre 100 y 71%	Verde
Control no crítico dentro del rango	Entre 70 y 50%	Amarillo
Control crítico fuera de rango	Menor a 50%	Rojo

7. Frecuencia de seguimiento

El costo de cada mantenimiento correctivo se reporta en una hoja de cálculo Excel y se analiza cada tres meses.

8. Meta del indicador

El tiempo calculado se utiliza para establecer si existe variación entre fallas, si es constante, creciente o decreciente. Este indicador ayuda a determinar el nivel de capacidad de servicio del equipo evaluado.

– Índice de disponibilidad

1. Expresión conceptual

Establece la capacidad de un dispositivo para realizar una función requerida en condiciones específicas si los recursos se proporcionan de manera oportuna. Está directamente vinculada con la relación equivalente entre mantenibilidad y confiabilidad.

2. Expresión matemática

$$ID = \frac{\text{Tiempo promedio entre fallas}}{\text{Tiempo promedio entre fallas} + \text{Tiempo promedio para reparar}} \times 100\%$$

3. Tipo de indicador

Mide la eficiencia con indicadores similares a los de mantenibilidad y confiabilidad.

4. Unidad de medida

Se utiliza valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Determinar la capacidad de funcionamiento de un equipo bajo ciertas condiciones y en un tiempo determinado.

6. Rangos de desempeño

TABLA 18. Índice de disponibilidad

Rango	Valores	Color
Control ideal	Entre el 100 y 91%	
Control no crítico dentro del rango	Entre 90 y 85%	
Control crítico fuera de rango	Menos del 85%	

7. Frecuencia de seguimiento

Se crea un informe que contiene el costo de cada acción de mantenimiento correctivo en una hoja de cálculo de Excel y esto se analiza cada tres meses.

8. Meta de indicador

Al monitorear si el equilibrio entre capacidad de servicio y confiabilidad es óptimo, se puede comprender si el equipo es capaz de funcionar normalmente dentro del tiempo requerido.

– Eficiencia del mantenimiento preventivo

1. Expresión conceptual

Se refiere a la relación entre mantenimiento preventivo y mantenimiento general, cuya evidencia muestra valores porcentuales.

2. Expresión matemática

$$TMP = \frac{\text{Total de mantenimiento preventivo}}{\text{Total de mantenimiento preventivo} + \text{Total de mantenimiento correctivo}} \times 100\%$$

3. Tipo de indicador

Hace referencia a un índice de eficiencia.

4. Unidad de medida

Se utiliza valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Determinar la porción de mantenimientos preventivos en relación a los mantenimientos totales.

6. Rango de desempeño

TABLA 19. Tasa de mantenimiento preventivo

Rango	Valores	Color
Control ideal	Entre 100 y 71%	Verde
Control no crítico dentro del rango	Entre 70 y 50%	Amarillo
Control crítico fuera de rango	Menor que 50%	Rojo

7. Frecuencia de seguimiento

Se realiza un monitoreo mensual.

– Eficiencia del mantenimiento correctivo

1. Expresión conceptual

Esto permite conocer la ratio entre el mantenimiento correctivo realizado y el mantenimiento total, además, proporciona información sobre qué porcentaje de este servicio se utiliza.

2. Expresión matemática

$$TMC = \frac{\text{Total de mantenimiento correctivo}}{\text{Total de mantenimiento preventivo} + \text{Total de mantenimiento correctivo}} \times 100\%$$

3. Tipo de indicador

Corresponde a un indicador de eficiencia.

4. Unidad de medida

Se usa valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Determinar la porción de mantenimientos correctivos en relación a los mantenimientos totales.

6. Rango de desempeño

TABLA 20. Tasa de mantenimiento correctivo

Rango	Valores	Color
Control ideal	Menor que 50,00%	
Control no crítico dentro del rango	Entre 70,00 y 50,01%	
Control crítico fuera de rango	Entre 100,00 y 70,01%	

7. Frecuencia de seguimiento

Se efectúa un monitoreo mensual.

– Eficiencia de los mantenimientos programados

1. Expresión conceptual

Esto posibilita observar la relación entre el mantenimiento programado y el realizado.

2. Expresión matemática

$$\text{MPR} = \frac{\text{Total de mantenimiento programados}}{\text{Total de mantenimiento ejecutados}} \times 100\%$$

3. Tipo de indicador

Corresponde a un indicador de eficiencia.

