

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento  
automotor de la Municipalidad de San José**

**AUTORA**

Kimberly Gamboa Jiménez

**TUTOR**

Ing. Luis Quirós González

**LECTOR**

Ing. Pablo Barrantes Rivera

**SAN JOSÉ, AGOSTO, 2023**

## RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se realizó en la Municipalidad de San José, específicamente en la Sección de Mantenimiento Automotor, la cual se encarga del mantenimiento preventivo y correctivo de la flota automotor de la institución.

A través del proyecto, se han identificado las deficiencias de la Sección en cuanto a los procesos de la gestión de mantenimiento, las cuales obstaculizan la capacidad para alcanzar altos niveles de eficiencia y disponibilidad en la flota automotor, específicamente en los camiones de residuos, provocando un mayor gasto, debido a los costos elevados generados por las reparaciones correctivas, como por el alquiler de camiones que la institución debe contratar externamente debido a la falta de disponibilidad de la flota municipal, ya que dichos camiones brindan el servicio de recolección, traslado y depósito de los residuos urbanos de una forma oportuna y de calidad, tal como lo requieren los ciudadanos del cantón de San José.

El objetivo de este proyecto es llevar a cabo un rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento que garantice un ordenamiento interno de la Sección de Mantenimiento Automotor de la Municipalidad de San José, en busca de mejorar la disponibilidad y el rendimiento de la flota automotor, sin incurrir en gastos no presupuestados, lo que llevará a una reducción del número de fallas en los equipos y, finalmente, a una disminución de los costos de mantenimiento.

Actualmente, la principal problemática es la poca disponibilidad de los camiones de residuos, debido a que se aplica el mantenimiento correctivo en un 90 %, provocando paros aproximados de 1 mes cada uno, y que por ello se deba contratar empresas externas e incurrir en gastos adicionales de 100 millones de colones por mes.

Por lo tanto, se propone implementar un nuevo enfoque de la gestión de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total, con el fin de mejorar la situación actual de la institución, logrando prolongar la vida útil de la flota automotor y mejorar la calidad de los procesos al eliminar errores tanto operativos como mecánicos, ya que la institución carece de un plan de mantenimiento adecuado para sus unidades, por lo que dicha implementación resulta esencial.

En conclusión, se realiza un análisis económico para evaluar la viabilidad de la propuesta, en el cual se comprueba que la inversión es tanto factible como rentable para la institución, con

un costo del proyecto de ¢10 746 594 y una razón de costo-beneficio del 61 %, demostrando que la propuesta tiene potencial.

## CONTENIDO

### Contenido

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
CARTA AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA REVISIÓN FILOLÓGICA.....	4
CARTA INCORPORACIÓN DE LAS MODIFICACIONES AL TFG.....	5
DECLARACIÓN JURADA.....	6
SOLICITUD DE DEFENSA.....	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CONTENIDO.....	10
TABLAS.....	16
FIGURAS.....	18
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	21
Generalidades de la Empresa.....	22
Planteamiento del Problema.....	27
Objetivos.....	27
Objetivo general.....	27
Objetivos específicos.....	27
Justificación.....	28
Antecedentes.....	28
Proyecciones.....	32
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	34
Conceptos Generales.....	34

Gestión de Mantenimiento .....	34
Calidad .....	35
Eficacia.....	35
Eficiencia.....	35
Proceso .....	36
Indicador .....	36
Herramientas para Describir el Problema.....	36
Diagrama de flujo.....	36
Análisis FODA.....	37
Diagrama de Pareto .....	39
Herramientas para Medir las Consecuencias .....	40
Indicadores de fallas.....	40
Disponibilidad.....	41
Herramientas para Analizar las Causas .....	42
Diagrama de Ishikawa.....	42
5 porqués .....	43
Matriz AMFE.....	43
Herramientas para la Propuesta .....	46
Rediseño de procesos .....	46
Programación de mantenimiento .....	46
Confiabilidad.....	47
Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....	48
Metodología 5S .....	49
Herramientas para el Control de la Propuesta .....	50

Hoja de verificación o de chequeo .....	50
Diagrama de Gantt .....	51
Análisis Costo-Beneficio .....	52
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>54</b>
Enfoque .....	54
Enfoque cuantitativo .....	54
Enfoque cualitativo .....	54
Enfoque mixto .....	55
Alcance .....	55
Exploratorios .....	55
Correlacionales .....	55
Explicativos .....	55
Descriptivos .....	56
Diseño .....	56
Diseños experimentales .....	56
Diseños no experimentales .....	56
Variables .....	58
Muestra .....	59
Instrumentos .....	59
Recolección De Datos .....	60
Método de Análisis .....	61
Cronograma .....	61
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>63</b>
Análisis de encuesta .....	63

Descripción del Problema.....	69
Recurso humano.....	70
Diagrama de flujo.....	71
Descripción del proceso de gestión de mantenimiento actual .....	71
Plan de mantenimiento.....	73
Diagrama Pareto.....	77
Medición de las Consecuencias .....	78
Tiempo medio de reparación (MTTR).....	80
Tiempo medio entre falla (MTBF).....	80
Disponibilidad de equipos.....	81
Eficiencia General del Equipo OEE.....	82
Costo de mantenimiento.....	85
Análisis de las Causas.....	86
5 porqués .....	86
Diagrama Ishikawa.....	87
Matriz AMFE.....	88
Pilares del TPM.....	90
Las 6 grandes pérdidas .....	91
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
Conclusiones.....	93
Recomendaciones .....	94
<b>CAPÍTULO VI. PROPUESTA .....</b>	<b>96</b>
Propuesta.....	96
Rediseño de proceso propuesto .....	96

Propuesta de Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	99
Mejoras enfocadas.....	103
Mantenimiento autónomo .....	106
Mantenimiento planificado .....	112
Mantenimiento de calidad .....	115
Mantenimiento en áreas administrativas y de apoyo .....	117
Capacitación y formación .....	117
Prevención del mantenimiento.....	119
Gestión de seguridad y entorno.....	119
Análisis Económico .....	122
Costo de los materiales.....	122
Costo de Mano de Obra.....	123
Costo de Capacitación TPM al Personal.....	123
Costos del pilar mejoras enfocadas .....	124
Costos del pilar mantenimiento autónomo.....	124
Costos del pilar mantenimiento planificado.....	125
Costos del pilar prevención del mantenimiento .....	125
Costos del pilar mantenimiento de calidad .....	125
Costos del pilar mantenimiento en áreas administrativas y de apoyo.....	126
Costos del pilar capacitación y formación .....	126
Costos del pilar gestión de seguridad y entorno .....	126
Costo total de implementación TPM.....	127
Relación costo / beneficio de la propuesta.....	128
Plan de Implementación.....	130

REFERENCIAS .....132

APÉNDICES .....0

## TABLAS

Tabla 1. Variables.....	58
Tabla 2. Muestra.....	59
Tabla 3. Instrumentos .....	59
Tabla 4. Recolección de Datos .....	60
Tabla 5. Método de análisis.....	61
Tabla 6. Análisis FODA .....	70
Tabla 7. Descripción de puestos de trabajo .....	70
Tabla 8. Órdenes de trabajo.....	74
Tabla 9. Cantidades de Mantenimientos 2022 .....	75
Tabla 10. Cantidades de Mantenimientos 2023 .....	76
Tabla 11. Fallas de la flota automotor .....	76
Tabla 12. Frecuencia de causas .....	77
Tabla 13. Tiempo promedio de duración .....	79
Tabla 14. Disponibilidad, Rendimiento, Calidad y OEE 2023 .....	83
Tabla 15. Nivel calificativo .....	84
Tabla 16. Costo por mantenimiento .....	85
Tabla 17. 5 porqués .....	86
Tabla 18. Planificación etapa de información .....	101
Tabla 19. Plan maestro .....	102
Tabla 20. Acciones de mitigación .....	103
Tabla 21. Actividades Diarias .....	107
Tabla 22. Repuestos para mantenimiento.....	115
Tabla 23. Propuesta de capacitación al personal .....	118

Tabla 24. Costo Materiales.....	122
Tabla 25. Costo de Mano de Obra.....	123
Tabla 26. Costo de Capacitación.....	123
Tabla 27. Costos mantenimiento autónomo.....	124
Tabla 28. Costos mantenimiento planificado.....	125
Tabla 29. Costos mantenimiento de calidad.....	126
Tabla 30. Costos seguridad y entorno.....	127
Tabla 31. Costo de Implementación.....	127
Tabla 32. Cantidad y costo de mantenimiento preventivo anual.....	129
Tabla 33. Costo Total Anual de Mantenimiento Preventivo.....	129

## FIGURAS

<b>Figura 1. Macro Localización</b> .....	25
<b>Figura 2. Micro Localización</b> .....	26
<b>Figura 3. Organigrama de la Municipalidad de San José</b> .....	26
<b>Figura 4. Simbología</b> .....	37
<b>Figura 5 Matriz FODA</b> .....	38
<b>Figura 6. Diagrama Pareto</b> .....	39
<b>Figura 7.Ciclos de trabajo</b> .....	40
<b>Figura 8. Tiempo medio entre falla</b> .....	41
<b>Figura 9. Tiempo medio de reparación</b> .....	41
<b>Figura 10: Tiempo de producción y de disponibilidad</b> .....	42
<b>Figura 11. Diagrama Ishikawa</b> .....	43
<b>Figura 12. Índice de prioridad de riesgo</b> .....	44
<b>Figura 13. Matriz AMFE</b> .....	44
<b>Figura 14. Ponderación de probabilidad</b> .....	45
<b>Figura 15. Ponderación de gravedad</b> .....	45
<b>Figura 16.Ponderación de Detección</b> .....	46
<b>Figura 17. Hoja de verificación</b> .....	51
<b>Figura 18.Diagrama de Gantt</b> .....	52
<b>Figura 19. Costo-Beneficio</b> .....	53
<b>Figura 20. WBS</b> .....	62
<b>Figura 21. Diagrama Gantt</b> .....	62
<b>Figura 22. Gráfico Pregunta 1</b> .....	63
<b>Figura 23. Gráfico Pregunta 2</b> .....	64

<b>Figura 24. Gráfico Pregunta 3.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 25. Gráfico Pregunta 4.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 26. Gráfico Pregunta 5.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 27. Gráfico Pregunta 6.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 28. Gráfico Pregunta 7.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 29. Gráfico Pregunta 8.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 30. Gráfico Pregunta 9.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 31. Gráfico Pregunta 10.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 32. Gráfico Pregunta 11.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 33. Diagrama Pareto .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 34. Promedio de días .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 35. MTTR 2022-2023 .....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 36. MTTR 2022-2023 .....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 37. Disponibilidad 2022 – 2023 .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 38. Indicadores 2023 .....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 39. Diagrama Ishikawa .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 40. Matriz AMFE .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 41. Base de datos actual .....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 42. Base de datos propuesta .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 43. Registro de información .....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 44. Dashboard.....</b>	<b>106</b>
<b>Figura 45. Elementos innecesarios bodega.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 46. Elementos innecesarios de herramientas .....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 47. Área de bodega y archivo .....</b>	<b>109</b>

<b>Figura 48. Base de datos mantenimientos preventivos .....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 49. Registro de información MP .....</b>	<b>114</b>
<b>Figura 50. Señalizaciones .....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 51. Equipo de protección personal .....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 52. Evaluación de viabilidad .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 53. Cronograma del plan de implementación.....</b>	<b>131</b>

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto se desarrolla en la Municipalidad de San José, específicamente en la Sección de Mantenimiento Automotor, encargada del mantenimiento preventivo y correctivo de la flota automotor de la institución.

Actualmente la sección no cuenta con una programación, control y evaluación del mantenimiento preventivo de la flota automotor, lo cual genera que las unidades no dispongan de la reparación o revisión adecuadas, provocando que la probabilidad de fallo sea mayor, y con ello los gastos de una reparación sean más elevados. Además, la sección carece de una apropiada ejecución de las tareas, puesto que no poseen métodos apropiados de validación del trabajo final que realizan los mecánicos, ni políticas y reglas para el mantenimiento automotor.

Ante esta situación, la línea de investigación de este proyecto se enfoca en el diseño de un programa de gestión de mantenimiento y control metrológico, rediseñando los procesos en la gestión de mantenimiento automotor que realiza la sección, y con ello facilitar a futuro la toma de decisiones efectivas, de manera que se logre una mayor disponibilidad y confiabilidad de la flota automotor.

Dentro de este proyecto de investigación, se presentan seis capítulos, detallados a continuación:

Capítulo I: capítulo introductorio, está conformado por el problema de la investigación, el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación, los antecedentes y las proyecciones.

Capítulo II: marco teórico, contiene la información necesaria para comprender las herramientas de análisis utilizadas durante el diagnóstico y desarrollo del proyecto.

Capítulo III: conformado por el marco metodológico, en el cual se explicará la metodología por seguir y cómo utilizar las herramientas descritas en el marco teórico.

Capítulo IV: análisis de la situación actual, se utilizan las herramientas generales del capítulo II y se analizan los resultados obtenidos.

Capítulo V: finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones, a partir de los datos referentes en el capítulo IV, se emiten criterios generales y recomendaciones.

Capítulo VI: propuesta, se propone soluciones a los escenarios existentes, alineados a los

objetivos de la investigación, la propuesta se basa en el rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento automotor de la Municipalidad de San José.

### **Generalidades de la Empresa**

A continuación, se presentan las descripciones de la empresa, su historia, su misión, su visión, sus valores, sus políticas y su organigrama correspondiente.

### **Reseña Histórica**

En el siglo XVII, solo había dos poblaciones realmente importantes en la provincia de Costa Rica: Cartago y Espíritu Santo de Esparza. No obstante, muchas familias se habían asentado en regiones como Aserrí, Barva, Curridabat y Pacaca, y la actual capital fungía en ese entonces como lugar de paso entre los valles de Aserrí y Barva, principalmente.

La dispersión de las familias les impedía a las autoridades políticas y religiosas, concentradas en Cartago, tener un mayor dominio sobre esa población. Era muy difícil, por ejemplo, recaudar impuestos, fomentar el trabajo agrícola y, para el caso de la Iglesia, impartir los oficios religiosos, por lo que en el año 1736 el cabildo de León, Nicaragua, decretó el establecimiento de una iglesia en el valle de Aserrí, en el sitio conocido como la Boca del Monte, ya que era una zona céntrica y de fácil acceso para los moradores de Aserrí.

En la segunda mitad del siglo XVIII, la Boca del Monte empezó a ser conocida por sus pobladores como “La Villita” o “Villa Nueva” hasta que en 1801 el gobernador Tomás de Acosta la llamó oficialmente “San José”.

San José resultó favorecida con el cultivo y comercialización del tabaco, ya que las tierras aledañas resultaron más adecuadas para su explotación, principalmente las ubicadas al norte de la ciudad, donde se establecieron las plantaciones del tabaco que se exportó al Reino de Guatemala y a otros lugares.

San José fue capital, por primera vez, de mayo a agosto de 1822. El 16 de mayo de 1823, en el Estatuto Político de la Provincia de Costa Rica se ordenó que la capital fuese, a partir de esa fecha, la ciudad de San José, hasta 1834, cuando se aprobó la llamada Ley de la Ambulancia. En Ley n.º 63 del 4 de noviembre de 1825, San José constituyó un distrito del Departamento Oriental, conformado por ciudad San José y los pueblos de Curridabat y Aserrí.

Con el ascenso al poder de Braulio Carrillo en 1838, ocurre la Guerra de la Liga, donde San José se consolida como capital, luego de vencer a Alajuela, Cartago y Heredia. Braulio Carrillo dispuso el traslado de la capital de Cartago a San José, y posteriormente emitió una ley en la que se confirmaba a San José “por siempre” como capital de Costa Rica. En Ley n.º 22 del 1 de diciembre de 1841 San José formó un departamento con doce barrios y sesenta cuarteles, uno de los cinco en que se dividió en esa oportunidad el territorio del Estado para elegir las autoridades locales.

En los años siguientes, el mosaico de las manchas urbanas del Valle Central creció, simultáneamente, en forma de expansión de San José y, en menor grado, de Cartago, Heredia y Alajuela, por un lado, y de ocupación gradual de los espacios comprendidos entre estas ciudades y sus poblados periféricos.

San José como territorio acogió, después de mediados del siglo XX, una fuerte migración poblacional interna de las áreas rurales de Costa Rica. Durante las décadas 1980-2000, se experimentó una migración proveniente de algunos países centroamericanos que le imprimieron una connotación muy diferente en el uso del territorio, la infraestructura de todo tipo empieza a ser insuficiente y las demandas de servicios para los cuales no estaba preparada la ciudad evidencia un creciente deterioro social.

Con el paso de los años, los distritos centrales empiezan a ser invadidos por el comercio, lo que provoca la emigración de los vecinos y el despoblamiento de estos distritos. Con el despoblamiento en barrios como Amón, Otoya y Aranjuez, de gran riqueza cultural, aparecen los pequeños hoteles, restaurantes, oficinas y universidades y otro comercio en los inmuebles declarados como patrimonio del cantón y que se ubican en un gran porcentaje en el distrito de El Carmen.

En conclusión, el crecimiento urbano anárquico, la precaria planificación económica, social y administrativa, el surgimiento de asentamientos en los barrios periféricos de la ciudad, provocado, en gran medida, por la migración del campo y el proceso de industrialización, la migración extranjera, la marginación social, la pobreza, la inseguridad, la drogadicción, el comercio informal, el deterioro de barrios, viviendas y edificios y el despoblamiento del centro capitalino constituyeron visibles y negativas manifestaciones de una degradación urbana que empezó a comienzos de los años cincuenta del siglo XX. Hoy en día, San José se ha convertido

en una ciudad 100 % urbanizada y, como en sus inicios en tiempos de la colonia, de nuevo funge como lugar de paso.

### **Misión**

El gobierno local de San José atiende las necesidades y brinda los servicios requeridos por los habitantes y visitantes de la ciudad, así mismo realiza y promueve acciones para la regeneración urbano-ambiental, la reactivación económica, social y cultural del cantón.

### **Visión**

Nos dirigimos a lograr una ciudad sostenible, innovadora, democrática y solidaria mediante el desarrollo urbanístico, económico, tecnológico, social, cultural y ambiental, que coadyuve en el bienestar de la población y de quienes visitan el cantón.

### **Valores**

**Respeto:** sabemos escuchar, tener consideración, no hacer intromisiones indebidas, ni pretender moldear a las otras personas a conveniencia. Respetamos las diferencias y las reconocemos como necesarias para el crecimiento de la organización.

**Conducta ética:** actuamos apegados a los valores y principios que rigen la organización en procura del bien colectivo y en estricto apego a la legalidad.

**Compromiso:** ponemos nuestro mayor empeño para cumplir las promesas de servicio que hemos contraído con nuestros clientes y partes interesadas.

**Servicio:** comprendemos que el servicio es un acto en el que dejo de pensar en mí para ponerme a disposición del otro y reaccionamos con actitud comprensiva, amable y diligente ante las necesidades de nuestros clientes.

**Calidad:** nos aseguramos de que todo servicio se ajuste a los estándares de calidad exigidos por el cliente interno y externo, proporcionando valor agregado en el marco de la mejora continua y la eficiencia operativa.

**Innovación:** reconocemos la innovación como el medio por el cual mejoramos nuestros procesos y desarrollamos nuevos servicios en procura de brindar soluciones más efectivas a las necesidades de nuestros clientes y partes interesadas.

### **Políticas**

- Fortalecer la gestión ambiental en procura del desarrollo urbano responsable y sostenible del cantón.
- Facilitar a la ciudadanía el ejercicio de sus derechos culturales.
- Contribuir al reconocimiento y garantía de los derechos de las familias, legitimando su diversidad, impulsando valores humanistas, democráticos y fortaleciendo la capacidad para la realización de proyectos de vida, en el marco de las dimensiones ética, política, cultural, social y ambiental en que transcurre la vida cotidiana.
- Incentivar la creación, ampliación y modernización de la infraestructura, expandiendo con ello la actividad económica, para lograr el desarrollo urbano, sustentable y ordenado del cantón.
- Fortalecer el desarrollo institucional garantizando la eficiencia en la prestación de servicios y por ende el desarrollo del cantón.
- Fomentar una cultura de participación y la corresponsabilidad ciudadana en el cantón central de San José, con el fin de ampliar la democracia y mejorar la gestión municipal.

### **Localización Geográfica**

En el siguiente apartado se muestra la macro localización de la Municipalidad de San José y la micro localización de la Sección de Mantenimiento Automotor.

#### **Macro Localización**

En la Figura 1 Macro Localización, la Municipalidad se localiza en la provincia de San José, Costa Rica:

**Figura 1. Macro Localización**



Nota: Google Maps.

## Micro Localización

En la Figura 2 Micro Localización, la Sección de Mantenimiento Automotor se localiza en el edificio.

**Figura 2. Micro Localización**

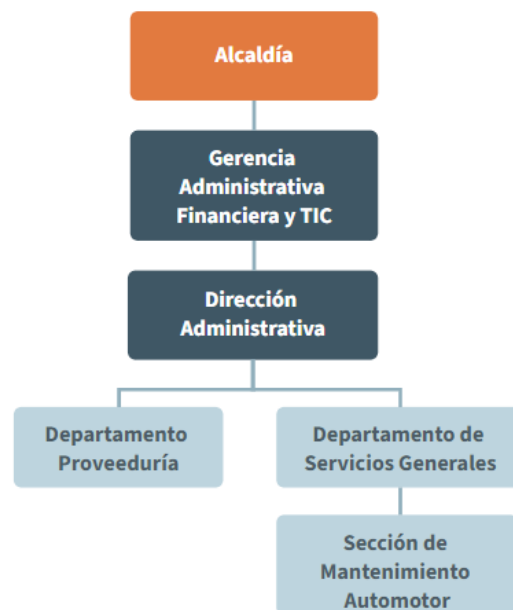


Nota: Google Maps.

## Organigrama de la empresa

A continuación, en la Figura 3 Organigrama de la Municipalidad de San José, se muestra el organigrama estructural de la Municipalidad de San José.

**Figura 3. Organigrama de la Municipalidad de San José**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## **Planteamiento del Problema**

La Sección de Mantenimiento Automotor es la encargada del mantenimiento preventivo y correctivo de la flota automotor de la Municipalidad de San José tales como motocicletas, automóviles, *pick up*, camiones, vagonetas, recolectores y equipo especial, en la cual se ha detectado problemas tales como falta de disponibilidad de las unidades, falta de programación, control y evaluación del mantenimiento preventivo de la flota automotor, esto genera que las unidades no cuenten con la reparación o revisión adecuadas, provocando que la probabilidad de fallo sea mayor, y con ello los gastos de una reparación sean más elevados. Además, la sección no cuenta con una apropiada ejecución de las tareas puesto que no cuentan con métodos apropiados de validación del trabajo final que realizan los mecánicos, ni con políticas y reglas para el mantenimiento automotor.

Por esta razón, se encuentra que la sección carece de un ordenamiento interno que le permita planificar y controlar los mantenimientos preventivos, para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de cada unidad, reduciendo el gasto en futuras reparaciones y realizando sus funciones de una manera más eficaz y eficiente.

Por lo tanto, se procede a definir esta problemática a través de la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo garantizar la planificación y el control de los mantenimientos respectivos de la flota vehicular de la Municipalidad de San José, mediante el rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento automotor?

## **Objetivos**

En este apartado se detalla el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

### **Objetivo general**

Rediseñar los procesos en la gestión de mantenimiento de forma tal que garanticen un ordenamiento interno de la Sección de Mantenimiento Automotor de la Municipalidad de San José.

### **Objetivos específicos**

- Describir los procedimientos actuales que realiza la Sección de Mantenimiento

Automotor.

- Medir las consecuencias que inciden en la falta de planificación y control en la gestión de mantenimiento automotor.
- Analizar las principales causas que generan problemas en los procesos de la Sección de Mantenimiento Automotor.
- Elaborar el rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento automotor de la Municipalidad de San José.
- Determinar los indicadores de control para el rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento.

### **Justificación**

La Municipalidad de San José considera indispensable que la Sección de Mantenimiento Automotor cuente con los procesos adecuados que se desarrollan en ella, esto para mejorar el desempeño tanto de la flota automotor como del personal actual y futuro.

El desarrollo de este proyecto lleva a que la institución ya no presente una falta de programación, control y evaluación del mantenimiento preventivo de la flota automotor de la institución, y por ende que posea unidades en óptimas condiciones de operación, generando así una reducción en los costos que se ocasionan por una reparación de la unidad.

Lo anterior, utilizando las herramientas apropiadas para establecer y definir los procedimientos administrativos del control del proceso que son necesarios para el mantenimiento preventivo de la flota automotor, aumentando así la productividad y el nivel de eficacia y eficiencia al reducir las fallas de las unidades a través del conocimiento de mejora continua.

### **Antecedentes**

El proyecto presenta antecedentes mediante la descripción de diversas tesis y artículos científicos anteriores relacionados con el tema de investigación para iniciar con referentes teóricos y prácticos, considerando la importancia de una adecuada y eficiente gestión de mantenimiento automotor.

### **Tesis**

Paricela (2019), en la tesis titulada *Propuesta de implementación del sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la gestión de mantenimiento en la*

*subgerencia de maquinaria y equipo de la Municipalidad provincial de Cajamarca*, para optar por el título profesional de Ingeniería Industrial en la Universidad Privada del Norte, para el desarrollo de esta utiliza la metodología de Mantenimiento Productivo Total y la metodología 5S.

Utiliza herramientas que le permiten analizar la situación actual del programa tales como diagramas de flujo, entrevistas, encuestas, diagrama de Pareto, listas de chequeo, análisis documental y diagrama de Ishikawa.

Se concluye que la gestión de mantenimiento del municipio es deficiente, ya que no cuenta con la planificación, organización, ejecución y control del mantenimiento, por lo que la implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total mejora la gestión de mantenimiento en los talleres, incrementando la disponibilidad de un 79 % al 83 %, la confiabilidad de un 58,2 % al 74,47 % y la fiabilidad de 1.5 minutos a 13 minutos, disminuyendo los costos operativos de mantenimiento en un 30 %.

En la tesis titulada *Diseño de los procesos y requerimientos para el mantenimiento preventivo de un vehículo liviano para el Lubricentro Fastcar*, de Badilla (2020), para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas, se utiliza para el desarrollo de su tema la metodología DMADV, la cual se basa en definir, medir, analizar, diseñar y verificar.

Utiliza herramientas como el diagrama de Ishikawa, encuestas, diagramas de flujo y entrevistas para conocer la situación actual de la empresa y posteriormente diseñar la propuesta.

Se concluye que la empresa no cumple con los procesos y requerimientos necesarios para el mantenimiento preventivo y que, al tener una afluencia de aproximadamente de 9000 vehículos livianos diarios, que presentan la necesidad de un sistema moderno, seguro y factible, tomando en cuenta las necesidades de los clientes, el tiempo de atención, la calidad y los horarios de servicio, se considera necesario el diseño de procesos y requerimientos para el mantenimiento correspondiente a cada vehículo.

Milla (2020), en la tesis titulada *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de máquinas de la Municipalidad Provincial de Huaraz*, para optar por el título profesional de Ingeniería Industrial en la Universidad Cesar Vallejo, Perú, utiliza una metodología cuantitativa basada en el diseño experimental para el desarrollo de su tema.

Para poder analizar la situación actual utiliza herramientas tales como el diagrama de Ishikawa, la estadística inferencial, la matriz de criticidad, la matriz de operacionalización de variables y la matriz de consistencia, tomando como muestra las máquinas que tenían un trabajo más prolongado y exigente.

Se concluye que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para cada una de las unidades que conforman la flota del municipio, por lo que, al implementarse dicho programa de mantenimiento, se logra un incremento en la confiabilidad de estas en un 95 % y una disponibilidad del 90 %.

La tesis titulada *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos camineros de la Municipalidad de Ventanilla*, de Zea (2021), para optar por el título profesional de ingeniero mecánico en la Universidad Nacional del Callao en Perú, utiliza para el desarrollo de su tema el método analítico lógico deductivo con enfoque sistémico para evaluar las relaciones de las variables de estudio.

Para analizar la situación actual del municipio se utiliza herramientas como la matriz de criticidad, la matriz morfológica, las fichas técnicas, el análisis documental, y toma como muestra el 100 % de los equipos camioneros del municipio.

Se concluye que el municipio no planifica ni realiza actividades de mantenimiento preventivo para las unidades, por lo que sufren fallas prematuras y no se puede brindar el servicio correspondiente; por consiguiente, al valorar esa problemática se diseña un plan de mantenimiento preventivo que permite incidir acertadamente en la disponibilidad de las unidades del municipio, proyectando valores superiores al 91,5 %.

Domínguez y Lamadrid (2022), en la tesis titulada *Gestión del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la flota vehicular de la municipalidad distrital de Jangas, Huaraz*, para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Señor de Sipán en Perú, utilizan una metodología cuantitativa, dado que se realizó análisis estadísticos.

Para poder analizar la situación actual se realiza un muestreo de tipo no probabilístico y se utiliza herramientas tales como diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, encuestas, listas de chequeo y análisis documental.

Se concluye que el municipio presenta una baja disponibilidad de la flota vehicular y que

a través de la gestión de mantenimiento preventivo asegura el buen funcionamiento de los equipos y previene futuras fallas, logrando una mejora en la disponibilidad de un 19,66 % de las unidades para su óptimo desempeño de servicio a la ciudadanía.

### **Artículos científicos**

Consuegra, Díaz y Cruz (2017), en el artículo titulado “Diseño del Método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento”, publicado en la revista *Ingeniería Mecánica*, explican cómo diseñar el método de disponibilidad Dupont y compararlo con el indicador de efectividad total del equipamiento.

Se desarrolla el artículo bajo el método Dupont y la efectividad total del equipamiento, utilizando como técnica el diseño experimental.

Se concluye que con el método de disponibilidad Dupont se logra determinar cuál sistema o componente durante su operación disminuye la disponibilidad, efectividad o calidad, proporcionando un criterio efectivo para la toma de decisiones en el proceso.

En el artículo titulado “Monitoreo de la degradación de los vehículos de transporte de cargas a través de la disponibilidad de Penabad” de Rodríguez y Iznaga (2018), publicado por la revista *DYNA*, se explica cómo proponer una vía para el monitoreo de la degradación de los vehículos de transporte de cargas a través del análisis de la disponibilidad.

El artículo desarrolló un análisis estadístico y un análisis de concordancia, donde se calcularon factores a través de la medida kappa y la técnica de observación.

Se concluye que un monitoreo de la degradación permite realizar inferencias sobre la permisibilidad de la operación del vehículo y brinda un panorama más certero de la situación real de la empresa, sin dejar de lado los objetivos de esta.

Marrero, Vilalta y Martínez (2019), en el artículo titulado “Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento”, publicado en la revista *Ingeniería Industrial*, explican el análisis de la gestión de activos fijos, para con ello generar una herramienta que facilite la toma de decisiones empresariales, a través del diseño de un modelo integrador para la gestión del mantenimiento, y así detectar, calcular y analizar los recursos necesarios para la realización de este.

Los autores desarrollaron el artículo bajo el método Delphi y utilizaron herramientas

como encuestas, análisis Modal de Efectos y Fallos y diagrama Pareto.

Se concluye que un modelo como el propuesto es la solución óptima, ya que la planificación y la utilización de modelos matemáticos son los aspectos más importantes por considerar en una empresa, mejorando la organización en la gestión de mantenimiento y utilizando los recursos a un menor costo.

Páez (2022), en el artículo titulado “Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial”, publicado en la revista *Industrial Data*, explica el desarrollo de la ingeniería de confiabilidad, los factores y estrategias que se deben plantear para que una empresa alcance sus objetivos empresariales con éxito, donde se garantice la calidad y las condiciones óptimas.

Se desarrolla el artículo bajo el diseño experimental y un enfoque metodológico, por lo que se concluye que la ingeniería de confiabilidad operacional logra optimizar el uso, manejo y calidad tanto de la información como de los recursos para una evaluación integral de la empresa, logrando con ello el éxito de esta.

García, Cárcel, Vergara, Rivas y Camacho (2022), en el artículo titulado “Algoritmo para la asignación de actividades de Mantenimiento utilizando la gestión de conocimiento”, publicado por la revista *Arica*, explican cómo implementar un algoritmo para la asignación de recurso humano para las tareas de mantenimiento en una empresa.

El artículo desarrolló una metodología basada en el análisis de modos de falla, efectos y criticidad AMFE y utiliza herramientas como el análisis de Pareto, la matriz de conocimiento y la matriz de voluntades.

Se concluye que una parte importante para la gestión del mantenimiento es el minimizar los errores humanos ya que se aumenta la confiabilidad operativa, y por ello el generar una metodológica para la asignación de recursos humanos se debe complementar con jerarquización de las tareas de mantenimiento, sin dejar de lado los criterios profesionales y la experiencia adquirida por la empresa.

### **Proyecciones**

Las proyecciones que se espera obtener de este proyecto son:

- Rediseño de los procesos en la gestión del mantenimiento preventivo.

- Establecer políticas y reglas de mantenimiento preventivo.
- Controlar el estado y la disponibilidad de las unidades.
- Mitigar las averías menores de la flota automotor debido a la falta de conocimiento y mantenimiento de estos.
- Establecer indicadores para medir la eficacia y eficiencia de las unidades de la flota automotor.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta los conceptos básicos que sustentan los conocimientos teóricos para realizar un análisis preciso, así como una descripción de las herramientas necesarias para mejorar el diagnóstico del estado actual de la institución y la propuesta que se planteará, esto con el objetivo de tener una conceptualización certera y adecuada.

Las herramientas y los términos utilizados en este proyecto se detallan a continuación.

### Conceptos Generales

Se presentan conceptos generales que estarán presentes durante el desarrollo del proyecto.

#### Gestión de Mantenimiento

Se define como “todas aquellas actividades de gestión que determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades en la gestión” (Parra y Crespo, 2012, p.1).

#### **Mantenimiento.**

El mantenimiento se define como “toda actividad encaminada a conservar las propiedades físicas de una institución o empresa a fin de que esté en condiciones para operar en forma satisfactoria y a un costo razonable” (González, Medrano y Díaz, 2017, p.7).

Existen diferentes tipos de mantenimiento, tales como:

#### **Mantenimiento correctivo.**

Este tipo de mantenimiento, según González, Medrano y Díaz (2017), es una “serie de actividades que se requiere efectuar en las propiedades o activos de una empresa cuando dejan de proporcionar el servicio para el cual fueron diseñados” (p.28).

El autor anterior continúa expresando que “el mantenimiento correctivo se realiza cuando se ha detectado una falla en los equipos como maquinaria, dispositivos, componentes o piezas; en inmuebles como la estructura o en los edificios, y vehículos” (p.28).

