



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la  
disponibilidad de buses en una empresa de transporte de  
pasajeros interprovincial, La Victoria 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Arquitecto**

**AUTORES:**

Riveros Sanchez, Mauricio Valentin ([orcid.org/0000-0002-2137-5608](https://orcid.org/0000-0002-2137-5608))

Salas Lopez, Yasmin Yadira ([orcid.org/0000-0002-8563-6897](https://orcid.org/0000-0002-8563-6897))

**ASESOR:**

Dr. Davila Laguna, Ronald Fernando ([orcid.org/0000-0001-9886-0452](https://orcid.org/0000-0001-9886-0452))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatorias**

En primer lugar, a mis amados hijos Tamara y Matthew por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

A mis padres Justina López Gamarra y Vicente Elías Salas Sánchez quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Y a todos mis familiares por la confianza que han demostrado en todo momento.

### **Yasmín Salas**

En primer lugar, va dirigida mi Madre a quien debo la vida.

A mi Padre por su apoyo especial con su experiencia de vida.

A mi esposa por su paciencia, amor y comprensión en todo momento

Y a todos mis familiares y amigos por siempre brindarme su apoyo en todo momento

### **Mauricio Riveros**

## **Agradecimientos**

Un cordial agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejos, por facilitarme las bases y sustentos académicos de gran utilidad, para la formación profesional como Ingeniero Industrial.

Al Dr. Ronald Dávila Laguna, por su excelente apoyo académico durante esta última etapa de mi formación académica.

**Yasmín Salas**

Un especial agradecimiento para la Universidad Cesar Vallejos, por haber facilitado los contenidos tanto técnicos como académicos, que han sido de gran utilidad para el crecimiento profesional como Ingeniero Industrial.

Al Dr. Ronald Dávila Laguna, por apoyo incondicional, como tutor académico en el desarrollo de esta etapa de mi formación académica.

**Mauricio Riveros**

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras.....	viii
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	13
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2 Variables y operacionalización .....	27
3.3 Población y muestra .....	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
3.5 Procedimientos.....	31
3.6 Métodos de análisis de datos .....	109
3.7 Aspectos éticos .....	109
VI. RESULTADOS.....	111
V. DISCUSIÓN .....	124
VI. CONCLUSIONES .....	129
VII. RECOMENDACIONES .....	130
REFERENCIAS .....	131
ANEXOS.....	137



## Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de correlación .....	6
Tabla 2. Cuadro de tabulación de datos .....	7
Tabla 3. Estratificación de las causas .....	9
Tabla 4. Alternativas de solución .....	11
Tabla 5. Relación de juicio de expertos .....	31
Tabla 6. Catálogo de los servicios de la empresa .....	43
Tabla 7. Catálogo de los servicios de la empresa .....	49
Tabla 8. Diagnóstico actual del mantenimiento y la confiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre-noviembre de 2021 .....	53
Tabla 9. Diagnóstico actual del mantenimiento y de la mantenibilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre-noviembre de 2021 .....	54
Tabla 10. Diagnóstico actual del tiempo medio entre paradas de las unidades de transporte interprovincial, septiembre- noviembre de 2021 .....	55
Tabla 11. Diagnóstico actual de la fiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre- noviembre de 2021 .....	56
Tabla 12. Diagnóstico actual de la disponibilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre- noviembre de 2021 .....	57
Tabla 13. Cronograma de implementación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2021 .....	59
Tabla 14. Objetivos y metas de la propuesta.....	60
Tabla 15. Presupuesto de pre ejecución del plan de mantenimiento preventivo para las 180 unidades de buse K 360 IB. 4X2, para la implementación .....	61
Tabla 16. Criticidad de las fallas según las causas en cada sistema de las unidades de transporte K 360 IB. 4X2, septiembre-noviembre de 2021 .....	65
Tabla 17. Ordenamiento de forma decreciente según la criticidad de cada sistema	67
Tabla 18. Frecuencia individual de cada falla según el sistema.....	70
Tabla 19. Planificación de la capacitación en mantenimiento preventivo.....	72
Tabla 20. Cronograma de capacitación en mantenimiento preventivo para las	

unidades de transporte Scania K 360 IB 4X2.....	74
Tabla 21. Registro de asistencia de la capacitación.....	75
Tabla 22. Requisitos y condiciones para la estructuración del plan de mantenimiento preventivo.....	76
Tabla 23. Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación.....	77
Tabla 24. Estructuración de las rutinas de mantenimiento planteadas como aplicación de la propuesta de solución.....	78
Tabla 25. Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación, enero de 2022.....	82
Tabla 26. Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación, febrero de 2022.....	83
Tabla 27. Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación, marzo de 2022.....	84
Tabla 28. Resultados logrados con el mantenimiento preventivo sobre la confiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, según pre test y post test, 2021-2022	91
Tabla 29. Situación después de la aplicación del plan de mantenimiento y de la mantenibilidad de las unidades de transporte interprovincial, para el pre test y post test 2021-2022.....	93
Tabla 30. Situación de la disponibilidad y el tiempo medio entre paradas de las unidades de transporte interprovincial, en el pre test y post test, 2021-2022.....	95
Tabla 31. Comportamiento de la disponibilidad y de la fiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, pre test y post test, 2021-2022.....	96
Tabla 32. Cálculo de la disponibilidad de las unidades de transporte interprovincial, después de la aplicación (Poste test).....	98
Tabla 33. Comparativo de las variables y sus dimensiones en el pre test y post test.....	100
Tabla 34. Estructura de costos previo a la implementación.....	101
Tabla 35. Inversión inicial en la propuesta de implementación.....	101
Tabla 36. Estructura de costos posterior a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.....	102

Tabla 37. Variación de los costos posterior a la implementación.....	103
Tabla 38. Ahorro generado por la diferencia de costos antes y después de la implementación .....	104
Tabla 39. Cálculo de VAN según los datos obtenidos con el ahorro indicado como FNE. ....	105
Tabla 40. Cálculo de la TIR.....	106
Tabla 41. Flujos económicos por la implementación del plan de mantenimiento preventivo .....	108
Tabla 42. Datos obtenidos para la dimensión confiabilidad .....	111
Tabla 43. Datos obtenidos para la dimensión Mantenibilidad. ....	112
Tabla 44. Datos obtenidos para la dimensión TMEP.....	114
Tabla 45. Datos obtenidos para la dimensión fiabilidad .....	115
Tabla 46. Descriptivos para la variable dependiente, disponibilidad, según la dimensión TMEP (horas). ....	116
Tabla 47. Descriptivos para la variable dependiente, disponibilidad, según la dimensión fiabilidad (%). ....	117
Tabla 48. Prueba de normalidad para el TMEP.....	118
Tabla 49. Prueba sobre la relación de las muestras del TMEP.....	119
Tabla 50. Prueba de normalidad para la fiabilidad .....	120
Tabla 51. Prueba sobre la relación de las muestras de la fiabilidad .....	121
Tabla 52. Prueba de normalidad para la disponibilidad.....	122
Tabla 53. Prueba sobre la relación de las muestras de la disponibilidad .....	123

## Índice de Figuras

Figura 1. Exposición de las fallas mecánicas como .....	1
Figura 2. Accidentes de tránsito según causas de mayor frecuencia en Perú.....	2
Figura 3. Diagrama de Ishikawa que indica las causas principales asociadas a la baja disponibilidad de las unidades de transporte .....	4
Figura 4. Diagrama de Pareto sobre la falta de disponibilidad .....	8
Figura 5. Estadística de las causas asociadas al problema .....	10
Figura 6. Disponibilidad porcentual .....	23
Figura 7. Ubicación actual de la empresa Perú Bus .....	33
Figura 8. Fachada de la empresa Perú Bus, Lima .....	33
Figura 9. Principales recursos de trabajo de la organización .....	35
Figura 10. Localidades de la empresa Perú Bus en el interior del país .....	36
Figura 11. Distribución actual de la empresa.....	36
Figura 12. Mapa de procesos de la empresa Perú Bus.....	38
Figura 13. Estructura organizativa de la empresa .....	41
Figura 14. Organigrama de la gerencia de operaciones.....	42
Figura 15. DAP actual de las actividades de mantenimiento de la empresa .....	50
Figura 16. DOP actual del proceso de mantenimiento .....	51
Figura 17. Visualización del programa Escania Giagnos.3 and programmer, empleado para el mantenimiento de la empresa .....	52
Figura 18. Formato de reporte de fallos de la empresa pruebas.....	62
Figura 19. Matriz de criticidad según la frecuencia y la consecuencia de una falla...	63
Figura 20. Ponderación de criticidad de fallas por sistemas.....	64
Figura 21. Características del sistema buses interurbanos K 360 IB 4X2. ....	66
Figura 22. Presentación del diagrama de Pareto, según la criticidad por sistemas desde septiembre a noviembre de 2021. ....	68
Figura 23. Diagrama de Ishikawa que indica las causas principales asociadas a las fallas que afectan la disponibilidad de las unidadesde transporte en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2021 .....	69
Figura 24. Plantilla específica con las actividades de mantenimiento preventivo que se	

aplicaron a los buses.....	80
Figura 25. Procedimiento para el mantenimiento preventivo.....	86
Figura 26. Prueba dinámica realizada a la unidad 386 como consecuencia de la inspección inicial de la unidad.....	87
Figura 27. Prueba dinámica de realizada a la unidad 729 como consecuencia de la inspección de entrada .....	88
Figura 28. DAP del mantenimiento preventivo implementado como mejora de la disponibilidad de buses en la empresa.....	89
Figura 29. DOP del mantenimiento preventivo implementado como mejora de la disponibilidad de buses en la empresa.....	90
Figura 29. Tendencia de la dimensión confiabilidad desde el pre test al post test ..	112
Figura 31. Tendencia de la dimensión mantenibilidad desde el pre test al post test	113
Figura 32. Tendencia de la dimensión TMEP desde el pre test al post test.....	114
Figura 33. Tendencia de la dimensión fiabilidad desde el pre test al post test.....	116

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar que el mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022. La metodología aplicada se fundamentó en una investigación aplicada bajo un enfoque cuantitativo, de nivel explicativo con un diseño cuasi experimental con pre test y post test bajo una hipótesis formulada relacionando la variable mantenimiento preventivo y la disponibilidad de los buses. La población considerada fueron los datos de la disponibilidad de los buses, la cual se registrará durante 12 semanas antes y después de la mejora, donde no se aplicó muestreo y se consideró la totalidad de la misma. La información fue recolectada mediante técnicas de observación directa del proceso, la revisión documental y como instrumentos, el registro de fallas y el registro de información documental. Como resultados se pudo verificar mediante la prueba de normalidad y la prueba paramétrica T de Student, que, el mantenimiento preventivo incrementa efectivamente la disponibilidad de los buses empleados para transporte de pasajeros interprovincial, mejorando su tiempo medio entre paradas y la fiabilidad del mismo. Como conclusión final se logró el incremento de la disponibilidad en promedio por encima del 85%, que inicialmente se encontró en promedio en un 65%

**Palabras clave:** transporte, mantenimiento, preventivo, fiabilidad, paradas.

## **Abstract**

.The general objective of this research work was to determine how preventive maintenance can increase the availability of buses in an interprovincial passenger transport company, La Victoria 2022. The applied methodology was based on applied research under a quantitative approach, of explanatory level with a quasi-experimental design with pre-test and post-test under a hypothesis formulated relating the preventive maintenance variable and the availability of the buses. the population considered was the data on the availability of the buses, which will be recorded for 12 weeks before and after, where sampling was not applied and the entire population was considered. The information was collected through techniques of direct observation of the process, documentary review and as instruments, the registry of failures and the registry of documentary information. As results, it was possible to verify through the normality test and the T Student's parametric test, that preventive maintenance effectively increases the availability of the buses used for interprovincial passenger transport, improving their mean time between stops and its reliability. As a final conclusion, the increase in availability was achieved on average above 85%, which was initially found on average at 65%.

**Keywords: transport, maintenance, preventive, reliability, stops.**

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los servicios que contribuye en el Producto Interno Bruto (PIB) de un país es el transporte de pasajeros, esta actividad genera valor. Es muy importante mantener las unidades de transporte en buenas condiciones mecánicas y eléctricas para que puedan prestar un buen servicio.

En este orden de ideas, un estudio realizado en México en 2020 colocó a las fallas mecánicas de los automóviles entre las causas más graves de accidentes automovilísticos, así como las malas condiciones del asfalto y distracción del conductor. En Estados Unidos de América la empresa TRACER PRODUCTS publicó “Top 5 fallas mecánicas que conducen a accidentes de tráfico”, los accidentes por fallas mecánicas son frecuentes en ese país, sus principales causas las constituyen los frenos, neumáticos, limpiaparabrisas, luces y dirección. En la figura 1 se puede apreciar el comportamiento de las causas de los accidentes:



*Figura 1.* Exposición de las fallas mecánicas como principal causa de los accidentes de tránsito

Fuente: González y Ordoñez, (2014)

De acuerdo a un estudio de la Comisión Nacional de Seguridad de Tráfico en Autopistas realizado en 2016, se registraron en promedio 44,000 eventos relacionados en Estados Unidos entre 2005 y 2007 los cuales pudieran deberse a



desperfectos mecánicos y no a condiciones de la vía. Esto en proporción es un 2% en relación al total de accidentes contabilizados. La mayoría se pudo haber prevenido con la aplicación de medidas preventivas de mantenimiento planeado para las unidades, donde las llantas de los vehículos, fueron el principal origen con 15000 accidentes. Pero hubo otros 17,000 casos, que se desconoce con precisión su naturaleza y se asignan razones diversas no comprobadas.

La falta de mantenimiento a los vehículos, no solo origina que estos estén fuera de servicio, es decir, no estén disponibles sino peor aún, originan accidentes de tránsito muchas de las veces causan la pérdida de vidas humanas. En este sentido, en Perú en el año 2016, un 2,1% de los accidentes de tránsito, se debieron a fallas mecánicas, asociadas a la inexistencia de un debido mantenimiento preventivo de los vehículos. En la figura 2, se puede apreciar este comportamiento.



Figura 2. Accidentes de tránsito según causas de mayor frecuencia en Perú

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2017)

La figura 2, permite apreciar que la séptima causa de los accidentes se asocia a las fallas mecánicas, lo que se puede asociar por la deficiente gestión de mantenimiento aplicado a las unidades y vehículos automotores. En tal sentido, existen diferentes tipos o métodos de mantenimiento, así se tiene al correctivo, preventivo y predictivo. Uno de los más importantes es el preventivo, ésta es una actividad que se planifica de manera sistemática, se realizan controles, inspecciones en forma frecuente para evitar la falla, deterioro de algún mecanismo, dispositivo de una maquina o equipo.

La empresa de transporte interprovincial que tiene su sede central en Lima, cuenta con una flota de 180 buses marca Scania, modelo k – 360, los cuales han presentado inconvenientes en su disponibilidad. En este sentido, en el mes de julio, 3 vehículos no estuvieron disponibles, mientras que en abril fueron 5, en mayo 7, en junio 6 y en agosto 30. Desde el mes de enero hasta agosto 12 buses estuvieron varados por el sistema de enfriador del retardador.

Dentro de este contexto se puede señalar que, a pesar de llevar a cabo acciones no planeadas de mantenimiento preventivo, la dirección de la empresa pareceno tener en cuenta la aplicación de una política estratégica que permita reducir costos, mantener un servicio más fluido, que facilitara una mejor disponibilidadde la flota de buses, pues según datos facilitados por la empresa, esta caída enla disponibilidad generó alrededor de 30.000 soles en costos no deseados, loque permitió a los investigadores mediante la revisión documental, la tormenta de ideas elaborar la representación gráfica de la problemática con el uso del diagrama de Ishikawa como se aprecia en la figura 3.

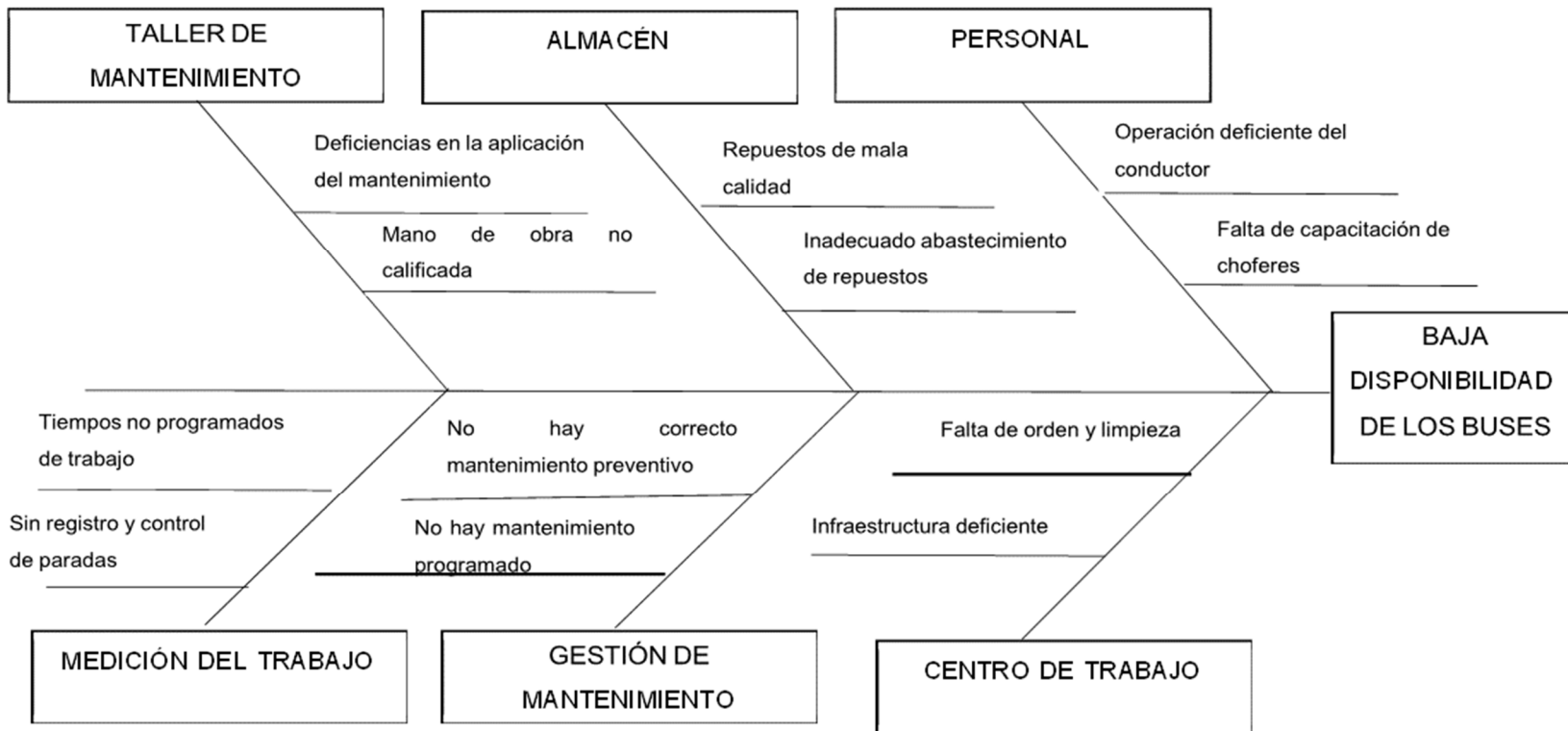


Figura 3. Diagrama de Ishikawa que indica las causas principales asociadas a la baja disponibilidad de las unidades de transporte

Fuente: Elaboración propia

De lo expuesto en la figura 3, se puede analizar que, en relación a la Gestión de mantenimiento, el gerente general y los directivos de la empresa no han estimado que una política de mantenimiento para la flota de buses los convertiría en una empresa altamente competitiva, la imagen de la empresa mejoraría, les permitiría minimizar costos de mantenimiento, se incrementaría la disponibilidad de buses. En la empresa no aplican otros tipos de mantenimiento como el preventivo, programado, predictivo; solo aplican el mantenimiento correctivo, es decir actúan cuando el bus tiene fallas.

En relación al taller de mantenimiento: no existe una programación de actividades debido a que no se aplican otros tipos de mantenimiento solo el correctivo, el personal que labora en el taller no es calificado, les falta capacitación. En relación al área de almacén, no hay gestión ni política de inventarios, no se abastecen de repuestos como de los enfriadores del retardador que son los que más fallan, el personal que labora en esta área no son los más capacitados, no entienden de gestión de almacén y por tanto no programan para adquirir repuestos y tener en stock, adquieren repuestos de mala calidad.

En cuanto a medición del trabajo, laboran sin registros, no tienen control de paradas y salidas, los tiempos de trabajo no están programados, existen programaciones de salida. Asimismo, el personal de la empresa que está constituido por conductores, son operadores que muestran deficiencia, requieren capacitación, con una estructura deficiente, no es amplia y falta orden y limpieza.

Para llevar a cabo el ordenamiento del impacto de cada causa en la problemática detectada, se procede con la aplicación de la matriz de correlación, la cual es una herramienta cuantitativa que facilita, en base al análisis de incidencia, estructurar de forma ordenada, el valor que cada una de las mismas, aporta sobre el efecto no deseado.

Para elaborar la matriz de correlación establecemos la escala puntual que relaciona los factores causantes con el problema, el (0) sin relación, (1) poco relacionada, (2) medianamente relacionada y (3) altamente relacionada, que se emplea como punto de partida para calificar a cada causa, según la apreciación, tal como se expone en la tabla 1.

**Tabla 1. Matriz de correlación**

Ítems	Causa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	influencia
<b>C1</b>	Deficiencias en la aplicación de mantenimiento correctivo		2	3	3	0	1	3	2	2	2	2	2	22
<b>C2</b>	Mano de obra no calificada	3		3	2	1	2	1	2	2	2	0	0	18
<b>C3</b>	Repuestos de mala calidad	3	2		1	0	0	0	0	0	2	0	0	8
<b>C4</b>	Inadecuado abastecimiento de repuestos	1	2	1		2	0	1	0	2	2	0	0	11
<b>C5</b>	Manejo deficiente del conductor	0	1	0	0		1	0	1	0	0	0	0	3
<b>C6</b>	Falta de capacitación de choferes	0	0	0	0	1		2	0	0	0	0	0	3
<b>C7</b>	Sin registro y control de paradas	0	0	0	0	0	0		0	2	0	0	0	2
<b>C8</b>	Tiempos no programados de trabajo	0	0	0	0	1	0	1		1	0	0	0	3
<b>C9</b>	No hay mantenimiento preventivo	2	3	3	2	3	0	2	3		3	3	0	24
<b>C10</b>	No hay mantenimiento programado	0	0	1	1	0	0	0	1	0		0	0	3
<b>C11</b>	Falta de orden y limpieza	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		1	2
<b>C12</b>	Infraestructura deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1
Puntaje Total														100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se percibe que las causas que lograron la mayor ponderación fueron: no hay mantenimiento preventivo que logra 24 puntos debido a que no se tiene a la mano planes específicos para realizar dicha función, seguida de deficiencias en la aplicación de mantenimiento correctivo con 22 puntos, esto asociado a que cuando se genera una falla la corrección de la misma no se desarrolla de forma ordenada y se extiende la indisponibilidad de la unidad por tiempo prolongado, la mano de obra no calificada con 18 puntos esto debido a que el personal que se encarga de estas reparaciones en su mayoría, posee experiencia pero no cuentan con cursos específicos, lo han logrado por medios empíricos, un inadecuado abastecimiento de repuestos con 11 puntos debido a que las compras se realizan de forma aleatoria a proveedores que no son confiables y los repuestos de mala calidad con 8 puntos, que se asocian a la causa anterior. Dada esta información, se procede al ordenamiento estadístico siguiendo un orden decreciente de cada causa tal como se puede observar en la tabla 2

**Tabla 2.** Cuadro de tabulación de datos

Ítems	Causa	Puntaje Relativo	Puntaje Acumulado	% Relativo	% Acumulado
C9	No hay mantenimiento preventivo	24	24	24%	24%
C1	Deficiencias en la aplicación de mantenimiento correctivo	22	46	22%	46%
C2	Mano de obra no calificada	18	64	18%	64%
C4	Inadecuado abastecimiento de repuestos	11	75	11%	75%
C3	Repuestos de mala calidad	8	83	8%	83%
C5	Manejo deficiente del conductor	3	86	3%	86%
C6	Falta de capacitación de choferes	3	89	3%	89%
C8	Tiempos no programados de trabajo	3	92	3%	92%
C10	No hay mantenimiento programado	3	95	3%	95%
C7	Sin registro y control de paradas	2	97	2%	97%
C11	Falta de orden y limpieza	2	99	2%	99%
C12	Infraestructura deficiente	1	100	1%	100%
<b>Total</b>		100			

Fuente: Elaboración propia

El cuadro de tabulación muestra los factores que influyen en la problemática y se

distribuyó en que porcentaje contribuyen estos en la poca disponibilidad de buses interprovinciales. Se observan que siete causas originan la poca disponibilidad de buses y representan el 83% de los problemas involucrados. Con esta información se grafica el Diagrama de Pareto.

Para Bernal (2010) el uso de este diagrama representa una forma que permite el estudio de las principales causas que influyen sobre una problemática, empleando principios de estadística descriptiva, donde se aplica el principio del mismo nombre que advierte lo siguiente: un 80% de la situación observada es originado por el 20% de las causas que se detectan. En la figura 4 se presenta el diagrama para el problema planteado

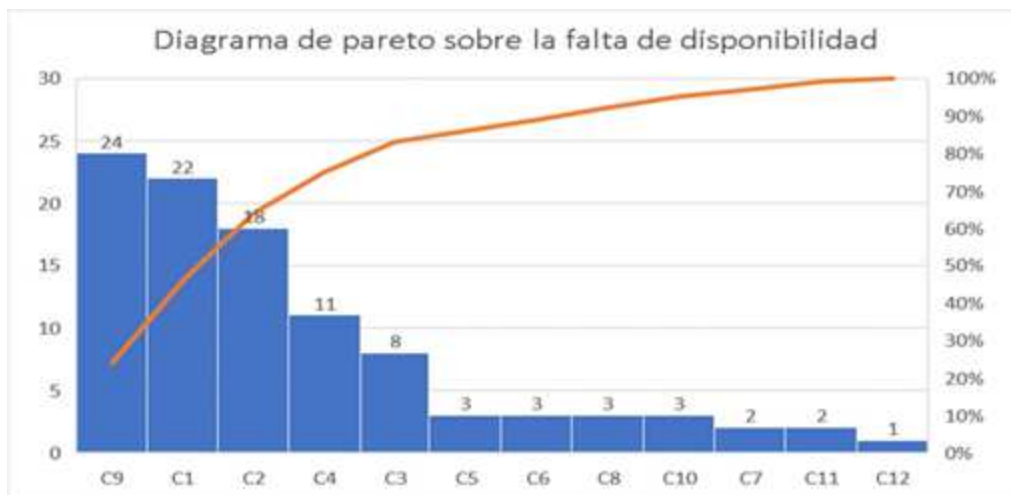


Figura 4. Diagrama de Pareto sobre la falta de disponibilidad

Fuente: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en la figura 4 arriba mostrada, las causas que están asociadas con el problema y cuáles son los factores que mayor influencia tienen, así se tiene que un 24% corresponde a que no hay mantenimiento preventivo, 22% deficiencias en la aplicación de mantenimiento correctivo, mano de obra no calificada con 18%, un inadecuado abastecimiento de repuestos con el 11% y la presencia de repuestos de mala calidad con 8%, acumulan el 83% del problema, lo cual según el principio, deben ser consideradas como causas primarias para resolver el problema.

Se constata la misma información arrojada por la tabla 1.

Posteriormente, con la finalidad de asociar la problemática con un área específica de la ingeniería, se estratificaron las mismas, lo que permitió, según la revisión documental de la teoría conocida, inferir la relación con el área de gestión de mantenimiento que está bajo la dirección de la gerencia y el área de logística, es decir, el que provee recursos en este caso el almacén que debe abastecer de repuestos oportunamente y de buena calidad, proceso de trabajo para las mediciones del servicio que presta la empresa para trasladar pasajeros al interior del país y finalmente, las causas asociadas al entorno de trabajo o ambiente de trabajo, como se puede visualizar en la tabla 3.

**Tabla 3. Estratificación de las causas**

Ítem	Causas	Puntaje Total	Estratificación
<b>C9</b>	No hay mantenimiento preventivo	24	Gestión de mantenimiento
<b>C1</b>	Deficiencias en la aplicación de mantenimiento correctivo	22	
<b>C2</b>	Mano de obra no calificada	18	Procesos de trabajo
<b>C4</b>	Inadecuado abastecimiento de repuestos	11	
<b>C3</b>	Repuestos de mala calidad	8	Ambiente de trabajo
<b>C5</b>	Manejo deficiente del conductor	3	
<b>C6</b>	Falta de capacitación de choferes	3	Ambiente de trabajo
<b>C8</b>	Tiempos no programados de trabajo	3	
<b>C10</b>	No hay mantenimiento programado	3	Ambiente de trabajo
<b>C7</b>	Sin registro y control de paradas	2	
<b>C11</b>	Falta de orden y limpieza	2	Ambiente de trabajo
<b>C12</b>	Estructura deficiente	1	

Fuente: Elaboración propia

Para exponer de manera gráfica la estratificación realizada en la tabla anterior se procede a realizar la figura 5, donde se indica la distribución porcentual de las mismas.





*Figura 5.* Estadística de las causas asociadas al problema

Fuente: Elaboración propia

Al identificar la figura 4, se pueden identificar como los puntajes obtenidos por áreas, la gestión de mantenimiento que incluye las políticas de la empresa, el taller de mantenimiento y la parte logística representado por el almacén que su función es abastecer de repuestos justo a tiempo y de buena calidad presenta el mayor puntaje de las causas asociado con el problema (83 puntos).

Luego de analizar las causas del problema por área, el objetivo es solucionar el problema que es la baja disponibilidad de buses para trasladar pasajeros al interior del país, para ello se identifica alternativas de herramientas que permitan solucionar el problema. Una herramienta o estrategia es implementar el mantenimiento preventivo como política de la empresa, otra es mejorar la gestión de almacén, aplicando política de inventarios que les permita tener repuestos en stock, mejorar las compras adquiriendo repuestos de calidad y la capacitación al personal del almacén. Una tercera alternativa es capacitar al personal del taller de mantenimiento, como se aprecia en la tabla 4.

**Tabla 4. Alternativas de solución**

	Escala			Total
	No muy bueno: 1	Bueno: 2	Muy bueno: 3	
	ALTERNATIVAS			0
	Criterios			
	Solución al problema	Costo	Tiempo	
Implementación del mantenimiento preventivo	2	1	2	5
Gestión de inventarios (almacén)	1	1	1	3
Capacitación personal de mantenimiento	1	1	0	2

Fuente: elaboración propia

La Tabla 4 muestra la evaluación de las alternativas y los criterios que se utilizaron para evaluar. La implementación del mantenimiento preventivo obtuvo la más alta puntuación (5), soluciona el problema porque previene las fallas de los retardadores del enfriador de los buses, esta es una de las fallas que más presenta los carros, no hay mucha inversión porque existe el taller de mantenimiento, hay que mejorar adquiriendo herramientas y equipos modernos y capacitar al personal del taller. Su implementación es inmediata no requiere de mucho tiempo. La segunda alternativa que es gestión de inventarios en el almacén obtuvo 3 puntos, solo la mejora de política de inventarios, mejora en la adquisición de repuestos no soluciona el problema de la parada de buses es decir buses no disponibles para transportar pasajeros, pero indudablemente hay que mejorar la gestión en el almacén porque contribuirá en el mantenimiento preventivo a implementarse. La tercera alternativa que es capacitar al personal de mantenimiento, solo ello tampoco soluciona el problema y la capacitación requiere tiempo y sus resultados son a mediano plazo.

Las tablas 3 y 4 permiten identificar el área más crítica y con mayor impacto que justifica las medidas a tomar para solucionar el problema.

Es por ello, que se planteó como formulación del problema general: ¿De qué manera la aplicación de un mantenimiento preventivo incrementará la disponibilidad de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria, 2022?

Como problemas específicos se tienen: ¿De qué manera un plan de mantenimiento preventivo incrementará el tiempo medio entre paradas de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria? y ¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo incrementará la fiabilidad de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria?

El trabajo se justificó debido a que el Mantenimiento Preventivo se orienta a la disminución de las acciones correctivas por imprevistos, por actividades programadas de forma controlada que implique inspeccionar, lubricar, ajustar, para adelantarse a reparaciones y reemplazo de piezas o partes y de esta manera reducir la probabilidad de paradas imprevistas que afecten la disponibilidad de los buses.

Según IBM (2021) el mantenimiento preventivo consiste en planificar actividades de mantenimiento que mantengan productivos los activos y que eviten problemas posteriores. Es por ello, que se consideró como objetivo general: Determinar que el mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022. De igual forma como objetivos específicos se plantean primero, determinar que el plan de mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria y segundo, determinar que el plan de mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria

En relación a la hipótesis general, se indica de la siguiente manera: La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2021 y como hipótesis específicas, la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses de transporte de pasajeros interprovincial y la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial.

## II. MARCO TEÓRICO

En este contexto se presentan investigaciones previas que se relacionan con la temática del estudio, de carácter tanto internacional como nacional, los cuales se describen a continuación.

Núñez et al. (2021) en el artículo publicado en Cuba, titulado Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera, donde el propósito fue desarrollar un procedimiento de evaluación de la función de mantenimiento que se aplicó a una flota de vehículos de transporte de combustibles por carretera. Para ello, se precisó una muestra de las unidades marca Hyundai, para el análisis de los datos registrados en el año 2017. Como técnicas fueron empleadas, el análisis estadístico, la síntesis, la modelación teórica, el análisis sistémico del proceso de mantenimiento que se desarrollaba en los vehículos, sistemas y componentes y los valores dejados por indicadores la confiabilidad. Los resultados permitieron determinar la criticidad de cada componente, así como los sistemas y de esta manera, sustentar y procedimentar las acciones técnicas más efectivas, aplicadas en el desarrollo del mantenimiento, así como la demanda de partes, piezas e insumos. Como conclusión principal se tuvo que los hallazgos logrados de la evaluación, indicaron la efectividad del procedimiento implementado.

Martínez y Carbonel (2020) en su artículo que tuvo como objeto definir y presentar los indicadores de gestión que se emplean dentro de la industria petrolera. Se empleó como metodología una investigación de campo, con diseño no experimental, aplicando un nivel analítico y de corte transeccional, recurriendo a la técnica de la encuesta que se aplicó a una muestra igual a la población de 26 empresas, con el instrumento cuestionario. Para estimar la confiabilidad se manejó el Coeficiente Alfa Cronbach, que dio un resultado de 0,91. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar el uso moderado de los indicadores como la mantenibilidad. La disponibilidad y la fiabilidad, por lo que se recomendó de forma puntual, su aplicación para el monitoreo del proceso.

Ramos, Perea y López (2020) en su artículo denominado Implementación de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos del proceso de producción en la empresa EQUIACEROS SAS, en Bogotá. Como objetivo se fijó poner en marcha un

modelo que incluye RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), basado en un análisis predictivo referido al histórico de fallas, principios y estándares de funcionamiento, tiempos y contextos operacionales. Se empleó una investigación de tipo aplicada y cuasi experimental, de enfoque mixto empleando las técnicas de recolección de datos, de la observación directa y la revisión documental. Como técnicas de análisis se utilizaron el método AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) a través de una clasificación y jerarquización de equipos, codificación de fallas y el cálculo de NPR (número de prioridad de riesgo).

Los resultados arrojaron que los servicios que presta EQUIACEROS SAS, se han visto afectados por las fallas de las maquinaria o equipos por una baja confiabilidad y disponibilidad. Como conclusión se implementó un plan de mantenimiento apoyado en los modos de falla identificados con el AMEF, que permitió establecer las acciones correctivas indicadas en forma preventiva y predictiva en las rutinas de trabajo, bajo los lineamientos de la norma ISO 45001 del 2018.