4. Unidad de medida

Se aplican valores porcentuales para expresar los resultados.

5. Objetivo estratégico

Determinar la porción de mantenimientos programados en relación a los mantenimientos ejecutados.

6. Rango de desempeño

TABLA 21. Tasa de mantenimiento programado

Rango	Valores	Color
Control ideal	Entre el 100 y 71%	Verde
Control no crítico dentro del rango	Entre el 70 y 50%	Amarillo
Control crítico fuera de rango	Menor que 50%	Rojo

7. Frecuencia de seguimiento

Se realiza un monitoreo mensual.

CONCLUSIONES

La universidad analizada (UNISCJSA) carece de transporte eficiente en sus tres sedes (La Merced, Pichanaki y Satipo). Por lo que deben incluirse servicios de movilidad universitaria que permitan a los estudiantes asistir a sus cursos de manera oportuna y segura.

Se estipula que esta universidad ha adquirido cuatro unidades de transporte con capacidad para 33 pasajeros (incluye al conductor). Por ende, el funcionamiento de estas unidades se basa solo en las sugerencias del fabricante y es necesario la realización de reparaciones en caso de falla accidental.

Así mismo, no cuentan con un plan de mantenimiento, por lo que no existe registro de actividades de mantenimiento ni un formulario para anotar las actividades. En otras palabras, los planes o medidas preventivas en esta universidad son inexistentes.

Para mejorar los servicios de transporte en esta universidad, se ha propuesto gestionar un plan de mantenimiento. Esto incluye el traslado de estudiantes de dicha universidad hacia las sedes respectivas. Además, se integran los KPI con formato de registro histórico, de control y mejora continua.

SUGERENCIAS

Se recomienda que la universidad implemente nuevos programas que mejoren el servicio de transporte en el campus universitario y sus sedes, con el fin de que los estudiantes se movilicen de manera adecuada y con seguridad.

De igual modo, el registro de documentos se puede mejorar según la experiencia. Los departamentos de mantenimiento puedan utilizar el formato propuesto para crear registros de actividades y acciones de mantenimiento correctivo o preventivo y comenzar a crear sus propios planes de mantenimiento.

CAPÍTULO QUINTO

Reflexiones en torno a la importancia del plan de mantenimiento en organizaciones

Hoy en día, las empresas afrontan a un mundo interconectado que introduce riesgo e incertidumbre al momento de tomar decisiones, lo cual afecta la productividad, y a su vez, la competitividad y sostenibilidad. Por consiguiente, toda empresa precisa de una gran capacidad para satisfacer las necesidades de sus clientes y proveedores, en un marco de calidad y costos que permita lograr sus metas corporativas⁶³.

Entonces, un estudio que busque mejoras o sugiera alternativas para mantener las máquinas y equipos funcionando de forma segura y eficiente es relevante. Por ello, la gestión de mantenimiento es una respuesta a las empresas que sufren pérdidas por fallos de maquinaria o equipos; aunque esto pueda ser inevitable, a veces es predecible⁶⁴.

63 DAMARICK DIOMARA PACHECO BARRERA y ROBERT JESÚS RODRÍGUEZ OLLARVES. “Las TIC como estrategia competitiva en la gestión empresarial”, *Revista Enfoques*, vol. 3, n.º 12, 2019, pp. 286 a 298, disponible en [<https://revistaenfoques.org/index.php/revistaenfoques/article/view/72>].

64 ARROYO VACA y OBANDO QUITO. “Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos”, cit.

Este plan, ejecutado de manera adecuada, incrementa los ingresos y reduce los costos al implementar un plan que permita revisar periódicamente la maquinaria y los equipos para determinar su estado y predecir posibles desperfectos⁶⁵. Por tanto, se trata de un plan orientado a optimizar el rendimiento de las maquinarias y aumentar la producción con el fin de cumplir con los pedidos acordados con los clientes mediante la identificación de posibles defectos antes de que se conviertan en problemas más graves.

Así mismo, en toda empresa es importante planificar y realizar el mantenimiento de manera adecuada para garantizar la seguridad y confiabilidad de sus sistemas y entorno de trabajo, de esta manera es posible eliminar los riesgos laborales.