#### **Mantenimiento predictivo.**

El mantenimiento predictivo consiste, según Boero (2020), “en el conocimiento permanente del estado y operatividad de los equipos mediante la medición de determinadas

variables. El análisis de los cambios en estas variables determina la intervención o no del servicio de mantenimiento” (p.30).

### **Mantenimiento preventivo.**

Boero (2020) indica que dicho mantenimiento “implica conocer el estado actual de cada equipo y sus componentes” (p.25).

Continuando con el mismo autor, considera que las principales ventajas son:

- Disminuir la frecuencia de las paradas.
- Aprovechar la intervención para realizar varias reparaciones.
- Realizar las intervenciones en los momentos oportunos de producción y mantenimiento.
- Disponer de los utilajes y repuestos necesarios.
- Distribuir el trabajo de mantenimiento evitando excesos o bajas en las tareas del servicio.
- Evita que las averías se aumenten.
- Disminuye los riesgos para los sistemas de seguridad.

### **Mantenimiento Autónomo.**

Según Castañeda (2019), este tipo de mantenimiento es “una ruta completa de mejoramiento de los equipos que busca restaurar las condiciones básicas de operación de la máquina y desarrollar el personal operativo hacia la solución de problemas a través de las rutinas de mantenimiento de primer nivel” (p.72).

### **Calidad**

Se define como “el grado de correspondencia entre las características del resultado del proceso de trabajo y los requerimientos del usuario (interno y externo)” (Baca, 2015, p.99).

### **Eficacia**

Según Parra y Crespo (2012), la eficiencia “muestra la bondad con que un departamento consigue los objetivos impuestos en base a las necesidades de la empresa” (p.2).

### **Eficiencia**

Parra y Crespo (2012) mencionan que “es actuar o producir con el mínimo esfuerzo,

minimizando derroche o desperdicio de recursos, y los gastos asociados a los mismos” (p.2).

### **Proceso**

Se define como “cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente externo o interno; es decir utilizar los recursos de la empresa para obtener resultados satisfactorios” (García, 2014, p.276).

### **Indicador**

Según el autor Castañeda (2019), un indicador es:

Un dato o valor representativo en el gemba que permite identificar el estado actual del proceso versus su estado objetivo. Su función es facilitar la gestión del equipo autónomo, sirviendo de guía para el mejoramiento y el logro de los objetivos (p.131).

### **Herramientas para Describir el Problema**

Se presentan herramientas que ayudan a describir la problemática actual de la institución tales como:

#### **Diagrama de flujo**

Según el autor Boero (2020) menciona que los diagramas:

Aportan un medio para asegurar que se entienden todas las etapas del proceso y sus relaciones con la etapa siguiente. Constituye un dibujo que describe el proceso como una serie de actividades, cada una de las cuales está vinculada con la siguiente. (p.73).

El autor anterior señala que para elaborar e interpretar los diagramas de flujo se debe “definir claramente los límites del proceso, utilizar los símbolos normalizados, asegurar que cada paso tenga una salida y cuando un proceso tiene más de una salida, usar bloque de decisión” (p.73).

Para elaborar e interpretar diagramas de flujo, según Boero (2020), se debe “definir claramente los límites del proceso, utilizar los símbolos normalizados, asegurar que cada paso tenga una salida y cuando un proceso tiene más de una salida, usar bloque de decisión” (p.73).


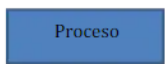
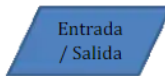



El Instituto Guatemalteco de Educación (2019) menciona que para la aplicación de un

diagrama de flujo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar el principio y fin del proceso y los pasos que se deben dar.
2. Definir la simbología por utilizar (forma, tamaño y color).
3. Ser claro en cuanto a la actividad y especificar la acción que se realiza en cada paso. Se deben utilizar las flechas para indicar dirección y las líneas no se deben entrecruzar para no crear confusión. (p.202)

En la Figura 4. Simbología, se muestra la simbología que se utiliza en los diagramas de flujo.

**Figura 4. Simbología**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	<b>Inicio y Fin</b> Determina el inicio y el fin del programa.
	<b>Proceso</b> Representa las operaciones que se efectúan para obtener el resultado.
	<b>Entrada y Salida</b> Es utilizado en las operaciones de entrada de datos por el teclado y las salidas de datos por la pantalla.
	<b>Decisión</b> Se utiliza para elegir un camino de dos posibles, dependiendo del resultado de la expresión lógica dentro de él.
	<b>Conector</b> Este símbolo se utiliza cuando el diagrama de flujo es muy extenso y no es posible construirlo en una sola página, con la intención de separarlo en 2 o más páginas.
	<b>Líneas de Flujo</b> Se utilizan para indicar el flujo de las operaciones que contiene el diagrama.

Nota: Introducción a la Ingeniería Industrial.

## Análisis FODA

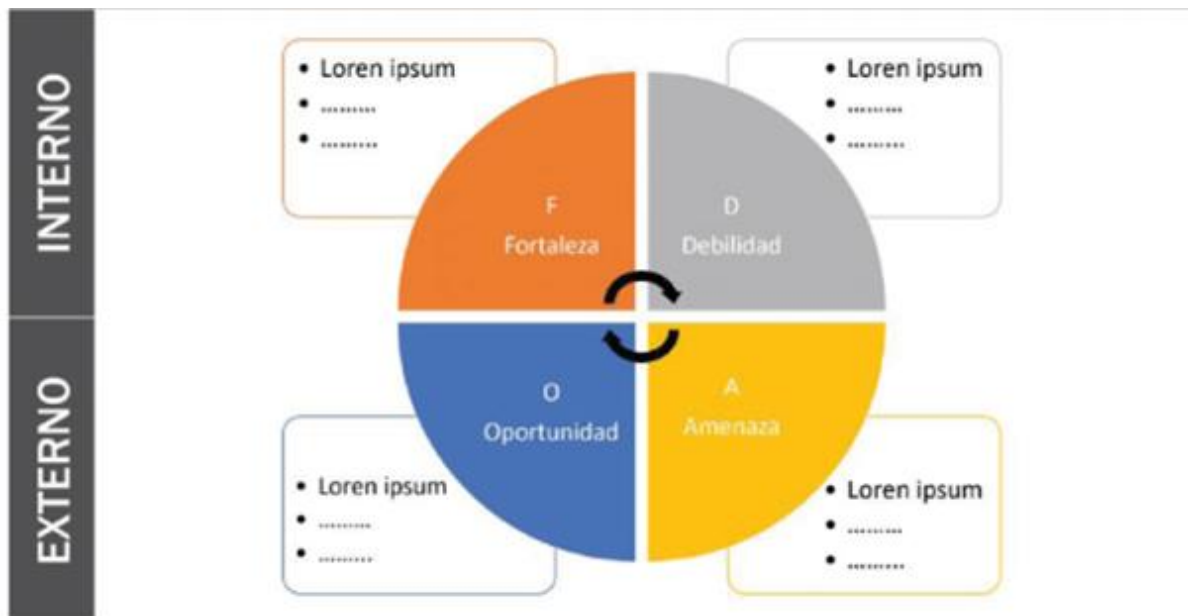
El análisis FODA “es una herramienta clave para hacer una evaluación pormenorizada de la situación actual de una organización o persona sobre la base de sus debilidades y fortalezas, y en las oportunidades y amenazas que ofrece su entorno” (Sánchez, 2020, p.16).

El autor anterior indica que “cada sigla de un análisis FODA o DAFO representa uno de los 4 atributos o variables que se estudian: F de fortalezas, D de debilidades, O de oportunidades y A de amenazas” (Sánchez, 2020, p.15).

También el autor menciona que “la forma visual de un análisis FODA o DAFO es una matriz de cuatro cuadrantes donde se listan las principales características y observaciones correspondientes a cada categoría mencionada” (Sánchez, 2020, p.15).

En la Figura 5. Matriz FODA, se muestra la estructura visual de la matriz FODA.

**Figura 5 Matriz FODA**



Nota: Análisis FODA O DAFO.

Para realizar este análisis FODA y detectar cada una de las variables se debe tomar en cuenta:

### **Oportunidades y amenazas**

Según Sánchez (2020) las oportunidades y amenazas hacen referencia a “el análisis externo que engloba tanto el análisis de microentorno como el macroentorno” (p.20).

Por lo tanto, indica que el análisis del macroentorno “se encarga de estudiar aquellas variables políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales que afectan a la empresa desde su entorno más lejano” (Sánchez, 2020, p.20).

### **Debilidades y fortalezas**

“Son las ventajas o desventajas competitivas que atañan a aspectos organizativos, de recursos, activos, calidad y/o percepción de los consumidores” (Sánchez, 2020, p.26).

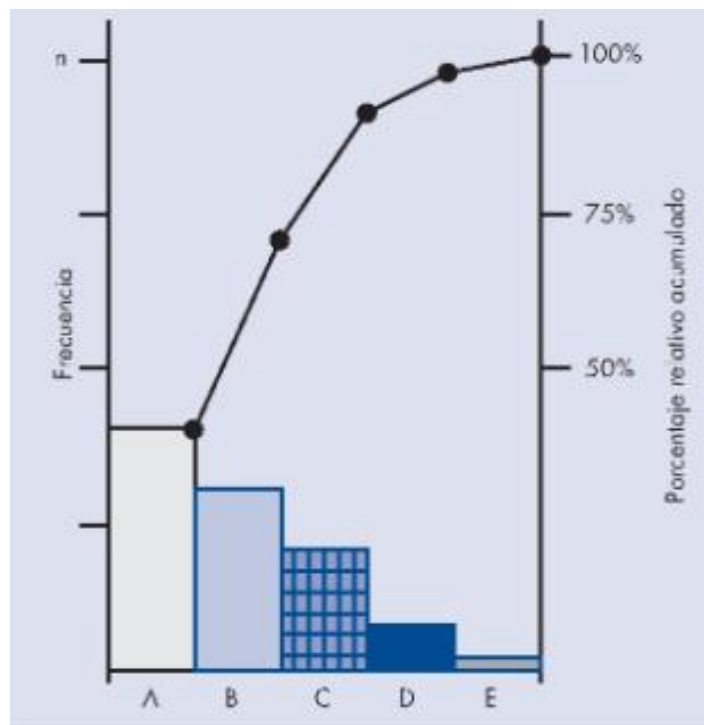
## Diagrama de Pareto

El autor indica que el diagrama de Pareto “es una herramienta que sirve para determinar el orden de importancia de las causas de un efecto determinado; en otras palabras, proporciona información sobre las causas más importantes que provocan un problema” (Baca, 2015, p.124).

Además, expresa que “el diagrama de Pareto es una gráfica de barras combinada con una curva de tipo creciente que indica el porcentaje que representan los datos graficados en las barras” (Baca, 2014, p.124).

En la Figura 6. Diagrama Pareto, se muestra la estructura visual de un Diagrama Pareto.

**Figura 6. Diagrama Pareto**



Nota: Introducción a la Ingeniería Industrial.

Baca (2015), explica los pasos para la construcción de un diagrama Pareto:

- Elegir un problema que se quiera resolver y detectar las causas más comunes que provocan dicho problema.
- Clasificar las causas detectadas de acuerdo con el número de veces que dichas causas ocasionaron el problema (frecuencia).
- Ordenar las frecuencias de mayor a menor y calcular los porcentajes para cada

una. Después, calcular los porcentajes de frecuencias acumuladas.

- Graficar, en el eje de las X, las causas más comunes, iniciando, de izquierda a derecha, con la de mayor frecuencia. Terminar de graficar las causas y en seguida graficar los porcentajes que cada una de éstas representa, según su frecuencia acumulada.
- Analizar el diagrama para poder resolver las causas de los problemas que se consideren necesarios atacar (p.124).

### Herramientas para Medir las Consecuencias

Las herramientas que se utilizaran para medir las consecuencias del proyecto son:

#### Indicadores de fallas

Castañeda (2019) considera que los indicadores de fallas “miden la frecuencia y la duración de una avería y que existen dos indicadores utilizados principalmente en la gestión de mantenimiento: el MTBF (tiempo medio entre falla) y el MTTR (tiempo medio de reparación)” (p.52).

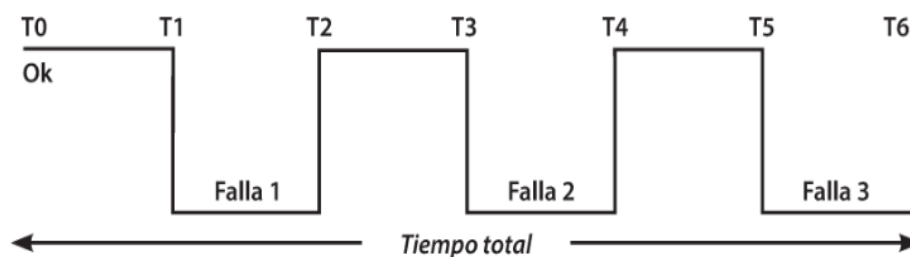
#### Tiempo medio entre falla (MTBF)

El autor Castañeda (2019) menciona que “es una medida del tiempo en promedio que transcurre entre una falla y la siguiente” (p.43).

Según el autor anterior, “cuanto mayor sea el MTBF quiere decir que el tiempo que transcurre entre fallas es mayor y, por lo tanto, su disponibilidad también será mayor. Así, mientras más grande sea el MTBF, menor es la frecuencia de fallas” (Castañeda, 2019, p.43).

En la Figura 7. Ciclos de trabajo, se muestra los ciclos de trabajo de una máquina.

**Figura 7. Ciclos de trabajo**



Nota: Mejoramiento de la confiabilidad.

Castañeda (2019) señala que:

La parte superior de la gráfica en “Ok” representa los ciclos de tiempo en los cuales la máquina funciona sin interrupciones, mientras que la parte inferior indica los tiempos en los que la máquina se encuentra detenida por falla. T6 es la suma del tiempo total. (p.52).

A continuación, en la Figura 8. Tiempo medio entre falla, se muestran las fórmulas del MTBF.

### **Figura 8. Tiempo medio entre falla**

$$\text{MTBF} = \text{Tiempo de funcionamiento} / \# \text{ Fallas}$$

$$\text{MTBF} = (\text{Tiempo total} - \text{Tiempo de fallas}) / \# \text{ Fallas}$$

Nota: Mejoramiento de la confiabilidad.

### **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

Según Castañeda (2019), “es un índice del tiempo que tarda en repararse un equipo” (p.44).

Asimismo, indica Castañeda “cuanto mayor sea este indicador, mayor es la duración de la falla y menor la disponibilidad de la máquina” (p.44).

Según el autor anterior el cálculo de MTTR se obtiene: “Sumando el tiempo en que la máquina permanece detenida por causa de avería, dividido entre el número de fallas” (Castañeda, 2019, p.44).

En la Figura 9. Tiempo medio de reparación, se muestra la fórmula referente al MTTR.

### **Figura 9. Tiempo medio de reparación**

$$\text{MTTR} = \text{Tiempo total de fallos} / \text{Número de fallos}$$

Nota: Mejoramiento de la confiabilidad.

### **Disponibilidad**

El autor Castañeda (2019) menciona que “es un índice del tiempo de operación o de funcionamiento de un equipo” (p.18).

Además, el autor anterior indica que “la tasa de disponibilidad se estima respecto al

tiempo de apertura del equipo. Este es el tiempo máximo teórico durante el cual se puede utilizar una máquina” (p.18).

Por lo tanto, el autor señala que para calcular la tasa de disponibilidad “es necesario obtener primero el tiempo de producción. Este es el resultado de la resta de las paradas programadas del equipo y las paradas no programadas al tiempo de apertura. El resultado es dividido luego entre el tiempo de apertura” (Castañeda, 2019, p.19).

En la Figura 10. Tiempo de producción y de disponibilidad, se muestran las fórmulas de tiempo de producción y de disponibilidad.

### **Figura 10: Tiempo de producción y de disponibilidad**

$$\text{Tiempo de producción} = \text{Tiempo de apertura} - (\text{Paradas programadas} + \text{No Programadas})$$

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \text{Tiempo de producción} / \text{Tiempo de apertura}$$

Nota: Mantenimiento industrial.

### **Herramientas para Analizar las Causas**

El presente apartado muestra las herramientas que se utilizarán en el desarrollo del proyecto para analizar las causas.

#### **Diagrama de Ishikawa**

Según lo expuesto por Baca (2015), el diagrama de Ishikawa “puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, etc.), pues tiene una estructura genérica” (p.119).

Asimismo, el autor explica que la base para realizar un diagrama de Ishikawa “es la estratificación de la información, ya que esta representará la entrada del diagrama y, con base en ella, se analizarán los posibles factores causales de un efecto determinado” (Baca, 2015, p.119).

Complementando con lo expuesto, Baca (2015) indica que se deben seguir las siguientes recomendaciones para elaborar un diagrama Ishikawa:

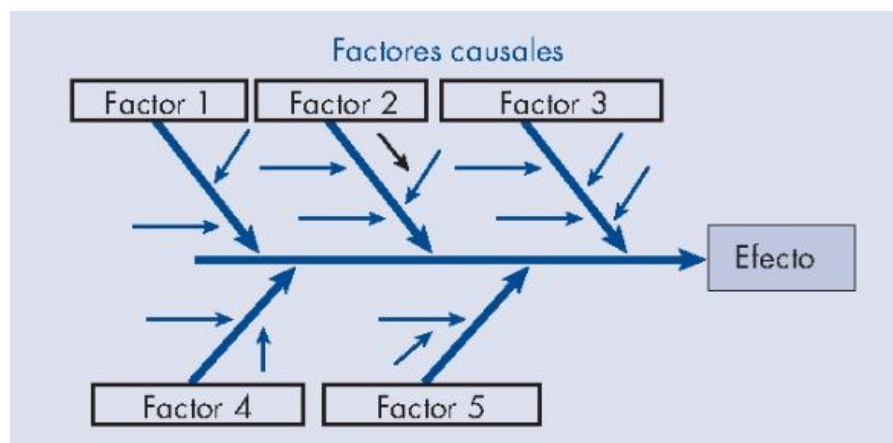
- Definir qué problema o efecto se quiere resolver.
- Conformar un equipo de personas que habrán de solucionar el problema.
- Estratificar la información de acuerdo con la naturaleza del problema. Esta etapa

es la que define cuales son las causas que originan el problema, así como los componentes de dichas causas.

- Proponer ideas de solución para cada una de las posibles causas del problema, considerando la estratificación previamente realizada.
- Proponer soluciones al problema, considerando el análisis hecho en las cuatro etapas anteriores (p.120).

En la Figura 11. Diagrama Ishikawa, se muestra la estructura del diagrama Ishikawa.

**Figura 11. Diagrama Ishikawa**



Nota: Introducción a la Ingeniería Industrial.

### 5 porqués

Los 5 porqués se define como “una técnica de preguntas usada para el análisis de problemas, que busca identificar las causas más probables que los han ocasionado y se hace al menos cinco veces la pregunta ¿por qué? a cinco diferentes niveles” (Izar, 2016, p.258).

Para realizar este análisis, se indica que “mediante una lluvia de ideas se listan las causas más probables del problema bajo análisis, y se plantea la pregunta ¿por qué? al menos cinco veces” (Izar, 2016, p.258).

### Matriz AMFE

Gallarà y Pontelli (2020) comentan que el análisis de los modos de fallas y sus efectos “es una técnica participativa que se aplica para identificar los probables problemas de un sistema, determinar sus posibles causas y evaluar el impacto que estos tendrán si llegaran a ocurrir” (p.158).

Los autores anteriores mencionan que:

El desarrollo del AMFE se basa en la valoración del riesgo de un ítem dado a través del producto de tres factores: la probabilidad de que la falla se manifieste, la gravedad de las consecuencias que produce si aparece y la capacidad de que sea detectada a tiempo. Gallará y Pontelli, 2020, p.157).

En la Figura 12. Índice de prioridad de riesgo, se muestra el valor llama Índice de Prioridad de Riesgo, IPR:

### Figura 12. Índice de prioridad de riesgo

$$IPR = P \times G \times D$$

Nota: Mantenimiento Industrial.

Gallará y Pontelli (2020) indican que:

El método se divide conceptualmente en tres partes: análisis, control y acción correctiva. La valoración de la probabilidad está ligada a la posibilidad que la causa que genera el modo de falla se manifieste, en tanto que la valoración de la gravedad se refiere al impacto producido por el modo de falla y con la valoración del grado de control se pretende expresar la eficacia de la detección la falla (p.159).

En la Figura 13. Plantilla AMFE, se muestra un esquema de planilla AMFE, la cual se evalúa en una escala de cinco puntos.

### Figura 13. Matriz AMFE

	Análisis				Control		Correcciones	
	Modos de falla	Causa	Probabilidad (P)	Efecto	Gravedad (G)	Controles	Grado de Control (D)	Acciones de mejora
Descripción de la función del elemento	1. Función no se ejecuta 2. Función ejecutada parcialmente 3. Función ejecutada irregularmente 4. Función disminuida 5. Función sobre desarrollada	Descripción de las causas probables de cada modo de falla	Valoración de la probabilidad en función de la frecuencia	Descripción de los efectos de los modos de fallas	Valoración de la gravedad de los efectos	Descripción de los métodos de control actuales	Valoración del grado de control y de la capacidad de detección	Acciones de mejora propuestas para cada modo de falla en función de la valoración IPR

Nota: Mantenimiento Industrial.

Por su parte, en la Figura 14. Ponderación de probabilidad, se muestra los valores que se deben asignar según la probabilidad de ocurrencia (P).

**Figura 14. Ponderación de probabilidad**

Probabilidad de ocurrencia	P	Frecuencia (reciproca de hs.)	Descripción
Muy alta	5	> 1/10	Frecuencia demasiado alta, una falla o mas por turno de 8 hs.
Alta	4	De 1/1000 a 1/10	1 falla entre un turno de 8 hs. y 40 días de 24 hs.
Moderada	3	De 1/4500 a 1/ 1000	Aprox. 1 falla entre 40 días y 6 meses
Baja	2	De 1/9000 a 1/4500	Aprox. 1 falla entre 6 meses y 1 año
Muy baja	1	<1 / 9000	1 falla después de 1 año

Nota: Mantenimiento Industrial.

En la Figura 15. Ponderación de Gravedad, se muestran los valores para la gravedad del efecto (G).

**Figura 15. Ponderación de gravedad**

Gravedad del efecto	G	Descripción
Muy Crítico	4	<u>La falla afecta a:</u> la producción bloqueando el flujo productivo y parando la planta, la calidad con defectos que atentan contra la seguridad del cliente, la seguridad laboral con riesgos de muerte o lesiones graves al operario o terceros, al ambiente con contaminación severa. Una vez producida la falla, sus efectos no tienen atenuantes ni alternativas de contención.
Crítico	3	<u>La falla afecta a:</u> la producción reduciendo el flujo productivo, a la calidad generando defectos que irritan al cliente, a la seguridad exponiendo al operario y a terceros a lesiones permanentes, al ambiente con contaminación seria. Una vez ocurrida su efecto puede ser controlado o hay alternativas para minimizar el impacto
Importante	2	<u>La falla afecta a:</u> la producción pero se mantiene el flujo productivo, a la calidad generando rechazos definitivos, a la seguridad exponiendo al operario o a terceros a lesiones temporales o al ambiente generando contaminación leve. Una vez ocurrida al falla tiene un impacto de menor significación.
Secundario	1	<u>La falla afecta a:</u> la producción ocasionando demoras en el flujo productivo, a la calidad generando recirculación, a la seguridad exponiendo al operario a molestias que dificultan su desempeño o al ambiente con contaminación de poca significación.

Nota: Mantenimiento Industrial.

En la Figura 16. Ponderación de Detección, se muestra los valores por asignar según para la capacidad de detección (D).

**Figura 16. Ponderación de Detección**

Detección	D	Descripción
Remota	5	Es casi imposible la detección de la falla con los métodos actuales.
Escasa	4	La falla se detecta mediante el desarme del equipo o puede ocurrir en lugares de difícil acceso o el método de control no es confiable.
Probable	3	El método de control requiere de permanente inspección y no es lo suficientemente confiable.
Moderada	2	El método de inspección puede detectar la falla cuando se produce y es confiable.
Segura	1	El método de control es muy confiable, detectará seguramente la falla con anticipación a su aparición.

Nota: Mantenimiento Industrial.

### **Herramientas para la Propuesta**

Este apartado muestra las herramientas que se utilizarán para la propuesta en el desarrollo del proyecto.

#### **Rediseño de procesos**

Según el autor García (2014), el rediseño de procesos se define como la “revisión fundamental y el rediseño radical de todo o alguno de sus procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez” (p.280).

El rediseño de procesos puede ser, según García (2014):

- De producción, que es toda actividad que se realiza con un producto hasta que se entrega a un cliente consumidor del mismo.
- De la empresa, que son todos aquellos procesos de servicios y los que respaldan a los de producción, Un proceso de la empresa consiste en un grupo de actividades relacionadas entre sí que emplean sus recursos para dar resultados satisfactorios en apoyo de sus objetivos (p.276).

#### **Programación de mantenimiento**

La programación de mantenimiento se define como:

Un conjunto de tareas necesarias para conservar en óptimas condiciones los activos de una empresa. La programación consiste en ordenar las actividades de acuerdo con la urgencia de cada una y del tipo de equipo o maquinaria de que se dispone. Esta programación puede ser diaria, semanal, quincenal y mensual. (Medrano, González, Díaz 2017, p.31).

Según el Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (2007), los pasos para realizar la programación del mantenimiento son:

1. Determinar del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento.
2. Determinar del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
3. Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
4. Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir.
5. Determinar los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento.
6. Señalizar áreas de trabajo y áreas de almacenamiento.
7. Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén.
8. Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
9. Planos, diagramas, información técnica de equipos. (p.18)

## **Confiabilidad**

El autor Castañeda (2019) define cuatro etapas de las cuales está compuesta la ruta para el mejoramiento de la confiabilidad y las cero fallas, las cuales son:

- **Planeación:** Su objetivo principal es definir un sistema de colecta de información que facilite el cálculo de los indicadores de pérdidas. Igualmente, permite alinear y priorizar el despliegue de la confiabilidad en función del impacto de cada máquina en la cadena de valor. Durante esta etapa se abordan los indicadores como: disponibilidad, OEE, rendimiento, MTBF y MTTR (su construcción y análisis).
- **Eliminación de fallas crónicas:** Consiste en recuperar el estado de desgaste de la máquina a través de la introducción de rutinas de limpieza, lubricación e inspección y objetivos del mantenimiento autónomo. Esta es una técnica de mantenimiento conocida también como mantenimiento de primer nivel o mantenimiento realizado por el personal de producción, que fue introducida en el TPM. Su despliegue es fundamental en la construcción de equipos autónomos y en

la promoción del mejoramiento continuo. Durante esta etapa se aborda el origen del TPM y del mantenimiento autónomo, así como sus objetivos y paso a paso.

- **Eliminación de fallas críticas:** Se trata de desplegar el análisis de causa raíz de manera sistemática en el proceso. Toda falla, iniciando por los eventos críticos, debe ser analizada, identificando su causa raíz y definiendo las contramedidas adecuadas que aseguren su no repetición. Este proceso es conocido como mantenimiento correctivo, y su importancia consiste en desarrollar las habilidades de observación y análisis del personal que lo conduzcan a un mejor entendimiento de la máquina y sus funciones. Durante esta etapa se aborda paso por paso el método de análisis de causa raíz.
- **Alargue de la vida útil:** Por último, el desarrollo de la prevención consiste en identificar los puntos débiles de la máquina con el fin de definir acciones eficaces y realizables que permitan eliminar o prevenir la ocurrencia de un evento futuro. Este es el objetivo del RCM y de su principal herramienta: el análisis de modos de fallas y efectos (AMFE). (p.21)

### **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El autor Castañeda (2019) indica que “es un programa de mejoramiento permanente de los recursos de producción que permite alcanzar la eficiencia máxima de los equipos, restablecer su estado óptimo de trabajo y entender y anticipar sus fallas” (p.74).

#### **Objetivo del Mantenimiento Productivo Total.**

El objetivo del TPM es:

Asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en perfectas condiciones y que continuamente produzca componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. El lean manufacturing exige que cada máquina esté lista para empezar a trabajar en cualquier momento en respuesta a los requerimientos de los clientes. (Rajadell y Sánchez, 2010, p.139-140)

Según Gallará y Pontelli (2020), las actividades necesarias para la elaboración del TPM se divide en ocho pilares, los cuales son:

- Mejoras orientadas
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planificado.
- Capacitación y Formación
- Gestión temprana de los equipos
- Mantenimiento de la calidad
- Actividades de departamentos administrativos y de apoyos.
- Gestión de seguridad y entorno (p.175).

### **Las grandes pérdidas**

Rajadell y Sánchez (2010) mencionan que la mejora de la efectividad se obtiene eliminando las “Seis Grandes Pérdidas” que interfieren con la operación, las cuales son:

- Pérdidas por averías.
- Pérdidas por preparación y ajuste.
- Pérdidas por paradas menores y tiempos muertos.
- Pérdidas por micro paradas o velocidad reducida.
- Pérdidas por defectos de calidad y repetición de trabajos.
- Pérdidas por puesta en marcha (p.146-147).

### **Metodología 5S**

Según el Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica (2019), la metodología 5S tiene como objetivo “reducir el tiempo de inactividad de la producción y maximizar la eficiencia al eliminar el desperdicio que resulta de un área de trabajo mal organizada. De esta manera, mejorar la calidad y reduce el tiempo de producción y costos” (p.248).

Así pues, la implementación esta metodología consiste en cinco premisas que en japonés comienzan con la letra “S”, en las que se resume los principios básicos.

- Seiri: Clasificar.  
Se inicia en las áreas de trabajo y administrativas al retirar los elementos innecesarios para la operación. Estos artículos se colocan en un lugar de almacenamiento transitorio en donde a su vez se seleccionan los que son utilizables para otra operación y se desechan o descartan los que se consideran

inútiles, de esta forma se liberan espacios u se eliminan herramientas obsoletas.

- **Seiton: Ordenar.**  
 “Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”. A los elementos que no se retiraron y que se consideran necesarios se les asigna un lugar delimitado de almacenamiento, visualización y utilización. Para ello, se pintan líneas de señalización de áreas con líneas, siluetas, se ponen etiquetas, letreros o se utilizan muebles, modulares, estantes, etc. Ordenar de esta manera resulta grandes beneficios, tanto para el trabajador como para la organización.
- **Seiso: Limpiar.**  
 La limpieza sistematizada, como parte del trabajo diario, permite a su vez, la inspección y la identificación de problemas de averías, desgastes, escapes o cualquier tipo de defecto, además de que da un mantenimiento regular que hace más seguro el ambiente de trabajo al disminuir los riesgos que causa la suciedad y se pueden tomar acciones concretas que reduzcan o eliminen las causas primarias de contaminación.
- **Seiketsu: Estandarizar.**  
 Consiste en mantener los estados de limpieza y organización al utilizar los pasos anteriores. Esta etapa se puede decir que es la etapa de aplicación. Con estandarizar mantendremos permanentemente un entorno productivo e impecable.
- **Shukan: Disciplina.**  
 En esta etapa se enfatiza que todos los pasos anteriores se cumplan y que no se rompan los procedimientos al aplicarlos (Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica, 2019, p.248).

### **Herramientas para el Control de la Propuesta**

El presente apartado muestra las herramientas que se utilizarán en el desarrollo del proyecto para el control de la propuesta.

#### **Hoja de verificación o de chequeo**

Según el Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica (2019) “es un formato generalmente impreso utilizado para recolectar datos por medio de la observación de una situación o proceso en específico” (p.202).

A continuación, se muestra en la Figura 17. Hoja de verificación, un ejemplo de una hoja de verificación.

**Figura 17. Hoja de verificación**

<b>Proyecto/Proceso/Situación</b>								
<b>Nombre de observador</b>								
<b>Localización</b>								
<b>Fecha</b>								

Evento/ Producto/ Defectos	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5	Categoría 6	Categoría 7	Total defecto
Defecto 1								
Defecto 2								
Defecto 3								
Defecto 4								
Defecto 5								
Defecto 6								
Defecto 7								
Defecto 8								
Defecto 9								
<b>Total</b>								

Nota: Productividad y Desarrollo.

El Instituto Guatemalteco de Educación (2019) menciona que para la aplicación de una hoja de verificación se deben seguir los siguientes pasos:

1. Planear y establecer el contexto, decidir: ¿Qué? ¿Por qué? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cómo? ¿Cuánto?
2. Crear el formato de la hoja de acuerdo con las preguntas realizadas.
3. Recolectar los datos según lo definido en el paso 1. (p.204)

### Diagrama de Gantt

Se define como “una herramienta gráfica que muestra los tiempos dedicados a diferentes actividades durante un determinado tiempo total, por lo cual debe ser documentado, comunicado y actualizado de manera semanal para verificar que se esté cumpliendo con lo establecido” (Socconini, 2020, p.36).

Según el autor Monsalve (2019), los pasos para la construcción de un diagrama Gantt son:

1. Dibujar los ejes horizontales y verticales
2. Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.

3. Dibujar líneas o bloques correspondientes a las tareas o actividades que no precededoras.
4. Dibujar los bloques correspondientes a las tareas o actividades que ya fueron introducidas en el programa, las que continúan con el proceso hasta diagramar todas las actividades.
5. Determinar a duración total del programa o proyecto (p.116).

En la Figura 18. Diagrama Gantt, se muestra un ejemplo de este diagrama.

