

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA OPTIMIZAR LA EFECTIVIDAD DE TRACTO CAMIONES EN UNA SERVICE DE TRANSPORTES DEL SECTOR MINERO, AREQUIPA 2019

Tesis Presentada por la Bachiller:
Neira Gorriti, Carolina Sofía
para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Industrial

Asesor: Ing. Valencia Becerra, Rolardi

AREQUIPA – PERÚ

2019

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



INFORME DICTAMINATORIO
DE BORRADOR DE TESIS



VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA
DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA OPTIMIZAR
LA EFECTIVIDAD DE TRACTO CAMIONES EN UNA SERVICE
DE TRANSPORTES DEL SECTOR MINERO, AREQUIPA 2019.

PRESENTADO POR (EL) (LOS) BACHILLER (ES):

NEIRA GORRITI, CAROLINA SOFIA

NUESTRO DICTAMEN ES:

Favorable.

OBSERVACIONES:

El título debe decir "PROPUESTA
DE LA METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL PARA OPTIMIZAR LA EFECTIVIDAD DE TRACTO
CAMIONES EN UNA SERVICE DE TRANSPORTES
DEL SECTOR MINERO, AREQUIPA 2019

Arequipa. _____

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Rolando Valenzuela

Becerra

Código: 17,80

JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Jean Carlo

Díaz Saravia

Código: 2432

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi familia por su incondicional apoyo.



Agradecimientos

A la universidad Católica de Santa María, por permitirme desarrollarme académicamente al realizar mis estudios de Ingeniería Industrial.

A mis asesores de tesis, que mediante su conocimiento, fueron capaces de orientarme en todo momento en la realización de la misma



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo incrementar la eficiencia global de equipos aplicada a una empresa de servicios de transporte a través de la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Se inició con el análisis situacional de la empresa, detallando al área de mantenimiento, y especificando las actividades que conforman los distintos tipos de mantenimiento.

En la identificación del problema se recopiló información sobre las principales averías que presentan los camiones y cómo estos se traducen en horas de indisponibilidad, kilómetros sin recorrer y descargas de material sin realizar, obteniendo un tiempo medio entre fallas (MTBF) de 215.97 horas y un tiempo medio de reparación (MTTR) de 23.6 horas, calculando así nuestro primer ratio de OEE equivalente a 67%.

En el capítulo de la propuesta de la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se detallan las cuatro fases y doce pasos que la componen, incluyendo dentro de estas actividades imprescindibles o que son sustento del TPM como lo son la implementación de las 5S así como también el mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado. Con la propuesta de la metodología nuestro indicador de MTBF aumentó a 226.34 horas y el MTTR disminuyó a 13.3 horas, cumpliendo así los objetivos cuantitativos planteados. Con estos datos se obtuvo un incremento en el OEE de 13%, dando como resultado 79.9%, ubicándonos cada vez más en un entorno competitivo.

En la evaluación económica, observamos un ahorro económico de S/.31195.33 por material dejado de transportar en un periodo de seis meses que se traduce en un ahorro del 30%.

Palabras clave: TPM, OEE, mantenimiento autónomo, 5S, averías.

ABSTRACT

The main purpose of this research is to increase the Overall Equipment Effectiveness (OEE) applied to a dangerous material transport company through the methodology of the Total Productive Maintenance methodology (TPM).

The investigation began with the analysis of the company, especially the maintenance department, including all the activities that conform the different types of maintenance.

In the chapter of the problem identification, we collected information about the main failures the truck present and how these are translated into inoperative hours, routeless kilometers and ineffective discharges, obtaining a Mean Time Between Failures (MTBF) of 215.97 hours and a Mean Time to Repair (MTTR) of 26.6 hours, calculating this way the first OEE of 67%.

In the chapter of the methodology, the four phases and twelve steps that compose it are detailed, including essential activities like the implementation of the 5s, autonomous maintenance and planned maintenance. Applying the proposal our MTBF kpi increased to 226.34 hours and the MTTR decreased to 13.3 hours, achieving the quantitative goals we established. With this data we also obtained an increase of 13% in the OEE, giving us a result of 80%, setting us in an increasingly competitive environment.

Through the economic evaluation, we appreciate a saving of S/.31195.33 for the material left to transport.

Key words: TPM, OEE, autonomous maintenance, 5S, failures

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el proceso de la globalización influye de forma directa en la mayoría de los sectores, obligando a las compañías a ofrecer productos y servicios de calidad, y además, estableciendo relaciones cercanas con sus principales clientes. Ante ello, una organización debe plantearse qué estrategias y herramientas utilizar para lograr su objetivo.

El éxito de una empresa, en este caso, del rubro de transportes, no solo depende de la adquisición de un medio de transporte moderno o innovador para el traslado de mercancías, sino también de implementar tácticas para asegurar que la operación se rija de acuerdo a lo planificado. El área de mantenimiento interviene considerablemente al realizar tareas de corrección o prevención a los tractocamiones, que, al fin y al cabo, son máquinas.

Un sistema y herramienta de aplicación de mantenimiento que da resultados de optimización es el Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), que se enfoca en el mejoramiento de los equipos y tiene una política de cero averías, con la participación total de los trabajadores.

El TPM se evoca en la reducción de fallas, no conformidades, y los tiempos de parada e improductivos, asociándolos con actividades de orden y limpieza. En una empresa de transportes es importante que los tractocamiones se encuentren en las mejores condiciones para la operación, y, para ello, es necesario que el departamento de mantenimiento realice sus actividades de forma óptima.

La presente investigación propone esta metodología de mejora continua para incrementar la disponibilidad de la flota, y evaluar esta propuesta económicamente.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
1. CAPÍTULO I GENERALIDADES METODOLÓGICAS	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación interrogativa del problema	2
1.3 Justificación de la investigación	2
1.3.1 Justificación económica	2
1.3.2 Justificación académico-profesional	2
1.3.3 Justificación social	2
1.4 Delimitación de las fronteras de investigación	3
1.4.1 Delimitación espacial	3
1.4.2 Delimitación social	3
1.4.3 Delimitación temporal	3
1.5 Objetivos de la investigación	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Hipótesis general	4
1.7 Variables de la investigación	4
1.7.1 Variable independiente	4
1.7.2 Variable dependiente	5
1.8 Metodología de la investigación	6
1.8.1 Alcance de la investigación	6
1.8.2 Diseño de la investigación	6
1.8.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información	6
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7

2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Bases teóricas.....	10
2.2.1 Sector minero.....	10
2.2.2 Transporte de mercancías peligrosas	11
2.2.3 Simbología pictórica para mercancía peligrosa.	13
2.2.4 Evolución del mantenimiento	17
2.2.5 Tipos de mantenimiento.....	20
2.2.6 Herramientas para mejorar la efectividad de los equipos.....	23
2.2.7 Mantenimiento productivo total.	26
2.2.8 Herramientas para mejorar la calidad de los equipos.....	34
3. CAPÍTULO III SITUACIÓN ACTUAL DE LA ORGANIZACIÓN.....	38
3.1 Descripción de la empresa.....	38
3.2 Organización de la empresa.....	39
3.3 Estrategias	40
3.3.1 Mapa de procesos de la empresa.....	41
3.4 Operaciones	42
3.4.1 Recursos Humanos.....	42
3.4.2 Equipos.....	43
3.4.3 Transporte de mercancías	45
3.5 Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	49
3.5.1 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y control	50
3.6 Mantenimiento	51
3.6.1 Organización.....	51
3.6.2 Sistema de codificación	54
3.6.3 Mantenimiento correctivo	57
3.6.4 Mantenimiento preventivo	62
3.6.5 Auxilios mecánicos	91

3.7 Descripción del problema actual	92
3.7.1 Sistemas de un tractocamión	95
3.7.2 Principales averías	99
3.7.3 Obtención de la efectividad global de los equipos (OEE)	108
4. CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO	
TOTAL TPM	115
4.1 Fases de implementación	115
4.1.1 Fase I: Preparación	115
4.1.2 Fase II: Introducción	122
4.1.3 Fase III: Implementación	122
4.1.4 Fase IV: Consolidación	172
4.2 Obtención de la efectividad global de los equipos	174
5. CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA	191
CONCLUSIONES	195
RECOMENDACIONES	196
BIBLIOGRAFÍA	197
ANEXOS	200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente	4
Tabla 2. Operacionalización variable dependiente	5
Tabla 3. Simbología para mercancía peligrosa	13
Tabla 4. Las seis grandes pérdidas del TPM	34
Tabla 5. Ficha de análisis tipo AMFE	37
Tabla 6. Principales especificaciones técnicas tracto	43
Tabla 7. Denominación y ubicación activos	54
Tabla 8. Subgrupos de materiales	54
Tabla 9. Categorías de repuestos	55
Tabla 10. Codificación de equipos según actividad	55
Tabla 11. Codificación final de equipos	56
Tabla 12. Codificación recursos humanos	57
Tabla 13. Orden de trabajo	60
Tabla 14. Tipos de mantenimiento preventivo tracto camión	64
Tabla 15. Programación de mantenimiento preventivo	66
Tabla 16. Tolerancias de mantenimiento preventivo tracto camiones	67
Tabla 17. Actividades mantenimiento tipo A	67
Tabla 18. Costos del mantenimiento tipo A	69
Tabla 19. Actividades mantenimiento tipo B	71
Tabla 20. Costos mantenimiento tipo B	73
Tabla 21. Actividades mantenimiento tipo C	75
Tabla 22. Costos mantenimiento tipo C	77
Tabla 23. Actividades mantenimiento tipo D	80
Tabla 24. Costos del mantenimiento tipo D	83
Tabla 25. Turnos que cumplen los conductores	92
Tabla 26. Averías presentadas por unidad	100
Tabla 27. Averías presentadas en los tractocamiones	105
Tabla 28. Averías según sistema del tractocamión	106
Tabla 29. Cantidad de averías según sistema.	107
Tabla 30. Horarios de salida y llegada de unidades	109
Tabla 31. Disponibilidad de unidades	110

Tabla 32. Número de viajes que realizan las unidades	111
Tabla 33. Rendimiento de unidades	112
Tabla 34. Calidad de la entrega	113
Tabla 35. Acta de reunión de implementación del TPM.	116
Tabla 36. Cronograma de capacitaciones	117
Tabla 37. Conformación de personal comités TPM	119
Tabla 38 . Cronograma de implementación del TPM.	121
Tabla 39. Análisis de modo y falla motor	124
Tabla 40. Análisis de modo y falla sistema de transmisión.....	126
Tabla 41. Análisis de modo y falla sistema de dirección	127
Tabla 42. Análisis de modo y falla de sistema de frenos.....	128
Tabla 43. Análisis de modo y falla sistema eléctrico.	129
Tabla 44. Análisis de modo y falla sistema de suspensión.....	131
Tabla 45. Análisis de modo y falla de sistema de neumáticos	132
Tabla 46. Análisis de modo y falla de sistema de chasis-acople.....	133
Tabla 47. Capacitaciones a mecánicos y conductores	135
Tabla 48. Capacitaciones a conductores sobre sistemas del tractocamión.....	136
Tabla 49. Disposición de residuos	139
Tabla 50. Cantidad de repuestos dispuestos en andamios	143
Tabla 51. Cantidad de lubricantes y materiales varios	145
Tabla 52. Formato limpieza de taller.....	149
Tabla 53. Formato estandarización de S.....	154
Tabla 54. Frecuencias de actividades 3 S	155
Tabla 55. Check list cumplimiento 4S.....	157
Tabla 56. Limpieza externa e interna del tractocamión.....	159
Tabla 57. Acciones para mitigar causas de suciedad.....	161
Tabla 58. Frecuencias de limpieza y lubricación.....	162
Tabla 59. Ficha inspección del vehículo	163
Tabla 60. Identificación de fluidos según color.....	164
Tabla 61. Ficha de inspección autónoma.....	165
Tabla 62. Ficha de evaluación de roles conductores	166
Tabla 63. Ficha de evaluación roles técnicos	167
Tabla 64. Niveles de mantenimiento	168
Tabla 65. Programa mensual de mantenimiento.....	169

Tabla 66. Cronograma de capacitaciones a técnicos	170
Tabla 67. Cronograma de capacitaciones a conductores	171
Tabla 68. Plan de auditoría interna de implementación de TPM	173
Tabla 69. Corrección de averías comparando actividades antes y después de la implementación	175
Tabla 70. Tiempos inoperativos, km sin recorrer y descargas inefectivas propuestos	182
Tabla 71. Disponibilidad de las unidades	187
Tabla 72. Rendimiento de las unidades	188
Tabla 73. Calidad de la entrega	189
Tabla 74. Costos por inoperatividad actual	192
Tabla 75. Costos por inoperatividad con propuesta del TPM	193
Tabla 76. Matriz de evaluación de significancia de aspectos ambientales	201
Tabla 77. Listado de codificación de materiales	204
Tabla 78. Infracciones y sanciones de acuerdo al reglamento nacional de transporte de materiales y residuos peligrosos	210

ÍNDICE DE FIGURAS

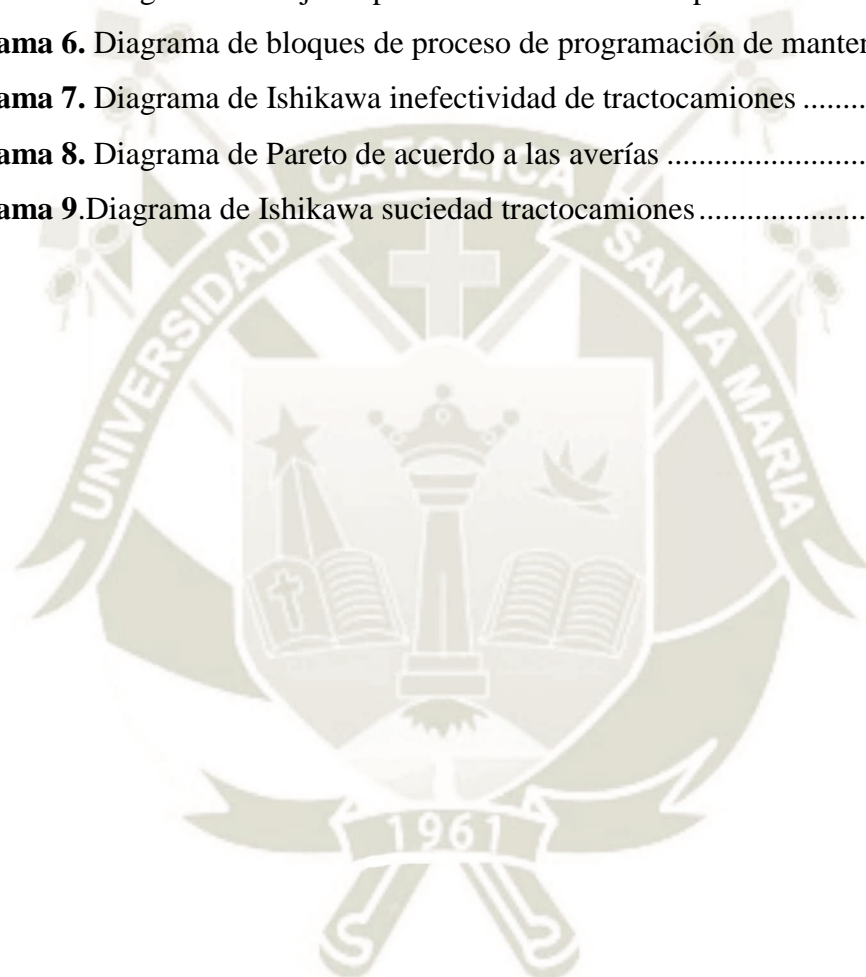
Figura 1. Evolución del mantenimiento hasta el TPM.....	19
Figura 2. Punto de equilibrio mantenimiento correctivo y preventivo.....	21
Figura 3. Definición OEE.....	24
Figura 4. El OEE como parte del Total Productive Manufacturing.....	25
Figura 5. El mantenimiento productivo total.....	27
Figura 6. Características de los distintos tipos de mantenimiento	27
Figura 7. Los ocho pilares del TPM	32
Figura 8. Filosofía de las 5S	33
Figura 9. Relación del AMFE con distintos sectores	35
Figura 10. Descomposición de un producto en partes y componentes.....	36
Figura 11. Organigrama general de la empresa.....	39
Figura 12. Mapa de procesos de la empresa.....	41
Figura 13. Organigrama área de operaciones	43
Figura 14. Dimensiones Tractocamión	44
Figura 15. Dimensiones Cisterna	44
Figura 16. Zona de despacho de material.....	47
Figura 17. Mina donde se realiza la descarga.....	47
Figura 18. Organización del área de mantenimiento.....	51
Figura 19. Taller de mantenimiento	52
Figura 20. Documento de viaje	59
Figura 21. Duración mantenimiento tipo D.....	90
Figura 22. Sistemas de un tractocamión.....	95
Figura 23. Caja de velocidades.....	97
Figura 24. Suspensión	98
Figura 25. Formación de los tres comités del TPM	118
Figura 26. Objetivos cuantitativos y cualitativos del TPM	120
Figura 27. Boletín informativo del TPM.....	122
Figura 28. Implementación SEIRI.....	137
Figura 29. Implementación SEITON	140
Figura 30. Esquema de distribución almacén.....	142
Figura 31. Ordenamiento en oficinas	146

Figura 32. Implementación SEISO	147
Figura 33. Implementación Seiketsu	151
Figura 34. Ratificación SEIRI, SEITON Y SEISO.....	152
Figura 35. Implementación SHITSUKE	156
Figura 36. Puntos de limpieza externa	159
Figura 37. Puntos de limpieza interno.....	160



ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Proceso transporte material peligroso	46
Diagrama 2. Flow Sheet transporte de mercancías.	48
Diagrama 3. Layout área mantenimiento	53
Diagrama 4. Diagrama de flujo de procesos mantenimiento correctivo	61
Diagrama 5. Diagrama de flujo de procesos mantenimiento preventivo	63
Diagrama 6. Diagrama de bloques de proceso de programación de mantenimiento	65
Diagrama 7. Diagrama de Ishikawa inefectividad de tractocamiones	94
Diagrama 8. Diagrama de Pareto de acuerdo a las averías	107
Diagrama 9. Diagrama de Ishikawa suciedad tractocamiones	161



ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Baterías en desuso.....	138
Foto 2. Puesto de trabajo de oficina ordenado.	146
Foto 3. Taller desordenado.....	150
Foto 4. Limpieza de taller	150



ÍNDICE DE REFERENCIAS

García G. , 2018, Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el TPM.....	7
Mantilla & Pereyra, 2018, Propuesta de implementación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la empresa Servicios Industriales Aybar.....	7
Ricaldi, 2013, Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada.....	8
Cavalcanti, 2006, Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera.....	8
Alonzo, 2009, Una herramienta de mejora, el OEE	9
García J. , 2011, Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total	9
Correa & Gómez, 2009, Cadena de suministro en el sector minero.....	10
Rey, 2001, Manual de mantenimiento integral en la empresa.....	17
Moubray, 2004, Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	18
García S,2003,Organización y gestión integral de mantenimiento	20
Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000, Sistemas de mantenimiento	20
Martin, 2009, Mantenimiento Correctivo Organización	20
Gómez F. , 1998, Tecnología del mantenimiento industrial	22
Sánchez, 2015, Intervenciones para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.....	23
Belohlavek, 2006, OEE: Overall Equipment Effectiveness	24
Gómez C. , 2001, Mantenimiento Productivo Total. Una visión global	26
Cuatrecasas & Torrell, 2010, TPM en un entorno Lean Management.....	26
Cuatrecasas L. , 2012, Gestión del mantenimiento de los equipos productivos.....	27
García S. , 2010, La contratación del mantenimiento industrial	33
González, 2005, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado	34
Grima & Tort-Martorell, 1995, Técnicas para la gestión de la calidad.....	35
Pons,2003, Mecánica vehículos pesados Manual de enseñanza programada	95

1. CAPÍTULO I GENERALIDADES METODOLÓGICAS

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, las empresas de transporte deben garantizar el adecuado traslado de mercancías, especialmente materiales y residuos peligrosos, asegurando el estado óptimo de los materiales transportados, evitando el daño al medio ambiente y los efectos nocivos contra la salud de las personas involucradas en este tipo de actividad. Para ello, es necesario asegurar la operatividad tanto del remolcador como el semirremolque que transportará el material.

En ocasiones, la falta o incumplimiento de un mantenimiento correctivo o programado, así como la falla imprevista de un componente perteneciente a un sistema crítico origina problemas de inoperatividad de la unidad de transporte. Una incorrecta planificación y una ineficaz gestión del mantenimiento también brindan resultados adversos, demostrando que las deficiencias no solo pueden ser mecánicas, sino también operativas y de administración.

Estando el tracto camión no apto para transporte, este debe permanecer en taller hasta que se evalúe y rectifique la falla. La unidad, una vez lista debe transitar en condiciones adecuadas, pues un desperfecto en los sistemas críticos podría ocasionar un derrame en ruta del material peligroso, siendo los daños irreversibles.

La inoperatividad de las unidades conlleva que, en general, se transporte menos cantidad de material peligroso de acuerdo a lo programado y planificado, incumpliendo además temas contractuales con nuestro cliente, la mina.

Estas deficiencias simbolizan un costo de oportunidad, pues dichas demoras podrían representar tiempos disponibles para la realización de mayor número de viajes, y, por ende un significativo ingreso económico.