Uribe (2020) en el artículo publicado titulado, Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil, con el propósito de reducir el tiempo de las paradas prolongadas de mantenimiento correctivo, que se generaban durante la jornada de trabajo. La metodología se apoyó en un estudio aplicado con un diseño no experimental y transeccional. Como instrumentos se empleó el histórico de la hoja de control de reparaciones y una lista de chequeo del mantenimiento. Para el análisis, interpretación de los resultados y diseño de la solución, se empleó la teoría de la metodología RCM, lo que facilitó la conformación de un programa de mantenimiento mediante el análisis de criticidad; luego, se desarrolló el análisis de modo y efecto de fallas para así analizar la situación y escoger, de forma idónea, las acciones a realizar, lo cual permitió mejorar su disponibilidad de manera significativa

Estupiñan y Cordero (2019) en la publicación del artículo de autoría propia, tomando como caso una empresa minera en Chile, con el propósito de lograr elevar la disponibilidad de los equipos de la planta a un 95%, así como reducir los costos asociados al mantenimiento. La metodología empleada la combinación de FMECA-RCM, siguiendo una secuencia de cuatro etapas primarias como exponer el contexto

del equipo, efectuar el análisis funcional de los mismos, identificar los modos fallos, los efectos y consecuencias de éstos, por último, la jerarquización del riesgo, lo que permitió luego, aplicar la metodología RCM. Como resultados se tuvieron que la planta evidenciaba una disponibilidad de 85%, considerada muy baja para la organización, con el enfriador 1 como equipo de mayor criticidad, lo que facilitó la estructuración de una propuesta de optimización para el plan de gestión de mantenimiento, que impulsó el incremento de los indicadores de confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos de la planta de tostación.

Rajaprasad (2018) en su artículo que tuvo como objeto, explicar las características en función a la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad (RAM) de una máquina convertidora de papel en una fábrica en la región sur de la India. La metodología empleada se basó en un estudio aplicado observacional y transversal. La unidad de análisis fue la máquina convertidora de papel en la que se emplearon las técnicas de RAM, el análisis de datos TBF y TTR y la prueba de bondad de ajuste. Los resultados indicaron que el área de la prensa necesita mantenimiento preventivo basado en la técnica RCM debido a que el comportamiento de los datos, según la bondad de ajuste, siguen una distribución lognormal, con un parámetro de forma superior a la unidad. Finalmente, se indicó la importancia de la aplicación de herramientas de estadística inferencial, para estimar la confiabilidad y la disponibilidad de la máquina en estudio.

Ramírez, Vizcaíno y Mera (2018) publicaron un artículo que tuvo como objeto la aplicación de un sistema basado en el RCM, para diagnosticar el nivel de efectividad y eficiencia de los procedimientos, para el funcionamiento de una organización. La metodología estuvo fundamentada en enfoque cualitativo de nivel descriptivo apoyada en la revisión de documentos técnicos, mediante un diseño no experimental. Los hallazgos resaltantes se concretan en que es posible ajustar de forma integral, las actividades de mantenimiento de los grupos de trabajo, considerando las actividades del día a día, fijando como punto de inicio la estructuración y aplicación de un plan de mantenimiento basado en la filosofía RCM, con lo cual se pretende asegurar el mejoramiento continuo del índice de fiabilidad, disponibilidad y seguridad de la organización y de manera simultánea, disminuir y controlar los costos, así como el tiempo improductivo durante la ejecución del mantenimiento.

Yavuz et al. (2019) en su artículo publicado con el objeto de explicar la aplicabilidad del enfoque RCM en el mantenimiento preventivo y autónomo en máquinas de embalaje y su efecto en el indicador global OEE. Para ello se utilizó la metodología de investigación aplicada, de nivel descriptivo y con un diseño observacional, utilizando herramientas y procedimientos técnicos propios del análisis RCM y el cálculo del OEE. Los resultados arrojaron un aumento positivo de la disponibilidad en el equipo OEE en un 15%, con la eliminación de las pérdidas de funciones por el trabajo en equipo. Se evita la avería no planeada y se evita el error causado debido a la calidad de los materiales empleados. Como conclusión se indicó la importancia de la participación del equipo de trabajo RCM en la toma de decisiones utilizando los resultados obtenidos.

De acuerdo a la teoría que respalda la investigación se destaca a Cormilluni (2019) que se trata de la estructuración planeada de las actividades y tareas aplicadas a maquinarias, equipos o estructuras, que mantengan productivos los activos, con una disponibilidad acorde a las necesidades y que eviten problemas posteriores. Según Anguita, Tejada y Costa (2020) el mantenimiento preventivo se compone de un conjunto de actividades planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un o varios activos. En tal sentido, el plan de mantenimiento juega un papel importante en minimizar el costo de ciclo de vida de las unidades o sistemas objeto del mismo, orientado al aseguramiento de la disponibilidad y confiabilidad de éstos.

Por otro lado, para Oviedo (2021) el mantenimiento de activos debe ser ejecutado justo cuando se detectan condiciones de deterioro o desgaste normales por presión, velocidad de operación, corrosión, fatiga, vibraciones, temperatura, entre otros; anormales por golpes, sobrecarga de trabajo, mala operación, entre otros; accidentales por cuestiones climáticas incontrolables u accidentes.

Así mismo Richarte (2018) señala que cuando se diagnostica y previene la ocurrencia de fallas no deseadas en un equipo, se asume que se efectúa un mantenimiento preventivo, con el fin de poder disminuir la frecuencia de paradas, poder realizar a tiempo las reparaciones a los diferentes activos, planificar bien las paradas de planta y/o intervenciones y disponer de los repuestos apropiados necesarios. De igual forma

SIMA (s/f) señala que la estructura de un plan de mantenimiento preventivo se debe desglosar de la siguiente manera:

1. Determinar metas y objetivos, que consiste en fijar el alcance que se pretende lograr en espacio y tiempo, por ejemplo, aumentar la disponibilidad de los equipos en un 10%

2.- Establecer los requerimientos para la realización del mantenimiento preventivo. Esto contempla maquinarias, equipos, áreas operativas, las actividades a desarrollar, el propósito, la línea de tiempo para la ejecución, reportes, frecuencias e indicadores, capacitaciones, manejo y registro de datos;

Estructurar el plan de mantenimiento de la siguiente manera:

1. Listar los equipos objeto de mantenimiento
2. Estructurar una tabla de criterios para la frecuencia del mantenimiento
3. Presentar el equipo de trabajo, los operarios según su cargo y funciones
4. Definir las rutinas, actividades y procedimientos para la ejecución del mantenimiento:
  - i. Inspección
  - ii. Lubricación
  - iii. Calibración
  - iv. Pruebas de funcionabilidad
  - v. Diagnóstico predictivo
  - b. Asociar las actividades, rutinas y procedimientos a una orden de trabajo
5. Establecer el cronograma de trabajo
6. Implementar el plan de mantenimiento preventivo
7. Medir los resultados y establecer nuevas metas
8. Revisar el plan y actualizar.



Según Richarte (2018) la probabilidad que un equipo falle o deje de funcionar de forma intempestiva, puede ser abordada mediante un programa de mantenimiento preventivo. Aunque es cierto que, como evento imprevisto, la falla del activo no puede prevenirse, al menos su severidad y la posible afectación de otro u otros componentes de la unidad, pueden ser mitigados, evitando de esta manera, el efecto negativo sobre el medio ambiente, sobre la disponibilidad de la empresa, sobre la seguridad y atentado a la vida humana.

De la misma manera SIMA (s/f), aporta que mientras se realice un monitoreo controlado a los componentes de un activo mediante un programa de inspección, se puede evitar su falla inminente y actuar para evitarla. El costo total y gastos de un mantenimiento preventivo de un activo siempre serán menores al tiempo de reparación por una falla y parada no programada del mismo. El costo total incluye los costos directos asociados a repuestos, materiales y mano de obra; y los costos indirectos como la pérdida de producción de la empresa, en este caso, el dinero que deja de percibir la empresa por tener la unidad parada durante un tiempo considerable. En un contexto específico Uribe (2020) sustenta que es esencial para cualquier profesional en el área de mantenimiento y de la gerencia, conocer e identificar la terminología y su significado sobre lo que compete a la gestión de mantenimiento. Según Martínez y Carbonel (2020) la confiabilidad se expresa como la probabilidad de que un equipo pueda funcionar correctamente en el tiempo. Se define así:

Confiabilidad:

$$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$$

Donde:

C= Confiabilidad

TMEF= tiempo medio entre fallas TMPR: tiempo medio para reparar

En relación a la mantenibilidad, es señalado como la cualidad de lograr reestablecer la operatividad de un equipo en un determinado tiempo a sus condiciones estándar

esperadas (Martínez y Carbonel, 2020). Para la aplicación de un mantenimiento es importante considerar una serie de indicadores y elementos que permiten la medición y el monitoreo de su implementación; en este sentido como lo indican Anguita, Tejada y Costa (2020) la mantenibilidad es la probabilidad de recuperar el nivel de funcionamiento de un sistema o mecanismo, en un determinado lapso o período, con la aplicación de una modalidad de mantenimiento específico.

De igual forma, Oviedo (2021) señala que es una propiedad característica del equipo, que depende de la capacidad de recuperación para cumplir con sus funciones de origen, al ser objeto de las actividades de mantenimiento.

Para calcularla se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = \frac{TRE}{TMEF} * 100$$

Donde:

M= Mantenibilidad

TRE= Tiempo para la reparación ejecutada TMEF= Tiempo muerto por falla

En otra perspectiva, Buenaño, Villagrán y Santillán (2019) establecen que la mantenibilidad implica la estimación de expectativas sobre la predisposición que posee un activo de ser puesto en acción bajo condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo previamente acordado, siempre y cuando las actividades de mantenimiento se ejecuten en función a un plan programado bajo procedimientos estandarizados. Según Martínez y Carbonel (2020) se pueden considerar varios indicadores de mantenimiento como lo son:

- Actividad de mantenimiento: Considerando el tiempo que emplea el hombre en el mantenimiento sobre el total que se encuentra el trabajador en la organización laborando en un periodo determinado.
- Porcentaje de tiempo de parada: Identificada por el total de tiempo que se encuentra el equipo en parada sobre el total de tiempo que demanda a producción.
- Porcentaje de decremento de producción: Identificada por el tiempo en horas que emplea el hombre en el mantenimiento dividida por las horas de producción

realizadas.

- Costo de mantenimiento por unidad de producción: Es el valor del mantenimiento que se ha demandado para realizar el producto terminado.
- Costo unitario. Es el valor que demanda el realizar el mantenimiento sobre el número de productos terminados.

Según Buenaño, Villagrán y Santillán (2019) el mantenimiento preventivo tiene como finalidad garantizar una elevada disponibilidad, así como una confiabilidad próxima a la máxima esperada y una alta mantenibilidad de los equipos y maquinarias.

En este mismo orden de ideas, Oviedo (2021) concuerda que el objetivo del mantenimiento preventivo, es lograr una gran eficiencia operativa de la productividad mediante la estandarización de las actividades asociadas a la gestión de mantenimiento programado.

Por otro lado, Anguita, Tejada y Costa (2020) aseguran que la implementación de un mantenimiento planeado y programado, cuenta con rutinas viables y seguras que garantizan su cumplimiento, considerando cinco aspectos que deben incluirse en las inspecciones previas al mismo; en primer lugar, conocer la vida útil promedio del equipo, su antigüedad y sus tasas de falla si se va a planificar adecuadamente su mantenimiento y reparación. En segundo lugar, considerar que cuando los mantenimientos se crean solos, tienden a seguirse solos. Todas las personas afectadas por un mantenimiento preventivo deben participar en su diseño e implementación. Un tercer momento es el establecimiento de un sistema para identificar, etiquetar y rastrear equipos, desde esta perspectiva, un mantenimiento preventivo eficaz también debe tener en cuenta los equipos clave, así como la información de la garantía, las fechas de servicio y los resultados deben registrarse juntos. Invertir en un sistema de gestión de mantenimiento computarizado, que puede mejorar la confiabilidad de un equipo mínimo en un 40%.

En este mismo contexto importante implica tener un registro del tiempo., todo ello para reducir las interrupciones por el desconocimiento en las escalas de tiempo. Se debe puntualizar que las actividades pueden tener tiempos muy distintos, algunas pueden llevar solo unos minutos, pero otras pueden prolongarse durante días o semanas,

elevando el nivel de incertidumbre. Se debe contar con un monitoreo continuo del proceso, para evitar resultados negativos y utilizar los datos para anticipar costos futuros, necesidades de personal y tiempo de inactividad.

Finalmente, es importante considerar el mejoramiento continuo, por ello, los planes de mantenimiento preventivo deben optimizarse con las necesidades de la empresa. La optimización es un proceso constante, así que debe asegurarse de estar preparado para participar a largo plazo.

Otro elemento que debe ser tomado en cuenta, es tratar de tener a la mano un marco de planificación y programación de mantenimiento de mejores prácticas, lo cual es una parte clave del funcionamiento de cualquier negocio o departamento que tenga a cargo dicha función. Si bien puede requerir una inversión inicial, la creación y ejecución de un programa eficaz, reducirá sus costos a largo plazo y mitigará los efectos negativos del tiempo de inactividad. Es de suma importancia tener siempre en cuenta que, se deben instalar los sistemas de mantenimiento adecuados, asegurarse de que todos en la organización comprendan los procesos involucrados y sumergirse en los números. Cuando se configura para ser proactivo en lugar de reactivo, se encontrará el éxito. A continuación, se explica el qué y el cómo se ejecuta correctamente un plan de mantenimiento preventivo, de acuerdo a Diaz (2020):

- Primero, se administra el plan de mantenimiento preventivo, es decir, se reúne una fuerza de labor que ejecute dicho plan, dicho organigrama tendrá a un jefe de la fuerza de trabajo y debajo de él estarán los supervisores, coordinadores y mantenedores como tal.
- Segundo, se elabora la taxonomía, es decir, se le da nombre y apellido a cada equipo de trabajo, se elabora con fines prácticos de identificación. Cada código deberá indicar la ubicación, tipo y número de equipo.
- Tercero, debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del plan general. Este debe contener la taxonomía del equipo, la referencia del programa de mantenimiento, frecuencia del trabajo de mantenimiento, detalles de la tarea, tiempo, herramientas, planos, procedimientos, manuales a seguir, entre otros.

- Cuarto, especificaciones del trabajo, es decir, los procedimientos de cada tarea detallada en el plan de mantenimiento.
- Quinto, el programa de mantenimiento, donde se asignan las tareas y los períodos específicos a los cuales deben realizarse nuevamente. Esto obliga coordinación con la gente de Producción y el manual del fabricante (Mantenimiento programado).
- Sexto, control del programa, el plan de mantenimiento debe efectuarse según se ha planeado. Se debe documentar cualquier desviación al mismo y tomar acciones de control, para medir el trabajo de mantenimiento.

Para la variable dependiente, que es la disponibilidad, Ramos, Perea y López (2020) la definen como un valor probabilístico que indica el nivel de operatividad correcta que un equipo, dispositivo o sistema, demuestre en el momento requerido. Los indicadores para calcularla son dos, la fiabilidad y el tiempo medio entre paradas.

Según INFRASPEAK (2021) la disponibilidad porcentual “A”, es una medida de la duración de la operación programada, y está dada por la relación entre el tiempo estimado para producir o prestar un servicio “s” en días y los días muertos generados por el paro o falla “d”. Se estima según la siguiente relación:

$$A = \frac{s - d}{d} * 100$$

Donde:

A= disponibilidad

S=tiempo de producción o servicio programado en días

d= tiempo muerto en días.

Gráficamente se puede expresar de la siguiente manera:

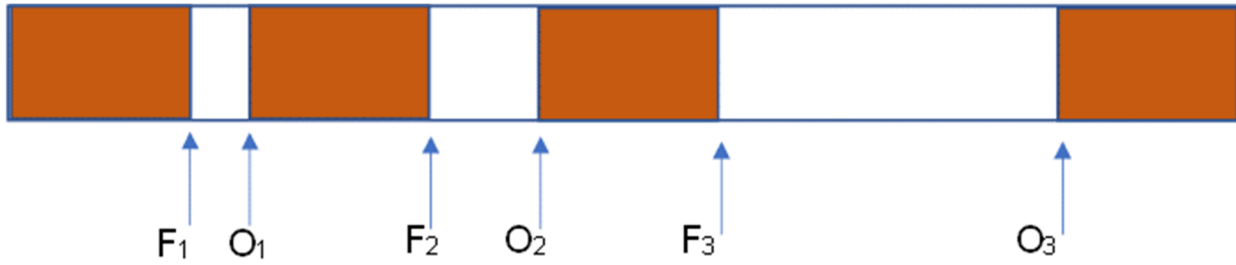


Figura 6. Disponibilidad porcentual

Fuente: Elaboración propia

$F_i$  = Número de falla  $i$

$O_i$  = Operación después de la falla  $i$  Operación programada = 31 días  $F_1 = 2$  días

$F_2 = 1$  día

$F_3 = 3$  días

Entonces:

$$A = \frac{31 - 6}{31} * 100\% = 80,6\%$$

De igual forma, Buenaño, Villagrán y Santillán (2019) concuerdan que el fin fundamental de una gestión de mantenimiento, es garantizar una máxima disponibilidad de los equipos y activos, la cual se define como el nivel de confiabilidad que un equipo o sistema que ha sido objeto de mantenimiento, logre posteriormente cumplir de forma satisfactoria sus funciones en un determinado tiempo programado. En la práctica, se puede expresar mediante la relación porcentual entre el tiempo en que el sistema está listo para operar o producir y el tiempo total programado para operar. Matemáticamente, se puede expresar como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Desde este enfoque su medición puede darse según la siguiente expresión:

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

Donde

TMEF es el tiempo de disponibilidad del equipo para producir TMPR es el tiempo total de la reparación

Es relevante acotar que TMPR depende de cuatro aspectos: la simplicidad de manejo o la operatividad del equipo y/o sistema, de la capacitación del personal que realiza el mantenimiento, de las políticas de la empresa y del modelo o tipo del mantenimiento seleccionado (Martínez & Carbonel, 2020).

Para la medición cuantitativa de la disponibilidad, se pueden tener indicadores específicos como se describen a continuación. Según Ramos, Perea y López (2020) la fiabilidad es un indicador de disponibilidad y es la probabilidad de que un activo produzca los resultados esperados, es decir, no solo se espera que esté disponible todo el tiempo para viajar, sino también que sea seguro. De la misma manera, Buenaño, Villagrán y Santillán (2019) aporta que es la unaproporción de tiempo en la que un equipo puede operar adecuadamente durante un periodo determinado bajo condiciones específicas esperadas, es decir, que la fiabilidad es directamente proporcional a la disponibilidad. Su fórmula de cálculo es:

$$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} * 100$$

Donde:

F=fiabilidad

TPP=tiempo de producción programada

TTMNP=tiempo total mantenimiento no programado

Según Canaha (2021) el tiempo medio entre paradas (TMEP) es uno de los indicadores propios para medir la disponibilidad y se define como, el tiempo medio entre las paradas de un activo, a lo largo de un período de observación determinado. En este sentido, se calcula como la razón entre las horas totales del periodo y el total de paradas en dicho periodo, que también puede interpretarse como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos fallos consecutivos, en horas o en días. Para su estimación se emplea la siguiente expresión:

$$TMEP = \frac{S - d}{f}$$

Donde:

TMEP= tiempo medio entre paradas

S=tiempo de producción o servicio programado en días d= tiempo muerto en días.

f=número de fallas

Entonces, para el ejemplo dado:

$$TMEP = \frac{20 - 6}{10} = 1,40 \text{ dias}$$

También puede ser medida en horas considerando la relación:

$$TMEP = \frac{HTP}{NP}$$

HTP: Horas totales disponibles en el período

NP: Número de paradas contabilizadas

En este caso si las horas totales son 320 horas por mes y se contabilizaros 10 paradas en el me, entonces:

$$TMEP = \frac{320}{10} = 32 \text{ horas por mes aproximadamente 1,4 días}$$



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo de investigación y diseño de investigación**

##### ***3.1.1 Tipo de investigación***

La investigación es de tipo aplicada debido a que se consideraron a través de aportes teóricos, considerando estas fuentes para contrastar con la realidad en el trabajo, al hablar sobre el problema que se ha encontrado sobre el Mantenimiento Preventivo y obtener la disponibilidad de la empresa. Para Lozada (2014) se trata de los estudios estructurados con la finalidad de aportar nuevos conocimientos, que inciden directamente sobre el desarrollo de la sociedad.

De igual forma, esta investigación fue de nivel explicativo debido a que se orientó a dar respuestas específicas sobre las causas que afectaban la disponibilidad de las unidades de transporte y se logró, además, una respuesta efectiva para disminuir este efecto. Según Muñoz (2016) la investigación por su nivel es explicativa porque estará dirigida a responder el evento ocurrido y la relación entre las variables dependiente disponibilidad e independiente mantenimiento preventivo.

##### ***3.1.2 Diseño de investigación***

En función al propósito de la investigación, se basó en series cronológicas, manejado un control mínimo sobre la variable independiente, sin considerar de forma aleatoria los participantes, ni mucho menos grupos de control, esta obedeció a un diseño cuasi experimental. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) en este diseño los grupos se conformarán antes del experimento, donde la razón por la que surgen y se integran es independiente del experimento. Es imperante, mencionar que se empleará un pre y post prueba en grupo de 60 días de medición previas y de 60 días de medición posterior.

De igual manera la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque se basó en la recolección, tabulación, medición e interpretación de valores numéricos asociados con las fallas, el tiempo de las mismas y los porcentajes de disponibilidad de las unidades

de transporte. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) este enfoque se caracteriza porque se emplean datos cuantitativos para la corroboración de los objetivos e hipótesis, que será posible mediante la medición numérica y la interpretación, identificar y analizar el comportamiento de las variables de estudio.

### **3.2 Variables y operacionalización**

En relación a las variables, Espinoza (2019) son factores que forman parte del estudio ya sea como causa o como efecto dentro del objeto estudiado de la realidad, formando así pieza importante de la investigación, en resumen, son todas aquellas características que pueden variar, éstas se expresan en cantidades o cualidades.

En esta investigación se consideraron dos tipos de variables, la variable independiente y la variable dependiente. La primera, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) es aquella que se manipula y tiene la capacidad de causar efecto en el comportamiento de la variable dependiente. Por otro lado, la variable dependiente según Muñoz (2015), es aquella que no se manipula, pero que si mide el comportamiento producido por la variable independiente.

En primer lugar, la variable independiente fue el mantenimiento preventivo, que según García (2006) se da debido a la importancia de poder disminuir el número de mantenimientos correctivos, con el fin de reducir las reparaciones mediante la supervisión periódica, para detectar los daños a tiempo y realizar las renovaciones del caso. El objetivo fue disminuir los daños a lo mínimo que se pueda alcanzar y con ello, llevar un registro para el aprendizaje continuo.

En cuanto a la variable dependiente, según el enfoque de la investigación se trató de la disponibilidad. En este sentido, Assen & Miranda (2019) expone que se trata de es un indicador básico para determinar la eficiencia global de un equipo (OEE) que se determina al relacionar de forma racional, el tiempo en la cual, este estuvo funcionando entre el tiempo total que debió hacerlo (tiempo planeado de producción).

En relación a la operacionalización de variables, Espinoza (2019) aporta que se trata de definir la variable tal como puede ser detallada, especificando los medios y formas de medirla o cuantificarla, especificando el nombre de la variable, su definición conceptual, las dimensiones, indicadores, la escala de medición y los índices a

emplear. Dentro de esta investigación las variables en estudio son: Mantenimiento Preventivo: el objetivo del mantenimiento preventivo es asegurar confiabilidad y mantenibilidad de los sistemas productivos

Disponibilidad: es la relación del tiempo que la unidad de transporte es utilizada y el tiempo que está disponible

De igual forma, se precisa que los indicadores pertinentes fueron:

Para el mantenimiento preventivo: Confiabilidad y Mantenibilidad.

Para la Disponibilidad: Tiempo Medio entre Paradas (TMEP) y Fiabilidad.

Para la medición de las variables se cuenta con una escala de medición, dada por las siguientes ecuaciones:

Confiabilidad:

$$C = \frac{TMEF}{TMEF - TMPR} * 100$$

Donde:

C Confiabilidad

TMEF= tiempo medio entre fallas

TMPR: tiempo medio para reparar

$$M = \frac{TRE}{TMPF} * 100$$

Donde:

M= Mantenibilidad

TRE= Tiempo para la reparación ejecutada

TMPF= Tiempo Muerto por Falla

Disponibilidad:

$$D = \frac{TPP - TTM}{TPP} * 100$$

Donde:

D= Disponibilidad

TPP = Tiempo de producción programada

TTM= Tiempo total mantenimiento programado y no programado

Fiabilidad:

$$F = \frac{TVP - TTMNP}{TVP} * 100$$

Donde:

F= Fiabilidad

TVP = Tiempo de viaje programado

TTMNP= Tiempo total de mantenimiento no programado

Tiempo medio entre paradas (TMEP):

$$TMEP = \frac{HTP}{NP}$$

HTP: Horas totales disponibles en el período

NP: Número de paradas contabilizadas

Como consecuencia de lo expuesto, se aprecia en el anexo 1 la Matriz de operacionalización de variables

### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) explican que la población se constituye por elementos, objetos o condiciones comunes que se encuentran afectados por la situación de estudio. En este caso, la población se conformó con los datos de la disponibilidad de los buses, la cual se registraron durante 24 semanas, 12 para el pre test y el resto para el post test. Como criterios de inclusión se consideraron los datos

generados en las operaciones realizadas de lunes a viernes y como exclusión, la información fuera de este rango como los fines de semanas.

### **3.3.2 Muestra**

En relación a la muestra, Tamayo (2013) señala que es el grupo de elementos personas o características que se seleccionan bajo un criterio o se determinan empleando la población. En el presente estudio como la muestra fue toda la población, no tiene pertinencia hablar de la muestra.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Bernal (2010) menciona que, para los trabajos de investigación existe una serie de técnicas e instrumentos, que permiten la recolección de información primaria para el desarrollo y solución de la problemática planteada, es por ello, que puntualiza que, el saber cuál sería, la alternativa correcta, dependerá del tipo y enfoque de cada trabajo de investigación.

En cuanto a las técnicas a empleadas, una de éstas fue la revisión documental., que de acuerdo a Ríos (2017) es la técnica que se utiliza para obtener información de los documentos que sirven como fuente de información (registros, expedientes, bitácoras). Se realizó un análisis documental de la información de la empresa sobre datos de las unidades de transporte empleadas en los viajes. Otra técnica empleada fue la observación directa. En este caso Ríos (2017) consiste en un proceso sistemático que se emplea para registrar la información primaria sobre un fenómeno observable. En este sentido, se efectuó la observación de los autobuses con reporte de fallas de los mismos, registrando en las fichas correspondientes.

En este mismo contexto, los instrumentos son medios que se emplean en la investigación para recolectar y registrar los datos relevantes, por ejemplo: un cuestionario, una hoja de registro, una lista de control entre otros (Bernal, 2010). Para alcanzar y dar cumplimiento a los objetivos se ha considerado la aplicación de los instrumentos de recolección: formatos de registro documental y formatos de registros de fallas. Se realizó la validación de los resultados a través del juicio de expertos, los cuales corroboraron la pertinencia del trabajo a realizar, lo cual se aprecia en el anexo

4.

En torno al proceso de validación del instrumento, se hace alusión al proceso en que el instrumento ya sea una encuesta, entrevista, ficha de recolección entre otros, mantiene coherencia, relevancia y claridad, con respecto a la investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Para el presente trabajo se consideró realizar por juicios de expertos, en el cual se ha incluyeron a 3 expertos conocedores del enfoque y adicional de trabajos de investigación.

**Tabla 5.** *Relación de juicio de expertos*

Expertos	Indicadores						Opinión Aplicable	
	Coherencia		Relevancia		Claridad		Si	No
	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
Mg. Lino Rodríguez Alegre	X		X		X		X	
Mgtr. José La Rosa Zeña Ramos	X		X		X		X	
Mg. Leonidas Rimer Benites	X		X		X		X	
Resultado	SI		SI		SI		SI	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en la Tabla 5, los expertos que contribuyeron a la revisión, han considerado que el instrumento de la investigación presenta coherencia, relevancia y claridad, por lo cual, se considera apto para la ejecución. En el anexo 4, se precia el detalle del proceso de validación.

### 3.5 Procedimientos

Un procedimiento, es la consecución ordenada de etapas con el fin de lograr el desarrollo de objetivos. Según Ríos (2017) un procedimiento es la planificación estructurada de actividades para el empleo de la metodología definida, detallando las etapas para el procedimiento de los hallazgos y la interpretación de los resultados. A continuación, se indican las etapas del mismo:

Etapas 1: Se emplearon herramientas de calidad para precisar las prioridades del proyecto, como, por ejemplo, el Diagrama de Ishikawa, el Diagrama de Pareto, con lo que se empleó una tabla de estratificación de las causas considerando el puntaje de las causas y su relación con la gestión de mantenimiento, el proceso de trabajo y el

ambiente de trabajo. Luego se diseñó la matriz de priorización, con lo que se determina la mejor alternativa de solución.

Etapa 2: Se ejecutó de la recolección, análisis e interpretación de los datos, empleando la revisión documental y la observación directa, la tabulación y el cálculo de los indicadores para cada variable del estudio, según su respectiva dimensión, Seguidamente, se procedió a la elaboración del pre test, se implementó el mantenimiento preventivo y se levantó la data post test para mostrar la mejora en la disponibilidad, así como la evaluación económica relacionada con la misma.

Etapa 3: Se procedió con a la discusión de los hallazgos y su contraste con los resultados de investigaciones previas para finalmente, se presentó el contraste de hipótesis utilizando la estadística inferencial para determinar la normalidad de los datos y de esta manera aplicar las pruebas paramétricas o no paramétricas. Finalmente, se presentaron las conclusiones y recomendaciones respectivas de la investigación.

### **Situación Actual de la empresa**

La presente investigación se desarrolló en el área de mantenimiento de la compañía Bus Perú, la cual constituye hoy en día una de las empresas más importantes en el área de servicios de transporte interprovincial Lima-Ica. Esta empresa tiene 20 años de experiencia en el mercado peruano, se encuentra ubicada en Lima, Av. México 333 La Victoria. En la figura 7 se aprecia la localización actual de la empresa y en la figura 8 se aprecia imágenes actuales de la empresa:



*Figura 7. Ubicación actual de la empresa Perú Bus*

Fuente: Google Maps (2021)



*Figura 8. Fachada de la empresa Perú Bus, Lima*

Fuente: la empresa (2021)

### **Reseña histórica**

Desde 1980, la organización ha sido sinónimo de buen transporte, logrando consolidarse como la empresa de transporte de pasajeros líder del corredor Vial: Lima, Cañete, Chincha, Pisco, Ica, Nazca y viceversa, hasta el 2014 se trabajó con buses Mercedes Benz 120 unidades y camiones 30 unidades. A partir del 2015 se amplió la



flota con la marca Volvo hasta el mediano del año 2019 , en el mes de mayo 2019 se refloto con más de 100 unidades Scania hasta la actualidad política de la empresa con el fin de cuando llegue al millón las unidades se reflota por uno. Nuevo , conque fin reducir costo reparación de moto. Actualmente se cuenta con un servicio de ventas en taquillas, en horarios de 7:30 a m a 10:30 am, además de la atención VIP, que permite la compra de boletos vía internet a través de la página <https://www.perubus.com.pe/>, en donde también se indica la opción de reservar el mismo mediante un mensaje de texto de WhatsApp al 975366757 y así facilitar el proceso de atención al usuario.

### **Descripción de la empresa**

Razón social: Perú Bus S A., es una empresa de servicios de transporte de pasajeros, carga y encomienda, empleando como principal recurso su personaly por su por su puesto, las unidades de transporte.

La empresa Perú Bus S.A., cuenta con la siguiente descripción base legal:

Reconocimiento legal: Neyra Escudero Johan Representante legal: Lévano Romero Luis Actividad económica: transporte por vía terrestre, transporte de carga por vía terrestre.

Sector: Privado. RUC: 20106076635

Contacto

página: [www.perubus.com.pe](http://www.perubus.com.pe).

mail: [operadora@perubus.com.pe](mailto:operadora@perubus.com.pe)

teléfono:(01) 205-2570



Figura 9. Principales recursos de trabajo de la organización

Fuente: La empresa (2021)

El servicio de transporte de pasajeros, así como de encomiendas es brindado a distintas partes del Perú, en los que se cuenta con diversos terminales acondicionados en Lima, Cañate, Chincha, Pisco, Ica. En la figura 10, se aprecian las imágenes de las localidades del interior del país.



Figura 10. Localidades de la empresa Perú Bus en el interior del país

Fuente: la empresa (2021)

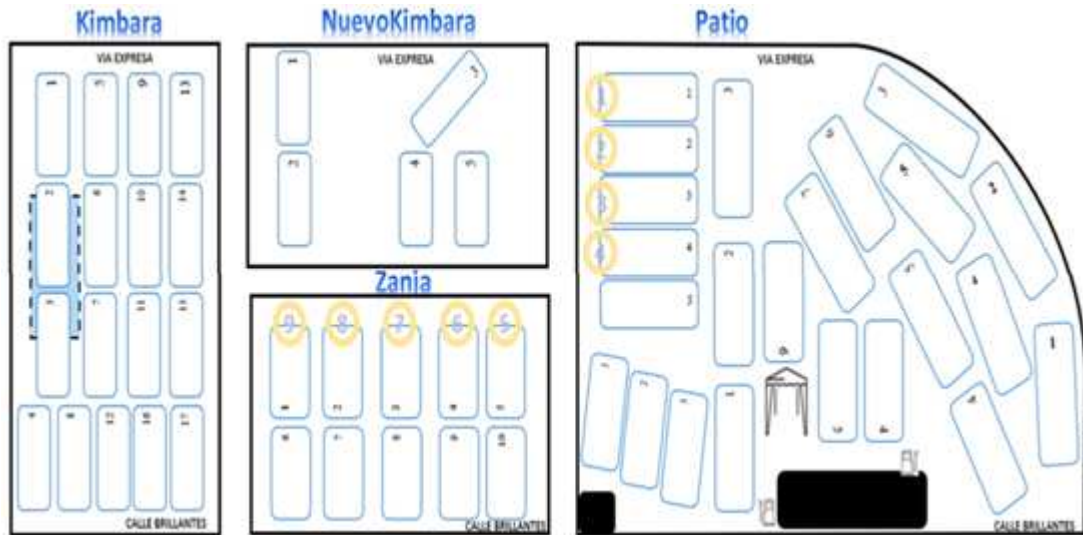


Figura 11. Distribución actual de la empresa

Fuente: La empresa (2022)

En la figura 10 se puede apreciar las distintas sucursales donde funciona actualmente la empresa PeruBus y en la figura 11, se observa la vista de planta de la empresa y talleres, lo cual está distinguido y coordinado para el lavado de las unidades con retorno a Lima, y también para el área de pintura. En ese sentido, nuevo Kimbara está

dividido en dos plantas para la atención de las unidades y coordinados tanto con mantenimiento y flota; en la primera, se realiza trabajos de carrocería, planchado y estructura de las unidades con reportes de choques leves o graves En la segunda planta está coordinado para trabajos de mantenimiento conservativo y preventivos.

Patio de taller, aquí tenemos zanjas para mantenimiento correctivos, sistema eléctrico, alineamiento de las unidades programadas, rotación y balanceo de los neumáticos y unidades operativas con la coordinación de mantenimiento y flota. En función al servicio prestado se pueden distinguir siete grandes competidores los cuales son: Movil Bus, Cruz del Sur, Oltursa, Civa, Perú Hop, 4M Expres e Inka Expres, las cuales cuentan con flotas de vehículos similares y con terminales en diferentes partes de la nación, donde Perú Bus posee operaciones.

Dentro del marco de la calidad y la productividad esperada por la organización en pro de ofrecer el mejor servicio a los usuarios, la empresa cuenta con procesos estratégicos como la gestión de la alta dirección, de mejora continua, de proyectos y negocios y los de asesoría legal. En cuanto a los operativos se encuentran los de planificación, los de ventas y los relacionados con la ejecución del servicio y de soporte como gestión de mantenimiento, de servicios generales, sistema TIC, control de calidad, tesorería, contabilidad, de recursos humanos y de seguridad. Toda esta información permite presentar el mapa de procesos de la misma, como se aprecia en la figura 12.