**Figura 18. Diagrama de Gantt**

	Duración	Inicio	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Definir</b>	<b>13</b>	<b>06/01/2021</b>	<b>19/01/2021</b>																	
Definir el proyecto y desarrollo de la carta de proyecto	7	06/01/2021	13/01/2021																	
Definir el proceso y los criterios de evaluación del problema	3	13/01/2021	16/01/2021																	
Formación del equipo	2	16/01/2021	18/01/2021																	
Aprobación del proyecto	1	18/01/2021	19/01/2021																	
<b>Medir</b>	<b>16</b>	<b>18/01/2021</b>	<b>03/02/2021</b>																	
Mapear el proceso	2	18/01/2021	20/01/2021																	
Analizar los sistemas de medición	2	20/01/2021	22/01/2021																	
Medir el desempeño del proceso	2	22/01/2021	24/01/2021																	
Definir la línea base	10	24/01/2021	03/02/2021																	
Revisar y actualizar estatus del proyecto	0	03/02/2021	03/02/2021																	
<b>Analizar</b>	<b>28</b>	<b>03/02/2021</b>	<b>03/03/2021</b>																	
Analizar los factores que limitan la productividad	8	03/02/2021	11/02/2021																	
Determinar las variables clave del proceso	10	11/02/2021	21/02/2021																	
Determinar los modos y efectos de fallos	10	21/02/2021	03/03/2021																	
Revisar y actualizar el estatus del proyecto	0	03/03/2021	03/03/2021																	
<b>Mejorar</b>	<b>25</b>	<b>03/03/2021</b>	<b>28/03/2021</b>																	
Determinar las mejoras a implementar	10	03/03/2021	13/03/2021																	
Estimar los beneficios para el proceso mejorado	5	13/03/2021	18/03/2021																	
Determinar y ajustar los modos de fallos	5	18/03/2021	23/03/2021																	
Implementar y verificar los cambios al proceso	5	23/03/2021	28/03/2021																	
Revisar y actualizar el estatus del proyecto	0	28/03/2021	28/03/2021																	
<b>Controlar</b>	<b>17</b>	<b>28/03/2021</b>	<b>14/04/2021</b>																	
Implementar acciones de control	9	28/03/2021	06/04/2021																	
Implementar plan control con el dueño del proceso	2	06/04/2021	08/04/2021																	
Implementar plan de análisis mensual de logros	5	08/04/2021	13/04/2021																	
Documentar las lecciones aprendidas	1	13/04/2021	14/04/2021																	
Finalización formal del proyecto	0	14/04/2021	14/04/2021																	

Nota: Lean Six Sigma Green Belt.

### Análisis Costo-Beneficio

Según Van y Wachowicz (2010), el costo-beneficio o índice de rentabilidad (IR) es “la razón entre el valor presente neto de los flujos de efectivo netos futuros de un proyecto y su flujo de salida inicial” (p.329).

El costo-beneficio se calcula con la fórmula que se muestra en la Figura 19. Costo-Beneficio.

**Figura 19. Costo-Beneficio**

$$IR = \left[ \frac{FE_1}{(1+k)^1} + \frac{FE_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FE_n}{(1+k)^n} \right] / FSI$$

Nota: Fundamentos de administración financiera.

Donde:

FE= valor presente de los flujos de efectivo

FSI= flujo de salida inicial

k= tasa de rendimiento requerida

Van y Wachowicz (2010) mencionan que:

Siempre que el índice de rentabilidad sea 1.00 o mayor, la inversión propuesta es aceptable. Para cualquier proyecto dado, los métodos de valor presente neto y de índice de rentabilidad dan las mismas indicaciones de aceptación o rechazo. (Un índice de rentabilidad mayor que 1.00 implica que el valor presente de un proyecto es mayor que su flujo de salida inicial que, a la vez, implica que el valor presente neto es mayor que cero). Sin embargo, con frecuencia se prefiere el método de valor presente neto sobre el de índice de rentabilidad. La razón para esto es que el valor presente neto indica si es conveniente aceptar o no un proyecto (p.330).

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo describe todas las técnicas, procedimientos, fuentes de información, métodos de análisis y el proceso que implica la recolección de datos en el desarrollo del proyecto, es importante ya que relaciona la justificación de la información desarrollada con la metodología utilizada.

### Enfoque

Existen tres tipos de enfoques, los cuales se definen como:

#### **Enfoque cuantitativo**

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se define como:

Un conjunto de procesos secuenciales y probatorios. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (p. 4)

#### **Enfoque cualitativo**

Hernández, Fernández, y Baptista (2014) lo definen como:

Una guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su

interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio. (p. 7).

### **Enfoque mixto**

Se define enfoque mixto como “un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 532).

Hernández, Fernández, y Baptista (2014) agregan:

Logra una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, ayuda a formular el planteamiento del problema con mayor claridad, produce datos más “ricos” y variados, potencia la creatividad teórica, apoya con mayor solidez las inferencias científicas y permite una mejor “exploración y explotación” de los datos. (p 580)

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que utiliza un análisis estadístico, recopilando y analizando los datos para afinar la investigación.

### **Alcance**

Existen una clasificación de alcances de investigación, los cuales definen los límites que se tendrán en el proyecto, tales como:

#### **Exploratorios**

Este tipo de alcance “se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 91).

#### **Correlacionales**

El tipo de alcance correlacional “asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 93).

#### **Explicativos**

Este tipo de alcance “pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 95).

## **Descriptivos**

El alcance descriptivo “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 92).

El alcance de esta investigación es explicativo debido a que “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 95).

## **Diseño**

Hernández, Fernández, y Baptista (2014) indican que el diseño es un “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (p.128), el cual se divide en dos tipos:

### **Diseños experimentales**

Se puede definir los diseños experimentales como la “situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p.130).

### **Diseños no experimentales**

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014) se trata de:

La investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. (p.152)

Los diseños no experimentales se dividen en:

#### **Diseños transeccionales.**

Este tipo de diseño “recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p.154).

A su vez, los diseños transeccionales se dividen en:

***Diseños transeccionales exploratorios.***

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), con este tipo de diseño “es comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables, una comunidad, un contexto, un evento, una situación” (p.155).

***Diseños transeccionales descriptivos.***

El diseño transeccional descriptivo, según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), “indaga la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivos” (p.155).

***Diseños transeccionales correlacionales-causales.***

Se describe este diseño como “las relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales, o en función de la relación causa-efecto (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p.158).

***Diseños longitudinales.***

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014) son “estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos” (p.159).

Este tipo de diseños se dividen en:

***Diseños longitudinales de tendencia.***

Este tipo de diseño “son aquellos que analizan cambios al paso del tiempo en categorías, conceptos, variables o sus relaciones de alguna población en general. Su característica distintiva es que la atención se centra en la población o universo” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p.160).

***Diseños longitudinales de evolución de grupo.***

El diseño longitudinal de evolución de grupo, según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), “examina cambios a través del tiempo en subpoblaciones o grupos específicos. Su atención son las cohortes o grupos de individuos vinculados de alguna manera o identificados por

una característica común, generalmente la edad o la época o la región geográfica” (p.160).

### ***Diseños longitudinales panel.***

Se define como “toda una población o grupo seguido a través del tiempo” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p.161).

El diseño de esta investigación es de tipo no experimental ya que no se ejerce control ni manipulación sobre las variables por estudiar, sino que se observa de manera no intrusiva intentando extraer explicaciones de cierta validez con el fin de obtener los resultados requeridos.

### **Variables**

En la Tabla 1. Variables, se muestran las variables de estudio con su respectiva definición, los objetivos de la investigación, el criterio de medición y las herramientas de recolección de datos que se utilizan en el presente proyecto.

Tabla 1. Variables

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operacional</b>	<b>Instrumental</b>
Describir los procedimientos actuales que realiza la Sección de Mantenimiento Automotor.	Procesos de mantenimiento	“Son técnicas destinadas a conservar equipos en servicio durante el mayor tiempo posible” (García, 2013)	Procesos cumplidos / total de procesos	Registros de mantenimiento Manuales
Medir las consecuencias que inciden en la falta de planificación y control en la gestión de mantenimiento automotor.	Consecuencias	“Hecho o acontecimiento que se sigue o resulta de otro” (Real Academia Española, 2022).	Errores en el proceso / Total de actividades en el proceso	Registros de mantenimiento Manuales
Analizar las principales causas que generan problemas en los procesos de la Sección.	Causas	Aquello que se considera como fundamento u origen de algo (Real Academia Española, 2022).	Causa identificada / Total de causas	Manuales Registros
Elaborar el rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento automotor de la Municipalidad de San José.	Alternativas de rediseño	Cada una de las cosas entre las cuales se opta (Real Academia Española, 2022).	Avances actuales / Avances totales	Registros
Determinar los indicadores de control para el rediseño de los procesos en la gestión de mantenimiento.	Indicadores de control	“Medida de verificación de eficiencia, efectividad y de la productividad, como expresión de la capacidad de optimización de recursos y cumplimientos” (Acevedo, 2019)	Indicadores cumplidos / Indicadores propuestos	Registros

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Muestra

En la Tabla 2. Muestra, se presenta el tipo de muestra utilizada en el proyecto.

Tabla 2. Muestra

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Procesos cumplidos / total de procesos	Poblacional de enero a junio 2023	Procesos	Poblacional de enero a junio 2023
Errores en el proceso / Total de actividades en el proceso	Poblacional de enero a junio 2023	Errores	Poblacional de enero a junio 2023
Causa identificada / Total de causas	Poblacional de enero a junio 2023	Causas	Poblacional de enero a junio 2023
Avances actuales / Avances totales	Poblacional de enero a junio 2023	Avances	Poblacional de enero a junio 2023
Indicadores cumplidos / Indicadores propuestos	Poblacional de enero a junio 2023	Indicadores	Poblacional de enero a junio 2023

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Instrumentos

A continuación, en la Tabla 3. Instrumentos, se presentan los instrumentos.

Tabla 3. Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos
Procesos cumplidos / total de procesos	Entrevista Diagrama de flujo	Manuales Recursos Informáticos
Errores en el proceso / Total de actividades en el proceso	Diagrama Pareto	Recursos Informáticos
Causa identificada / Total de causas	Diagrama Ishikawa	Manuales Recursos Informáticos
Indicadores de mantenimiento	Diagrama Gantt Hoja de verificación	Recursos Informáticos
Indicadores cumplidos / Indicadores propuestos	Matriz de indicadores	Recursos Informáticos

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Recolección De Datos

En la Tabla 4. Recolección de Datos, se muestran los métodos de recolección de datos presentes en el proyecto.

Tabla 4. Recolección de Datos

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados
Procesos cumplidos / total de procesos	Manuales Jefatura de la Sección Registros	Solicitar reunión con la Jefatura de la sección para conocer la secuencia de cada proceso.  Revisar los registros de mantenimientos actuales para el análisis de datos.	Definir cuáles son los procesos de gestión de mantenimiento que se realizan en la institución.
Errores en el proceso / Total de actividades en el proceso	Manuales Registros	Realizar una entrevista al personal encargado del mantenimiento.  Analizar los registros para conocer los procesos de mantenimiento de ese momento.	Comprobar qué consecuencias inciden en la falta de planificación y control
Causa identificada / Total de causas	Manuales Jefatura de la Sección Registros	Revisar los registros de mantenimientos para el análisis de datos.  Lluvia de ideas de posibles causas, mediante reuniones con el personal de la sección.  Identificar las causas en el proceso.  Analizar las causas mediante las herramientas adecuadas.	Identificar la causa raíz del problema
Avances actuales / Avances totales	Manuales Jefatura de la Sección Registros	Revisión semanal de procesos propuestos, para ver la efectividad que ha logrado obtener la institución	Conocer la eficiencia del proceso.
Indicadores cumplidos / Indicadores propuestos	Manuales Registros	Registro diario de mantenimientos en los manuales y registros por parte del personal de la sección.  Obtención de datos.  Verificar información por medio de estadísticas.	Analizar los procesos rediseñados, tomando en cuenta indicadores de efectividad

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Método de Análisis

A continuación, en la Tabla 5. Método de análisis, se muestran los métodos de análisis que se utilizan en el presente proyecto.

Tabla 5. Método de análisis

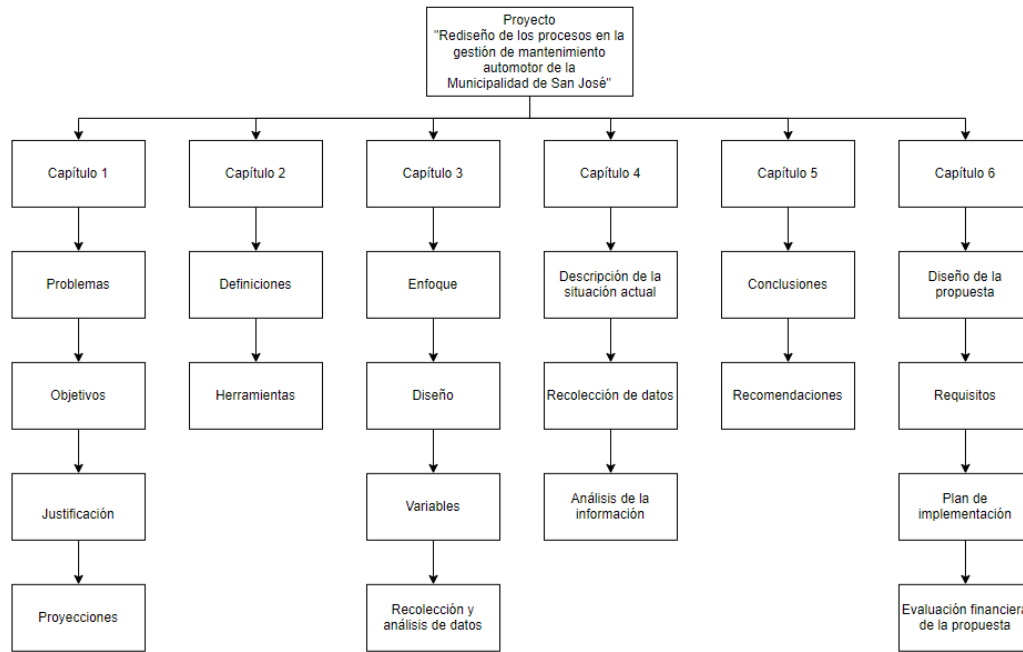
Indicador	Análisis por realizar	Programa	Uso
Procesos cumplidos / total de procesos	Diagrama de flujo	Microsoft Excel	Análisis de los procesos para una mejor comprensión de estos y una identificación de los potenciales de mejora.
Errores en el proceso / Total de actividades en el proceso	Obtener la dispersión de los datos	Microsoft Excel Microsoft Word	Identificar las consecuencias en las que centrarse primero en el proceso.
Causa identificada / Total de causas	Definir la tendencia de las causas Diagrama Ishikawa	Microsoft Excel	Identificar las causas que afectan los procesos de mantenimiento.
Avances actuales / Avances totales	Diagrama Gantt Hoja de verificación	Microsoft Excel Microsoft Word	Realizar un seguimiento de los procesos.
Indicadores cumplidos / Indicadores propuestos	Matriz de indicadores	Microsoft Excel	Definir los medios que permiten verificar los resultados.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Cronograma

A continuación, se muestra en la Figura 20. WBS el desglose y el contenido de cada uno de los capítulos por desarrollar en el presente proyecto.

**Figura 20. WBS**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Figura 21. Diagrama Gantt, se muestra cada una de las tareas y su respectiva duración en el presente proyecto.

**Figura 21. Diagrama Gantt**

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Taller Int. Graduación: Capítulo 1 al 3</b>	█	█	█	█	█																											
Estructura y formato	█																															
Planteamiento del problema y objetivos	█	█																														
Capítulo I			█																													
Capítulo II				█																												
Capítulo III					█																											
Correcciones						█																										
<b>Matricula TESIS DE GRADUACION</b>							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
<b>Capítulo 4</b>																																
Descripción de la situación actual											█	█	█	█	█	█																
Análisis de la situación actual												█	█	█	█	█																
Evaluación de alternativas de solución																█																
<b>Capítulo 5</b>																																
Conclusiones																█																
Recomendaciones																█																
<b>Capítulo 6</b>																																
Diseño de propuesta																	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Plan de implementación																																
Costa de inversión																																
Evaluación económica																																
Revisión Tutor																																
Revisión Filólogo																																
Entrega																																
Defensa																																

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se tomará en cuenta la situación actual de la Sección de Mantenimiento Automotor, considerando los procesos en la gestión de mantenimiento que se realizan en ella, y así tener una visión más clara de la situación por la cual está pasando la entidad.

La sección brinda el soporte netamente de mantenimiento a toda la flota automotor de la institución, la flota total de la Municipalidad de San José consta de 517 equipos, los cuales se dividen en 129 equipos pesados, 126 equipos livianos, 160 motocicletas y 102 microbuses, se cuenta con el personal técnico y el equipo requerido para realizar reparaciones mecánicas relacionadas con: sistemas hidráulicos, suspensión, motor, sistema de frenos, sistemas de enfriamiento, chequeo y reparación de sistemas eléctricos, entre otros.

Con el fin de obtener información sobre las principales características y procedimientos de la gestión de mantenimiento que actualmente realiza la sección, se optó por realizar una encuesta al personal encargado del mantenimiento, que permita recopilar información sobre la percepción y la experiencia de los funcionarios de la Sección de Mantenimiento Automotor de la Municipalidad de San José (ver anexo 1).

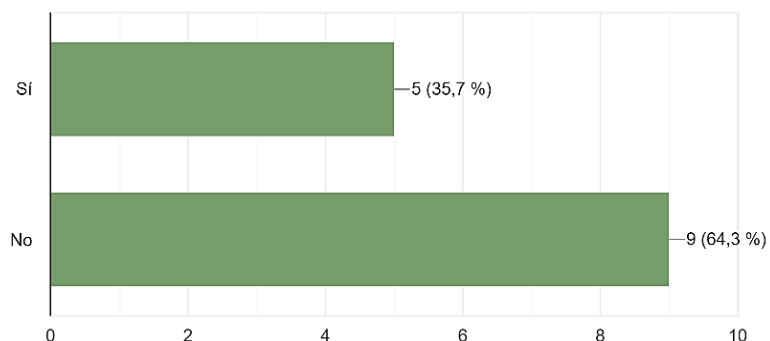
### Análisis de encuesta

A continuación, en la Figura 22. Gráfico Pregunta 1, se muestra la información resultante de la aplicación de la encuesta realizada al personal encargado del mantenimiento.

**Figura 22. Gráfico Pregunta 1**

¿Considera que el personal encargado del mantenimiento está adecuadamente capacitado para realizar sus funciones?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

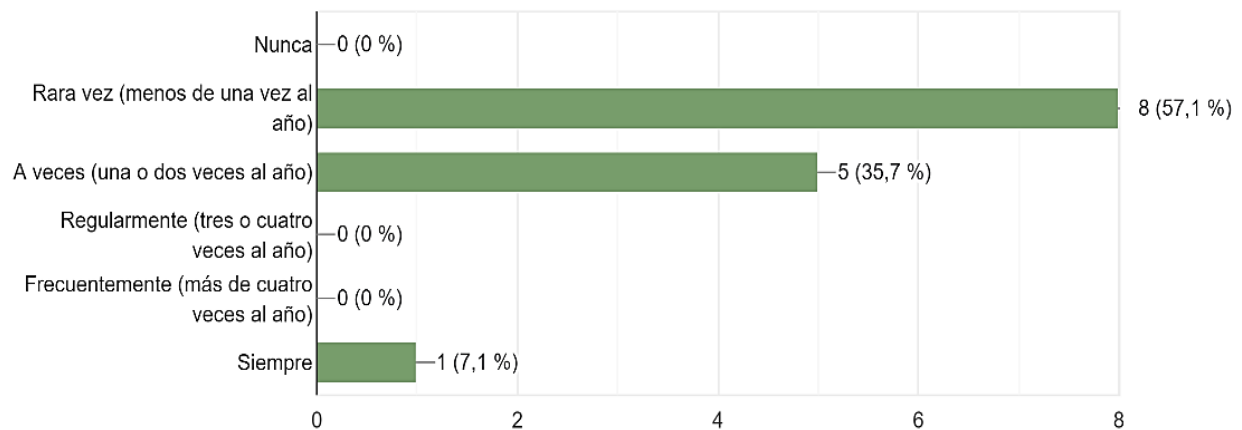
Según la información obtenida, se observa que el 64,3 % considera que el personal carece de la capacitación adecuada, esto se debe a que, de los 20 técnicos de mantenimiento que laboran en la actualidad, solo 10 de ellos reciben las capacitaciones proporcionadas por la institución, por ende, solo algunos de ellos poseen el conocimiento necesario para realizar ciertos trabajos de mantenimiento.

En la Figura 23 Gráfico Pregunta 2, se muestra la información resultante de la aplicación de la encuesta realizada al personal encargado del mantenimiento de la pregunta número 2.

**Figura 23. Gráfico Pregunta 2**

¿Con qué frecuencia se realizan los mantenimientos preventivos programados a las unidades existentes?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

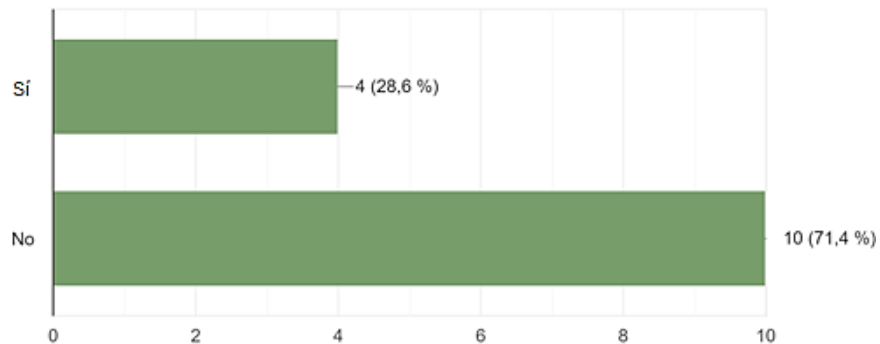
Según los datos recopilados, se observa que el personal considera que los mantenimientos preventivos programados por la sección se realizan con una frecuencia inferior a una vez al año, lo cual representa el 57,1% en la gráfica, además un 35,7% de los encuestados opinan que estos mantenimientos se llevan a cabo de una a dos veces al año. Este dato es importante, ya que indica que los camiones de recolección no están recibiendo el mantenimiento necesario de manera constante, lo que se ha reflejado en fallas correctivas recurrentes y en poca disponibilidad de estas.

En la Figura 24. Gráfico Pregunta 3, se muestra la información resultante de la pregunta número 3, en la cual se indica que en un 71,4 %, la Sección de Mantenimiento Automotor no realiza ningún tipo de seguimiento y control de las actividades que se realizan en el taller.

**Figura 24. Gráfico Pregunta 3**

¿Se realiza un seguimiento y control de las actividades de mantenimiento para asegurar el cumplimiento de los tiempos y los procedimientos establecidos?

14 respuestas



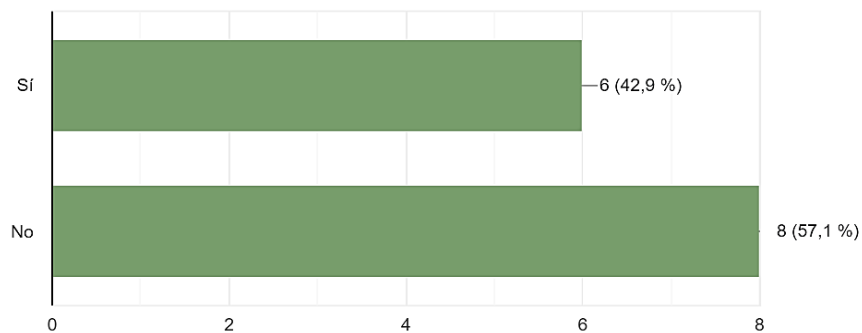
Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

A continuación, en la Figura 25. Gráfico Pregunta 4, se muestra la información resultante de la aplicación de la encuesta realizada al personal encargado del mantenimiento de la pregunta número 4.

**Figura 25. Gráfico Pregunta 4**

¿Se establecen medidas preventivas o correctivas para evitar fallas repetitivas?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

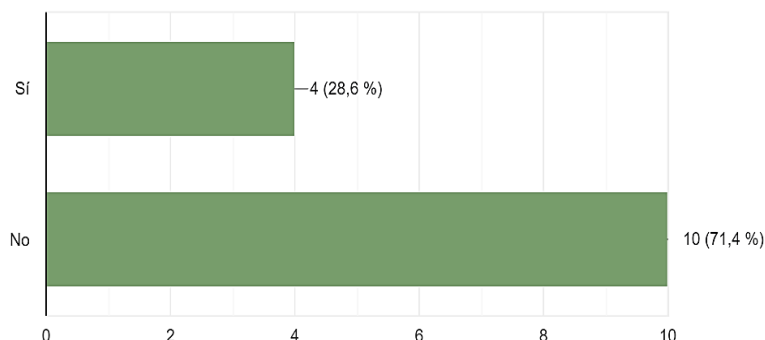
Según la información obtenida, se observa que el 57,1% del personal encuestado no considera que se establezcan medidas preventivas o correctivas para evitar las fallas recurrentes en la flota automotriz, por otro lado, el 42,9% indica que sí se establecen medidas, pero al consultarles sobre cuáles son, no pudieron proporcionar respuestas claras y precisas.

En la Figura 26. Gráfico Pregunta 5 se muestra la información resultante de la aplicación de la encuesta realizada al personal encargado del mantenimiento, pregunta número 5.

**Figura 26. Gráfico Pregunta 5**

¿Existe un plan de mantenimiento preventivo para la flota automotor de la institución?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

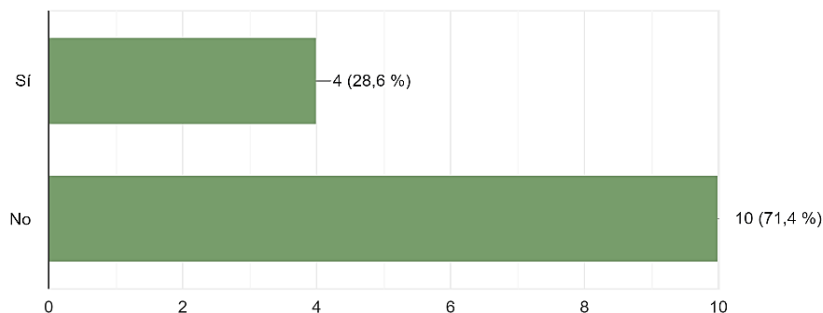
Según los resultados obtenidos, se logra identificar que la sección no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para la flota automotor de la institución, solamente con un programa de mantenimiento donde se indican las actividades por realizar dependiendo del mantenimiento que la unidad requiera, pero no es utilizado por el personal encargado del mantenimiento, ya que indican que requiere actualización o que no tenían conocimiento de su existencia.

Se muestra en la Figura 27. Gráfico Pregunta 6, la información resultante de la pregunta número 6.

**Figura 27. Gráfico Pregunta 6**

¿Cuenta el personal encargado del mantenimiento con los equipos y herramientas adecuadas para realizar las actividades de mantenimiento?

14 respuestas



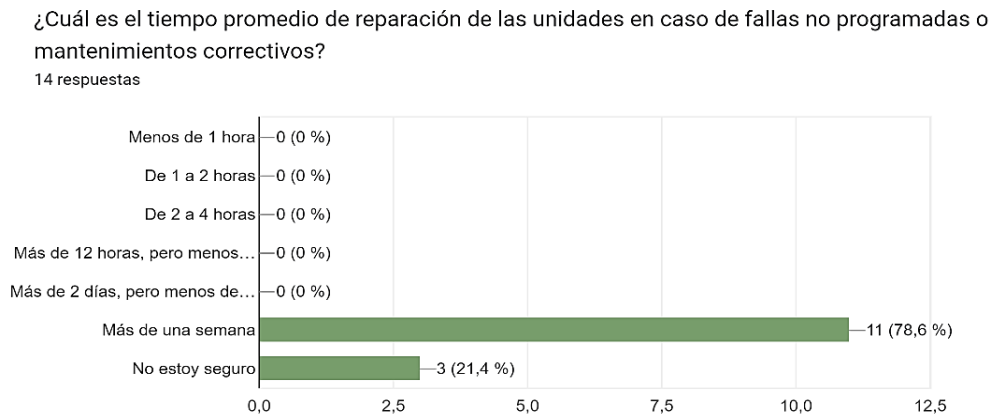
Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Como se muestra en la gráfica anterior, el personal encargado de mantenimiento

considera que no cuenta con los equipos y herramientas necesarios para realizar su trabajo, ya que solamente cuenta con herramientas básicas, algunas de las cuales necesitan ser reemplazadas porque no se encuentran en total buen estado, por lo que se requiere de compra de herramientas necesarias para brindar un mejor servicio.

En la Figura 28. Gráfico Pregunta 7, se muestra la información de la pregunta número 7.

**Figura 28. Gráfico Pregunta 7**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

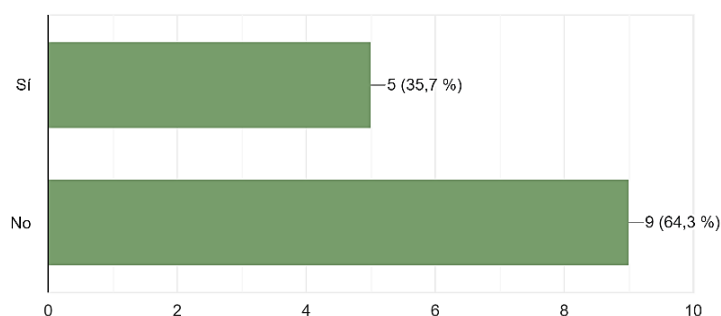
Como se observa, el tiempo promedio de la reparación de las unidades en mantenimientos correctivos es mayor a una semana, lo cual perjudica la disponibilidad de la flota automotor.

A continuación, en la Figura 29. Gráfico Pregunta 8, se muestra la información resultante de la aplicación de la encuesta realizada al personal encargado del mantenimiento de la pregunta número 8.

**Figura 29. Gráfico Pregunta 8**

¿El personal de mantenimiento cuenta con el equipo de protección personal adecuado para realizar su trabajo de manera segura?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Se muestra en la gráfica anterior que el 64,3 % del personal considera que no cuenta con la protección personal adecuada para realizar su trabajo de una manera segura, por otro lado, el 35,7% indica que sí cuenta con la protección personal adecuada.

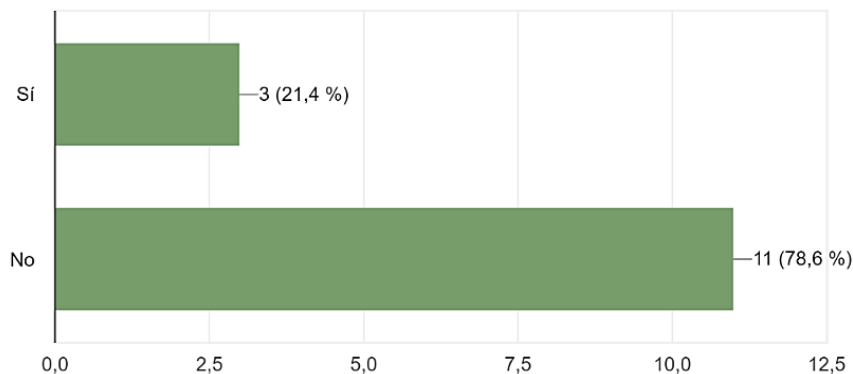
Al consultar sobre esta situación se menciona que la institución no proporciona los elementos necesarios para los 20 técnicos de mantenimiento, sino que solo se facilitan para 10 o menos técnicos en repetidas ocasiones, lo cual pone en peligro la seguridad y bienestar del personal de mantenimiento.

Se muestra en la Figura 30. Gráfico Pregunta 9, la información resultante de la pregunta número 9.

**Figura 30. Gráfico Pregunta 9**

¿La institución cuenta con un presupuesto adecuado para la gestión del mantenimiento?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Según la información obtenida se puede apreciar que la Sección de Mantenimiento Automotor no cuenta con un presupuesto adecuado para la gestión de este, ya que cada dependencia debe destinar un monto a este servicio para cuando las unidades lo requieran.

La sección sugiere que la institución debería evaluar la posibilidad de incrementar el presupuesto asignado, con el fin de administrar un inventario de repuestos que pueda ser utilizado por las diferentes dependencias cuando sea necesario.

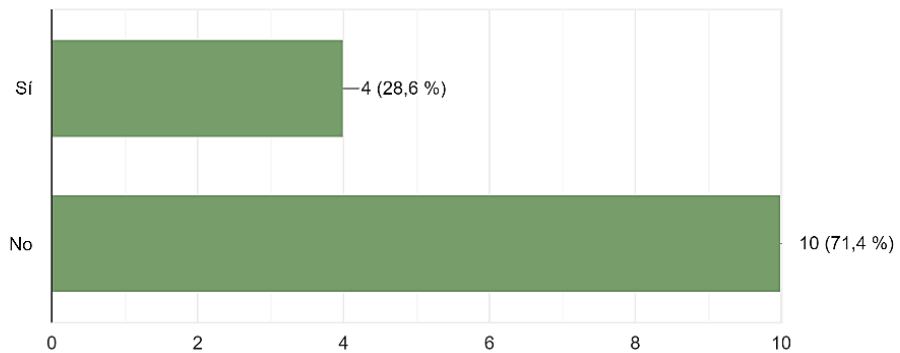
En la Figura 31. Gráfico Pregunta 10, se muestra la información resultante de la aplicación de la encuesta realizada al personal encargado del mantenimiento de la pregunta número 10, y según los resultados obtenidos, se logra identificar que en un 71.4% la sección no

cuenta con una política de mantenimiento establecida y comunicada al personal de la institución.

**Figura 31. Gráfico Pregunta 10**

¿Existe una política de mantenimiento establecida y comunicada a todo el personal de la institución?

14 respuestas



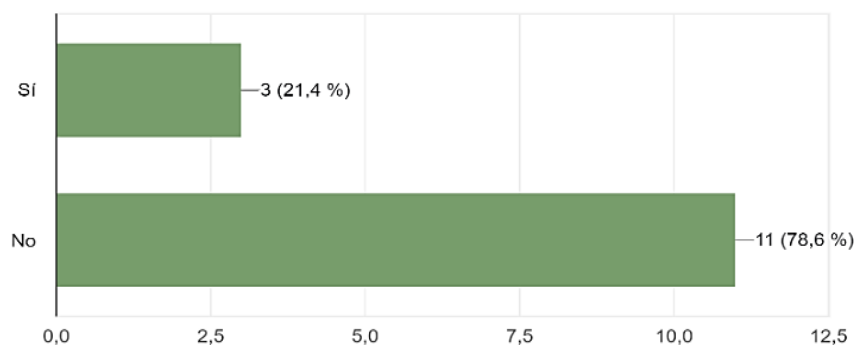
Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Figura 32. Gráfico Pregunta 11, se muestra la información resultante de la pregunta número 11.

**Figura 32. Gráfico Pregunta 11**

¿Posee la sección herramientas informáticas adecuadas para el control y registro de la gestión de mantenimiento?

14 respuestas



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Como se muestra en la Figura 32, la sección presenta una carencia de herramientas informáticas que faciliten el control y registro de toda la gestión de mantenimiento.

### Descripción del Problema

Este apartado se enfoca en describir la situación actual del proyecto.

Para realizar el estudio de la situación actual de la Sección de Mantenimiento Automotor e identificar los problemas, se empezará usando la herramienta de análisis FODA, para lo cual se definirá sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, con el objetivo de evaluar a la sección, y con ello tomar decisiones para realizar las correcciones necesarias al tener conciencia de los factores tanto externos como internos que le afectan.

A continuación, se muestra la Tabla 6. Análisis FODA.