1.2 Formulación interrogativa del problema

¿Cómo optimizar la efectividad total de tracto camiones en una service de transportes del sector minero en la región Arequipa, elaborando una propuesta de la metodología de mantenimiento productivo total?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación económica

El aporte que brinda esta investigación radica en la estimación del ahorro económico para la empresa, reduciendo los costos de mantenimiento. Al tener las unidades operativas, estas pueden recorrer más viajes, lo que conlleva una retribución económica por parte de nuestro cliente.

1.3.2 Justificación académico-profesional

Con la presente investigación, se pretende optimizar la efectividad total de los equipos. De esta forma, se permitirá también aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera profesional de Ingeniería Industrial, en relación a la gestión del mantenimiento, al tratar de conservar los activos de la empresa y maximizar la disponibilidad de los mismos generando el menor costo posible.

1.3.3 Justificación social

Brindar al personal administrativo, de operaciones y mantenimiento de una empresa de transportes información y nuevas herramientas concernientes a esta metodología, contando así con personal sumamente capacitado e independiente preparado ante cualquier contingencia.

1.4 Delimitación de las fronteras de investigación

1.4.1 Delimitación espacial

La investigación se llevará a cabo en una empresa de transporte de mercancías ubicada en la ciudad de Arequipa.

1.4.2 Delimitación social

El grupo social objeto de estudio está relacionado al personal de mantenimiento y operaciones, y en menor proporción a las demás áreas, quienes también son partícipes en la metodología y también serán beneficiados directamente con una mayor disponibilidad de las unidades de transporte.

1.4.3 Delimitación temporal

El objeto de la investigación tendrá un punto de inicio del mes de junio hasta marzo del presente año

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Proponer la metodología del mantenimiento productivo total para optimizar la efectividad total de tracto camiones en una service de transportes para el sector minero en la región Arequipa.

1.5.2 Objetivos específicos

- Establecer la situación actual de la organización.
- Realizar la propuesta de TPM y herramientas afines.
- Determinar los costos de la implementación de la propuesta y ahorro económico a través de una evaluación económica.

1.6 Hipótesis general

Dado que la efectividad de los tracto camiones se ve comprometida, es factible que la metodología del Mantenimiento Productivo Total permita optimizar la efectividad de los mismos.

1.7 Variables de la investigación

1.7.1 Variable independiente

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente

Variables	Herramientas	Indicadores	Descripción conceptual	Descripción operativa
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Lluvia de ideas - Diagrama de Pareto - Causa – raíz - Hojas de cálculo 	% Reducción de interrupciones	Es un proceso sistemático para optimizar la efectividad total de los equipos, minimizando la no disponibilidad de la maquinaria, debido a descomposturas o reducciones de velocidad.	Identificar tareas y subsistemas principales de un tracto camión que pueden afectar su efectividad y disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia

1.7.2 Variable dependiente

Tabla 2. Operacionalización variable dependiente

VARIABLES	HERRAMIENTAS	INDICADORES	DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL	DESCRIPCIÓN OPERATIVA
OEE	- Lluvia de ideas	$OEE = Disponibilidad * eficiencia * calidad$	Herramienta integral de evaluación comparativa, identifica el porcentaje de tiempo de fabricación que es realmente productivo.	Incrementar la efectividad de los tracto camiones para mayor realización de viajes.
	- Diagrama de Pareto	$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}}$		
	- Causa – raíz	$Eficiencia = \frac{\text{Unid. producidas}}{\text{Capacidad del sistema}}$		
	- Hojas de cálculo	$Calidad = \frac{\text{Unidades OK}}{\text{Unid. producidas}}$		

Fuente: Elaboración propia

1.8 Metodología de la investigación

1.8.1 Alcance de la investigación

La presente investigación se caracteriza por tener los siguientes alcances:

- **Correlacional:** porque asocia conceptos y las variables expuestas en esta investigación, establece relación entre la variable TPM y la variable OEE.
- **Explicativo:** porque en este estudio se determinarán las causas de las grandes pérdidas en la producción por la no disponibilidad mecánica, de manera que se genere un entendimiento del estudio de investigación.

1.8.2 Diseño de la investigación

Esta investigación es no experimental, pues no manipularemos deliberadamente la variable independiente.

1.8.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

- Análisis documental, será utilizado para recopilar información de datos históricos de mantenimiento de las unidades y temas relacionados a la investigación.
- La observación. Se realizarán observaciones en el área de técnica y operaciones, con el objeto de familiarizarse con los procesos de mantenimiento y transporte de mercancías.
- Hojas de cálculo. Será posible realizar cálculos numéricos con toda la data recopilada
- Diagrama de causa efecto. Utilizaremos esta famosa técnica para identificar probables causas de deficiencias y las medidas a tomar en un estimado de tiempo.

2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A través de investigaciones de grado sobre el mantenimiento productivo total, y gestión de mantenimiento, se potenciaron los conocimientos previos sobre el tema y se tomaron algunos como referencia para esta investigación, los cuales se muestran a continuación.

La investigación “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM).”, está enfocada en mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa dedicada a la producción de alimento balanceado. Uno de los objetivos es hacer que la mejora continua sea un pensamiento estratégico dentro de la organización y empezar a aplicarla en todos los procesos internos y así garantizar una buena relación con los clientes y permanencia en el mercado actual. (García G. , 2018)

En esta, se identificó problemas como la ausencia de indicadores que midan la verdadera capacidad de planta, la falta de estandarización de sus procesos y el poco o nulo conocimiento del personal en los equipos y maquinarias con los que trabaja.

El investigador evaluó distintas propuestas para cada problema en particular, como la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO); el método de clasificación de la merma; trabajos de mantenimiento autónomo; 5S; capacitaciones y formación de los colaboradores en temas operativos, calidad y seguridad; y estandarización de procesos. En cada punto propuesto se hace mención de los ahorros y beneficios de hacer las mejoras.

En la tesis “Propuesta de implementación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la empresa Servicios Industriales Aybar” (Mantilla & Pereyra, 2018) se incrementó la productividad a través de la implementación del Mantenimiento Productivo, considerando el mantenimiento autónomo, planificado, calidad, seguridad y salud. La metodología empleada consiste en el uso de técnicas como la entrevista, observación, encuesta y el análisis estadístico; y el uso de sus

respectivos instrumentos como el desarrollo de cuestionarios no estructurados, Check List, y fichas diagnóstico. Se obtuvo un incremento de la efectividad global, se aumentó el tiempo medio entre fallas y se disminuyó el tiempo medio de reparación y la productividad de las máquinas se incrementó. Mediante un análisis económico se determinó que la propuesta es viable, por lo tanto concluyeron que la implementación del TPM logra mejorar la productividad.

Se realizó un trabajo de investigación titulado “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento.” (Ricaldi, 2013)

A través de la gestión del mantenimiento se desea reducir las demoras de los tiempos de transporte de caña de azúcar y mejorar la disponibilidad de los camiones, para que estos puedan acumular más viajes y, en consecuencia, generar ingresos y mejorar las relaciones con el cliente.

Para el área más crítica, el área de mantenimiento, se desarrolló la creación de un banco de datos y un plan de compras. Por su parte, para el área del personal, se implantaron programas de capacitaciones, tanto para los conductores como para el personal de mantenimiento. Por último, las propuestas para la ejecución de las tareas de mantenimiento consistieron en desarrollar distintos tipos de mantenimiento.

En la tesis “Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera” se adapta el mantenimiento productivo total (TPM) y la aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos (OEE) para una compañía minera. (Cavalcanti, 2006)

En el trabajo de investigación se dan algunas pautas de los conceptos principales que involucran al TPM, como lo son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado.

La investigación se enfoca en el éxito del TPM., se establecen las medidas a tomar para la adaptación tanto del TPM como del OEE. Para la del TPM, se establecen

puntos importantes como: Liderazgo, capacitación, motivación, Pequeños grupos multidisciplinares de TPM llamados CATS, comités, etc. Para la adaptación del OEE, se define un área piloto, se designan a los responsables, se mencionan los pasos básicos a seguir para el desarrollo del OEE, se dan formatos para la notificación de paradas y producción, etc.

Finalmente, se realiza un análisis costo – beneficio para ver la factibilidad de la implementación del TPM y OEE dentro de la compañía.

En el artículo “Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad global del equipo)” (Alonzo, 2009) , se define la relación entre el OEE y el TPM, identificando al OEE como una herramienta de mejora que en un solo indicador mide la efectividad de las máquinas, calculado al obtener la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Explica los pasos para su implementación y como este tiene un impacto tanto en los operadores como en los supervisores Comenta también que la clasificación proviene de la filosofía de las “Seis pérdidas” del TPM, y como estas convierten nuestros procesos y equipos cada vez más inefectivos y con costos más elevados. De acuerdo a la clasificación del porcentaje propuesta por el autor del OEE, podemos hacer un análisis cuantitativo del ratio y plantear las mejoras para un entorno de excelencia y competitividad.

En el artículo “Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total “ (García J. , 2011) se sostiene que el mantenimiento productivo total (TPM) es una herramienta ampliamente usada en las áreas productivas, encaminada a incrementar la disponibilidad de la maquinaria y equipo de producción y los beneficios económicos de las empresas. No obstante, los factores que garantizan el éxito de su implantación no son conocidos a cabalidad.

En el artículo se aplica una encuesta realizada a gerentes y supervisores de mantenimiento y después de una serie de técnicas se determinó que tres eran los factores más influyentes: el compromiso de la gerencia, la cultura de limpieza e integración de operadores en decisiones de TPM. Además, se realizó un análisis factorial confirmatorio para validar los resultados obtenidos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sector minero

En los últimos años, la minería se ha transformado en un sector muy importante en muchos niveles, especialmente el económico y comercial, debido al precio de los minerales y del requerimiento de los mismos de países industrializados de Asia y Europa. (Correa & Gómez, 2009),

Esto conlleva al incremento de inversiones y el desarrollo de actividades en algunas áreas como exploración, explotación, distribución, creación de nuevos productos y servicios, estrechas relaciones con proveedores y clientes, entre otras.

Además, dicho incremento ha generado impacto en regiones, especialmente en Sudamérica. Influyen en diversos factores como: política, sociedad y productividad. Estos factores pueden alterar los aspectos sociales y competitivos de las regiones, considerando que en la minería los recursos que se explotan son no renovables.

América Latina fue una de las cuatro regiones del mundo que presentó un crecimiento "record" en exportaciones, debido a la gran cantidad de producción minera.

Se ha generado un ambiente positivo alrededor de la minería a nivel mundial y sudamericano debido a que algunos países han logrado un consistente desarrollo de su minería y han alcanzado cada vez más altos niveles de crecimiento económico, los cuales han sido perfeccionadas por factores tales como: políticas macroeconómicas, formación del talento humano, desarrollo tecnológico, y adecuadas estrategias de productividad. Dentro de estos países, se encuentran Chile, Perú y Brasil.

La percepción de la cadena de suministro ha ido generando más importancia y las compañías las han ido adoptando para incrementar su productividad y competitividad, dentro de estas compañías encontramos a las mineras.

A partir del concepto de cadena de suministro ha surgido a nivel empresarial el concepto denominado Gestión de la Cadena de Suministro o Supply Chain

Management(SCM) en inglés, el cual busca coordinar e integrar la cadena de suministro con el fin de aumentar el aprovechamiento de sus recursos y procesos asociados.

La gestión de cadena de suministro busca agrupar todos los procesos logísticos de la cadena de suministro, esto incluye a los stakeholders del proceso, como lo son proveedores, comercializadores. etc, con un objetivo, y es mejorar su desempeño.

La gestión de cadena de suministro se puede considerar como un componente crítico en la minería, pues esta se compone de otras empresas cuyos rubros o giros de negocio contribuyen a la entrega final del mineral. Estas empresas deben cumplir las expectativas de los clientes para que las condiciones de entrega sean las más óptimas.

2.2.2 Transporte de mercancías peligrosas

En el Perú, la Superintendencia de transporte terrestre de personas, carga y mercancías, conocida por sus siglas como SUTRAN es la entidad encargada de regular el transporte de material y residuos peligrosos.

En el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos se indica los productos considerados peligrosos.

El reglamento tiene por objeto establecer las normas y procedimientos que regulan las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el ambiente y la propiedad. (Decreto Supremo 021-2008-MTC, 2008)

El reglamento es de aplicación en todo el territorio del Perú para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos

Se encuentran comprendidas en las disposiciones:

- a. Las personas naturales o jurídicas que realicen el transporte de materiales y/o residuos peligrosos;
- b. El remitente de materiales y/o residuos peligrosos;

- c. El destinatario de materiales y/o residuos peligrosos y;
- d. Los conductores y maquinistas que conducen vehículos o locomotoras que transportan materiales y/o residuos peligrosos.

Según este reglamento, los materiales peligrosos se dividen en nueve clases de riesgos:

- Clase 1: Los explosivos
- Clase 2: Los gases
- Clase 3: Los líquidos inflamables
- Clase 4: Los sólidos inflamables
- Clase 5: Las sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
- Clase 6: Las sustancias tóxicas y sustancias infecciosas
- Clase 7: Los materiales radioactivos
- Clase 8: Las sustancias corrosivas
- Clase 9: Las sustancias y objetos peligrosos varios

La SUTRAN se encarga de regular que las empresas de transporte realicen el traslado de las mercancías en forma adecuada, y sobre todo, segura.

Para ello, es necesaria alguna documentación, como la siguiente (Superintendencia de transporte terrestre de personas, carga y mercancías, 2019):

- Resolución Directoral de la Dirección General de Transporte Terrestre. Tiene una vigencia de 5 años.
- La Guía del Remitente y Transportista. Describe el material peligroso transportado.
- La Hoja Resumen de Seguridad. Detalla los riesgos, también brinda información sobre la manipulación, uso, almacenaje y disposición de los materiales peligrosos. Asimismo, describe los equipos de seguridad a usar para el traslado de los materiales peligrosos.

- Certificado de Inspección Técnica Vehicular. Para el transporte de materiales peligrosos. Para vehículos con 2 años de antigüedad.
- Licencia de Conducir. De acuerdo a la categoría del vehículo que se conduce.
- SOAT vigente.
- Póliza de Seguro. Debe tener vigencia anual, cobertura nacional de daños personales, materiales y remediación ambiental.

2.2.3 Simbología pictórica para mercancía peligrosa.





De acuerdo a la Normas Técnicas Peruanas, estos símbolos deben ser colocados en los embalajes que contengan mercancías peligrosas, para indicar el nivel de riesgo en su manipulación, con el objetivo de proteger adecuadamente no solo el material, sino también al personal.





Como regla general, no se deben almacenar juntas las mercancías con el etiquetado de color distinto, y, en algunos casos, si son del mismo color, pero símbolo diferente, tampoco deben ser almacenadas en el mismo espacio. (NTP 399.015, 2014)





Como vimos, las mercancías se dividen en nueve clases, sin embargo, esta numeración no está directamente relacionada con la magnitud de riesgo, por lo que una mercancía de la clase 1 puede resultar igual de peligrosa que una de la clase 6. (Tiba Group, 2014)



Tabla 3. Simbología para mercancía peligrosa

CLASE	MERCANCÍA	SÍMBOLO
CLASE 1: Materias y objetos explosivos	TNT Dinamita Detonadores Municiones Fuegos artificiales Mechas	Amarillo-Ocre 

CLASE	MERCANCÍA	SÍMBOLO
<p>CLASE 2: GASES</p> <p>2.1 Gases comprimidos no inflamables</p>	<p>Anhídrido Carbónico</p> <p>Nitrógeno</p> <p>Freón</p> <p>Argón</p> <p>Helio</p>	<p>Verde</p> 
<p>2.2 Gases inflamables</p>	<p>Acetileno</p> <p>Propano</p> <p>Butano</p> <p>Hidrógeno</p>	<p>Rojo</p> 
<p>2.3 Gases venenosos</p>	<p>Bromuro de etilo</p> <p>Cloro</p> <p>Amoniaco</p>	<p>Blanco</p> 
<p>CLASE 3:</p> <p>Líquidos inflamables</p>	<p>Éter</p> <p>Acetona</p> <p>Alcoholes</p> <p>Benceno</p> <p>Gasolina</p> <p>Crudos y derivados del petróleo</p>	<p>Rojo</p> 

CLASE	MERCANCÍA	SÍMBOLO
CLASE 4: 4.1 Sólido inflamable	Nitratos Azufre Fósforo blanco	Blanco con rayas rojas verticales 
4.2 Espontáneamente inflamable	Harina de pescado Sodio metálico	Mitad superior blanco, mitad inferior rojo 
4.3 Peligroso en agua	Sodio metálico	Azul 
CLASE 5: 5.1 Sustancias oxidantes	Ácido nítrico Nitrato Hipocloritos Hipobromitos	Amarillo 

CLASE	MERCANCÍA	SÍMBOLO
5.2 Peróxido orgánico	Agua oxigenada al 30% o más	Parte superior roja y parte inferior amarilla 
CLASE 6: 6.1 Sustancia venenosa	Sulfuro de carbono Cianuro Insecticidas Pesticidas Arsénico	Blanco 
6.2 Sustancia infecciosa	Desechos médicos Virus y bacterias	Blanco 
CLASE 7: Sustancias Radioactivas	Polonio Uranio Radio Cobalto Cesio	Blanco 

CLASE	MERCANCÍA	SÍMBOLO
CLASE 8: Sustancias Corrosivas	Ácido Fenoles Bromo Soda cáustica	Mitad superior blanco, mitad inferior negro 
CLASE 9: Sustancias peligrosas diversas	Material magnético	Negro sobre fondo blanco 

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Evolución del mantenimiento

El mantenimiento ha tenido su evolución a través de tres etapas muy marcadas, coincidentes más o menos con las etapas del desarrollo industrial.

La primera etapa (hasta 1950) llamada mantenimiento por rotura, consistió básicamente en actividades de mecánica y engrase, no existía mucha planificación pues la industria no estaba mecanizada, los equipos eran sencillos y si estos tenían paradas no se le daba la importancia debida, pues sus reparaciones también eran sencillas. (Rey, Manual de mantenimiento integral en la empresa, 2001)

Ya en la segunda etapa, y en contexto histórico con la segunda guerra mundial y posterior, se aumentó la demanda de provisiones y la mecanización de equipos aumentó porque la mano de obra disminuyó considerablemente. La industria ya

empezaba a desarrollarse más y la maquinaria, cada vez más compleja, comenzaba a tomar más importancia.

Bajo este último concepto, se planteó la idea que las fallas podían y además debían ser prevenidas, de esta forma se introdujo el concepto de mantenimiento preventivo. Para los años 1960 el mantenimiento consistía en el reacondicionamiento de equipos en intervalos fijos.

Debido a estas nuevas actividades, el costo de mantenimiento se incrementó considerablemente. Por esta razón, la planificación del mantenimiento y medidas de control fueron mejorando.

Finalmente la cantidad de capital invertido en bienes físicos y los costos crecientes, llevó a que los propietarios buscaran el modo de maximizar la vida de esos bienes. (Moubray, 2004)

La tercera etapa: el mantenimiento productivo total (final de la década de 1980). Partiendo del concepto del mantenimiento preventivo que habían adoptado en la segunda etapa y que separaba al personal de mantenimiento del de la producción, evolucionaron hacia el mantenimiento y mejora de los equipos con la implicación de toda la organización. (Rey, Manual de mantenimiento integral en la empresa, 2001)

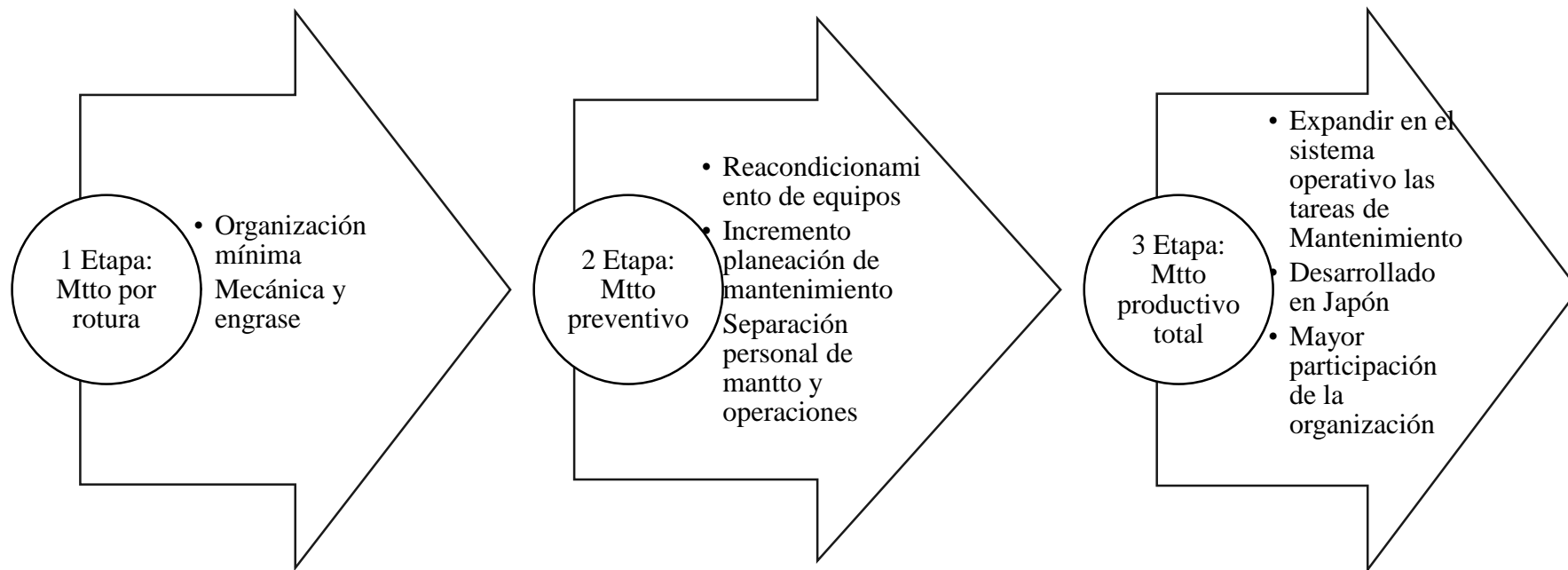


Figura 1. Evolución del mantenimiento hasta el TPM

Fuente: Elaboración propia

2.2.5 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

2.2.5.1 Mantenimiento correctivo

Mantenimiento dedicado a corregir las averías a medida que los equipos las vayan presentando y que son remitidos al área de mantenimiento por los mismos operadores. (García S. , Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003)

Este es un tipo de mantenimiento que se realiza luego de ocurrida la falla y su función es corregir la misma para que la máquina continúe operativa.