MAPA DE PROCESOS

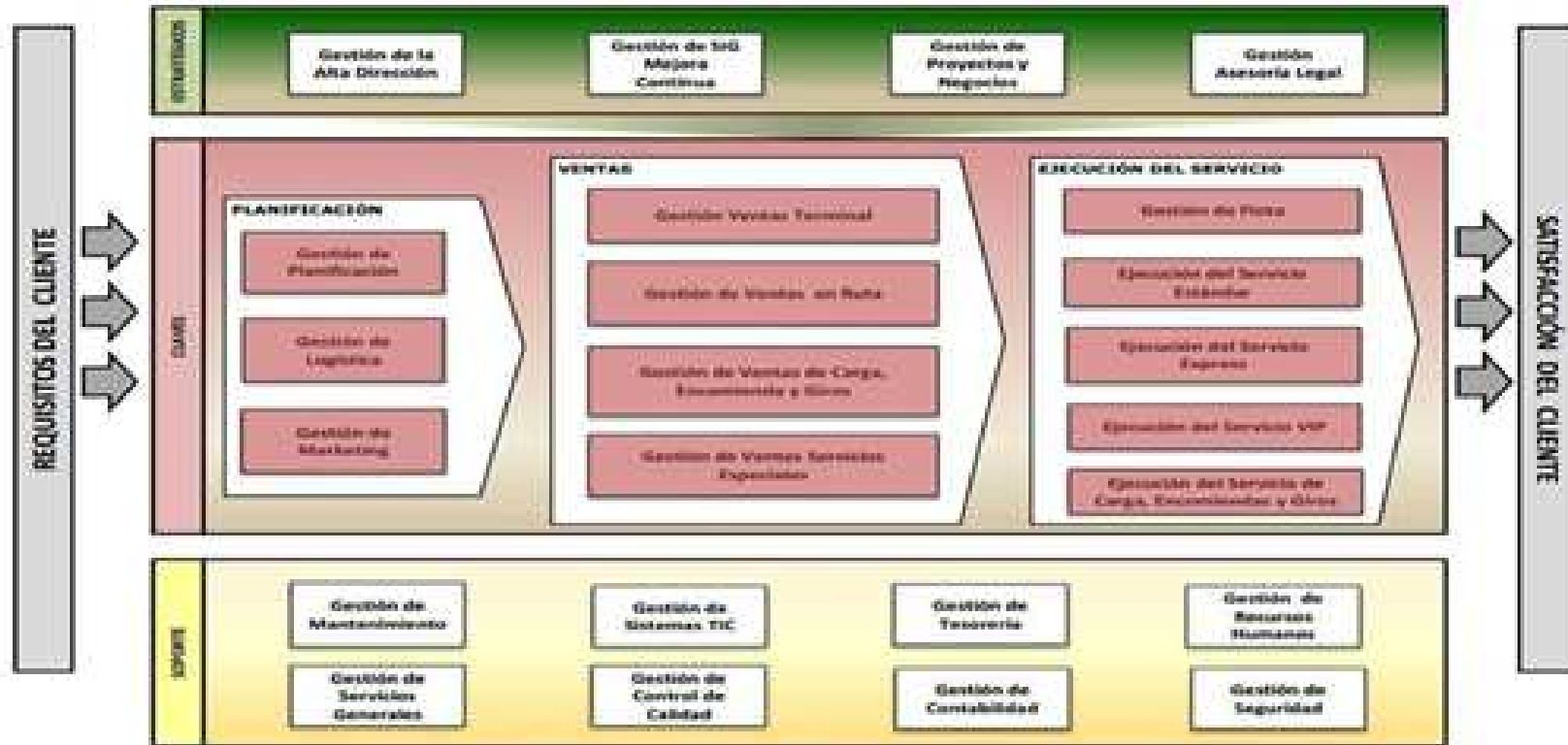


Figura 12. Mapa de procesos de la empresa Perú Bus

Fuente: la empresa (2021)

La figura 12 permite presentar el mapeo de los procesos que dan pie al desarrollo y cumplimiento de la misión y visión, así como los objetivos y metas de la empresa, con el fin de dar respuestas efectivas a las necesidades de los usuarios del servicio que presta la misma. En este sentido, los procesos estratégicos son llevados a cabo mediante la gestión de la alta dirección, por la gestión integrada y mejora continua, de proyectos y negocios, así como la relacionada con la gestión de asesoría legal.

En cuanto a los procesos claves, estos se seccionan en tres grupos: el primero definido por la planificación que incluye la gestión de planificación, de logística y de marketing. El segundo grupo que implican la gestión de ventas terminal, en rutas, de carga, encomiendas, giros y de ventas especiales. En último grupo se refiere a la ejecución del servicio como tal, que incluye la gestión de flota, ejecución del servicio estándar, expres, VIP, de carga, encomiendas y giros.

Finalmente se tienen los procesos de soportes, en total nueve, conformados por la gestión de :mantenimiento, sistemas TIC, de tesorería, de recursos humanos, servicios generales, control de calidad, de contabilidad y de seguridad. Cabe destacar que los tres procesos y sus respectivos subprocesos, permiten transformar los requerimientos de entrada de los clientes, según el servicio demandado, en la satisfacción plena de estos mediante la gestión de desarrolla la organización.

## **Plataforma estratégica**

### **Visión**

Ser líder en el servicio de transporte de pasajeros, carga y encomienda a nivel interregional y regional, con crecimiento sostenido, basado en nuestro modelo de servicio con excelencia operacional, ofreciendo servicios de clase mundial con clientes altamente satisfechos y fidelizados. Con una cultura empresarial de éxito.

De esta manera, el compromiso principal de la organización es:

- Satisfacer las necesidades de nuestros clientes brindando un servicio de calidad y alta confiabilidad a través del mejoramiento continuo del desempeño de nuestros procesos y nuestro sistema de gestión integrado.
- Prevenir la contaminación ambiental controlando nuestras actividades que

puedan impactar en el medio ambiente. Todo ello en un ambiente adecuado de trabajo. Prevenir las lesiones y/o enfermedades ocupacionales de nuestros colaboradores desarrollando actividades de prevención, capacitando a nuestro personal y cumpliendo con la legislación nacional a través de nuestro Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, y otros requisitos voluntariamente suscritos.

- Tener un comportamiento ético que genere desarrollo económico y al mismo tiempo mejore la calidad de vida de nuestros colaboradores y sus familias, y de la sociedad en general.

### **Misión**

Somos una empresa de servicios de transporte de pasajeros, carga y encomienda a nivel interregional y regional que brinda una experiencia de viaje satisfactorio, promoviendo el desarrollo sostenible de nuestros colaboradores y de la sociedad en nuestra zona de influencia.

### **Valores**

La empresa se sustenta en un esquema de valores tales como: la Honestidad, la puntualidad, la responsabilidad, el trabajo en equipo y el compromiso de todo el personal.

### **Estructura organizativa de la empresa**

La empresa cuenta con una estructura de carácter vertical, distinguida en tres niveles de jerarquía, encabezada por una dirección ejecutiva, de la cual dependen ocho unidades funcionales, tal como se observa en la figura 13:

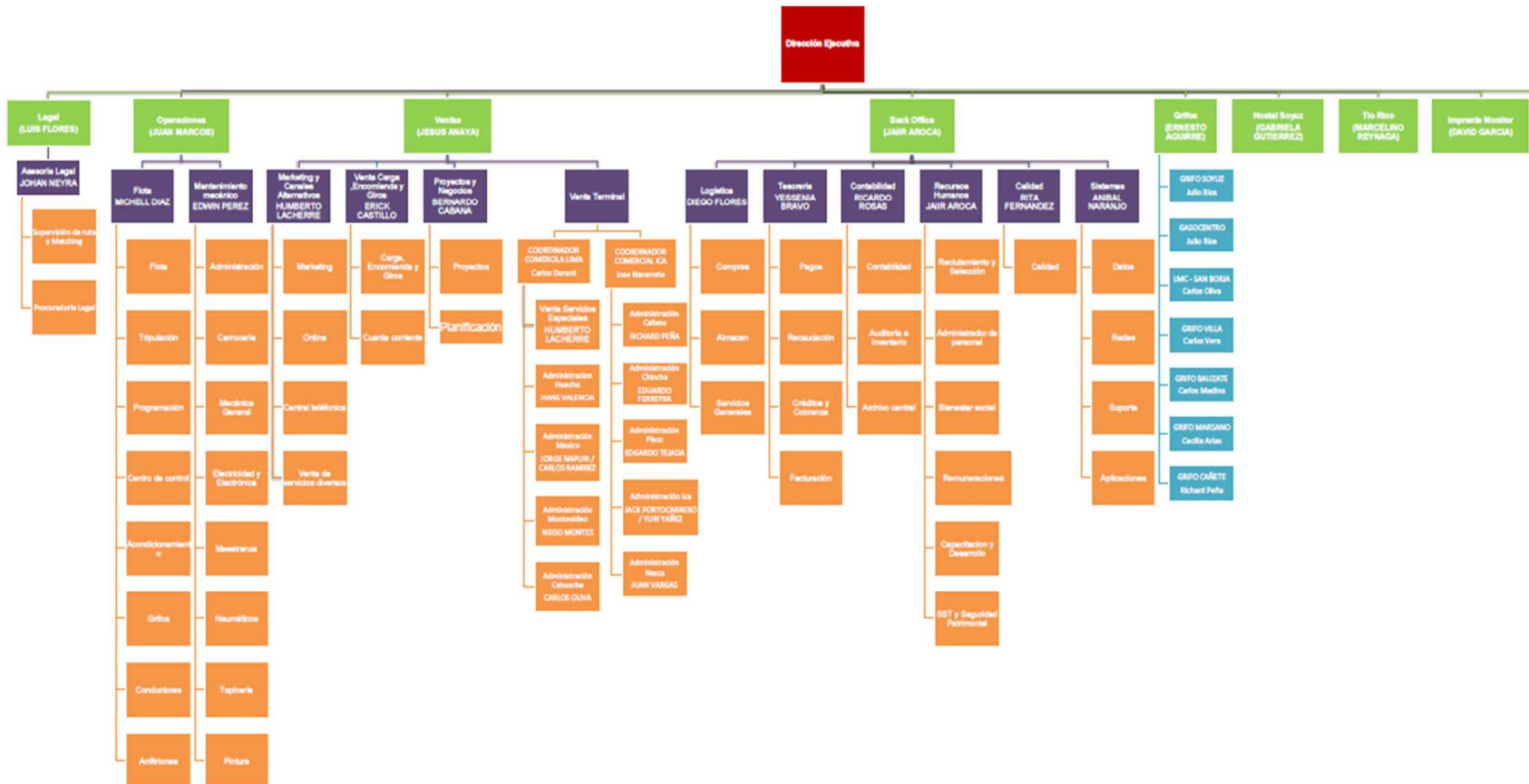


Figura 13. Estructura organizativa de la empresa

Fuente: la empresa (2022)



En la figura 13 se aprecia que la unidad de mantenimiento está directamente relacionada con la gerencia de operaciones como se indica de forma más clara en la figura 14:

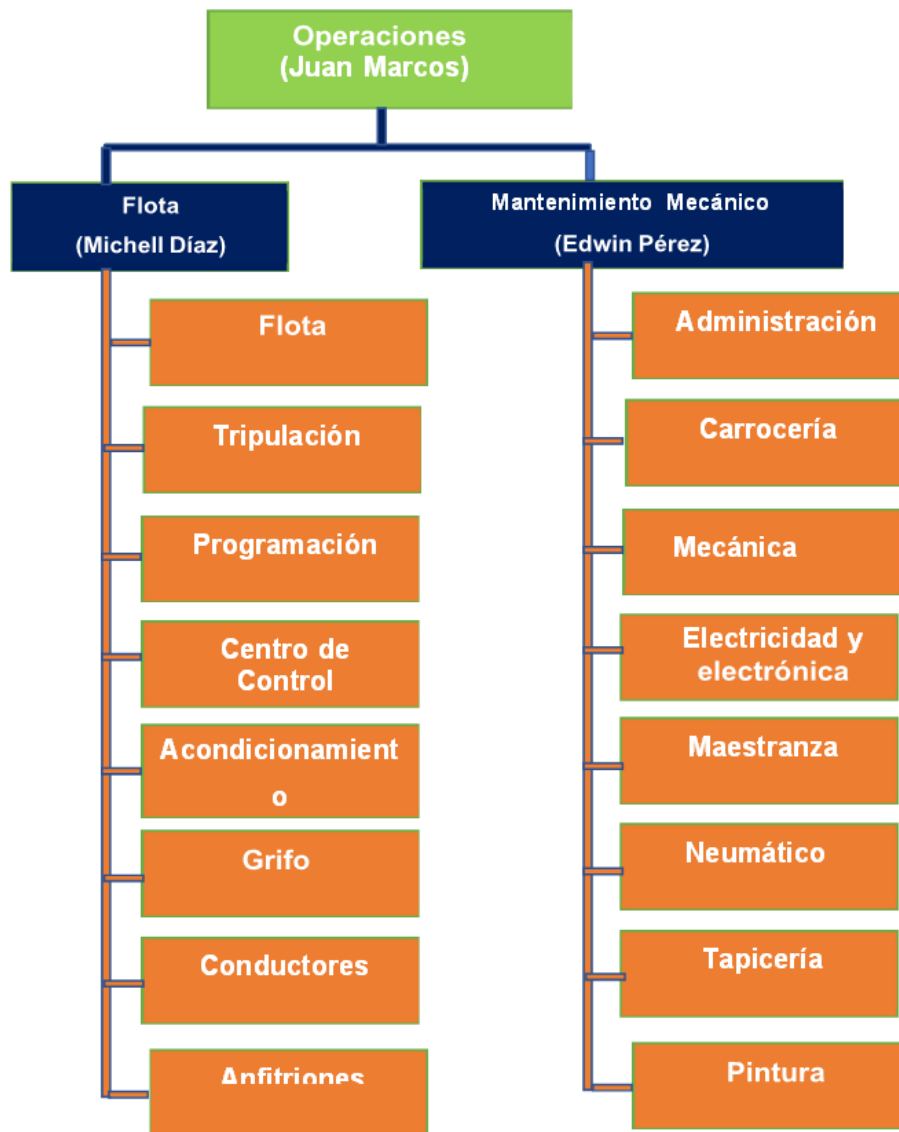


Figura 14. Organigrama de la gerencia de operaciones

Fuente: Elaboración propia



La figura 13 permite visualizar que la unidad de mantenimiento cuenta con 8 áreas específicas las cuales son responsables de la operatividad de las unidades de

transporte.

### Servicios internos de la empresa

La empresa cuenta con espacios para llevar a cabo reparaciones de motores, carrocería, pintura, sistemas eléctricos, hidráulicos, neumáticos, lubricación, combustible y compresión, como se aprecia en la tabla 6:

**Tabla 6.** *Catálogo de los servicios de la empresa*

Servicio	Ilustración
Carrocería	
Frenómetro.	

---

Área de reparaciones



Área de mantenimiento de conservación y correctivo



Área de alineación general



---

Área balanceadora de neumático



Área de grifo para el abastecimiento de combustible



Depósito desechable de aceite



---

Bombas neumáticas para el llenado de aceite a las unidades Depósito desechable de y están clasificados



Área de pintura



Compresora de aire en general para todo el taller



---

Lavado de buses



Capacitación e implementación del servicio de Scania de las unidades:  
Motor Transmisión Diferencial  
Retardador  
Ventilador hidráulico Dirección



Servicio de revisión en patio por correctivo de sistema eléctrico





---

Reencauchado de llantas del proveedor RENOVA



Capacitación para mantenimiento M&M MOTORS



---

Fuente: Elaboración propia

Los servicios que posee la empresa especificados en la tabla 5, evidencia que la organización cuenta con áreas y maquinarias que se emplean actualmente, para abordar las situaciones relacionadas con el mantenimiento de las unidades y dar así apoyo a la prestación de los servicios a los usuarios. En la tabla 7, se describe cada uno de los servicios presentes en la empresa:

**Tabla 7. Catálogo de los servicios de la empresa**

Servicio	Información
Planchado de carrocería	Recuperación de la superficie de la unidad para eliminar daños.
Frenometro	Revisión y programación cada 150 km de recorrido por el sistema de frenos general
Reparación	Consiste en la rectificación de las condiciones de averías diversas que se detectan en las unidades
Mantenimiento de conservación y correctivos	Se realiza un mantenimiento rutinario para contribuir a la mantenibilidad y corregir fallas de las unidades
Alineación general	En esta se calibra la alineación del sistema de transmisión y tracción de las unidades
Balanceo y mecánica neumática	Se realiza la revisión del sistema mecánico, el balance y control del sistema neumático para sus acciones correctivas.
Abastecimiento de combustible	Se cuenta con reservas de combustible para surtir a las unidades
Llenado de aceite a las unidades	Es el servicio de lubricación de las partes motoras de la unidad
Pintura y compresión	Se realiza la reparación de la superficie de las unidades, mediante el recubrimiento con pintura. Consiste en el mantenimiento de limpieza general que se les realiza a las unidades para preservar el orden y presentación higiénica de las mismas, tanto dentro como por fuera de las mismas
Lavado de buses	
Escaneo de las condiciones de las unidades	Consiste en la revisión mediante Scanner de los subsistemas de Motor, Transmisión, Diferencial, Retardador

Fuente: Elaboración propia



Las actividades asociadas al mantenimiento realizado actualmente en la empresa, pueden ser visualizadas en el diagrama DAP que se presenta en la figura 14.

Página	1	de	1	Método	Actual	X	Propuesto		Total	
Proceso										
Resumen										
Operaciones	8	Transporte	0	almacenamiento	0	demoras	0	Inspecciones	3	
Distancia (M)										
Tiempo (Hr.)	6								0.7	6.7
Esperas										
									6.7	
N°	Actividad	●	■	➔	◐	▼	Tiempo (Horas)	Distancia en (M)	Observaciones	
1	El operador reporta la falla del bus	*					0.1		Emplea un Check List	
2	Supervisor de mantenimiento revisa historial del bus		*				0.2		Revisa si existe antecedentes de fallas	
3	Sepervisor de mantenimiento genera la orden de trabajo	*					0.2		Utiliza el SIM	
4	Superviso genera un reporte al jefe de taller	*					0.3			
5	Jefe del taller realiza pre diagnóstico		*				0.3			
6	Jefe del taller designa tecnico encargado	*					0.1			
7	Tecnoco realiza corrección de fallas		*				5		Tiempo estimado para fallas comunes	
8	Técnico Informa al jefe de taller para que avale trabajo realizado	*					0.1			
9	Jefe de taller inspecciona condicones del trabajo		*				0.2		Revisión visual y funcional	
10	Jefe del taller autoriza la operatividad del bus	*					0.1		Reporte al supervisor de mantenimiento	
11	Jefe de taller cierra la orden de trabajo en el SIM	*					0.1		Anexa documentos emitidos por el técnico designado	
Total							6.7			

Figura 15. DAP actual de las actividades de mantenimiento de la empresa

Fuente: Elaboración propia

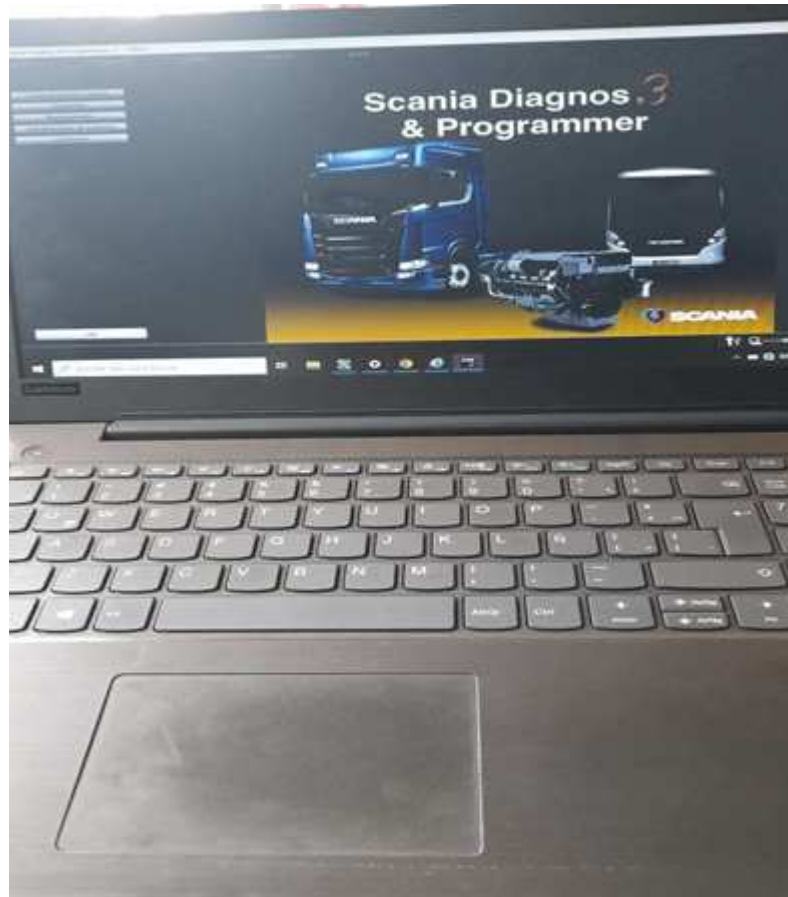
En la figura 15 se puede apreciar que actualmente se llevan a cabo 11 actividades generales para realizar un mantenimiento de carácter correctivo principalmente, donde se aprecian que 8 de estas, corresponden a operaciones de trabajo y 3 de las mismas, son catalogadas como inspecciones que contabilizan un tiempo promedio de 6.7 horas para una falla cotidiana. Para el caso del diagrama de operaciones (DOP), en la figura 16 se expone la secuencia de las mismas.



*Figura 16.* DOP actual del proceso de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Es importante acotar que la actividad de prediagnóstico de la unidad, se lleva a cabo con el empleo de un software denominado, *Scania Diagnos.3 and programmer*, el cual se puede visualizar en la figura 17



*Figura 17.* Visualización del programa Scania Diagnos.3 and programmer, empleado *para el* mantenimiento de la empresa

Fuente: Elaboración propio.

### **Situación actual**

Variable independiente: Mantenimiento preventivo de las unidades de transporte

Para el estudio de esta variable se consideraron dos dimensiones específicas, como lo fueron, la confiabilidad y la mantenibilidad.

### Dimensión: Confiabilidad

En relación a la situación actual de la variable mantenimiento preventivo de las unidades de transporte y la dimensión confiabilidad, la cual se emplea la relación entre el tiempo medio para la reparación de las fallas y el tiempo promedio entre fallas. En la tabla 8 se aprecian los resultados obtenidos.

**Tabla 8.** Diagnóstico actual del mantenimiento y la confiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre-noviembre de 2021

 <b>CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE</b> $\text{Confiabilidad} = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \times 100$						
Elaborado por: Yasmín Salas y Mauricio Riveros			Revisado por: Gerente de operaciones			
PERIODO			TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS EN HORAS	TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACIÓN EN HORAS	CONFIABILIDAD	Promedio
Pre Test	Set-21	Semana 1	7.20	2.30	76%	79.00%
		Semana 2	6.90	1.50	82%	
		Semana 3	5.80	1.60	78%	
		Semana 4	5.70	1.40	80%	
Oct-21	Oct-21	Semana 1	5.90	1.60	79%	70.00%
		Semana 2	5.80	1.60	78%	
		Semana 3	7.20	2.30	76%	
		Semana 4	5.80	1.60	78%	
Nov-21	Nov-21	Semana 1	5.70	1.80	76%	76.00%
		Semana 2	6.10	1.80	77%	
		Semana 3	6.20	1.90	77%	
		Semana 4	5.70	2.00	74%	

Fuente: Elaboración propio


En la tabla 8 se puede apreciar los valores de la confiabilidad estimados semana a semana durante los meses de septiembre y noviembre de 2021, en la cual, se visualiza

que el último mes, se obtuvo el menos valor porcentual del indicador, llegando en promedio a 76.00%, mientras que el mayor valor fue de 79.00% para el mes de septiembre, lo que permite inferir que, en este, se generaron el mayor número de fallas que implicaron un tiempo considerable para ser reparadas.

### Dimensión Mantenibilidad

Para este caso se consideraron la relación matemática entre los indicadores de tiempo muerto de fallas y el tiempo de paradas para la ejecución de la reparación, como se puede visualizar en la tabla 9:

**Tabla 9.** Diagnóstico actual del mantenimiento y de la mantenibilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre-noviembre de 2021

		MANTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE $\text{Mantenibilidad} = \frac{TRE}{TMPE} \times 100$			
Elaborado por: Yasmin Salas y Mauricio Riveros		Revisado por: Gerente de operaciones			
PERIODO	SEMANA	TIEMPO DE PARADAS PARA LA REPARACIÓN EFECTUADA EN HORAS	TIEMPO MUERTO POR FALLA EN HORAS	MANTENIBILIDAD	MANTENIBILIDAD PROMEDIO
Oct-21	Semana 1	3.10	3.90	79%	79.00%
	Semana 2	4.10	5.00	82%	
	Semana 3	2.60	3.20	81%	
	Semana 4	3.10	3.90	79%	
Pre Test Oct-21	Semana 1	3.10	3.90	79%	77.75%
	Semana 2	3.50	4.40	80%	
	Semana 3	2.60	3.50	74%	
	Semana 4	4.25	5.55	77%	
Nov-21	Semana 1	5.10	6.45	79%	76.50%
	Semana 2	2.40	3.20	83%	
	Semana 3	2.60	3.45	75%	
	Semana 4	2.65	3.45	77%	

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 9 es posible observar que el mayor porcentaje de mantenibilidad se logró en el mes de septiembre con un porcentaje promedio del 79.00%, mientras que el valor menor se obtuvo en noviembre con un 76.50%, lo que permite visualizar que, en el segundo mes del período en estudio, hubo un mayor tiempo muerto por fallas que afectó la operatividad de las unidades de transporte.

### Variable Dependiente: Disponibilidad

Para el caso del estudio de la segunda variable, se emplearon las dimensiones tiempo medio entre paradas (TMEP) y la fiabilidad.

### Dimensión: Tiempo medio entre paradas (TMEP)

Esta dimensión está compuesta de la relación racional de los indicadores horas totales en el período y el número de paradas, considerando las horas de lunes a sábado por semanas. El resultado se expone en la tabla 10

**Tabla 10.** Diagnóstico actual del tiempo medio entre paradas de las unidades de transporte interprovincial, septiembre- noviembre de 2021

PERÍODO		HORAS TOTALES EN EL PERÍODO	NÚMERO DE PARADAS	TMEP	PROMEDIO
MES	SEM				
Septiembre	1	80	18	4.5	4.7
	2	80	17	4.7	
	3	80	15	5.2	
	4	80	19	4.3	
Octubre	1	80	24	3.33	3.9
	2	80	19	4.21	
	3	80	20	4	
	4	80	20	4	
NOVIEMBRE	1	80	21	3.8	3.7
	2	80	22	3.6	
	3	80	20	3.8	
	4	80	22	3.6	

Fuente: Elaboración propio

La tabla 10 describe el comportamiento del tiempo medio entre paradas en horas, en los meses de septiembre, octubre y noviembre, donde se aprecia que el mayor valor promedio se obtuvo en el primer mes, que se ubicó en 4,7 horas, mientras que el menor registro, fue en el último mes con 3.7 horas.

### Dimensión: Fiabilidad

Para esta dimensión, se tomaron en cuenta indicadores como el tiempo de viaje programado y el tiempo total en horas del mantenimiento no programado o imprevisto, los resultados se pueden precisar en la tabla 11:

**Tabla 11.** Diagnóstico actual de la fiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre- noviembre de 2021

PERIODO		TIEMPO DE VIAJE PROGRAMADO (HORAS)	TOTAL, HORAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO	FIABILIDAD	PROMEDIO
Sep 21	Semana 1	6000.00	1200.00	80%	79.00%
	Semana 2	6000.00	1250.00	79%	
	Semana 3	6000.00	1300.00	78%	
	Semana 4	6000.00	1240.00	79%	
Pre Test Oct-21	Semana 1	6000.00	1280.00	79%	78.00%
	Semana 2	6000.00	1370.00	77%	
	Semana 3	6000.00	1300.00	78%	
	Semana 4	6000.00	1250.00	79%	
Nov 21	Semana 1	6000.00	1300.00	78%	76.75%
	Semana 2	6000.00	1370.00	77%	
	Semana 3	6000.00	1400.00	77%	
	Semana 4	6000.00	1480.00	75%	

Fuente: Elaboración propio

La información recabada y evidenciada en la tabla 11, en estas, se aprecia que, durante el período de doce semanas en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2021, se observaron deficiencias valores no esperados, en función al mantenimiento realizado. Las horas de viaje programado se hizo en fusión a 75 buses disponibles, considerando 16 horas por día durante 5 días por semanas. En cuanto a la fiabilidad, el menor valor promedio se registró en el mes de noviembre con 76.75.00% mientras que, en septiembre, se logró el mayor valor de 79.00%. Con la información obtenida de la variable disponibilidad se pudo determinar la disponibilidad actual de las unidades de transporte, utilizando la ecuación presentada en el marco teórico, considerando los días hábiles de trabajo “s” igual a 20 por mes y “d” como la suma de los tiempos muertos generado por las fallas presentadas en el mes. En la tabla 12 se aprecia este registro para los meses del pre test.

$$TMEP = \frac{S - d}{S}$$

**Tabla 12.** Diagnóstico actual de la disponibilidad de las unidades de transporte interprovincial, septiembre- noviembre de 2021

PERIODO		S (TIEMPO DE SERVICIO PROGRAMADO EN DÍAS)	D (TOTAL DE TIEMPO MUERTO EN DÍAS)	DISPONIBILIDAD	PROMEDIO
Sep-21	Semana 1	20.00	8.00	60%	60.00%
	Semana 2	20.00	8.00	60%	
	Semana 3	20.00	8.00	60%	
	Semana 4	20.00	8.00	60%	
Oct-21	Semana 1	20.00	9.00	55%	58.75%
	Semana 2	20.00	7.00	65%	
	Semana 3	20.00	10.00	50%	
	Semana 4	20.00	7.00	65%	
Nov-21	Semana 1	20.00	9.00	55%	56.25%
	Semana 2	20.00	9.00	55%	
	Semana 3	20.00	9.00	55%	
	Semana 4	20.00	8.00	60%	

Fuente: Elaboración propio



La tabla 12 permite exponer el comportamiento semanal durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del tiempo muerto en días, generado por 315 fallas que se presentaron en toda la flota de unidades de transporte, considerando el tiempo en día de lunes a viernes. En este sentido se puede visualizar que, a pesar de no tener un plan de mantenimiento preventivo y programado como tal, la disponibilidad porcentual tuvo una variación en promedio mensual de 60.00% a 56.25%, valor muy por debajo de lo requerido por la organización de un 90% mínimo.

### **Propuesta de Mejora**

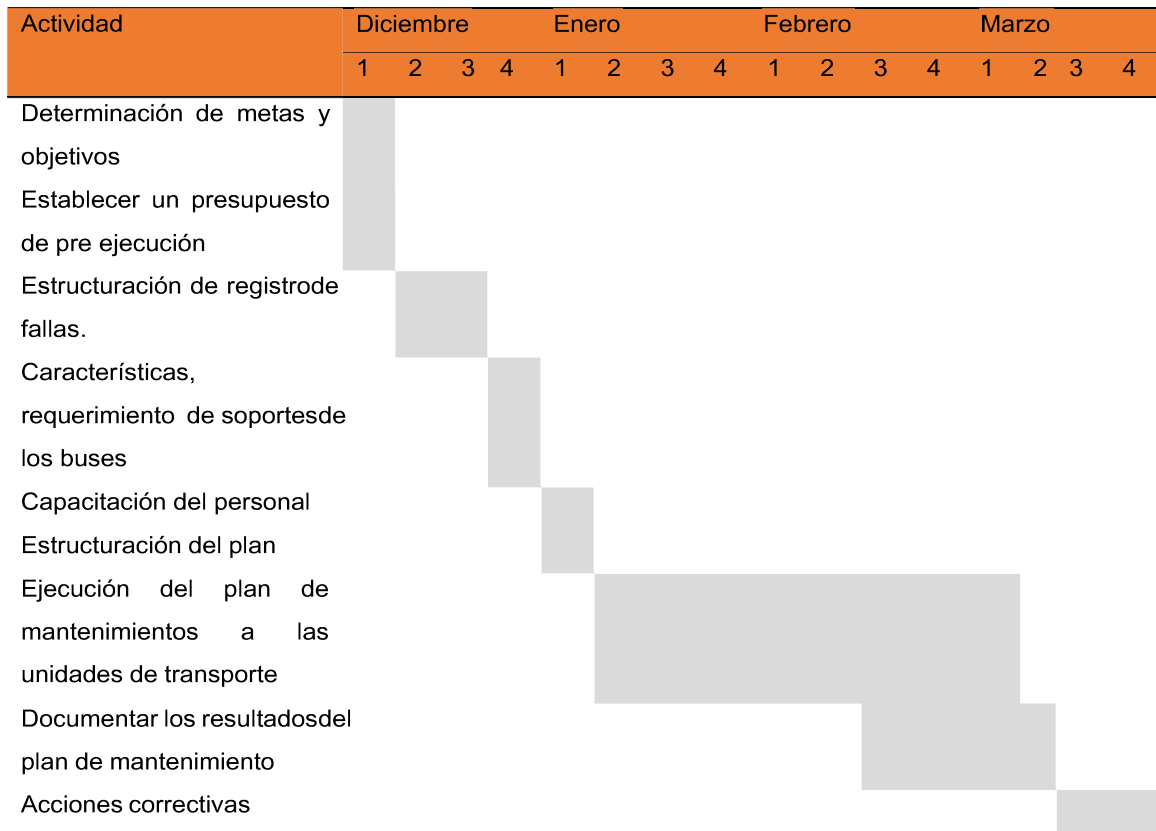
Seguidamente se presenta la propuesta de mejora la cual está basada en el diseño y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de aumentar la disponibilidad de los buses en una empresa de transporte de pasajeros. En tal sentido, la implementación del mantenimiento preventivo, fue el producto de la evaluación de alternativas, obtuvo la más alta puntuación (5), con lo cual, se pudo abordar la generación imprevista de las fallas de los retardadores del enfriador de los buses, que era una de las anomalías que más presentaban las unidades, para lo cual se contaba ya con un taller de mantenimiento, que ameritaba la adquiriendo herramientas y equipos modernos y capacitar al personal del taller. La propuesta cuenta con las siguientes etapas:

- Etapa I, determinar metas y objetivos. Etapa II, establecer un presupuesto.
- Etapa III, Especificar las características, requerimientos y soporte de los buses
- Etapa IV, Especificar la metodología para el registro de los mantenimientos previos realizados, los procedimientos que se deben ejecutar, así como las fallas, su naturaleza y acciones aplicadas. En este caso se hace uso de la metodología Análisis de los efectos del modo de fallas y análisis crítico (FECA)
- Etapa V, Aplicar un procedimiento para la consulta y mantenimiento para la operatividad de los buses.
- Etapa VI Ordenar y mantener actualizado el basamento legal relacionado con la operatividad de los buses.

En la tabla 13 se indica el cronograma de la implementación de la propuesta del plan

de mantenimiento preventivo elaborado por los investigadores.

**Tabla 13.** *Cronograma de implementación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2021*



Fuente: Elaboración propio

## Desarrollo de la propuesta

### Determinación de metas y objetivos

Del 1 al 10 de diciembre, los investigadores se reunieron con el personal de la gerencia de operaciones, con el fin de acordar y explicar los objetivos y metas del plan de mantenimiento, lo que culminó con los siguientes resultados. En la tabla 14 se presenta de forma estructurada, los objetivos, tanto general como específicos, así como las metas que se establecieron en la investigación.