Tabla 6. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Los funcionarios están calificados para poder hacer varios trabajos, en el caso de que un compañero se ausente.	Desarrollo de nuevas tecnologías que permiten la modernización constante.	Inexistencia de estandarización de procedimientos internos.	Mala imagen por afinidad política.
Buen ambiente laboral	Procedimientos de trabajo por escrito.	Falta de capacitación.	Reducción del presupuesto.
Fuerte inversión en maquinaria y equipo.	Equilibrio de responsabilidades.	Deficiencia en el proceso de mantenimiento en cuanto a la planificación, control y seguimiento.	Quejas de funcionarios por ineficiencia del proceso.
Personal abierto al cambio.		No existe un sistema integrado de cómputo.	Comunicación ineficiente entre departamentos.
		No existe un sistema de gestión y aseguramiento de la calidad.	Tiempo de entrega de repuesto tardío.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Recurso humano

La Sección de Mantenimiento Automotor cuenta con 29 funcionarios, los cuales se distribuyen y se presenta la descripción de cada uno de los puestos de trabajo en la Tabla 7. Descripción de puestos de trabajo.

Tabla 7. Descripción de puestos de trabajo

Número de funcionarios	Nombre del puesto	Descripción
1	Encargado de Proceso	Coordinar, supervisar y controlar la ejecución de labores que requieren la aplicación de conocimientos en un campo de acción específico para brindar asistencia a personal de mayor nivel, gestionar equipos de trabajo y desarrollar procesos y actividades relacionadas con la gestión sustantiva y de apoyo de la Municipalidad de San José.
1	Profesional 1	Ejecuta labores profesionales de carácter asistencial en un determinado campo de actividad tendientes al cumplimiento oportuno de los objetivos organizacionales de una Unidad y las expectativas de los usuarios externos.
1	Supervisor	Coordinar, supervisar labores que demandan la aplicación de conocimientos específicos sobre un determinado oficio, así como el manejo de equipos y herramientas.

Número de funcionarios	Nombre del puesto	Descripción
1	Secretaria	Elabora actas, minutas, dictámenes, oficios y cualquier otro tipo de documento requerido por su superior inmediato
1	Técnico Municipal	Ejecución de tareas técnicas de carácter operativo o administrativo, relacionadas con los procesos de apoyo en materia de investigaciones, proyectos, análisis, programas, actividades administrativas y otras labores relacionadas con el campo de actividad, para atender los asuntos que se le presentan.
1	Trabajador Manual	Ejecución de actividades de carácter sencillo y rutinario, orientadas a la prestación de servicios municipales en las que predomina el esfuerzo físico y que requiere la utilización de equipos, herramientas, utensilios y otros.
3	Bodegueros	Recibir, registrar, almacenar, custodiar, alistar y entregar materiales, mercadería, equipo, mobiliario y repuestos según tipo de bodega.
6	Técnicos En Mantenimiento	Ejecución de tareas que implican la preparación, ajuste y conducción de vehículos livianos y pesados para el transporte de personas, materiales y carga diversa.
14	Operarios Especializados	Ejecución de labores que implican un alto grado de dificultad mental o física y requiere conocimientos específicos, adquiridos por estudios que hacen posible que realice sus labores con independencia

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Diagrama de flujo

El diagrama de flujo actual del proceso de mantenimiento automotor indica actividades tales como las de solicitud de servicio, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y la ejecución de mantenimiento, en las actividades de solicitud servicio y ejecución de mantenimiento, según indicaciones del personal de la sección no se realizan actualmente las actividades de “Realizar un diagnóstico preliminar” y “Controlar y verificar resultados de mantenimiento del taller interno y externo del equipo automotor”, estas actividades le corresponden al Supervisor y son de vital importancia para brindar una prestación del servicio de calidad (ver anexo 2).

Para la Municipalidad de San José, a la hora de adquirir cada activo no ha considerado una apropiada gestión y programación del mantenimiento preventivo, lo que se ha reflejado en la gran cantidad de mantenimientos correctivos.

### Descripción del proceso de gestión de mantenimiento actual

La Sección de Mantenimiento Automotor actualmente no cuenta con un plan de mantenimiento para las unidades que posee la institución, al no tener un control y un seguimiento de estas, la Sección deja la responsabilidad del mantenimiento preventivo en manos de cada dependencia, las cuales solamente son informadas por la sección, en su último mantenimiento, de una fecha aproximada de su siguiente mantenimiento.

Además, la sección no cuenta con procesos estandarizados en ninguna de sus áreas, por lo que se realizó visitas en los meses de enero, febrero y marzo y mediante observación se obtuvo el proceso que se lleva a cabo a la hora de ingresar una unidad al mantenimiento correspondiente, el cual es el siguiente:

### **Recepción de la unidad**

1. El responsable del vehículo definido por la dependencia ingresa la unidad al taller y se estaciona en la entrada.
2. Ingresa a la recepción, donde la secretaria lo recibe y pregunta qué tipo de mantenimiento requiere y revisa si dicha dependencia cuenta con el presupuesto necesario.
3. El responsable del vehículo llena la solicitud de servicio de mantenimiento (ver anexo 3).
4. La secretaria le indica el tiempo estimado de mantenimiento requerido y que se le estará informando cuando la unidad esté lista.
5. El supervisor del taller coordina un espacio para estacionar la unidad.
6. Se traslada la unidad al espacio correspondiente.

### **Mantenimiento requerido**

1. El supervisor elabora y traslada pedido (filtros necesarios) al Departamento de Proveeduría institucional por medio del sistema de compras institucional, dicho pedido tiene una duración aproximada de 10 días hábiles, pero depende del proveedor y del pedido, puede durar de 15 días hábiles a 1 mes.
2. El supervisor asigna la solicitud de mantenimiento a un técnico idóneo para que realice el mantenimiento requerido.
3. El técnico abre una orden de trabajo, en la cual indica la hora a la que inicia dicho mantenimiento y lee detenidamente las observaciones que indica. (Ver anexo 4)
4. El técnico realiza el requerimiento de insumos para llevar a cabo el mantenimiento correspondiente. (Ver anexo 5)
5. El técnico conduce el vehículo desde el área de espera hacia una estación de trabajo.
6. El técnico se traslada al área de bodega para solicitar los repuestos que requiere.
7. El técnico se traslada al área de herramientas para solicitar las necesarias. (Ver anexo 6)

8. El técnico se dirige a la estación de trabajo y comienza con la revisión de la unidad ingresada.
9. El técnico realiza el mantenimiento preventivo correspondiente y al concluir realiza un informe de anomalías encontradas.
10. Una vez completado el mantenimiento se lleva el vehículo al área de espera.

### **Entrega del vehículo**

1. El responsable del vehículo definido por la dependencia llega al taller (Recepción), el cual fue notificado por el supervisor para retirar la unidad.
2. Se le indica al encargado sobre los trabajos realizados y si por recomendación del técnico debe volver a ingresar la unidad por alguna falla que se encontró en el proceso del mantenimiento preventivo.
3. Se le brinda una calcomanía en el cual se indica la fecha de su próximo mantenimiento y se le muestra dónde se encuentra su vehículo.

El sistema de control con el que cuenta la sección para las órdenes de mantenimiento es un documento en Excel, el cual se actualiza de forma manual diariamente por algún funcionario designado, con el detalle de que dicha información no es registrada de manera estandarizada ya que no se cuenta con una persona que se encargue de administrar esa base de datos, y como resultado de ello en muchas ocasiones se omite información valiosa como el horómetro de la unidad, o no se registra información importante que podría ser útil para realizar un seguimiento estadístico de la flota automotriz en el futuro.

### **Plan de mantenimiento**

El plan de mantenimiento actual de la flota automotor de la Municipalidad de San José consta de 185 tareas para el mantenimiento preventivo tipo A, 54 tareas para el mantenimiento preventivo tipo B y 91 tareas para el mantenimiento preventivo tipo C, estos tipos de mantenimiento se realizan basados en el horómetro de cada activo, aplicando cada uno a las 250 horas, y aprovechando para realizar las tareas de inspección, engrase y ajustes de los demás sistemas que componen la unidad (ver anexo 7).

La Sección de Mantenimiento Automotor en el año 2022 realizó 3175, de los cuales 2658 fueron mantenimientos correctivos, y en los meses de enero a mayo transcurridos del año 2023 se han presentado 803 mantenimientos, de los cuales 692 han sido mantenimientos correctivos, lo

que contribuye a que la institución presente un mayor gasto y una menor disponibilidad tanto del personal como de la flota automotor.

En la Tabla 8. Órdenes de trabajo, se evidencia la cantidad de órdenes de trabajo que cada dependencia ha tramitado en los años 2022 y 2023 y requirieron de algún tipo de intervención por parte de la sección.

Tabla 8. Órdenes de trabajo

<b>Nombre</b>	<b>Cantidad órdenes 2022</b>	<b>Cantidad órdenes 2023</b>
<b>RECOLECCIÓN</b>	884	188
<b>ASEO DE VÍAS</b>	630	161
<b>POLICÍA</b>	551	124
<b>TRANSPORTES</b>	284	80
<b>MAQUINARIA</b>	243	84
<b>MANT OBRAS</b>	160	0
<b>RED PLUVIAL</b>	159	53
<b>PARQUES</b>	142	40
<b>MEJ BARRIOS</b>	75	23
<b>MANT DE EDIFICIOS</b>	25	50
<b>RECICLAJE</b>	8	0
<b>SERVICIOS AMBIENTALES</b>	6	0
<b>ALMACÉN MUNICIPAL</b>	3	0
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	2	0
<b>ALCALDÍA</b>	1	0
<b>CATASTRO</b>	1	0
<b>COBROS</b>	1	0
<b>Total órdenes de trabajo</b>	<b>3175</b>	<b>803</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 8, se logra identificar que la dependencia de Recolección en el año 2022 es la que presenta mayor recurrencia de fallo en sus activos, principalmente en los camiones de recolección de residuos, ya que, de las 884 órdenes de trabajo de la dependencia, 789 corresponden a los activos de dichos camiones, también se observa que dicha dependencia sigue en el año 2023 con mayor recurrencia de fallo de sus unidades.

Cabe mencionar que la dependencia de Recolección no es la única que posee este tipo de camiones, también dependencias como Aseo de Vías (12 camiones), Policía (3 camiones), Mantenimiento de Edificios (2 camiones) y Parques (6 camiones) poseen camiones de este tipo, pero en menor cantidad por el tipo de funciones que desempeña cada una.

Por lo tanto, para este proyecto se va a tomar como objeto de estudio la flota de camiones recolectores de residuos de la dependencia de Recolección, ya que es la que posee mayor cantidad de estos camiones y son considerados un activo fundamental de la Municipalidad de San José, para brindar el servicio de recolección, traslado y depósito de los residuos urbanos de una forma oportuna y de calidad, tal como lo requieren los ciudadanos del cantón de San José.

La flota de camiones recolectores de residuos está compuesta por 37 camiones (10 recolectores KENWORTH T800 6X4, 9 recolectores IVECO 380AD 410T38H 2017, 5 recolectores IVECO 380AD 4x8 2018, 4 IVECO 380AD 4x8 2019, 5 recolectores IVECO 380DC410G38H 2016, 1 recolector IVECO TRAKKER 6X4 2017, 3 recolectores MACK GU813 2010), los cuales son utilizados para la recolección de residuos del cantón de San José.

De acuerdo con los archivos del taller de la Municipalidad de San José, se muestra en la Tabla 9. Cantidades de Mantenimientos 2022, la cantidad de camiones recolectores de residuos atendidos en el año 2022 por mes.

Tabla 9. Cantidades de Mantenimientos 2022

Camión Recolector	Mes												Total Anual	Abiertos 2021 cerradas en 2022
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<b>KENWORTH T800 6X4</b>	16	10	26	26	33	8	13	16	19	12	7	6	192	23
<b>IVECO 380AD 4x8 2018</b>	13	7	7	14	8	18	11	6	10	4	5	3	106	22
<b>IVECO 380AD 4x8 2019</b>	6	4	11	10	9	10	8	4	10	6	5	2	85	8
<b>IVECO 380AD 410T38H 2017</b>	20	14	31	19	23	26	15	18	16	13	10	5	210	34
<b>IVECO TRAKKER 6X4 2017</b>	2	1	4	3	2	1	1	2	2	2	3	0	23	2
<b>IVECO 380DC410G38H 2016</b>	2	5	5	9	9	9	3	6	2	2	1	3	56	11
<b>MACK GU813 2010</b>	5	3	4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	15	2
<b>Preventivos</b>	1	0	3	20	5	2	3	3	6	8	5	1		47
<b>Correctivos</b>	63	44	85	62	80	70	48	50	53	31	26	18		55
<b>Total</b>	64	44	88	82	85	72	51	53	59	39	31	19	687	102

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Se puede observar en la Tabla 9 que el mantenimiento correctivo en el año 2022 se aplica a la flota automotor en un 92 %, lo cual representa un porcentaje muy alto para la institución, esto se ve reflejado en un mayor gasto y en una menor disponibilidad, ya que cada reparación tiene un promedio de duración de 65 días.

La cantidad de camiones recolectores de residuos atendidos en el año 2023 por mes se

muestra en la Tabla 10. Cantidades de Mantenimientos 2023.

Tabla 10. Cantidades de Mantenimientos 2023

Camión Recolector	Mes					Total Mes
	1	2	3	4	5	
<b>KENWORTH T800 6X4</b>	12	11	7	2	1	33
<b>IVECO 380AD 4x8 2018</b>	9	6	10	7	3	35
<b>IVECO 380AD 4x8 2019</b>	4	2	3	5	4	18
<b>IVECO 380AD 410T38H 2017</b>	15	9	9	10	13	56
<b>IVECO TRAKKER 6X4 2017</b>	0	0	0	0	0	0
<b>IVECO 380DC410G38H 2016</b>	2	4	3	4	0	13
<b>MACK GU813 2010</b>	0	0	0	4	0	4
<b>Preventivos</b>	10	0	1	2	3	16
<b>Correctivos</b>	32	32	31	30	18	143
<b>Total</b>	42	32	32	32	21	159

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Se puede observar que el mantenimiento correctivo en el año 2023 se aplica a la flota automotor en un 90 %, lo cual sigue representando un porcentaje muy alto para la institución.

Dichos mantenimientos comúnmente se dan por fallas repetitivas, como se muestra en la Tabla 11. Fallas de la flota automotor, las fallas de mecánica incluyen los trabajos de embrague, suspensión, válvulas, luces y direcciones.

Tabla 11. Fallas de la flota automotor

Nombre	Cantidad
Trabajos en llantas	300
Mecánica	172
Trabajos chasis	79
Reparaciones varias	52
Trabajos hidráulicos	41
Problemas eléctricos	41
Aceites	34
Filtros	29
Trabajos de frenos	28
Fugas varias	20
Trabajos en motor	17
Trabajos sistema neumático	15
Baterías	9
Trabajos sistema arranque	9

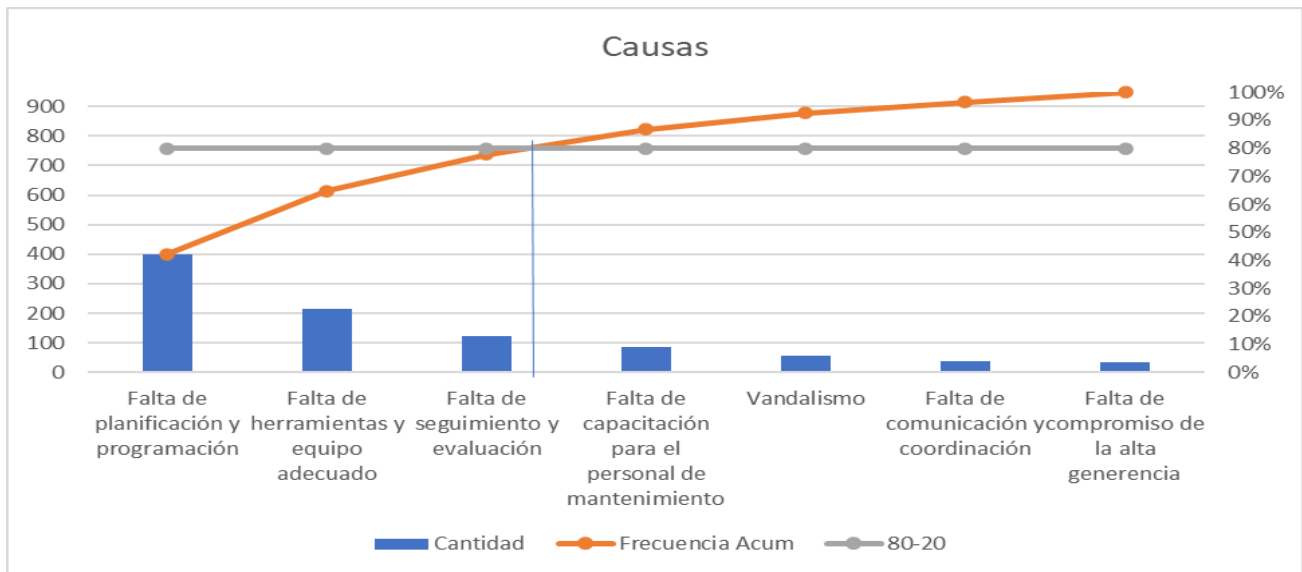
Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Diagrama Pareto

El diagrama Pareto realiza un estudio de las causas del problema, ayudando a establecer las prioridades acerca de cuál es el curso de acción de mayor beneficio para la institución.

A continuación, se muestra la Figura 33. Diagrama Pareto.

**Figura 33. Diagrama Pareto**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Tabla 12. Frecuencia de causas, se muestran las frecuencias de las causas del problema.

**Tabla 12. Frecuencia de causas**

Causas	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Falta de planificación y programación	400	42 %	42 %
Falta de herramientas y equipo adecuado	215	23 %	65 %
Falta de seguimiento y evaluación	122	13 %	78 %
Falta de capacitación para el personal de mantenimiento	86	9 %	87 %
Vandalismo	55	6 %	93 %
Falta de comunicación y coordinación	37	4 %	97 %
Falta de compromiso de la alta gerencia	33	3 %	100 %

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Como se observa en el análisis anterior, la causa principal del problema se muestra en mayor porcentaje en la falta de planificación y programación del mantenimiento preventivo de la

flota automotor, ya que la sección no cuenta con un plan adecuado que identifique las tareas por realizar y el cronograma para los respectivos mantenimientos, actualmente solo deja la responsabilidad a las dependencias, y estas no llevan frecuentemente las unidades al mantenimiento correspondiente.

Otra causa de la deficiencia en la gestión de mantenimiento es la falta de herramientas y equipo adecuado, porque a pesar de que la Sección cuenta con herramientas básicas para la realización de los mantenimientos correspondientes, en muchas ocasiones las herramientas o equipos se encuentran en mal estado, y al requerir un reemplazo o una reparación causa retrasos en los tiempos de duración del mantenimiento.

Por último, la falta de seguimiento y evaluación, ya que la Sección no realiza un seguimiento y control adecuados del trabajo realizado por parte del personal encargado del mantenimiento, por lo que no se logra identificar patrones, problemas importantes o que no se realicen las tareas necesarias para prevenir futuras averías, y con ello poder evaluar el desempeño de las unidades y tomar acciones correctivas cuando sea necesario.

### **Medición de las Consecuencias**

En este apartado se trata de entender y cuantificar mejor la situación actual que el proyecto está abordando.

De acuerdo con datos suministrados por la Municipalidad de San José, la Sección de Mantenimiento Automotor no cuenta con un presupuesto propio para la compra de repuestos de los mantenimientos requeridos por la flota de la institución, ya que no maneja un *stock* de repuestos en sus bodegas, sino que a cada dependencia se le asigna un presupuesto y estas deben asignar un monto considerable por posibles averías a la Sección de Mantenimiento, el cual cuando se requiera debe ser verificado y aprobado por el departamento de Proveduría, para realizar las compras de repuestos necesarios para el mantenimiento que se requiera.

Por lo tanto, para el proceso de solicitar el mantenimiento, de contar con las aprobaciones requeridas tanto de la Sección de Mantenimiento, como del Departamento de Proveduría y también la adquisición de repuestos que requiera la unidad, se debe considerar un tiempo promedio de 11 días hábiles, este tiempo puede variar por la adquisición del repuesto, dependiendo del repuesto y del proveedor.

A continuación, en la Figura 34. Promedio de días, se muestra el promedio de días desde la solicitud de mantenimiento hasta la compra de repuestos requeridos para llevarlo a cabo.

**Figura 34. Promedio de días**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Según datos suministrados por la Sección de Mantenimiento Automotor de la Municipalidad de San José, en la Tabla 13. Tiempo promedio de duración, se muestra el tiempo promedio de atención en días del servicio que se le brinda a la flota automotor por parte de la Sección en el año 2022 y en los meses de enero a mayo del año 2023.

Tabla 13. Tiempo promedio de duración

Tiempo de duración	Total órdenes de trabajo 2022	Porcentaje	Total órdenes de trabajo 2023	Porcentaje
De 1 a 20 días	398	45 %	126	82 %
De 21 a 50 días	80	9 %	7	5 %
De 51 a 80 días	107	12 %	12	8 %
De 81 a 110 días	112	13 %	5	3 %
De 111 a 140 días	46	5 %	3	2 %
De 141 a 200	75	9 %		
Más de 201 días	58	7 %		

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

De acuerdo con la Tabla 13, un 45 % de las órdenes de trabajo se atienden en el taller interno de 1 a 20 días, un 12 % son atendidas de 51 a 80 días y en un 13 % tienen una duración de 81 a 110 días, lo que representa más de 100 órdenes respectivamente, afectando esto la disponibilidad de cada unidad para la institución.

Para los meses de enero a mayo del 2023 un 82 % de las órdenes de trabajo se atienden de 1 a 20 días, un 5 % son atendidas de 21 a 50 días y en un 8 % tienen una duración de 51 a 80 días.

### Tiempo medio de reparación (MTTR)

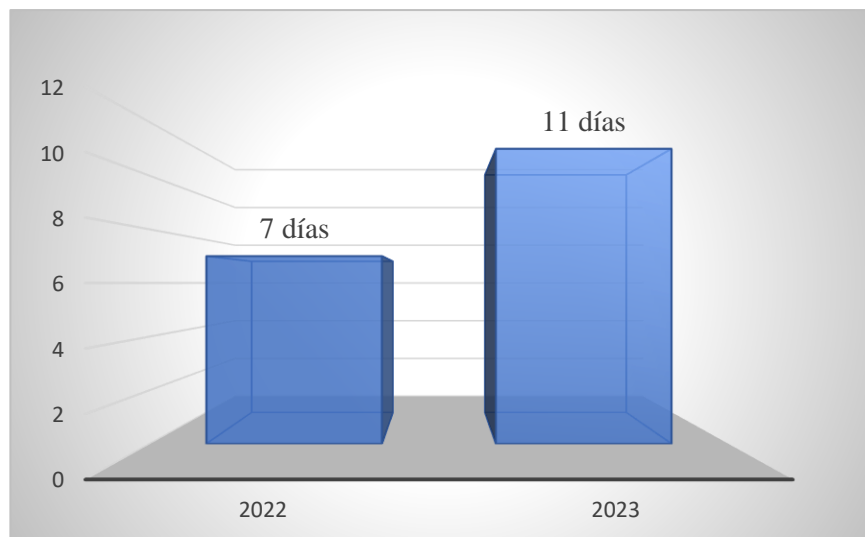
El tiempo medio de reparación mide el tiempo promedio que transcurre desde que se produce la falla hasta que se repara la unidad.

Por lo tanto, se estima el tiempo promedio de reparación de cada camión de residuos al sumar la duración de todas las reparaciones efectuadas durante el año 2022 y dividir ese total entre el número total de reparaciones (ver anexo 8). El resultado obtenido indica que el tiempo promedio total de reparación en todas las unidades es de aproximadamente 50 horas, lo que equivale a 7 días laborables.

Por otro lado, se calcula el MTTR para los meses de enero a mayo del año 2023, el cual muestra que el tiempo promedio de reparación en todas las unidades es de alrededor de 75 horas, lo que equivale aproximadamente a 11 días laborables (ver anexo 9).

En la Figura 35. MTTR 2022-2023, se muestra el tiempo medio de reparación en días de todas las unidades de la Dependencia de Recolección de los años 2022 y del 2023.

**Figura 35. MTTR 2022-2023**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Tiempo medio entre falla (MTBF)

El indicador de tiempo medio entre fallas mide el tiempo promedio que transcurre entre una falla y la siguiente de cada unidad.

Considerando que la dependencia de Recolección atiende 21 rutas diurnas, 1 ruta

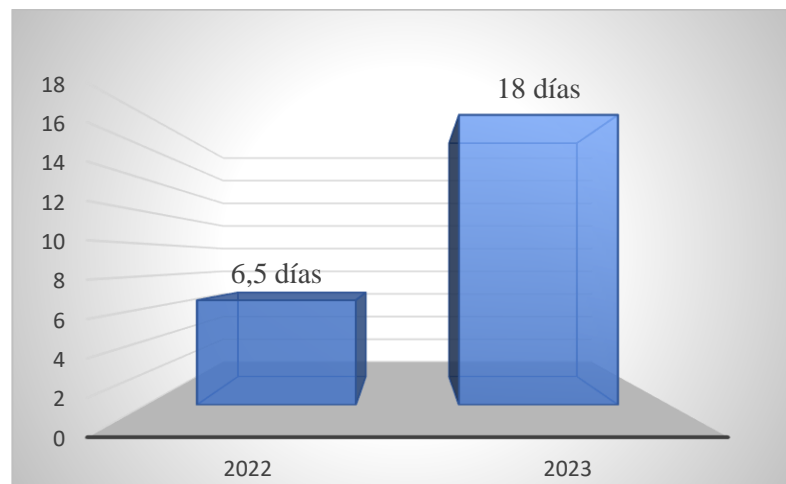
vespertina (mercados) y 7 rutas nocturnas, estas rutas son de 7 horas cada una, con 1 hora de comida para los funcionarios, se estima el tiempo medio entre fallas de cada camión de residuos al dividir el tiempo total de funcionamiento entre el número de fallas ocurridas durante el año 2022 (ver anexo 8).

Según el cálculo realizado, se determinó que el tiempo promedio total de falla en todas las unidades es de alrededor de 45 horas, lo que equivale a 6,5 días hábiles.

Además, se calcula el MTBF para los meses de enero a mayo del año 2023, el cual indica que el tiempo medio de reparación de la flota automotor para el año 2023 es de aproximadamente 127 horas, lo que equivale a 18 días hábiles (ver anexo 9).

En la Figura 36. MTTR 2022-2023, se muestra el tiempo medio de reparación en días de los años 2022 y del 2023 de las unidades de la dependencia de Recolección.

**Figura 36. MTTR 2022-2023**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### **Disponibilidad de equipos**

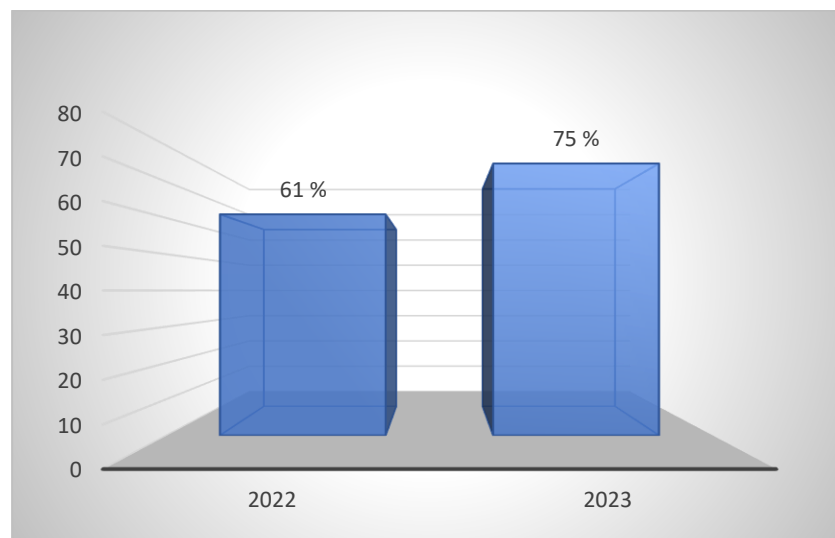
Este proyecto pretende optimizar el desempeño de la flota de recolectores de residuos respecto a disminuir costos, para ello se realizó un análisis de la disponibilidad existente de las unidades con que cuenta la institución, la cual se calcula al dividir el tiempo de funcionamiento entre la suma del tiempo de funcionamiento y el tiempo de inactividad, y luego multiplicarlo por 100.

Por lo tanto, al calcular la disponibilidad tanto para el año 2022 como para los meses de

enero a mayo del 2023, se obtuvo que la disponibilidad total promedio en todas las unidades fue de aproximadamente el 61 % para el año 2022 y de un 76 % para el período de enero a mayo del 2023 (ver anexo 8 y anexo 9).

Por consiguiente, como resumen se puede observar en la Figura 37. Disponibilidad 2022–2023, el porcentaje promedio de disponibilidad de toda la flota automotor de la dependencia de Recolección.

**Figura 37. Disponibilidad 2022 – 2023**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez

### **Eficiencia General del Equipo OEE**

Con el propósito de medir la efectividad de la flota automotor se realiza un análisis de la Eficiencia General del Equipo (OEE), el cual permite determinar qué tan eficientemente están funcionando las unidades actualmente, considerando factores importantes como disponibilidad, rendimiento y calidad.

El cálculo del factor de rendimiento se realiza dividiendo la capacidad productiva entre la producción real, lo cual permite evaluar el desempeño de los camiones durante su tiempo de uso; por otro lado, el factor de calidad se determina dividiendo la producción real entre las unidades defectuosas o que requieren retrabajos y finalmente, para calcular el OEE, se multiplican los porcentajes de disponibilidad, rendimiento y calidad juntos y así obtener una medida que refleje la eficiencia general del equipo en consideración de dichos factores como se muestra en la Tabla 14. Disponibilidad, Rendimiento, Calidad y OEE 2023.

Tabla 14. Disponibilidad, Rendimiento, Calidad y OEE 2023

Activo	Camiones	DISPONIB.	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
6025	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	95%	5%	33%	2%
6027	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	75%	25%	20%	4%
6028	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	64%	36%	50%	12%
6030	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	4%	96%	50%	2%
6034	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	95%	5%	17%	1%
6035	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	92%	8%	20%	1%
6046	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	100%	94%	100%	6%
6047	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	65%	35%	33%	8%
6048	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	96%	4%	50%	2%
6049	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	64%	36%	25%	6%
39608	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	53%	47%	13%	3%
39609	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	100%	93%	100%	6%
39610	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	88%	12%	9%	1%
39611	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	100%	36%	33%	8%
40066	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	65%	35%	20%	5%
40079	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	93%	7%	9%	1%
40207	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	93%	7%	33%	2%
40208	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	40%	60%	17%	4%
40209	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	91%	9%	10%	1%
41023	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	84%	16%	13%	2%
41024	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	83%	17%	10%	1%
41025	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	81%	19%	11%	2%
41026	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	69%	31%	14%	3%
41027	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	100%	7%	100%	6%
43388	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	97%	3%	20%	1%
43389	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	99%	1%	100%	1%
43390	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	79%	21%	25%	4%
43962	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	95%	5%	13%	1%
36027	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	88%	12%	25%	3%
36028	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	91%	9%	33%	3%
36029	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	100%	100%	100%	100%
36030	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	85%	15%	25%	3%
36031	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	88%	12%	50%	5%
40206	RECOLECTOR IVECO TRAKKER 6X4 2017	11%	67%	100%	22%
6090	RECOLECTOR MACK GU813 2010	0%	9%	11%	1%
6092	RECOLECTOR MACK GU813 2010	100%	100%	100%	100%
6093	RECOLECTOR MACK GU813 2010	100%	100%	100%	100%

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Tabla 15. Nivel calificativo, se muestra la clasificación porcentual que define el nivel calificativo al obtener el valor del indicador OEE.

Tabla 15. Nivel calificativo

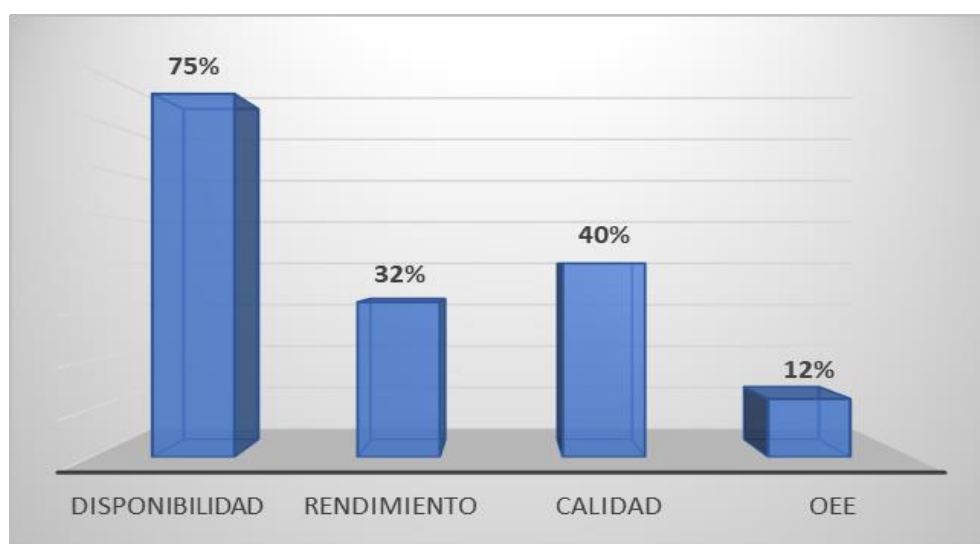
<b>CALIFICATIVO</b>	<b>OEE</b>
<b>INACEPTABLE</b>	<65 %
<b>REGULAR</b>	65 % < OEE < 75 %
<b>ACEPTABLE</b>	75 % < OEE < 85 %
<b>BUENA</b>	85 % < OEE < 95 %
<b>EXCELENTE</b>	OEE > 95 %

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Por lo tanto, al realizar los cálculos correspondientes a los factores de rendimiento, calidad y OEE de cada camión de residuos durante los meses de enero a mayo de 2022, se muestra que el rendimiento total promedio en todas las unidades es de aproximadamente el 32 %, la calidad total es del 40 % y el promedio del OEE es del 12 %, demostrando que las unidades de la institución presentan un nivel de eficiencia considerablemente bajo.

Como resumen, en la Figura 38. Indicadores 2023, que muestran los indicadores los meses de enero a mayo 2023, en el cual se observa el porcentaje promedio de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de toda la flota automotriz de la dependencia de Recolección durante los meses de enero a mayo del 2023.