Para este tipo de mantenimiento no existe planeación. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación hasta que falle. (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000)

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcar la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado. (Martin, 2009)

2.2.5.2 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento es definido como una serie de actividades que son planeadas con anticipación, y que son realizadas para mitigar las posibles causas de las fallas de un equipo. Estas actividades pueden programarse en base al tiempo, al uso o la condición de los equipos. Posee mayor ventaja respecto al mantenimiento correctivo debido a: (Duffuaa, Raouf, & Dixon, 2000):

- La frecuencia de fallas prematuras puede disminuir mediante algunas actividades de lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones
- Si contamos con una falla difícil de prevenir, justamente las actividades descritas con anterioridad pueden ayudar a reducir la seriedad de la falla y el posible desencadenamiento de averías en otros componentes del equipo.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos como indirectos debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado y a que la calidad de la reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

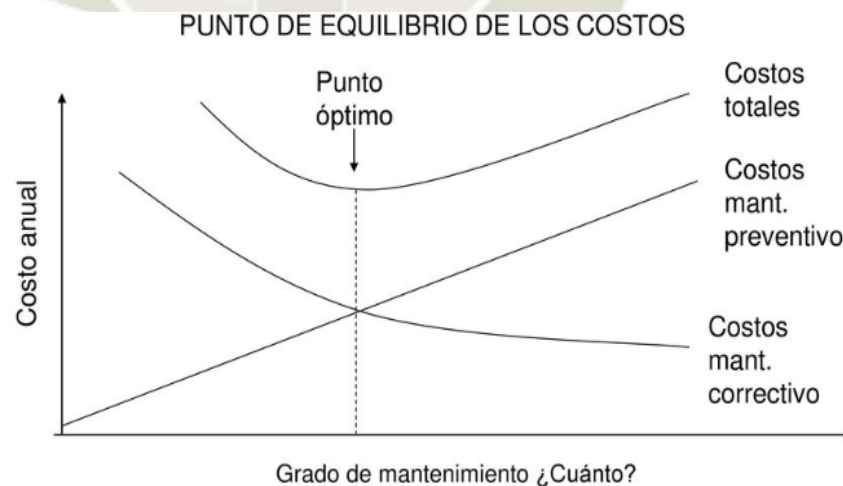


Figura 2. Punto de equilibrio mantenimiento correctivo y preventivo.

Fuente: (Pertuz, s.f.) .

2.2.5.3 Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento surgió ante la necesidad de reducción de costos de todos los mantenimientos mencionados con anterioridad. A través del conocimiento de los estados de los equipos, podemos sustituir elementos cuando estos ya no estén en condiciones de operar, y así evitar paradas por inspección, y por otro lado evitar también averías, detectando las anomalías y realizando seguimientos. (Gómez F. , 1998)

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

- La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- La inspección continua de los equipos

Entre las ventajas más importantes del mantenimiento preventivo, encontramos:

- Identificar con anticipación posibles fallas que se puedan presentar en los equipos, sin necesidad de pararlos y desmontarlos.
- Identificar las averías que solo se manifiestan sobre la máquina en funcionamiento.
- Hacer un seguimiento de la avería hasta que se estime cuán peligrosa es.
- Realizar un historial del funcionamiento de la máquina, incluyendo sucesos significativos: parada, revisión, lubricación, sustitución de algún elemento, cambio en las condiciones de funcionamiento, defectos detectados, etc.

2.2.5.4 Mantenimiento hard time o cero horas

Este tipo de mantenimiento consiste en inspeccionar los equipos en dos circunstancias: antes que aparezca algún fallo o cuando el rendimiento del equipo disminuyó considerablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano. (García S. , Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003)

El mantenimiento cero horas resulta muy costoso. Aquí ingresa un concepto muy importante y es la vida útil del equipo, pues al introducir técnicas de confiabilidad se puede predecir con mayor precisión la vida útil de algunos componentes y sustituirlos cuando sea realmente necesario. Por esto es un mantenimiento que se puede implementar en máquinas que requieren más técnica o con varios componentes. (Sánchez, 2015)

2.2.5.5 Mantenimiento en uso

Este tipo de mantenimiento consiste en tareas sencillas que son realizadas por los mismos operarios de la maquinaria como inspecciones visuales, lubricación, limpieza reajustes, etc. Para realizar este tipo de actividades no es requerida una gran formación, pues son tareas de baja complejidad. El mantenimiento en uso es una base fundamental del mantenimiento productivo total. (García S. , Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003)

2.2.6 Herramientas para mejorar la efectividad de los equipos

La efectividad global del equipamiento, conocida por sus siglas en inglés como OEE (Overall Equipment Effectiveness) es un método de medición de desempeño productiva y efectividad que agrupa datos de la disponibilidad del equipamiento, de la eficiencia o rendimiento de la máquina y de la tasa de calidad obtenida. Fue desarrollada por Seiichi Nakajima

El OEE nace como un KPI asociado a un programa estándar de mejora de la producción llamado TPM (Total Productive Maintenance – Management, en español Mantenimiento Productivo Total

El OEE mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción (Alonzo, 2009):

- Disponibilidad: tiempo real de la máquina operando.
- Rendimiento: producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.
- Calidad: producción sin defectos o reprocesos.

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Ecuación 1. Determinación de OEE

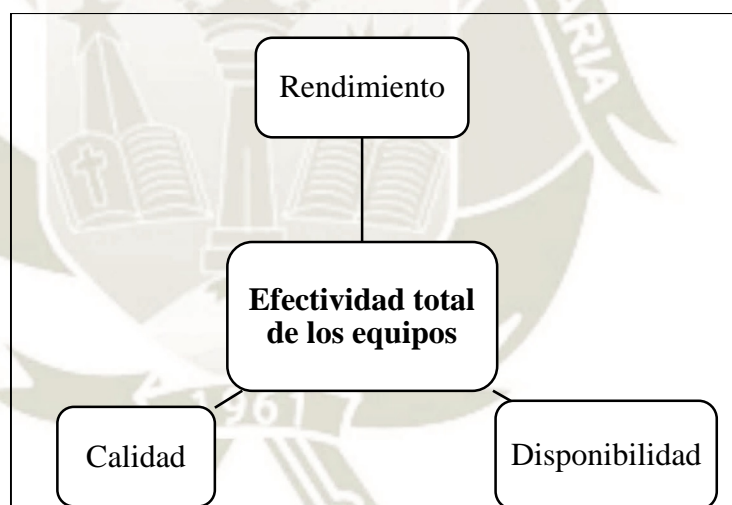


Figura 3. Definición OEE

Fuente: Elaboración propia

Este indicador está sumamente relacionado con el Total Productive Manufacturing, que es un sistema de manufactura que aplica el valor de la escasez (lean thinking) como objetivo último para lo cual actúa en un proceso de Mantenimiento Productivo Total. (Belohlavek, 2006)

El Total Productive Manufacturing es un concepto de manufactura que integra lo que en inglés se denomina:

- Lean Manufacturing
- Total Productive Maintenance
- Overall Equipment Effectiveness

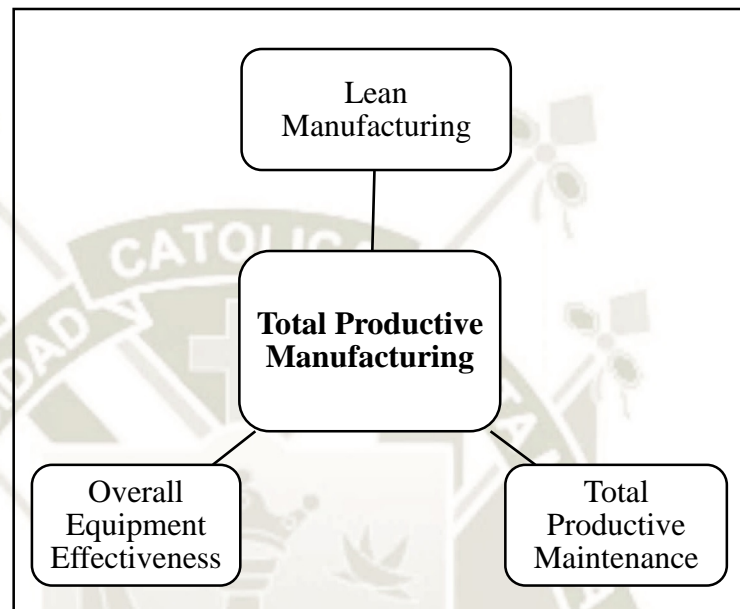


Figura 4. El OEE como parte del Total Productive Manufacturing

Fuente: Elaboración propia

El OEE es una herramienta muy útil que nos permite, a través de la toma de datos de estos componentes, darnos una concepción de la situación actual de las máquinas, y no solo de estas, sino de los operadores, al promover tareas que ayuden a disminuir las pérdidas de efectividad. (Alonzo, 2009)

Al ir midiendo el rendimiento diariamente el **operario**:

- Va conociendo los conceptos técnicos del equipo y el funcionamiento de la misma.
- Está más atento a las pérdidas que se pueda producir
- Empieza a tomar más importancia a su máquina.

Al ir trabajando con los datos del OEE el **Supervisor o Jefe de Planta o Taller**

- Tiene un panorama más amplio y específico de funcionamiento de las máquinas.
- Está más capacitado sobre las causas y consecuencias de las averías
- Ejerce liderazgo con sus operarios y cualquier otro trabajador que opere directamente con los equipos.
- Es capaz de comunicar a las gerencias sobre el estado actual de las máquinas y posibles mejoras a realizar.

2.2.7 Mantenimiento productivo total.

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de “mantenimiento preventivo”.

El mantenimiento productivo total comprende una serie de tareas que incrementan la competitividad de una empresa. Es considerada como una estrategia, pues con su correcta implementación los trabajadores son más capaces de identificar problemas en sus maquinarias y eliminar sistemáticamente estas averías.

Con la implementación del TPM una empresa es más competitiva respecto a otros, pues los costos van disminuyendo, las averías van reduciendo, y se cuenta cada vez con trabajadores más capacitados, pues las capacitaciones son continuas. (Gómez C. , 2001)

Es un programa de gestión del mantenimiento efectivo e integrado que engloba a los anteriores. (Cuatrecasas & Torrell, 2010)

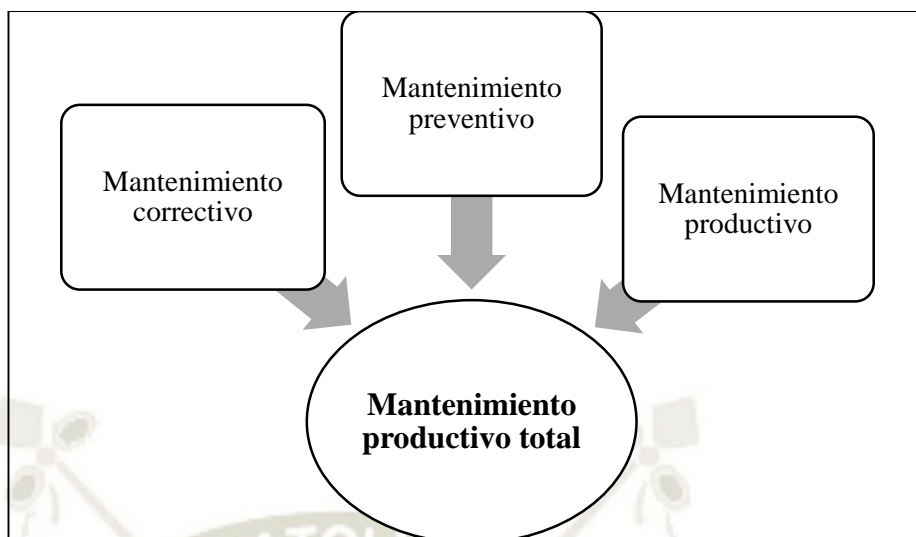


Figura 5. El mantenimiento productivo total

Fuente: Elaboración propia

Un concepto innovador dentro del TPM es el mantenimiento autónomo, que son actividades realizada por los mismos operarios, e incluye la implicación activa de los empleados.

Mantenimiento correctivo	<ul style="list-style-type: none"> • Corrección de defectos a medida que se presentan
Mantenimiento preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • Previsión de problemas
Mantenimiento productivo	<ul style="list-style-type: none"> • Previsión de problemas • Prevención y corrección por parte de operario, mantenimiento autónomo
Mantenimiento productivo total	<ul style="list-style-type: none"> • Previsión de mantenimiento, mejor en equipos y mantenibilidad, Prevención y corrección por parte de operario, mantenimiento autónomo

Figura 6. Características de los distintos tipos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

El TPM supone un nuevo concepto de gestión de mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos. (Cuatrecasas L. , 2012)

El JIPM (Japan Institute for Planning Maintenance) define el TPM como un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías
- Cero pérdidas

Estas actividades deben brindar servicios de calidad al cliente, reducir costos, y tener un ambiente laboral seguro y entusiasta. La eficiencia global debe involucrar a la participación de las demás áreas de la organización. Se debe promocionar el trabajo a través de pequeños grupos disciplinares de trabajo, que estén comprometidos y entrenados para la consecución de los objetivos y generar “cero pérdidas”. (Gómez C. , 2001)

2.2.7.1 Objetivos

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones (Gómez C. , 2001):

Objetivos estratégicos

Al crear mayor competitividad desde la parte operativa o rubro de la empresa, al incrementar la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento industrial”.

Objetivos operativos

Al operar la maquinaria sin ningún tipo de avería, eliminando las pérdidas que afectan directamente a la operación , mejorando la confiabilidad de las máquinas

Objetivos organizativos

Al promover el trabajo en equipo, inclusión de todas las áreas, mejorar la parte anímica de los trabajadores, donde cada uno de ellos se encuentre debidamente capacitado, con expectativas de mejora y que pueda brindar aportes significativos.

2.2.7.2 Características del TPM

Las características del TPM más significativos son (Gómez C. , 2001):

- Aplicar mantenimiento durante la vida útil de la máquina
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Se considera como una estrategia de mejora, no solo un sistema para la mantención de la maquinaria.
- Se enfoca en mejorar la efectividad global no solo de equipos, sino de la operación en sí.
- Promueve mayor intervención del personal de operaciones o producción.
- Aplicación del conocimiento que el personal tiene de los procesos productivos y de mantenimiento.

2.2.7.3 Pilares fundamentales del TPM

Los procesos fundamentales del TPM han sido llamados por el JIPM como “pilares”. Estos pilares son de mucha ayuda para la implementación de un sistema de producción, y deben seguir una metodología ordenada, y sobre todo efectiva (Gómez C. , 2001):

Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen

Tareas que son realizadas por áreas que están relacionadas con el proceso productivo y desean maximizar el OEE, a través de la formación de grupos funcionales e interfuncionales que dirigen su atención a la eliminación de averías que se traducen en pérdidas significativas.

Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen

Esta es una de las actividades principales en la implementación del TPM, promueve la participación del personal u operadores en actividades netas de mantenimiento. Para lograr esto, ellos son capacitados profesionalmente en temas de condiciones de operación, cuidados e identificación de averías, orden y limpieza.

De esta forma y correctamente capacitados, los operadores analizan la importancia de la conservación del equipo, las inspecciones periódicas, y la implicancia de una detección temprana de posibles fallas.

Mantenimiento programado o progresivo.

Con el mantenimiento planificado eliminamos averías de maquinaria a través de la mejora continua, prevención y predicción. Para su correcta implementación se debe contar con base de datos de mantenimientos anteriores para poder programar los futuros, obtención de conocimiento a través de estos datos, y sobre todo, capacidad de coordinación entre todo el personal.

Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen

Con el mantenimiento de calidad mejoramos la calidad del producto final a través del control de las condiciones de los componentes y equipos, para así entregar un producto final óptimo. Usualmente, se suele asociar las fallas directamente con la detención parcial o total de los equipos, sin embargo se pueden identificar problemas que están relacionados directamente con la calidad de la entrega final del producto. Este tipo de mantenimiento cuida las condiciones de este producto.

Prevención de mantenimiento

Tareas que son realizadas en la etapa de diseño y puesta en marcha de las máquinas, para así poder reducir los costos de mantenimiento cuando los equipos estén operando a toda su capacidad. Para la prevención del mantenimiento se debe contar con una base de datos de averías y

reparaciones de las máquinas que sea confiable, para lograr la fiabilidad del equipo.

Mantenimiento en áreas administrativas

El mantenimiento no debe comprender solamente al área de producción, sino también los departamentos administrativos, aunque no aporten directamente en la operación, con sus actividades facilitan y ofrecen apoyo para que la operación se desarrolle correctamente, esto incluye reducción de costos.

Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.

El personal debe estar entrenado y capacitado acerca de las condiciones de operación, y desarrollar habilidades a través de la experiencia generada en el tiempo. Dentro de estas habilidades encontramos:

- Capacidad de identificación de averías en los equipos.
- Saber interpretar el funcionamiento de los equipos
- Conocer la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Resolución de problemas tanto en el funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Ser capaces de transmitir el conocimiento al demás personal y resguardarlo.
- Colaborar con las demás áreas de los procesos industriales.

Seguridad y medio ambiente

Este argumento está relacionado con la implantación de las 5S, y se pueden considerar como base de la seguridad y el mantenimiento autónomo.

La práctica de los procesos TPM crea responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la productividad. (Pérez, 2011)

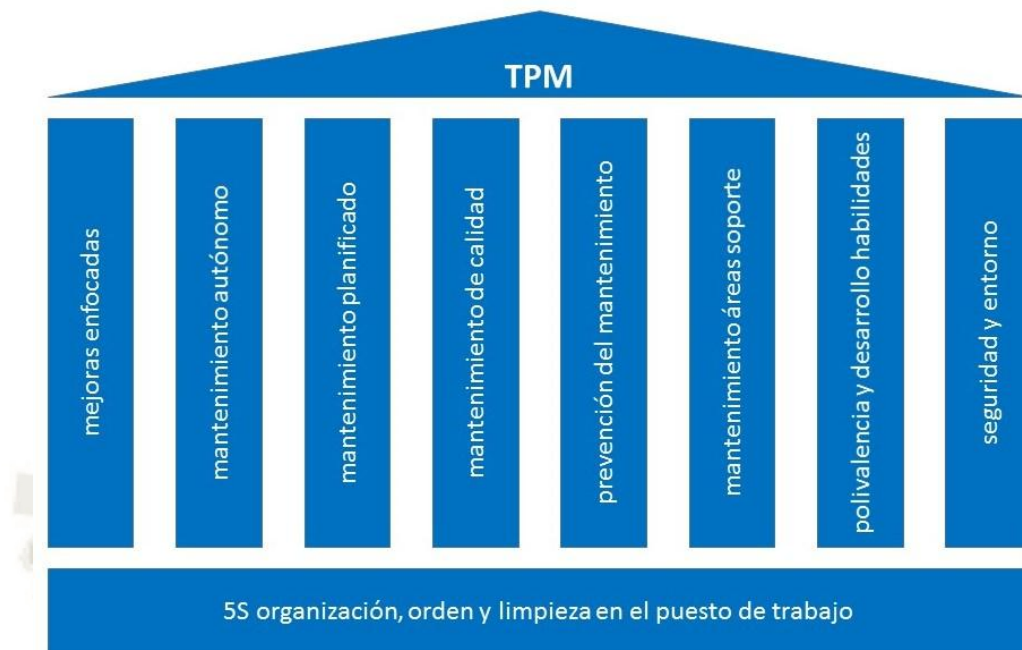


Figura 7. Los ocho pilares del TPM

Fuente: (Romero, 2015)

Cabe destacar que estos ocho pilares están relacionados con la filosofía de las 5 S. Estos principios surgen como los más fuertes aliados en los sistemas de gestión de la producción actual.

- **Seiri:** Clasificar y organizar lo que no es útil en el área de trabajo
- **Seiton:** Implica orden, localización separada e identificada de cada cosa.
- **Seiso:** Limpieza de equipo, herramientas y área de trabajo.
- **Seiketsu:** Mantener en buen estado el equipo, los útiles y herramientas. Estandarizar actividades
- **Shitsuke:** Disciplina. Implica el cumplimiento de las reglamentaciones establecidas, de forma regular y continuada. Rigor con el cumplimiento de los procedimientos.

La implementación de las 5S, lejos de la creencia de ser herramientas que ayuden a la armonía del área, ayuda a prever averías en máquinas y accidentes de trabajo. La aplicación del TPM ratifica la calidad del trabajo.