**Tabla 14. Objetivos y metas de la propuesta**

Objetivos		Metas
General	Específicos	
Incrementar la disponibilidad de los buses en un 12%, sobre el nivel mínimo actual	Lograr un nivel de confiabilidad mayor o igual a 90%	Minimizar el tiempo medio entre fallas a 2 horas
	Elevar el nivel de mantenibilidad por encima del 90%	Reducir el tiempo muerto entre fallas a 1 hora
	Asegurar un nivel de fiabilidad, mínimo de 90%	Reducir el tiempo de reparación por debajo de 1 hora
	Reducir el tiempo medio entre paradas un 20% al mínimo actual	Reducir en un 50% en número de paradas no programadas

Fuente: Elaboración propio

### **Presupuesto de pre ejecución**

Desde el día 11 de diciembre hasta el 30 de diciembre, se procedió a recopilarla información, para elaborar un presupuesto para la ejecución del mantenimiento preventivo. Para esto se precisó que la empresa cuenta con 180 unidades de transporte, divididas en: 100 unidades exprés, 50 unidades VIP y 30 unidades estándar, de las cuales el 45% (n=80), se encontraban en operatividad máxima. El plan se proyectó ser aplicado en un período de 8 semanas en la cual se contó con los siguientes recursos:

**Tabla 15.** Presupuesto de pre ejecución del plan de mantenimiento preventivo para las 180 unidades de buse K 360 IB. 4X2, para la implementación

Elemento	Costo unitario (Soles)	frecuencia	Estimación total , por mes	Estimación para la implementación (Soles)
Acondicionamiento del lugar de trabajo	4.000	1	3.800	4.000
Capacitación del personal	18.000	1	8.000	8.000
Gastos de materiales		1	4.000	4.000
<b>Total</b>				<b>16.000</b>

Fuente: Elaboración propio

En el contenido del presupuesto previo a la ejecución, se detallan aspectos como lo son:

- Materiales, son los consumibles con que se llevaron a cabo las actividades de inspección general, lavado, lubricación, calibración, ajustes, balanceo
- Herramientas y equipos, se consideran las herramientas y medios tecnológicos que se emplean en la ejecución del mantenimiento
- Acondicionamiento del lugar de trabajo, implica el ordenamiento del taller para la ejecución de las actividades de mantenimiento de las unidades
- Capacitación del personal, formación para la realización de las actividades de mantenimiento. Se estima contar con un equipo de ocho trabajadores: dos inspectores, dos mecánicos y dos electricistas y dos ayudantes generales

El monto estimado es de 16.000,00 soles, para la implementación de la propuesta de mejora.

## Registro y análisis de fallas

Este registro y análisis de fallas, se llevó a cabo mediante la técnica FACA, la cual se emplea para la identificación, análisis y abordaje de las fallas reales y potenciales, con la recopilación de los datos relacionados a la información reportada por los conductores, durante el período del estudio considerando los eventos generados desde septiembre hasta diciembre de 2021, en el formato de fallas de buses que se aprecia en la figura 18:

PerúBus		FORMATO		F-FLO-41	
		FALLA DE BUSES		Versión: 01 Fecha: 19/03/2016 Revisado por: JC Aprobado por: JA	
Conductor:	Cueva Roa, Elvis	Código:	31140	Nº BUS:	710
Anfitrión(s):		Código:		<b>RUTA</b> LIMA - ICA <input type="checkbox"/> NAZCA - ICA <input type="checkbox"/> ICA - LIMA <input type="checkbox"/> ICA - NAZCA <input type="checkbox"/> OTROS: _____	
¿Presentó fallas el bus?				SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
				<b>Nº 001422</b>	
DESCRIPCIÓN DE FALLAS				SOLUCIÓN	
CONDUCTOR		ANFITRIÓN(A)		TÉCNICO	
1)	* FUGA DE AIRE	1)		Nº de OT: _____	_____
2)	* Jala un poco a la DERECHA	2)		Firma: _____	_____
3)		3)		Ap. y Nom.: _____	_____
4)		4)		Nº de OT: _____	_____
5)		5)		Firma: _____	_____
Firma Conductor: _____		Firma Anfitrión(a): _____		Ap. y Nom.: _____	
Fecha: 17.04.22	Hora de entrega de registro: _____		Supervisor de Flota: _____		Supervisor de Taller: _____

Figura 18. Formato de reporte de fallos de la empresa pruebas.

Fuente: Scania (2022)

La recopilación de la información permitió la estructuración de una tabla donde se especificó: Número de bus accidentado, la falla registrada, la posible causa, acciones aplicadas y la fecha de la misma. Se partió utilizando la información de la matriz que aparece en la figura 20, la cual presenta criterios para determinar la criticidad de los sistemas de las unidades, conocida como matriz de criticidad según la categoría de

frecuencia y la categoría de la consecuencia de una falla observada en los buses.

<b>Categoría de Frecuencias</b>	5	SC	SC	C	C	C
	4	SC	SC	C	C	C
	3	NC	SC	SC	C	C
	2	NC	NC	SC	SC	C
	1	NC	NC	NC	SC	C
<b>Categoría de Consecuencias</b>	50	100	150	250	300	

Figura 19. Matriz de criticidad según la frecuencia y la consecuencia de una falla

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19, se aprecia que las categorías tanto de frecuencia (eje vertical) como de consecuencias (eje horizontal), están señaladas en una franja de color azul claro. Para la primera, la escala está indicada del 1 al 5 y la segunda inicia en 50 hasta el valor máximo de 300. Dentro de la matriz, el color verde y las letras NC, significa nivel de criticidad bajo, el color amarillo y SC, el nivel de criticidad moderado y finalmente, el color rojo con la letra C, nivel de criticidad alto. Se procedió a realizar el cálculo de criticidad por cada sistema, en función a la frecuencia de fallas y a los elementos contenidos en la figura 20.

<b>Frecuencia de fallas</b>	
Elevado mayor a 40 fallas/año	4
Promedio 20-40 fallas/año	3
Buena 10-20 fallas/año	2
Excelente menos de 10 fallas/año	1

<b>Impacto Operacional</b>	
Parada total del equipo	10
Parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistema	7-9
Impacta a niveles de producción o calidad	5-6
Repercute en costos operacionales asociado a disponibilidad	2-4
No genera ningún efecto significativo	1

<b>Flexibilidad Operacional</b>	
No existe opción igual o equipo similar de repuesto	4
El equipo puede seguir funcionando	2-3
Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)	1

<b>Costo de mantenimiento</b>	
Mayor o igual a US\$ 400 (incluye repuestos)	2
Inferior a US\$ 400 (incluye repuestos)	1

<b>Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene</b>	
Accidente catastrófico	8
Accidente mayor serio	6-7
Accidente menor e incidente menor	4-5
Cuasi accidente o incidente menor	2-3
Desvío	1
No provoca ningún tipo de riesgo	0

*Figura 20.* Ponderación de criticidad de fallas por sistemas

Fuente: Diseño elaborado según información obtenida de SEDISA (2021)

La figura 20 permite los criterios numéricos para determinar la criticidad de una actividad, proceso o sistema, en la misma se detectan cinco condiciones de valoración como lo son: la frecuencia de fallas, con una escala de valoración del 1 al 4, el impacto operacional, del 1 al 10, la flexibilidad operacional del 1 al 4, el costo de mantenimiento que va del 1 al 2 y finalmente, el impacto o seguridad ambiental e higiene con una escala del 0 al 8. En función a esta información se plantean la siguiente ecuación

$$\text{Criticidad} = \text{F.F.} \times \text{CO}$$

Donde:

F.F. = Ponderación de frecuencia de fallas  
CO. = Consecuencia

Asimismo, la consecuencia se calcula de la siguiente manera:

$$CO = I.O. \times F.O. \times C.M. \times I.S.M.A.$$

Donde:

I.O. = Ponderación Impacto operacional

F.O. = Ponderación Flexibilidad operacional

C.M. = Ponderación costo de mantenimiento

I.S.M.A. = Ponderación Impacto de seguridad y medio ambiente

Seguidamente, se registraron las fallas de mayor frecuencia en el período de estudio tal como se presenta en la tabla 16

**Tabla 16.** *Criticidad de las fallas según las causas en cada sistema de las unidades de transporte K 360 IB. 4X2, septiembre-noviembre de 2021*

Sistema	Fallas	FS.	IDO	P.O.	P.M.	I.S.M.A	C.O	Criticidad
Sistema de frenos	59	4	7	4	2	5	280	1120
Sistema de refrigeración	54	4	5	3	2	2	60	240
Sistema eléctrico	32	3	4	3	3	2	64	192
Llantas	18	2	4	3	2	4	96	192
Sistema de dirección	16	2	4	3	2	4	96	192
Sistema de transmisión	27	3	5	4	1	1	20	60
Motor	25	3	5	4	1	1	20	60
Carrocería	49	4	3	2	1	2	12	48
Sistema de suspensión	35	3	3	2	1	3	18	36
Total	315							2140

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se estructuró la información obtenida de los registros que la empresa mantuvo de los meses, septiembre, octubre y noviembre de 2021, sobre las fallas por cada sistema de las unidades de transporte, en la misma, se observa que el sistema que presentó el mayor número de fallas fue el sistema de frenos, con un total de 59, el índice de frecuencia de fallas fue de 4, con una ponderación del impacto operacional igual a 7, el mayor de toda la tabla, un factor de flexibilidad operacional de 4, el factor por los costos de mantenimiento se estimó en un valor de 2 y un Impacto de



seguridad y medio ambiente de 5, lo que facilitó calcular, el nivel de criticidad cuyo resultado fue de 1120, que se obtiene al multiplicar el valor CO por FF, que se ubica en categoría C, seguido de refrigeración con 54 fallas y 240 de criticidad que se ubica en categoría SC, seguidos de los sistemas de refrigeración, eléctricos y dirección, con 192 cada uno.

### Características y requerimientos para mantenimiento preventivo de los buses

Las unidades de transporte de la empresa, pertenecen al modelo de buses interurbanos *K 360 IB 4X2*. Se caracterizan por contar con una económica operatividad, donde cada mecanismo o subsistema, está diseñado para mejorar el rendimiento del vehículo y cumpliendo estándares mundiales en cuanto a la economía de combustible, la facilidad de conducción, el control en el camino, la confiabilidad y el tiempo productivo. Todos los buses Scania están provistos de Driver Support y el sistema de Gestión de Flotas Scania. En la figura 21, se puede apreciar el detalle de su estructura mecánica y demás componentes de cada unidad

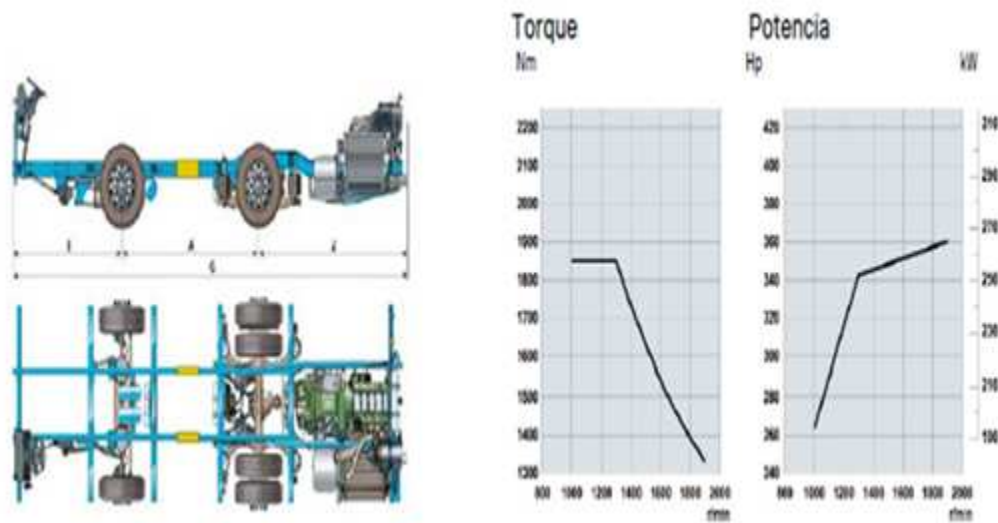


Figura 21. Características del sistema buses interurbanos K 360 IB 4X2.

Fuente: Scania (2022)

Posee un motor, Scania DC 13 –114 Euro 5, de cilindrada 12.700 cm<sup>3</sup>, potencia

máxima de 360 HP a 1900 rpm, un torque máximo de 1.850 N entre 1.100 y 1.350 rpm. La unidad cuenta con 4 tiempos y 6 cilindros en línea, tapas de balancines individuales con 4 válvulas por culata y unidades individuales de inyectores bomba con gerenciamiento electrónico. Sistema de reducción catalítica Scania SCR. De igual forma desarrolla una potencia máxima total de frenos auxiliar de 353 HP y un ancho trasero de chasis de 2.467 mm. En el anexo 11 se aprecia el catálogo completo descriptivo de las unidades de transporte de pasajeros.

Para la estimación de las actividades críticas que eran críticas y que generaban prioridad, se realizó un diagrama de Ishikawa y un gráfico de Pareto para los dos primeros sistemas que, generaron la mayor frecuencia de fallas y el nivel de criticidad más elevado, que fueron, el de sistema de frenos y el de motor.

Para indicar la prioridad en función a la criticidad de cada sistema, se tabuló de mayor a menor la información como se aprecia en la tabla 17.

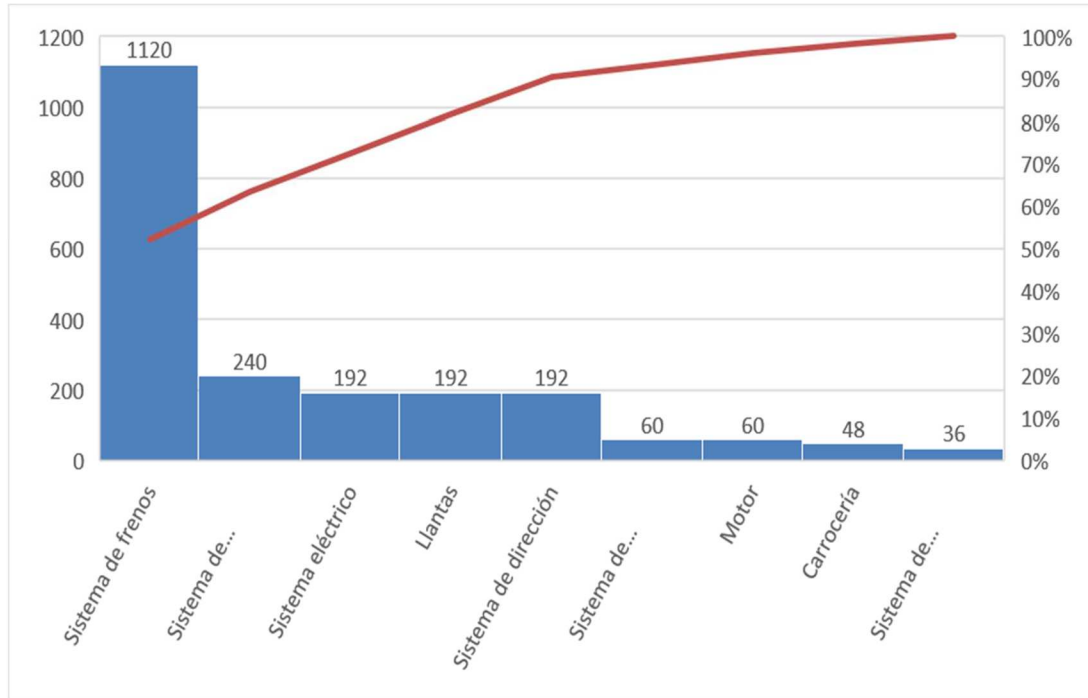
**Tabla 17.** Ordenamiento de forma decreciente según la criticidad de cada sistema

Sistema	Criticidad		Criticidad acumulada	% acumulado
	Criticidad	%		
Sistema de frenos	1120	53%	1120	53%
Sistema de refrigeración	240	11%	1360	64%
Sistema eléctrico	192	9%	1552	73%
Llantas	192	9%	1744	81%
Sistema de dirección	192	9%	1936	90%
Sistema de transmisión	60	3%	1996	93%
Motor	60	3%	2056	96%
Carrocería	48	2%	2104	98%
Sistema de suspensión	36	2%	2140	100%
Total	2140			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se puede apreciar que, según el acumulado de la criticidad de los sistemas, sistema de frenos logra el 53%, refrigeración un 11%, eléctrico 9% y llantas 9% que acumulan el 81% del total, lo cual aplicando el principio de 80-20 de Pareto,

representan los sistemas de mayor impacto para el mantenimiento preventivo. Este enfoque se puede apreciar en la figura 22, con el diagrama de Pareto:



**Figura 22.** Presentación del diagrama de Pareto, según la criticidad por sistemas desde septiembre a noviembre de 2021.

Fuente: Elaboración propia

La figura 22, permite visualizar la diferencia según la criticidad de los sistemas de las unidades de transporte público, donde el sistema de frenos presenta la mayor atención con una criticidad de 1120 que representa un 53%, seguido por el sistema de refrigeración con un 240 que implica 11% los sistemas eléctrico y llantas con 192 que indican 9% cada uno, acumulando el 81% nivel de criticidad. Esta información permite inferir las necesidades principales para inspeccionar y mantener de forma preventiva, para garantizar la disponibilidad de las unidades de transporte.

Considerando ahora los registros específicos de las fallas indicadas por cada sistema, se realizó el análisis específico con el fin de presentar las de mayor frecuencia, lo que permitió exponer un diagrama de Ishikawa general con los cuatro sistemas principales como se aprecia en la figura 23.

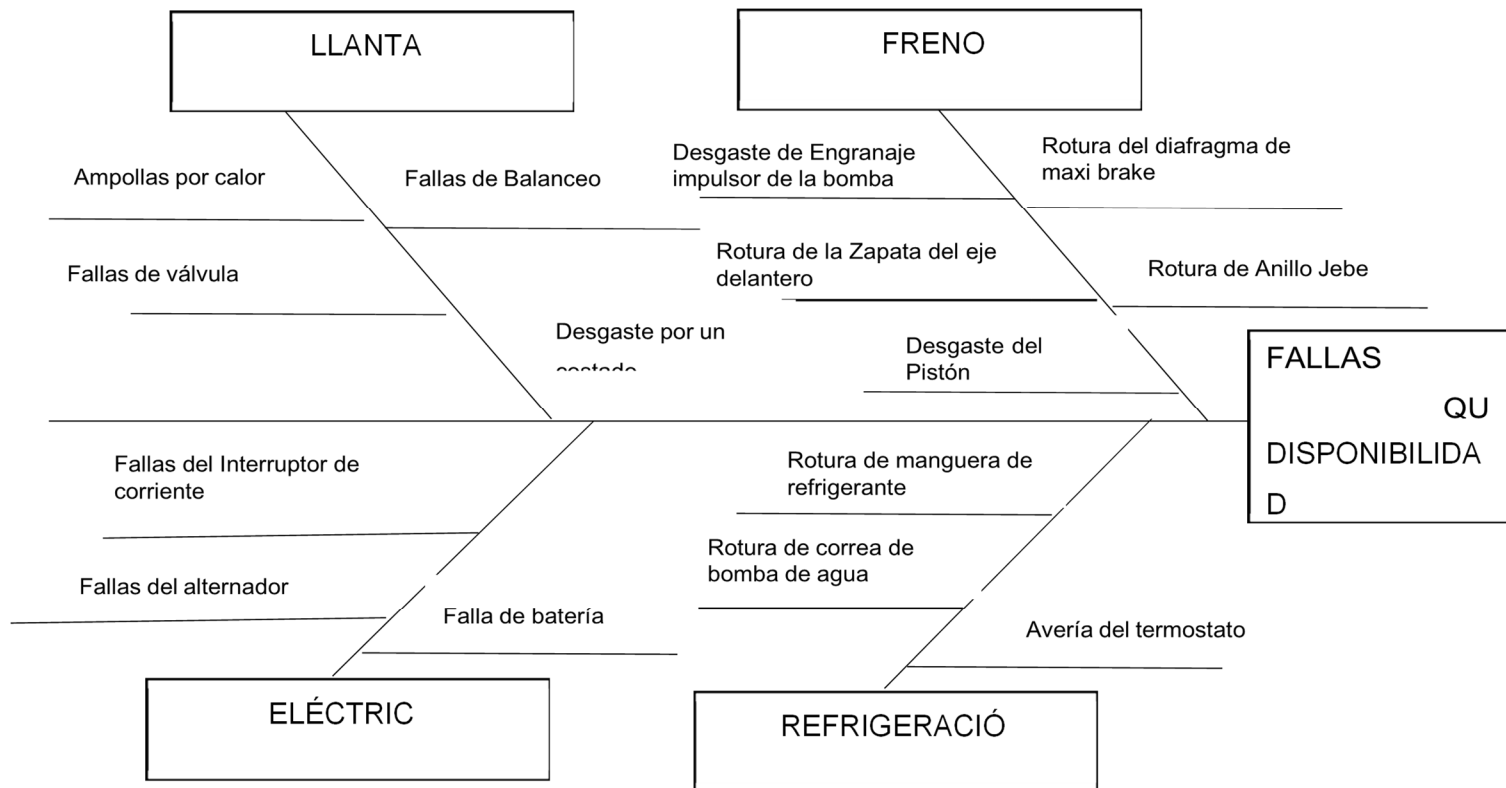


Figura 23. Diagrama de Ishikawa que indica las causas principales asociadas a las fallas que afectan la disponibilidad de las unidades de transporte en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2021

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 se observa que el sistema de los frenos tuvo el mayor número de causas registradas en el período, que se conoce de antemano, sumaron una frecuencia de 59, seguido del motor con 54, el sistema de refrigeración con 32 y el sistema eléctrico con 18. En la tabla 18 se señala la frecuencia individual de cada una de las causas

**Tabla 18.** Frecuencia individual de cada falla según el sistema

Sistema	Causa	Frecuencia	Acumulado
Frenos	Desgaste de engranaje impulsor de la bomba	22	
	Rotura de anillo Jebe	13	
	Rotura de manguera de agua	12	59
	Desgaste del Pistón	10	
	Rotura de la zapatea del eje delantero	2	
Refrigeración	Rotura de manguera de refrigerante	22	
	Rotura de la correa de bomba de agua	17	54
	Avería del termostato	15	
Eléctrico	Fallas del interruptor de corriente	12	
	Fallas del alternador	9	35
	Fallas de batería	5	
llantas	Fallas de balanceo	9	
	Ampollas por calor	5	18
	Fallas de válvulas	3	
	Desgaste por un costado	1	

Fuente: Elaboración propia

La información de la tabla 18 permite sustentar las acciones que fueron consideradas en el plan de mantenimiento preventivo, que incluyo un plan de capacitación para reforzar las acciones asociadas con el sistema de frenos, de refrigeración, del sistema eléctrico y de llantas. Cabe destacar que, el desgaste del engranaje impulsor de la bomba y la rotura del anillo de estanqueidad, fueron contempladas para indicar acciones preventivas para disminuir la frecuencia de dicha situación.

### **Capacitación del personal**

Para la ejecución correcta de las actividades de mantenimiento, se procedió a la capacitación del personal disponible en la planta, como parte del reforzamiento de las funciones que se debían efectuar. Para esto, se contrató un instructor especialista en mantenimiento de las unidades de la empresa proveedora, con lo cual se llevó a cabo este proceso. En la tabla 19 se presentan las especificaciones previas, los requerimientos y condiciones que se tomaron en cuenta para planificar la capacitación.

**Tabla 19. Planificación de la capacitación en mantenimiento preventivo**

Objetivo general	Formar mediante el reforzamiento teórico-práctico, sobre el correcto desempeño para la realización del mantenimiento preventivo, como lineamiento para la reducción de ocurrencias de averías potenciales de forma imprevista, en los sistemas y subsistemas de las unidades de transporte ScaniaK 360 IB 4X2
Objetivos específicos	-Instruir a los trabajadores de seleccionados en las actividades y procedimientos en mantenimiento preventivo. -Incentivar la ejecución segura de las actividades de trabajo. -Establecer una formación continua en los principios del mantenimiento preventivo
Actividades de capacitación del plan de mantenimiento preventivo	
Descripción	Contenido
Inspecciones de mantenimiento	-Tipos de inspecciones para mantenimiento -Planificación de la inspección -Elementos y herramientas de inspección -Criterios específicos para el tratamiento de fallas -Toma de decisiones -Historial de fallas de máquinas y equipos
Manejo de documentación	-Análisis de criticidad de fallas -Rutinas de mantenimiento por equipos -Orden de trabajo
Operaciones de mantenimiento preventivo I	Procedimiento general de mantenimiento
Operaciones de Mantenimiento preventivo II	Medios, equipos y recursos para el mantenimiento preventivo
Operaciones de Mantenimiento preventivo III	indicadores de control y acciones correctivas sobre las actividades de mantenimiento preventivo
Grupo de capacitación	Mecánico general: 2 Electricistas: 2 Inspector de mantenimiento: 2 Ayudante general:2
Período de la capacitación	Una semana
Frecuencia	Inter diaria
Duración	90 minutos (Una hora y treinta minutos)

---

Inicio	Lunes 03-01-2022
Finalizó	viernes 07-01-2022
Período	Trimestre 1 de 2022
Responsable	Asesor contratado
Estrategia didáctica	-Presentación diapositivas en PowerPoint. -Uso de material escrito -Casos prácticos
Procedimiento	Divulgativo
Evaluación	Demostrativa Sumativa
Recurso instruccional	Video Beam
Control	Registro de asistencia
Presupuesto estimado	8.000 soles

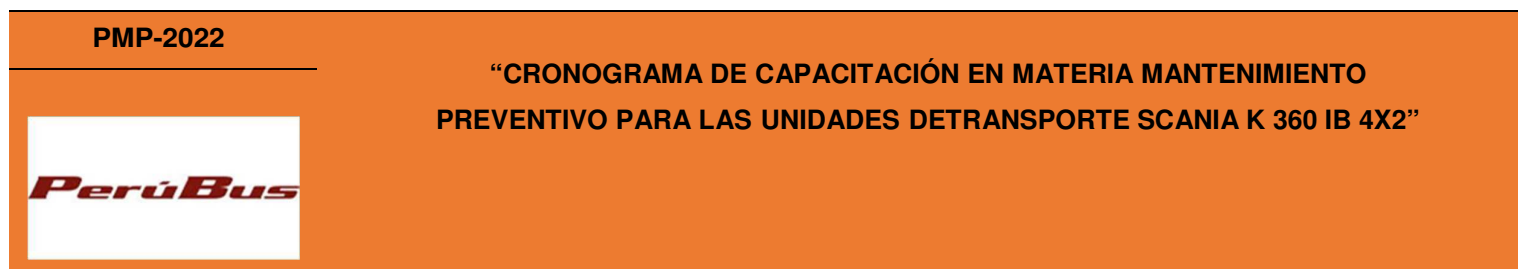
---

Fuente: Elaboración propia

La aplicación de la capacitación se dio dentro del área de talleres de mantenimiento de la empresa, según la información de la tabla 20



**Tabla 20.** Cronograma de capacitación en mantenimiento preventivo para las unidades de transporte Scania K 360 IB 4X2



**Grupos a Formar:** 01

**Número de Trabajadores por Grupo:** 08 **Año:** 2022.

**Trimestre:** 1ro.

**Mes:**

**enero**

**Semana: 01**

	<b>Temática</b>	<b>Facilitador</b>	<b>Evaluación</b>
<b>Lunes 03</b>	Inspecciones de mantenimiento	Asesor técnico del proveedor	Formativa
<b>Martes 04</b>	Manejo de documentación	Asesor técnico del proveedor	
<b>Miércoles 05</b>	Operaciones de mantenimiento preventivo I	Asesor técnico del proveedor	
<b>Jueves 06</b>	Operaciones de Mantenimiento preventivo II	Asesor técnico del proveedor	
<b>Viernes 07</b>	Operaciones de mantenimiento preventivo III	Asesor técnico del proveedor	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20 contiene la información del cronograma de capacitación aplicado al personal de mantenimiento de la empresa, quienes se encargaron de llevar a cabo las actividades del mantenimiento operativo. Durante esta capacitación se generaron cinco registros de asistencia que evidenciaron la aplicación de la misma, que se aprecian en el anexo 13, los cuales tiene la estructura presente en la tabla 21:

**Tabla 21. Registro de asistencia de la capacitación**

CAC			
CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN			
<i>PerúBus</i>			
Lugar:		Fecha:	
Contenido:		Horario: De _____ a _____	
Nombre del capacitador:		D.N.I.	
No	Apellidos y Nombres	DNI	Firma
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21, contiene la información que sustentó la asistencia de los seistrabajadores seleccionados, para la capacitación en mantenimiento preventivo, que se dictó como parte de la propuesta de implementación de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los buses, cuyas evidencias se muestran en el anexo 13, mientras que en el anexo 14, se encuentra parte del material desarrollado durante la capacitación.

### **Estructuración del plan**

Se consideraron una serie de aspectos para planificar y programar las actividades de mantenimiento, como requisitos previos que incidieron en el desarrollo efectivo del mismo, las cuales se aprecian en la tabla 22:

**Tabla 22.** *Requisitos y condiciones para la estructuración del plan de mantenimiento preventivo*

Tiempo de ejecución del plan	8 semanas
Unidades de transporte consideradas	180 unidades disponibles
Horas de trabajo consideradas de las unidades	640 horas de lunes a viernes
Tiempo para realizar el mantenimiento preventivo	Cada 250 horas de operatividad de cada unidad
Grupos de unidades a tratar por jornada	10 unidades
Frecuencia de las inspecciones	A la entrada al taller A la salida del taller Antes de salir al lugar de carga
Elementos de entrada inspeccionados	0.- Kilometraje de la unidad 1.- Nivel del aceite de motor. 2.- Nivel de combustible. 3.- Nivel de líquido de frenos. 4.- Condiciones de fajas y correas. 5.- Condiciones de mangueras. 6.- Nivel de refrigerante. 7.- Códigos en tablero. 8.- Condición de la batería. 9.- Iluminación interna. 10.- Luces periféricas. 11.- Condiciones de neumáticos. 12.- Condiciones del encendido

Fuente: Elaboración propia

En base a la información de la tabla 22, se manejaron aspectos relevantes tales como, las actividades de inspección de unidades, se realizaron cada vez que la misma salía del hangar, hasta la zona de abordaje de pasajeros. Las inspecciones se realizaron mediante un formato, el cual se puede apreciar en el anexo 12.

### **Planificación de las rutinas de mantenimiento para cada unidad**

Para iniciar con la implementación del mantenimiento preventivo, se llevó a cabo un ordenamiento de las 180 unidades en 10 grupo específicos, esto con el fin de cubrir en el tiempo previsto de enero a marzo de 2022, como se aprecia en la tabla 23:

**Tabla 23.** *Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación*

Grupo	N° de Bus									
1	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338
2	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348
3	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358
4	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368
5	369	371	372	373	374	375	376	377	378	379
6	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389
7	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
8	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409
9	410	411	412	413	414	415	416	417	418	428
10	429	430	431	432	433	434	435	436	437	652
11	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662
12	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672
13	663	664	665	666	667	668	669	670	671	683
14	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693
15	694	695	696	699	699	701	702	703	704	705
16	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715
17	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726
18	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736

Fuente: Elaboración propia

La tabla 23 permite visualizar la numeración de los buses que fueron incluido en cada grupo para llevar a cabo el plan de mantenimiento, de esta manera, cada unidad

identificada con su numeración, era incluido para la ejecución de las rutinas de mantenimiento programado. En este sentido cada Bus requirió una orden de trabajo, que luego, que se guardaba en un registro tanto físico como digital, diseñado por los investigadores en una plantilla en Excel como aporte de este plan y además como evidencia para la continuidad de la propuesta en el tiempo, así como el seguimiento de la condición de la unidad. Esta plantilla el completada según las rutinas de actividades señaladas en la tabla 24.

**Tabla 24.** Estructuración de las rutinas de mantenimiento planteadas como aplicación de la propuesta de solución

N° de Unidad	Kilometraje:	Fecha	Rutina de Mantenimiento				
			1 ( )	2 ( )	3 ( )	4 ( )	5 ( )
Rutina	Condición	Acción			Observación		
		Verificación	Muestreo	Limpieza		Cambio	
Desmontaje y limpieza de Retardador							
Cambio de juntas y anillos retarder							
Cambio de pistones y válvulas retarder							
Cambio de sistema defrenos							
Rellenar liquido refrigerante							
Revisión y limpieza de enfriador							
Desmontaje y limpieza de APS							
Cambio de válvula y kit reparo secador							
Cambio de filtro secador							
Cambio y revisión de kit reparo solenoide							
Revisión de sistema neumático, fuga de aire							
Revisar código de fallas							
Línea eléctrica de pedal de freno y acelerador							
Línea eléctrica de palanca de cambios							
Conjunto de fusibles y relay de centralía							
Soporte de centralía y ramal eléctrico							
Revisar liquido de baterías							
Revisar y limpiar bornes de baterías							
Baterías: Comprobar que las baterías estén bien fijadas y las conexiones y cables no estén dañados.							
Revisar luces en general y sirena de retroceso							
Revisar estado de seguro de faros							
Revisar funcionamiento de audio y video							
Revisar funcionamiento de replicador de velocidad							
Revisar funcionamiento de panel de itinerario							
Ajustes y revisión cortinas, cojines y espaldares de asiento							
Revisión de cinturones de seguridad							
Corderas de asiento y posavasos							
Revisar, ajustar y lubricar mecanismos de puertas y bodegas							
Revisar, ajustar y lubricar mecanismos de claraboya y calandra							
Revisar y lubricar chapas de compuertas							
Revisar carrocería exterior							
		Equipo de trabajo					
Personal		Nombre y apellido			Firma		
Sup. de turno							
Electricista							
Mecánico							
Tapicero							
Carrocerero							

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que estas rutinas de mantenimiento que implican, muestreo, verificación, limpieza o cambios programados, tuvieron si inicio en el mes de enero de 2022 y se realizaron progresivamente, cada 9 días para cada unidad o cuando la misma ya cumpliera un recorrido mínimo de 400.000 km, como política interna de la organización, con el fin de adelantarse a situaciones no esperadas. Seguidamente, en la figura 24 se aprecia la estructura de la plantilla diseñada para el registro del mantenimiento

**PeruBus** FORMATO  
 PLANTILLA PARA ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO MP400 DE BUSES SCANIA K360

N° DE UNIDAD: [ ] KILOMETRAJE: [ ] FECHA: / /

CODIGO	ITEM	CANT	UNID
*****	PISTON-RETARDER	2	[ ] UN
*****	JUEGO DE JUNTAS RETARDER	1	[ ] UN
*****	VALVULA RETARDER	1	[ ] UN
*****	PISTON-RETARDER 2	1	[ ] UN
*****	JUNTA TORICA RETARDER	2	[ ] UN
*****	ANILLO TORICO RETARDER	2	[ ] UN
*****	SISTEMA DE FRENSO SCANIA	1	[ ] UN
*****	FILTRO SECADOR	1	[ ] UN
*****	REPARO SECADOR	1	[ ] UN
*****	VALVULA SEGURIDAD SECADOR	1	[ ] UN
*****	REPARO VALVULA SECADOR	1	[ ] UN
*****	REPARO SOLENODE VALVULA	1	[ ] UN
*****	REFRIGERANTE NEGRO	15	[ ] DL
*****	KIT DE MUESTRA ACIDE (Brazo + etiqueta + tubo)	1	[ ] UN
*****	BOMBA MANUAL DE EXTRACCION (suspension)	1	[ ] UN
*****	HUMIPE V TIAPPO	1	[ ] UN

Personal de MP400	Apellidos y Nombres	Hora Inicio	Hora Fin	Firma
Supervisor de Turbos				
Mecánicos a cargo				
Electrico a cargo				
Electrónico a cargo				
Tapicero a cargo				
Carnecero a cargo				

ACTIVIDADES ELECTRÓNICAS	TIPO ACTIVIDAD	¿Se ejecutó?	OBSERVACIONES
Revisar funcionamiento de audio y video	Verificar	( )	
Revisar funcionamiento de replicador de velocidad	Verificar	( )	
Revisar funcionamiento de panel de itinerario	Verificar	( )	
ACTIVIDADES DE TAPICERÍA	TIPO ACTIVIDAD	¿Se ejecutó?	OBSERVACIONES
Ajustes y revisión cortinas, cojines y espaldares de asiento	Ajuste/Revisión	( )	
Revisión de cinturones de seguridad	Verificar	( )	
Coderas de asiento y posavasos	Verificar	( )	

ACTIVIDADES DE CARROCERÍA		TIPO ACTIVIDAD	¿Se ejecutó?	OBSERVACIONES
79	Revisar, ajustar y lubricar mecanismos de puertas y bodegas	Ajuste/Revisión	( )	
80	Revisar, ajustar y lubricar mecanismos de claraboya y calandra	Ajuste/Revisión	( )	
81	Revisar y lubricar chapas de compuertas	Verificar	( )	
82	Revisar carrocería exterior	Verificar	( )	
83	<b>OTRAS OBSERVACIONES Y/O TRABAJOS</b>			
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90	Firma y Sello del Supervisor de Turno			

INSPECCIÓN PREVENTIVA EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ACTIVIDADES MECÁNICAS	TIPO ACTIVIDAD	¿Se ejecutó?	OBSERVACIONES
Desmontaje y limpieza de Retardador	Montar	( )	
Desmontaje y limpieza de Retardador	Limpieza	( )	
Cambio de juntas y anillos retarder	Cambio/Verificar	( )	
Cambio de pistones y válvulas retarder	Cambio	( )	
Cambio de sistema de frenos	Cambio	( )	
Rellenar líquido refrigerante	Reponer	( )	
Revisión y limpieza de enfriador	Verificar/Limpieza	( )	
Desmontaje y limpieza de APS	Verificar/Limpieza	( )	
Cambio de válvula y kit reparo secador	Cambio	( )	
Cambio de filtro secador	Cambio	( )	
Cambios o revisiones en kit reparo sustentante	Reponer	( )	

ACTIVIDADES ELÉCTRICAS	TIPO ACTIVIDAD	¿Se ejecutó?	OBSERVACIONES
Revisar código de fallas	Verificar	( )	
Línea eléctrica de pedal de freno y acelerador	Verificar	( )	
Línea eléctrica de palanca de cambios	Verificar	( )	
Conjunto de fusibles y relay de centralita	Verificar	( )	
Soporte de centralita y ramal eléctrico	Verificar	( )	
Revisar líquido de baterías	Verificar	( )	
Revisar y limpiar bornes de baterías	Verificar/Limpieza	( )	
<b>Baterías:</b> Comprobar que las baterías estén bien fijadas y las conexiones y cables no estén dañados.	Verificar	( )	
Revisar luces en general y sirena de retroceso	Verificar	( )	
Revisar estado de seguro de faros	Verificar	( )	

Figura 24. Plantilla específica con las actividades de mantenimiento preventivo que se aplicaron a los buses

Fuente: Elaboración propia

La figura 24 presenta las actividades de las rutinas para el mantenimiento preventivo, que se cumplieron utilizando un cronograma diseñado por cada grupo. Cabe destacar que este plan, fue una guía base para garantizar la disponibilidad de las unidades y que también se consideró la inspección previa para ejecutar o no una determinada rutina, postergarla o adelantarla, dependiendo de la evaluación que se realizaba. Es

importante resaltar que, durante la aplicación del mismo, surgieron eventualidades que conllevaron a un mantenimiento correctivo inmediato de unidades como por ejemplo la 384, 428, 652 y la 736, que ameritaron acciones más que preventiva al momento de realizar la inspección inicial.