Cabe señalar que el mantenimiento es una actividad de alto riesgo, por lo que debe realizarse de manera segura y con la protección apropiada tanto para los empleados de este rubro como para los demás⁶⁶. Esta actividad se realiza a través de subcontrataciones o mediante un equipo de mantenimiento interno que esté altamente capacitado.

En síntesis, el operador y todos los empleados de una empresa son esenciales en la implementación de un óptimo plan de mantenimiento, ya que son los primeros en estar en contacto con las máquinas y equipos, por lo que pueden notar las fallas en estos.

65 JUAN DAVID CALDERÓN BLANCO. “Gestión de mantenimiento preventivo como herramienta para la optimización de procesos en la industria” (tesis de pregrado), Pamplona, Colombia, Universidad de Pamplona, 2020, disponible en [<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5679>].

66 MARCELO FABIANO COSTELLA, FRANCIELI DALCANTON, SCHEYLA MARIA CARDINAL, SANDRA SALETE VILERT y GRACIELA APARECIDA PELEGRINI. “Maintenance, occupational health and safety: a systematic review of the literature”, *Gestao & Producao*, vol. 27, n.º 2, 2020, pp. 1 a 17, disponible en [<https://www.scielo.br/j/gp/a/F4FFrC6qR54mSqhyCJrw45x/?lang=en&format=pdf>].

REFERENCIAS

- ALARCÓN QUIÑONES, BORIS ANDRÉS y DENIS MELISSA ROMERO MONTENEGRO. “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena” (tesis de pregrado), Guayaquil, Universidad Politécnica Salesiana, 2020, disponible en [<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20080>].
- AMENDOLA, LUIS; TIBAIRE DEPOOL, ROMÁN AUGUSTO CONTRERAS PÉREZ y MIGUEL ÁNGEL ARTACHO RAMÍREZ. “Diagnóstico del estado actual de la gestión del mantenimiento de activos físicos Pas 55 Estándar Internacional caso: planta de automoción-España”, *XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, Valencia, 11 a 13 de julio de 2012, pp. 322 a 334, disponible en [https://www.aepro.com/files/congresos/2012valencia/CIIP12_0322_0334.3717.pdf].
- ANAGUANO LAMIÑA, ROBERTO ALONSO. “Modelo de un plan de mantenimiento basado en procesos para el área de Preparación Hilatura. Caso Empresa Vicunha Ecuador” (tesis de maestría), Quito, Universidad Andina Simón Bolívar, 2018, disponible en [<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6344?mode=full>].
- ARMIJOS VÁSQUEZ, WILMER UFREDO. “Reducción del índice de fallas en el proceso productivo de la empresa tropical Packing Ecuador S. A., aplicando un sistema de gestión de mantenimiento preventivo” (tesis de pregrado), Milagro, Ecuador, Universidad Estatal de Milagro, 2021, disponible en [<https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/6003>].
- ARROYO VACA, CRISTIAN SEBASTIÁN y ROMEL FABIÁN OBANDO QUITO. “Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos”, *E-IDEA Journal of Engineering Science*, vol. 4, n.º 10, 2022, pp. 59 a 69, disponible en [<https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/240>].

- CALDERÓN BLANCO, JUAN DAVID. “Gestión de mantenimiento preventivo como herramienta para la optimización de procesos en la industria” (tesis de pregrado), Pamplona, Colombia, Universidad de Pamplona, 2020, disponible en [<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5679>].
- CANSINO FLORES, ELVIS ALBERTO y DANNY WILMAR LUCERO DÍAZ. “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa” (tesis de pregrado), Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2015, disponible en [<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>].
- CASTILLO, RICARDO; ANA TERESA PRIETO y EGILDE ZAMBRANO. “Elementos de la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas”, *Negotium*, vol. 9, n.º 25, 2013, pp. 55 a 85, disponible en [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78228410004>].
- CHANG PARRALES, MARIELA FERNANDA; SERGIO RAÚL VILLACRÉS PARRA, MAYRA ALEXANDRA VISCAÍNO CUZCO y CÉSAR MARCELO GALLEGOS LONDOÑO. “Modelo de auditoría para evaluar la gestión de mantenimiento de activos físicos”, *Revista Conciencia Digital*, vol. 3, n.º 1.2, 2020, pp. 104 a 122, disponible en [<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1189>].
- COMISIÓN ASESORA PRESIDENCIAL PROMOVILIDAD URBANA. *Problemas de la movilidad urbana: estrategias y medidas para su mitigación*, Santiago de Chile, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 2014, disponible en [<https://www.mtt.gob.cl/promovilidad/informe-final-promovilidad>].
- COSTELLA, MARCELO FABIANO; FRANCIELI DALCANTON, SCHEYLA MARIA CARDINAL, SANDRA SALETE VILERT y GRACIELA APARECIDA PELEGRINI. “Maintenance, occupational health and safety: a systematic review of the literature”, *Gestao & Producao*, vol. 27, n.º 2, 2020, pp. 1 a 17, disponible en [<https://www.scielo.br/j/gp/a/F4FFrC6qR54mSqhyCJrw45x/?lang=en&format=pdf>].