En algunos ámbitos el método de las 5S, es también conocido como el método CLARO: Clasificación – Orden – Limpieza – Revisión- Adhesión o en nomenclatura anglosajona Housekeeping. (Cuatrecasas & Torrell, 2010)

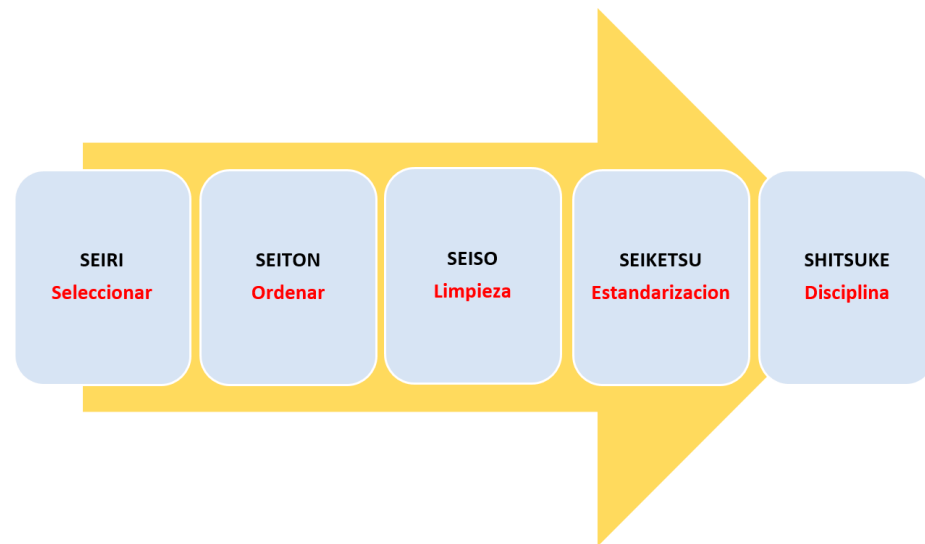


Figura 8. Filosofía de las 5S

Fuente: (Manufactura, 2018)

2.2.7.4 Las seis grandes pérdidas del TPM

El TPM identifica seis fuentes de pérdidas (denominadas las “seis grandes pérdidas”) que reducen la efectividad de los equipos por interferir en la producción (García S. , La contratación del mantenimiento industrial: Procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento, 2010):

- Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
- Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella.
- Averías menores, producidas en la operación normal que se traducen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.

- Velocidad de operación disminuida, que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
- Defectos en el proceso, implica el reproceso de algunos productos o productos defectuosos.
- Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

Estas pérdidas, sean individuales o colectivas, afectan a la productividad de la planta, por ende, es necesario estudiar las causas de las averías tanto por el área de operaciones o producción y mantenimiento, y las soluciones a las mismas deben ser adoptadas integradamente.

Tabla 4. Las seis grandes pérdidas del TPM

Las 6 grandes pérdidas	Categoría de pérdidas
Fallos de equipo	Utilización (disponibilidad)
Cambios y preparaciones	
Esperas y paradas menores	Pérdidas velocidad (ejecución)
Reducción de la velocidad de producción	
Rechazos y retrabajos	Rentabilidad (calidad)
Pérdidas al arrancar	

Fuente: (APTEAN, 2012)

2.2.8 Herramientas para mejorar la calidad de los equipos.

2.2.8.1 Análisis de modos de fallo y de sus efectos (AMFE)

El AMFE O AMEF se utiliza para eludir errores tanto en fases como procesos correctivos y preventivos.

Esta herramienta es vital para la mejora de la calidad, en la ejecución y producción de mantenimiento, pues nos permite remitirnos a errores pasados y analizarlos de una forma constructiva, para encontrar las causas

de las principales averías , y así poder estimar o establecer medidas de control para evitar que las averías sean reiterativas. (González, 2005)

Los análisis AMEF están basados en cuantificar y calificar los efectos de falla, dando preferencia obviamente a los más críticos o con más alta calificación.

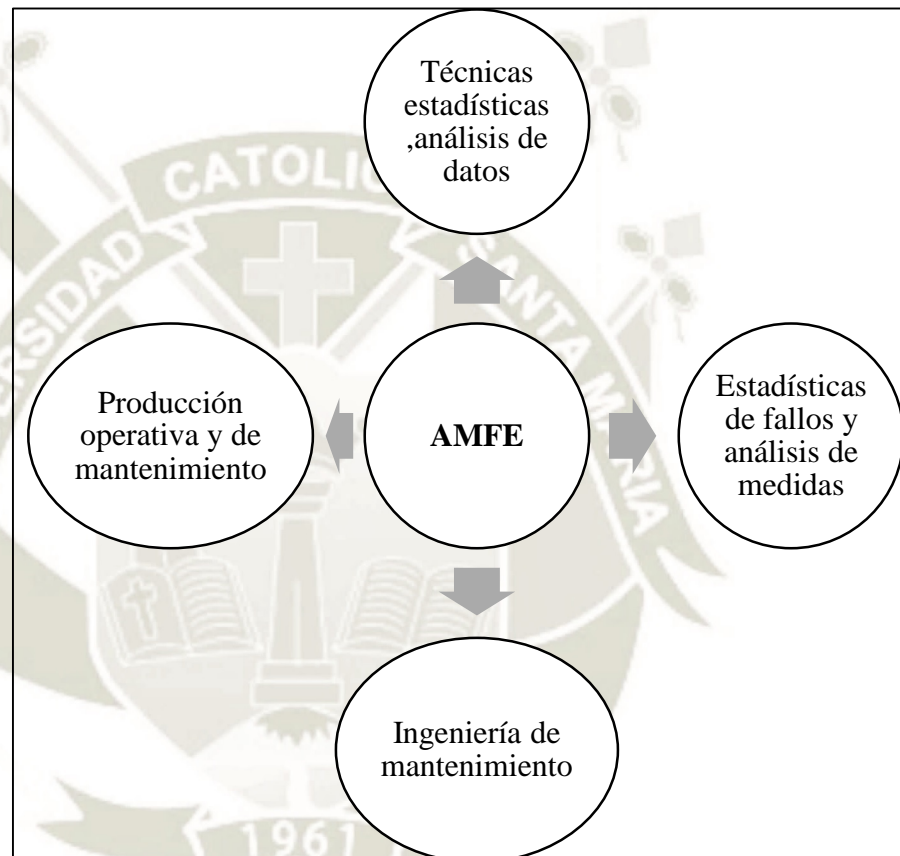


Figura 9. Relación del AMFE con distintos sectores

Fuente: Elaboración propia

El AMFE debe realizarse destinado ya sea a un producto o un servicio que presenten un nivel de complejidad alcanzable, asequible. El esquema general puede realizarse siguiendo una jerarquía. (Grima & Tort-Martorell, 1995)

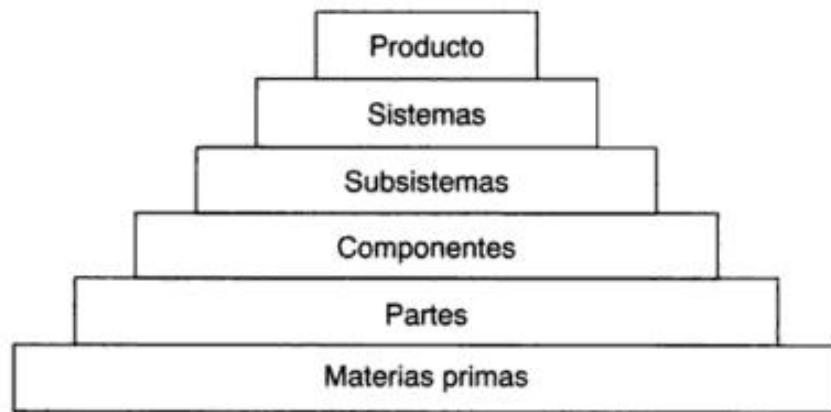


Figura 10. Descomposición de un producto en partes y componentes

Fuente: (Grima & Tort-Martorell, 1995)

Todas las actividades de prevención de fallos del AMFE no solo deben realizarse desde y para el departamento de mantenimiento, si bien puede ser el área de mayor involucración, es necesaria la introducción que se base en grupos de trabajo que, debidamente formados y con una metodología implementada puedan dar soporte a las medidas correctivas y preventivas.

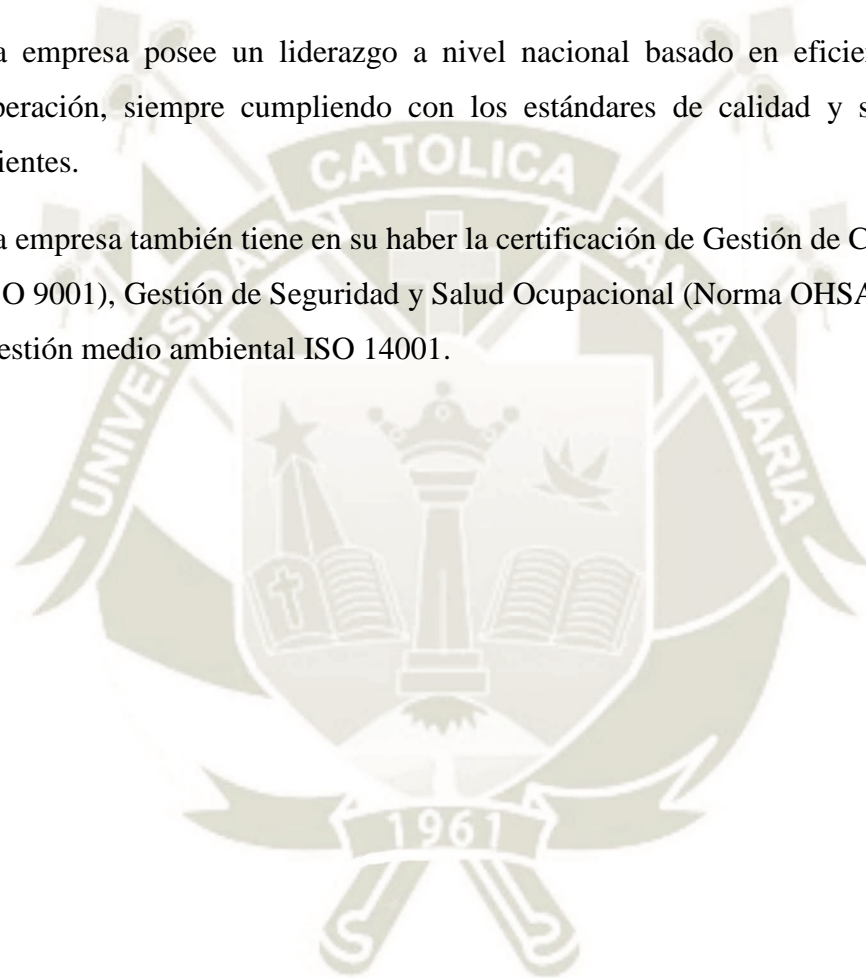
3. CAPÍTULO III SITUACIÓN ACTUAL DE LA ORGANIZACIÓN

3.1 Descripción de la empresa

La empresa en mención es una compañía dedicada al transporte terrestre de mercancía peligrosa por carretera.

La empresa posee un liderazgo a nivel nacional basado en eficientes sistemas de operación, siempre cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad de sus clientes.

La empresa también tiene en su haber la certificación de Gestión de Calidad (Norma ISO 9001), Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (Norma OHSAS 18001) y Gestión medio ambiental ISO 14001.



3.2 Organización de la empresa

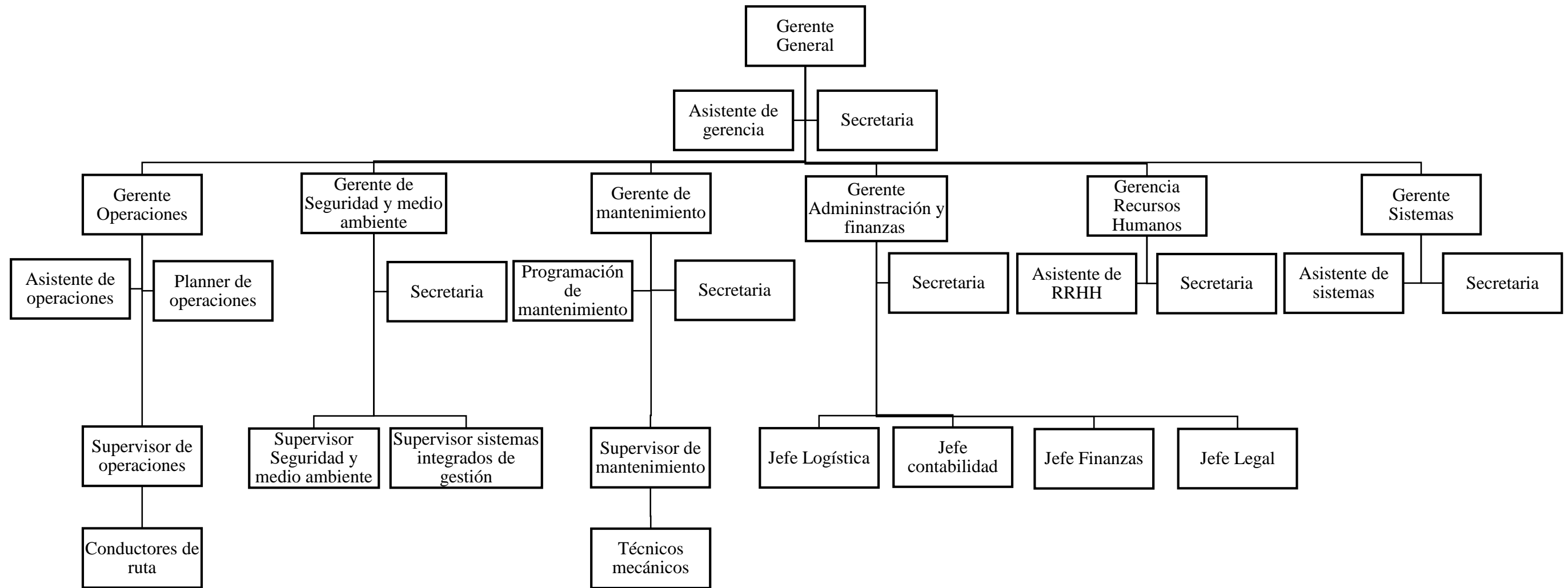


Figura 11. Organigrama general de la empresa

Fuente: La empresa

3.3 Estrategias

La empresa cuenta con un departamento de sistemas integrados de gestión, encargados de revisar, documentar y, junto con la dirección implementar todas las acciones requeridas para lograr alinearse a sus objetivos y requisitos, destacando la de sus clientes.

Para ello, es necesario recopilar información de los siguientes puntos:

- Requerimientos operacionales de los clientes.
- Identificación de aspectos e impactos ambientales
- Requisitos legales
- Identificación de riesgos
- Alternativas tecnológicas

Para una adecuada implementación de los sistemas integrados y su sostenibilidad en el tiempo es necesario primero **identificar los procesos**, los cuales se clasifican y se encuentra su aplicación en los distintos departamentos de la empresa. Además, se determina su interrelación, y qué criterios son necesarios para su control.

Una vez identificados, se determina los **recursos** y su disponibilidad para la ejecución de estos procesos, así como también métodos para control y análisis.

Los sistemas integrados de gestión agrupan tres grupos de series de procesos:

- Estratégicos: Estas corresponden a objetivos necesarios y criterios para que los procesos en conjunto se desarrollen como un sistema.
- Operativos: Son los procesos que representan el giro del negocio de la empresa.
- Apoyo: Son aquellos que brindan los recursos necesarios para el cumplimiento de los procesos operativos.

3.3.1 Mapa de procesos de la empresa

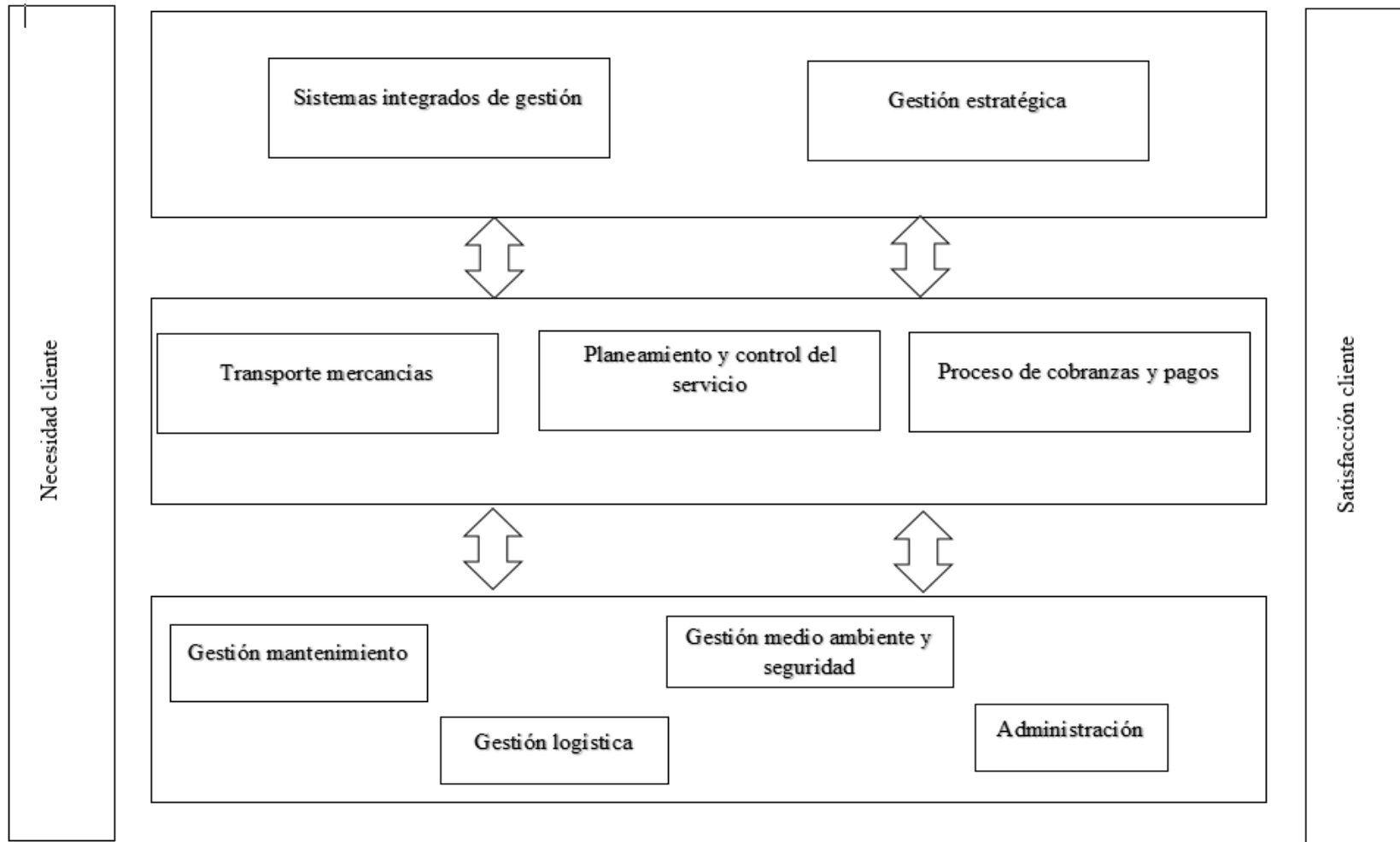


Figura 12. Mapa de procesos de la empresa

Fuente: Elaboración propia

3.4 Operaciones

Esta es la parte **operacional** de la empresa. Para el proyecto seleccionado, se requiere de:

3.4.1 Recursos Humanos

- **Gerente de operaciones:** Encargado de supervisar y asegurar la continuidad de salida de las unidades a ruta, dirigir la operación, supervisar el cumplimiento de la programación de las unidades, elaborar y administrar el costo de la operación.
- **Supervisor de operaciones:** Encargado de supervisar que la operación se lleve a cabo en las condiciones acordadas con el cliente. Dentro de sus funciones también se encuentran la de contar con la documentación de la unidad y de los operadores en regla y actualizados. También debe capacitar al personal sobre los procedimientos de trabajo, peligros y riesgos de la actividad de transporte, además de detener la operación en caso esta se torne o represente un riesgo para la salud o medio ambiente.
- **Asistente de operaciones:** Encargado de controlar la implementación de las unidades según el tipo de operación, gestionar la recolección de las guías de remisión, coordinar con el área de operaciones y seguridad los mantenimientos y disponibilidad de las unidades.
- **Planner de operaciones:** Encargado de programar la salida y retorno de las unidades, especificando conductor, placa de remolcador y semirremolque, que debe ser reportado a mina.
- **Conductores de ruta:** Personas encargadas de conducir los tractocamiones y transportar el material peligroso, quienes deben contar con documentación de identificación y licencia interna, ambos vigentes.