### **Ejecución del plan de mantenimiento preventivo**

Este mantenimiento se realizó a partir de la segunda semana del mes de enero de 2022, hasta la primera semana de marzo de 2022, con la finalidad de ir aplicando las seis rutinas de mantenimiento preventivo, según lo indicado en la figura 23 y utilizando el cronograma plasmado en las tablas 25, 26 y 27.



**Tabla 25.** Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación, enero de 2022

Grupo	Enero																					
	l	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l		
	3	4	5	6	7	11	12	13	14	15	19	20	19	20	21	24	25	26	27	28	31	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26.** Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación, febrero de 2022

Grupo	Febrero																			
	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.** Ordenamiento de los buses, en grupos de diez unidades para la rutina de mantenimiento durante la implementación, marzo de 2022

Grupo	Marzo																														
	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j	v	l	m	m	j			
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31								
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 24, 25 y 26 se indica el ordenaron las unidades según su numeración para realizar la inspección diagnóstica utilizando el formato del anexo 11, según este resultado, se procedió a la aplicación total, parcial o el diferimiento de la rutina. El equipo de mantenimiento ya capacitado para esta función, al realizar el mismo y detectaban una situación de emergencia, procedía a elaborar una orden de trabajo para que se diera parte a la gerencia sobre la situación y así aplicar las acciones para resolver la emergencia, como diferir el mantenimiento preventivo y ejecutar una acción correctiva específica.

### **Procedimientos ejecutados**

Con la propuesta realizada el procedimiento del mantenimiento tuvo cambios específicos que se centraron en la aplicación del pan preventivo, con una secuencia de trabajo distinta. En la figura 24 se presenta la estructura de los procedimientos realizados.

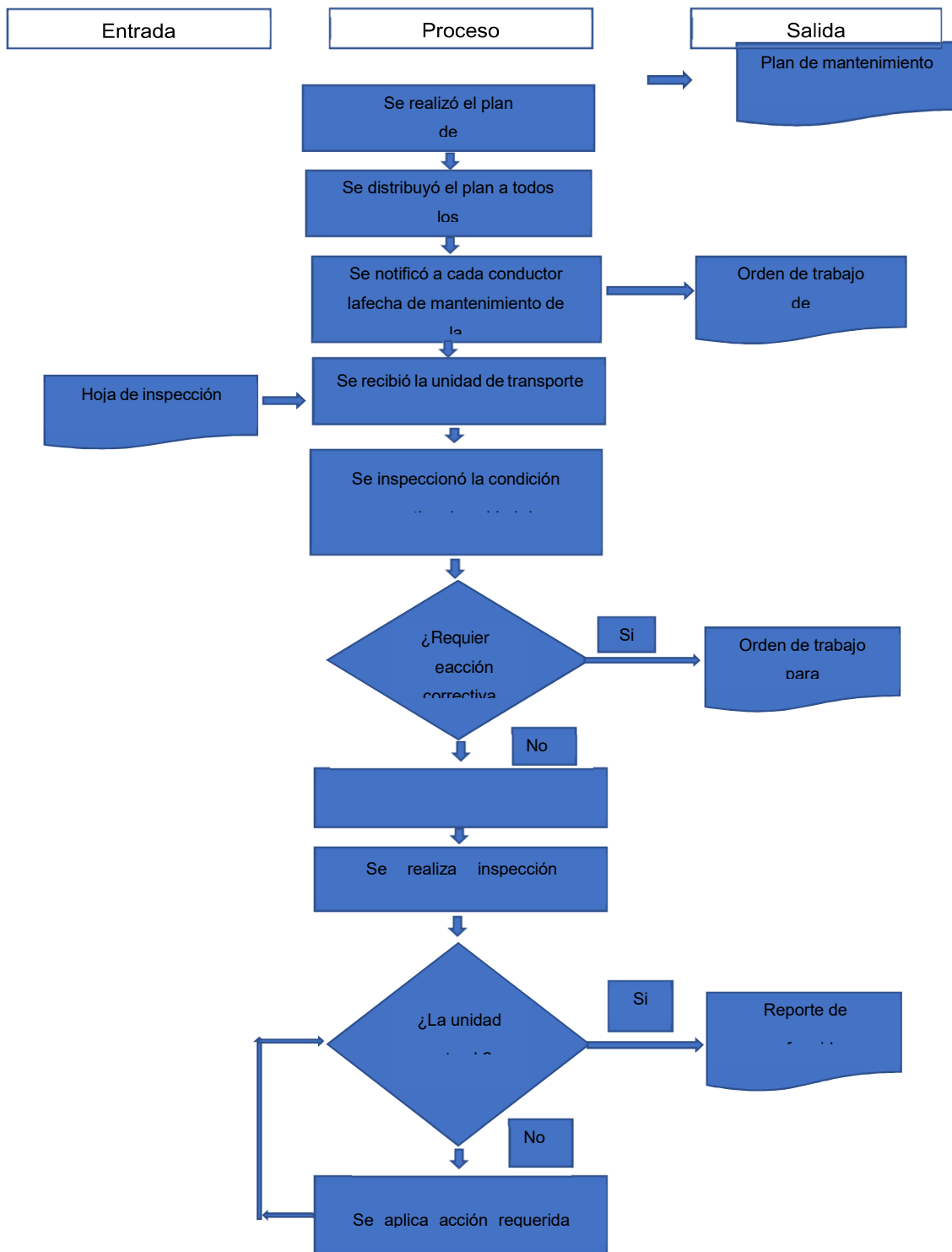


Figura 25. Procedimiento para el mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

La figura 25 señala la secuencia de las acciones que se plantearon como propuesta y se realizaron en la empresa en el período de enero a marzo de 2022, donde participaron los trabajadores capacitados, durante el cual los 180 buses fueron sometidos al plan indicado.

### Documentación de los resultados del plan de mantenimiento

Los documentos generados como consecuencia del plan de mantenimiento, se asociaron con el registro de las inspecciones realizadas para cada de las 180 unidades, el reporte de las ordenes de trabajo ejecutadas como mantenimiento preventivo indicado en el plan o las que se generaron como consecuencia de emergencias detectadas en algunas las unidades como por ejemplo, la 386, 328, 352, 330 y 229 que condujeron a órdenes de mantenimiento correctivo, que gracias a las inspecciones de entrada, se detectaron a tiempo y se evitaron paradas intempestivas, que además, redujeron el tempo de parada y el tiempo entre fallas En las figuras 24 y 25, se aprecian dos de las evidencia generadas en el proceso de aplicación del mantenimiento realizado a las unidades 386 y 729, denominadas pruebas de dinámica, la cual fueron recomendadas luego de realizar la revisión de la unidad.

PeruBus Soyuz		FORMATO	F-MTO-18
		CONFORMIDAD DE PRUEBA DINÁMICA	Versión: 01 Fecha: 25-11-2015 Revisado por: JC Aprobado por: JF
<b>CONFORMIDAD DE PRUEBA DINÁMICA</b>		N° :	
Conductor:	<input type="text" value="H. Rojas"/>	Fecha:	<input type="text" value="20-01-2022"/>
Hora de Inicio:	<input type="text" value="15:30 pm"/>	Vehículo:	<input type="text" value="386"/>
Hora de Fin:	<input type="text" value="17:25 pm"/>	Placa:	<input type="text" value="VIA-1234"/>
Motivo de Prueba Dinámica:	<input type="text" value="Inspección"/>		
Prueba Dinámica:	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobada <input type="checkbox"/> Desaprobada		
Observaciones o Razones de Desaprobación			
<input type="text" value="OK"/>			
V.B. del Conductor		V.B. del Responsable de Mantenimiento	

Figura 26. Prueba dinámica realizada a la unidad 386 como consecuencia de la inspección inicial de la unidad

Fuente: Departamento de mantenimiento

	FORMATO	<b>F-MTO-18</b> Versión: 01 Fecha: 25-11-2013 Revisado por: JC Aprobado por: JA
	CONFORMIDAD DE PRUEBA DINÁMICA	

<b>CONFORMIDAD DE PRUEBA DINÁMICA</b>		N° :
Fecha:	<input type="text" value="14-05-2012"/>	
Conductor:	<input type="text" value="Merdy arrieta Espinoza"/>	Vehículo:
Hora de Inicio:	<input type="text" value="7:15 am"/>	Placa:
Hora de Fin:	<input type="text" value="2 pm"/>	Kilometraje:
Motivo de Prueba Dinámica:	<input type="text" value="M. Prueba TFO 400.00 Km."/>	
Prueba Dinámica:	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobada <input type="checkbox"/> Desaprobada	
Observaciones o Razones de Desaprobación:		
<input type="text" value="OK."/>		
 V.B. del Conductor		 V.B. del Responsable de Mantenimiento

Figura 27. Prueba dinámica de realizada a la unidad 729 como consecuencia de la inspección de entrada

Fuente: Departamento de mantenimiento

### Acciones correctivas

Se llevaron a cabo acciones correctivas al sistema de trabajo actual, al realizarlas inspecciones previas al mantenimiento y la inspección final de verificación de la condición en la cual se recibió la unidad posterior a las rutinas o a la orden de trabajo aplicada, lo cual se evidenció una mejora significativa, que elevó el nivel de operatividad de las unidades y redujo el tiempo de paradas de las mismas por averías inesperadas.

Estas acciones se reflejaron en el cambio del diagrama de análisis de proceso (DAP) y de operaciones (DOP), donde se incluyen las actividades del plan implementado tal como se puede apreciar en la figura 27 y 28

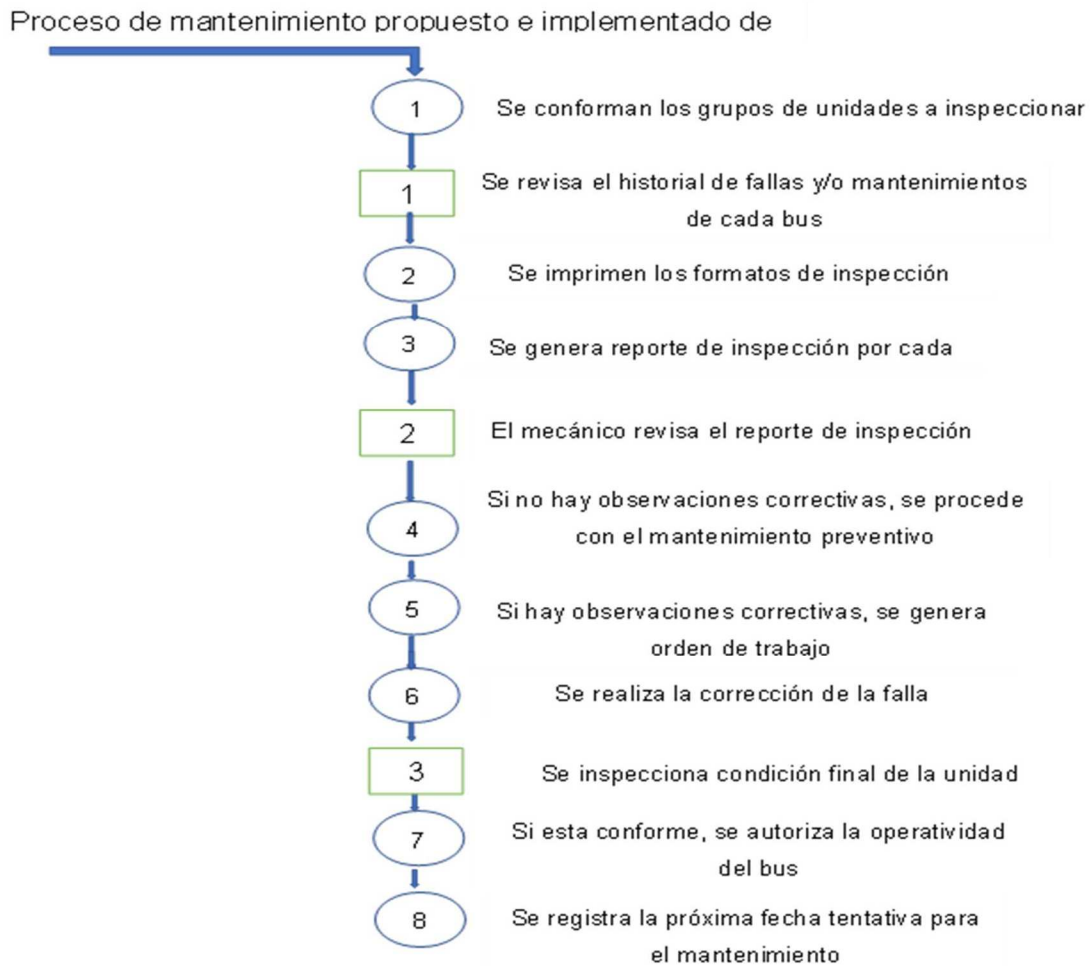
Página	1	de	1	Método	Actual		Propuesto	X		Total
Proceso										
Resumen										
Operaciones	6	Transporte	0	Almacenamiento	0	Demoras	0	Inspecciones	3	
Distancia (M)										
Tiempo (Hr.)	3.45								0.35	3.80
Esperas										0
										3.8

N°	Actividad	●	■	➔	◐	▼	Tiempo (Horas)	Distancia en (M)	Observaciones
1	Se recibe la unidad de transporte, según cronograma	*					0.05		
2	Se revisa el kilometraje del bus		*				0.05		Revisa si existe antecedentes de fallas
3	Se imprime el formato para la rutina de mantenimiento	*					0.1		
4	Inspector realiza la revisión previa de la unidad		*				0.2		
5	Se genera el reporte de inspección	*					0.1		
6	Se genera la orden de trabajo para mantenimiento preventivo	*					0.1		
7	Se procede con la ejecución del mantenimiento	*					3		
8	Se realiza inspección de conformidad		*				0.1		
9	Se genera reporte de conformidad	*					0.1		Firmado y sellado por el Sup del Taller
	Total						3.8		

**Figura 28.** DAP del mantenimiento preventivo implementado como mejora de la disponibilidad de buses en la empresa

Fuente: Elaboración propia





*Figura 29.* DOP del mantenimiento preventivo implementado como mejora de la disponibilidad de buses en la empresa

Fuente: Elaboración propia

En comparación a los DAP y DOP en pre test con el post test, se pudo verificar que hubo una reducción de 11 a 9 actividades y una disminución del tiempo de 6.7 a 3.8 horas que representó un 57%.

## Resultados de la implementación (Post Test)

Variable independiente: Mantenimiento preventivo de las unidades de transporte

Para presentar los resultados logrados posterior la aplicación del mantenimiento preventivo, para esta variable se consideraron las dos dimensiones ya indicadas como lo fueron, la confiabilidad y la mantenibilidad.

Dimensión: Confiabilidad

En relación a los cambios logrados con la modificación de la variable mantenimiento preventivo de las unidades de transporte y la dimensión confiabilidad, en la tabla 28 se aprecian los resultados obtenidos:

**Tabla 28.** Resultados logrados con el mantenimiento preventivo sobre la confiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, según pre test y post test, 2021-2022

		 <b>CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE</b> $\text{Confiabilidad} = \frac{TMEF}{TMEF + TMDP} \times 100$				
		Elaborado por: Yasmín Salas y Mauricio Riveros		Revisado por: Gerente de operaciones		
		TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO MEDIO PARA LA			
PERIODO		ENTRE FALLAS EN HORAS	REPARACIÓN EN HORAS	CONFIABILIDAD	Promedio	
Pre Test	Set-21	Semana 1	7.20	2.30	76%	79.00%
		Semana 2	6.90	1.50	82%	
		Semana 3	5.80	1.60	78%	
		Semana 4	5.70	1.40	80%	
Oct-21		Semana 1	5.90	1.60	79%	78.00%
		Semana 2	5.80	1.60	78%	
		Semana 3	7.20	2.30	76%	
		Semana 4	5.80	1.60	78%	
Nov-21		Semana 1	5.70	1.80	76%	76.00%
		Semana 2	6.10	1.80	77%	

		Semana 3	6.20	1.90	77%	
		Semana 4	5.70	2.00	74%	
Post Test	Abr-22	Semana 1	3.8	0.7	84%	86.25%
		Semana 2	3.6	0.7	84%	
		Semana 3	5.9	1.15	84%	
		Semana 4	6.95	0.5	93%	
	May-22	Semana 1	6.1	0.55	92%	93.25%
		Semana 2	6.95	0.55	93%	
		Semana 3	7.05	0.45	94%	
		Semana 4	6.54	0.45	94%	
	Jun-22	Semana 1				
		Semana 2	6.3	0.42	94%	93.75%
		Semana 3	6.45	0.38	94%	
		Semana 4	6.7	0.45	94%	

Fuente: la empresa (2022)

En la tabla 28 se puede apreciar los valores de la confiabilidad estimados semana a semana durante los meses seleccionados para el pre test y el post test, 2021- 2022, en la cual, se visualiza una tendencia a la mejora con el incremento de valor porcentual del indicador, llegando en promedio a un máximo de 93.75% en junio de 2022 y un promedio mínimo para el mes de noviembre de 202, del 76.00%, lo que permite inferir que, en este, se redujo el número de fallas imprevistas, las paradas intempestivas y se mejoró la operatividad de las unidades.

### **Dimensión Mantenibilidad**

De nuevo se consideraron la relación matemática entre los indicadores de tiempo muerto de fallas y el tiempo de paradas para la ejecución de la reparación, para el tiempo del pre test ya registrado y para el post test, después de la aplicación del mantenimiento preventivo de las unidades, como se puede visualizar en la tabla 29.

**Tabla 29.** Situación después de la aplicación del plan de mantenimiento y de la mantenibilidad de las unidades de transporte interprovincial, para el pre test y post test 2021-2022

		MANTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE				
					$\text{Mantenibilidad} = \frac{TRE}{TMDE} \times 100$	
		Elaborado por: Yasmín Salas y Mauricio Riveros		Revisado por: Gerente de operaciones		
PERIODO		TIEMPO DE PARADAS PARA LA REPARACIÓN EFECTUADA	TIEMPO MUERTO POR FALLA EN HORAS	MANTENIBILIDAD	MANTENIBILIDAD PROMEDIO	
		EN HORAS				
Pre Test	Set-21	Semana 1	3.10	3.90	79%	79.00%
		Semana 2	4.10	5.00	82%	
		Semana 3	2.60	3.20	81%	
		Semana 4	3.10	3.90	79%	
	Oct-21	Semana 1	3.10	3.90	79%	77.75%
		Semana 2	3.50	4.40	80%	
		Semana 3	2.60	3.50	74%	
		Semana 4	4.25	5.55	77%	
	Nov-21	Semana 1	5.10	6.45	79%	76.50%
		Semana 2	2.40	3.20	75%	
		Semana 3	2.60	3.45	75%	

		Semana 4	2.65	3.45	77%	
Post Test	Abr-22	Semana 1	2.35	2.60	90%	
		Semana 2	3.65	3.85	95%	93.00%
		Semana 3	3.25	3.50	93%	
		Semana 4	3.15	3.35	94%	
	May-22	Semana 1	3.45	3.75	92%	93.75%
		Semana 2	3.05	3.20	95%	
		Semana 3	2.90	3.1	94%	
		Semana 4	2.94	3.12	94%	
	Jun-22	Semana 1	2.85	3	95%	
		Semana 2	2.78	2.97	94%	
		Semana 3	2.56	2.72	94%	94.00%
		Semana 4	2.88	3.1	93%	

Fuente: La empresa (2022)

En la tabla 29 se aprecia que el mayor porcentaje de mantenibilidad se incrementó significativamente en el mes de abril, después de la aplicación del mantenimiento preventivo, elevándose a un 94.00% en el mes de junio del 2002, desde el valor mínimo del pre test de 76.50 % del mes de noviembre de 2021, lo que se puede entender que hubo una reducción importante en el tiempo muerto por fallas que afecto la operatividad de las unidades de transporte.

### **Variable Dependiente: Disponibilidad**

Para el caso del estudio de la segunda variable, se emplearon las dimensiones tiempo medio entre paradas (TMEP) y la fiabilidad.

### **Dimensión: Tiempo medio entre paradas (TMEP)**

Esta dimensión está compuesta de la relación racional de los indicadores horas totales en el período y el número de paradas, considerando las horas de lunes a sábado por semanas. El resultado se expone en la tabla 30

**Tabla 30. Situación de la disponibilidad y el tiempo medio entre paradas de las unidades de transporte interprovincial, en el pre test y post test, 2021-2022**

PERÍODO		TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS				
		HORAS TOTALES	NÚMERO DE PARADAS	TMEP	PROMEDIO	
MES	SEM	EN EL PERÍODO				
		1	80	18	4.5	
Septiembre-21		2	80	17	4.7	4.7
		3	80	15	5.2	
		4	80	19	4.3	
		1	80	24	3.33	
Octubre-21		2	80	19	4.21	3.9
		3	80	20	4	
		4	80	20	4	
		1	80	21	3.8	
Noviembre-21		2	80	22	3.6	3.7
		3	80	20	3.8	
		4	80	22	3.6	
		1	80	12	6.6	
Abril-22		2	80	11	7.2	7.45
		3	80	10	8	
		4	80	10	8	
		1	80	10	8	
Mayo-22		2	80	10	8	8.4
		3	80	9	8.8	
		4	80	9	8.8	
		1	80	7	11.4	
		2	80	7	11.4	13.03

Fuente: La empresa (2022)

La tabla 30 describe el comportamiento del tiempo medio entre paradas en horas, considerando 16 horas por día y cinco días por semanas. En el pre test se aprecia que el menor valor promedio se obtuvo en el primer mes septiembre de 2021 que se ubicó en 4,7 horas, mientras que el mayor registro fue en junio del 2022 con 5,6 horas, no obstante, para el mes de abril en el post test, hubo un aumento considerable a 7.45 horas, que se asocia a la aplicación del mantenimiento preventivo en las unidades de transporte, no obstante, para el mes de junio el promedio subió a 10.03 horas.

### Dimensión: Fiabilidad

Para esta dimensión, se tomaron en cuenta indicadores como el tiempo de viaje programado y el tiempo total en horas del mantenimiento no programado o imprevisto, para el pre test y el post test. Los resultados se pueden precisar en la tabla 31:

**Tabla 31.** Comportamiento de la disponibilidad y de la fiabilidad de las unidades de transporte interprovincial, pre test y post test, 2021-2022

FIABILIDAD DE LA UNIDADES DE TRANSPORTE $\text{Fiabilidad} = \frac{TVP - TTMNP}{TVP} \times 100$						
Elaborado por: Yasmín Salas y Mauricio Riveros			Revisado por: Gerente de operaciones			
PERIODO		TIEMPO DE VIAJE PROGRAMADO	TOTAL HORAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO	FIABILIDAD	PROMEDIO	
Pre Test	Set-21	Semana 1	6000.00	1200.00	80%	79.00%
		Semana 2	6000.00	1250.00	79%	
		Semana 3	6000.00	1300.00	78%	
		Semana 4	6000.00	1240.00	79%	
	Oct-21	Semana 1	6000.00	1280.00	79%	78.00%
		Semana 2	6000.00	1370.00	77%	
		Semana 3	6000.00	1300.00	78%	
		Semana 4	6000.00	1250.00	79%	
	Semana 1	6000.00	1300.00	78%		

Post Test	Nov-21	Semana 2	6000.00	1370.00	77%	76.50%	
		Semana 3	6000.00	1400.00	77%		
		Semana 4	6000.00	1480.00	75%		
	Abr-22	Semana 1	6400.00	500.00	92%	94.00%	
		Semana 2	6400.00	400.00	94%		
		Semana 3	6400.00	400.00	94%		
		Semana 4	6400.00	300.00	95%		
	May-22	Semana 1	6400.00	320.00	95%	94.50%	
		Semana 2	6400.00	295.00	95%		
		Semana 3	6400.00	400.00	94%		
		Semana 4	6400.00	400.00	94%		
	Jun-22	Semana 1	7000.00	380.00	95%	94.75%	
		Semana 2	7000.00	385.00	95%		
		Semana 3	7000.00	400.00	94%		
			Semana 4	7000.00	380.00	95%	


Fuente: La empresa (2022)

La información recabada y evidenciada en la tabla 31, se aprecia que, durante el período del pre test del 2021, se observaron deficiencias valores no esperados, en función al mantenimiento realizado. En cuanto a la fiabilidad, el mayor valor promedio se registró en el mes de junio con 94.75%. Para el mes de abril del post test, por el aumento de la disponibilidad las horas de viaje se fueron incrementando. Al pasar de 75 buses a 80 disponibles, por lo que el indicador, se elevó a un 94.00% y en mayo a un 94.50% apreciándose una tendencia positiva y creciente asociada a la aplicación del mantenimiento preventivo indicado como solución.

Finalmente, se puede determinar la disponibilidad posterior a la aplicación del plan de mantenimiento lo cual puede apreciarse en la tabla 32:



**Tabla 32.** Cálculo de la disponibilidad de las unidades de transporte interprovincial, después de la aplicación (Poste test)

					
DISPONIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE $A = (S-D) / S \times 100$					
Elaborado por: Yasmín Salas y Mauricio Riveros			Revisado por: Supervisor de Mantenimiento		
PERIODO		S (TIEMPO DE SERVICIO)	D (TOTAL DE TIEMPO)	DISPONIBILIDAD	PROMEDIO
		PROGRAMADO EN DÍAS)	MUERTO EN DÍAS)		
Set-21	Semana 1	20.00	8.00	60%	60.00%
	Semana 2	20.00	8.00	60%	
	Semana 3	20.00	8.00	60%	
	Semana 4	20.00	8.00	60%	
Pre Test Oct-21	Semana 1	20.00	9.00	55%	58.75%
	Semana 2	20.00	7.00	65%	
	Semana 3	20.00	10.00	50%	
	Semana 4	20.00	7.00	65%	
Nov-21	Semana 1	20.00	9.00	55%	56.25%
	Semana 2	20.00	9.00	55%	
	Semana 3	20.00	9.00	55%	
	Semana 4	20.00	8.00	60%	
Post Test Abr-22	Semana 1	20.00	5.00	75%	77.50%
	Semana 2	20.00	4.00	80%	
	Semana 3	20.00	5.00	75%	
	Semana 4	20.00	4.00	80%	

	Semana 1	20.00	3.00	85%	
May-22	Semana 2	20.00	3.00	85%	86.25%
	Semana 3	20.00	3.00	85%	
	Semana 4	20.00	2.00	90%	
	Semana 1	20.00	1.00	95%	
Jun-22	Semana 2	20.00	2.00	90%	93.75%
	Semana 3	20.00	1.00	95%	
	Semana 4	20.00	1.00	95%	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 se puede apreciar que luego de la aplicación del mantenimiento preventivo programado, la disponibilidad porcentual tuvo un incremento significativo en los meses de abril, mayo y junio iniciando con 77.50%, luego 86.25% y llegando al máximo de 93.75%, valores muy favorables, indicando un aumento 124 unidades disponibles en el pre test a un valor de 167. Esto implica que el programador puede disponer de 43 unidades con lo que, tiene un incremento en el uso semanal de 75 unidades antes de la aplicación, con 80 unidades después de la mejora. Esto representa de esta manera, un aumento de 20 buses por mes para cumplir con la rotación y el mantenimiento programado.

### **Comparativo entre el pre test y post test**

Es importante presentar el comportamiento de las variables y sus dimensiones antes y después de la aplicación, con la finalidad de exponer la variación puntual y porcentual, según las unidades de manejo de cada ratio. En la tabla 33 se puede observar este comportamiento.

**Tabla 33. Comparativo de las variables y sus dimensiones en el pre test y post test**

Variable	Dimensión	Valor		Variación
		Pre Test	Post Test	
Mantenimiento preventivo	Confiabilidad	79.00%	86.00%	7.00%
		78.00%	93.25%	15.25%
	Mantenibilidad	76.00%	93.75%	17.75%
		79.00%	93.00%	14.00%
		78.00%	93.75%	15.75%
		76.50%	94.75%	18.25%
Disponibilidad	TMEP (Horas)	4.7	7.45	2.75
		3.9	8.4	4.50
		3.7	13.03	9.33


Fuente: Elaboración propia

La tabla 33 permite apreciar que las dimensiones de ambas variables tuvieron un comportamiento positivo y aceptable, pudiendo detectar que al aplicar un mantenimiento preventivo programado las dimensiones de confiabilidad y mantenibilidad, tuvieron un incremento mensual importante, 11.33% de promedio para la primera y 15.66% en la segunda. En relación a la disponibilidad el TMEP, tuvo un incremento promedio de 5.51 horas y la fiabilidad un incremento promedio de 15.25%.

### **Evaluación económica**

Para llevar a cabo esta evaluación se consideraron una serie de atenuantes ya anteriormente indicados, relacionados con el mejoramiento logrado por la implementación del plan de mantenimiento y por los costos que se generaban por las paradas intempestivas, por las acciones correctivas y por la baja disponibilidad que se tenía antes de la implementación. En tal sentido, para iniciar estos cálculos y estimaciones la empresa facilitó la información de los costos operativos antes y después de la implementación, tal como se aprecia en la tabla 34:

**Tabla 34. Estructura de costos previo a la implementación**

SERVICIO DE TRANSPORTE INTERPROVINCIAL PERUBUS	
	
Actividad antes de la implementación	Soles
Costos directos	35800
Costos indirectos	22540
Gastos administrativos	13745.00
Total de costos operacionales	72085.00
Viajes por día al mes	1500
Costo unitario	48.1

Nota: Información de costos y gastos suministrado por la empresa en diciembre de 2021

La información de la tabla 34 se resume la información de los costos directos, costos indirectos y gastos administrativos que totalizan 72.085,00 Soles, bajo la operatividad de 1500 viajes mensuales que permite manejar un costo unitario de 48.1 soles.

Seguidamente se estimó en monto asociado con la implementación del plan de mantenimiento que contempló la capacitación del personal, la impresión de los documentos relacionados con las operaciones del plan, así como los gastos en papelería, el acondicionamiento del lugar de trabajo y la estimación e un impuesto equivalente al 5%, como se precia en la tabla 35

**Tabla 35. Inversión inicial en la propuesta de implementación**

Fase de implementación	Costo en Soles
Capacitación del personal	8,000.00
Papelería e impresiones de documentos	1,900.00
Acondicionamiento del lugar para ejecutar el mantenimiento	3,800.00
Impuestos (5%)	685.00
Total	14,385.00

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, al poner en marcha el plan de mantenimiento, este monto se convirtió

en un ahorro o ingreso adicional, que se incluyó en la evaluación económica que se distribuyó a lo largo del período de 12 meses, además, que se tomaron en cuenta los costos, antes y después de la implementación, así como la variación de disponibilidad generada. En la tabla 36 se presenta la estructura de costos facilitada por la empresa después de la implementación:

**Tabla 36.** Estructura de costos posterior a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

 <b>SERVICIO DE TRANSPORTE INTERPROVINCIAL PERUBUS</b>	
<b>Actividad antes de la implementación</b>	<b>Soles</b>
Costos directos	20000
Costos indirectos	6000
Gastos administrativos	8745.00
<b>Total de costos operacionales</b>	<b>34745.00</b>
Viajes por día al mes	1600
<b>Costo unitario</b>	<b>21.7</b>

Fuente: Información de costos y gastos suministrado por la empresa en junio de 2022

La tabla 36 muestra una disminución en los ítems materiales directos, indirectos y servicios que se pueden asociar a el ordenamiento de las actividades de mantenimiento de las unidades y a la disminución de paradas no programadas. En este sentido, el costo total de operaciones fue de 34.745,00 soles que, por el incremento de la disponibilidad, de 75 unidades a 80, genero un costo unitario de 21.7 soles. La variación de costos se puede apreciar en la tabla 37:

**Tabla 37. Variación de los costos posterior a la implementación**

ELEMENTO	ANTES	DESPUÉS
VIAJES POR DÍA	75	80
VIAJES EN 30 DÍAS (UNID.)	1500	1600
COSTO TOTAL (S/.)	72,085.00	47,520.00
COSTO UNITARIO (S)	48.06	29.70
COSTOS TOTAL DE VIAJES (S/.)	72,085.00	44,550.00
COSTO UNITARIO ANTES (S/.)	COSTO UNITARIO DESPUÉS (S/.)	REDUCCIÓN MONETARIA (S/.)
	48.06	29.70
		18.36

Fuente: Elaboración propia

La tabla 37, contiene los aspectos relacionados a la variación como consecuencia de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en cuanto a los costos totales y unitarios y su variación que se ubicó en 18.36 soles, en el post test. Los investigadores culminaron esta evaluación, considerando el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) empleando la siguientes formulas:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} = -I_o + \frac{F1}{(1+k)^1} + \frac{F2}{(1+k)^2} \dots \frac{Fn}{(1+k)^n}$$

De forma simple  $VAN = -I_o + Vp$

Para la TIR se considera la siguiente ecuación:

$$0 = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{Fn_j}{(1 + TIR)^J}$$

Donde:

Ft: Flujo neto en el período: Inversión inicial

k: es la tasa de descuento

n: número de períodos considerados Fnj: Flujo neto en el período

TIR: tasa interna de retorno

Considerando un período de 12 meses, a una tasa del 10.10% anual se tabularon los resultados tal como se presentan en la tabla 38

**Tabla 38.** Ahorro generado por la diferencia de costos antes y después de la implementación

PERÍODOS	C.O. Antes	C.O. Después	Ahorro
0			-S/. 14,385.00
1	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
2	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
3	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
4	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
5	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
6	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
7	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
8	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
9	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
10	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
11	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00
12	S/. 72,085.00	S/. 44,550.00	S/. 27,535.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 38 presenta mes a mes, los costos antes y después de la implementación considerando la variación de la disponibilidad de los buses y los costos unitarios según las tablas 36 y 37, se destaca que el ahorro del periodo inicial, es el costo que se tenía como consecuencia de la implementación. Seguidamente, para el cálculo del VAN, se utiliza la diferencia mes a mes de los costos, que se consideraron como el fondo neto en dicho período, tal como se detalla en la tabla 39.