Figura 38. Indicadores 2023



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento indica el costo total de realizar un mantenimiento preventivo y correctivo en la flota automotor, lo que se busca es una correcta aplicación de mantenimiento preventivo y que este costo total disminuya, ya que se evitan las fallas y se realizan reparaciones programadas en lugar de reparaciones no programadas.

Como se mencionó, la Municipalidad de San José asigna un presupuesto a cada dependencia y esta debe asignar una parte al mantenimiento automotor que requiera durante el año la flota, en el año 2022 fue asignado a la dependencia de Recolección un total de ₡300 000 000 y para el año 2023 se asignaron ₡400 000 000, estos datos de presupuesto varían año con año.

En la Tabla 16. Costo por mantenimiento, se muestra el costo anual del mantenimiento en la dependencia de Recolección.

Tabla 16. Costo por mantenimiento

Año	Costo mantenimiento
2022	₡244 014 773,35
2023	₡396 680 284,87

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Tabla 16 se muestra el alto costo por mantenimiento que la institución actualmente tiene, ya que tan solo en los meses de enero a mayo del año 2023 ya ha generado un gasto de ₡396 680 284,87, casi el doble del costo que se generó en el año 2022 completo, ya que por temas de pandemia en ese año las unidades no se utilizaban tan frecuentemente, pero en el año 2023, al volver a sus roles normales, han presentado mayor incidencia de fallos.

Debido a la poca disponibilidad de la flota de camiones y la afectación en el servicio de recolección de residuos que esto genera, desde enero del año 2023 la institución, para cumplir con el servicio de recolección de residuos que se le brinda a los ciudadanos del cantón de San José, contrata a la empresa privada Maquinaria, Camiones y Grúas de Centroamérica S. A., por lo que representa un gasto adicional a la institución, a dicha empresa se le realiza una contratación por demanda para un periodo de 12 meses y al ser un contrato de este tipo, los montos por pagar varían según la necesidad de la institución, en los meses de enero a mayo del año 2023 se le ha pagado a dicha empresa un monto de ₡769 334 000, por lo tanto, es recomendable que la

institución mejore la disponibilidad de sus activos mediante la propuesta de rediseño de los procesos que actualmente realizan en la gestión de mantenimiento, realizando de forma adecuada y programada los mantenimientos preventivos de cada unidad y aplicando un mantenimiento productivo total de manera estructurada y documentada.

### **Análisis de las Causas**

En el siguiente apartado se trata de comprender cómo y por qué ocurren los problemas, encontrando las causas fundamentales y así validar con los datos correspondientes buscando la mejor solución a dichos problemas.

#### **5 porqués**

Para identificar con mayor facilidad la causa más probable de la problemática actual se utiliza la técnica de 5 porqués, por lo tanto, se recurre a la jefatura de la Sección de Mantenimiento Automotor para consultar acerca de la falta de eficiencia en la gestión de mantenimiento dentro de la Sección, y con la información obtenida llegar a un esclarecimiento de su causa y proceder a canalizarla por medio de dicha técnica.

Se muestra a continuación, en la Tabla 17. 5 porqués, las cinco preguntas que se le realizaron a la jefatura de la Sección de Mantenimiento.

Tabla 17. 5 porqués

<b>Pregunta</b>	<b>Porqués</b>
¿Por qué hay una deficiencia en la gestión de mantenimiento?	Porque las operaciones de mantenimiento no se realizan correctamente y hay un alto índice de fallas en el equipo.
¿Por qué las operaciones de mantenimiento no se realizan correctamente y hay un alto índice de fallas en el equipo?	Porque no se ha establecido una programación de mantenimiento adecuada.
¿Por qué no se ha establecido una programación de mantenimiento adecuada?	Porque no se realizan inspecciones y mantenimientos preventivos regulares.
¿Por qué no se realizan inspecciones y mantenimientos preventivos regulares?	Porque no hay una programación de mantenimiento preventivo establecido.
¿Por qué no hay una programación de mantenimiento preventivo establecido?	Porque la institución no consideró la importancia de contar con una programación de mantenimiento preventivo y una correcta asignación de recursos para establecer una estructura adecuada.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En el diagrama anterior se observa que la deficiente gestión de mantenimiento se debe a

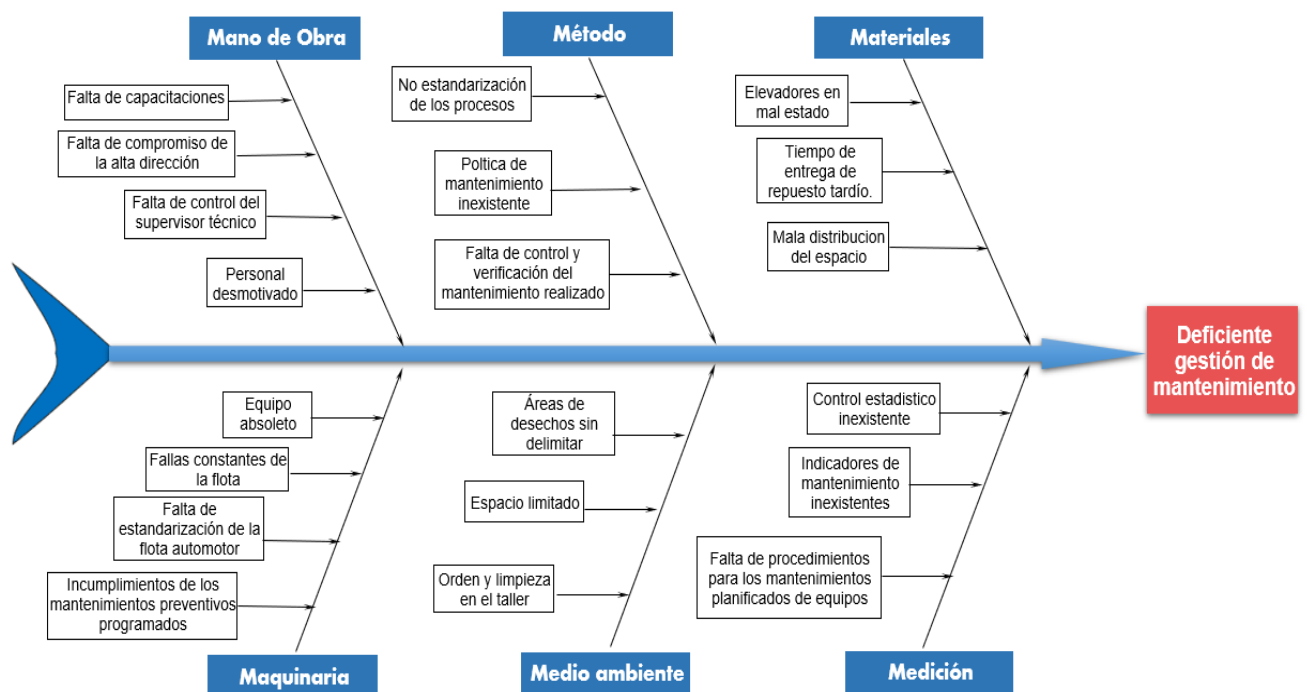
que institución no consideró la importancia de contar con una programación de mantenimiento preventivo para su flota automotor y una correcta asignación de recursos para establecer una estructura adecuada, lo que llevó, al pasar de los años, a un aumento en las fallas y costos elevados en las reparaciones, por lo que al abordar esta causa se puede mejorar la gestión de mantenimiento realizando un plan basado en el mantenimiento productivo total, que permita reducir el índice de fallas de la flota automotor y por ende que esto se vea reflejado en una disminución del costo de mantenimiento.

### Diagrama Ishikawa

Se utiliza el diagrama Ishikawa, también conocido como diagrama de Causa-Efecto, para identificar las causas principales y secundarias de la problemática actual de la institución, analizando todos los factores de maquinaria, mano de obra, materiales, método, medición y medio ambiente que influyen en ella y así generar las mejoras adecuadas y precisas para los fines propuestos.

A continuación, se muestra la Figura 39. Diagrama Ishikawa.

**Figura 39. Diagrama Ishikawa**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Figura 39 se observan las causas más comunes que afectan a la institución, tales como la mano de obra, ya que los mecánicos no se encuentran totalmente capacitados, la falta de control por parte del supervisor y la desmotivación del personal, en cuanto a la flota, no existe una estandarización, la flota automotor presenta fallas constantes y no se cuenta con mantenimientos preventivos planificados por parte de la Sección de Mantenimiento Automotor, ya que solamente le indican al conductor en su último mantenimiento una fecha aproximada de cuando la unidad requiere mantenimiento preventivo, y al quedar a responsabilidad del conductor, en muchas ocasiones por olvidos involuntarios no se da el cumplimiento.

En los métodos de trabajo los mecánicos realizan su trabajo de manera empírica ya que desconocen si se cuenta con un proceso o procedimiento establecido por la institución, por lo que no hay una estandarización y no existe un control y una verificación del mantenimiento que realiza cada mecánico; en cuanto a medio ambiente se debe reforzar en el taller el orden y el aseo y considerar delimitar las áreas con las que cuentan para los desechos, tanto de materiales como de aceites.

Con respecto a los materiales, la Sección cuenta con dos elevadores para los respectivos mantenimientos, de los cuales solamente uno se encuentra en funcionamiento, lo que retrasa el trabajo de los mecánicos, también muchas de las herramientas necesarias para la realización de mantenimiento se encuentra en mal estado, además, se dan retrasos en los mantenimientos por el tiempo que tardan los repuestos en llegar a bodega y además la Sección se ve afectada ya que el taller mecánico no cuenta con una adecuada distribución, ocasionando que el proceso de mantenimiento cuente con muchos tiempos muertos debido a la falta de espacio y a la lejanía en la que se encuentran muchos materiales o recursos respecto de la estación de trabajo.

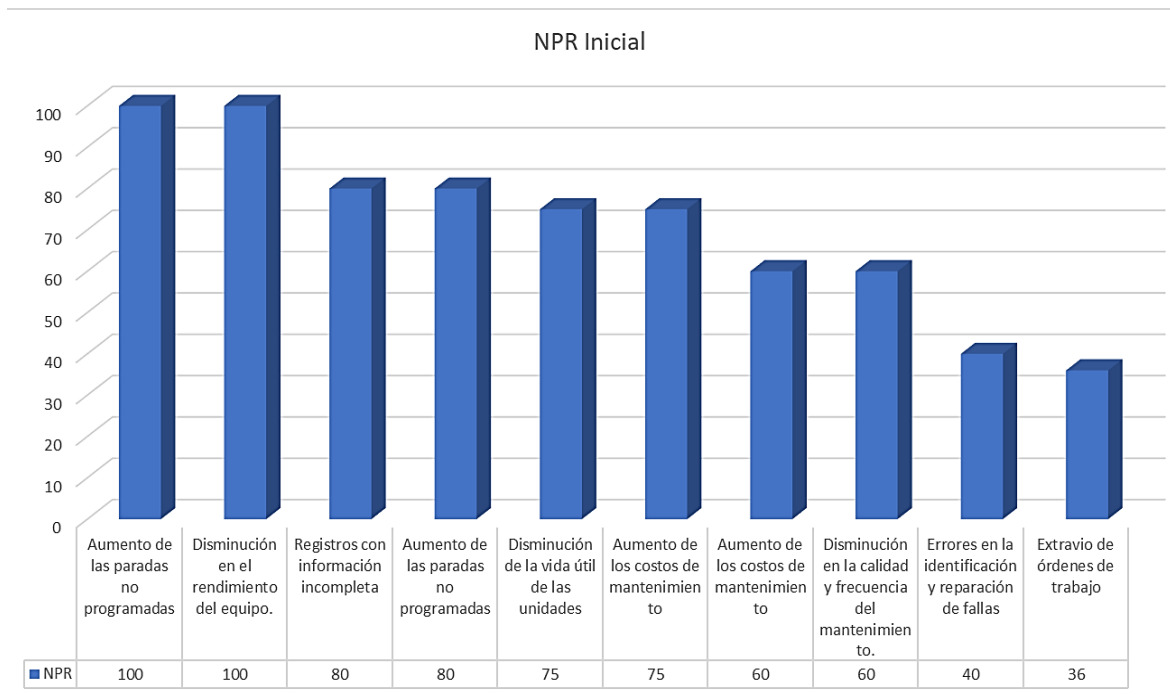
### **Matriz AMFE**

El análisis de los modos de fallas y sus efectos identifica los posibles problemas, determina las causas y evalúa los posibles fallos en el proceso, así como determina los efectos que dichos fallos pueden llegar a tener, y con ello tomar medidas preventivas y de mitigación para reducir los riesgos de falla en el proceso analizado, esto con la finalidad de proponer soluciones durante la etapa de mantenimiento en la Sección (ver anexo 10).

En la Figura 40. Matriz AMFE, se muestra el resultado del índice de prioridad de riesgo inicial (NPR) de dicho análisis modal de fallos y efectos, el cual fue obtenido de la multiplicación

de la probabilidad de ocurrencia, de la gravedad del efecto y de la capacidad de detección, cuando se realice la mejora propuesta en las acciones correctivas se debe recalcular dicho índice nuevamente para verificar si aún hay riesgos con NPR alto.

**Figura 40. Matriz AMFE**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Los modos de fallo que más se ven afectados actualmente en la Sección son la falta de inspección y mantenimiento preventivo de la flota automotor y la falta de capacitación para el personal de mantenimiento, principalmente en los efectos de aumento de las paradas no programadas y la disminución en el rendimiento del equipo que estos provocan en el proceso actual.

De acuerdo con Figura 38, se obtiene el número prioritario de riesgo más alto, un valor de 100 cada uno, por consiguiente, será de beneficio para la sección el implementar las acciones recomendadas con base en dicho análisis, asegurando así la disponibilidad y eficiencia de la flota automotor de la Municipalidad de San José y disminuyendo los riesgos asociados a ellos.

Por otra parte, de acuerdo con la información obtenida en los análisis y la información proporcionada por parte de la Sección de Mantenimiento Automotor a través de entrevistas y reuniones, esta no trabaja bajo ningún tipo de programa de mantenimiento como lo es el

Mantenimiento Productivo Total, la sección realiza algunos mantenimientos y carece de otros que se consideran igualmente importantes, tales como:

### **Mantenimiento correctivo**

Se realiza cuando los camiones presentan alguna falla, a pesar de que no es el único mantenimiento que se realiza en la institución, representa un 92 % del total de los mantenimientos.

### **Mantenimiento preventivo**

Actualmente es responsabilidad de cada dependencia, por lo que se omite por olvidos involuntarios y ha generado que las unidades tengan fallas correctivas costosas.

### **Mantenimiento autónomo**

La institución no cuenta con un proceso de mantenimiento regular que incluya una evaluación adecuada del estado de las unidades, así como una planificación basada en las prioridades y los recursos disponibles tanto en el presente como en el futuro.

### **Mantenimiento predictivo**

La institución carece de este tipo de mantenimiento, ya que no documenta los mantenimientos realizados en cada unidad, lo que dificulta la planificación anticipada de este tipo de tareas y limita la posibilidad de obtener los beneficios que este proporciona.

### **Pilares del TPM**

Se considera necesario para la implementación el desarrollo de los ocho pilares del TPM, por lo tanto, se procede a analizar si la institución cumple con los puntos de alguno de ellos, y con ello tener una claridad del panorama.

1. **Mejoras enfocadas:** La institución no documenta información importante con el objetivo de buscar mejoras continuas, cada vez que se presentan fallas en los camiones, se resuelve de manera puntual sin contar con un registro histórico de estos.
2. **Mantenimiento autónomo:** En la institución no se ha implementado este tipo de mantenimiento debido a la falta de directrices claras y capacitación adecuada para el personal encargado de cada unidad.
3. **Mantenimiento planificado:** Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo en un

porcentaje reducido y no se realiza con la programación adecuada que requieren las unidades.

4. **Mantenimiento de calidad:** La institución no realiza este tipo de mantenimiento, ya que no se cuenta con un registro histórico del estado de las unidades, en su lugar, la institución solamente resuelve las fallas en el momento mediante la aplicación de mantenimientos correctivos.
5. **Prevención del mantenimiento:** En la institución no se aplican los conocimientos adquiridos en las unidades y procesos nuevos.
6. **Mantenimiento en áreas administrativas:** En la institución no se han implementado políticas de mejora y gestión administrativa en las oficinas, lo que resulta en una comunicación interna deficiente y provoca errores en los procesos.
7. **Capacitación y formación:** Se realizan capacitaciones, pero no se brindan a todo el personal, lo que resulta en que solo unos pocos cuenten con el conocimiento adecuado.
8. **Seguridad y entorno:** La institución no cuenta con ningún tipo de estudio de prevención de accidentes específico para el taller municipal, solamente se proporciona al personal de mantenimiento equipos de protección personal, como calzado de seguridad, overoles mecánicos, máscaras de soldar, guantes para soldador y bloqueador solar.

## **Las 6 grandes pérdidas**

El Mantenimiento Productivo Total tiene como objetivo erradicar las seis grandes pérdidas, para ello se procede a analizar cómo se encuentra la institución en estos aspectos.

### **1. Pérdidas por averías**

La institución presenta averías no programadas en sus unidades, debido a la falta de un mantenimiento oportuno en el momento adecuado, ocasionando baja disponibilidad de estas.

### **2. Pérdidas por preparaciones y ajustes**

Se produce este tipo de pérdidas por la carencia de herramientas adecuadas para llevar a cabo las tareas de mantenimiento y los largos plazos para la adquisición de repuestos necesarios para cada unidad cuando se requieren.

**3. Pérdidas por tiempos muertos y paradas menores**

Estas pérdidas suelen ocurrir debido a distracciones por parte de los técnicos de mantenimiento, lo cual provoca tiempo de inactividad más extenso, errores u omisión de inspecciones importantes en la ejecución de los mantenimientos.

**4. Pérdidas por micro paradas o velocidad reducida**

Estas pérdidas se generan por el deterioro de las unidades debido a la falta de mantenimiento adecuado, ya que al no realizar los mantenimientos requeridos incrementan las fallas correctivas.

**5. Pérdidas por defectos en el proceso y retrabajos**

Se producen estas pérdidas porque a las unidades en la mayoría de las ocasiones solamente se les realizan mantenimientos correctivos en respuesta a fallas inesperadas y, por lo tanto, estas unidades vuelven a presentar fallas recurrentes y reingresan al taller repetidamente.

**6. Pérdidas por puesta en marcha**

Estas pérdidas en la institución se deben a la falta de comunicación entre el personal, los cuales dan lugar a retrasos en el proceso de la ejecución de los mantenimientos.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se presentan las conclusiones y las recomendaciones a las que se llegó con el presente proyecto.

### **Conclusiones**

A continuación, se exponen las conclusiones alcanzadas en el proyecto:

Se logró identificar que en la institución el 90 % de sus mantenimientos son correctivos, ya que se corrigen las averías o las fallas solo cuando estas se presentan en las unidades, por lo que no se conserva y prolonga su vida útil, y con ello no se reduce la cantidad de imprevistos que generan estas paradas inesperadas y así evitar el incumplimiento de las labores del servicio prestado.

Además, se identificó que el personal no está disciplinado respecto a sus responsabilidades según el organigrama institucional, ya que no existe un control y seguimiento por parte de los encargados respecto a la inspección inicial y el trabajo terminado de las unidades.

Se determinó también que la institución no brinda ningún tipo de capacitación enfocada a nuevas tecnologías que ayude a realizar un diagnóstico y una reparación más eficiente, para incrementar el rendimiento y las habilidades del personal encargado de mantenimiento.

En cuanto al análisis de la flota vehicular, los camiones de recolección de residuos de la dependencia de Recolección son los que presentan mayor incidencia en requerir mantenimientos correctivos, generando mayor gasto a la institución tanto en mantenimiento como en gastos extras en contrataciones de empresas privadas que apoyen con unidades, por la poca disponibilidad de los activos de la institución, la cual se ve reflejada en un 61 %.

De acuerdo con el análisis de las causas, se evidencia que en la Sección de Mantenimiento Automotor el 80 % de las causas del problema corresponde a la falta de planificación y programación del mantenimiento preventivo, a la falta de herramientas y equipo adecuado y a la falta de seguimiento y evaluación, afectando en la disponibilidad y en los costos de mantenimiento.

Se determinó que la institución no cuenta con indicadores de mantenimiento, tales como el tiempo que las unidades no se encuentran disponibles, indicadores de eficiencia, de rendimiento, aumentos o disminuciones en el costo de las reparaciones, las cargas de trabajo del

personal de mantenimiento, falta de presupuesto de las dependencias al momento que se deben adquirir repuestos debido a la falta de previsión de dichas fallas, entre otros.

Por lo tanto, se concluye que actualmente la Sección de Mantenimiento Automotor de la Municipalidad de San José no tiene las condiciones adecuadas para garantizar un servicio de calidad a la flota automotor, ya que no cuenta con procesos de gestión de mantenimiento adecuados y no implementa ningún tipo de Mantenimiento Productivo Total, que le permita medir su desempeño frente a la eficiencia de la ejecución de sus trabajos.

### **Recomendaciones**

Se recomienda la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la flota automotor de camiones de residuos de la Municipalidad de San José, basado en el Mantenimiento Productivo Total, que permite mantener un nivel alto de disponibilidad de las unidades, programando las intervenciones necesarias de los puntos vulnerables, en el momento más oportuno.

Se sugiere que, en el momento de ejecutar el plan de mantenimiento en las unidades, se cumpla con las recomendaciones y sugerencias hechas por los fabricantes con respecto a los materiales y frecuencia de mantenimiento, permitiendo desarrollar las actividades de mantenimiento de manera más eficiente y correcta.

Una vez implementado este plan, se sugiere buscar un sistema informático especializado en el programa de mantenimiento que facilite la operatividad y gestión de este, y con ello establecer indicadores de mantenimiento que sean adecuados y aporten información útil de los resultados de la institución, y así lograr medir los aspectos más importantes que definen o evalúan la calidad de las tareas llevadas a cabo por el personal encargado del mantenimiento.

Se recomienda crear un plan de capacitación para el personal de mantenimiento con el objetivo de reforzar sus conocimientos y habilidades, logrando con ello una mejor capacidad en la interpretación de las fallas y a su vez realizar diagnósticos más precisos y efectivos en las unidades.

Se sugiere realizar revisiones periódicas de los indicadores de mantenimiento con el fin de evaluar la efectividad y eficiencia del proceso de la gestión de mantenimiento, y así realizar las mejoras necesarias de ser necesario

Por último, se recomienda para dar un mejor manejo al programa de mantenimiento, utilizar el sistema de GPS con el que cuenta toda la flota de camiones de recolección de residuos de la institución, puesto que de esta forma se pueden obtener datos precisos sobre el horómetro recorrido de cada uno de los camiones y programar bajo alertas los mantenimientos establecidos en los cronogramas realizados, logrando un seguimiento más oportuno y efectivo de las necesidades de mantenimiento de cada camión.

## **CAPÍTULO VI. PROPUESTA**

Tras los resultados alcanzados con los objetivos planteados, se procede a la elaboración de la propuesta que permita su cumplimiento.

Como parte del desarrollo de la gestión de mantenimiento actual de la institución, resulta fundamental llevar a cabo un rediseño de los procesos utilizados para los mantenimientos preventivos correspondientes a la flota automotor de camiones de residuos, por lo tanto, se propone implementar un nuevo enfoque de la gestión de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM), que permita introducir y mejorar nuevos procesos, reduciendo la incidencia de fallos en los equipos y por ende disminuyendo los costos de mantenimiento, ya que por medio de planes de capacitación dirigidos al personal se fortalecerá el conocimiento y mejorará el desempeño laboral en el taller municipal, generando que exista mayor disponibilidad de la flota automotor.

### **Propuesta**

Acorde a la investigación presentada, la propuesta plantea la necesidad de ordenar, programar e implementar nuevos procesos en la gestión de mantenimiento actual de la institución, principalmente en los mantenimientos preventivos que la flota automotriz de camiones de residuos requiere, creando un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total y no dejando la responsabilidad de estos en manos de las dependencias como se hace actualmente en la institución.

### **Rediseño de proceso propuesto**

El proceso actual que realiza la institución no considera la intervención de las unidades adecuadamente y en el tiempo correspondiente respecto a sus mantenimientos, por lo tanto, esta situación se ve reflejada en la baja productividad, en el desempeño y en la falta de disponibilidad de estas a largo plazo, ya que a pesar de que las unidades siempre van a requerir de mantenimientos, realizarlos de manera programada elimina la probabilidad de fallas durante su uso diario.

Por lo tanto, se propone que la Sección de Mantenimiento Automotor siga el siguiente proceso:

### **Programación del mantenimiento**

1. La Sección de Mantenimiento Automotor notifica a la dependencia de Recolección 50 horas antes de que corresponda el mantenimiento preventivo, vía correo electrónico, la fecha establecida para su mantenimiento.
2. La dependencia de Recolección autoriza dicho mantenimiento a las unidades correspondientes.
3. La secretaria verifica que la dependencia cuente con el presupuesto necesario para el mantenimiento y agenda el mantenimiento.
4. El supervisor elabora y traslada pedido (filtros y aceite necesarios) al departamento de Proveeduría institucional por medio del sistema de compras institucional.

### **Recepción de la unidad**

1. El responsable del vehículo definido por la dependencia ingresa la unidad al taller, estacionándose en la entrada.
2. Ingresa a recepción, donde la secretaria lo recibe y pregunta si tiene cita programada.
3. De tener cita, se llena la solicitud de servicio de mantenimiento para que quede evidencia firmada por el responsable del vehículo; de no tener cita, igualmente llena la solicitud de servicio de mantenimiento, pero especificando brevemente la falla correctiva que presenta la unidad. (Ver anexo 3)
4. La secretaria le indica el tiempo estimado de mantenimiento requerido y que se le estará informando vía correo electrónico cuando la unidad esté lista.
5. El supervisor del taller realiza una inspección visual de la unidad, por si la misma es ingresada con algún daño en la carrocería como golpes o rayones, de tenerlo se agrega como observación en la solicitud de servicio de mantenimiento y coordina un espacio para estacionarla.
6. El responsable del vehículo firma solicitud de servicio de mantenimiento, en la cual verifica que la información coincida con los detalles de la unidad.
7. Se traslada la unidad al espacio correspondiente

### **Mantenimiento requerido**

1. El supervisor asigna la solicitud de mantenimiento a un técnico idóneo para que realice el mantenimiento requerido.
2. El técnico abre una orden de trabajo, en la cual indica la hora a la que inicia dicho

mantenimiento y lee detenidamente las observaciones sobre lo que requerido en la unidad.

3. El técnico realiza el requerimiento de insumos para realizar el mantenimiento correspondiente. (Ver anexo 5)
4. El técnico conduce el vehículo desde el área de espera hacia una estación de trabajo.
5. El técnico se traslada al área de bodega para solicitar los repuestos que requiere.
6. El técnico se dirige a la estación de trabajo con la herramienta necesaria y comienza con la revisión la unidad ingresada (en caso de requerir alguna herramienta específica que no posea, se traslada al área de herramientas para solicitarla). (Ver anexo 6)
7. El técnico realiza el mantenimiento preventivo correspondiente y al concluir realiza un informe de cumplimiento y anomalías encontradas.
8. El supervisor realiza una revisión final del trabajo del técnico.
9. Una vez completado el mantenimiento, se lleva el vehículo al área de espera y se informa al supervisor.

### **Entrega del vehículo**

1. El responsable del vehículo definido por la dependencia llega al taller (Recepción), el cual fue notificado por el supervisor para retirar la unidad.
2. Se le indica al encargado sobre los trabajos realizados y si por recomendación del técnico debe volver a ingresar la unidad por alguna falla encontrada en el proceso del mantenimiento preventivo.
3. Se le brinda una calcomanía en el cual se indica la fecha de su próximo mantenimiento y se le muestra dónde se encuentra su vehículo dentro del taller.
4. El responsable del vehículo verifica el cumplimiento del servicio prestado para realizar el cierre de la orden de trabajo.

Con este rediseño del proceso se tendrá un tiempo de duración del mantenimiento preventivo menor, ya que al programar el mantenimiento 50 horas antes de que corresponda, cuando la unidad ingrese al taller municipal ya tendrá disponibles los repuestos que requiere y no debe esperar a que sean solicitados, por lo que pasará de un tiempo promedio de 15 días en el taller, a solamente de 3 a 5 días, lo cual se verá reflejado en una mayor disponibilidad y a lo largo del tiempo, en una mejor confiabilidad de las unidades (ver anexo 11).

## **Propuesta de Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El TPM ayuda e integra todos los aspectos de una institución, ya que beneficia a todos los funcionarios, desde la alta dirección hasta los mandos bajos, al fomentar la comunicación y colaboración entre los diferentes niveles jerárquicos, permitiendo el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas, enfocado en ocho pilares para alcanzar una gestión de mantenimiento eficiente.

La propuesta se desarrolla en cuatro etapas: Etapa de preparación, Introducción, Implementación y Consolidación.

### **I Etapa: Preparación del proyecto**

1. Decisión de aplicar TPM en la institución.
2. Informar sobre el TPM mediante campañas o reuniones informativas a todo el personal implicado.
3. Asignación de responsabilidades, con el fin de fomentar el trabajo en equipo.
4. Establecer políticas y objetivos del TPM.
5. Desarrollar un plan maestro para el desarrollo del TPM.

### **II Etapa: Introducción**

Lanzamiento formal del TPM como prueba piloto, en este caso será en el departamento de Recolección, donde la evaluación de los resultados obtenidos se estructurará de manera que las soluciones se implementen antes de su ejecución definitiva en la Municipalidad.

### **III Etapa: Implementación del TPM**

1. Mejoras orientadas.
2. Desarrollo del mantenimiento autónomo.
3. Desarrollo del mantenimiento planificado.
4. Desarrollar un programa de capacitación para el personal, con el fin de que realicen sus labores de mantenimiento con mayor habilidad y conocimiento.
5. Mantenimiento de calidad.
6. Gestión temprana de los equipos.
7. Mantenimiento en áreas administrativas y de apoyo.
8. Gestión de seguridad y entorno.

#### **IV Etapa: Consolidación**

Aplicación formal del TPM y desarrollo de indicadores que permitan analizar los resultados y auditar el proceso de mantenimiento, con el fin de asegurar que se estén llevando a cabo según los estándares necesarios, de lo contrario brindar retroalimentación y realizar las mejoras correspondientes.

De acuerdo con la información anterior, en la I Etapa se desarrolla la propuesta de la siguiente manera:

##### **Decisión de aplicar TPM en la institución**

La alta gerencia, al tener una comprensión más clara de la situación actual de la gestión de mantenimiento, toma la decisión de aplicar el TPM en la institución, y comprometerse a participar y brindar los recursos e información necesarios para su consolidación, con el fin de mejorar la eficiencia de dicho proceso.

Dicha decisión será divulgada de manera formal a todo el personal, donde se indicarán las intenciones y expectativas para dicha implementación.

##### **Asignación de responsabilidades**

Debido a la complejidad que implica la implementación del TPM, se considera importante contar con un responsable para liderar al personal involucrado en este proceso y es fundamental que se vean involucrados tanto los mandos altos como los bajos para lograr el éxito trabajando en conjunto.

Se considera al Supervisor y al Encargado de procesos como responsables en la implementación de la propuesta, ya que son las personas que cuentan con una amplia experiencia y conocimiento de las habilidades del personal, por lo que serán los encargados de motivarlo y guiarlo.

##### **Información del TPM a todo el personal implicado**

Se establece un acuerdo con la jefatura de la Sección para coordinar un día específico donde se invite de manera obligatoria a todo el personal implicado a esta etapa de información, la cual tendrá una duración aproximada de 4 horas, incluyendo un tiempo de receso, con el fin de abordar mejor las dudas que surjan y poder concientizar e informar sobre un cambio de

mentalidad, actitud y compromiso que se requiere para beneficio de la Sección.

A continuación, en la Tabla 18. Planificación etapa de información, se muestra la planificación de la reunión que se tendrá con los funcionarios implicados y sus respectivos responsables.

Tabla 18. Planificación etapa de información

<b>Tema</b>	<b>Contenido</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>
<b>Gestión de Mantenimiento Productivo Total</b>	Introducción Generalidades Beneficios de TPM Objetivos y políticas Video motivacional	Jefe de Sección	40 min
<b>Mantenimiento autónomo</b>	Definición Beneficios Metodología 5S (Video 5S)	Encargado de procesos	80 min
<b>RECESO</b>	Tiempo almuerzo		1 h
<b>Mantenimiento planificado</b>	Definición Beneficios Mantenimiento preventivo Mantenimiento correctivo	Encargado de procesos	60 min
<b>Funciones del personal</b>	Funciones del personal y sus responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de sección</li> <li>• Supervisor</li> <li>• Secretaria</li> <li>• Técnico de mantenimiento</li> </ul>	Encargado de procesos	30 min
<b>Indicaciones de calidad, seguridad y entorno</b>	Higiene y seguridad laboral Identificación y control del equipo de protección personal	Encargado de procesos	30 min

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Objetivos y políticas del TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene como objetivo principal lograr una calidad óptima de los procesos y, por lo tanto, prolongar la vida útil de los equipos y eliminar tanto los errores mecánicos como los operativos.

En consecuencia, se proponen los siguientes objetivos:

- Elaborar el plan de mantenimiento autónomo, basado en la metodología 5S, como parte de la implementación del TPM.
- Elaborar el plan de mantenimiento planificado como parte de las medidas de prevención y control de la flota automotor de la Municipalidad de San José.
- Fomentar la participación de los funcionarios en la mejora continua de los procesos.

Por consiguiente, las políticas serán las siguientes:

- Promover la involucración activa y colaborativa del personal técnico-administrativo, con el fin de obtener mejores resultados de los procesos operativos a través de la eficiencia y mantenimiento adecuado de los equipos.
- Fomentar una comunicación más efectiva, tanto dentro de la Sección como con las personas externas a ella, para lograr los objetivos y metas que se ha propuesto la institución.

### **Plan maestro para el desarrollo del TPM**

La implementación de TPM se realiza en los camiones de residuos de la dependencia de Recolección, siendo el plan piloto inicial para una futura implantación en todos los equipos de las diferentes dependencias, se realiza en estas unidades ya que son las que presentan mayor incidencia de fallo en el taller municipal.

Por lo tanto, se realiza un plan maestro para la implementación del Mantenimiento Productivo Total, como se muestra en la Tabla 19. Plan maestro, que evidencia las actividades necesarias para el éxito del proyecto.