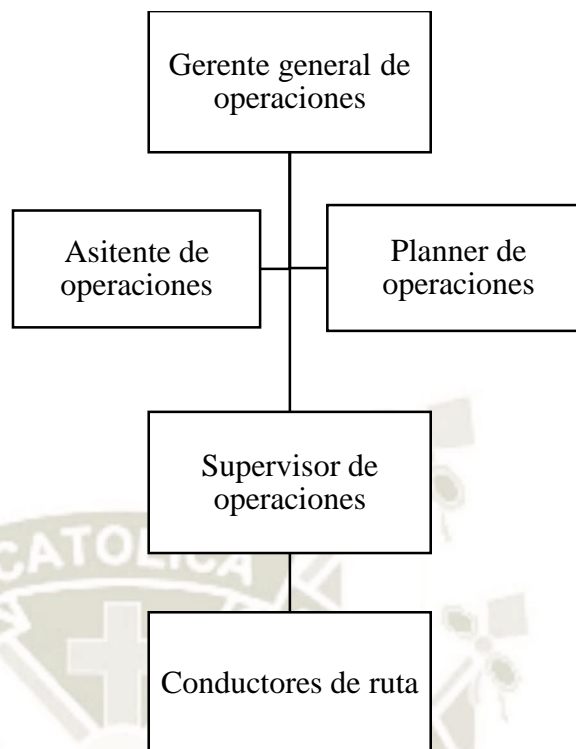


Figura 13. Organigrama área de operaciones

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Equipos

- **Tracto-camión:** Vehículo diseñado exclusivamente para halar semirremolques y soportar parte de la carga total que le trasmite éste a través de la quinta rueda. También llamado remolcador, tracto remolcador o tractor de carretera para semirremolques (DECRETO SUPREMO N° 007-2016-MTC, 2016)

Tabla 6. Principales especificaciones técnicas tracto

Sistemas	Descripción
Motor	450 HP- 500 HP
Transmisión	Fuller Bi Disco 18 velocidades
Neumáticos	Bridgestone 11R24.5
Combustible	Tanque de 110 galones
Cabina	Convencional de aluminio, de material compuesto y parabrisas curvo
Neumático	Secador de aire Bendix AD-IS con calefacción

Fuente: (Motored, 2019)

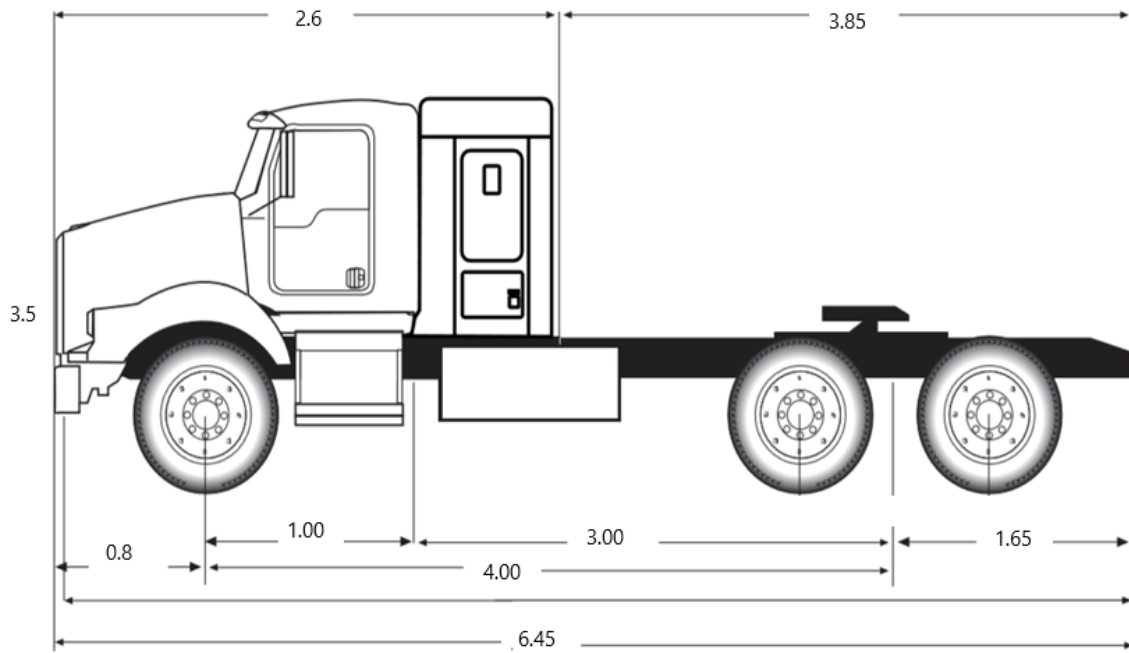


Figura 14. Dimensiones Tractocamión .

Fuente: (Autec, 2019)

- **Cisterna:** Tanque utilizado para el almacenamiento y transporte de materiales o residuos peligrosos en estado líquido o gaseoso provisto de los elementos estructurales necesarios para el transporte de dichos materiales o residuos. (DECRETO SUPREMO N° 007-2016-MTC, 2016)

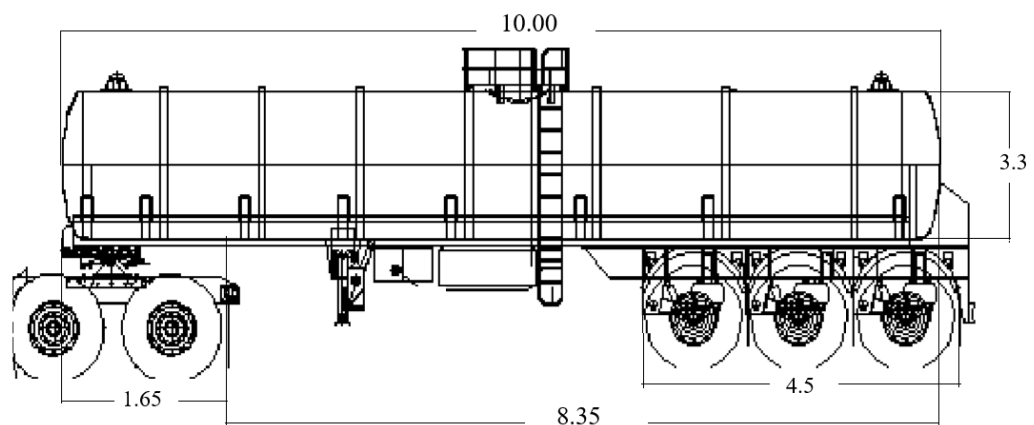


Figura 15. Dimensiones Cisterna

Fuente: La empresa

3.4.3 Transporte de mercancías

El servicio de transporte se realiza de acuerdo al Programa de Transporte del material peligroso, incluyendo las etapas de supervisión e inspección que lo realiza el jefe del negocio.

En primer lugar, las unidades salen desde la base de Arequipa hacia el puerto 1, los domingos o lunes por la mañana, dependiendo si los conductores de ruta están de turno o no.

Una vez en el puerto, preparan la unidad para el carguío del material peligroso al revisar las válvulas ubicadas en la cisterna

El personal de la Policía Nacional del Perú y seguridad controlan el ingreso de la unidad

Seguidamente, el personal de la mina autoriza el ingreso para la zona de despacho y se realizan los registros correspondientes.

La unidad ingresa a cargar el material peligroso dentro de la cisterna, a continuación, los conductores deben recoger la documentación pertinente para el transporte, en este caso, las guías de remisión.

Luego, los conductores emprenden su viaje desde el puerto hasta la mina, parando en una zona específica para consumir sus alimentos y luego retomando su viaje.

Las unidades ingresan a la mina, son pesadas en la balanza, y con ayuda del personal proceden con el inicio de la descarga. Los conductores deben colocarse sus EPP respectivos para evitar cualquier tipo de contacto con el líquido corrosivo.

Los conductores deben solicitar permiso al supervisor de turno para empezar con la descarga.

Una vez concluida la descarga se realiza la limpieza de la zona y los conductores deben descontaminarse al ingresar a unas duchas especiales.

Finalmente, las unidades se retiran de la mina, volviendo al puerto para hacer otra vuelta si esta se encuentra consignada en el programa de transporte.

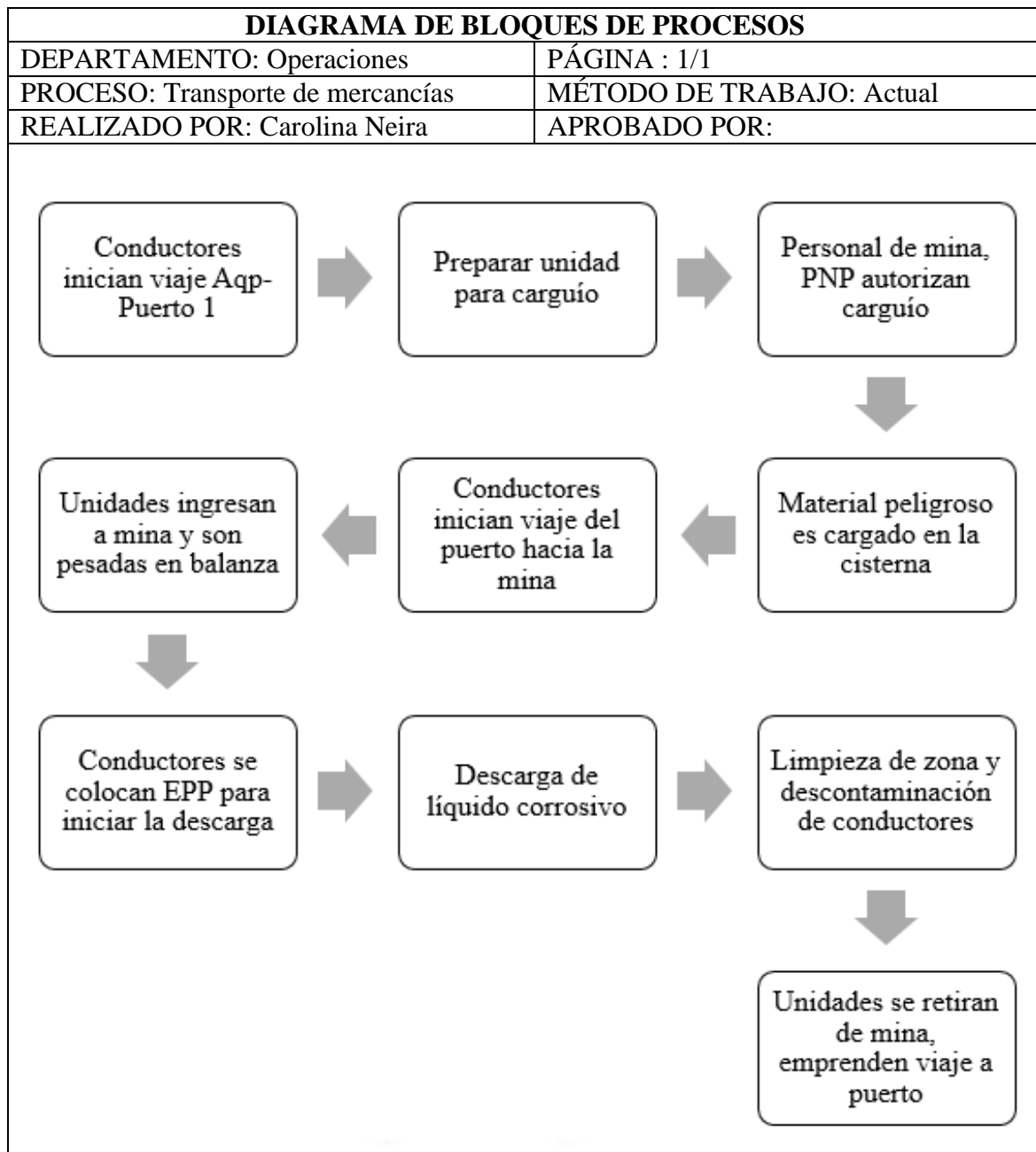


Diagrama 1. Proceso transporte material peligroso

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Zona de despacho de material

Fuente: Google Maps



Figura 17. Mina donde se realiza la descarga

Fuente: Google Maps

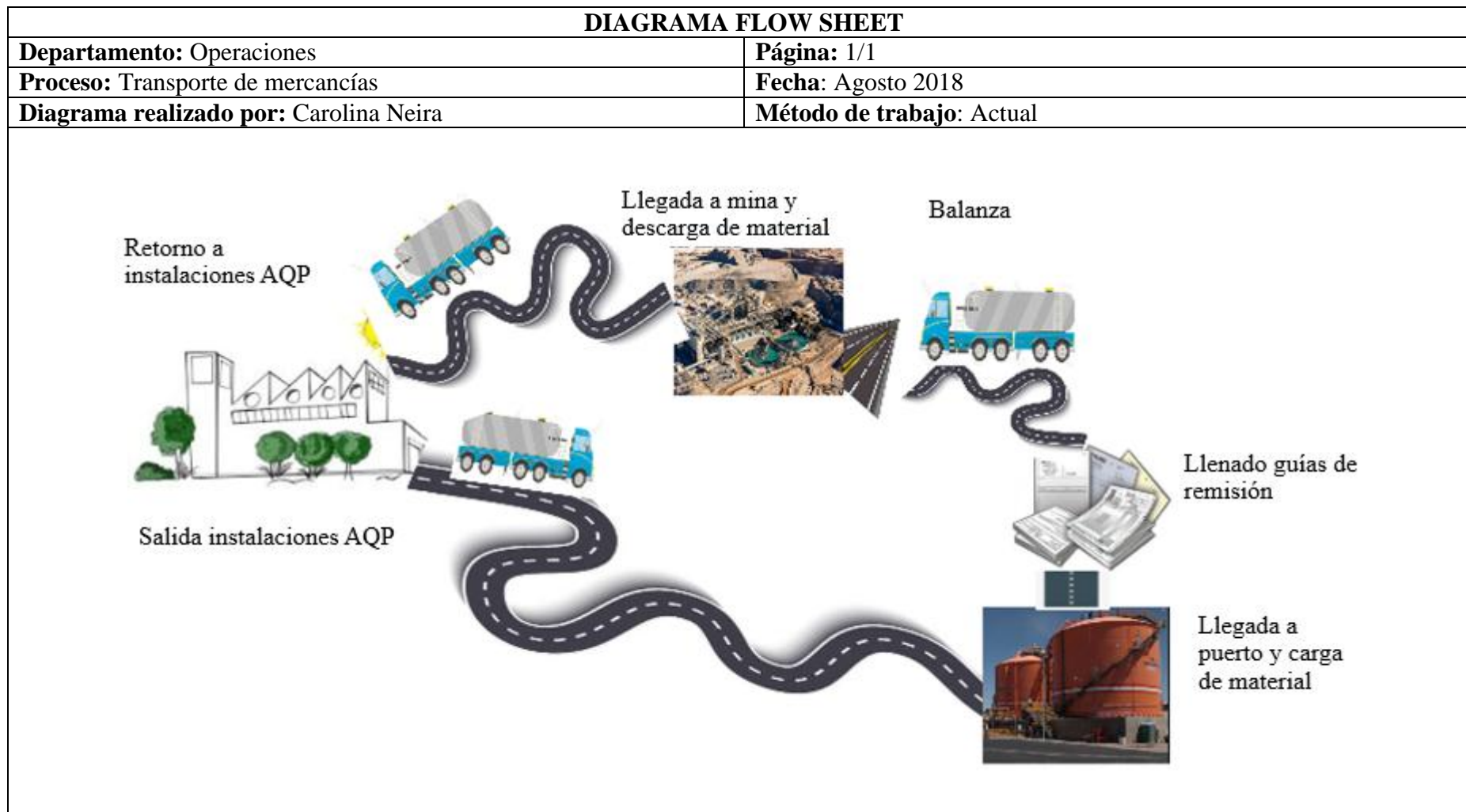


Diagrama 2. Flow Sheet transporte de mercancías.

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que el conductor en todo momento debe cumplir con el reglamento de tránsito y lo establecido en la hoja de ruta, documento base donde se indica las velocidades máximas de los distintos tramos que componen la ruta. Además, solo deberá parar en lugares autorizados y establecidos en la hoja de ruta. Si la unidad se detiene en otro lugar, deberá ser informado al supervisor.

En el caso que ocurra alguna emergencia, el conductor debe activar el plan de contingencia del material peligroso y cumplir con todos los procedimientos estipulados.

3.5 Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

Los encargados del área de seguridad son aquellos que verifican que los planes, estándares y políticas se cumplan a cabalidad.

Están encargados de realizar inspecciones o auditorías internas para corroborar el cumplimiento de planes, procedimientos, etc.

Además, capacitan a distintas áreas en charlas de seguridad, principalmente al área de operaciones y mantenimiento sobre temas referidos a seguridad y salud ocupacional.

Son los encargados de reportar incidentes, y son partícipes de la investigación de accidentes.

Se encargan de proveer al conductor su EPP básico, que incluye zapatos de seguridad (punta de acero), casco de seguridad, par lentes de seguridad, par Guantes de cuero, chaleco reflectivo, par protectores auditivos. Así como también el EPP correspondiente a la descarga del líquido corrosivo, que incluye buzos químicos, guantes especiales, respiradores, arneses, y botas especiales. Verificar los mismos, y renovarlos en cuanto sea necesario.

3.5.1 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y control

Se debe considerar todos los peligros y riesgos relacionados a todas las actividades de la organización y que puedan afectar al personal como a terceros.

Para identificar los peligros y riesgos se deben considerar tres puntos muy importantes: si existe una fuente de daño, quiénes pueden ser dañados, y, finalmente, cómo puede ocurrir el daño.

Para evaluar estos puntos debemos considerar:

- Los potenciales peligros en los entornos de las actividades
- Los riesgos reales de estas actividades
- El material peligroso a transportar y los riesgos que este conlleva
- El ambiente de trabajo donde se suscitan las actividades como la infraestructura, las rutas, equipos y materiales, proximidad a centros poblados.
- La conducta de todo el personal involucrado en la operación
- Los requisitos legales que puedan aplicarse.

3.6 Mantenimiento

El departamento técnico o de mantenimiento es el encargado de proporcionar los servicios tanto correctivos como preventivos a las distintas flotas vehiculares de acuerdo a los parámetros de mantenimiento que indica el fabricante y por el tipo de ruta para que estos se encuentren operativos.

3.6.1 Organización

Como vimos en la organización general de la empresa, el área de mantenimiento está compuesta por el gerente de mantenimiento, como apoyo el asistente de programación, seguidamente los supervisores de mantenimiento y como sus subordinados los técnicos mecánicos.

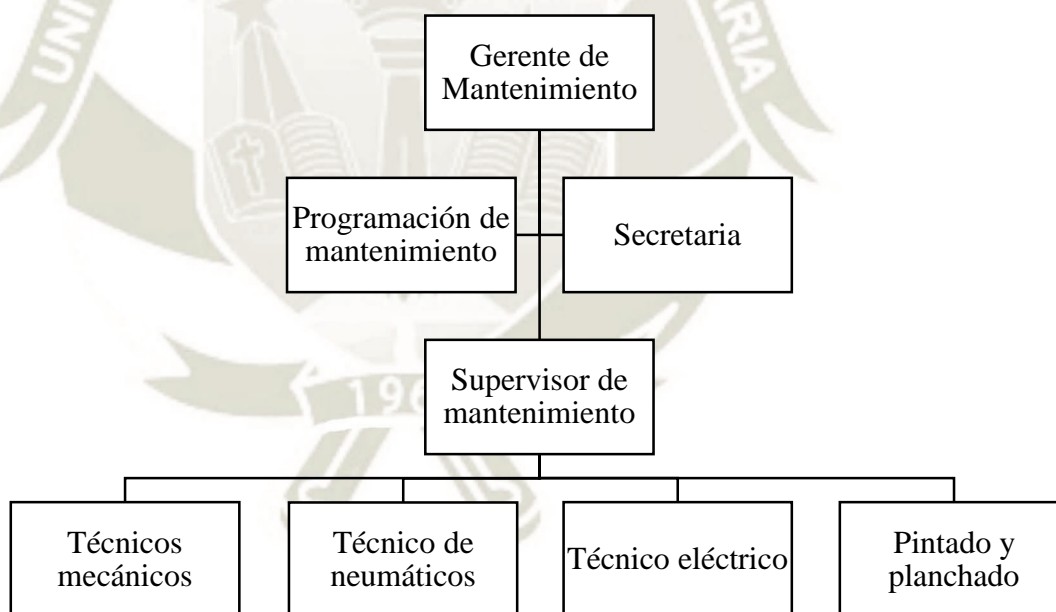


Figura 18. Organización del área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

El **gerente del área de mantenimiento** es encargado de supervisar el área técnica de todos los proyectos a los que la empresa pertenezca, comunicarse con las

demás gerencias acerca de la disponibilidad de la flota, y , principalmente , de elaborar el presupuesto anual.

El **asistente de programación** es la persona encargada de elaborar semanalmente la programación de la flota para su servicio preventivo, generar junto con el supervisor las órdenes de trabajo y de servicio y mensualmente, elaborar el plan de mantenimiento de la flota correspondiente.

El **supervisor de mantenimiento** es el encargado de la supervisión de las tareas correctivas y preventivas, así como también la entrega y firma de las cartillas respectivas.

Los **técnicos mecánicos** son los encargados principales de realizar las acciones correctivas y preventivas según lo programado, abastecerse de los repuestos e insumos necesarios para realizar el trabajo, y de llenar correctamente las cartillas de mantenimiento.