**Tabla 39.** Cálculo de VAN según los datos obtenidos con el ahorro indicado como FNE.

TABLA DE VALOR ACTUAL NETO			
N°	FNE	(1+i) <sup>n</sup>	FNE/(1+i) <sup>n</sup>
0			-S/. 14,385.00
1	S/. 27,535.00	1.10	S/. 25,031.82
2	S/. 27,535.00	1.21	S/. 22,756.20
3	S/. 27,535.00	1.33	S/. 20,687.45
4	S/. 27,535.00	1.46	S/. 18,806.78
5	S/. 27,535.00	1.61	S/. 17,097.07
6	S/. 27,535.00	1.77	S/. 15,542.79
7	S/. 27,535.00	1.95	S/. 14,129.81
8	S/. 27,535.00	2.14	S/. 12,845.28
9	S/. 27,535.00	2.36	S/. 11,677.53
10	S/. 27,535.00	2.59	S/. 10,615.93
11	S/. 27,535.00	2.85	S/. 9,650.85
12	S/. 27,535.00	3.14	S/. 8,773.50
	<b>VAN</b>		S/. 173,230.00

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 39 se puede apreciar que el Van, ascendió a S/. 173.230,00, valor que se emplea a continuación para determinar la relación costo/beneficio, partiendo del valor del flujo neto en el período inicial de S/. 14.385,00, el resultado fue el siguiente:

$$\text{Beneficio/costo} = \text{VAN/FNo Beneficio/costos} = 173,230.00/14.385,00 \text{Beneficio/costo} = 12.04$$

Debido a que la relación es mayor a cero, la implementación fue rentable y, por ende, aceptable. Para definir la tasa interna de retorno (TIR), se lleva a cabo el seguimiento mesa mes, estimando la tasa de descuento desde el inicio con 0%, e incrementando cada iteración en 20% hasta lograr un cambio de positivo a negativo o el VAN sea igual a cero. En la tabla 40 se especifican los resultados

**Tabla 40. Cálculo de la TIR**

<b>TIR DEL AHORRO</b>	
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	<b>VAN</b>
0%	316,035.00
20%	107,848.83
40%	53,238.30
60%	31,343.63
80%	20,004.00
100%	13,143.28
120%	8,559.05
140%	5,282.32
160%	2,824.19
180%	912.16
200%	-617.53
220%	-1,869.10
240%	-2,912.09
<b>TIR</b>	<b>191%</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla 40 permite visualizar que el VAN se hace cero, a partir de la iteración 9, en la cual la tasa de descuento mínima es de 200%. Al ejecutar una interpolación el valor de la TIR se ubicó el 191%, valor que permite inferir que este proyecto tiene un margen de

beneficio rentable entable de 191%. En la tabla 38 se aprecia que partiendo del primer mes con la inversión inicial y utilizado los flujos de caja en los períodos siguientes, se observa que ya para el mes 1 a inversión se recupera debido a que se obtiene un acumulado positivo igual a 25.031,82 soles.

Para verificar este aspecto, se procedió aplicar la formula siguientes:

$$PIR = a + \frac{b}{c}$$

a: Período del último flujo negativo

b: Primer flujo positivo

c: Siguiete flujo positivo

$$PIR = 0+ (21.031.82/22.756.20)$$

$$PIR = 0+ 0.92 \text{ aproximado a } 1$$

PIR = 1, es decir se recupera en el período 1 pronosticado

En la tabla 41 se presenta el detalle de la tabla de datos generados en la evaluación económica del trabajo, por la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 41. Flujos económicos por la implementación del plan de mantenimiento preventivo**

	Período												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Costo operaciones</b>		72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00	72,085.00
<b>TEST</b>													
Costos directos		35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00	35,800.00
Costos indirectos		22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00	22,540.00
Gastos administrativos		13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00	13,745.00
<b>Gastos operacionales</b>		34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00	34,745.00
<b>POST TEST</b>													
Costos directos		20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00
Costos indirectos		6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00
Gastos administrativos		8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00	8,745.00
<b>Beneficio</b>		37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00	37,340.00
Capacitación personal	8,000.00												
Papelería impresiones	1,900.00												
Reacondicionamiento del área	3,800.00												
Impuestos(5%)	685.00												
<b>Total</b>	-14,385.00	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340	37,340
<b>Costo de Oportunidad del</b>	10.1% anual												
<b>Capital (COK)</b>													
<b>VAN</b>													173,230.00
<b>TIR (anual)</b>													191.00
<b>Relación Beneficio/Costo</b>													12.04

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Análisis de los efectos del modo de fallas y análisis crítico (FMECA). Según Aguilar et al. (2010) una evaluación sistemática de los efectos que tienen las fallas de los activos, así como de los riesgos presentes para los mismos. Se consideró este aspecto debido a que se evaluó la seguridad crítica del sistema.

- Estadística descriptiva. Se consideró este tipo debido, a que permite describir los hechos o características más relevantes sobre un asunto en especial, para la investigación que permitió conocer, las causas, consecuencias, efectos y más, sobre lo que conlleva el mantenimiento preventivo (Córdova, 2003).
- Estadística inferencial con ello, poder estimar de acuerdo a la muestra obtenida los parámetros para la comprobación de hipótesis, en el caso de estudio, se consideró el uso del programa SPSS como herramienta estadística, con ello, poder procesar la información de los datos recolectado (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).
- Análisis Descriptivo. Los análisis de datos que se efectuarán en las mediciones pre test y post test serán de tipo estadístico descriptivo (desviación estándar, media, mediana y varianza) para poder compararlos (tomar medidas de dispersión, varianza y desviación estándar).
- Análisis Inferencial. Facilita la medición y comprobación de las hipótesis, como por ejemplo el uso de prueba de normalidad, pruebas paramétricas y no paramétricas sobre la base de la información de las variables involucradas en este estudio.
- Con la información recolectada, se realizará el análisis descriptivo e inferencial, utilizando el programa informático SPSS, para comprobar la hipótesis planteada.

### **3.7 Aspectos éticos**

Se tomó en cuenta para esta investigación, el uso de datos recolectado de la empresa Perú Bus S.A , por lo cual se acordó el compromiso de respetar los resultados

obtenidos y brindar una información confiable, sin que dañe o ponga en riesgo la información o imagen corporativa de la empresa, manteniendo el principio de buena fe, ética y responsabilidad, con la información. Adicional, se asumió no mostrar información propia de la empresa que permita, poner en riesgo datos de confiabilidad interna de la organización.

La autorización se encuentra en el anexo 10

## VI. RESULTADOS

### Resultados descriptivos

**Variable Independiente: Plan de mantenimiento preventivo**

**Tabla 42.** *Datos obtenidos para la dimensión confiabilidad*

<b>Datos</b>	<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Diferencia</b>
1	76.00	84.00	8.00
2	82.00	84.00	2.00
3	78.00	84.00	6.00
4	80.00	93.00	13.00
5	79.00	92.00	13.00
6	78.00	93.00	15.00
7	76.00	94.00	18.00
8	76.00	94.00	18.00
9	76.00	93.00	17.00
10	77.00	94.00	17.00
11	77.00	94.00	17.00
12	74.00	94.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 42, detalla los valores obtenidos desde el pre test hasta el post test para la confiabilidad, donde se aprecia que el incremento en este, tuvo una tendencia creciente y positiva, haciendo un preámbulo favorable para el aseguramiento de los objetivos del estudio, lo cual se visualiza en la figura 29

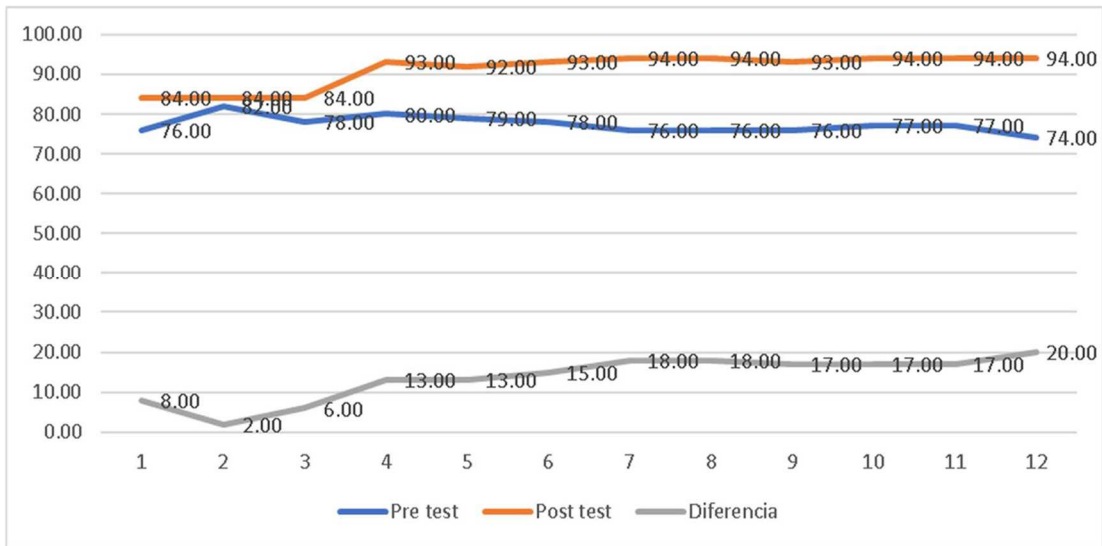


Figura 30. Tendencia de la dimensión confiabilidad desde el pre test al post test

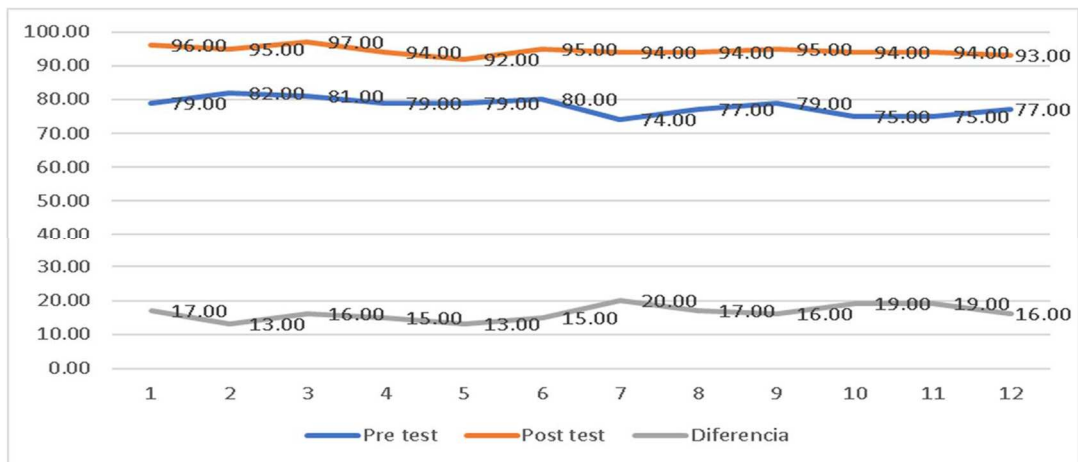
La figura 29 complementa la observación de la información de manera gráfica, donde se comprueba que después del tercer período del estudio, este indicador fue elevando su diferencia de forma creciente.

Tabla 43. Datos obtenidos para la dimensión Mantenibilidad.

Datos	Pre test	Post test	Diferencia
1	79.00	96.00	17.00
2	82.00	95.00	13.00
3	81.00	97.00	16.00
4	79.00	94.00	15.00
5	79.00	92.00	13.00
6	80.00	95.00	15.00
7	74.00	94.00	20.00
8	77.00	94.00	17.00
9	79.00	95.00	16.00
10	75.00	94.00	19.00
11	75.00	94.00	19.00
12	77.00	93.00	16.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 se aprecia que la mantenibilidad, se comportó algo similar a la disponibilidad con una tendencia positiva con elevaciones significativa en algunos períodos, con lo que se estima que el estudio tuvo el sentido que se presentó al inicio del mismo. La figura 31, permite complementar de forma visual dicho comportamiento.



*Figura 31.* Tendencia de la dimensión mantenibilidad desde el pre test al post test  
Fuente: Elaboración propia

La figura 31 permite indicar de manera gráfica, la fluctuación antes y después del pre test y post test, donde la diferencia se ubicó entre 15 y 20 puntos porcentuales, donde el indicador siempre se mantuvo en tendencia positiva.

**Variable dependiente: Disponibilidad**

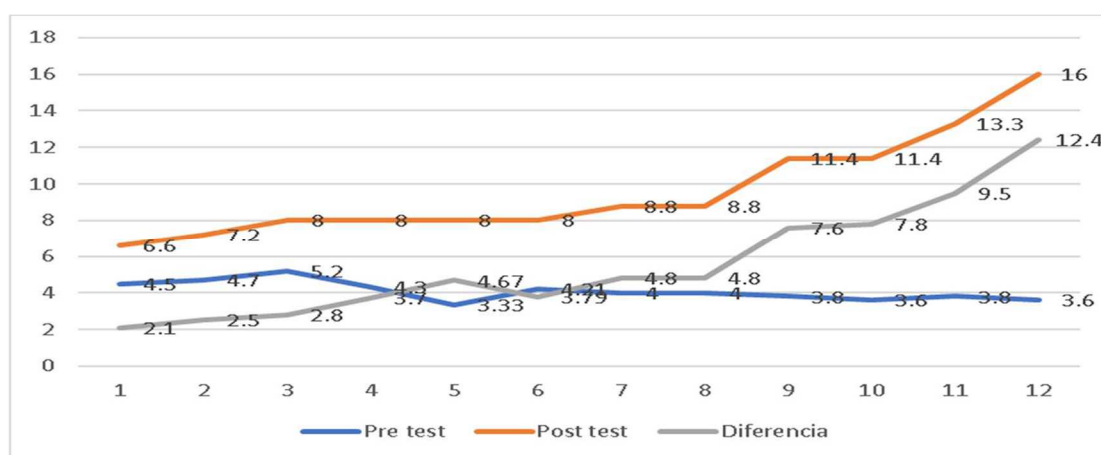


**Tabla 44. Datos obtenidos para la dimensión TMEP**

Datos	Pre test	Post test	Diferencia
1	4.5	6.6	2.1
2	4.7	7.2	2.5
3	5.2	8	2.8
4	4.3	8	3.7
5	3.33	8	4.67
6	4.21	8	3.79
7	4	8.8	4.8
8	4	8.8	4.8
9	3.8	11.4	7.6
10	3.6	11.4	7.8
11	3.8	13.3	9.5
12	3.6	16	12.4

Fuente: Elaboración propia

La tabla 44 permite apreciar el tiempo medio entre paradas presentó una tendencia positiva y creciente después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, lo que permite la percepción favorable de esta acción sobre la operatividad de los buses. La figura 32 complementa lo observado.



**Figura 32. Tendencia de la dimensión TMEP desde el pre test al post test**

Fuente: Elaboración propia

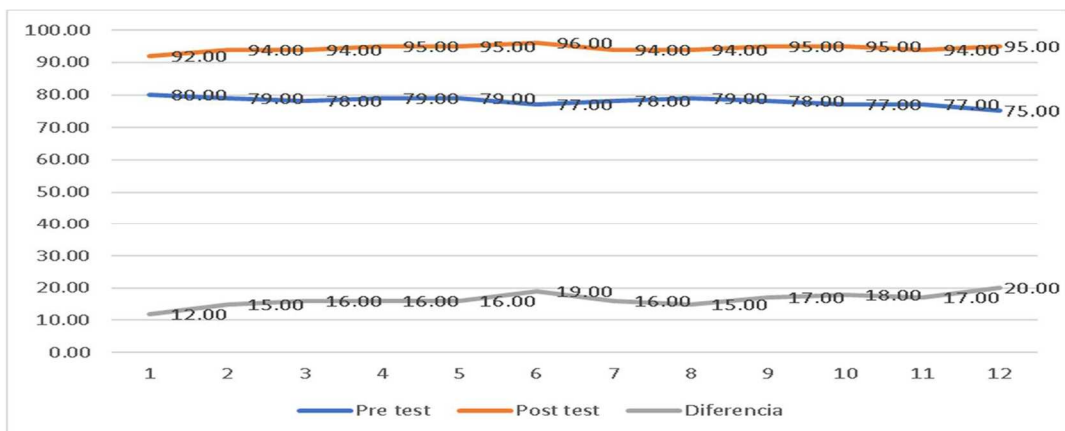
La figura 32 permite indicar de manera gráfica, la marcada tendencia creciente de la diferencia de esta dimensión a lo largo de todo el período de observación y el incremento de dicho indicador, donde la diferencia se ubicó entre 6.16 y 16 horas con tendencia positiva.

**Tabla 45.** *Datos obtenidos para la dimensión fiabilidad*

<b>Datos</b>	<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Diferencia</b>
1	80.00	92.00	12.00
2	79.00	94.00	15.00
3	78.00	94.00	16.00
4	79.00	95.00	16.00
5	79.00	95.00	16.00
6	77.00	96.00	19.00
7	78.00	94.00	16.00
8	79.00	94.00	15.00
9	78.00	95.00	17.00
10	77.00	95.00	18.00
11	77.00	94.00	17.00
12	75.00	95.00	20.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 45 permitió apreciar la variación positiva de la fiabilidad donde la aplicación del mantenimiento preventivo permite asegurar un mejoramiento de esta dimensión y, por ende, el comportamiento de la variable dependiente. La figura 33 complementa la información aportada.



Nota: La tendencia del incremento solo disminuyó en el comparativo entre en segundo mes tanto en el pre test como el post tes.

**Figura 33.** Tendencia de la dimensión fiabilidad desde el pre test al post test

Fuente: Elaboración propia

La figura 33 permite indicar de manera gráfica, una fluctuación positiva entre 12y 20 puntos porcentuales y algo creciente en la diferencia de esta dimensión a lo largo de todo el período, siendo este resultado muy favorable para el logro de los objetivos del estudio.

**Tabla 46.** Descriptivos para la variable dependiente, disponibilidad, según la dimensión TMEP (horas).

Dimensión	Indicador	Pre test	Post test
TMEP (horas)	Media	4.08	9.06
	Rango menor	3.33	6.60
	Rango mayor	5.20	16.00
	Desviación. típica	0.52	2.81
	Varianza	0.27	7.94
	Asimetría	0.72	1.26
	Error típico	0.637	0.637

Fuente: Elaboración propia

La tabla 46 presenta los principales indicadores descriptivos de las dimensiones

TMEP, apreciando que la media de los datos evidenció un incremento significativo después de la implementación. En tal sentido, se apreció el aporte positivo de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, percibiéndose también que, la desviación típica y la varianza, tuvieron un apreciable incremento.

**Tabla 47.** Descriptivos para la variable dependiente, disponibilidad, según la dimensión fiabilidad (%).

Dimensión	Indicador	Pre test	Post test
Fiabilidad (%)	Media	78.00	94.42
	Rango menor	75	92
	Rango mayor	80	96
	Desviación. típica	1.34	0.99
	Varianza	1.81	0.99
	Asimetría	-0.80	-1.05
	Error típico	0.637	0.637

Fuente: Elaboración propia

La tabla 47 permite visualizar los principales indicadores descriptivos de la segunda dimensión, la fiabilidad, apreciando que la media de los datos tuvo un incremento significativo después de la implementación, es decir, en el post test se apreció el aporte positivo después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. No obstante, la desviación típica y la varianza, disminuyeron.

#### Resultados inferenciales

- Hipótesis específica 1 La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria
- Hipótesis nula (Ho): La aplicación del mantenimiento preventivo no incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria (inversa)
- Hipótesis alterna (Ha): La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses de transporte de pasajeros

interprovincial La Victoria.

### Prueba de normalidad de los datos

Se aplica la evaluación o prueba de Normalidad mediante la prueba de *Shapiro Wilk*, debido a que el tamaño de la muestra  $n = 12$ , es menor a 50. Por ello se estructura la prueba presentando dos alternativas hipotéticas como se indica a continuación

Ho: Los datos de la muestra provienen de una distribución normal H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de confianza: 0,95

$\alpha = 0,05$

Regla de decisión:

Si  $p \leq 0.05$ , los datos tienen comportamiento no Paramétrico, no provienen de una distribución normal, se rechaza la Ho.

Si  $p > 0.05$ , los datos tienen comportamiento Paramétrico, vienen de una distribución normal, no se rechaza la Ho.

Con los datos del TMEP obtenidos en el pre test y el post test, se procedió a la ejecución del procedimiento mediante el software SPSS, cuyos resultados se visualizan en la tabla 48:

**Tabla 48.** Prueba de normalidad para el TMEP

	Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.
TMEP en el Pre test	0,960	12	0,790
TMEP en el Poste Test	0,848	12	0,055

Fuente: Elaboración propia

Como los resultados de la significancia fueron 0.790 y 0.055, que son  $\geq 0.05$ , los datos tienen comportamiento Paramétrico, vienen de una distribución normal, no se rechaza la Ho. Para probar entonces la hipótesis general de la investigación, se procede a usar el estadístico T de Student.

Para la aplicación de la prueba indicada se ajusta la estructura a las siguientes

condiciones:

- **Ho:** No hay una diferencia significativa entre las medias de TMEP antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento
- **H1** Hay una diferencia significativa entre las medias de TMEP antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento
- En la tabla 49, se presentan los resultados de la prueba de T Students para muestras relacionadas

**Tabla 49. Prueba sobre la relación de las muestras del TMEP**

Variable	Diferencias relacionadas		t	gl	Sig. (bilateral)
TMEP en Pre-Test y TMEP en Post test	Medio	Desviación típica	Error de la media	95%intervalo de confianza Interior Superior	
	-5,4538	3,147	0,908	-7,538 -3,538	-6,095 11 0,000

Fuente; Elaboración propia

En la tabla 49, la significancia bilateral es de 0.000 menor a 0,05, lo que permite inferir que, si existe una diferencia significativa entre las medias del TMEP antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo, lo que permite rechazar la hipótesis  $H_0$  y aceptar  $H_1$ , comprobando de esta manera la hipótesis específica 1.

#### Hipótesis específica 2

La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria

- Hipótesis nula ( $H_0$ ): La aplicación del mantenimiento preventivo no incrementa la fiabilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria
- Hipótesis alterna ( $H_a$ ): La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria.
- Prueba de normalidad de los datos

Se desarrolló este punto tomando en cuenta la prueba de Shapiro Wilk, debido a que el tamaño de la muestra  $n = 12$ , es menor a 50. Por ello se presentaron dos alternativas hipotéticas como se indica a continuación

Ho: Los datos de la muestra provienen de una distribución normal H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de confianza: 0,95

$\alpha = 0,05$

Regla de decisión:

Si  $p \leq 0.05$ , los datos tienen comportamiento no Paramétrico, no provienen de una distribución normal, se rechaza la Ho.

Si  $p > 0.05$ , los datos tienen comportamiento Paramétrico, vienen de una distribución normal, no se rechaza la Ho.

Con los datos de la fiabilidad obtenidos en el pre test y el post test, se procedió a la ejecución del procedimiento mediante el software SPSS, cuyos resultados se visualizan en la tabla 50:

**Tabla 50. Prueba de normalidad para la fiabilidad**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Fiabilidad en el Pre test	0,917	12	0,259
Fiabilidad en el Poste Test	0,846	12	0,053

Fuente: Elaboración propia

Como los valores de la significancia fueron 0.259 y 0.053, que son  $\geq 0.05$ , los datos tienen comportamiento Paramétrico, vienen de una distribución normal, no se rechaza la Ho. Para probar entonces la hipótesis general de la investigación, se procedió a usar el estadístico T de Student. Para la aplicación de la prueba indicada se ajusta la estructura a las siguientes condiciones:

- **Ho:** No hay una diferencia significativa entre las medias de la fiabilidad antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento
- **H1** Hay una diferencia significativa entre las medias de la fiabilidad antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento

En la tabla 51, se presentan los resultados de la prueba de T de Student para muestras relacionadas:

**Tabla 51.** Prueba sobre la relación de las muestras de la fiabilidad

Variable	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
Fiabilidad Pre-Test	en y	Medio	Desviación típica	Error de la media	95% intervalo de confianza		
Fiabilidad Post test	en	-16,416	2,065	0,596	Interior Superior -15,104	-27,536	11 0,000
17,728							

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 51, la significancia bilateral es de 0.000 menor a 0,05, lo que permite inferir que, si existe una diferencia significativa entre las medias de la fiabilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo, lo que permite rechazar a hipótesis Ho y aceptar H1, comprobando de esta manera la hipótesis específica 2.

### Hipótesis General

La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022

- **Hipótesis nula (Ho):** La aplicación del mantenimiento preventivo no incrementa la disponibilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria



- **Hipótesis alterna (Ha):** La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria.

### Prueba de normalidad de los datos

Se llevó a cabo este aspecto mediante la prueba de *Shapiro Wilk*, debido a que el tamaño de la muestra  $n = 12$ , es menor a 50. Por ello se estructura la prueba presentando dos alternativas hipotéticas como se indica a continuación

Ho: Los datos de la muestra provienen de una distribución normal H1: Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de confianza: 0,95

$\alpha = 0,05$

Regla de decisión:

Si  $p <= 0.05$ , los datos tienen comportamiento no Paramétrico, no provienen de una distribución normal, se rechaza la Ho.

Si  $p >= 0.05$ , los datos tienen comportamiento Paramétrico, vienen de una distribución normal, no se rechaza la Ho.

Con los datos de la disponibilidad determinada en el pre test y el post test, se puso en marcha esta acción, ejecutando los pasos necesarios mediante el software SPSS, cuyos resultados se visualizan en la tabla 52

**Tabla 52.** Prueba de normalidad para la disponibilidad

Variable	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad en el Pre test	0,900	12	0,160
Disponibilidad en el Poste Test	0,907	12	0,197

Fuente: Elaboración propia

Como los resultados de la significancia fueron 0.160 y 0.197, que son  $\geq 0.05$ , los datos tienen comportamiento Paramétrico, vienen de una distribución normal, no se rechaza la  $H_0$ . Para probar entonces la hipótesis general de la investigación, se procede a usar el estadístico T de Student.

Para la aplicación de la prueba indicada se ajusta la estructura a las siguientes condiciones:

- **H<sub>0</sub>**: No hay una diferencia significativa entre las medias de la disponibilidad antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento
- **H<sub>1</sub>** Hay una diferencia significativa entre las medias de la disponibilidad antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento

En la tabla 53, se presentan los resultados de la prueba de T de Student para muestras relacionadas

**Tabla 53. Prueba sobre la relación de las muestras de la disponibilidad**

Variable	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
Disponibilidad en Pre-Test y	Medio	Desviación	Error de	95% intervalo de confianza			
	ón	típica	la				
Disponibilidad en Post test	-27,500	9,414	2,717	media Interior Superior	-10,119	11	0,000
				- 33,518			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53, la significancia bilateral es de 0.000 menor a 0,05, lo que permite inferir que, si existe una diferencia significativa entre las medias de la disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo, lo que permite rechazar a hipótesis  $H_0$  y aceptar  $H_1$ , comprobando de esta manera la hipótesis general de la investigación

## V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, se plantearon tres objetivos de investigación, seccionados en uno de carácter general y dos específicos. En relación al primer objetivo específico determinar que el plan de mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria. Para Oviedo (2021) el mantenimiento preventivo planificado, tiene como propósito reducir las paradas intempestivas de las maquinarias, equipos, personal y, por ende, de los procesos productivos además de, poder realizar una programación para mantener la vida útil de los activos.

Los autobuses urbanos generalmente requieren varios tipos distintos de mantenimiento preventivo. Debido a la complejidad de los buses urbanos, cuantificar la eficiencia del mantenimiento preventivo es muy importante para la toma de decisiones y optimización de la gestión del mantenimiento. En este sentido, se observa que una adecuada gestión del mantenimiento en las empresas de transporte público es de suma importancia para aspirar al éxito en un mercado competitivo, reduciendo pérdidas y gastos innecesarios para aumentar el margen de utilidad en lugar de simplemente transfiera los costos de mantenimiento a los usuarios (Escovedo, 2018). Por otro lado, los autobuses suelen tener una vida útil de unos 20 años y pueden recorrer más de un millón de kilómetros antes de necesitar ser reemplazados. En este contexto, el mantenimiento de vehículos constituye un área crítica de actividad, con un gran impacto tanto en los costes operativos como en la calidad del servicio (Fleurent, 2018).

En este mismo orden de ideas, Canahua (2021) señalan que el tiempo medio entre paradas asociado a un fallo del equipo, resulta de la diferencia entre el tiempo total disponible para la actividad de trabajo y el tiempo inactivo dividido entre el número total de paradas. En este sentido los resultados obtenidos permitieron confirmar que, al aplicar esta acción en la operatividad de los buses de la empresa, las paradas por fallas se redujeron de forma significativa, lo cual se evidencio en el aumento del tiempo que transcurre entre una parada y otra, que en pre test fue de 4.08 horas y se elevó a 9.02 horas en el post test, debido a que se realizaron de forma programada y las de

forma imprevista se redujeron en gran proporción.

En concordancia a este resultado se puede traer acotación los aportes de Uribe (2020) que mediante la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a una máquina remalladora, logró disminuir las paradas no programadas por fallas y por ende el tiempo entre cada fallo se hizo más prolongado, aumentando así, tanto la operatividad, la confiabilidad y la disponibilidad de dicho equipo.

En relación al segundo objetivo, determinar que el plan de mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria. En este contexto, Ramos, Perea y López (2020) señalan que la fiabilidad es un indicador de disponibilidad, que se visualiza como la probabilidad de que un activo produzca los resultados esperados, de forma segura y confiable. Para este caso, los resultados arrojaron que la aplicación del plan de mantenimiento preventivo elevó el nivel de este indicador de su valor máximo antes o pre test de 80% a su mayor valor en el postest de 95%, lo cual también se pudo confirmar mediante la prueba T de Student donde la media de los datos para este caso, se elevó de 78% a 94.42%. En este aspecto es importante resaltar lo señalado por Estupiñan. y Cordero (2019) que elaboraron una propuesta de optimización para el plan de gestión de mantenimiento, basado en la confiabilidad que impulsó el incremento de los indicadores relacionados con la disponibilidad, entre ellos la fiabilidad, lo que les permitió incrementar el indicador de disponibilidad a un 95%, lo que permite dar constancia de la preponderancia que implica la aplicación de la planificación del mantenimiento sobre la fiabilidad.

Finalmente, el objetivo general de la investigación, determinar que el mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022. En relación a esto, Meza, Ortiz y Pinzón (2006) señalan que la disponibilidad, es el objetivo principal del mantenimiento, que implica el nivel de confiabilidad que un equipo o sistema logre cumplir de forma satisfactoria sus funciones en un determinado tiempo programado. En cuanto a los hallazgos de este estudio se logró conformar que efectivamente la aplicación del mantenimiento programado eleva la disponibilidad de los buses ya que, mediante la aplicación de las técnicas, instrumentos de recolección, análisis y procedimientos

estadísticos, las dimensiones, como el tiempo medio entre paradas y la fiabilidad lograron ser incrementados de forma significativa, visualizando así una disponibilidad media en el pre test de 58.33% a un valor de 85.83%.

De nuevo es importante relacionar este resultado con el logro de Uribe (2020) quien después de aplicar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, logró incrementar la disponibilidad de la máquina remalladora, reduciendo, además, el tiempo de las paradas prolongadas de mantenimiento correctivo, que se generaban durante la jornada de trabajo y que afectaba la disponibilidad del equipo, algo muy similar a lo que se alcanzó en la presente investigación.

En relación al efecto del mantenimiento preventivo con respecto a la disminución de la parada de los buses, se destaca el estudio de Durand (2018) se determinó que el 67% del tiempo inoperativo de los vehículos que pertenecen al Consorcio Transporte Arequipa S.A, se debe a fallas mecánicas que pueden ser subsanadas a través de un plan de mantenimiento, estos resultados son similares a los obtenidos por Cárdenas, Bocanegra y Moreno (2019) en el cual se establece que a través de la implementación de un plan de mantenimiento es posible aumentar la confiabilidad de la flota de buses a la par que se reduce los costos de operación y de mantenimiento correctivo.

Por otro lado, en el estudio de Quispe y Ticona (2020) se determina que la falta de un plan de mantenimiento en una flota vehicular de buses, ha generado un total de 162 paradas imprevistas al año en toda la flota vehicular (7 buses), con un promedio mensual de 14 paradas imprevistas, así mismo señala que cuando se presentan fallas mecánicas en carretera, se procede al reintegro del 50% del costo del pasaje, lo cual conlleva a un gasto adicional a la empresa.

En el estudio de Gómez (2021) se propuso un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa transportes SOTRANCE S.A.S, que está integrado por buses, camionetas y microbuses, en el cual se determinó que el 47,2% de las causas que generan una parada no programada correspondió a fallas en los frenos, carrocería, engrase, suspensión y motor, destacando que a través del plan de mantenimiento será posible reducir el tiempo que permanecen las unidades detenidas y mejorar el servicio así como la satisfacción del cliente.

Por otro lado, en el estudio de Yáñez (2021) el cual efecto en una flota de buses

urbanos en el sur de Quito obteniendo que, a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, se redujo las fallas en los buses en un 45% , lo que a su vez produjo una disminución del 32% en las horas improductivas, aumentando la confiabilidad de la flota en 46%, y la disponibilidad de las unidades subió del 85,49% al 86,04%.

Por otro lado, en el presente estudio se determinó que, la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria, estos resultados son similares a los obtenidos, por Díaz (2020), en el cual se diseñó un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Confiabilidad de la Flota de Buses Scania de la Empresa Turismo Días s.a., y cuyos hallazgos revelan un aumento de la disponibilidad en un 22.05% y la confiabilidad en un 4.14%,

Conjuntamente en el estudio de Rodriguez (2018) en el cual se efectuó una propuesta de plan de mantenimiento en la compañía Tranzit, perteneciente a Sistema Integrado de Transporte Publico (SITP), obteniendo como resulta que el mantenimiento genero una disponibilidad de 73% y confiabilidad de 80%.

En el estudio de Gave (2017) que correspondió a un estudio sobre el impacto de un plan de mantenimiento preventivo en la flota de buses marca Golden Dragón; destacando que la disponibilidad de los vehículos aumento de 79% en el último trimestre del año 2016 al 88.65% para el año 2017.

Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Gómez (2021) en el cual, entre los principales hallazgos, señalan que a través del plan de mantenimiento preventivo es posible reducir y prologar la vida útil de las máquinas, esto se podrá ver reflejado en el aumento de la disponibilidad de los vehículos. De igual manera Espinoza (2018) en su estudio desarrollado en buses de la empresa de transporte Allin Group Javier Prado S. A., se obtuvo que con la implementación de un de mantenimiento preventivo se obtuvo hasta mayo del 2018 una disponibilidad promedio de 92%, teniendo su pico máximo en mayo con una disponibilidad de 94%, logrado a través la reducción del tiempo de parada de los buses.

Finalmente, en el estudio de Corrales y Rengifo (2022) se determinó que la disponibilidad de los buses de la empresa Expreso Trandía S.A.C I aumento del 91%

al 96% durante el mes de julio 2021 hasta julio del 2022 derivado de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

## VI. CONCLUSIONES

- Se pudo poner en marcha el plan de mantenimiento preventivo lo que permitió elevar el tiempo medio entre paradas por fallas diversas en los sistemas de frenos, refrigeración, eléctricos, de llantas entre otros y demás factores que se determinaron en el diagnóstico de la situación abordadas como la implementación un plan de capacitación, un plan de ordenamiento del lugar de trabajo, las inspecciones previas de las condiciones de cada unidad de transporte y el registro de las acciones realizadas mediante la plantilla en Excel diseñada y aportada por los investigadores. Como dato específico, el TMEP, logró un valor máximo en el último mes del post test, ubicándose en 16 horas, que representó un aumento de 12.4 horas, según la tabla 44.
- Posteriormente, con la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se pudo mejorar la fiabilidad, al lograr que la media de los datos en el post test se ubicara por encima del 94%, lo que representó un incremento porcentual del 15, que influyó directamente en el incremento de la disponibilidad de los buses al lograr que estos, funcionaran más tiempo sin presentar fallas significativas, según lo observado en la tabla 47.
- Se diseño y aplicó un plan de mantenimiento preventivo con el objeto de aumentar la disponibilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial, como consecuencia de las paradas no programadas y los mantenimientos correctivos frecuentes que afectaba directamente la operatividad y el servicio que presta la empresa, logrando el incremento de la disponibilidad en promedio por encima del 85%, según lo comprobado y señalado en la tabla 28



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se mantenga la aplicación del mantenimiento preventivo implementado en esta investigación, así como la capacitación continua del personal y el manejo seguro de la información que se genere en cada unidad de transporte sobre las inspecciones y acciones que se tomen con el fin de lograr un registro confiable para la toma de decisiones
- Se recomienda a la gerencia de operaciones de la empresa y a toda la directiva en general, que continúen apoyando el desarrollo de las actividades de mantenimiento y que, además, revisen periódicamente su ejecución conjuntamente con las empresas proveedoras de las unidades. De igual forma, que mantengan una revisión continua de los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad, TMEP y fiabilidad, para monitorear el comportamiento del plan.
- Se recomienda a futuro, la inclusión de la filosofía RCM, AMEF y FMECA con la finalidad de ir mejorando la eficiencia de la gestión de mantenimiento de las unidades y así garantizar una mejor operatividad de la empresa y una mayor efectividad del proceso de transporte ofrecido como servicio por la organización.