- CRUZ SALINAS, LUIS EDGARDO; CARLOS ENRIQUE MENDOZA OCAÑA, KARINA VILLEN A MENDIETA y CÉSAR ABRAHAM CUEVA RAMOS. “Maintenance management proposal based on reliability to reduce machinery failures of the broiler line in a poultry company in Perú”, 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development”, Buenos Aires, 17 a 21 de julio de 2023, pp. 1 a 6, disponible en [https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/papers/Contribution_1094_a.pdf].
- ESPINOZA MONTES, CIRO. *Metodología de la investigación tecnológica: pensando en sistemas*, 2.^a ed., Huancayo, Perú, Edit. Soluciones Gráficas, 2014, disponible en [<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1148>].
- FONSECA FUENTES, BLANCA MARÍA y JULIE PAOLA MIRANDA OVALLE. “Movilidad, transporte y bienestar psicológico en estudiantes universitarios”, *Contextos. Revista Virtual del Programa de Psicología*, n.º 24, 2021, pp. 27 a 39, disponible en [<http://repositorio.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11078>].
- FRANCO CORDERO, LILA. “La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en universidades venezolanas”, *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 29, n.º 2, 2014, pp. 23 a 40, disponible en [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/7113].
- FUSO. *Modelo Bus Rosa*, Perú, MC Autos del Perú, 2023, disponible en [<https://www.fuso.com.pe/bus/rosa>].
- GALAR PASCUAL, DIEGO; LUIS BERGES MURO, MARÍA PILAR LAMBÁN CASTILLO y BERNARDO TORMOS MARTÍNEZ. “La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPI’s financieros”, *DYNA*, vol. 81, n.º 184, 2014, pp. 102 a 109, disponible en [<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4681277>].

- GÁLVEZ BLANCO, JONNY LUIS. *Creación del servicio de transporte universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa en las localidades de La Merced, Villa Ashániga y Sanibeni de los distritos de Chanchamayo, Pichanaqui y Satipo, en las provincias de Chanchamayo, Satipo – Región Junín*, Junín, Perú, UNISCJSA, 2016.
- GARCÍA SIERRA, JULIO; JAVIER CÁRCEL CARRASCO y JUVENAL MENDOZA VALENCIA. “Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia”, *3C Tecnología, Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 8, n.º 2, 2019, pp. 50 a 67, disponible en [https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-3-1.pdf].
- GASCA, MAIRA; LUIS CAMARGO y BYRON MEDINA. “Gestión del mantenimiento para la confiabilidad operacional”, *Revista Espacios*, vol. 41, n.º 47, 2020, pp. 250 a 261, disponible en [<https://www.revistaespacios.com/a20v41n47/20414718.html>].
- GONZÁLEZ MALDONADO, EFRÉN y LUIS ALBERTO RODRÍGUEZ PICÓN. “Optimización del servicio de transporte universitario ‘IndioBus’ basado en índices de desempeño y el algoritmo de la colonia de hormigas”, *Culcyt: Cultura Científica y Tecnológica*, vol. 13, n.º 59, 2016, pp. 334 a 357, disponible en [<https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/1486>].
- GONZÁLEZ SOSA, JESÚS VICENTE; JESÚS LOYO QUIJADA, MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ ONTIVEROS, PEDRO PÉREZ MONTOYA y ALFREDO CRUZ HERNÁNDEZ. “Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE”, *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 17, n.º 3, 2018, pp. 209 a 226, disponible en [<https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923>].
- GUTIÉRREZ ROJAS, ANDRÉS. *Estrategias de muestreo, diseño de encuestas y estimación de parámetros*, Bogotá, Ediciones de la U, 2016.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO y CHRISTIAN PAULINA MENDOZA TORRES. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, México, D. F., McGraw-Hill, 2018.