Figura 19. Taller de mantenimiento

Fuente: Google Maps

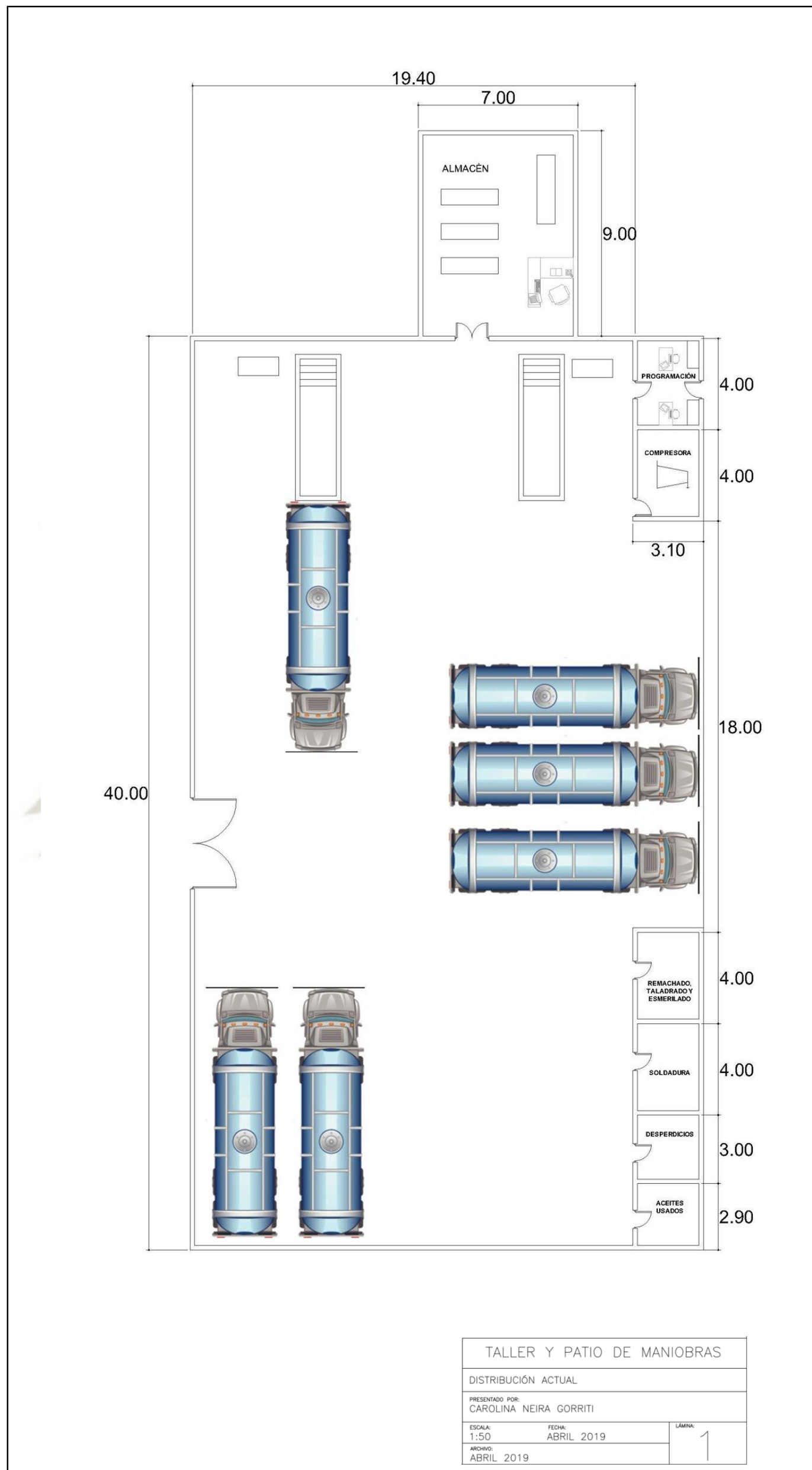


Diagrama 3. Layout área mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Sistema de codificación

Para un mantenimiento apropiado y menos engorroso, es necesario un sistema de codificación de todo activo que esté involucrado en el mismo, pues así permitimos un correcto sistema de mantenimiento. En este caso, se realizó la codificación de equipos, repuestos y recursos humanos que participan en cualquier tipo de mantenimiento. Para la codificación de los mismos, nos basamos en un criterio alfanumérico:

Los dos primeros números conformados por la ubicación del activo:

Tabla 7. Denominación y ubicación activos

Numeración	Ubicación
00	Taller
01	Oficina
02	Sala compresora
03	Área de remachado, esmerilado y taladrado

Fuente: La empresa

Las siguientes dos o tres letras son conformadas por una abreviación del activo, o en su defecto, al sistema al que pertenece. Seguidamente, los últimos tres números son usados para identificar un conteo.

3.6.2.1 Materiales

Para la codificación de los materiales, ya que estos abarcan la mayoría de los activos, se separaron en subgrupos, representados de la siguiente manera:

Tabla 8. Subgrupos de materiales

Subgrupos	Representación
Lubricantes	LUB
Repuestos	RE
Filtros	FL
Materiales Varios	MV

Fuente: La empresa

A su vez, el subgrupo repuestos, se dividió en las siguientes categorías:

Tabla 9. Categorías de repuestos

Categorías	Representación
Motor	MOT
Dirección y suspensión	DYS
Freno	FRE
Transmisión	TR
Eléctrico	ELE
Neumáticos	NEU
Descarga	DES
Cabina y chasis	CAB
Pernos, niples, conexiones	CON

Fuente: La empresa

3.6.2.2. Equipos

Los equipos contemplan maquinaria y herramientas utilizadas en los principales servicios de mantenimiento de los camiones.

Tabla 10. Codificación de equipos según actividad

Actividad	Código
Engrase	ENG
Compresor	COMP
Remachado	REM
Soldadura	SOLD
Esmerilado	ESM
Gata	GT
Impacto	IMP
Refractometría	REF
Taladrado	TAL
Oficina/Escritorio	ESC

Fuente: La empresa

Seguidamente, se codifican todos los equipos:

Tabla 11. Codificación final de equipos

Equipo	Cantidad	Código
Engrasadora neumática	2	00ENG001/00ENG002
Engrasadora manual	2	00ENG003/00ENG004
Compresora de aire	1	02COMP001
Remachadora	1	03REM001
Desremachadora	1	03REM002
Equipo de oxiacetileno	1	00SOLD001
Máquina de soldar eléctrica	1	00SOLD002
Esmeril de banco	1	03ESM001
Esmeril de mano	2	03ESM002/03ESM003
Gata tipo lagarto	1	00GT001
Gata tipo botella	4	00GT002/00GT003/00GT004/00GT005
Pistola de impacto	3	00IMP001/00IMP002/00IMP003
Refractómetro	1	00REF001
Taladro de banco	1	03TAL001
Taladro de mano	2	03TAL002/03TAL003
Torquímetro	2	00TOR001/00TOR002
Computadora	2	02ESC001/02ESC002
Impresora	1	02ESC003

Fuente: La empresa

3.6.2.3 Recursos Humanos

En este caso, el capital humano también será codificado pues con una propicia denominación, es hasta posible identificar la actividad que realiza la persona, contrario a lo que ocurre solo con identificar su nombre.

Tabla 12. Codificación recursos humanos

Nombre y apellido	Puesto de trabajo	Código
Mario Salazar	Técnico mecánico	00TM001
Pablo Torres	Técnico mecánico	00TM002
Sebastián Cuadros	Técnico electricista	00TE001
José Morales	Técnico de neumáticos	00TN001
Pedro Arroyo	Supervisor de mantenimiento	00SUP001
Carolina Neira	Asistente de programación mantenimiento	01AST001
Santiago Maldonado	Pintado y planchado	00PP001

Fuente: La empresa

3.6.3 Mantenimiento correctivo

Para realizar el mantenimiento correctivo, el conductor de ruta primero debe dejar encargado al supervisor de mantenimiento un informe denominado “documento de ruta”. En este, los conductores deben anotar las averías que encuentren en su unidad en toda la ruta y días recorridos.

Este documento es evaluado por el supervisor, quien hace una inspección general a la unidad y evalúa la naturaleza de las fallas reportadas. Seguidamente delega a los mecánicos, y si fuera necesario, personal tercero para la corrección de las averías.

El supervisor junto con el asistente de programación generan en el sistema la respectiva orden de trabajo, en este se indican las actividades, fecha, hora inicio y de fin, kilometraje, mecánico responsable, placa de la unidad, proyecto al que pertenece, tipo de orden (correctiva en este caso), y observaciones de tener alguna. Esta orden debe estar debidamente firmada tanto por el supervisor como por el mecánico que asistió a la unidad luego de realizar las correcciones.

Los trabajos se priorizan para atender las unidades en un tiempo prudente.

Sin embargo, si la unidad presenta fallas en alguno de los sistemas críticos, estas pueden quedarse en el taller.

El supervisor tiene como tarea verificar que las actividades realizadas por personal de la empresa y terceros se hayan realizado siguiendo los procedimientos y de manera adecuada.

Una vez conforme, el supervisor comunica la unidad lista al jefe de operaciones, quien a su vez, le indica al conductor, para que este verifique el estado de la unidad.



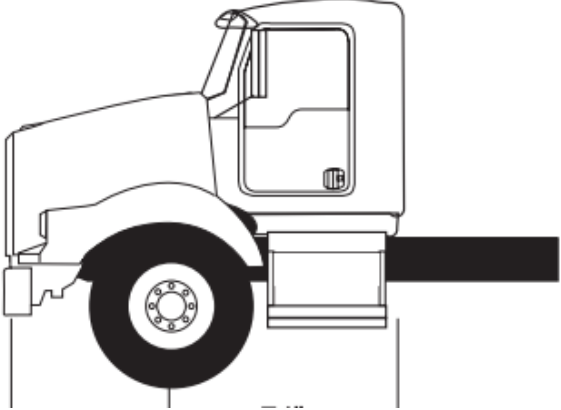
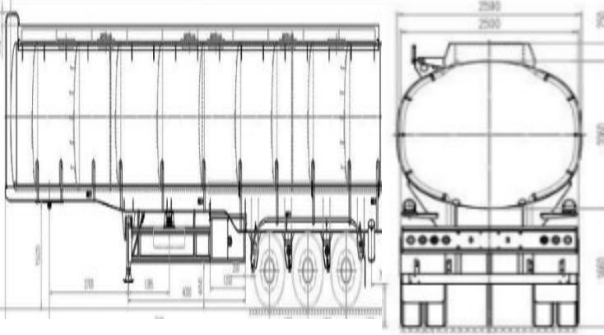
DOCUMENTO DE EVENTOS EN RUTA		Código: INF-OPE-001		
NOMBRE CONDUCTOR:				
		FIRMA OPERADOR		
REMOLCADOR				
Placa unidad		Kilometraje		
Indicar en la ilustración a la derecha los puntos en el remolcador donde se suscitaron los eventos o inconvenientes más críticos				
Eventos				
VISTO BUENO SUPERVISOR				
SEMIRREMOLQUE				
Placa unidad				
Indicar en la ilustración a la derecha los puntos en el semirremolque donde se suscitaron los eventos o inconvenientes más críticos				
Eventos				
VISTO BUENO SUPERVISOR				

Figura 20. Documento de viaje

Fuente: La empresa

ORDEN DE TRABAJO N° _____					Código:	
					Versión:	
					Página: 1 de	
Placa de rodaje	Kilometraje			Fecha inicio		
Tipo de orden	Preventiva			Hora inicio		
	Correctiva			Fecha fin		
	Siniestro			Hora fin		
Código actividad	Observaciones					
Descripción actividad						
Duración actividad						
Técnico Mecánico						
Materiales y/o repuestos						
Código repuesto	Repuesto	Cantidad	Costo	Costo total	<p>A fin de cumplir con los requerimientos de seguridad y salud en el trabajo, es obligatorio , para cualquier tipo de actividad el uso de :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Chaleco de seguridad -Casco de seguridad -Zapatos de seguridad - Lentes de seguridad -Guantes anticorte <p>y demás equipos de protección personal según la tarea requerida.</p>	
Realizado por	Aprobado por		V° B° técnico mecánico			

Tabla 13. Orden de trabajo

Fuente: La empresa.

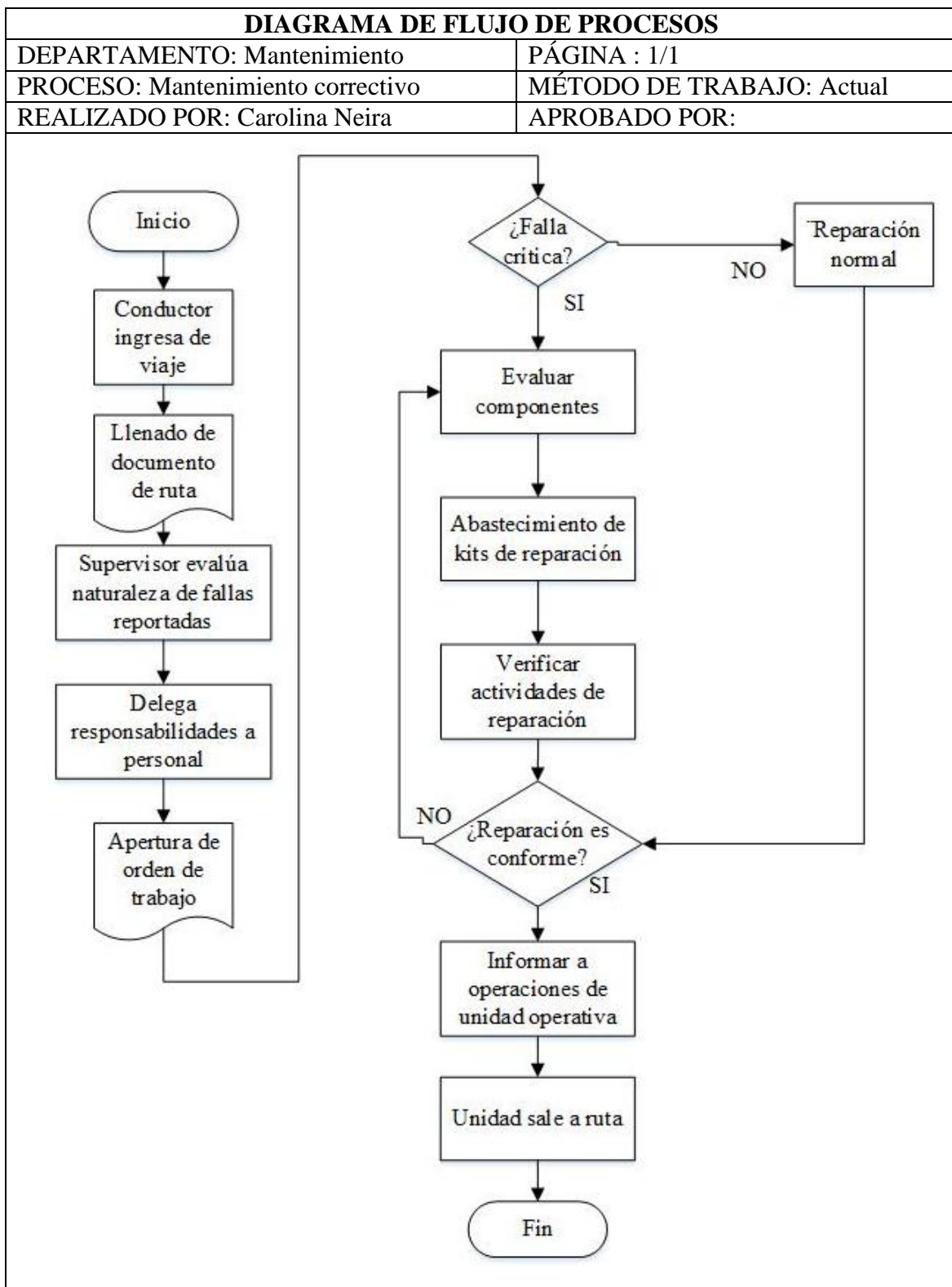


Diagrama 4. Diagrama de flujo de procesos mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Mantenimiento preventivo

La planificación del mantenimiento preventivo es realizada por el asistente de programación de mantenimiento, de acuerdo a los siguientes patrones:

- Último kilometraje de la unidad
- Último servicio realizado

Una vez elaborado el plan este es revisado por los supervisores de mantenimiento para que evalúen la factibilidad de realizar x servicios preventivos en el tiempo estipulado considerando también la atención de servicios correctivos.

Seguidamente, si todo es conforme, el departamento de mantenimiento indica a operaciones de las unidades que están programadas para mantenimiento.

Una vez dado el visto bueno por parte de operaciones, se comunica a los técnicos mecánicos las unidades que van a atender durante el turno y qué servicios se les va a realizar.

El asistente de programación es quien programa las unidades en el software, ingresando el km programado, y, cuando la unidad ingrese a taller, ingresando el kilometraje real, para verificar que la diferencia no exceda con el rango de tolerancia de mantenimientos. Así como programa el mantenimiento, el asistente junto con el supervisor genera la orden de trabajo de tipo preventivo en el sistema.

Luego se hace entrega de las cartillas de mantenimiento preventivo a los mecánicos para que la llenen adecuadamente y la firmen de acuerdo al servicio ejecutado. Ellos también son responsables de hacer los pedidos de los insumos y repuestos necesarios al almacén, que deben ser autorizados por el supervisor.

El supervisor tiene como tarea verificar que los mantenimientos programados se hayan ejecutado y es el encargado de reprogramar junto con el área de operaciones alguna unidad que no se le haya realizado el mantenimiento.

Una vez finalizado el servicio e inspeccionado por el supervisor, este comunica a operaciones que la unidad está lista para salir de viaje.

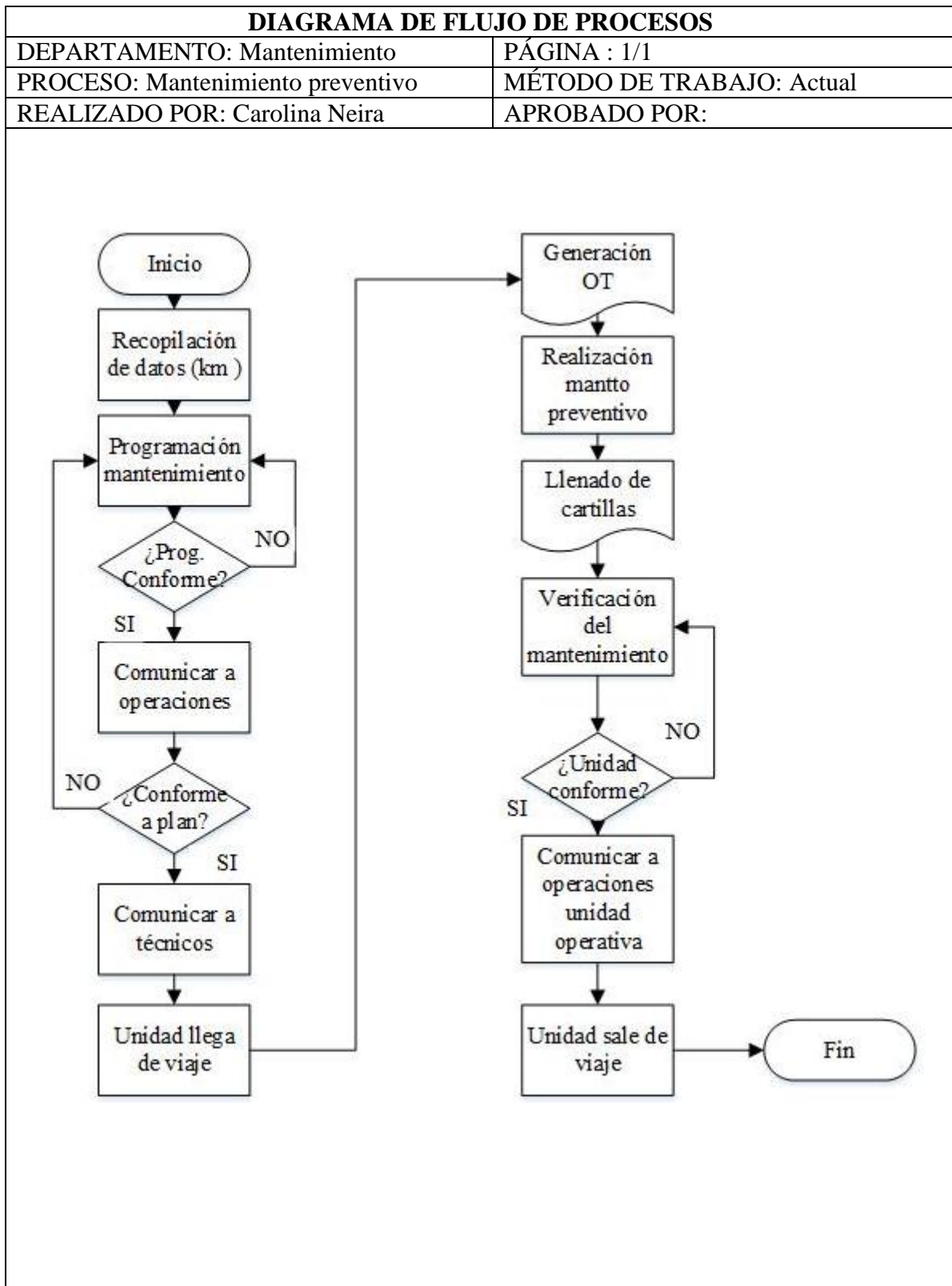


Diagrama 5. Diagrama de flujo de procesos mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

3.4.6.1 ¿Cómo se realiza la programación?

La programación, como mencionamos, se basa en el último kilometraje y servicio realizado. Los servicios a los que nos referimos son los siguientes:

Tabla 14. Tipos de mantenimiento preventivo tracto camión

TIPO	FRECUENCIA
A	6000 KM
B	12000 KM
C	60000 KM
D	120000 KM

Fuente: La empresa

Los mantenimientos por sí se programan cada 6000 km (a esto llamamos km programado) , es decir, el primer tipo de mantenimiento es el A, luego adicionamos 6000 km, es decir 12000 km, por lo que su siguiente mantenimiento es uno de tipo B, luego al sumar otros 6000 km, obtenemos 18000 km , que representa nuevamente un servicio A. Los mantenimientos se alternan entre A y B hasta llegar al mantenimiento C, y nuevamente se alternan entre A y B hasta llegar al mantenimiento D cuando este tiene 120000 km o un kilometraje aproximado. Una vez realizado el mantenimiento D vuelve a empezar el ciclo de mantenimientos empezando en un mantenimiento tipo A.