## REFERENCIAS

- AGUILAR, JOSÉ, TORRES, R., y MAGAÑA, D., 2010. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento. *Tecnología, Ciencia, Educación* [En Línea], pp. 15-26 [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48215094003.pdf>
- ANGUITA, L., TEJADA, F., Y COSTA, J., 2020. *MF0069\_2 Operaciones de mantenimiento preventivo del vehículo y control de su dotación material. 3ra edición*. Madrid: Ideas Propias Editorial.
- ASSEN, R., y MIRANDA, C., 2019. *Propuesta de gestión en las áreas de producción y logística, para reducir los costos en la empresa Chimú Agropecuaria* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Privada del Norte. [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23692/Assen%20Torres%20Ricardo%20-%20Miranda%20De%20La%20Torre%20C%3%A9sar.pdf?sequence=1>
- BERNAL, C, 2010. *Metodología de la Investigación. 3ra. ed.* Bogotá: Pearson Educación.
- BUENAÑO, L., VILLAGRÁN, W., y SANTILLÁN, C., 2019. Utilización de la auditoría de mantenimiento y el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) como herramientas para la identificación de problemas en la gestión de mantenimiento de locomotoras en. *Polo De Capacitación, Investigación Y Publicación (POCAIP)* [En Línea], vol 4, n° 4, pp. 171-198. [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/129>
- CANAHUA, N., 2021. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Revista Industrial Data* [En Línea], vol 24, n° 1, pp. 49-62 [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/idata/v24n1/1810-9993-idata-24-01-49.pdf>
- CÁRDENAS, R., BOCANEGRA, A., y MORENO, S., 2019. *Propuesta mejora del plan*

- de mantenimiento para una empresa de transporte público Caso de estudio "Autobús Zonal Clase I"* [en línea]. Tesis Pregrado. Colombia: Universidad ECCI [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1953/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CÓRDOVA, M., 2003. *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Perú: Editorial Moshera.
- CORMILLUNI, J., 2019. *Propuesta de mejora en el sistema de gestión de mantenimiento utilizando el RCM en el proceso de producción y extendido de asfalto* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [consulta: 07-04-2023]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625583/Cormilluni\\_lj.pdf?sequence=1](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625583/Cormilluni_lj.pdf?sequence=1)
- CORRALES, K., y RENGIFO, G., 2022. *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad operativa de los buses de la empresa de transportes Expreso Trandia S.A.C - Trujillo* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9824>
- DÍAZ, J., 2020. *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de buses Scania de la Empresa Turismo Dias S.A.* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Cesar Vallejo [consulta: 05-04-2023]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56350/D%c3%adaz\\_MJL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56350/D%c3%adaz_MJL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DURAND, H., 2018. *Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624788/DURAND\\_DH.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624788/DURAND_DH.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- ESCOVEDO, F., 2018. *Propuesta de plan de mantenimiento continuo para una*

- empresa de transporte público* [en línea]. Tesis Pregrado. Brasil: Universidade De Brasilia [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24267/1/2018\\_FelipeEscovedoDaCosta\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24267/1/2018_FelipeEscovedoDaCosta_tcc.pdf)
- ESPINOZA, E., 2019. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. *Revista Conrado* [En Línea], vol 15, n° 69, pp. 171-180 [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- ESPINOZA, M., 2018. *Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los Buses de la Empresa de Transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lim* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Tecnológica del Perú [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1697/Marco%20Espinoza\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1697/Marco%20Espinoza_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ESTUPIÑÁN, E., y CORDERO, O., 2019. Uso de la tecnología FMECA-RCM para la optimización de las estrategias de mantenimiento en una planta de tostación de cobre. *Revista BISTUA* [En Línea], vol 17, n° 7 [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/3148](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/3148)
- FLEURENT, C., 2018. *Optimizing the Preventive-Maintenance Plan of a Public. CASPT*. [https://www.giro.ca/media/slbdatbm/caspt2018\\_fleurent\\_final.pdf](https://www.giro.ca/media/slbdatbm/caspt2018_fleurent_final.pdf)
- GARCÍA, O., 2006. *El Mantenimiento General* [en línea]. Tesis Pregrado. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/1297/RED-70.pdf;jsessionid=064F9EE411C080225F5A5053B94EFB64?sequence=1>
- GAVE, R., 2017. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir las fallas de los buses golden dragon de la unalm, en la ciudad de Lima 2017*. [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Tecnológica del Perú [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: ..

- [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1778/Raul%20Gave\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1778/Raul%20Gave_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- GÓMEZ, J., 2021. *Plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa transportes SOTRANCE S.A.S.* [en línea]. Tesis Pregrado. Colombia: Universidad Autónoma De Occidente [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/handle/10614/13306>
- GONZÁLEZ, J., y ORDOÑEZ, J., 2014. *Fallas mecánicas como principal causa de los accidentes de tránsito en los Estados Unidos de Norte América* [en línea]. Tesis Pregrado. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6633/1/UPS-CT003269.pdf>
- HERNÁNDEZ, S., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la Investigación*. <https://n9.cl/6559362016000100002>
- IBM. (03 de 01 de 2021). *Planificación de mantenimiento preventivo*. <https://www.ibm.com/docs/es/tririga/10.7?topic=services-scheduling-preventive-maintenance>
- INFRASPEAK, 2021. *Disponibilidad vs. Fiabilidad vs. Mantenibilidad ¿Cuál es la diferencia?* <https://Blog.infraspeak.com>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, 2017. *VI Censo Nacional de Comisarías* [en línea]. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1528/index.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1528/index.html)
- LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMÉRICA* [En Línea], vol 3, pp. 34-39 [consulta: 12-04-2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- MARTÍNEZ, M., y CARBONEL, D., 2020. Indicadores de gestión de mantenimiento en empresas de servicio petrolero. *Revista Ingeniería y sus alcances* [En Línea], vol 4, n° 9 [consulta: 10-04-2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v4i9.62>
- MEZA, D., ORTIZ, Y., y PINZÓN, M., 2006. La confiabilidad, la disponibilidad y la

- mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica* [En Línea], vol XII, n° 30, pp. 155-160 [consulta: 11-04-2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920491036.pdf>
- MUÑOZ, C., 2016. *Metodología de la Investigación*. México: Oxford.
- NÚÑEZ, J., TRINCHET, C., PÉREZ, R., y VARGAS, J., 2021. Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. *Revista Ingeniería Mecánica* [En Línea], vol 4, n° 1, pp. 1-9. doi:1815-5944
- OVIEDO, A., 2021. *Procedimiento gestión de mantenimiento preventivo a equipos y máquinas*. Bogotá D.C.: Educa Digital.
- QUISPE, A., y TICONA, K. 2020. *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la flota de buses para la reducción de costos en la Empresa Transportes Wayra E.I.R.L.* [en línea]. Tesis Pregrado. Perú: Universidad Antonio Ruiz De Montoya.. [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://repositorio.uarm.edu.pe/handle/20.500.12833/2197>
- RAJAPASAD, S., 2018. Investigation of reliability, maintainability and availability of a paper machine in an integrated pulp and paper mil. *Revista Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología* [En Línea], vol 10, N° 3, pp. 43-56 [consulta: 14-04-2023]. doi:2141-2839
- RAMÍREZ, M., VIZCAÍNO, P., y MERA, A., 2018. Evaluación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). *Revista Polo del Conocimiento* [En Línea], vol 3, n° 3, pp. 1-9 [consulta: 05-04-2023]. doi:10.23857/pc.v3i3.635
- RAMOS, M., PEREA, B., y LÓPEZ, H., 2020. Implementación de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos del proceso de producción en la empresa EQUIACEROS SAS. *Revista Ingenio Libre* [En Línea], vol 18, n° 8 [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: [https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/inge\\_libre/article/view/7012](https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/inge_libre/article/view/7012)
- RICHARTE, J., 2018. *Servicio Técnico 24: Mantenimiento preventivo y salida laboral: Curso visual*. Buenos Aires: Editorial USER.
- RÍOS, R., 2017. *Metodología para la Investigación y Redacción*. España.

- <https://n9.cl/61kxy>
- RODRIGUEZ, J., 2018. *Elaboración de una propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la flota de vehiculos de la empresa Tranzit S.A.S Perteneciente Al Sitp*. Universidad Tecnológica Indoamérica [en línea]. Tesis Pregrado. Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13405/Rodr%EDgu;jsessionid=DDA3F8B4AEDF33B511611672ABD3710C?sequence=1>
- SIMA. (s/f). *Mantenimiento preventivo*. [en línea]. Disponible en: [https://atinsolutions.com/YTrAmPhds\\_u5OPwHpAY7MnadArWvl3Tp\\_8\\_P1Hap8HE/?cid=l6o80o4800cswcg8&sid=20477\\_13729932](https://atinsolutions.com/YTrAmPhds_u5OPwHpAY7MnadArWvl3Tp_8_P1Hap8HE/?cid=l6o80o4800cswcg8&sid=20477_13729932)
- TAMAYO, M. 2013. *El Proceso de la Investigación Científica* [en línea]. Disponible en: <https://n9.cl/8h7n5>
- URIBE, S. 2020. Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. *Revista Ingeniería Industrial* [En Línea], vol 38, pp. 15-31 [consulta: 12-04-2023]. Disponible en: [https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/4763](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4763)
- YANEZ, J. 2021. *Elaboración de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) Para una flota de buses urbanos en el sur de Quito* [en línea]. Tesis Pregrado. Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamérica [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2344/1/YANEZ%20JARAMILLO%20JOSE%20ALFONSO.pdf>
- YAVUZ, O., DOGAN, E., CARUS, E., y GORGÜLÜ, A., 2019. Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry. *3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship (WOCTINE)*, [En Línea], vol 158, pp. 227–234 [consulta: 09-04-2023]. Disponible en: <https://0.1016/j.procs.2019.09.046>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
<b>Variable independiente:</b> <b>Mantenimiento Preventivo</b>	Buenaño, Villagrán y Santillán (2019) el mantenimiento preventivo tiene como finalidad garantizar una elevada disponibilidad, así como una confiabilidad próxima a la máxima esperada y una alta mantenibilidad de los equipos y maquinarias	Mantenimiento Preventivo: es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los activos de una empresa	Confiabilidad	Confiabilidad: $C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$ Donde: C= Confiabilidad TMEF= tiempo medio entre fallas TMPR: tiempo medio para reparar	Razón
			Mantenibilidad	Mantenibilidad $M = \frac{TRE}{TMPF} \times 100$ Donde: M= Mantenibilidad TRE= Tiempo para la reparación ejecutada TMPF= Tiempo Muerto por Falla	Razón
<b>Variable dependiente:</b> <b>Disponibilidad</b>	Ramos, Perea y López (2020), la definen como un valor probabilístico que indica el nivel de operatividad correcta que un equipo, dispositivo o sistema, demuestre en el momento requerido. Los indicadores para calcularla son dos, la fiabilidad y el tiempo medio entre paradas	Proporción del tiempo que emplea el activo para funcionar satisfactoriamente en cualquier momento donde es usado en un entorno real, para lo cual utiliza el tiempo medio entre paradas y la fiabilidad	Tiempo medio entre paradas	$TMEP = \frac{HTP}{NP}$ Donde: TMEP= tiempo medio entre paradas HTP= horas totales del periodo NP= número de paradas	Razón
			Fiabilidad	$F = \frac{TVP - TTMNP}{TVP} \times 100$ En donde: F= Fiabilidad TVP = Tiempo de viaje programado TTMNP= Tiempo total de mantenimiento no programado	Razón

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 2. Matriz de consistencia

“Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022”

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVOS GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
¿De qué manera la aplicación de un mantenimiento preventivo incrementará la disponibilidad de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022?	Determinar que el mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022	La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>
¿De qué manera el mantenimiento preventivo incrementará el tiempo medio entre paradas de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria?	Determinar que el mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria	La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa el tiempo medio entre paradas de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria
¿De qué manera el mantenimiento preventivo incrementará el tiempo medio entre paradas de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria?	Determinar que el mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses en la empresa de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria.	La aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de los buses de transporte de pasajeros interprovincial La Victoria.

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Instrumento de recolección de información

CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE					
PERIODO	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACIÓN	CONFIABILIDAD	PROMEDIO	
Set-21	Semana 1				CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE  $\text{Confiabilidad} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} \times 100$ Donde TMEF, es el tiempo medio entre fallas TMPR, es el tiempo medio para la reparación  Nota: Los datos fueron recopilados y ordenado por los investigadores en el formato del anexo 3, de los registros históricos facilitados por la empresa.
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Oct-21	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Nov-21	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Abr-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
May-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Jun-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				

Fuente: Elaboración propia

MANTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE						
PERIODO		TIEMPO DE PARADAS PARA LA REPARACIÓN EFECTUADA EN HORAS	TIEMPO MUERTO POR FALLA EN HORAS	MANTENIBILIDAD	MANTENIBILIDAD PROMEDIO	<p>MANTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE</p> <p>Mantenibilidad = <math>TRE/TMPFx100</math></p> <p>Donde:</p> <p>TRE, es el tiempo de parada para la reparación de la falla</p> <p>TMPF, es el tiempo muerto por la falla</p> <p>Nota: Los datos fueron recopilados y ordenado por los investigadores en el formato del anexo 3, de los registros históricos facilitados por la empresa.</p>
Set-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Oct-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Nov-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Abr-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
May-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Jun-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					

TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS						
PERIODO		HORAS TOTALES EN EL PERÍODO	NÚMERO DE PARADAS	TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS	PROMEDIO MENSUAL	<p style="text-align: center;"> <math>TMEP = HTP/NP</math>            Donde: HTP, horas totales en el período            NP, número de paradas         </p>
Set-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Oct-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Nov-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Abr-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
May-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Jun-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					

FIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE						
PERIODO		TIEMPO DE VIAJE PROGRAMADO	TOTAL HORAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO	FIABILIDAD	FIABILIDAD 'ROMEDIO	
Set-21	Semana 1					FIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE $\text{Fiabilidad} = \left( \frac{\text{TVP} - \text{TTMNP}}{\text{TVP}} \right) \times 100$ Donde: TVP: Tiempo de viaje programado TTMNP: Tiempo total de mantenimiento no programado Nota: Los datos fueron recopilados y ordenado por los investigadores en el formato del anexo 3, de los registros históricos facilitados por la empresa
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Oct-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Nov-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Abr-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
May-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Jun-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 4 Validación de Instrumentos



### Carta de Presentación

Lima, 04 de Junio de 2022

Señor. Mg. Lino Rodríguez, Alegre

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Me dirijo a Ud. en calidad de estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Este, manifestándole que requiero la validación de los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi trabajo de investigación, con el cual optare el título de Ingeniero Industrial.

El título de la tesis es: "Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022" siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que se hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente.

Salas Lopez Yasmin Yadira  
D.N.I: 41956863

Rivero Sánchez Mauricio  
D.N.I: 41876542

## Definición conceptual de las variables y dimensiones

### Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo

Pretende reducir las reparaciones por medio de una rutina de Inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados antes de su falla completa. Su meta es reducir las averías a un mínimo y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar cada día más (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2007)

**Dimensiones de las variables:** Mantenimiento Preventivo

#### Dimensión 1: Confiabilidad (C)

Según Duffuaa, Raouf y Dixon (2007) la confiabilidad es la probabilidad de que la unidad de transporte esté funcionando correctamente en el tiempo.

$$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

C = % Confiabilidad

TMEF = Tiempo medio entre fallas

TMPR = Tiempo medio para reparar.

#### Dimensión 2: Mantenibilidad (M)

Según Duffuaa, Raouf y Dixon (2007) la mantenibilidad es el acto de poder restablecer un equipo en un determinado tiempo a sus condiciones de operación.

$$M = \frac{TRE}{TMFF} \times 100$$

M = % Mantenibilidad

TRE = Tiempo para la reparación ejecutada

TMFF = Tiempo muerto por falla

### Variable Dependiente: Disponibilidad

La disponibilidad es la propiedad de un activo de estar al alcance del proceso para lograr los objetivos planteados en base al 100% (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2007)

### Dimensiones de la variable: Disponibilidad

#### Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas

Según Castillo (2017) el tiempo medio entre paradas es otro indicador de disponibilidad y es el tiempo medio entre las paradas de un activo en un lapso de tiempo determinado, se calcula como la razón entre las horas totales del periodo y el total de paradas en dicho periodo (p.23)

$$TMEP = \frac{HTP}{NP}$$

TMEP = Tiempo medio entre paradas

HTP: Horas totales del periodo

NP: Número de paradas

#### Dimensión 2: Fiabilidad

Según Muñoz (2003) la fiabilidad es la probabilidad de que un activo opere adecuadamente durante un periodo determinado bajo condiciones operativas específicas (p.12).

$$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$$

F = % Fiabilidad

TPP: Tiempo de producción programada.

TTMNP: Tiempo total del mantenimiento no programado



**Matriz de operacionalización de las variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mantenimiento Preventivo (Variable independiente)	Pretende reducir las reparaciones por un medio de rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados antes de su falla completa. Su meta es reducir las averías a un mínimo y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar cada día más. (Duffaa, Rauf y Dixon, 2007)	Es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los activos de una empresa	Confiabilidad (C)	$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$ <p>               C= % Confiabilidad                TMEF = Tiempo medio entre fallas.                TMPR = Tiempo medio para reparar             </p>	Razón
			Mantenibilidad (M)	$M = \frac{TRE}{TMPP} \times 100$ <p>               M = % Mantenibilidad                TRE = Tiempo para la reparación ejecutada                TMPP= Tiempo muerto por falla             </p>	Razón

Disponibilidad (Variable Dependiente)	La disponibilidad es la propiedad de un activo de estar al alcance del proceso para lograr los objetivos planteados en base al 100% (Duffua, Raouf y Dixon, 2007)	Proporción del tiempo que emplea el activo para funcionar satisfactoriamente en cualquier momento donde es usado en un entorno real, para lo cual utiliza el tiempo medio entre paradas y la fiabilidad.	Tiempo medio entre paradas(TMEP)	$TMEP = \frac{HTP}{TNP}$ <p>TMEP = tiempo medio entre paradas HTP = Horas totales del periodo NP= número de paradas</p>	Razón
			Fiabilidad (F)	$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$ <p>F = % Fiabilidad TPP = Tiempo de producción programada TTMNP= Tiempo total mantenimiento no programada</p>	Razón

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Instrumento**

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Confiabilidad (C)  $C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$ C = % Confiabilidad TMEF = Tiempo medio entre fallas. TMPR = Tiempo medio para reparar	X		X		X		
4	Dimensión 2: Mantenebilidad (M)  $M = \frac{TRE}{TPMF} \times 100$ M = % Mantenebilidad TRE = Tiempo para la reparación ejecutada TPMF = Tiempo muerto por falla	X		X		X		
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Tiempo medio entre paradas (TMEP)  $TMEP = \frac{\text{Horas totales del periodo}}{\text{número de paradas}}$	X		X		X		

2	<p>Dimensión 2: Fiabilidad (F)</p> $F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$ <p>F = % Fiabilidad                  TPP = Tiempo de producción programada                  TTMNP = Tiempo total mantenimiento no programado</p>	X		X		X		
---	--	---	--	---	--	---	--	--

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Lino Rodríguez, Alegre

DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero

04 de junio del 2022

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo  
<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



**Carta de Presentación**

Lima, 04 de Junio de 2022

Señor. Mgtr. José La Rosa Zeña Ramos

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Me dirijo a Ud. en calidad de estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Este, manifestándole que requiero la validación de los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi trabajo de investigación, con el cual optare el título de Ingeniero Industrial.

El título de la tesis es: "Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022" siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que se hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente,



Salas Lopez Yasmin Yadira  
D.N.I: 41956863



Rivero Sánchez Mauricio  
D.N.I: 41876542

## Definición conceptual de las variables y dimensiones

### Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo

Pretende reducir las reparaciones por medio de una rutina de Inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados antes de su falla completa. Su meta es reducir las averías a un mínimo y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar cada día más (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2007)

Dimensiones de las variables: Mantenimiento Preventivo

#### Dimensión 1: Confiabilidad (C)

Según Duffuaa, Raouf y Dixon (2007) la confiabilidad es la probabilidad de que la unidad de transporte esté funcionando correctamente en el tiempo.

$$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

C = % Confiabilidad

TMEF = Tiempo medio entre fallas

TMPR = Tiempo medio para reparar.

#### Dimensión 2: Mantenibilidad (M)

Según Duffuaa, Raouf y Dixon (2007) la mantenibilidad es el acto de poder reestablecer un equipo en un determinado tiempo a sus condiciones de operación.

$$M = \frac{TRE}{TMPP} \times 100$$

M = % Mantenibilidad

TRE = Tiempo para la reparación ejecutada

TMPP = Tiempo muerto por falla

**Variable Dependiente: Disponibilidad**

La disponibilidad es la propiedad de un activo de estar al alcance del proceso para lograr los objetivos planteados en base al 100% (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2007)

**Dimensiones de la variable: Disponibilidad****Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas**

Según Castillo (2017) el tiempo medio entre paradas es otro indicador de disponibilidad y es el tiempo medio entre las paradas de un activo en un lapso de tiempo determinado, se calcula como la razón entre las horas totales de 1 periodo y el total de paradas en dicho periodo (p.23)

$$TMEP = \frac{HTP}{NP}$$

TMEP: Tiempo medio entre paradas

HTP: Horas totales del periodo

NP: Numero de paradas

**Dimensión 2: Fiabilidad**

Según Muñoz (2003) la fiabilidad es la probabilidad de que un activo opere adecuadamente durante un periodo determinado bajo condiciones operativas específicas (p.12).

$$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$$

F: % Fiabilidad

TPP: Tiempo de producción programada.

TMPP: Tiempo total del mantenimiento no programado

**Matriz de operacionalización de las variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mantenimiento Preventivo (Variable independiente)	Pretende reducir las reparaciones por un medio de rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados antes de su falla completa. Su meta es reducir las averías a un mínimo y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar cada día más. (Duffaa, Rauf y Dixon, 2007 )	Es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los activos de una empresa	Confiabilidad (C)	$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$ <p>               C= % Confiabilidad                TMEF= Tiempo medio entre fallas.                TMPR = Tiempo medio para reparar             </p>	Razón
			Mantenibilidad (M)	$M = \frac{TRE}{TMPP} \times 100$ <p>               M = % Mantenibilidad                TRE = Tiempo para la reparación ejecutada                TMPP= Tiempo muerto por falla             </p>	Razón



Disponibilidad (Variable Dependiente)	La disponibilidad es la propiedad de un activo de estar al alcance del proceso para lograr los objetivos planteados en base al 100% (Duffua, Raouf y Dixon, 2007)	Proporción del tiempo que emplea el activo para funcionar satisfactoriamente en cualquier momento donde es usado en un entorno real, para lo cual utiliza el tiempo medio entre paradas y la fiabilidad.	Tiempo medio entre paradas(TMEP)	$TMEP = \frac{HTP}{NP}$ <p>TMEP = tiempo medio entre paradas HTP = Horas totales del periodo NP= número de paradas</p>	Razón
			Fiabilidad (F)	$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$ <p>F = % Fiabilidad TPP = Tiempo de producción programada TTMNP= Tiempo total mantenimiento no programada</p>	Razón

**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Instrumento**

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo</b>							
1	Dimensión 1: Confiabilidad (C)  $C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$ C = % Confiabilidad TMEF = Tiempo medio entre fallas. TMPR = Tiempo medio para reparar	X		X		X		
4	Dimensión 2: Mantenibilidad (M)  $M = \frac{TRE}{TPMF} \times 100$ M = % Mantenibilidad TRE = Tiempo para la reparación ejecutada TPMF = Tiempo muerto por falla	X		X		X		
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Tiempo medio entre paradas (TMEP)  $TMEP = \frac{\text{Horas totales del período}}{\text{número de paradas}}$	X		X		X		

2	<p>Dimensión 2: Fiabilidad (F)</p> $F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$ <p>F = % Fiabilidad                  TPP = Tiempo de producción programada                  TTMNP = Tiempo total mantenimiento no programado</p>	X		X		X		
---	--	---	--	---	--	---	--	--

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay Suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** **Aplicable [ X ]**

**Aplicable después de corregir [ ]**

**No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg:** Zeña Ramos José La Rosa

**DNI:** 17533125

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial



**04 de junio del 2022**

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo  
<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
**Firma del Experto Informante.**

**Carta de Presentación**

Lima, 04 de junio de 2022

Señor. Mg. Leonidas Rimer Benites

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Me dirijo a Ud. en calidad de estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Este, manifestándole que requiero la validación de los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi trabajo de investigación, con el cual optare el título de Ingeniero Industrial.


El título de la tesis es: "Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022" siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito validar los instrumentos de recolección de datos.


El expediente de validación, que se hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
Safas Lopez Yasmin Yadirá  
D.N.I: 41956863

  
\_\_\_\_\_  
Rivero Sánchez Mauricio  
D.N.I: 41876542

### Definición conceptual de las variables y dimensiones

#### Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo

Pretende reducir las reparaciones por medio de una rutina de Inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados antes de su falla completa. Su meta es reducir las averías a un mínimo y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar cada día más (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2007)

#### Dimensiones de las variables: Mantenimiento Preventivo

##### Dimensión 1: Confiabilidad (C)

Según Duffuaa, Raouf y Dixon (2007) la confiabilidad es la probabilidad de que la unidad de transporte esté funcionando correctamente en el tiempo.

$$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

C = % Confiabilidad

TMEF = Tiempo medio entre fallas

TMPR = Tiempo muerto para reparar.

##### Dimensión 2: Mantenibilidad (M)

Según Duffuaa, Raouf y Dixon (2007) la mantenibilidad es el acto de poder restablecer un equipo en un determinado tiempo a sus condiciones de operación.

$$M = \frac{TRE}{TMFF} \times 100$$

M = % Mantenibilidad

TRE = Tiempo para la reparación ejecutada

TMFF = Tiempo muerto por falla

**Variable Dependiente: Disponibilidad**

La disponibilidad es la propiedad de un activo de estar al alcance del proceso para lograr los objetivos planteados en base al 100% (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2007)

**Dimensiones de la variable: Disponibilidad****Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas**

Según Castillo (2017) el tiempo medio entre paradas es otro indicador de disponibilidad y es el tiempo medio entre las paradas de un activo en un lapso de tiempo determinado, se calcula como la razón entre las horas totales del periodo y el total de paradas en dicho periodo (p.23)

$$TMEP = \frac{HTP}{NP}$$

TMEP = Tiempo medio entre paradas

HTP: Horas totales del periodo

NP: Número de paradas

**Dimensión 2: Fiabilidad**

Según Muñoz (2003) la fiabilidad es la probabilidad de que un activo opere adecuadamente durante un periodo determinado bajo condiciones operativas específicas (p.12).

$$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$$

F = % Fiabilidad

TPP: Tiempo de producción programada.

TTMNP: Tiempo total del mantenimiento no programado

**Matriz de operacionalización de las variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mantenimiento Preventivo (Variable independiente)	Pretende reducir las reparaciones por un medio de rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados antes de su falla completa. Su meta es reducir las averías a un mínimo y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar cada día más. (Duffaa, Rauf y Dixon, 2007 )	Es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los activos de una empresa	Confiabilidad (C)	$C = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \times 100$ C= % Confiabilidad TMEF= Tiempo medio entre fallas. TMPR= Tiempo medio para reparar	Razón
			Mantenibilidad (M)	$M = \frac{TRE}{TMPP} \times 100$ M = % Mantenibilidad TRE= Tiempo para la reparación ejecutada TMPP= Tiempo muerto por falla	Razón

Disponibilidad (Variable Dependiente)	La disponibilidad es la propiedad de un activo de estar al alcance del proceso para lograr los objetivos planteados en base al 100% (Duffua, Raouf y Dixon, 2007)	Proporción del tiempo que emplea el activo para funcionar satisfactoriamente en cualquier momento donde es usado en un entorno real, para lo cual utiliza el tiempo medio entre paradas y la fiabilidad.	Tiempo medio entre paradas(TMEP)	$TMEP = \frac{HTP}{NP}$ <p>                     TMEP = tiempo medio entre paradas                      HTP = Horas totales del periodo                      NP= número de paradas                 </p>	Razón
			Fiabilidad (F)	$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$ <p>                     F = % Fiabilidad                      TPP = Tiempo de producción programada                      TTMNP= Tiempo total mantenimiento no programada                 </p>	Razón



**Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Instrumento**

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo</b>							
1	Dimensión 1: Confiabilidad (C)  $C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$ C = % Confiabilidad TMEF = Tiempo medio entre fallas. TMPR = Tiempo medio para reparar	x		x		x		
4	Dimensión 2: Mantenebilidad (M)  $M = \frac{TRE}{TPMF} \times 100$ M = % Mantenebilidad TRE = Tiempo para la reparación ejecutada TPMF = Tiempo muerto por falla	x		x		x		
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
1	Dimensión 1: Tiempo medio entre paradas (TMEP)  $TMEP = \frac{\text{Horas totales del periodo}}{\text{número de paradas}}$	x		x		x		

2	Dimensión 2: Fiabilidad (F)	x		x		x		
	$F = \frac{TPP - TTMNP}{TPP} \times 100$ <p>F = % Fiabilidad            TPP = Tiempo de producción programada            TTMNP = Tiempo total mantenimiento no programado</p>							

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay Suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [X]

Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador.** Dr. / Mg: Leonidas Rimer Benites Rodriguez

**DNI:** 10614957

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial



Mg. Leonidas R. Benites Rodriguez  
 Ingeniero Industrial  
 CEP 120002

**04 de junio del 2022**

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo  
<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

-----  
**Firma del Experto Informante.**

CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE					
PERIODO	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACIÓN	CONFIABILIDAD	PROMEDIO	
Set-21	Semana 1				CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE $\text{Confiabilidad} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} \times 100$ Donde TMEF, es el tiempo medio entre fallas TMPR, es el tiempo medio para la reparación Nota: Los datos fueron recopilados y ordenado por los investigadores en el formato del anexo 3, de los registros históricos facilitados por la empresa.
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Oct-21	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Nov-21	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Abr-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
May-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Jun-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				

MANTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE						
PERIODO		TIEMPO DE PARADAS PARA LA REPARACIÓN EFECTUADA EN HORAS	TIEMPO MUERTO POR FALLA EN HORAS	MANTENIBILIDAD	MANTENIBILIDAD PROMEDIO	MANTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE $\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{TRE}}{\text{TMPF}} \times 100$ Donde: TRE, es el tiempo de parada para la reparación de la falla TMPF, es el tiempo muerto por la falla Nota: Los datos fueron recopilados y ordenado por los investigadores en el formato del anexo 3, de los registros históricos facilitados por la empresa.
Set-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Oct-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Nov-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Abr-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
May-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Jun-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					



TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS						
PERIODO		HORAS TOTALES EN EL PERÍODO	NÚMERO DE PARADAS	TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS	PROMEDIO MENSUAL	
Set-21	Semana 1					TMEP = =HTP/NP Donde: HTP, horas totales en el período NP, número de paradas
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Oct-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Nov-21	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Abr-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
May-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
Jun-22	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					

FIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE					
PERIODO		TIEMPO DE VIAJE PROGRAMADO	TOTAL HORAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO	FIABILIDAD	FIABILIDAD PROMEDIO
Set-21	Semana 1				FIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE $\text{Fiabilidad} = (\text{TVP} - \text{TTMNP}) / \text{TVP} \times 100$ Donde: TVP: Tiempo de viaje programado TTMNP: Tiempo total de mantenimiento no programado Nota: Los datos fueron recopilados y ordenado por los investigadores en el formato del anexo 3, de los registros históricos facilitados por la empresa
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Oct-21	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Nov-21	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Abr-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
May-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				
Jun-22	Semana 1				
	Semana 2				
	Semana 3				
	Semana 4				

## Anexo 5. Aviso de ocurrencias

ITEM	NUMERO DE INCIDENTE	FECHA DE REGISTRO	VEHICULO INVOLUCRADO	TITULO DEL INCIDENTE	DESCRIPCION DEL INCIDENTE	PLAN DE ACCION- Accion 3	OBSERVACION
1	161946	15/01/2021	0321	AIRE ACONDICIONADO - SERVICIO VIP	El servicio de Vip del día de hoy 15/01/2021 de las 07:00 a.m. de Lima / Ica salimos el aire acondicionado se malogra a la altura del paradero "El Alamo", teniendo que aperturar las ventanas en pro salud de los pasajeros.	SE VERIFICO Y REALIZO LA VERIFICACION Y LIMPIEZA DEL SENSOR DE TERMOQUIN-TEC.MEDINA MELCHOR	INSPECCION DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO, SENSOR DE TERMOQUIN
2	161947	15/01/2021	0354	BUS 354 VARADO POR FALLA MECANICA	Se recibe la llamada del conductor del bus 354 el cual se encuentra detenido en Cerro Azul, conductor informa que aparentemente tiene rotura de manguera de refrigerante.	SE VERIFICA EL ESTADO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO,	Auxilio mecanico unidad en cerro azul por fuga de refrigerante manguera lado izquierdo de motor, LO RESOLVIO EL MECANICO DE CAÑETE LUIS ANGEL SOTO.
3	161948	15/01/2021	0398	UNIDAD CON LUZ BAJA QUEMADO // BUS 398	Informa el conductor Cumpen Saavedra Jhonny que la unidad 398 tiene la luz baja del lado izquierdo (piloto) quemado.	FILAMENTO DEL FOCO, SE REALIZA EL CAMBIO CON EL	SE CAMBIA 02 FOCO H7, ALEJANDRO TRUJILLO
4	161949	16/01/2021	0323	BUS 323 // NO CIERRA PUERTA DELANTERA	presenta fallas ya que no cierra y queda entre abierta no cierra bien. se informa el cambio a comercial. tiene programacion para 06:00 am se	SE COMPROBO FUNCIONAMIENTO DE MECANISMO DE	delantera lado derecho. ; TEC. CARROCERO, ARNULFO ORTEGA
5	161952	18/01/2021	0318	BUS 318 CON FALLA MECANICA	bus 318 no enciende.	SE PROCEDE A CARGAR LA BATERIA PARA EMERGITAR LAS	BUS DE BAJA
6	161975	23/01/2021	0394	FALLA EN AIRE ACONDICIONADO BUS 394	Buenas noches Se presenta el conductor del bus 394 (express) quien indica que el bus presenta falla con el aire acondicionado (no enfria el salon), asimismo indica que tuvo el mismo problema tanto en la ida como en el regreso.	SE COMPROBO FUNCIONAMIENTO Y SISTEMA SE RESETEO Y VERIFICO PANEL DE	Revision y prueba de aire acondicionado.
7	161987	25/01/2021	0383	RETRASO EN SALIDA POR BUS QUE NO ENCIENDE	Bus de 383 para nasca, de turno 08:00 sale con retraso debido a que el bus no encendía.	SE PROCEDE A CARGAR LA BATERIA PARA EMERGITAR LAS	
8	161988	25/01/2021	719	RETRASO POR BUS CON LLANTA BAJA	Buenos días, bus 719 de turno 10:45 es cambiado a ultima hora por tener la llanta baja.	SE PROCEDE AL CAMBIO DE LLANTAS POR DESGASTE POR EL	CAMBIO DE LLANTA P3, P4 / POR OCURRENCIA: 161988 / TEC. KHUMO CESAR AGUILAR