- HERRERA GALÁN, MICHAEL y YOENIA DUANY ALFONZO. “Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento”, *Ingeniería Industrial*, vol. 37, n.º 1, 2016, pp. 2 a 13, disponible en [<https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/643>].
- HYUNDAI MOTOR COMPANY. *County. Pasión por los viajes*, Honduras, Hyundai Motor Company, 2023, disponible en [<https://hyundaicomercialexcel.com/>].
- LOAIZA, ALBA. “Gestión de mantenimiento correctivo en las instalaciones universitarias públicas de la Costa Oriental del Lago”, *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, vol. 3, n.º 9, 2019, pp. 15 a 31, disponible en [<https://revistaenfoques.org/index.php/revistaenfoques/article/view/51>].
- MARSILI CASTRO, LUIGI ALFREDO. *Diseño del Sistema Integral de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de la Empresa Transbolivar C. A.*, Venezuela, Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, 2012.
- MARTÍNEZ RAMÍREZ, MARLE CECILIA y DILÚ VIRGINIA CARBONELL SOTO. “Indicadores de gestión de mantenimiento en empresas de servicio petrolero”, *Ingeniería y sus alcances, Revista de Investigación*, vol. 4, n.º 9, 2020, pp. 143 a 162, disponible en [<https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/63>].
- MEAD, LEILA. *The road to sustainable transport. Still only on earth: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy*, Canadá, International Institute for Sustainable Development, 2021, disponible en [<https://www.iisd.org/system/files/2021-05/still-one-earth-sustainable-transport.pdf>].
- MERCADO, VARENA y JOSÉ BERNARDO PEÑA. “Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica”, *Saber, Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, vol. 28, n.º 1, 2016, pp. 99 a 105, disponible en [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427746276011>].

MESA GRAJALES, DAIRO; YESID ORTIZ SÁNCHEZ y MANUEL PINZÓN. “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento”, *Scientia et Technica*, vol. 12, n.º 30, 2006, pp. 155 a 160, disponible en [<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513>].

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ. *Ley que crea la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa*, Ley N.º 29616 de 17 de noviembre de 2010, Lima, MINEDU, 2010, disponible en [https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos//2006_2011/ADLP/Normas_Legales/29616-LEY.pdf].

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ. *Ley universitaria*, Ley N.º 30220 de 8 de julio de 2014, Lima, MINEDU, 2014, disponible en [<https://www.sunedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-universitaria-30220.pdf>].

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL PERÚ. *Solicitud de licenciamiento institucional*, Resolución del Consejo Directivo N.º 033-2018-SUNEDU/CD de 22 de marzo de 2018, Lima, MINEDU, 2018, disponible en [https://intranet.sunedu.gob.pe/documentos/directorios/290/resolucion_consejo_directivo_033-2018-otorgan-licencia-universidad-nacional-intercultural-de-la-selva-central-juan-santos-atahualpa.pdf].

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ. *Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares*, Resolución Directoral N.º 4848-2006-MTC/15 de 7 de agosto de 2006, Lima, MTC, 2006, disponible en [[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/70BB89715784FCC505257E05007DD33F/\\$FILE/RD_4848_2006_MTC15_Clasificaci%C3%B3nVehicular.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/70BB89715784FCC505257E05007DD33F/$FILE/RD_4848_2006_MTC15_Clasificaci%C3%B3nVehicular.pdf)].

MONTILLA MONTAÑA, CARLOS ALBERTO. *Mantenimiento industrial y su administración*, Pereira, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira, 2019, disponible en [<https://core.ac.uk/download/288157713.pdf>].