Se recopilan los kilometrajes de las unidades cuando estas salen de las instalaciones, a lo que llamamos kilometraje real, luego restamos el km programado y el real para obtener el kilometraje restante para el siguiente mantenimiento, a lo que llamamos diferencia. Realizamos un kilometraje estimado de cuanto kilometraje tendrá la unidad hasta que ingrese a las instalaciones, sabiendo que cada unidad recorre por día aproximadamente 300 km por día. Por último, restamos el km programado y el km estimado para calcular a cuánto estará aproximadamente la unidad de su mantenimiento cuando retorne.

Si el valor final es menor a 1000 km, entonces ese mantenimiento se programa inmediatamente. Generalmente por semana se realizan de 2 a

3 mantenimientos preventivos, y , como ya se mencionó, si se necesita reprogramar uno, la coordinación se debe realizar estrictamente con operaciones

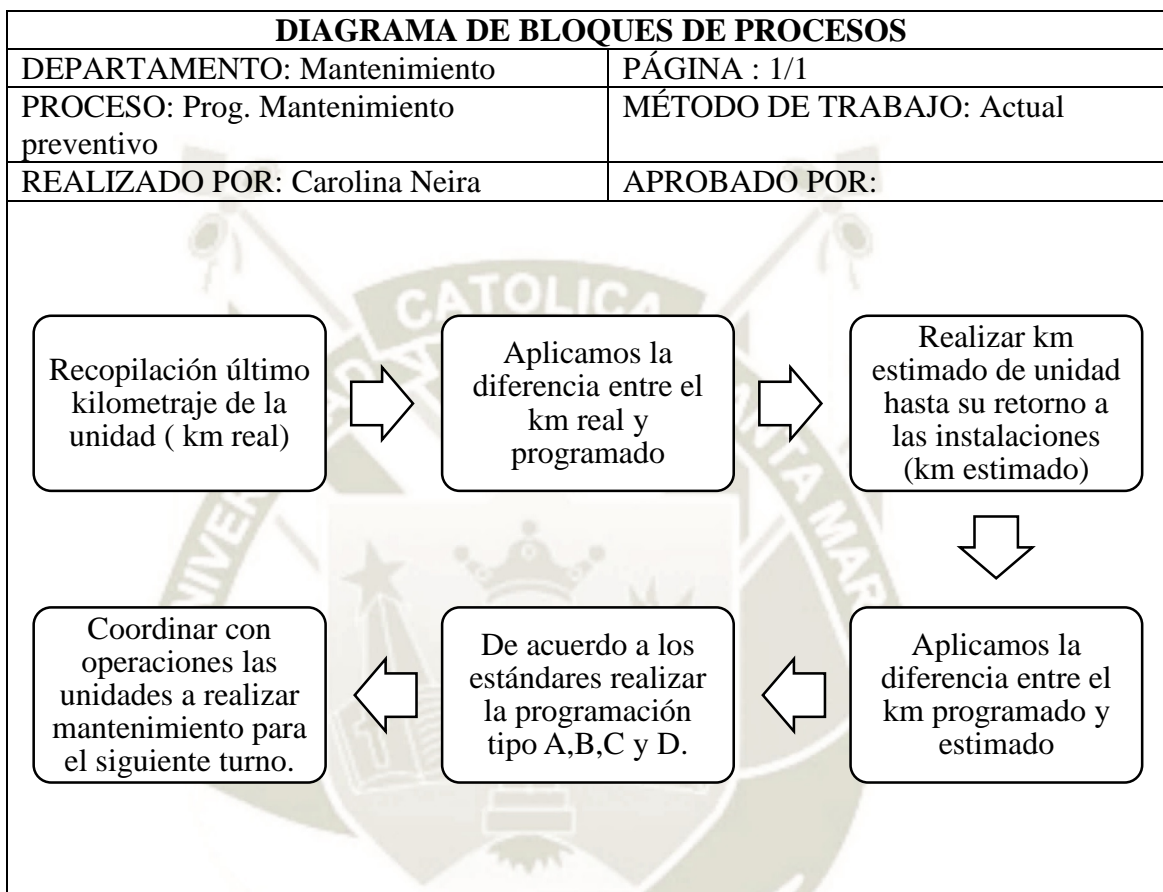


Diagrama 6. Diagrama de bloques de proceso de programación de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Programación de mantenimiento preventivo

REMOLCADOR	ÚLTIMO SERVICIO			KM PROGRAMADO	KM REAL	DIFERENCIA	KM ESTIMADO	DIFERENCIA
	KM	FECHA	SERVICIO					
UNIDAD 1	231,586	15/05/2018	A	237,586	231,586	6,000	233,286	4,300
UNIDAD 2				240,339	237,536	2,803	239,236	1,103
UNIDAD 3				254,316	251,121	3,195	252,821	1,495
UNIDAD 4	245,364	5/05/2018	A	251,364	249,360	2,004	251,060	<u>304</u>
UNIDAD 5	248,695	7/05/2018	A	254,695	252,773	1,922	254,473	<u>222</u>
UNIDAD 6	213,815	19/05/2018	B	219,815	215,299	4,516	216,999	2,816
UNIDAD 7				224,662	218,127	6,535	219,827	4,835
UNIDAD 8				230,220	227,040	3,180	228,740	1,480
UNIDAD 9	270,606	26/05/2018	B	276,606	270,077	6,529	271,777	4,829
UNIDAD 10	217,749	12/05/2018	B	223,749	219,976	3,773	221,676	2,073
UNIDAD 11	251,457	21/05/2018	A	257,457	251,457	6,000	253,157	4,300
UNIDAD 12	207,715	14/05/2018	B	213,715	210,236	3,479	211,936	1,779
UNIDAD 13	235,016	21/05/2018	A	241,016	236,267	4,749	237,967	3,049
UNIDAD 14	224,933	5/05/2018	A	230,933	228,835	2,098	230,535	<u>398</u>
UNIDAD 15				344,542	337,282	7,260	338,982	5,560

Fuente: Elaboración propia.

Es importante recalcar los rangos de tolerancia de los mantenimientos, que son los siguientes:

Tabla 16. Tolerancias de mantenimiento preventivo tracto camiones

	TIPO DE MANTENIMIENTO			
	A	B	C	D
Tracto camión	± 1600	± 1600	± 5000	± 24000

Fuente: Elaboración propia

El mantenimiento tipo A

Este tipo de mantenimiento se centra en la lubricación de la unidad.

Tabla 17. Actividades mantenimiento tipo A

Sistemas	Actividad
Lubricación	
1	Engrase del eje y crucetas de cardan
2	Engrasar tornamesa
3	Engrase buje del árbol de levas de freno
4	Revisar fugas de aceite
5	Inspección niveles aceite de motor
Transmisión	
1	Regular embrague
2	Inspección fugas de aceite coronas
3	Inspección funcionamiento caja de cambios
Motor	
1	Inspección fugas de aceite cárter
2	Inspección sistema de escape
3	Inspección silenciador
4	Inspección fugas admisión y escape
5	Inspección fugas de aceite
6	Inspección funcionamiento marcador nivel de combustible
7	Inspección estado de radiador, conexiones, mangueras y paneles
8	Inspección tanque de expansión
9	Inspección nivel de líquido refrigerante
Frenos	
1	Inspección fugas mangueras de aire
2	Drenar agua por los tanques de aire
3	Limpieza e inspección de compresor de aire

Sistemas	Actividad
Dirección y suspensión	
1	Inspección servo de dirección
2	Inspección brazo de dirección
3	Inspección suspensión delantera y trasera
Sistema eléctrico	
1	Inspección general de luces
2	Revisión tablero
3	Inspección tensión de la banda de impulsión alternador
4	Inspección plumillas y limpiaparabrisas
Neumáticos	
1	Inspección fugas de aceite por retenes de rueda
2	Inspección ajustes de tuerca
3	Inspección lubricante rodamientos de ruedas
4	Inspección presión de aire
5	Inspección desgaste y cocada de neumáticos

Fuente: La empresa



Tabla 18. Costos del mantenimiento tipo A

Mantenimiento tipo A

Frecuencia	6000 km
Placa	

Materiales					
Código material	Repuesto	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00LUB005	Grasa retinax chasis SKF	5	libras	2.34	11.7
00RECON005	Tuerca 3/8" G-5 NC	2	unidades	0.062	0.124
00RECON010	Tuerca 1/4" G-2 HC	14	unidades	0.016	0.224
00RECON060	Volanda plana 5/8 G-8	2	unidades	0.22	0.44
00RECON025	Perno 1/4" x 1" G-2 HC	7	unidades	0.036	0.252
00RECON030	Perno 3/8 x 1 1/2" G-2 HC	10	unidades	0.11	1.1
00RECON080	Conector para manguera 1/2"	1	unidad	2.87	2.87
00RECON035	Perno 3/8 x 2" G-8	2	unidades	0.24	0.48
00MV050	Loctite 3463- Hysol Metal Magic Steel	1	unidad	27.1	27.1
00MV005	Amarracable	10	unidades	0.28	2.8
00MV010	Trapo industrial	1	kilogramo	1.69	1.69
00RECON085	Conector recto 3/8 NPT a 3/8 PMT	2	unidades	1.32	2.64
					51.42

Mano de obra						
Código trabajador	Trabajador	Cargo	Actividad	Jornada (horas)	Costo unitario (\$/hora)	Costo Total (\$)
00TM001	Mario Salazar	Técnico mecánico	Realización servicio según puntos cartilla	3	4.44	13.32
00TE001	Sebastián Cuadros	Técnico electricista	Revisión sistema eléctrico	1	15	15
00TN001	José Morales	Técnico de neumáticos	Revisión y/o cambio, rotación neumáticos	2	10	20
00SUP001	Pedro Arroyo	Supervisor de mantenimiento	Inspección del servicio realizado y repuestos utilizados	1.5	5.92	8.88
01AST001	Carolina Neira	Asistente de programación mantenimiento	Generación orden de trabajo y/o servicio, ingreso vales de consumo de repuestos	2	2.96	5.92
						63.12
Total Mantenimiento tipo A (\$)						114.54

Fuente: Elaboración propia

El mantenimiento tipo B

Este es el tipo de mantenimiento que se realiza cada 12000 km y su característica principal es el cambio de aceite de motor y filtros.

Tabla 19. Actividades mantenimiento tipo B

Sistema	Actividad
Lubricación	
1	Engrase del eje y crucetas de cardan
2	Engrasar tornamesa
3	Engrase buje del árbol de levas de freno
4	Revisar fugas de aceite
5	Engrasar barra de dirección y suspensión delantera
6	Inspección niveles aceite de dirección
7	Inspección niveles aceite caja de cambios
8	Engrasar manubrios, chapas, bisagras de puertas, etc
9	Cambio filtro raccor
10	Cambio filtro de combustible
11	Cambio filtros aceite de motor
12	Cambio aceite de motor
Transmisión	
1	Regular embrague
2	Inspección fugas de aceite coronas
3	Inspección funcionamiento y soportes de caja de cambios
4	Inspección estado de gomas de cardan
5	Inspección respiradero eje trasero
Motor	
1	Inspección fugas de aceite cárter
2	Revisión tapón de drenaje
3	Inspección restricción filtro de aire
4	Inspección sistema de escape
5	Inspección silenciador
6	Inspección fugas admisión y escape
7	Inspección fugas de aceite
8	Inspección funcionamiento marcador nivel de combustible
9	Inspección y drenar tanque de combustible
10	Inspección estado de radiador, conexiones, mangueras y paneles
11	Inspección correas de ventilador
12	Inspección tanque de expansión
13	Inspección fugas caja termostato
14	Inspección juego rodamientos bomba de agua
15	Inspección nivel de líquido refrigerante
Frenos	
1	Inspección fugas mangueras de aire
2	Drenar agua por los tanques de aire
3	Limpieza e inspección de compresor de aire

Sistema	Actividad
4	Inspección tapa respiradero de cámara de freno
5	Inspección funcionamiento de los frenos
Dirección y suspensión	
1	Inspección servo de dirección
2	Inspección brazo de dirección
3	Inspección grilletes
4	Inspección gomas soporte de cabina
5	Inspección suspensión delantera y trasera
6	Inspección bolsas de suspensión
Sistema eléctrico	
1	Inspección general de luces
2	Revisión tablero
3	Inspección tensión de la banda de impulsión alternador
4	Inspección de baterías
5	Inspección motor de arranque
6	Inspección plumillas y limpiaparabrisas
Neumáticos	
1	Inspección fugas de aceite por retenes de rueda
2	Inspección ajustes de tuerca
3	Inspección lubricante rodamientos de ruedas
4	Inspección presión de aire
5	Inspección desgaste y cocada de neumáticos
6	Rotar neumáticos
Cabina-Chasis	
1	Inspección elevador de vidrios
2	Inspección pernos chasis
3	Inspección carrocería
4	Inspección seguridad de quinta rueda

Fuente: La empresa

Tabla 20. Costos mantenimiento tipo B

Mantenimiento tipo B					
Frecuencia	12000 km				
Placa					
Materiales					
Código material	Repuesto	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00LUB005	Grasa retinax chasis SKF	5	libras	2.34	11.7
00RECON005	Tuerca 3/8" G-5 NC	2	unidades	0.062	0.124
00RECON010	Tuerca 1/4" G-2 HC	14	unidades	0.016	0.224
00RECON060	Volanda plana 5/8 G-8	2	unidades	0.22	0.44
00RECON025	Perno 1/4" x 1" G-2 HC	7	unidades	0.036	0.252
00RECON030	Perno 3/8 x 1 1/2" G-2 HC	10	unidades	0.11	1.1
00RECON080	Conector para manguera 1/2"	1	unidad	2.87	2.87
00RECON035	Perno 3/8 x 2" G-8	2	unidades	0.24	0.48
00FL005	Filtro de petróleo	1	unidad	20.18	20.18
00FL010	Filtro de aceite de motor	1	unidad	20.11	20.11
00FL015	Filtro separador de agua	1	unidad	8.6	8.6
00LUB010	Aceite de motor 15W40	12	galones	12.73	152.76
00MV005	Amarracable	10	unidades	0.28	2.8
00MV010	Trapo industrial	1	kilogramo	1.69	1.69
					223.33

Mano de obra						
Código trabajador	Trabajador	Cargo	Actividad	Jornada (horas)	Costo unitario (\$/hora)	Costo Total (\$)
00TM001	Mario Salazar	Técnico mecánico	Realización servicio según puntos cartilla	4	4.44	17.76
00TE001	Sebastián Cuadros	Técnico electricista	Revisión sistema eléctrico	1	15	15
00TN001	José Morales	Técnico de neumáticos	Revisión y/o cambio, rotación neumáticos	2	10	20
00SUP001	Pedro Arroyo	Supervisor de mantenimiento	Inspección del servicio realizado y repuestos utilizados	2	5.92	11.84
01AST001	Carolina Neira	Asistente de programación mantenimiento	Generación orden de trabajo y/o servicio, ingreso vales de consumo de repuestos	3	2.96	8.88
						73.48
Total Mantenimiento tipo B (\$)						296.81

Fuente: Elaboración propia.

El mantenimiento tipo C

Este tipo de mantenimiento se realiza cada 60000 km y sus principales ejecuciones consisten en el cambio de aceite de caja de cambios.

Tabla 21. Actividades mantenimiento tipo C

Sistema	Actividad
Lubricación	
1	Engrase del eje y crucetas de cardan
2	Engrasar tornamesa
3	Engrase buje del árbol de levas de freno
4	Engrasar collarín de embrague
5	Engrasar pasadores de muñón
6	Revisar fugas de aceite
7	Engrasar barra de dirección y suspensión delantera
8	Inspección niveles aceite de dirección
9	Engrasar manubrios, chapas, bisagras de puertas, etc.
10	Cambio filtro raccor
11	Cambio filtro de combustible
12	Cambio filtros aceite de motor
13	Cambio aceite de motor
14	Cambio aceite caja de cambios
Transmisión	
1	Regular embrague
2	Inspección fugas de aceite coronas
3	Inspección funcionamiento y soportes de caja de cambios
4	Inspección estado de gomas de cardan
5	Inspección respiradero eje trasero
Motor	
1	Inspección fugas de aceite cárter
2	Revisión tapón de drenaje
3	Inspección restricción filtro de aire
4	Inspección sistema de escape
5	Inspección silenciador
6	Inspección fugas admisión y escape
7	Inspección fugas de aceite
8	Inspección funcionamiento marcador nivel de combustible
9	Inspección y drenar tanque de combustible
10	Inspección mangueras de combustible
11	Inspección estado de radiador, conexiones, mangueras y paneles
12	Inspección correas de ventilador
13	Inspección tanque de expansión
14	Inspección fugas caja termostato
15	Inspección juego rodamientos bomba de agua
16	Inspección nivel de líquido refrigerante
17	Pruebas inhibidores de refrigerante

Sistema	Actividad
18	Cambio filtro refrigerante
19	Inspección soportes de intercooler
20	Prueba de presión de intercooler
Frenos	
1	Inspección fugas mangueras de aire
2	Drenar agua por los tanques de aire
3	Limpieza e inspección de compresor de aire
4	Inspección gobernador de compresora
5	Inspección tapa respiradero de cámara de freno
6	Inspección funcionamiento de los frenos
7	Inspección fajas de freno
8	Cambio fajas de freno posteriores
Dirección y suspensión	
1	Inspección servo de dirección
2	Inspección brazo de dirección
3	Inspección de juego en brazo de dirección
4	Inspección grilletes
5	Inspección gomas soporte de cabina
6	Inspección suspensión delantera y trasera
7	Inspección manguera de dirección
8	Inspección bolsas de suspensión
Sistema eléctrico	
1	Inspección general de luces
2	Inspección dispositivos relay
3	Revisión tablero
4	Inspección tensión de la banda de impulsión alternador
5	Inspección tornillos soporte alternador
6	Inspección soporte, cables y carga de baterías
7	Inspección motor de arranque
8	Inspección neblineros y enfoque de faros
9	Inspección plumillas y limpiaparabrisas
Neumáticos	
1	Inspección fugas de aceite por retenes de rueda
2	Inspección ajustes de tuerca
3	Cambio de aceite de cubos de rueda
4	Inspección presión de aire
5	Inspección desgaste y cocada de neumáticos
76	Rotar neumáticos
Cabina-Chasis	
1	Inspección elevador de vidrios
2	Inspección fijación de cabina
3	Revisión forro de capó y estado de guardafangos
4	Inspección pernos chasis
5	Inspección carrocería
6	Inspección seguridad de quinta rueda
7	Inspección y mantenimiento chapas de puertas

Fuente: La empresa

Tabla 22. Costos mantenimiento tipo C

Mantenimiento tipo C					
Frecuencia	60000 km				
Placa					
Materiales					
Código material	Repuesto	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00LUB005	Grasa retinax chasis SKF	5	libras	2.34	11.7
00RECON005	Tuerca 3/8" G-5 NC	10	unidades	0.062	0.62
00RECON010	Tuerca 1/4" G-2 HC	20	unidades	0.016	0.32
00RECON060	Volanda plana 5/8 G-8	10	unidades	0.22	2.2
00RECON025	Perno 1/4" x 1" G-2 HC	35	unidades	0.036	1.26
00RECON030	Perno 3/8 x 1 1/2" G-2 HC	40	unidades	0.11	4.4
00RECON080	Conector para manguera 1/2"	10	unidad	2.87	28.7
00RECON035	Perno 3/8 x 2" G-8	10	unidades	0.24	2.4
00REMOT005	Abrazadera de silenciador	1	unidad	30	30
00MV020	Soldadura cellocord 1/8 E-6011	40	unidades	0.089	3.56
00MV025	Soldadura supercito 1/8 E7018	40	unidades	0.14	5.6
00MV030	Disco esmeril de 4 1/2 "	3	unidades	1.82	5.46
00REMOT010	Manguera de intercooler	1	unidad	47.81	47.81
00REMOT015	Jebe soporte tanque de combustible	2	unidades	23.28	46.56
00REFRE005	Faja Freno 4707 STD	2	juegos	56.35	112.7
00REELE010	Faro neblinero 450	2	unidades	31.45	62.9
00REELE015	Plumilla limpiaparabrisas BOSCH	2	unidades	15.38	30.76
00RENEU010	Tapa de cubo de rueda	2	unidades	18.13	36.26

Código material	Repuesto	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00RENEU005	Empaque de tapa de cubo	2	unidades	2.87	5.74
00RECAB005	Soporte de escarpin	2	unidades	41.15	82.3
00RECAB010	Soporte gancho de capot	2	unidades	35.56	71.12
00FL005	Filtro de petróleo	1	unidad	20.18	20.18
00FL010	Filtro de aceite de motor	1	unidad	20.11	20.11
00FL015	Filtro separador de agua	1	unidad	8.6	8.6
00FL020	Filtro de refrigerante	1	unidad	12.54	12.54
00LUB010	Aceite de motor 15W40	12	galones	12.73	152.76
00LUB015	Aceite de caja de cambios	5	galones	14	70
00MV005	Amarracable	40	unidades	0.28	11.2
00MV010	Trapo industrial	2	kilogramo	1.69	3.38
00MV015	Cinta reflectiva bicolor	2	metros	1.8	3.6
					894.74

Mano de obra						
Código trabajador	Trabajador	Cargo	Actividad	Jornada (horas)	Costo unitario (\$/horas)	Costo Total (\$)
00TM001	Mario Salazar	Técnico mecánico	Realización servicio según puntos cartilla	12	4.44	53.28
00TM002	Pablo Torres	Técnico mecánico	Realización servicio según puntos cartilla	12	4.44	53.28

Código trabajador	Trabajador	Cargo	Actividad	Jornada (horas)	Costo unitario (\$/horas)	Costo Total (\$)
00TE001	Sebastián Cuadros	Técnico electricista	Revisión sistema eléctrico	5	10	50
00TN001	José Morales	Técnico de neumáticos	Revisión y/o cambio, rotación neumáticos	4	10	40
00SUP001	Pedro Arroyo	Supervisor de mantenimiento	Inspección del servicio realizado y repuestos utilizados	12	5.92	71.04
01AST001	Carolina Neira	Asistente de programación mantenimiento	Generación orden de trabajo y/o servicio, ingresos o vales de consumo de repuestos	8	2.96	23.68
						291.28
Total Mantenimiento tipo C (\$)						1186.02

Fuente: Elaboración propia

El mantenimiento tipo D

Este tipo de mantenimiento preventivo se realiza cada 120000 km, después de pasar por numerosos mantenimientos A y B, dentro de sus principales ejecuciones encontramos los cambios de aceite de dirección, así como sus filtros.