Tabla 19. Plan maestro

Etapas	Descripción
<b>Preparación del proyecto</b>	Se inicia en busca de la aprobación de aplicar TPM en la institución para seguidamente asignar responsabilidades, fomentar el trabajo en equipo e informar sobre el tema mediante campañas o reuniones informativas a todo el personal implicado, estableciendo políticas y objetivos básicos del TPM como parte de este proceso.
<b>Introducción</b>	Lanzamiento formal del TPM como prueba piloto, en el departamento de Recolección.
<b>Implementación del TPM</b>	Implementación de los pilares TPM, dando inicio con la creación de una base de datos en Excel para el registro de la información relacionada con los mantenimientos. Se aplica el método 5S y se promueve el mantenimiento autónomo en toda la Sección. Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo y establecimiento de planes de capacitación que fomenten la participación y el trabajo en equipo.
<b>Consolidación</b>	Aplicación formal del TPM y el desarrollo de indicadores que permitan analizar resultados y auditar el proceso de mantenimiento para verificar que se esté realizando al nivel requerido.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Una vez concluida la etapa anterior, se continúa con la II Etapa, la cual es el arranque formal de la implementación del TPM, para el desarrollo de esta se procede a realizar una reunión para informar sobre las actividades por llevar a cabo en dicha implementación con la participación de todos los funcionarios, donde se hablará de los siguientes temas:

- Presentación del arranque formal por parte del jefe de Sección.
- Presentación del cronograma de implementación TPM y de las actividades por realizar el primer día.
- Espacio para preguntas y respuestas.

La III Etapa, la cual es la implementación del Mantenimiento Productivo Total, se basa en 8 pilares fundamentados en el sistema 5S, de los cuales en la actualidad la institución solamente cumple algunos en un porcentaje muy bajo, por lo tanto, dichos pilares son los siguientes pasos:

### Mejoras enfocadas

Este pilar busca crear grupos multifuncionales que se dediquen a la mejora continua, con el propósito de identificar y eliminar pérdidas o averías en la flota automotor, logrando obtener un análisis detallado de la disponibilidad, tiempo medio entre falla, tiempo medio entre reparación y la efectividad total de los equipos.

Para llevar a cabo las acciones de mejora enfocadas se deben seguir los pasos del ciclo Deming o PHVA, que comprende las etapas de planificar, hacer, verificar y actuar, tomando en cuenta los seis tipos de pérdidas por eliminar de los procesos que el TPM menciona y trabajar en su eliminación.

Por lo tanto, se muestra en la Tabla 20. Acciones de mitigación, que para mitigar estos seis tipos de pérdidas presentes actualmente en la sección se debe aplicar lo siguiente:

Tabla 20. Acciones de mitigación

<b>Tipo de pérdida</b>	<b>Mitigación de pérdidas</b>
<b>Pérdidas por averías</b>	Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para evitar averías y realizar reparaciones oportunas.
<b>Pérdidas por preparación y ajuste</b>	Rediseño del proceso respecto a la programación del mantenimiento para evitar que la unidad permanezca mucho tiempo en el taller y no disponible para sus correspondientes funciones
<b>Pérdidas por paradas menores y tiempos muertos</b>	Capacitación periódica del personal en técnicas de autodiagnóstico y de solución de problemas para minimizar el tiempo de inactividad.
<b>Pérdidas por micro paradas o velocidad reducida</b>	Implementación del método 5S para eliminar pasos innecesarios y mejorar el flujo de trabajo.
<b>Pérdidas por defectos de calidad y repetición de trabajos</b>	Fomentar la participación de los funcionarios en la detección oportuna de problemas de calidad y en la implementación de medidas correctivas.
<b>Pérdidas por puesta en marcha</b>	Fomentar un entorno de comunicación abierta y receptiva en el cual el personal se sienta cómodo planteando inquietudes, haciendo preguntas o haciendo sugerencias.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

La Tabla 20 muestra que la implementación de TPM reducirá los seis tipos de pérdidas, por lo tanto, para la implementación de este pilar, se propone la creación de una base de datos en formato Excel donde se registre información de la flota automotor respecto a los mantenimientos y se utilice dicha base brindada para que la sección mantenga un registro óptimo y estandarizado de toda la información y sus actividades, ya que actualmente la Sección no cuenta con un registro adecuado para controlar este tipo de mantenimientos, solamente utiliza un documento como base de datos donde se registran todas las órdenes de trabajo que por falta de control, supervisión o falta de asignación de responsabilidades se encuentra con información incompleta, poco estandarizada y con espacios vacíos donde no se registra información de las unidades, por lo que complica de alguna manera analizar la información para obtener indicadores importantes para la toma de decisiones.

A continuación, en la Figura 41. Base de datos actual, se muestra la base actual con la que cuenta la sección de mantenimiento automotor.

**Figura 41. Base de datos actual**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	MOTIVO	ACTIVO	OT	FECHA DE APERTURA	FECHA DE CIERRE	DEPENDENCIA	OBSE VACIO	REPUESTO	SERVICIO	CASO INS	LECTURA MP	KM/HOR	TIPO MP	PROX. MP	KM/HOR AS	TIPO MP
26	MANTENIMIENTO	37097	59282	13/04/2021	04/01/2022	ASEO DE VIAS			X		7430	HRS	AGENCIA	7930	HRS	AGENCIA
27	REPOSICION LLANTAS	42162	59435	04/05/2021	06/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
28	FALLA EN ARRANQUE	4053	60091	12/07/2021	06/01/2022	MEJ BARRIOS		X								
29	MANTENIMIENTO	3150	60128	15/07/2021	08/01/2022	POLICIA			X		136277	KMS	AGENCIA	141277	KMS	AGENCIA
30	CORREGIR FUGA DE ACEITE	8063	60141	16/07/2021	06/01/2022	RED PLUVIAL		X								
31	SUSTITUCION VENTANA DERECHA	40984	60412	16/08/2021	11/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
32	COMPRA DE LLANTAS	42162	60668	09/09/2021	06/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
33	MANTENIMIENTO	39519	60724	17/09/2021	07/01/2022	PARQUES			X							
34	AIRE ACONDICIONADO	40984	60672	10/09/2021	11/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
35	MANTENIMIENTO	4048	60968	12/10/2021	05/01/2022	MANT OBRAS			X		81893	KMS	AGENCIA	86893	KMS	AGENCIA
36	SEÑALES EN MAL ESTADO	8069	60347	12/07/2021	07/01/2022	MEJ BARRIOS		X								
37	VENTANA LADO DERECHO	40209	60360	10/08/2021	07/01/2022	RECOLECCION		X								
38	PUNTEO	40983	60399	13/08/2021	07/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
39	COMPRA DE LLANTAS	5027	60402	13/08/2021	07/01/2022	RED PLUVIAL		X								
40	COMPRA DE LLANTAS	7046	60462	19/08/2021	06/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
41	REPARAR CUENTA KILOMETROS	4041	60467	17/08/2021	10/01/2022	MANT OBRAS		X								
42	COMPRA DE LLANTAS	7046	60517	24/08/2021	06/01/2022	ASEO DE VIAS		X								
43	REVISION SISTEMA DE INYECCION	3150	60578	30/08/2021	06/01/2022	POLICIA		X								
44	COMPRA DE LLANTAS	42161	60606	02/09/2021	06/01/2022	MANT OBRAS		X								
45	FALLA EN SISTEMA DE EMBRAGUE	4052	60648	08/09/2021	05/01/2022	MEJ BARRIOS		X								
46	REPARACION CILINDRO Y CABEZOTE	2138	60763	21/09/2021	05/01/2022	POLICIA		X								
47	REPARACION DE LLANTAS	39611	60797	23/09/2021	06/01/2022	RECOLECCION			X							
48	REVISION GENERAL	36850	60799	23/09/2021	10/01/2022	TRANSPORTES		X								
49	REEMPLAZAR MANILLA PLASTICA	3075	60802	23/09/2021	05/01/2022	MANT OBRAS		X								
50	REPARACION DE LLANTAS	6090	60851	01/10/2021	06/01/2022	RECOLECCION			X							
51	REVISION DEL MOTOR	4041	60885	05/10/2021	06/01/2022	MANT OBRAS		X								
52	SILVINES PRINCIPALES	41025	60910	07/10/2021	07/01/2022	RECOLECCION		X								
53	MANTENIMIENTO	40207	60932	08/10/2021	10/01/2022	RECOLECCION			X		7360	HRS	AGENCIA	7860	HRS	AGENCIA
54	MANTENIMIENTO	40066	60935	08/10/2021	11/01/2022	RECOLECCION			X		9300	HRS	AGENCIA	9800	HRS	AGENCIA
55	CAMBIO DE ACEITE	39583	60973	12/10/2021	10/01/2022	TRANSPORTES										

Nota: Municipalidad de San José.

En la Figura 42. Base de datos propuesta, se muestra el rediseño de la base con la cual se podrá obtener análisis de la disponibilidad, tiempo medio entre falla, tiempo medio entre reparación, entre otros.

**Figura 42. Base de datos propuesta**

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En dicha base de datos, al presionar en registrar se abrirá una ventana donde se deberá registrar información inicial importante, tal como se muestra en la Figura 43. Registro de información.

**Figura 43. Registro de información**

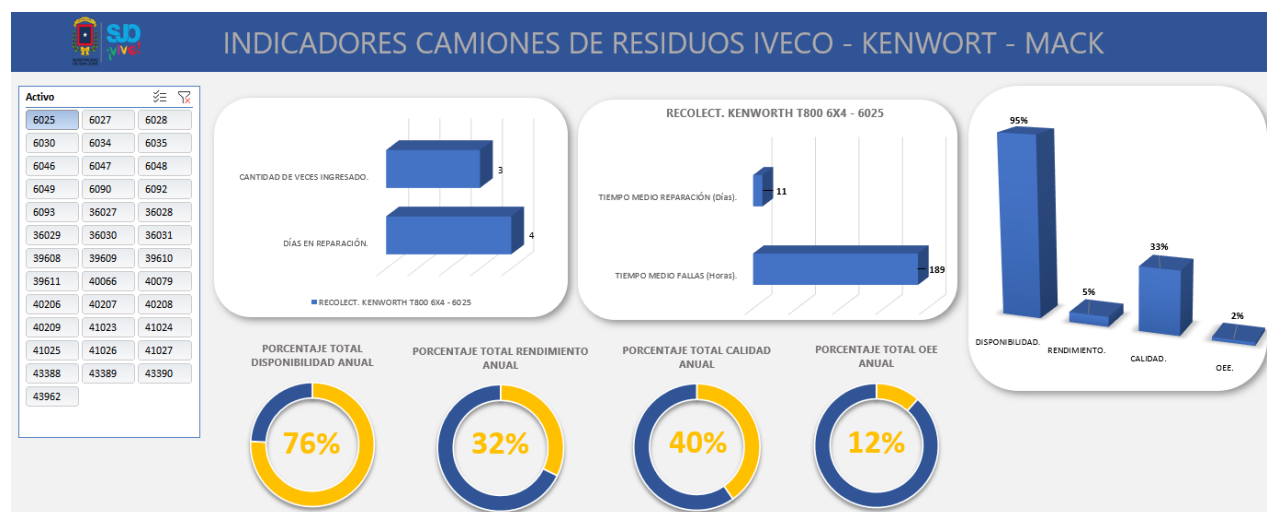
Nº ORDEN:	<input type="text" value="1"/>	TIPO DE MANT:	<input type="text"/>	MOTIVO DE PARO:	<input type="text"/>
ACTIVO:	<input type="text"/>	DEPENDENCIA	<input type="text"/>		
HR/KM:	<input type="text"/>	FECHA APERTURA:	<input type="text"/>		

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Además, al presionar el botón de Base de Datos se mostrará los datos completos de las órdenes de trabajo ingresadas durante el año, incluida la información que se muestra en la Figura 43 y también fecha de cierre de la orden, la duración y responsable del mantenimiento y el costo y los repuestos requeridos.

En el botón Dashboard se podrá visualizar indicadores de interés para la sección y la gestión de mantenimiento, tales como la disponibilidad, rendimiento, calidad y eficiencia como se muestra en la Figura 44. Dashboard.

**Figura 44. Dashboard**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Mantenimiento autónomo

Este pilar pretende implementar el auto mantenimiento, el cual implica que un técnico o encargado de la unidad se encargue de realizar una serie de actividades de forma diaria, buscando que se lleven a cabo de manera consciente, cuidando tanto la integridad personal del trabajador como su lugar de trabajo y el equipo a su cargo, para mejorar no solo las actividades regulares de la institución, sino también el ambiente laboral.

Las actividades que se deben efectuar diariamente es importante que sean realizadas por un técnico o encargado de la unidad (chofer) que posea los conocimientos necesarios para operar el equipo de manera adecuada, a través de inspecciones visuales y verificaciones de niveles, con el objetivo de mantener la unidad en óptimas condiciones y liberar a los técnicos de mantenimiento de tareas básicas que pueden ser solucionadas por el encargado de la unidad, permitiendo que los técnicos se enfoquen en labores de mantenimiento más especializadas y complejas.

Por lo tanto, en la Tabla 21. Actividades Diarias, se muestran las actividades por realizar cada vez que se opera una unidad.

Tabla 21. Actividades Diarias

<b>Actividades Mantenimiento Diario</b>	
<b>Inspección visual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños externos en chasis o cabina</li> <li>• Fugas del aceite, refrigerante y combustible</li> <li>• Neumáticos, comprobar la presión y el desgaste</li> <li>• Luces defectuosas</li> <li>• Indicadores de km y horómetro</li> </ul>
<b>Revisar niveles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite del motor</li> <li>• Refrigerante del motor</li> <li>• Líquido de frenos</li> <li>• Aceites hidráulicos</li> </ul>
<b>Limpieza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabina limpia y ordenada, sin desechos</li> <li>• Vidrios interiores y exteriores</li> </ul>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Este pilar se basa en la metodología 5S, se busca cambiar la mentalidad y las costumbres del personal en general, con el fin de establecer condiciones de trabajo adecuadas, ya que esta metodología se centra en la calidad total y el mejoramiento continuo, a través de la eliminación de obstáculos, el establecimiento de un orden y la limpieza.

Para implantar esta metodología, es necesario que el personal involucrado siga los siguientes pasos.

### **Seiri (Clasificar)**

El objetivo de este paso es separar y eliminar, de los puestos de trabajo, todas las herramientas o materiales que no son necesarios de los que sí lo son.

Por lo tanto, para su implementación el personal -tanto técnico como administrativo- debe cumplir con las siguientes actividades:

- Clasificar las herramientas o materiales de uso frecuente o no frecuente.
- Retirar del puesto de trabajo las herramientas o materiales que no son necesarios.
- Definir las acciones y criterios necesarios para mantener despejado el puesto de trabajo donde se realizan las reparaciones de las unidades.

Con la aplicación de este paso la Sección se verá beneficiada ya que eliminará herramientas y materiales innecesarios, que estén obsoletos o en mal estado, dejando únicamente lo estrictamente necesario y en las cantidades adecuadas.

Algunas de las áreas actualmente se encuentran como en la Figura 45. Elementos innecesarios bodega y Figura 46. Elementos innecesarios de herramientas, por lo que se verán beneficiadas en la aplicación de este paso.

**Figura 45. Elementos innecesarios bodega**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

**Figura 46. Elementos innecesarios de herramientas**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

## Seiton (Ordenar)

Una vez concluido el paso anterior se procede con el paso Seiton, cuyo objetivo es ordenar todos las herramientas o materiales que se necesitan en el puesto de trabajo, estableciendo un lugar específico para cada herramienta o material, de manera que se facilite al personal identificar, localizar y disponer de estos de manera eficiente y además fomentar que sea devuelto en el mismo lugar después de utilizarse.

Para su implementación se inicia con ordenar las herramientas o materiales de uso más frecuente en un lugar de fácil acceso para los funcionarios en su puesto de trabajo, los de uso no frecuente en un lugar no muy lejano del puesto de trabajo, pero que no interfieran en las funciones diarias, y las que del todo no se necesitan se debe evaluar si es necesario desecharlos o si pueden ser reciclados.

Según la situación actual de la Sección esta etapa mejorará el control de *stocks* de repuestos en el área de bodega, el control de archivos y búsqueda de órdenes de trabajo en el área administrativa; la Figura 47. Área de bodega y archivo muestra cómo se encuentra actualmente la bodega.

**Figura 47. Área de bodega y archivo**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Por lo tanto, se debe organizar los estantes de la bodega y archivo de acuerdo con la codificación correspondientes y colocar nuevas repisas o estantes en cada puesto de trabajo con el fin de tener mejor organizada la documentación, los repuestos o las herramientas en estos.

### **Seiso (Limpiar)**

Al concluir el paso anterior se continua con el paso Seiso, el cual consiste en eliminar la suciedad o desorden que pueda presentarse en el puesto de trabajo, con el fin de que con la limpieza el personal pueda tener un mayor conocimiento de su puesto de trabajo y de las herramientas y materiales a su cargo, para que esto sirva como una ayuda en la detección de problemas o fallas tanto en las unidades como en el lugar de trabajo.

Para su implementación el personal, tanto técnico como administrativo, debe cumplir con las siguientes actividades:

- Limpiar diariamente su respectivo lugar de trabajo al iniciar sus funciones.
- Limpiar las herramientas o materiales después de su uso, si estos lo requieren.
- Limpiar su respectivo lugar de trabajo al finalizar sus funciones.
- Inspección visual del área con el fin de detectar y eliminar focos de generación de suciedad y contaminación.

### **Seiketsu (Estandarizar)**

Una vez concluido el paso anterior se procede con el paso Seiketsu, cuyo objetivo es que, al lograr implementar los tres pasos anteriores, estos se ejecuten de manera regular, estableciendo reglas operacionales y designando responsables para evitar que los malos hábitos que tenía la institución se retomen.

La implementación de esta etapa se hará mediante los siguientes pasos:

- Uso de señalización: se colocará la señalización correspondiente en la codificación del *stock* en bodega, señales de advertencia e informativas.
- Cumplimiento de la estandarización del proceso como se muestra en el anexo 11. Diagrama de flujo rediseño del proceso, donde se visualiza las responsabilidades y labores de cada funcionario involucrado en el proceso de mantenimiento.
- Hoja de verificación: se facilitará a los técnicos de mantenimiento una hoja de verificación en la cual pueden visualizar las actividades que corresponden a cada

mantenimiento que las unidades requieren (ver anexo 13).

### **Shitsuke (Disciplina)**

El objetivo de este paso de la metodología 5S es lograr que se mantenga y se conserve todas las actividades expuestas anteriormente, mediante la disciplina de todo el personal, tanto técnico como administrativo y así tener ordenado, organizado y limpio el puesto de trabajo, aumentando la productividad de la Sección en general.

Las actividades que debe realizar el personal involucrado para alcanzar la disciplina deseada son:

#### **Al inicio de su jornada**

1. Utilizar el uniforme y equipo de seguridad apropiado para sus funciones.
2. Limpiar su puesto de trabajo.
3. Mantener ordenadas y limpias las herramientas propias.
4. Realizar una planificación de sus actividades.

#### **Durante la jornada**

1. Limpiar su puesto de trabajo después de cada mantenimiento.
2. Mantener ordenadas las herramientas por utilizar y el taller en general.

#### **Al final de su jornada**

1. En caso de requerir herramientas extras a las propias, colocarlas en su lugar correspondiente.
2. Verificar desconexión de equipos requeridos para el mantenimiento.
3. Limpieza y aseo del puesto de trabajo.

Para lograr una mayor eficacia en esta propuesta se considera que es probable que algunos de los funcionarios se resistan al cambio y a la manera de hacer las cosas, ya que al realizar su trabajo durante muchos años de la forma actual y estar acostumbrados a ella, no deseen ser parte de esta propuesta de mejoramiento continuo, por lo tanto, el jefe de la Sección debe motivar y hacer sentir incluido a todo el personal involucrado y comunicar de una manera asertiva que dicha propuesta es para el bienestar de la Sección y de ellos mismos, considerando la percepción de estos con respecto a las condiciones actuales, con el fin de que apoyen dicha

propuesta y no se opongan al cambio.

### **Mantenimiento planificado**

Una vez concluido el pilar anterior, se continúa con el desarrollo del mantenimiento planificado o preventivo para la flota automotriz de camiones de residuos, ya que este busca prevenir fallas no planificadas de las unidades y reducir los tiempos de paro, asegurando su disponibilidad y confiabilidad.

Implementar un programa de mantenimiento preventivo es una forma efectiva de reducir la cantidad de fallas no planificadas, en el caso de los camiones de recolección de residuos, es importante realizar mantenimientos regulares para asegurar su correcto funcionamiento durante su función de recolección, garantizando la eficiencia en el proceso y la integridad y protección tanto de los funcionarios como de la comunidad en general.

En lugar de centrarse en el mantenimiento correctivo, se busca priorizar estas actividades de mantenimiento preventivo, esto implica mejorar la planificación actual de la sección, a fin de reducir gradualmente las fallas, los paros no programados y el desperdicio de recursos a lo largo del tiempo, garantizando la eficiencia y confiabilidad de las unidades.

Según la información brindada en los manuales de mantenimiento del fabricante y la información brindada por parte del personal técnico, se establecen frecuencias para la realización de los diferentes tipos de mantenimiento, estas están especificadas cada 250 horas y son las siguientes:

- De tipo A1 se realiza a las 250 horas.
- De tipo A2 se realiza a las 500 horas.
- De tipo B se realiza a las 750 horas.
- De tipo A3 se realiza a las 1000 horas.
- De tipo A4 se realiza a las 1250 horas.
- De tipo C se realiza a las 1500 horas.

Para el desarrollo del mantenimiento preventivo se inició con el análisis de indicadores tales como disponibilidad, tiempo medio entre fallas (MTBF), tiempo medio entre reparaciones (MTTR) y de las fallas o averías que las unidades presentaron en el 2022 y en los meses de enero a mayo del 2023 de los camiones de residuos de la dependencia de Recolección de la

Municipalidad de San José, ya que estas unidades son las que presentan mayor incidencia de fallo en la institución.

La dependencia de Recolección actualmente tiene 37 camiones de recolección, los cuales cuentan con su respectiva codificación para una identificación fácil cuando se requiera algún tipo de información; el registro de los mantenimientos preventivos de las unidades se realizará en la base de datos en formato Excel propuesta, en la cual se registrará información de estas sobre los mantenimientos que se le han realizado y el siguiente que corresponde (ver anexo 12).

En la Figura 48. Base de datos mantenimientos preventivos, se muestra la pestaña de inicio de la base de datos en formato Excel propuesta para mantenimientos preventivos, la cual tiene las opciones de registrar, ver los datos completos sobre los mantenimientos preventivos de todas las unidades al seleccionar el botón “Programa MP”, y también el poder visualizar un cronograma de los próximos mantenimientos preventivos.

**Figura 48. Base de datos mantenimientos preventivos**



Nota: Kimberly Gamboa Jiménez

En la base de datos mencionada anteriormente, al hacer clic en el botón de registrar, se abrirá una ventana que permite ingresar información inicial importante sobre cada unidad, como la placa, el número de activo, el tipo de mantenimiento preventivo, el horómetro, entre otros datos, tal como se muestra en la Figura 49. Registro de información MP.

**Figura 49. Registro de información MP**

The image shows a web form titled "REGISTRAR INFORMACION" with a close button (X) in the top right corner. The form is set against a light blue background and contains the following fields:

- PLACA:** A text input field.
- DESCRIPCIÓN:** A dropdown menu.
- TIPO MANT. PREVENTIVO:** A dropdown menu.
- MARCA:** A dropdown menu.
- HR / KM:** A text input field.
- MODEL:** A dropdown menu.
- FECHA:** A text input field.
- ACTIVO:** A checkbox.
- REGISTRAR:** A button at the bottom center.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

De acuerdo con el tipo de mantenimiento que le corresponde a cada unidad se crea una hoja de verificación en la cual se indican los criterios de inspección para cada actividad de mantenimiento y así contar con un estándar de aspectos específicos por revisar para detectar cualquier problema o anomalía. Esta hoja de verificación es un rediseño del plan de mantenimiento de la Sección de Mantenimiento Automotor, según las recomendaciones del fabricante y la información de vida operativa del 2022 y de los meses de enero a mayo del 2023 (ver anexo 13).

Una vez definidos estos criterios de inspección se desarrolla un cronograma de mantenimiento, donde se indica la fecha y el tipo de mantenimiento que le corresponde a la unidad, y con ello asegurar que la unidad este en óptimas condiciones al recibir el mantenimiento en el momento adecuado (ver anexo 14).

### **Compra de repuestos**

Se recopila la información técnica de mantenimiento que requiere cada unidad, obteniendo el conocimiento de las cantidades de aceites y filtros que necesita cada una, por lo tanto, la compra de los insumos necesarios para la realización de los mantenimientos preventivos se realiza según la programación de estos por parte de la Sección y coordinado con las dependencias correspondientes, las cuales deben autorizar y realizar la verificación de que cuente con el presupuesto requerido.

Esta programación se realizará 50 horas antes a las requeridas para el mantenimiento

correspondiente, para anticipar el pedido y que la unidad ingrese cuando los materiales necesarios se encuentren en el taller y que esta esté disponible en el menor tiempo posible.

Se muestra en la Tabla 22. Repuestos para mantenimiento, los repuestos requeridos para cada mantenimiento.

Tabla 22. Repuestos para mantenimiento

Marca	Repuestos Mant. Tipo A	Repuestos Mant. Tipo B	Repuestos Mant. Tipo C
<b>IVECO</b>	1 filtro para Combustible 1 filtro Separador de Agua 2 filtros para Lubricante 2997305 1 filtro Secador del Aire 2992261	1 filtro para Combustible 1 filtro Separador de Agua 2 filtros para Lubricante 2997305 1 filtro Secador del Aire 2992261 1 filtro para Aire 2992374 (2996156) 1 filtro del Aire del Turbo 299623	1 filtro para Combustible 1 filtro Separador de Agua 2 filtros para Lubricante 2997305 1 filtro Secador del Aire 2992261 1 filtro para Aire 2992374 (2996156) 1 filtro del Aire del Turbo 299623 1 filtro Elemento para la Dirección P91917 1 filtro Sistema Hidráulico 285459
<b>KENWORTH</b>	2 filtros secadores de aire 5008415 bendix 1 filtro para combustible1° fs 1000 cummins 3329289 1 filtro para lubricante 1400nn cummins 4367100 1 filtro de refrigerante wf 2071 cummins 3100330041	2 filtros secadores de aire 5008415 bendix 1 filtro para combustible1° fs 1000 cummins 3329289 1 filtro para lubricante 1400nn cummins 4367100 1 filtro de refrigerante wf 2071 cummins 3100330041 1 filtro para aire d37- 100q-1007 rev e	2 filtros secadores de aire 5008415 bendix 1 filtro para combustible1° fs 1000 cummins 3329289 1 filtro para lubricante 1400nn cummins 4367100 1 filtro de refrigerante wf 2071 cummins 3100330041 1 filtro para aire d37- 100q-1007 rev e 1 filtro elemento para la dirección 1902137
<b>MACK</b>	1 filtro para combustible 7005-2020 pmor 1 filtro para combustible 20972295 1 filtro para lubricante 21707135 2 filtros para lubricante 21707136	1 filtro para combustible 7005-2020 pmor 1 filtro para combustible 20972295 1 filtro para lubricante 21707135 2 filtros para lubricante 21707136 1 filtro para aire 25100042 (r950011)	1 filtro para combustible 7005-2020 pmor 1 filtro para combustible 20972295 1 filtro para lubricante 21707135 2 filtros para lubricante 21707136 1 filtro para aire 25100042 (r950011) 1 filtro del sistema hidráulica 5839-870678 <sup>a</sup> 1 filtro del sistema hidráulica af 46610 1 filtro de la transmisión automática hf 28943

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Por lo tanto, para el correcto desarrollo del mantenimiento planificado se recomienda revisar, notificar y registrar de manera precisa las actividades de mantenimiento realizadas en cada unidad, esto con el fin de que se efectúe un seguimiento de la eficiencia, adaptabilidad a los cambios y condiciones generadas del programa de mantenimiento, y si es necesario, se deben realizar los ajustes correspondientes para mantener el programa actualizado de forma periódica.

### Mantenimiento de calidad

La gestión del mantenimiento de la Sección debe centrarse en las unidades con mayor recurrencia de fallo con el objetivo de identificar oportunidades de mejora sin comprometer la calidad, esto implica evitar daños mayores y asegurar que las unidades cumplan con los

estándares técnicos establecidos, demostrando el cumplimiento del requisito básico de "cero defectos" y así asegurar la calidad de los servicios de reparación y mantenimiento proporcionados a la flota automotor a través del control de estas condiciones.

Para el cumplimiento de la implementación se busca contar con un recurso para conocer el estado de los equipos, por lo tanto, se establecen diez etapas, las cuales se deben auditar y darles el respectivo seguimiento a las unidades de prueba piloto, estas etapas son:

- Etapa 1: Identificar la situación actual de las unidades.
- Etapa 2: Investigar el proceso de generación de defectos.
- Etapa 3: Analizar e identificar las condiciones 4M (Método, Materiales, Máquina y Mano de obra).
- Etapa 4: Determinar las acciones correctivas para eliminar los defectos.
- Etapa 5: Realizar un análisis de las condiciones de las unidades sin defectos y comparar los resultados obtenidos.
- Etapa 6: Tomar medidas para mejorar las condiciones 4M.
- Etapa 7: Definir criterios y condiciones de las 4M.
- Etapa 8: Mejorar la técnica de inspección.
- Etapa 9: Valorar los criterios utilizados.
- Etapa 10: Examinar los estándares establecidos.

Por ello, para lograr los estándares esperados se debe ir ajustando el mantenimiento planificado con respecto a la información que se obtenga del mantenimiento de calidad, mediante una matriz AMFE, la cual será responsabilidad del jefe de la Sección y del encargado del proceso, quienes se reunirán periódicamente con el objetivo de crear una matriz y asegurarse de que los índices de riesgo no aumenten, mejorando la confiabilidad y manteniendo altos los estándares de calidad en la gestión de mantenimiento a través de una mejora continua al identificar, evaluar y mitigar posibles fallas potenciales tanto en el proceso como en las unidades involucradas.

Finalmente, para medir y mejorar los niveles de calidad, se utilizará el OEE (Eficiencia total de los Equipos) para determinar el nivel de eficiencia de las unidades y desarrollar estrategias de mejora, el cual se irá visualizando de manera automática a través de un Dashboard al utilizar la base de datos propuesta como se muestra en la Figura 44. Dashboard.

## **Mantenimiento en áreas administrativas y de apoyo**

En el caso de la implementación de este pilar, se busca contar con una excelente comunicación entre los involucrados de la gestión de mantenimiento, para obtener una mayor productividad, una participación total de los funcionarios y que no se produzcan faltas de coordinación en el proceso.

Con el fin de evitar esta falta de comunicación y coordinación que existe entre el personal de mantenimiento y las dependencias, se propone tener un control de citas de mantenimientos correspondientes, de entregas o recepción de repuestos y cualquier otra información que se crea pertinente para el proceso, esta comunicación se hará por medio de correo electrónico ya que es una comunicación rápida y eficiente para los funcionarios de la institución, para evitar retrasos importantes en los mantenimientos o acumulación de repuestos en la bodega de almacenamiento, ya que actualmente, si el técnico asignado o la dependencia no da seguimiento a la solicitud o información pertinente, no se le notifica por ningún medio.

## **Capacitación y formación**

Para el cumplimiento de este pilar se propone realizar programas de capacitación obligatorios y medición del conocimiento mediante evaluaciones periódicas, ya que en la actualidad solamente la mitad del personal de la sección se encuentra capacitado, ya que la otra mitad no participa de las capacitaciones que se brinda.

Por lo tanto, se debe trabajar en cambiar la mentalidad de estos y que con la implementación de dicha propuesta el personal no se resista al cambio y se logre una concientización para lograr las metas propuestas.

Este pilar, como complemento al plan de mantenimiento preventivo, busca que el personal encargado sea capacitado constantemente y desarrolle habilidades para el desempeño de actividades tales como:

- Identificar y detectar con mayor facilidad problemas en las unidades.
- Comprender el funcionamiento correcto de los camiones de marca IVECO, KENWORTH y MACK.
- Contar con la capacidad de enseñar a otros compañeros el conocimiento adquirido.

La institución cuenta con un presupuesto anual para capacitaciones de sus funcionarios,

por lo que se propone capacitar al personal al menos cada 6 meses, definiendo los temas que se requieran reforzar después de evaluar el conocimiento de estos, con el propósito de mejorar las actividades que se realizan en la sección y concientizar al personal.

Sin embargo, también se cuenta con la opción de recibir capacitaciones que el Instituto Nacional de Aprendizaje imparte y son 100 % gratuitas, por lo tanto, no representaría un gasto extra a la institución, algunos de los cursos por considerar para el personal son:

- Mantenimiento correctivo y preventivo en maquinaria y vehículos pesados.
- Utilización de equipos de diagnóstico automotriz.
- Gestión de los espacios de trabajo en talleres automotrices.

A continuación, en la Tabla 23. Propuesta de capacitación al personal, se muestra la propuesta de actividades que debe realizar el jefe de la sección para la implementación del pilar Capacitación y formación del personal involucrado en la gestión de mantenimiento.

Tabla 23. Propuesta de capacitación al personal

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observación</b>
<b>Preparación</b>	Determinar qué empresa o institución es la más adecuada para impartir las capacitaciones.	Participación obligatoria de todo el personal de mantenimiento.
<b>Introducción</b>	Programar las capacitaciones en función de las necesidades del personal, en momentos apropiados que no afecten significativamente sus funciones.	Organizar la programación según conocimiento y experiencia.
<b>Implementación</b>	Iniciar las capacitaciones y llevar un seguimiento de estas para evaluar el desempeño del personal.	Comunicar al personal las fechas correspondientes de las capacitaciones.
<b>Ajustes</b>	Brindar todos los materiales necesarios para las capacitaciones.	Facilitar vía correo electrónico las fechas de las capacitaciones y colocarlas también en un lugar visible del taller municipal.
<b>Mejora continua</b>	Incentivar al personal por implementar lo aprendido en las capacitaciones en sus funciones diarias de reparación y mantenimiento.	Dar seguimiento de que el personal cumpla en asistir a las capacitaciones.

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Por otro lado, se considera importante que el personal encargado de las unidades (choferes) lleve una capacitación para que realicen de una manera eficaz las actividades de

mantenimiento diario, por lo tanto, se recomienda que se lleve la capacitación que imparte el Instituto Nacional de Aprendizaje llamada “Inspección técnica del vehículo “o “Revisiones periódicas y conducción eficiente de vehículos”, las cuales tiene una duración de 38 y 54 horas respectivamente.

### **Prevención del mantenimiento**

Este pilar se basa en implementar lo aprendido en las unidades y procesos nuevos, con el fin de identificar mejoras en el proceso que se realice y así evitar o minimizar la ocurrencia de averías que se puedan generar, logrando garantizar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de los activos en la institución, y al mismo tiempo reduciendo los costos asociados al mantenimiento correctivo y a las interrupciones no planificadas al implementar las lecciones aprendidas y aplicar mejoras continuas.