Anexo 6. Indicadores PeruBs

 <b>Reporte de Gestión 2021</b> 			
SERVICIO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	BENEFICIO ENTREGADO (USD)
Shell LubeExpert	Shell Spirax S6 AXME 75W90 (Transmisiones)	1	
	Shell Spirax S6 AXME 75W140 (Eje)	1	
Shell LubeAnalyst	Servicio de Análisis de Aceite (muestras)	1,018	\$18,324
Shell LubeCoach	01 Capacitaciones (en Situ)	3	\$1,500
	01 Capacitación RCT -I TECHGNOSIS	0	\$0
Shell LubeAdvisor	Asesoría Experta en Campo - (01) In House designado a la operaciones.	1	\$5,500
Shell LubeVideoCheck	Servicio de Videoscopia realizado	3	\$3,600
<b>Beneficio Total para (PERÚ BUS -SOYUZ)</b>			<b>\$28,924.00</b>

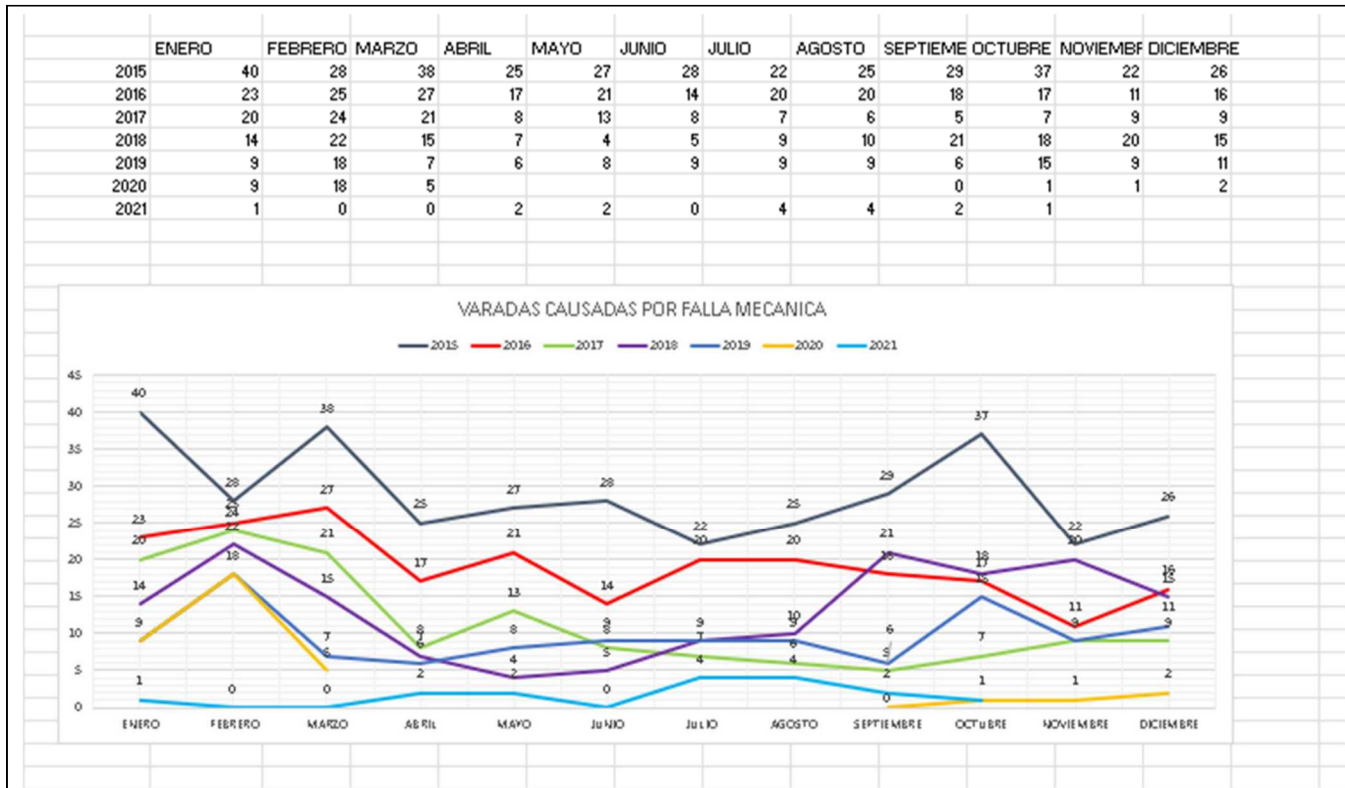
	Ene	Feb	Mar	Abr
LubeAnalyst	101	0	114	78
LubeVideochek	0	0	0	0
N° Muestras Análizadas	101	0	114	78



## Anexo 7. Orden de trabajo

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ord_Trabajo	Tarea_Cod	Tarea	Observacion_Planificacion	Estado_OrdTrabajo	Descripcion_Equipo	Descripcion_TipoEquipo	Nro_Bus	PLACA	Tipo_Bus	Descripcion_Programacion
00611810	2467	REVISAR CIR		EJE	BUS	SCANIA K360	0406	Y20-956	PERU BUS	CORRECTIVO BUS
00611809	2467	REVISAR CIR		ANU	BUS	SCANIA K360	0724	Y2K-954	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00616343	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0740	Y20-960	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00616891	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0396		PERUBUS VIF	CORRECTIVO BUS
00607697	2344	REVISAR LLA		EJE	BUS	VOLVO B380R	0340	Y2I-953	PERU BUS	CORRECTIVO BUS
00616892	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0386	Y2N-954	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00616344	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0388	Y2M-960	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00616345	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0699	Y2J-950	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00616893	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0714	Y2K-969	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00610304	2344	REVISAR LLA		CER	BUS	SCANIA K360	0391	Y2M-969	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00604736	2881	MANTENIMII		EJE	COMPRESORA DE AIRE	CAMPBELL HAUSFELD-B.C-N	CO10		OTROS	PROGRAMA DE CONSERVAC
00616896	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0736	Y2M-957	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00616898	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	VOLVO B380R	0330	Y2G-967	PERU BUS	CORRECTIVO BUS
00616899	2452	REVISAR LUC		EJE	BUS	SCANIA K360	0360	Y2J-962	PERU BUS CH	CORRECTIVO BUS
00615285	2343	CAMBIAR LL		EJE	BUS	VOLVO B430R	0318	Y1X-183	PERUBUS VIF	CORRECTIVO BUS
00607459	2874	PRUEBA DE E		EJE	EQUIPOS ESTACIONARI	GRUPO ELECTROGENO T. M	G008	CUMMINS	OTROS	PROGRAMA PREVENTIVO GP
00615507	2853	TRABAJOS SE		EJE	BUS	VOLVO B430R	9998	Y2J-958	PERUBUS EXI	CORRECTIVO BUS
00615651	2853	TRABAJOS SE		CER	BUS	VOLVO B430R	9998	Y2J-958	PERUBUS EXI	CORRECTIVO BUS
00615652	2853	TRABAJOS SE		CER	BUS	VOLVO B430R	9998	Y2J-958	PERUBUS EXI	CORRECTIVO BUS
00615643	2853	TRABAJOS SE		EJE	BUS	VOLVO B430R	9998	Y2J-958	PERUBUS EXI	CORRECTIVO BUS
00603980	2845	REVISION DE		EJE	BUS	SCANIA K360	0397		PERUBUS VIF	CORRECTIVO BUS

## Anexo 8. Ratios de Varadas



km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	5,036,853	4,525,242	4,817,144	4,513,682	4,685,989	4,426,334	4,617,888	4,776,468	4,509,617	4,754,553	4,576,772	4,933,946
2016	5,249,047	4,925,161	5,003,316	4,536,489	4,793,942	4,536,242	4,746,914	4,932,885	4,727,903	4,997,880	4,818,027	5,127,400
2017	5,235,834	4,768,892	4,609,791	4,219,644	4,415,349	4,409,697	4,749,654	4,945,829	4,814,403	4,785,229	4,823,325	5,137,112
2018	5,135,965	4,790,697	5,132,567	4,689,800	4,694,569	4,450,738	4,568,290	4,909,954	4,685,382	4,940,787	5,044,622	5,553,406
2019	5,598,079	5,144,332	5,457,316	5,090,694	5,158,203	5,072,494	5,148,588	5,454,964	5,142,869	5,572,093	5,480,197	5,877,084
2020	6,022,949	5,616,249	2,902,498	-	-	-	-	-	95,550	787,224	871,128	1,018,652
2021	1,417,604	-	650,878	772,301	948,964	1,099,539	1,475,576	1,650,799	1,697,363	2,175,341		

Ratio varada/mil km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROMEDIO
2015	0.794%	0.619%	0.789%	0.554%	0.576%	0.633%	0.476%	0.523%	0.643%	0.778%	0.481%	0.527%	0.616%
2016	0.438%	0.508%	0.540%	0.375%	0.438%	0.309%	0.421%	0.405%	0.381%	0.340%	0.228%	0.312%	0.391%
2017	0.382%	0.503%	0.456%	0.190%	0.294%	0.181%	0.147%	0.121%	0.104%	0.146%	0.187%	0.175%	0.241%
2018	0.273%	0.459%	0.292%	0.149%	0.085%	0.112%	0.197%	0.204%	0.448%	0.364%	0.396%	0.270%	0.271%
2019	0.161%	0.350%	0.128%	0.118%	0.155%	0.177%	0.175%	0.165%	0.117%	0.269%	0.164%	0.187%	0.181%
2020	0.149%	0.320%	0.172%						0.000%	0.127%	0.115%	0.196%	0.154%
2021	0.071%		0.000%	0.259%	0.211%	0.000%	0.271%	0.242%	0.118%	0.046%			0.135%

				2	2		2	2					
				0.26%	0.21%	0.00%	0.14%	0.12%					

## Anexo 9. Turnos de trabajo

CO_RUMB	FE_PROG	ANNO	MES	DIA_SEMANA	NU_SECU	HO_HORA	HO_SALI	HO_LLEG	TI_VIAJ	CO_EMPR	CO_VEH1	CO_TIPO_BUSS	DE_TIPO_BUSS	CO_COND	CO_VEH1_DEFA
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6007	20	20:00			01	0324	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000012211	VEGA MUÑOZ
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6006	19	19:00			01	0326	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000004266	CASTILLO GU
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6005	17	17:00			01	0320	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000001330	LUYA HUALI
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6004	13	13:00			01	0323	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000020334	ARIAS JIMEN
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6003	11	11:00			01	0327	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000009363	CAMA ROMA
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6002	08	08:00			01	0321	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000008643	GALARZA PU
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6001	07	07:00			01	0324	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000012670	QUISPE PEV
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	6000	06	06:00	10:30	4.5	01	0326	20	PERUBUS VIP DOBLE EJE	00000023087	CUMPEN SA
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5010	20	20:30			01	0399	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000013622	BEDON NAV
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5009	18	18:00			01	0403	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000010557	CORTEZ CHA
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5008	16	16:00			01	0395	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000003153	CARBAJAL C
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5007	15	15:00			01	0402	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000004145	ACASIETE TI
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5006	14	14:00			01	0394	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000005725	PIMENTEL E
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5005	12	12:00			01	0401	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000017320	RIVEROS PA
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5004	10	10:00			01	0400	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000003084	ZARZOSA BE
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5003	09	09:30			01	0397	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000024181	VILLARROEL
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5002	09	09:00			01	0396	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000016041	SANCHEZ LE
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5001	08	08:30			01	0398	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000013879	CABRERA H
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	5000	07	07:30			01	0399	21	PERUBUS VIP EXPRESS	00000007022	DIAZ VALEN
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	2404	16	16:00			01	0373	02	PERU BUS CHICO	00000027832	VILLAGARCI
SUR	19/11/2021	2021	11	Viernes	2403	15	15:00			01	0393	02	PERU BUS CHICO	00000024101	OSORES PEC

# Anexo 10. Autorización de uso de información de empresa

**AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**

Yo Yuri Ronald Espinoza Ocaso  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
identificado con DNI 41275139, en mi calidad de Supervisor de Tallas  
(Nombre de cargo del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
del área de Mantenimiento  
(Nombre del área de la empresa)  
de la empresa Grupo Sanyo  
(Nombre de la empresa)  
con R.U.C N° 20106076635, ubicada en la ciudad de Lima, Av. Mexico 333  
La Victoria.

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**  
Al señor(a, Ita.) Mario Alberto Ramos Sanchez  
(Nombre completo del o los estudiantes)  
Identificado(s) con DNI N° 41776542 de la ( ) Carrera profesional Contabilidad /  
Administración, para que utilice la siguiente información de la empresa:

(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Informe estadístico; ( ) Trabajo de Investigación; ( ) Tesis, para optar al grado de ( ) Bachiller; o ( ) Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
( ) Mencionar el nombre de la empresa.



  
Firma del Representante Legal  
DNI: 41275139

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
Firma del Estudiante  
DNI: 41776542



## Anexo 11. Catálogo de las unidades de transporte Scania modelo Z 360 IB 4x2

**BUSES INTERURBANOS**  
**K 360 IB 4X2**

Los omnibus Scania son reconocidos por su economía de operación sobresaliente. Cada componente está diseñado para mejorar el rendimiento del vehículo y establecer estándares mundiales en cuanto a la economía de combustible.

la facilidad de conducción, el control en el camino, la confiabilidad y el tiempo productivo.

Todos los buses Scania están provistos de Driver Support y el sistema de Gestión de Flotas Scania.

<b>I: Voladizo delantero</b>	2340 mm
<b>J: Voladizo trasero</b>	3290 mm
<b>A: Distancia entre ejes de transporte</b>	3000 mm
<b>C: Largo total (transporte)</b>	8630 mm
<b>Máximo ángulo de giro</b>	52°
<b>Ancho delantero de chasis</b>	2475 mm
<b>Ancho trasero de chasis</b>	2467 mm

**Puesto de conducción**

- Volante regulable
- Puesto de conducción de altura normal (reajustado Low Driver)
- El tablero es a color y posee controles y herramientas combinadas, indicador de temperatura de refrigerante, velocímetro, tacómetro (franja verde) dinámico, computadora de abordo y pantalla de diagnóstico.
- Tacógrafo de 7 días.

**Chasis**

- Bastidor de 8 mm de espesor.
- Suspensión neumática con 2 cámaras delata y 4 atrás.
- Suspensión reforzada.

**Caja de cambios**

SR 8/5  
Tipo automatizado de 8 marchas con sistema Scania Opticruise  
1 marcha atrás

**Opcional**

Caja de 12 marchas.  
Caja con sobremarcha

**Diferencial**

8660 de simple reducción.

**Reducción**

2,73:1

**Arrastre máximo**


40.000 Kg.

**Opcionales**

Varias relaciones disponibles.

**Suspensión**

Delantera: neumática, capacidad máxima de eje de 7.500 Kg y barra estabilizadora.  
Trasera: neumática, capacidad máxima en el eje de 12.000 Kg y barra estabilizadora FlexActive



**Motor** Scania DC 13 – 114 Euro 5

**Cilindrada** 12.700 cm3

**Potencia máx.** 360 HP a 1900 rpm

**Torque máx.** 1.850 Nm entre 1.100 y 1.350 rpm

**Descripción** Diesel turbo sobrealimentado de 4 tiempos y 6 cilindros en línea, Tapa de cilindros individuales con 4 válvulas por cilindro y unidades individuales de inyectores bomba con gerenciamento electrónico, Sistema de reducción catalítica Scania SCR.

**Potencia máxima total de freno auxiliar**  
363 HP

**Ancho trasero de chasis**  
2.467 mm

**Sistema eléctrico** 24 volts.  
Batería de 180 Ah.  
Altimadores de 100 A + 100 A.  
Compartimento de motor con interruptores de parada, iluminación y selector de partida trasero o frontal.  
Corte general de corriente en la batería en el tablero.

**Opcionales**  
Altimadores de 150 A + 150 A  
Baterías de 230 Ah.

**Neumáticos y llantas**

**Delanteros** 295/80 R22,5 con llantas 9.00x22,5 de acero.

**Traseros** 295/80 R22,5 con llantas 9.00x22,5 de acero





**Repuesto** 295/80 R22,5 con llantas 9.00x22,5 de acero.

**Opcional** Diversas medidas de neumáticos y llantas.

**Frenos a tambor** Control de freno electrónico EB5 incluye ABS y control de tracción, Asistencia de arranque en pendiente Hill Hold

**Opcionales** Freno auxiliar Scania Retarder, Sistema de control de estabilidad ESP.

Anexo 12. Check List para la inspección de la unidad Scania modelo Z 360 IB 4x2

FECHA		UNIDAD			HOJA 1 DE 2			
ACTIVIDADES DE ALISTAMIENTO Y NGC (UBS)		UNIDAD			MIGUELITOQUE			
UNDA	SISTEMA	C	NG	Observaciones	UNDA	SISTEMA	C	ON
REVISION Y AJUSTE NIVEL	Axle Mota				REVISION Y AJUSTE NIVEL	Fuente de abastecimiento		
	Axle Hidráulico					Fuente de servicio		
	Líquido de freno y/o airebague					Dinero (según vehículo)		
	Ad-Bus (según vehículo)					Libros		
	Refrigerante					Peso		
REVISION Y AJUSTE NIVEL	Revisión general de fuga de aceite				NOMBRE TECNICO DE MANTENIMIENTO			
	Cambio aceite							
	Luz interna y externas							
	Pulido e informado electrónico				NOMBRE SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO			
	Ángel guión							
	Sistema de encendido							
ESTADOS DEL GENERADOR POR EL OPERADOR								
ITEM	SISTEMA	C	NG	ITEM	SISTEMA	C	NG	
SISTEMA ELECTRONICO	Tabla de instrumentos				Funcionamiento de puertos			
	Fuente				Limpieza de los			
	Luz freno				Sellos			
	Luz interna				Carbonyos			
	Luz externas				Fuente (presión, potencia)			
	Pila				Fuga de combustible			
	Pila de reserva				Asa general			
					Cuentas			
DATOS DEL OPERADOR QUE RECIBE LA UNIDAD								
CODIGO	NOMBRE COMPLETO DE QUIEN RECIBE LA UNIDAD	PLATA	HORA DE INICIO	NUMERO DE NIVELACIONES CON LA UNIDAD	FIRMA	RECIBIDORISTA DE LA UNIDAD	FIRMA	
								
LATERAL DERECHO	CASCO DELANTERO	LATERAL IZQUIERDO	CASCO TRASERO					
1. rayon leve	2. rayon	3. golpe y raspaduras	4. golpes y avaca	5. vidrios	6. espejos	7. pintura (ras)	ESTADOS DE LLANTAS	
							1. control	2. topa presión
							1°	1°
							1°	1°
							1°	1°
							1°	1°
							1°	1°
DATOS DEL OPERADOR QUE RECIBE EL BUS								
CODIGO	NOMBRE COMPLETO DE QUIEN RECIBE LA UNIDAD	PLATA	HORA DE INICIO	NUMERO DE NIVELACIONES CON LA UNIDAD	FIRMA	NOMBRE COMPLETO DE QUIEN ENTREGA LA UNIDAD	FIRMA	
NIVELACIONES GENERALES DURANTE LA OPERACION								
UNDA	DESCRIPCION DE LA NIVELACION	NOMBRE DE QUIEN RECIBIÓ LA UNIDAD			CODIGO	FIRMA		

LATERAL DERECHO		CASCO DELANTERO			LATERAL IZQUIERDO		CASCO TRASERO				
ADORNATURA							ESTADO DE LLANTAS				
1. Jorón leve	2. Jorón	3. golpe y <del>rotura</del>	4. Jorón y avaca	5. Avaca	6. Jorón	7. Jorón leve	1. contacto 2. luz 3. top presión				
							1*	1*	1*	1*	1*
UNIDAD DEL GERBAJÓN QUE RECIBE EL BUS											
CODIGO	NOMBRE COMPLETO DE QUIEN RECIBE LA UNIDAD		FECHA	HORA DE INICIO	NUMERO DE NOVEDADES CON LA QUE SE RECIBE LA UNIDAD		FIRMA	NOMBRE COMPLETO DE QUIEN ENTREGA LA UNIDAD		FECHA	
NOVEDADES GENERADAS DURANTE LA GERBAJON											
<del>UNIDAD</del>	DESCRIPCION DE LA NOVEDAD			NOMBRE DE QUIEN ENTREGA			CODIGO	FECHA			


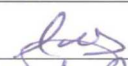
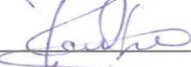

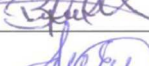



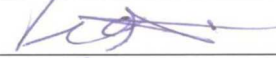
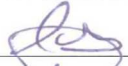


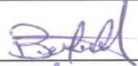

Anexo 13. Formato de la orden de trabajo para mantenimiento preventivo






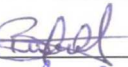

<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					<b>NUMERO: 0000</b>	
		<b>Marca</b>		<b>Número del Bus</b>		
		<b>Modelo</b>		<b>Fecha de inicio</b>		
		<b>Kilometraje</b>		<b>Fecha terminación</b>		
		<b>Año de fabricación</b>		<b>Placa de Bus</b>		
			<b>Prioridad:</b>	<b>Procedencia:</b>		
<b>N°</b>	<b>Sistema</b>	<b>Niveles</b>	<b>Repuestos y materiales</b>	<b>Descripción del trabajo</b>	<b>Lugar de ejecución</b>	<b>Quién ejecuta el trabajo</b>
<b>Autorización de mantenimiento</b>		<b>Conformidad de calidad del trabajo realizado</b>			<b>Recibido conforme de trabajos realizados</b>	
<b>Jefe de operaciones</b>		<b>Taller/técnico responsable</b>			<b>Recepcionista de flota</b>	

Anexo 14. Registro de asistencias a la capacitación en mantenimiento preventivo

CAC		CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN	
Lugar: <i>TALLER MANT. PERU BUS</i>		Fecha: <i>05-01-2022</i>	
Contenido: <i>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AIRE-APS.</i>		Horario: De <i>12:00 pm</i> a <i>1:30 pm</i>	
Nombre del capacitador: <i>FLAVIO NAVARRO VILCHEZ</i>		D.N.I. <i>72356252</i>	
N o.	Apellidos y Nombres	D.N.I	Firma
01	<i>RIVEROS SANDRA MARINO</i>	<i>41876542</i>	<i>[Firma]</i>
02	<i>MOLINA QUISEDO ROLANDO</i>	<i>4490546</i>	<i>[Firma]</i>
03	<i>RAUL AUCCA HUALLPA</i>	<i>41430600</i>	<i>[Firma]</i>
04	<i>PAUL SANABLA FLORES</i>	<i>08587754</i>	<i>[Firma]</i>
05	<i>HACHO CALDERON ANTONIO</i>	<i>76457469</i>	<i>[Firma]</i>
06	<i>TERRONES EDUARDO J.</i>	<i>10305901</i>	<i>[Firma]</i>
07	<i>VARGAS POREZ BRAYAN</i>	<i>72767791</i>	<i>[Firma]</i>
08	<i>SIMEON DE LA CRUZ E.</i>	<i>40804431</i>	<i>[Firma]</i>

CAC		CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN	
Lugar: TALLER MANT. PERU BUS		Fecha: 06-01-2022	
Contenido: SISTEMA DE INYECCION - CALIBRACION		Horario: De 08:00aa 9:30 cm.	
Nombre del capacitador: FLAVIO NAVARRO VILCHEZ		D.N.I. 72356252	
N o.	Apellidos y Nombres	D.N.I	Firma
01	Rivas Sandoval Yessica	41276542	
02	Molina Quispe Ricardo	4490546	
03	RAUL ROSCA HUDILLO	41432600	
04	Raul Samba Flores	0858754	
05	Llaccho Calderon Antonio	76958469	
06	Terrones Eiza J.	10305901	
07	Vargas Perez Bray an	72768791	
08	SIMEON DE LA CRUZ E.	40804431	

CAC		CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN	
Lugar: Taller MANT. PERU BUS.		Fecha: 03-01-2022	
Contenido: SISTEMA DE LUBRICACION Scania K-360		Horario: De 08:00 <sup>am</sup> a 9:30 <sup>am</sup>	
Nombre del capacitador: FLAVIO NAVARRO VILCHEZ		D.N.I. 72356252.	
N o.	Apellidos y Nombres	D.N.I	Firma
01	Rivas Sacha Flavio	41876542	
02	Molina D. Richard	4490546	
03	RAUL AUCCA HUALPA	41432600	
04	Paul Sorabia Elora	08587754	
05	Haccho Calderon Antonio	76452468	
06	Berrones Eras, J.	10305401	
07	Vargas Perez Bryan	72768791	
08	SIMEON DE LA CRUZ E.	40804431	

CAC		CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN	
Lugar: TALLER MANT. PERU BUS.		Fecha: 04-01-2022	
Contenido: SISTEMA FRENO AUXILIAR RETARDADOR		Horario: De 08:00 am a 9:30 am.	
Nombre del capacitador: FLAVIO NAVARRO VILCHEZ		D.N.I. 72356252	
N o.	Apellidos y Nombres	D.N.I	Firma
01	Piura Sandoval Flavia	41876542	
02	Molina Quispe Richard	44905416	
03	RAUL RUCCA HUDI PA	41430600	
04	Paul SAMBRIA FLOVA	08587731	
05	Llacho Calderon Antonio	76953469	
06	Berrones Elias J.	10305501	
07	Vargas Perez Brayar	72768791	
08	SIMEON DE LA CRUZ E.	40804431	

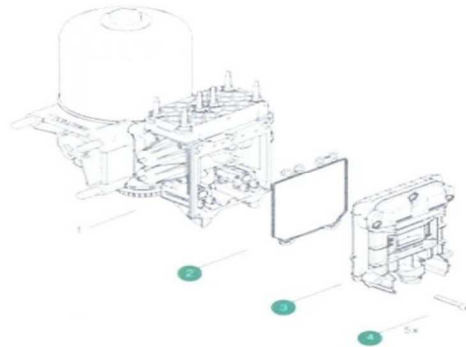
CAC		CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN	
Lugar: TALLER MANT. PERU BUS		Fecha: 07-01-2022	
Contenido: SISTEMA DE TRANSMISIÓN - CAJA.		Horario: De 4: pm a 5:30 pm	
Nombre del capacitador: FLAVIO NAVARRO VILHEZ		D.N.I. 72356252	
N o.	Apellidos y Nombres	D.N.I	Firma
01	Riveros Sanchez Mauricio	41876542	
02	Molina Q. Ricardo	14905116	
03	Roca Aucá Abdía	41430600	
04	Paul Sarmía Flores	08587754	
05	Alaccho Calderon Antonio	76958469	
06	Ferrones Eras, J.	10305901	
07	Vargas Perez Brayon	72768741	
08	SIMEON DE LA CRUZ E.	40804431	

## Anexo 16. Parte del contenido desarrollado durante la capacitación del plan de mantenimiento

# MODULO ELECTRONICO E-APU 932 510 966 2

## LANZAMIENTO

Está disponible para el mercado de reposición el **Modulo Electronico E-APU 932 510 966 2**. Los artículos destacados en color verde componen el Kit de Reparación:



INFO 282 24102017

Imagen ilustrativa

**ATENCIÓN:**

Para la instalación del nuevo modulo electronico en el vehiculo es necesario hacer la parametrización. Para esto proceso debese utilizar los equipamientos WABCO abajo

- Interfase 446 301 030 0
- Software 246 301 390 0
- Cable de Diagnosis 446 300 003 0

WABCO	Descripción	Ensambladora	Vehículos	Fabricación	Código Ensambladora
932 510 006 0					2148069
932 510 009 0	E-APU	Scania	Todos los vehiculos Scania con E-APU	Desde 2006	-
932 510 010 0					2306777

## JUEGO DE REPARACIÓN PARA VALVULA PROTECTORA 932 510 965 2

Está disponible al mercado el Juego de Reparación 932 510 965 2 para la Valvula Protectora de la E-APU.

Los elementos señalados en la imagen componen el juego de reparación:

### APLICACIÓN EN PRODUCTOS WABCO

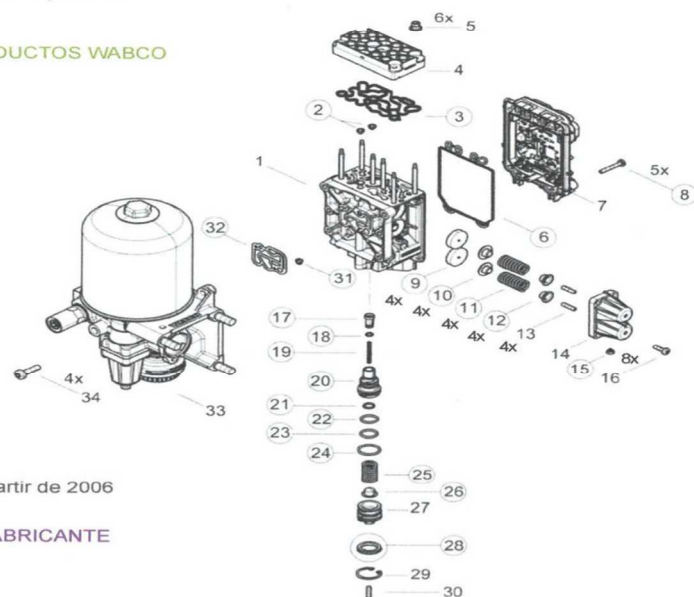
E-APU  
932 510 006 0  
932 510 050 0  
932 510 009 0  
932 510 010 0

### VEHÍCULOS

SCANIA:  
Todos los vehículos a partir de 2006

### REFERENCIAS DEL FABRICANTE

SCANIA:  
2148069  
2308777  
2089580



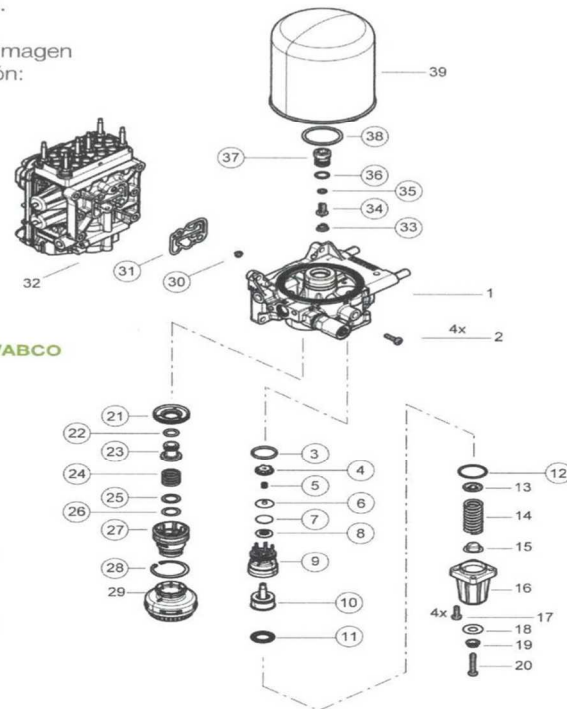


# JUEGO DE REPARACIÓN PARA SECADOR DE AIRE 932 510 964 2

## LANZAMIENTO

A partir de Marzo/2014 estará disponible al mercado el Juego de Reparación 932 510 964 2 para el Secador de Aire de la **E-APU**.

Los elementos señalados en la imagen componen el juego de reparación:



### APLICACIÓN EN PRODUCTOS WABCO

#### E-APU

932 510 006 0  
932 510 050 0

### VEHÍCULOS

#### SCANIA:

Todos los vehículos a partir de 2006

### REFERENCIA DEL FABRICANTE

SCANIA: 2148069

# ¡LOS DETALLES CUENTAN!



Tipo de cartucho	Cartucho WABCO Essential	Cartucho WABCO estándar	WABCO Air System Protector	WABCO Air System Protector <sup>INERT</sup>	WABCO Air System Protector <sup>PLUS</sup>
<b>FUNCIÓN</b>					
Fase de secado					
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
Filtro					
Intervalo de mantenimiento recomendado					
Rendimiento de secado	+	++	++	+++	+++
Capacidad de separación de aceite			+	++	++
Capacidad de separación de aerosol			+	++	++
Capacidad de separación de partículas			+	++	++
Aplicación del vehículo					
Consumo de aire del vehículo	bajo	bajo	medio		alto
M 39x1,5 14 bar	432 410 222 7	432 410 020 2	432 901 223 2		432 410 244 2
M 39x1,5 14 bar			432 901 245 2		432 911 245 2
M 39x1,5 SW 30 14 bar			432 901 253 2*		
M 41x1,5 14 bar			432 901 246 2		432 911 246 2
M 41x2,0 14 bar			432 901 251 2		
M 42x1,5 20 bar		432 410 220 2			
G 13/2 14 bar	432 415 220 7				
G 13/2 SW 30 14 bar		432 410 927 2	432 901 228 2		432 911 228 2
Air System Protector <sup>INERT</sup> 15 bar				432 901 500 2	

\* parte lenta especial para DAF

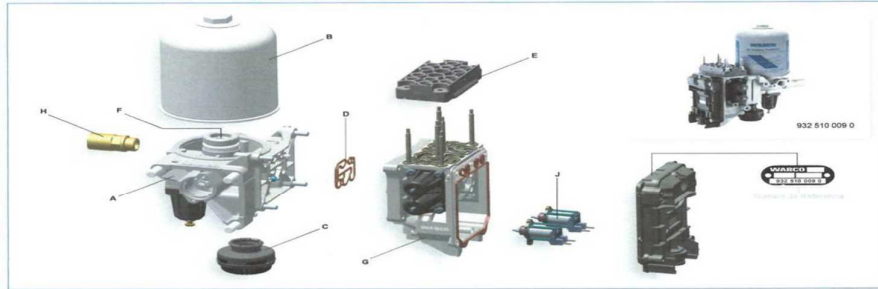
[www.wabco-auto.com](http://www.wabco-auto.com)

CARTUCHOS WABCO PARA SECADOR DE AIRE

**WABCO**

© 2019 WABCO. All rights reserved. 803 046 0709 3 / 02 2019

# FUELGUARD™ – UNIDAD DE PROCESAMIENTO ELECTRÓNICO DE AIRE (E-APU) PARA SCANIA



## NÚMEROS DE REFERENCIAS Y REFERENCIAS CRUZADAS

Número de Referencia WABCO	NÚMERO WABCO	Requiere para Referencias Cruzadas SCANIA
932 510 009 0	932 510 000 0	1474603
	932 510 001 0	1838829
	932 510 002 0	1752077, 1738295
	932 510 003 0	1770184
	932 510 004 0	1928599, 1796161
	932 510 005 0	1041953
	932 510 006 0	2148069, 2063357
932 510 010 0	2308777	

## FORMACIÓN

– Entre con su usuario en myWABCO: [www.em.wabco-auto.com](http://www.em.wabco-auto.com)  
 – Haga clic en el enlace "Acceso WBT"  
 – Elija el "TUTORIAL" y haga clic en "Cambio de la E-APU (APU) a inicio el curso"  
 Después de completar el E-tutorial, usted recibirá la carta PIN para poder parametrizar.



## CONJUNTOS DE REPARACIÓN

Posición	Nombre del kit	Número de Referencia WABCO
A	Senador	932 510 908 2, 932 510 904 2
B	Carburizo	439 901 028 2
C	Escape	932 510 963 2
D	Junta	932 510 957 2, 932 510 960 2
E	Bloque Colector	932 510 929 2, 932 510 959 2
F	Válvula de Retención	932 510 954 2
G	Válvula Multi-Protección	932 510 958 2, 932 510 965 2
H	Válvula de Seguridad	932 510 955 2
J	Electroválvula	932 510 952 2

## DIAGNÓSTICO

Diagnóstico Portátil "DoughBacon"  
 ref. 446 301 959 0



Software de Diagnóstico "APS E-APU"



Interfaz de Diagnóstico USB  
 ref. 446 301 030 0



Cable de diagnóstico OBD2-multiplexador  
 ref. 446 300 003 0



## BUSQUEDA DE CONJUNTO DE REPARACIÓN

– Catálogo INFORM en: [www.wabco-auto.com](http://www.wabco-auto.com)  
 – Introduzca el Número de Referencia de la E-APU  
 – Haga clic seleccionando reparación  
 – Haga clic Documentación/Despiece e Información/Conjunto de Reparación



## PRUEBAS



Banco de Pruebas  
 ref. 455 197 000 0



Banco de Pruebas Móvil  
 ref. 453 197 003 0

[www.wabco-auto.com](http://www.wabco-auto.com)

**WABCO**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DAVILA LAGUNA RONALD FERNANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de buses en una empresa de transporte de pasajeros interprovincial, La Victoria 2022", cuyos autores son SALAS LOPEZ YASMIN YADIRA, RIVEROS SANCHEZ MAURICIO VALENTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DAVILA LAGUNA RONALD FERNANDO <b>DNI:</b> 22423025 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9886-0452	Firmado electrónicamente por: RDAVILALA el 20-07- 2022 18:45:25

Código documento Trilce: TRI - 0350561