- NARANJO PAUTA, EDISON OSWALDO y GALO FERNANDO SIGUENCIA MÉNDEZ. “Implementación de un centro de mantenimiento automotriz para los vehículos de la unión provincial de transporte de carga liviana y mixta del Cañar” (tesis de pregrado), Cuenca, Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana, 2019, disponible en [<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18319>].
- NAVARRO JIMÉNEZ, CLAUDIO CESAR. “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país – Arequipa 2021” (tesis de pregrado), Arequipa, Perú, Universidad Continental, 2022, disponible en [<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11458>].
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Norma ISO 9001:2015 “Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos”*, ISO, septiembre de 2015, disponible en [<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>].
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Norma ISO 19011:2018 “Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión”*, ISO, julio de 2018, disponible en [<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19011:ed-3:v1:es>].
- OROZCO MURILLO, WILLIAM; JOSÉ GONZALO NARVÁEZ BENJUMA, WILTON UBER GARCÍA GÓMEZ y ANDRÉS FELIPE QUINTERO RODAS. “Gestión de mantenimiento y producción más limpia en tres instituciones de salud de Medellín, Colombia”, *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. 11, n.º 21, 2017, pp. 21 a 25, disponible en [<https://revistas.eia.edu.co/index.php/BME/article/view/1168>].
- ORTIZ USECHE, ALEXIS; CARLOS RODRÍGUEZ MONROY y HENRY IZQUIERDO. “Gestión de mantenimiento en pymes industriales”, *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 18, n.º 61, 2013, pp. 86 a 104, disponible en [<https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/11005>].

- PACHECO BARRERA, DAMARICK DIOMARA y ROBERT JESÚS RODRÍGUEZ OLLARVES. “Las TIC como estrategia competitiva en la gestión empresarial”, *Revista Enfoques*, vol. 3, n.º 12, 2019, pp. 286 a 298, disponible en [<https://revistaenfoques.org/index.php/revistaenfoques/article/view/72>].
- PAREJA DAZA, BERTOLT HEINZ. “Propuesta para la mejora de la gestión de mantenimiento de una empresa de curtido de pieles - Arequipa 2019” (tesis de pregrado), Arequipa, Perú, Universidad Católica Santa María, 2020, disponible en [<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10332>].
- PÉREZ RONDÓN, FÉLIX ANTONIO. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*, Bucaramanga, Colombia, Universidad Santo Tomás, 2021, disponible en [<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>].
- PLAZAS, HERNANDO. *Diseño de procesos*, Bogotá, Fundación Universitaria del Área Andina, 2017, disponible en [<https://core.ac.uk/download/pdf/326423726.pdf>].
- RAMOS CORREA, ANTENOR y HEYLLI NOEMI VILLAR SALDAÑA DE RAMOS. “Diseño de estrategias de mantenimiento con la metodología TPM para mejorar la disponibilidad de las electrobombas FLYGT 2400 en el área de drenaje de una empresa minera de Cajamarca” (tesis de pregrado), Cajamarca, Perú, Universidad Privada del Norte, 2020, disponible en [<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24849>].
- RODRÍGUEZ CASTRO, FERNANDO ANTONIO. “Propuesta para la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento en Tropical Paradise Fruits Company” (tesis de pregrado), Cartago, Costa Rica, Tecnológico de Costa Rica, 2018, disponible en [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10459/propuesta_implementacio_modelo_gestion_mantenimiento_tropical_paradise_fruits_company.pdf?sequence=1&isAllowed=y].

- ROJAS SÁNCHEZ, ANDRÉS. “Implementación de indicadores de mantenimiento a través de herramienta BI para una empresa de gestión del ciclo integral de agua” (tesis de maestría), Sevilla, España, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, 2019, disponible en [<https://idus.us.es/handle/11441/100231>].
- TAMAYO MENDOZA, JORGE; JOEL GUILLÉN GARCÍA, LEISIS VILLAR LEDO, ARMANDO DÍAZ CONCEPCIÓN y JORGE BASTE GONZÁLEZ. “Análisis de la indisponibilidad de la flota de transporte escolar de la Universidad Técnica de Manabí”, *Aporte Santiaguino*, vol. 8, n.º 2, 2015, pp. 241 a 252, disponible en [https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/229].
- VIVEROS, PABLO; RAÚL STEGMAIER, FREDY KRISTJANPOLLER, LUIS BARBERA y ADOLFO CRESPO. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 21, n.º 1, 2013, pp. 125 a 138, disponible en [<https://revistas.uta.cl/pdf/1871/art11.pdf>].



Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,
en mayo de 2024

Se compuso en caracteres Minion Pro de 11 y 9 ptos.

Bogotá, Colombia