Por lo tanto, el pilar de prevención de mantenimiento con respecto a la propuesta será utilizar un Registro de Averías y Reparaciones, para contar con un documento que sirva de base de datos sobre averías y reparaciones atípicas que se realizaron a las unidades y que sea consultado por los técnicos de mantenimiento cuando se requiera para tomar decisiones informadas sobre futuras intervenciones y que les permite identificar patrones y tendencias de la flota automotor (ver anexo 15).

### **Gestión de seguridad y entorno**

Para finalizar con los pilares del TPM se debe considerar la seguridad y el entorno, que tiene como objetivo lograr un proceso con cero accidentes y cero contaminaciones, promoviendo un entorno de trabajo seguro tanto en la protección de salud del personal como en la sostenibilidad ambiental.

Para la implementación de este pilar se propone la incorporación de mecanismos a prueba de error (Poka-Yoke), que previenen errores humanos y mejoran la calidad al identificar, priorizar y controlar los riesgos laborales en el lugar de trabajo.

Para la aplicación de este mecanismo a prueba de error se debe seguir los siguientes pasos:

- 1. Identificar el riesgo o peligro:** Inspeccionar el taller municipal e identificar los riesgos o peligros que pueden tener las áreas donde se realizan reparaciones,

mantenimientos u otras actividades.

2. **Analizar los errores comunes:** Analizar los errores más frecuentes de los riesgos identificados y documentar los tipos de errores, las causas y el impacto en la seguridad.
3. **Diseñar mecanismos Poka Yoke:** Desarrollar el mecanismo a prueba de errores en los riesgos identificados, estos pueden ser de control, secuenciales, de agrupamiento o de información.
4. **Implementar mecanismos Poka Yoke:** Integrar los mecanismos en los procesos que se realizan en la sección
5. **Realizar un seguimiento de la efectividad de la implementación:** Recopilar los datos sobre los errores evitados, la eficiencia del proceso y cualquier problema adicional que surja en la sección.

Se propone que se utilicen Poka-yokes de información, como lo es la señalización visual, ya que el taller municipal carece de señales visuales claras y concisas que indiquen instrucciones de seguridad, por lo tanto, se propone la colocación de estas para que el personal esté informado y siga prácticas seguras dentro del taller.

**Etiquetado de almacenamiento de residuos:** Adecuada señalización de las áreas de almacenamiento de residuos en el taller, indicando claramente la clasificación, el manejo adecuado y la eliminación de los diferentes tipos de residuos como productos químicos, aceite usado, baterías, entre otros.

**Ruta de evacuación y zona de seguridad:** Colocación de la señalización de la ruta de evacuación y zona de seguridad clara y visible en diferentes áreas del taller, para que el personal sepa qué hacer en caso de emergencia.

**Etiquetado de productos:** Señalización adecuada de envases de productos químicos (productos de limpieza de repuestos, grasas lubricantes, *sprays*, entre otros) con información precisa, como las advertencias de peligro, el nombre del producto, las instrucciones de uso y precauciones de seguridad requeridas, para prevenir accidentes y lesiones causados por su uso incorrecto.

En la Figura 50. Señalizaciones, se muestran algunas de las señalizaciones propuestas para el cumplimiento del pilar gestión de seguridad y entorno.

**Figura 50. Señalizaciones**

Nota: [www.capris.cr](http://www.capris.cr)

Además, se sugiere mejorar la iluminación en las zonas de trabajo mediante la incorporación de seis luces LED, con el fin de garantizar una visibilidad óptima para el personal mientras realizan las tareas de mantenimiento diarias, esta medida contribuye a disminuir los peligros asociados con una iluminación inadecuada, dado que, en ocasiones, los trabajadores deben utilizar focos o linternas del celular para obtener una mejor visión de las unidades.

Asimismo, se propone que se le facilite al personal -una vez al año- equipo de protección personal que incluya tapones auditivos, lentes de seguridad y guantes para mecánico, con el fin de prevenir accidentes y garantizar la seguridad de este.

En la Figura 51. Equipo de protección personal, se muestran el equipo de protección personal propuesto para el personal de mantenimiento.

**Figura 51. Equipo de protección personal**

Nota: [www.capris.cr](http://www.capris.cr)

Una vez concluida la etapa anterior, se continua con la IV Etapa Consolidación, en la cual se propone crear métricas en la sección de mantenimiento con el objetivo de garantizar un rendimiento óptimo de la gestión de mantenimiento y verificar la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), para esto se utilizan indicadores de mantenimiento generados a través de una base de datos en formato de documento de Excel que permite monitorear y asegurar el proceso, midiendo y llevando un seguimiento más cercano y constante, proporcionando datos en tiempo real que son fundamentales para la toma de decisiones a corto plazo, como el tiempo de paro, la eficiencia, la disponibilidad, entre otros.

El encargado de proceso será el responsable de extraer dichos datos y los filtrará de manera mensual, con el fin de proporcionar a la jefatura un análisis general del estado de la sección y se tomen mejores decisiones en cuanto a metas y desarrollo del personal, asimismo, utilizar los formatos -tanto en archivos Excel como físicos- que permitan la planificación, la programación y la ejecución de los mantenimientos.

### **Análisis Económico**

Con el fin de analizar la relación entre los costos y beneficios del proyecto, se realizó una evaluación de los costos en los que el taller de mantenimiento incurrirá; para proteger la confidencialidad de la información financiera del personal y la institución, se mencionarán algunos de estos de manera aproximada, evitando exponer completamente la información financiera sensible.

#### **Costo de los materiales**

En la Tabla 24. Costo Materiales, se muestra el costo de los materiales que se necesita para realizar cada tipo de mantenimiento preventivo en los camiones recolectores de residuos marca IVECO, KENWORTH y MACK.

Tabla 24. Costo Materiales

<b>Marca</b>	<b>Mant. Tipo A</b>	<b>Mant. Tipo B</b>	<b>Mant. Tipo C</b>
<b>IVECO</b>	₡190 000	₡500 000	₡700 000
<b>KENWORTH</b>	₡173 000	₡410 000	₡564 000
<b>MACK</b>	₡130 000	₡170 000	₡260 000

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Tabla 24 se muestran los costos aproximados de los mantenimientos preventivos correspondientes para cada marca de camión, el desglose de los filtros requeridos para dichos mantenimientos se muestra en la Tabla 22. Repuestos para mantenimiento, sin embargo, estos costos no se tomarán en cuenta en los costos de implementación, ya que las dependencias ya los tienen presupuestados por la institución año con año.

### Costo de Mano de Obra

En la Tabla 25. Costo de Mano de Obra, se muestra el costo de mano de obra y el cálculo de las cargas sociales de acuerdo con el monto establecido por la Caja Costarricense de Seguro Social, estas representan un 51,01 % sobre el salario base estimado por mes para cada uno de los funcionarios, dicho porcentaje de cargas sociales se desglosa en el anexo 16.

Tabla 25. Costo de Mano de Obra

Funcionario	Salario Base	Cargas Sociales	Salario mensual	Salario Por Día	Salario Por Hora
<b>Encargado De Proceso</b>	₡756 088	₡385 680	₡1 141 768	₡38 059	₡4 757
<b>Jefatura</b>	₡865 000	₡441 237	₡1 306 237	₡43 541	₡5 443
<b>Supervisor</b>	₡538 487	₡274 682	₡813 169	₡27 106	₡3 388
<b>Secretaria</b>	₡488 307	₡249 085	₡737 392	₡24 580	₡3 072
<b>Técnicos Mantenimiento</b>	₡477 281	₡243 461	₡720 742	₡24 025	₡3 003
<b>Bodegueros</b>	₡510 135	₡260 220	₡770 355	₡25 678	₡3 210
<b>Operarios Especializados</b>	₡477 281	₡243 461	₡720 742	₡24 025	₡3 003
<b>Chofer</b>	₡457 929	₡233 590	₡691 519	₡23 051	₡2 881

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

### Costo de Capacitación TPM al Personal

En la Tabla 26. Costo de Capacitación, se muestra el costo de la capacitación para el personal involucrado en la gestión de mantenimiento.

Tabla 26. Costo de Capacitación

Capacitación	Costos por curso	Total
Técnicos Mantenimiento (20)	₡385 000	₡7 700 000
Supervisor (1)	₡385 000	₡385 000
Encargado de Proceso (1)	₡385 000	₡385 000
Insumos para la capacitación	₡66 000	₡66 000
<b>Costo Total</b>		<b>₡8 536 000</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

El costo total indicado abarca los ocho pilares, dicha capacitación se cotizó con el Instituto CEA, el cual brinda capacitaciones para técnicos automotrices.

La capacitación tendrá una duración de un mes aproximadamente, 2 veces a la semana, 3 horas por sesión en las instalaciones de la Municipalidad de San José, además se utilizará un monto de ₡66 000 colones para insumos como cuadernos y lapiceros para la realización de apuntes que se requieran en las capacitaciones. Este gasto es únicamente al inicio de la implementación de la propuesta.

### **Costos del pilar mejoras enfocadas**

No requiere de ningún tipo de inversión ya que se facilita el documento que servirá de base de datos en formato Excel para llevar un control de los mantenimientos de los activos de la flota automotor de la Municipalidad de San José.

### **Costos del pilar mantenimiento autónomo**

Se determina las horas-hombre que se requieren del personal de las áreas de bodega y de 4 técnicos de mantenimiento para la implementación de 5S, la cual tendrá una duración de 2 semanas en las cuales se tomará al día 4 horas aproximadamente, cabe mencionar que solamente se considerará este costo, ya que la institución cuenta con un presupuesto para la compra de insumos requeridos para dichas actividades. Este gasto es únicamente al inicio de la implementación de la propuesta para ordenar, limpiar y estandarizar.

En la Tabla 27. Costos mantenimiento autónomo, se muestran los costos de mantenimiento autónomo requeridos.

Tabla 27. Costos mantenimiento autónomo

<b>Mantenimiento autónomo</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Costo por c/u</b>	<b>Costo Total</b>
Bodegueros (2)	₡128 392	₡256 785
Técnicos mantenimiento (4)	₡120 124	₡480 495
<b>Total</b>		<b>₡737 280</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Los costos presentados en la Tabla 27 se determinaron considerando el salario por hora mencionado en la Tabla 25. Costo de Mano de Obra de cada funcionario, multiplicando dicho salario por 4 horas, que es el número de horas requeridas diariamente, y luego ese resultado por

20 días, que representa el total de días trabajados en un período de 2 semanas, que es el tiempo necesario para finalizar este pilar en la propuesta.

### **Costos del pilar mantenimiento planificado**

Para determinar el costo del cumplimiento de este pilar se toma en cuenta las horas hombre que requiere la secretaria como se muestra en la Tabla 28. Costos mantenimiento planificado, ya que es el recurso que se requiere para coordinar, registrar y mantener informados a las dependencias sobre sus citas de mantenimiento y evitar los olvidos involuntarios como ocurre actualmente.

Tabla 28. Costos mantenimiento planificado

<b>Mantenimiento planificado</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Costo por hora</b>	<b>Costo total anual</b>
Secretaria (1)	₡3 072	₡589 914

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

En la Tabla 28 los costos mostrados fueron obtenidos considerando el salario por hora del puesto de secretaria mencionado en la Tabla 25. Costo de Mano de Obra, lo cual representa el tiempo necesario para llevar a cabo sus funciones en relación con el proceso de mantenimiento preventivo, por lo tanto, se estima que para el proceso de notificación y elaboración de pedidos, este recurso requiere de aproximadamente una hora por unidad, y considerando que este proceso se realizaría para 4 unidades por semana, se debe multiplicar dicho costo por hora por 4, luego multiplicarlo nuevamente por 4 para representar las semanas en un mes, y finalmente multiplicar ese resultado por 12 para obtener el total de meses en un año.

### **Costos del pilar prevención del mantenimiento**

Este pilar no requiere de ningún tipo de inversión ya que se facilita el documento de Registro de Averías y Reparaciones para cuando ocurra una avería o falla atípica, pero que es de importancia tener un registro histórico.

### **Costos del pilar mantenimiento de calidad**

En la Tabla 29. Costos mantenimiento de calidad, se determina el costo de horas hombre requeridas del encargado de proceso y de la jefatura para realizar las actividades correspondientes de este mantenimiento una vez al mes, en la que se requiere una reunión de aproximadamente 2

horas con el objetivo de mantener en óptimas condiciones la gestión de mantenimiento.

Tabla 29. Costos mantenimiento de calidad

<b>Mantenimiento de calidad</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Costo por hora</b>	<b>Costo Total</b>
Encargado de Proceso	₪4 757	₪114 177
Jefatura	₪5 443	₪130 624
<b>Total Anual</b>		<b>₪244 800</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Los costos presentados en esta Tabla 29 se determinaron considerando el salario por hora mencionado en la Tabla 25, multiplicando dicho salario por 2 horas, que es el número de horas requeridas, y luego ese resultado multiplicado por 12, que representa el total de meses en un año.

#### **Costos del pilar mantenimiento en áreas administrativas y de apoyo**

No requiere de ningún tipo de inversión pues la entidad ya posee dentro de su presupuesto las licencias de Office 365, con lo cual pueden hacer uso sin problema del correo electrónico.

#### **Costos del pilar capacitación y formación**

Este pilar no representa un costo adicional para la implementación ya que la institución tiene un presupuesto para capacitar al personal al menos dos veces al año, en temas que los técnicos de mantenimiento puedan presentar deficiencias.

Se toma en cuenta el costo de capacitación TPM que se encuentra detallado en la Tabla 26. Costo de Capacitación, ya que es necesario para llevar a cabo la implementación de la propuesta, y no debido a una necesidad específica del personal, tal como lo establece la institución.

#### **Costos del pilar gestión de seguridad y entorno**

Para determinar el costo del cumplimiento de este pilar se considera el costo por las señalizaciones, iluminación y equipo de protección que el taller requiere, como se muestra en la Tabla 30. Costos seguridad y entorno, el gasto por las señalizaciones e iluminación es únicamente al inicio de la implementación de la propuesta, la del equipo de protección se propone brindarlas al menos una vez al año al personal de mantenimiento.

Tabla 30. Costos seguridad y entorno

<b>Seguridad y entorno</b>			
	<b>Detalle</b>	<b>Costo individual</b>	<b>Costo Total</b>
	Productos	Ø1 500	Ø31 500
Señalización	Áreas de almacenamiento de residuos	Ø3 500	Ø17 500
	Ruta de evacuación	Ø2 500	Ø10 000
	Zona de seguridad	Ø3 500	Ø7 000
	Iluminación	Lámpara LED	Ø35 000
Equipo de protección	Tapones auditivos	Ø1 600	Ø32 000
	Lentes de seguridad	Ø3 830	Ø76 600
	Guantes para mecánico	Ø12 700	Ø254 000
<b>Total</b>			<b>Ø638 600</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Los costos mostrados fueron obtenidos considerando la compra de señalización para 21 productos tales como grasas lubricantes, productos de limpieza de repuestos y *sprays*, 5 señalizaciones para áreas de almacenamiento de residuos, 4 señalizaciones de ruta de evacuación y 2 señalizaciones de zona de seguridad, 6 lámparas, 20 tapones auditivos, 20 lentes de seguridad y 20 guantes para mecánico cotizados en la tienda Capris.

### **Costo total de implementación TPM**

En la Tabla 31. Costo de Implementación, se muestra el desglose del costo que representa la implementación del Mantenimiento Productivo Total.

Tabla 31. Costo de Implementación

<b>Costo Total de Implementación</b>	
<b>Pilar</b>	<b>Costo</b>
Capacitación TPM	Ø8 536 000
Mant. Autónomo	Ø737 280
Mant Planificado	Ø589 914
Mant Calidad	Ø244 800
Seguridad y entorno	Ø638 600
<b>Total</b>	<b>Ø10 746 594</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Por lo tanto, al calcular el costo total de la implementación del TPM se considera la suma de todos los gastos relacionados con esta propuesta, el cual estima que la institución incurrirá en

un gasto aproximado de ₡10 746 594.

### **Beneficios de la implementación TPM**

El cálculo del costo-beneficio proporciona una perspectiva más clara y sencilla de la propuesta, con el objetivo de establecer la relación entre el costo involucrado en la propuesta y los beneficios que se obtendrían, con el fin de determinar si la inversión será rentable para la institución.

La información sobre los montos que se detallan a continuación ha sido proporcionada por parte del Departamento de Proveeduría de la Municipalidad de San José.

La institución entre el año 2022 y los meses de enero a mayo del 2023 tuvo un gasto total en mantenimiento correctivo de ₡640 695 058 colones en repuestos y en mano de obra solamente en la dependencia de Recolección, con la implementación del TPM la institución percibirá una reducción en los costos asociados a este tipo de mantenimiento, ya que las unidades mostrarán una disminución en las reparaciones repetitivas realizadas como respuesta a fallos en ellas.

Además, la institución actualmente incurre en gastos adicionales debido a la contratación externa de camiones por la falta de disponibilidad de sus unidades, esta contratación externa ha representado un monto de ₡769 334 000 en los meses de enero a mayo, sin embargo, con la implementación del TPM esta necesidad de contratación externa ya no será requerida y la institución ya no tendrá que incurrir en este gasto adicional.

### **Relación costo / beneficio de la propuesta**

La relación costo/beneficio es un análisis que se utiliza para determinar si los beneficios obtenidos de un proyecto son suficientes en comparación con los costos económicos asociados a él.

Considerando que se deben realizar 8 mantenimientos preventivos al año a los 37 camiones de residuos, se realiza el cálculo para obtener una estimación aproximada del costo que esto implicará para la institución.

En la Tabla 32. Cantidad y costo de mantenimiento preventivo anual, se muestran información sobre el tipo, el costo y la cantidad de mantenimientos que requiere cada camión según su marca durante un año. Estos mantenimientos se llevan a cabo cada 250 horas.

Tabla 32. Cantidad y costo de mantenimiento preventivo anual

MARCA	TIPO DE MANTENIMIENTO							
	A	A2	B	A3	A4	C	A	A2
<b>IVECO</b>	¢190 000	¢190 000	¢500 000	¢190 000	¢190 000	¢700 000	¢190 000	¢190 000
<b>KENWORTH</b>	¢170 000	¢170 000	¢410 000	¢170 000	¢170 000	¢564 000	¢170 000	¢170 000
<b>MACK</b>	¢130 000	¢130 000	¢170 000	¢130 000	¢130 000	¢260 000	¢130 000	¢130 000

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, el costo total de mantenimiento preventivo anual para los camiones de la marca IVECO es de ¢2 340 000, para los camiones de la marca KENWORTH es de ¢1 994 000, y para los camiones de la marca MACK es de ¢1 210 000.

Por consiguiente, para determinar el monto total anual necesario que debe invertirse para todos los camiones, se debe multiplicar la cantidad de camiones por el costo de mantenimiento anual de cada marca, como se muestra en la Tabla 33. Costo Total Anual de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 33. Costo Total Anual de Mantenimiento Preventivo

MARCA	Cantidad de camiones	Costo Mantenimiento Anual	Total
<b>IVECO</b>	24	¢2 340 000	¢56 160 000
<b>KENWORTH</b>	10	¢1 994 000	¢19 940 000
<b>MACK</b>	3	¢1 210 000	¢3 630 000
<b>Total</b>			<b>¢79 730 000</b>

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 33, se estima que el costo total anual de mantenimiento preventivo para la institución es de ¢79 730 000 y según el Departamento de Proveduría de la Municipalidad de San José el presupuesto asignado para la dependencia de Recolección para el año 2024 será de ¢300 000 000.

Para el análisis de la evaluación de viabilidad, se calcula el valor presente neto (VPN) sumando los flujos de efectivo descontado y restando el costo de inversión, se considera que el proyecto es rentable y genera valor si el resultado es positivo. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) se calcula encontrando la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea igual a cero y, por último, se calcula la razón costo-beneficio, dividiendo los beneficios netos entre el valor presente de todos los costos del proyecto. Si el resultado es mayor a 1, se considera

que la propuesta es rentable, por el contrario, si el resultado es igual a 1 o menor, la propuesta debe ajustarse.

A continuación, en la Figura 52. Evaluación de viabilidad, se muestra los cálculos realizados para determinar la viabilidad de la propuesta

**Figura 52. Evaluación de viabilidad**

DATOS	Inversión Inicial	₡10 746 594		
	Tasa de descuento	5%		
Período	Ingresos	Egresos	Flujo de Efectivo Neto	Valor presente
0			-₡10 746 594	
1	₡769 334 000	₡79 730 000	₡689 604 000	₡656 765 714
Valor presente Neto (VPN)		₡646 019 120		
Tasa Interna de Retorno (TIR)		63,2		
Razón costo - beneficio		61%		

Nota: Kimberly Gamboa Jiménez.

Por lo tanto, se concluye según los datos mostrados en la Figura 52, que la propuesta es muy rentable y debe ser considerada por la institución.

Es importante señalar que el costo del proyecto se considera como una inversión inicial de implementación, sin embargo, posterior a esto la institución continuará obteniendo beneficios económicos debido a la reducción de costos asociados con las reparaciones correctivas costosas y al no tener que necesitar de contrataciones externas para brindar el servicio de recolección, traslado y depósito de los residuos urbanos.

### **Plan de Implementación**

En el siguiente apartado se detalla el plan de implementación de la propuesta, teniendo en cuenta que no se deben alterar las horas laborales diarias de los funcionarios de la institución, quienes serán los responsables de llevar a cabo los procesos relacionados con el plan de Mantenimiento Productivo Total.



## REFERENCIAS

- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, Á., . . . Baca C, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial* (2 ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39448>
- Badilla, C. (2020). *Propuesta de diseño de los procesos y requerimientos para el mantenimiento preventivo de un vehículo liviano para el Lubricentro Fastcar* [Licenciatura, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. <http://opac.uia.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5407>
- Boero, C. (2020). *Mantenimiento industrial* (1 ed.). Científica Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/172523>
- Castañeda, A. (2019). *Mejoramiento de la confiabilidad* (1 ed.). Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/126576>
- Consuegra, F., Díaz, A., y Cruz, A. (2017). Diseño del método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, 20(3), 122-128. <https://www.redalyc.org/journal/2251/225159047003/>
- Domínguez, W., y Lamadrid, C. (2022). *Gestión del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la flota vehicular de la municipalidad distrital de jangas* [Licenciatura, Universidad Señor de Sipán, Perú]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9706/Dominguez%20Norabuena%2c%20Wilfredo%20%26%20Lamadrid%20Rom%c3%a1n%2c%20Cristhian.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Gallará, I., y Pontelli, D. (2020). *Mantenimiento industrial* (1 ed.). Científica Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/172527>
- García, A. (2014). *Teoría de las organizaciones* (1 ed.). Sainte Claire Editora. <https://books.google.co.cr/books?id=YZN1EAAAQBAJ&pg=PA273&dq=redise%C3%B1o+de+procesos&hl=es-#v=onepage&q=redise%C3%B1o%20de%20procesos&f=false>
- García, C., Cárcel, J., Vergara, M., Rivas, F., y Camacho, F. (2022). *Algoritmo para la asignación de actividades de mantenimiento*. *Arica*, 30(1), 57-68. <https://www.proquest.com/docview/2676613799/95EDC5BA814E4F3APQ/1>

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGraw Hill Education. <https://www.uncuyo.edu.ar/ices/upload/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Instituto Guatemalteco de Educación. (2019). *Productividad y Desarrollo 3.º básico*. IGER. <https://books.google.co.cr/books?id=t8rKDwAAQBAJ&pg=PA202&dq=Hoja+de+verificaci%C3%B3n+o+de+chequeo&hl=es-#v=onepage&q=Hoja%20de%20verificaci%C3%B3n%20o%20de%20chequeo&f=false>
- Izar, J. (2016). *Manufactura de clase mundial* (1 ed.). Alfaomega Grupo Editor. [https://books.google.co.cr/books?id=C\\_13EAAAQBAJ&pg=PA258&dq=5+porqu%C3%A9s&hl=es-#v=onepage&q=5%20porqu%C3%A9s&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=C_13EAAAQBAJ&pg=PA258&dq=5+porqu%C3%A9s&hl=es-#v=onepage&q=5%20porqu%C3%A9s&f=false)
- Marrero, R., Vilalta, J., y Martínez, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, XL(2), 148-160. <https://www.redalyc.org/journal/3604/360459575005/>
- Medrano, J., González, V., y Díaz, V. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales* (1 ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/40508>
- Milla, J. (2019). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de máquinas de la Municipalidad Provincial de Huaraz* [Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo, Perú]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51775/Milla\\_ZJR%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51775/Milla_ZJR%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Monsalve, G. (2019). *Programación y control para sistemas productivos y de servicios* (21 ed.). Fondo Editorial ITM. <https://books.google.co.cr/books?id=JyLdDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Páez, R. (2022). Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. *Industrial Data*, 25(1), 137-156. doi:<https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.21224>
- Paricela, W. (2019). *Propuesta de implementación del sistema de mantenimiento productivo total para mejorar la gestión de mantenimiento en la sub gerencia de maquinaria y equipo de*

*la municipalidad provincial de cajamarca* [Licenciatura, Universidad Privada del Norte, Perú].

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24366/Paricela%20Quilli%2c%20Wilber%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Parra, C., y Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos* (1 ed.). INGEMAN.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8xsnQ1aMg2gC&oi=fnd&pg=PR20&dq=LIBRO+Procesos+de+mantenimiento&ots=l\\_W1mdW-40&sig=\\_Wle6Pzzjs5ZyU5ZH8t7U8GcpH4#v=onepage&q=LIBRO%20Procesos%20de%20mantenimiento&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8xsnQ1aMg2gC&oi=fnd&pg=PR20&dq=LIBRO+Procesos+de+mantenimiento&ots=l_W1mdW-40&sig=_Wle6Pzzjs5ZyU5ZH8t7U8GcpH4#v=onepage&q=LIBRO%20Procesos%20de%20mantenimiento&f=false)

Penabad, L., Rodríguez, P., y Iznaga, A. (2018). Monitoreo de la degradación de los vehículos de transporte de cargas a través de la disponibilidad. *DYNA*, 85(205), 355-362. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.68443>

Rajadell, M., y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad* (1 ed.). Díaz de Santos.

<https://books.google.com.co/books?id=IR2xgsdmdUoC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Sánchez, D. (2020). *Análisis FODA o DAFO* (1 ed.). Bubok Publishing S.L. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/189293>

Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industria. (2007). *Principios de gestión, planeamiento y programación de mantenimiento*. SENATI. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/970/1/Planeamiento%20y%20programaci%C3%B3n%20del%20mantenimiento.pdf>

Socconini, L. (2020). *Lean Six Sigma Green Belt*. (1 ed.). Adrià Gibernau. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/172850>

Van, J., y Wachowicz, J. (2010). *Fundamentos de Administración Financiera* (1 ed.). Pearson Educación. <https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/fundamentos-de-administracion-financiera-13-van-horne.pdf>

Zea, B. (2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos camineros de la municipalidad de ventanilla* [Licenciatura, Universidad Nacional del Callao, Perú]. [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5985/TESIS\\_PREGRADO\\_ZEA%20SANTANDER\\_FIME\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5985/TESIS_PREGRADO_ZEA%20SANTANDER_FIME_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## APÉNDICES

### Anexo 1. Encuesta

# Universidad Internacional de las Américas

Encuesta dirigida a la Sección de Mantenimiento Automotor de la Municipalidad de San José, con el fin de recolectar información sobre el proceso de mantenimiento que se desarrolla actualmente en la institución.

Todas las respuestas son anónimas, y serán utilizadas únicamente para fines académicos (proyecto de tesis) en la Universidad Internacional de las Américas.

De antemano agradezco su colaboración en esta encuesta, la cual proporciona datos importantes para dicho proyecto.

Instrucciones: Marque la opción que crea conveniente para dar respuesta a cada una de las siguientes preguntas, si desea agregar algún comentario puede hacerlo en la opción "Otro"

¿Considera que el personal encargado del mantenimiento está adecuadamente capacitado para realizar sus funciones? \*

Sí

No

Otro: \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia se realizan los mantenimientos preventivos programados a las unidades existentes? \*

Nunca

Rara vez (menos de una vez al año)

A veces (una o dos veces al año)

Regularmente (tres o cuatro veces al año)

Frecuentemente (más de cuatro veces al año)

Siempre

¿Se realiza un seguimiento y control de las actividades de mantenimiento para asegurar el cumplimiento de los tiempos y los procedimientos establecidos? \*

Si

No

Otro: \_\_\_\_\_

¿Se establecen medidas preventivas o correctivas para evitar fallas repetitivas? \*

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_

¿Existe un plan de mantenimiento preventivo para la flota automotor de la institución? \*

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_

¿Cuenta el personal encargado del mantenimiento con los equipos y herramientas adecuadas para realizar las actividades de mantenimiento? \*

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_

¿El personal de mantenimiento cuenta con el equipo de protección personal adecuado para realizar su trabajo de manera segura? \*

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_

¿La institución cuenta con un presupuesto adecuado para la gestión del mantenimiento? \*

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_


¿Existe una política de mantenimiento establecida y comunicada a todo el personal de la institución? \*

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_

¿Posee la sección herramientas informáticas adecuadas para el control y registro \* de la gestión de mantenimiento?

- Sí  
 No  
 Otro: \_\_\_\_\_


## Anexo 2. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento automotor.

		Municipalidad de San José Departamento de Servicios Generales <b>Proceso Mantenimiento Automotor</b>				<b>Código:</b> MSJ-DSG-P03
<b>Fecha de Liberación:</b> 19/02/2021	<b>Versión:</b> 4.0				<b>Página:</b> 2 de 2	
<b>SECUENCIA</b>	<b>PASO A PASO</b>	<b>RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD</b>				<b>CRITERIOS OPERATIVOS</b>
		Dependencia que administra equipo automotor	Proceso Mantenimiento Automotor	Departamento de Proveduría Institucional	Taller Externo	
<b>1</b>	<b>SOLICITUD SERVICIO</b>					
1.1	Realiza solicitud de servicio (correctivo o preventivo).	INICIO				Se utiliza el Formulario Solicitud de Servicio de Mantenimiento.
1.2	Realiza un diagnóstico preliminar y confecciona la apertura de la orden de trabajo. Se determina si el servicio se realizará en el taller municipal o un taller externo.					
<b>2</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					
2.1	¿Se trata de mantenimiento preventivo?.		NO	3.1		
2.2	¿Se realiza en taller municipal?.		NO	2.5		
2.3	¿Se requiere gestionar un pedido de repuestos y/o materiales?.		NO	4.		
2.4	Genera el pedido e informa a la dependencia la programación del mantenimiento asignado.			4.1		Se comunica fecha y hora para su reingreso para el mantenimiento preventivo. Activa procedimiento Caja Chica 2.
2.5	Se realiza en un taller externo.					
2.6	Genera el pedido.					
2.7	Gestiona la contratación del servicio y coordina con la dependencia usuaria para el ingreso del equipo al servicio solicitado.			4.		Activa Proceso Adquisición, Almacenamiento y Entrega de Bienes y Servicios
<b>3</b>	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>					
3.1	En caso de que el mantenimiento es correctivo.					
3.2	Realiza un diagnóstico del servicio a brindar, así como los repuestos necesarios.					
3.3	Elabora y traslada pedido al Departamento de Proveduría Institucional por medio del sistema de compras institucional.					
3.4	En caso de realizarse externamente, el Departamento de Proveduría Institucional traslada orden de compra provisional a la dependencia solicitante, para que remita el equipo automotor al taller externo contratado.					
<b>4</b>	<b>EJECUCION DEL MANTENIMIENTO</b>					
4.1	Ejecuta el mantenimiento del equipo automotor interno o externo.					
4.2	Controla y verifica resultados de mantenimiento del taller interno y externo del equipo automotor.					
4.3	¿El mantenimiento cumple con lo requerido?.		NO	4.1		La revisión la realiza el supervisor o técnico con el VºBº del Encargado de Proceso. En caso de incumplimiento de servicio externo no se recibe el equipo automotor hasta que el taller externo cumpla con el servicio contratado.
4.4	Coordina con la dependencia para el retiro del equipo automotor.					
4.5	Retira equipo automotor.					
4.6	Realiza un informe de cumplimiento de la orden de trabajo.					Funcionario del taller cierra el expediente.
4.7	Verifica el cumplimiento del servicio prestado interno o externo para cierre de orden de trabajo. En caso del servicio externo comunica al Departamento de Proveduría Institucional para la gestión correspondiente.					Encargado de Proceso.
4.8	Fin del proceso.					





Anexo 5. Requisición de repuestos.

 <b>SJ</b> <b>vive!</b>		Municipalidad de San José Sección Mantenimiento Automotor <b>Requisición</b>		<b>Código</b> MSJ-SMA-P01-FM07	
Fecha de Liberación: 9/10/2019		Versión: 1.1		Página: 1 de 1	
N° <b>76251</b>					
FECHA	HORA	# ACTIVO	# OT	# PEDIDO	SALIDA
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN			COSTO c
V°B° ENCARGADO PROCESO		NOMBRE Y FIRMA TECNICO		NOMBRE Y FIRMA ENTREGADO	

Anexo 6. Requisición de herramientas.

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ - MANTENIMIENTO AUTOMOTOR		VALE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS N °		31094
FECHA	HORA	# ACTIVO	# OT	
CANTIDAD	# CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		
NOMBRE Y FIRMA ENTREGADO		NOMBRE Y FIRMA RECIBIDO		

## Anexo 7. Plan de mantenimiento preventivo.

#	COMPONENTE	LABOR	A	B	C	INDICACIONES
1	AIRE ACONDICIONADO	FAJA	R		C	
2	AIRE ACONDICIONADO	FUGAS	R			
3	AIRE ACONDICIONADO	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
4	AIRE ACONDICIONADO	TENSION FAJA		A		
5	BARRA TRANSMISION	BARRA DELANTERA (4X4)		R		
6	BARRA TRANSMISION	BARRA TRASERA		R		
7	BARRA TRANSMISION	COJINETES		R		
8	BARRA TRANSMISION	CRUCES		R		
9	BARRA TRANSMISION	ENGRASE	E			
10	BARRA TRANSMISION	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
11	BARRA TRANSMISION	ROTACION		R		
12	BARRA TRANSMISION	RUIDOS	R			
13	BARRA TRANSMISION	SOPORTES	R			
14	BARRA TRANSMISION	VIBRACIONES	R			
15	CABINA	ASIENTOS			R	
16	CABINA	CARROCERIA			R	
17	CABINA	CERRADURAS			R	
18	CABINA	CINTURONES SEGURIDAD			R	
19	CABINA	ESPEJOS	R			
20	CABINA	GOLPES			R	
21	CABINA	LIMPIA PARABRISAS	R			
22	CABINA	MANILLAS			R	
23	CABINA	MAQ. LEVANTA VIDRIOS			R	
24	CABINA	PEDALES	R			
25	CABINA	PINTURA			R	
26	CABINA	SISTEMA LEVANTE	R			
27	CABINA	SOPORTES	R			
28	CABINA	TAPICERIA			R	
29	CABINA	VIDRIOS			R	
30	CABINA	VISAGRAS			R	
31	CAJA CAMBIOS	ACEITE			C	
32	CAJA CAMBIOS	ACOPLES			R	
33	CAJA CAMBIOS	CAJA TRANSFERENCIA			R	
34	CAJA CAMBIOS	DUPLICACION			R	
35	CAJA CAMBIOS	ENGRASE	E			
36	CAJA CAMBIOS	FUGAS	R			
37	CAJA CAMBIOS	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
38	CAJA CAMBIOS	JUEGO PALANCA			R	
39	CAJA CAMBIOS	MUESTRA ACEITE	E			
40	CAJA CAMBIOS	NIVEL ACEITE	R			
41	CAJA CAMBIOS	RESPIRADEROS	R			
42	CAJA CAMBIOS	RUIDOS	R			
43	CAJA CAMBIOS	SENSORES	R			
44	CAJA CAMBIOS	SOPORTES	R			
45	CAJA CAMBIOS	TAPONES	R			
46	CAJA CAMBIOS	TOMA FUERZA	R			
47	CAJA CAMBIOS	VARILLAJE			R	
48	CAJA CAMBIOS	VIBRACIONES	R			
49	CHASIS	EQUIPO ADICIONAL	R			
50	CHASIS	ESTRUCTURA			R	
51	CHASIS	PINES			R	
52	CHASIS	SOPORTES	R			
53	CHASIS	TORNILLOS Y TUERCAS	R			
54	DIRECCION	ACEITE			C	
55	DIRECCION	ALINEAMIENTO	R		E	
56	DIRECCION	BARRAS	R			
57	DIRECCION	BOMBA	R			
58	DIRECCION	CAJA	R			
59	DIRECCION	ENGRASE	E			
60	DIRECCION	FUGAS	R			
61	DIRECCION	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
62	DIRECCION	JUEGO LIBRE	R			
63	DIRECCION	NIVEL ACEITE	R			
64	DIRECCION	ROTULAS	R			
65	DIRECCION	RUIDOS	R			
66	DIRECCION	TRAMADO	R	E		
67	DIRECCION	VIBRACIONES	R			
68	EJE DELANTERO	ACEITE			C	
69	EJE DELANTERO	BARRAS ESTABILIZADORAS	R			
70	EJE DELANTERO	BOCINAS			R	
71	EJE DELANTERO	BOTAS DE EJES		R		

#	COMPONENTE	LABOR	A	B	C	INDICACIONES
72	EJE DELANTERO	BUJES		R		
73	EJE DELANTERO	CARCAZA			R	
74	EJE DELANTERO	COMPENSADORES		R		
75	EJE DELANTERO	CONVERGENCIA LLANTAS	R			
76	EJE DELANTERO	DIFERENCIAL (4X4)			R	
77	EJE DELANTERO	ENGRASE	E			
78	EJE DELANTERO	FUGAS	R			
79	EJE DELANTERO	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
80	EJE DELANTERO	GAZAS	R			
81	EJE DELANTERO	HOJAS SUSPENSION	R			
82	EJE DELANTERO	LEVAS	R			
83	EJE DELANTERO	MUESTRA ACEITE	E			
84	EJE DELANTERO	NIVEL ACEITE	R			
85	EJE DELANTERO	PUNTAS DE EJE			R	
86	EJE DELANTERO	SOPORTES	R			
87	EJE DELANTERO	TORNILLO CENTRO	R			
88	EJE TRASERO	ACEITE			C	
89	EJE TRASERO	BALANCINES			R	
90	EJE TRASERO	BARRAS TENSORAS		R		
91	EJE TRASERO	BOCINAS			R	
92	EJE TRASERO	BUJES		R		
93	EJE TRASERO	CARRETILLO			R	
94	EJE TRASERO	COJINETES			R	
95	EJE TRASERO	COMPENSADORES		R		
96	EJE TRASERO	DIFERENCIAL DELANTERO			R	
97	EJE TRASERO	DIFERENCIAL TRASERO			R	
98	EJE TRASERO	ENGRASE	E			
99	EJE TRASERO	FUGAS	R			
100	EJE TRASERO	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
101	EJE TRASERO	GAZAS	R			
102	EJE TRASERO	HOJAS SUSPENSION	R			
103	EJE TRASERO	JUEGO DE EJES			R	
104	EJE TRASERO	JUEGO DIFERENCIALES			R	
105	EJE TRASERO	MUESTRA ACEITE	E			
106	EJE TRASERO	MUNONERAS			R	
107	EJE TRASERO	NIVEL ACEITE	R			
108	EJE TRASERO	PINES			R	
109	EJE TRASERO	RESPIRADEROS	R			
110	EJE TRASERO	SOPORTES	R			
111	EJE TRASERO	TAPONES	R			
112	EJE TRASERO	TORNILLO CENTRO	R			
113	ELECTRICO	ALARMAS	R			
114	ELECTRICO	ALTERNADOR	R			
115	ELECTRICO	AMPERIMETRO	R			
116	ELECTRICO	ARRANCADOR	R			
117	ELECTRICO	BATERIAS	R			
118	ELECTRICO	CAJA PORTAFUSIBLES	R			
119	ELECTRICO	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
120	ELECTRICO	FUSIBLES	R			
121	ELECTRICO	HORIMETRO	R			
122	ELECTRICO	IGNICION	R			
123	ELECTRICO	INDICADORES	R			
124	ELECTRICO	LINEAS	R			
125	ELECTRICO	LUCES EXTERNAS	R			
126	ELECTRICO	LUCES INSTRUMENTOS	R			
127	ELECTRICO	LUCES INTERNAS	R			
128	ELECTRICO	PITO	R			
129	ELECTRICO	PITORETA	R			
130	ELECTRICO	RADIO MUSICAL Y ANTENA	R			
131	ELECTRICO	TACOMETRO	R			
132	ELECTRICO	VELOCIMETRO	R			
133	ELECTRICO	VOLTIMETRO	R			
134	EMBRAGUE	BOMBA AUXILIAR		R		
135	EMBRAGUE	BOMBA PRINCIPAL		R		
136	EMBRAGUE	CARRERA PEDAL		A		
137	EMBRAGUE	DISCO	R		C	
138	EMBRAGUE	ENGRASE	E			
139	EMBRAGUE	FUGAS	R			
140	EMBRAGUE	FUNCIONAMIENTO GRAL	R	A		
141	EMBRAGUE	LIQUIDO			C	
142	EMBRAGUE	NIVEL LIQUIDO	R			
143	EMBRAGUE	PLATO	R		C	
144	EMBRAGUE	RUIDOS	R			
145	EMBRAGUE	VIBRACIONES	R			

#	COMPONENTE	LABOR	A	B	C	INDICACIONES
146	FRENOS	AJUSTE	R	A		
147	FRENOS	BOMBA AUXILIAR		R		
148	FRENOS	BOMBA PRINCIPAL		R		
149	FRENOS	BOMBAS AUX. RUEDAS		R		
150	FRENOS	BOOSTER		R		
151	FRENOS	BUJES		R		
152	FRENOS	CARRERA PEDAL		A		
153	FRENOS	DEPOSITOS AIRE	R			
154	FRENOS	DISCOS	R		A	
155	FRENOS	ENTRAMPE	R			
156	FRENOS	FIBRAS	R		C	
157	FRENOS	FRENO MANO	R			
158	FRENOS	FRENO MOTOR	R			
159	FRENOS	FUGAS	R			
160	FRENOS	FUNCIONAMIENTO GRAL	R	A		
161	FRENOS	LEVAS		R		
162	FRENOS	LINEAS AIRE		R		
163	FRENOS	LINEAS LIQUIDO		R		
164	FRENOS	LIQUIDO			C	
165	FRENOS	NIVEL LIQUIDO	R			
166	FRENOS	PASTILLAS DELANTERAS	R		C	
167	FRENOS	PULMONES	R			
168	FRENOS	TAMBORES	R		A	
169	FRENOS	VALVULA SEGURIDAD	R			
170	GONDOLA	BRAZOS LEVANTE			R	
171	GONDOLA	BUJES			R	
172	GONDOLA	COMPUERTAS			R	
173	GONDOLA	ENGRASE	E			
174	GONDOLA	ESTRUCTURA			R	
175	GONDOLA	FALDONES	R			
176	GONDOLA	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
177	GONDOLA	GOLPES			R	
178	GONDOLA	LAMINAS			R	
179	GONDOLA	PINES			R	
180	GONDOLA	PINTURA			R	
181	GONDOLA	SOBRECHASIS			R	
182	GONDOLA	SOLDADURA			R	
183	GONDOLA	SOPORTES	R			
184	GONDOLA	TRANCAS	R			
185	HERRAM. DE CORTE	BASES DE CUCHILLAS	R			
186	HERRAM. DE CORTE	BASES DE PICOS	R			
187	HERRAM. DE CORTE	BRAZO DEL BALDE			R	
188	HERRAM. DE CORTE	CUCHILLA HORIZONTAL	R			
189	HERRAM. DE CORTE	CUCHILLA VERTICAL	R			
190	HERRAM. DE CORTE	CUCHILLAS PUNTERAS	R			
191	HERRAM. DE CORTE	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
192	HERRAM. DE CORTE	MARCO DE PALA			R	
193	HERRAM. DE CORTE	PICOS	R			
194	HERRAM. DE CORTE	RUIDOS	R			
195	HERRAM. DE CORTE	SOLDADURAS			R	
196	HERRAM. DE CORTE	SOPORTES	R			
197	HERRAM. DE CORTE	TENSORES	R			
198	HERRAM. DE CORTE	TORNILLOS	R			
199	HERRAM. DE CORTE	VIBRACIONES	R			
200	HIDRAULICO	ACEITE			C	
201	HIDRAULICO	BANCOS DE VALVULAS			R	
202	HIDRAULICO	BARRA TOMA FUERZA	R			
203	HIDRAULICO	BOMBA		R		
204	HIDRAULICO	DEPOSITO ACEITE			L	
205	HIDRAULICO	ENGRASE	E			
206	HIDRAULICO	FILTROS	R	C		
207	HIDRAULICO	FUGAS	R			
208	HIDRAULICO	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
209	HIDRAULICO	MANDOS ELECTRICOS	R			
210	HIDRAULICO	MANDOS MANUALES	R			
211	HIDRAULICO	MANDOS NEUMATICOS	R			
212	HIDRAULICO	MANGUERAS Y TUBERIA	R			
213	HIDRAULICO	MUESTRA ACEITE	E			
214	HIDRAULICO	NIVEL ACEITE	R			
215	HIDRAULICO	PISTONES	R			
216	HIDRAULICO	SOPORTES	R			
217	MOTOR	ABANICO	R			
218	MOTOR	ACEITE	C			
219	MOTOR	ACELERADOR AUTOMATICO	R			

#	COMPONENTE	LABOR	A	B	C	INDICACIONES
220	MOTOR	ADMISION		R		
221	MOTOR	AFINAMIENTO	R	E		
222	MOTOR	APAGADOR	R			
223	MOTOR	BOBINA	R		C	
224	MOTOR	BOMBA AGUA		R		
225	MOTOR	BOMBA GASOLINA		R		
226	MOTOR	BOMBA INYECCION			R	
227	MOTOR	BOMBA TRASIEGO		R		
228	MOTOR	BUJIAS	R	C		
229	MOTOR	BUJIAS PRECALENTAMIENTO	R		C	
230	MOTOR	CABEZOTE			R	
231	MOTOR	CABLES ENCENDIDO	R		C	
232	MOTOR	CARBURADOR		L		
233	MOTOR	CARTER		R		
234	MOTOR	EMISION DE HUMO	R			
235	MOTOR	ENFRIADOR ACEITE		R		
236	MOTOR	ESCAPE		R		
237	MOTOR	FAJA DISTRIBUCION			C	
238	MOTOR	FAJAS	R			
239	MOTOR	FILTRO ACEITE	C			
240	MOTOR	FILTRO AIRE	R	C		
241	MOTOR	FILTRO COMBUSTIBLE	C			
242	MOTOR	FILTRO COMPRESOR	C			
243	MOTOR	FILTRO SEPARADOR AGUA	C			
244	MOTOR	FUGAS	R			
245	MOTOR	FUNCIONAMIENTO GRAL	R	A		
246	MOTOR	INYECTORES			R	
247	MOTOR	LINEAS COMBUSTIBLE		R		
248	MOTOR	MANGUERAS		R		
249	MOTOR	MUESTRA ACEITE	E			
250	MOTOR	NIVEL ACEITE	R			
251	MOTOR	NIVEL REFRIGERANTE	R			
252	MOTOR	PLATINOS		R	C	
253	MOTOR	POLEAS		R		
254	MOTOR	RADIADOR		L		
255	MOTOR	ROTOR		R	C	
256	MOTOR	RUIDOS	R			
257	MOTOR	SOPORTES	R			
258	MOTOR	TANQUE COMBUSTIBLE			L	
259	MOTOR	TAPA DISTRIBUIDOR		R	C	
260	MOTOR	TENSION FAJAS		A		
261	MOTOR	TIEMPO ENCENDIDO	R	A		
262	MOTOR	TURBOCARGADOR			R	
263	MOTOR	VALVULAS		A		
264	MOTOR	VIBRACIONES	R			
265	RECOLECTOR	BUJES			R	
266	RECOLECTOR	CERRADURAS			R	
267	RECOLECTOR	COMPUERTAS			R	
268	RECOLECTOR	EJES			R	
269	RECOLECTOR	EMPAQUES	R			
270	RECOLECTOR	ENGRASE	E			
271	RECOLECTOR	ESTRUCTURA			R	
272	RECOLECTOR	FALDONES	R			
273	RECOLECTOR	FUNCIONAMIENTO GRAL	R			
274	RECOLECTOR	GOLPES			R	
275	RECOLECTOR	GUIAS	R			
276	RECOLECTOR	LAMINAS			R	
277	RECOLECTOR	PASADORES			R	
278	RECOLECTOR	PINES			R	
279	RECOLECTOR	PINTURA			R	
280	RECOLECTOR	PLACA COMPACTADORA	R			

Anexo 8. Cálculos de tiempo medio entre falla, tiempo medio de reparación y disponibilidad 2022.

Activo	Camiones	MTTR (Horas)	MTBF (Horas)	Disponibilidad 2022 (%)	Cantidad de veces ingresado en el año	Duración promedio (días)	(Horas)
6025	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	21	36	63%	25	67	536
6027	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	23	42	64%	22	64	512
6028	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	18	35	66%	27	61	488
6030	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	19	53	73%	20	48	384
6034	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	31	54	63%	17	66	528
6035	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	28	41	59%	21	73	584
6046	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	60	31	34%	16	119	952
6047	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	12	68	84%	18	28	224
6048	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	18	33	65%	28	63	504
6049	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	19	50	72%	21	50	400
39608	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	23	34	59%	25	73	584
39609	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	16	36	69%	28	55	440
39610	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	15	45	74%	24	46	368
39611	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	20	33	63%	27	67	536
40066	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	15	37	71%	28	52	416
40079	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	21	39	64%	24	64	512
40207	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	21	23	53%	33	85	680
40208	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	10	35	77%	32	41	328
40209	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	20	43	68%	23	57	456
41023	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	15	32	68%	31	57	456
41024	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	42	34	45%	19	99	792
41025	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	18	40	69%	25	56	448
41026	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	23	28	55%	28	81	648
41027	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	21	36	63%	25	67	536
43388	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	10	36	78%	31	39	312
43389	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	40	50	56%	16	80	640
43390	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	19	37	66%	26	61	488
43962	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	24	48	67%	20	60	480
36027	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	78	66	46%	10	98	784
36028	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	41	50	55%	16	81	648
36029	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	139	66	32%	7	122	976
36030	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	30	46	61%	19	71	568
36031	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	37	59	62%	15	69	552
40206	RECOLECTOR IVECO TRAKKER 6X4 2017	20	37	64%	25	64	512
6090	RECOLECTOR MACK GU813 2010	52	108	67%	9	59	472
6092	RECOLECTOR MACK GU813 2010	165	75	31%	6	124	992
6093	RECOLECTOR MACK GU813 2010	652	68	9%	2	163	1304

Anexo 9. Cálculos de tiempo medio entre falla, tiempo medio de reparación y disponibilidad 2023.

Activo	Camiones	MTTR (Horas)	MTBF (Horas)	Disponibilidad 2023 (%)	Cantidad de veces ingresado en 5 meses	Duración promedio (días)	(Horas)
6025	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	11	189	95%	3	4	32
6027	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	30	90	75%	5	19	152
6028	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	108	192	64%	2	27	216
6030	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	288	12	4%	2	72	576
6034	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	5	95	95%	6	4	32
6035	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	10	110	92%	5	6	48
6046	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	0	40	100%	1	80	640
6047	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	69	131	65%	3	26	208
6048	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	12	288	96%	2	3	24
6049	RECOLECT. KENWORTH T800 6X4	54	96	64%	4	27	216
39608	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	35	40	53%	8	35	280
39609	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	0	48	100%	1	81	648
39610	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	7	48	88%	11	9	72
39611	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	0	128	100%	3	27	216
40066	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	52	98	65%	5	26	208
40079	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	4	51	93%	11	5	40
40207	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	13	187	93%	2	5	40
40208	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	60	40	40%	6	45	360
40209	RECOLECTOR IVECO 380AD 410T38H 2017	6	54	91%	10	7	56
41023	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	12	63	84%	8	12	96
41024	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	10	50	83%	10	13	104
41025	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	12	54	81%	9	14	112
41026	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	26	59	69%	7	23	184
41027	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2018	0	560	100%	1	5	40
43388	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	3	117	97%	5	2	16
43389	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	8	592	99%	1	1	8
43390	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	32	118	79%	4	16	128
43962	RECOLECTOR IVECO 380AD 4x8 2019	4	71	95%	7	4	32
36027	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	18	132	88%	4	9	72
36028	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	19	181	91%	3	7	56
36029	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	0	0	100%	0	0	0
36030	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	22	128	85%	4	11	88
36031	RECOLECTOR IVECO 380DC410G38H 2016	36	264	88%	3	9	72
40206	RECOLECTOR IVECO TRAKKER 6X4 2017	400	200	11%	1	50	400
6090	RECOLECTOR MACK GU813 2010	6	60	0%	9	7	56
6092	RECOLECTOR MACK GU813 2010	0	0	100%	0	0	0
6093	RECOLECTOR MACK GU813 2010	0	0	100%	0	0	0

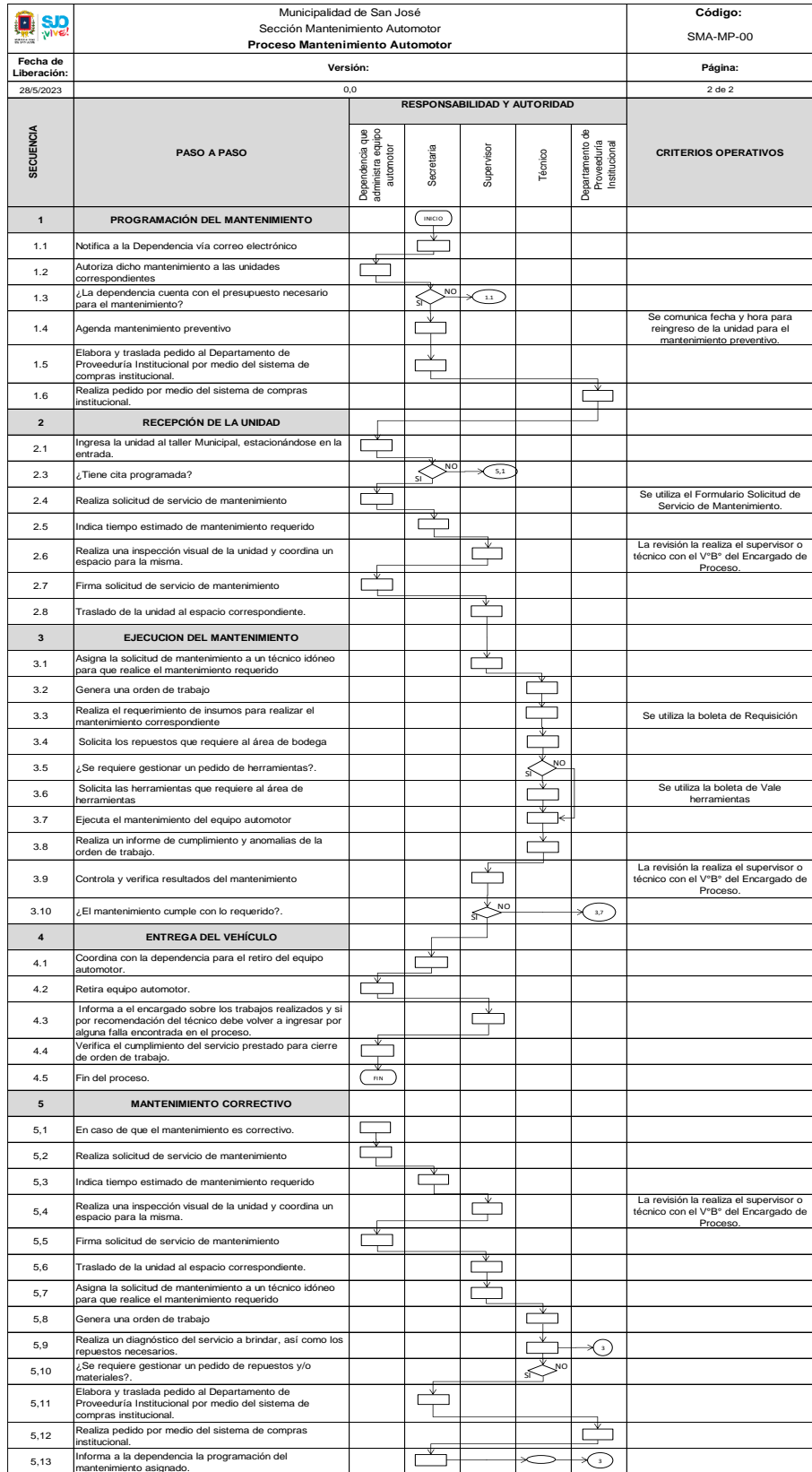
Anexo 10. Matriz AMFE

**Análisis de Modo y Efecto de la Fallas (A.M.E.F)**



Nombre de Institución:		Municipalidad de San José										Preparado por:		Kimberly Gamboa				
Área:		Sección de mantenimiento automotor										Revisado por						
Sección:		Taller Mantenimiento Automotor										Aprobado por						
Fecha:												Proceso:		Gestión de mantenimiento preventivo				
Actividad	Modos de fallo	Efecto	G	Causa	P	Controles	D	NPR Inicial	Acciones	Responsables	G	P	D	NPR Final				
Gestión de mantenimiento	Falta de inspección y mantenimiento preventivo de la flota automotor	Aumento de las paradas no programadas	4	Falta de un plan de mantenimiento preventivo programado	5	No existen	5	100	Realización de un programa de mantenimiento preventivo de acuerdo con el plan de mantenimiento establecido	Jefe de Sección				0				
		Disminución de la vida útil de las unidades	3					75										
		Aumento de los costos de mantenimiento	3					75										
	Falta de capacitación para el personal de mantenimiento	Errores en la identificación y reparación de fallas	2	Capacitación insuficiente	4	No existen	5	40	Capacitar al personal al menos 2 veces al año	Jefe de Sección				0				
		Disminución en el rendimiento del equipo.	4	Falta de interés en aprender	5			100										
	Falta de un registro de las intervenciones de mantenimiento realizadas.	Extra vicio de órdenes de trabajo	3	Falta de personal designado para llevar registros.	3	No existen	4	36	Definir funciones y responsabilidades al personal encargado	Jefe de Sección				0				
		Registros con información incompleta	4	Falta de la unificación de la información en un sistema informático Falta de protocolos claros	5			80										
	Falta de seguimiento a las especificaciones de mantenimiento del fabricante.	Aumento de los costos de mantenimiento	3	Desconocimiento del personal de mantenimiento acerca de las especificaciones	4	No existen	5	60	Realizar auditorías al cumplimiento del plan de mantenimiento	Jefe de Sección				0				
		Aumento de las paradas no programadas	4					80										
	Falta de herramientas y equipo de mantenimiento adecuado	Disminución en la calidad y frecuencia del mantenimiento.	3	Falta de inversión en herramientas y equipo de mantenimiento adecuado.	4	No existen	5	60	Reestructurar el taller para aprovechar mejor la distribución del espacio y así lograr realizar una inversión en herramientas y poder ingresar más unidades.	Jefe de Sección				0				

# Anexo 11. Diagrama de flujo rediseño del proceso.




Anexo 12. Programa de mantenimiento preventivo.

	SECCIÓN DE MANTENIMIENTO AUTOMOTOR										SMA-PMP-001			
	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO										VERSION		0	
											FECHA		14/06/2023	
										APRUEBA				

PLACA	ACTIVO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	ÚLTIMO SERVICIO EJECUTADO			PRÓXIMO SERVICIO A EJECUTAR										
					TIPO MP	HR/KM	FECHA	HORAS TRABAJO	TIPO DE MP	HR/KM	DÍAS FALTANTES	FECHA DEL MANT.	FECHA NOTIFICAR	Días Faltantes	NOTIFICAR	ESTADO	FECHA PROGRAMADA DEL MANT.	PROGRAMAR
SM-5835	6025	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	11450	18-may-23	6	A	11 700	42	23-jun-23	19-jun-23	11		PENDIENTE	03-jul-23	SI
SM-5742	6027	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	13010	24-may-23	6	A	13 260	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE	10-jul-23	NO
SM-5726	6028	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	14118	18-may-23	6	A	14 368	42	29-jun-23	19-jun-23	11		PENDIENTE	03-jul-23	
SM-5728	6030	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	B	13341	05-may-23	6	A3	13 591	42	16-jun-23	06-jun-23	11		PENDIENTE	19-jun-23	
SM-5740	6034	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	14845	24-may-23	6	A	15 095	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE	10-jul-23	
SM-5727	6035	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	13896	24-may-23	6	A	14 146	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE	10-jul-23	
SM-5729	6046	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	B	12654	24-may-23	6	A3	12 904	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE	10-jul-23	
SM-5743	6047	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	13020	17-mar-23	6	A	13 270	42	28-abr-23	18-abr-23	11		PENDIENTE	17-jul-23	
SM-5744	6048	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	13779	24-may-23	6	A	14 029	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE	17-jul-23	
SM-5741	6049	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR KENWORTH	T800 6X4	C	13298	18-may-23	6	A	13 548	42	23-jun-23	19-jun-23	11		PENDIENTE	24-jul-23	
SM-6971	39608	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	10822	26-may-23	6	A	11 072	42	07-jul-23	27-jun-23	11		PENDIENTE	24-jul-23	
SM-6982	39609	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	9460	23-may-23	6	A	9 710	42	04-jul-23	24-jun-23	11		PENDIENTE	31-jul-23	
SM-6977	39610	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	10289	26-may-23	6	A	10 539	42	07-jul-23	27-jun-23	11		PENDIENTE	31-jul-23	
SM-6967	39611	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	10047	24-may-23	6	A	10 297	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6998	40066	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	A2	11954	15-may-23	6	B	12 204	42	26-jun-23	16-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-7038	40079	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	9185	17-may-23	6	A	9 435	42	28-jun-23	18-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6971	40207	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	10384	24-may-23	6	A	10 634	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6982	40208	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	11303	22-may-23	6	A	11 553	42	03-jul-23	23-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6977	40209	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 410T38H 2017	C	11169	24-may-23	6	A	11 419	42	05-jul-23	25-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6967	41023	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2018	C	10079	14-abr-23	6	A	10 329	42	26-may-23	16-may-23	11		PENDIENTE		
SM-6998	41024	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2018	C	8130	23-may-23	6	A	8 380	42	04-jul-23	24-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-7038	41025	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2018	B	10730	23-may-23	6	A3	10 980	42	04-jul-23	24-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-7174	41026	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2018	C	10498	16-may-23	6	A	10 748	42	27-jun-23	17-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-7176	41027	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2018	C	10750	17-may-23	6	A	11 000	42	28-jun-23	18-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-7639	43388	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2019	C	8864	27-abr-23	6	A	9 114	42	08-jun-23	29-may-23	11		PENDIENTE		
SM-7641	43389	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2019	A2	7259	26-ene-23	6	B	7 509	42	09-mar-23	27-feb-23	11		PENDIENTE		
SM-7646	43390	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2019	C	8290	14-mar-23	6	A	8 540	42	25-abr-23	15-abr-23	11		PENDIENTE		
SM-7831	43962	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380AD 4x8 2019	C	7272	16-may-23	6	A	7 522	42	27-jun-23	17-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6533	36027	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380DC 410G38H 2016	A3	8643	08-may-23	6	A4	8 893	42	19-jun-23	09-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-6547	36028	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380DC 410G38H 2016	C	8664	29-mar-23	6	A	8 914	42	10-may-23	30-abr-23	11		PENDIENTE		
SM-6539	36029	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380DC 410G38H 2016	C	7594	17-mar-23	6	C	7 844	42	28-abr-23	18-abr-23	11		PENDIENTE		
SM-6535	36030	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380DC 410G38H 2016	C	7839	18-abr-23	6	A	8 089	42	30-may-23	20-may-23	11		PENDIENTE		
SM-6537	36031	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	380DC 410G38H 2016	C	10822	30-mar-23	6	A	11 072	42	11-may-23	01-may-23	11		PENDIENTE		
SM-7026	40206	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR IVECO	TRAKKER 6X4 2017	C	10544	29-mar-23	6	C	10 794	42	10-may-23	30-abr-23	11		PENDIENTE		
SM-5303	6090	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR MACK	GU813 2010	A	14783	08-may-23	6	B	15 033	42	19-jun-23	09-jun-23	11		PENDIENTE		
SM-5306	6092	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR MACK	GU813 2010	A	14279	07-feb-23	6	A2	14 529	42	21-mar-23	11-mar-23	11		PENDIENTE		
SM-5307	6093	CAMIÓN RECOLECTOR	RECOLECTOR MACK	GU813 2010	B	12062	06-feb-23	6	A3	12 312	42	20-mar-23	10-mar-23	11		PENDIENTE		

Anexo 13. Lista verificación de mantenimientos

		<b>LISTA VERIFICACIÓN DE MANTENIMIENTOS TIPO A</b>		FECHA:
DATOS DEL VEHICULO				
PLACA:		MODELO:		RESPONSABLE MANT:
ACTIVO:				
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		TAREA A REALIZAR	SI	NO
<b>MOTOR</b>				
Inspeccion visual (desgaste, roturas, deformaciones o daños)		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceite de motor		C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de refrigerante		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspección general de fugas		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fajas (aire acondicionado, alternador, abanico)		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de aceite de motor		C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de combustible (diesel)		C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro separador de agua		C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de aire primario		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de aire secundario		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de compresor de aire		C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiempo encendido		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Emision de Humo		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drenado de chimbos		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangueras y tuberías del depurador		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empaque de cabezote		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Retenedor delantero cigüeñal		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soportes delanteros y traseros		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calibracion valculas		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Sistema de Transmisión</b>				
Fugas de aceite		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Embrague		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caja de cambios		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toma de fuerza		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bocinas delanteras y traseras		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel del líquido del embrague		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palanca de cambios		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diferencial		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Hidráulico</b>				
Fugas de aceite hidráulico en el tanque hidráulico de la tolva		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de mangueras y tuberías hidráulicas		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mandos eléctricos, neumáticos y manuales		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Filtro de aceite del sistema hidráulico		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Sistema Eléctrico</b>				
Funcionamiento alarma retroceso		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de la batería		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Luces y fusibles		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tablero eléctrico y luces indicadoras		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Horímetro - Tacómetro - Velocímetro - Voltímetro		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pito		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio musical y antena		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrancador		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensores		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alternador		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Dirección</b>				
Engrase de columna de dirección		E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caja hidraulica		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volante de dirección		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rotulas, barras cruces y soportes		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bomba Hidraulica		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar el estado del servo de dirección.		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de aceite		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fugas de aceite		R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Sistema de Frenos</b>			
Filtro secador de aire	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fugas de aire.	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel de liquido	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pastillas de frenos	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Discos, Tambores y Zapatas	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar el estado de los tanques de aire, purgar aceite.	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manguera de frenos y fitines por rueda	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manguera de camaras de aire	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tuberías de frenos	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compresor de aire	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depositos de aire	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tambores de freno por lado	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustadores ratch	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Protectores o guardapolvos	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calibracion freno de mano	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fibras de freno por eje	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Válvulas de freno principal y la válvula de freno.	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspección visual frenos c/eje	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Carrocería y estructura</b>			
Revisar estado de los hojas de ballesta y compensadores	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de tornillos que unen el chasis con otros componentes, si es necesario ajustar	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escobillas, limpiaparabrisas	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compresor de aire acondicionado	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espejos retrovisores	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tanque y motor de sistema de tira guas	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspeccion visual de cinturones, tapicería, vidrios, cerraduras, pintura	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Elementos rodantes</b>			
Correcta presión de inflado de neumáticos	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspección visual (desgaste, cortes o deformaciones)	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de aros y cejillas (fisuras o abolladuras)	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Correcto ajuste de tornillos y tuercas	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revision de rodamiento y chimbos	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de tacos y ranas	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspeccion de la banda de rodadura	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspeccion de sistema de suspension y engrase	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Tolva</b>			
Verificar estado de pernos y tuercas que unen el chasis con la tolva	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar pines y bujes que unen el cilindro hidráulico con la tolva	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar el buen funcionamiento de cilindro de levante de la tolva	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engrase general de la tolva	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Sistema de suspensión</b>			
Inspeccion visual (desgaste o roturas)	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ballesta y Soportes	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resorte trasero de suspension (Mack)	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resortes delantes (Hojas, tornillos de centro, de soporte, de torre)	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gazas de resorte	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bujes de la suspensión	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Barras estabilizadoras	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre de suspension (Mack)	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amortiguadores trasero y delantero	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pines y bujes	R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*ENTIENDASE LAS TAREAS A REALIZAR COMO: R= REVISAR / C= CAMBIAR/ A= AJUSTAR

Observaciones





## Cargas sociales

Rubro	Monto
Preaviso	4,17%
Cuotas patronales	26,33%
Provisión de Aguinaldo	8,30%
Provisión del INS	3,02%
Provisión de vacaciones	3,83%
Provisión de cesantía	5,33%
Total	51,01%

---