Tabla 23. Actividades mantenimiento tipo D

Sistema	Actividad
Lubricación	
1	Engrase del eje y crucetas de cardan
2	Engrasar tornamesa
3	Engrase buje del árbol de levas de freno
4	Engrasar collarín de embrague
5	Lubricación suspensión delantera
6	Engrasar pasadores de muñón
7	Revisar fugas de aceite
8	Engrasar barra de dirección y suspensión delantera
9	Engrasar manubrios, chapas, bisagras de puertas, etc
10	Cambio filtro raccor
11	Cambio filtro de combustible
12	Cambio filtro de dirección
13	Cambio filtros aceite de motor
14	Cambio filtro aceite de corona
15	Cambio aceite de motor
16	Cambio aceite caja de cambios
17	Cambio aceite de dirección
18	Cambio aceite de coronas
19	Engrase partes metálicas de cabina
Transmisión	
1	Regular embrague
2	Inspección fugas de aceite coronas
3	Inspección funcionamiento y soportes de caja de cambios
4	Inspección filtro de aire válvula de selector de caja de cambios
5	Inspección palanca de cambios
6	Inspección estado de gomas de cardan
7	Inspección respiradero y fugas de aire eje trasero (coronas)
Motor	
1	Inspección fugas de aceite cárter
2	Revisión tapón de drenaje
3	Prueba de rpm en marcha mínima
4	Inspección respiradero del cárter
5	Inspección restricción filtro de aire
6	Inspección sistema de escape
7	Inspección silenciador

Sistema	Actividad
8	Inspección fugas admisión y escape
9	Inspección cableado frenos de motor
10	Inspección componentes frenos de motor
11	Inspección fugas de aceite empaque y retenes
12	Inspección funcionamiento marcador nivel de combustible
13	Inspección y drenar tanque de combustible
14	Inspección mangueras de combustible
15	Verificar ventilación de tanque de combustible
16	Revisión montajes y ménsulas de tanque
17	Prueba de tiempo de los inyectores
18	Revisión enfriadores
19	Inspección estado de radiador, conexiones, mangueras y paneles
20	Inspección correas de ventilador
21	Inspección embrague de ventilador
22	Inspección tanque de expansión
23	Inspección fugas caja termostato
24	Inspección juego rodamientos bomba de agua
25	Inspección nivel de líquido refrigerante
26	Pruebas inhibidores de refrigerante
27	Cambio filtro refrigerante
28	Inspección soportes de intercooler
29	Prueba de presión de intercooler
30	Limpieza de intercooler
Frenos	
1	Inspección fugas mangueras de aire
2	Drenar agua por los tanques de aire
3	Limpieza e inspección de compresor de aire
4	Inspección gobernador de compresora
5	Inspección accesorios válvula principal de freno y secador de aire
6	Inspección tapa respiradero de cámara de freno
7	Inspección funcionamiento de los frenos
8	Inspección tambores de freno
9	Revisión funcionamiento bracke de freno
10	Revisión o rectificado eje de levas
11	Inspección fajas de freno
12	Cambio fajas de freno delanteras y posteriores
13	Cambio buje de eje de leva
Dirección y suspensión	
1	Inspección servo de dirección
2	Inspección grilletes muelle de suspensión
3	Inspección amortiguadores delanteros y posteriores
4	Inspección brazo de dirección
5	Inspección de juego en brazo de dirección
6	Inspección grilletes
7	Inspección gomas soporte de cabina

Sistema	Actividad
8	Inspección suspensión delantera y trasera, torques
9	Inspección manguera de dirección
10	Inspección bolsas de suspensión
11	Cambio de gomas de amortiguadores y templadores
12	Inspección mangueras de alimentación y retorno
13	Inspección pines muñón de dirección
Sistema eléctrico	
1	Inspección general de cableado
2	Inspección general de luces
3	Inspección dispositivos relay
4	Revisión tablero
5	Inspección tensión de la banda de impulsión alternador
6	Inspección tornillos soporte alternador
7	Cambio correa de alternador
8	Inspección soporte, cables y carga de baterías
9	Inspección motor de arranque
10	Inspección neblineros y enfoque de faros
11	Inspección cableado calefacción y ac
12	Inspección caja de fusibles
13	Inspección plumillas y limpiaparabrisas, parlantes, claxon
Neumáticos	
1	Inspección fugas de aceite por retenes de rueda
2	Inspección ajustes de tuerca
3	Inspección lubricante rodamientos de ruedas
4	Cambio de aceite de cubos de rueda
5	Cambio de aceite de ruedas delanteras
6	Inspección presión de aire
7	Inspección desgaste y cocada de neumáticos
8	Rotar neumáticos
9	Realizar alineamiento y balanceo de neumáticos
Cabina-Chasis	
1	Inspección elevador de vidrios
2	Inspección fijación de cabina
3	Revisión forro de capó y estado de guardafangos
4	Inspección pernos chasis
5	Inspección carrocería
6	Inspección seguridad de quinta rueda
7	Inspección y mantenimiento chapas de puertas
8	Limpieza partes cromadas
Control electrónico	
1	Toma de información

Fuente: La empresa

Tabla 24. Costos del mantenimiento tipo D

Mantenimiento tipo D					
Frecuencia	120000 km				
Placa					
Materiales					
Código materiales	Materiales	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00LUB005	Grasa retinax chasis SKF	5	libras	2.34	11.7
00LUB010	Aceite de motor 15W40	12	galones	12.73	152.76
00LUB015	Aceite de caja de cambios	5	galones	14	70
00LUB020	Aceite para corona SPIRAX	10	galones	12.98	129.8
00LUB025	Aceite de transmisión CF4 50	5	galones	10.87	54.35
00RECON005	Tuerca 3/8" G-5 NC	10	unidades	0.062	0.62
00RECON030	Perno 3/8 x 1 1/2" G-2 HC	40	unidades	0.11	4.4
00RECON080	Conector para manguera 1/2"	10	unidades	2.87	28.7
00REMOT005	Abrazadera de silenciador	1	unidad	30	30
00REMOT010	Manguera de intercooler	3	unidad	47.81	143.43
00REMOT015	Jebe soporte tanque de combustible	4	unidades	23.28	93.12
00REFRE005	Faja Freno 4707 STD	4	juegos	56.35	225.4
00REELE010	Faro neblinero 450	2	unidades	31.45	62.9
00REELE015	Plumilla limpiaparabrisas BOSCH	2	unidades	15.38	30.76
00RENEU010	Tapa de cubo de rueda	2	unidades	18.13	36.26
00RENEU005	Empaque de tapa de cubo	2	unidades	2.87	5.74
00RECAB005	Soporte de escarpin	2	unidades	41.15	82.3
00RECAB010	Soporte gancho de capot	2	unidades	35.56	71.12
00RECON090	Pasador de rueda 1/8 x 2"	4	unidades	0.05	0.2

Código materiales	Materiales	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00RECON100	Oring´s - solenoide freno motor	3	unidades	1.48	4.44
00RECON110	Oring´s sello inferior	2	unidades	4.28	8.56
00RECON110	Oring´s sello inferior	1	unidad	4.28	4.28
00RECON105	Oring´s superior	3	unidades	4.4	13.2
00REFRE010	Pastilla p/zapata Pagid 4707 tracto 16.5 x5"x 7"	2	unidades	19.66	39.32
00REELE005	Correa de alternador	1	unidad	36.81	36.81
00REDYS010	Barra corta de dirección	1	unidad	190.3	190.3
00REFRE015	Reten de eje de levas - corona	12	unidades	2.85	34.2
00REFRE020	Bocinas eje de levas - corona	12	unidades	1.57	18.84
00REFRE025	Kit de resortes de freno	4	unidades	18.29	73.16
00REDYS005	Kit de pines y bujes de la dirección	1	juego	257.55	257.55
00REMOT020	Sensor nivel de combustible - tipo boya	1	unidad	171.67	171.67
00REMOT025	Refrigerante	1	galon	8.51	8.51
00REDYS015	Rotula / terminal de dirección - derecho	1	unidad	91.85	91.85
00REDYS020	Rotula / terminal de dirección - izquierdo	1	unidad	94.03	94.03
00REMOT035	Kit de reparación - solo gomas - fan clutch	1	juego	86.51	86.51
00REDYS025	Amortiguador de cabina	1	unidad	58.88	58.88
00RETR005	Crucetas de cardan pequeña - 4 tapas	2	unidades	72.2	144.4
00REMOT030	Hidrolina para la dirección - por galón	1	galón	18.3	18.3
00REDYS030	Bujes - barras templadoras de suspensión	8	unidades	45	360

Código materiales	Materiales	Cantidad	Unidad de medida	Costos unitarios (\$)	Costo Total (\$)
00FL005	Filtro de petróleo	1	unidad	20.18	20.18
00FL010	Filtro de aceite de motor	1	unidad	20.11	20.11
00FL015	Filtro separador de agua	1	unidad	8.6	8.6
00FL020	Filtro de refrigerante	1	unidad	12.54	12.54
00FL025	Filtro de aceite de corona	1	unidad	27.26	27.26
00FL030	Filtro secador de aire	1	unidad	32.53	32.53
00FL035	Filtro de aire primario	1	unidad	80	80
00FL040	Filtro de hidrolina de dirección	1	unidad	25.84	25.84
00FL045	Filtro sedaso de combustible - grande	1	unidad	17.46	17.46
00MV005	Amarracable	40	unidades	0.28	11.2
00MV010	Trapo industrial	5	kilogramos	1.69	8.45
00MV015	Cinta reflectiva bicolor	5	metros	1.8	9
00MV020	Soldadura cellocord 1/8 E-6011	40	unidades	0.089	3.56
00MV025	Soldadura supercito 1/8 E7018	40	unidades	0.14	5.6
00MV030	Disco esmeril de 4 1/2 "	3	unidades	1.82	5.46
					3236.16

Mano de obra						
Código trabajador	Trabajador	Cargo	Actividad	Jornada (horas)	Costo unitario (\$/hora)	Costo Total (\$)
00TM001	Mario Salazar	Técnico mecánico	Realización servicio según puntos cartilla	35	4.44	155.4
00TM002	Pablo Torres	Técnico mecánico	Realización servicio según puntos cartilla	35	4.44	155.4

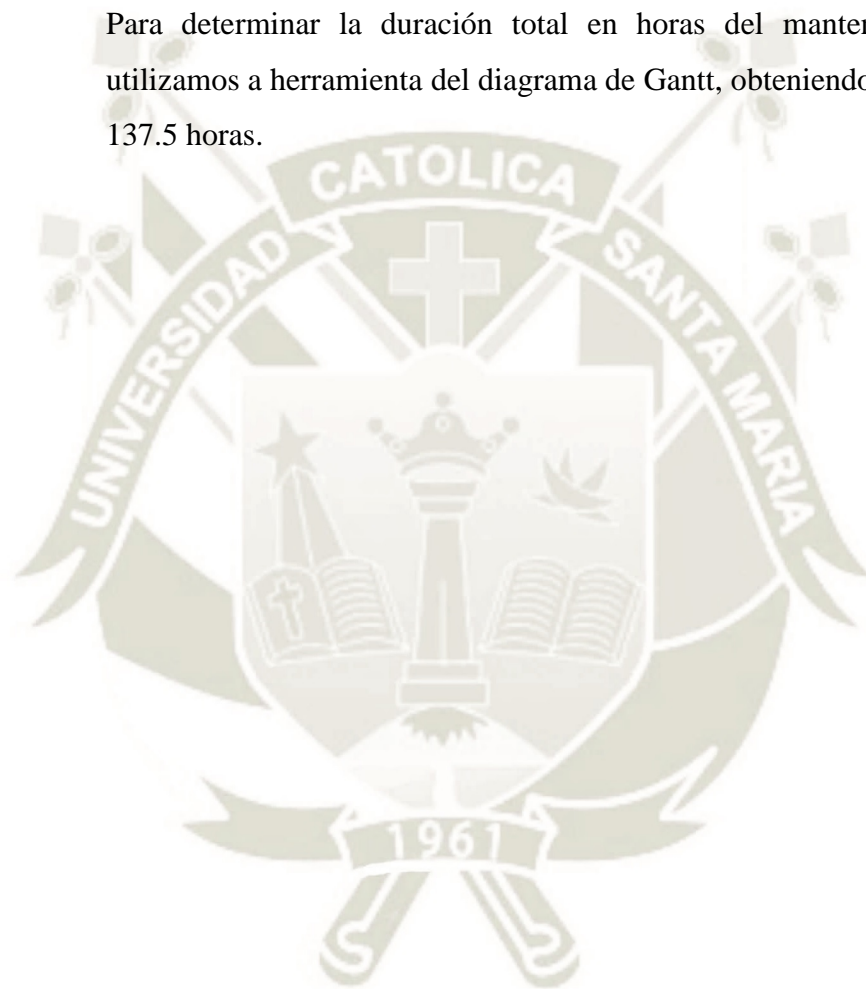
Código trabajador	Trabajador	Cargo	Actividad	Jornada (horas)	Costo unitario (\$/hora)	Costo Total (\$)
00TE001	Sebastián Cuadros	Técnico electricista	Revisión sistema eléctrico	10	10	100
00TN001	José Morales	Técnico de neumáticos	Revisión y/o cambio, rotación neumáticos	10	10	100
00PP001	Santiago Maldonado	Pintado y planchado	Revisión y/o reparación de capot, revisión puertas, pintado general de unidad	10	15	150
00SUP001	Pedro Arroyo	Supervisor de mantenimiento	Inspección del servicio realizado y repuestos utilizados	35	5.92	207.2
01AST001	Carolina Neira	Asistente de programación mantenimiento	Generación orden de trabajo y/o servicio, ingreso vales de consumo de repuestos	10	2.96	29.6
						897.6
Total Mantenimiento tipo D (\$)						4133.76

Fuente: Elaboración propia

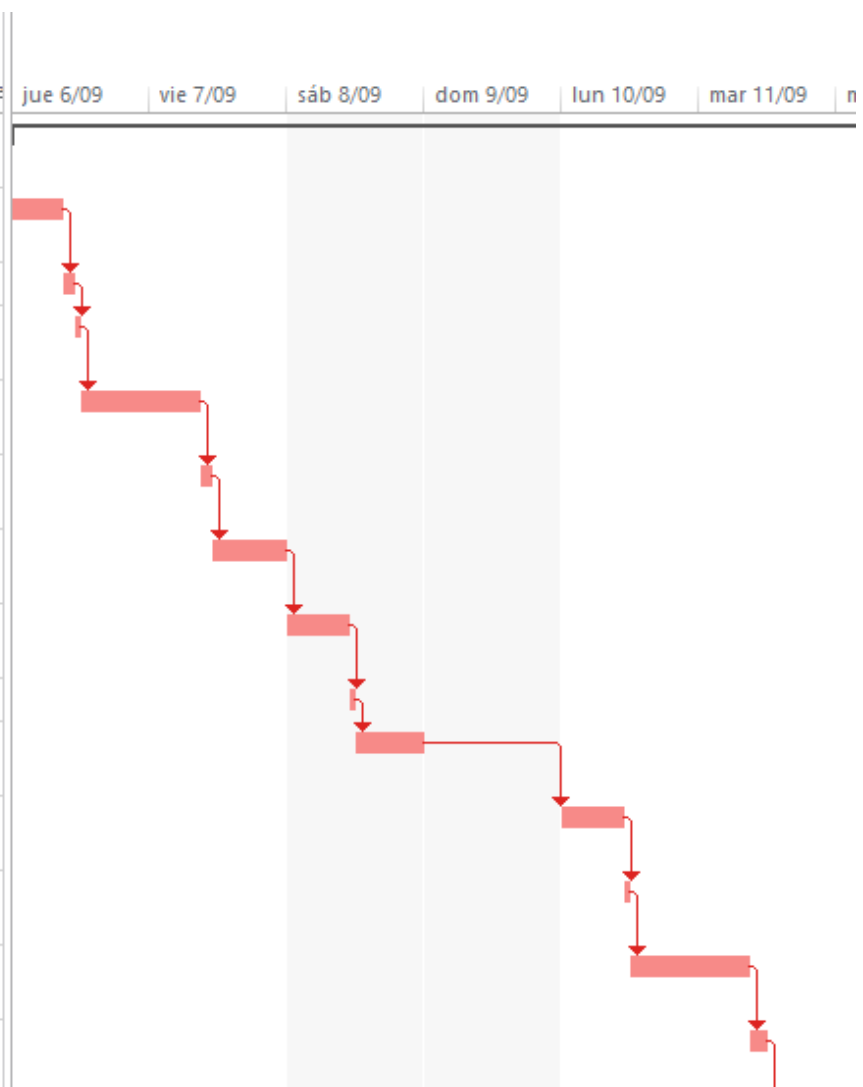
Una vez realizado el tipo de mantenimiento D, la unidad recorre sus viajes con normalidad y los servicios se programan a partir del kilometraje en el que fue ejecutado el servicio D. Es decir, que el siguiente servicio (el A) se programará al kilometraje en el que se realizó el servicio D adicionando 6000 km, así es como comienza nuevamente la programación de servicios.

Duración mantenimiento tipo D

Para determinar la duración total en horas del mantenimiento tipo D utilizamos a herramienta del diagrama de Gantt, obteniendo una duración de 137.5 horas.



Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predece	jue 6/09	vie 7/09	sáb 8/09	dom 9/09	lun 10/09	mar 11/09	n
Motor	66 horas	jue 6/09/18	vie 21/09/18								
Inspección fugas de aceite cárter	1 hora	jue 6/09/18	jue 6/09/18	33							
Revisión tapón de drenaje	2 horas	jue 6/09/18	jue 6/09/18	35							
Prueba de rpm en marcha mínima	1 hora	jue 6/09/18	jue 6/09/18	36							
Inspección respiradero del cárter	2 horas	jue 6/09/18	vie 7/09/18	37							
Inspección restricción filtro de aire	2 horas	vie 7/09/18	vie 7/09/18	38							
Cambio filtro de aire primario	2 horas	vie 7/09/18	vie 7/09/18	39							
Inspección sistema de escape	3 horas	sáb 8/09/18	sáb 8/09/18	40							
Inspección silenciador	1 hora	sáb 8/09/18	sáb 8/09/18	41							
Inspección fugas admisión y escape	1 hora	sáb 8/09/18	sáb 8/09/18	42							
Inspección cableado frenos de motor	3 horas	lun 10/09/18	lun 10/09/18	43							
Inspección componentes frenos de motor	1 hora	lun 10/09/18	lun 10/09/18	44							
Inspección fugas de aceite empaque y retenes	2 horas	lun 10/09/18	mar 11/09/18	45							
Inspección funcionamiento marcador nivel de	3 horas	mar 11/09/18	mar 11/09/18	46							



Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predece	mar 11/09	mié 12/09	jue 13/09	vie 14/09	sáb 15/09	dom 16/09	lun 17/09
Inspección y drenar tanque de combustible	2 horas	mar 11/09/18	mié 12/09/18	47	[Barra de tarea]						
Inspección mangueras de combustible	2 horas	mié 12/09/18	mié 12/09/18	48		[Barra de tarea]					
Verificar ventilación de tanque de combustible	1 hora	mié 12/09/18	mié 12/09/18	49		[Barra de tarea]					
Revisión montajes y ménsulas de tanque	2 horas	mié 12/09/18	jue 13/09/18	50		[Barra de tarea]					
Prueba de tiempo de los inyectores	2 horas	jue 13/09/18	jue 13/09/18	51			[Barra de tarea]				
Revisión enfriadores	2 horas	jue 13/09/18	jue 13/09/18	52			[Barra de tarea]				
Inspección estado de radiador, conexiones, mangueras y paneles	1 hora	vie 14/09/18	vie 14/09/18	53				[Barra de tarea]			
Inspección correas de ventilador	2 horas	vie 14/09/18	vie 14/09/18	54				[Barra de tarea]			
Inspección embrague de ventilador	2 horas	vie 14/09/18	vie 14/09/18	55				[Barra de tarea]			
Inspección tanque de expansión	4 horas	sáb 15/09/18	sáb 15/09/18	56					[Barra de tarea]		
Inspección fugas caja termostato	2 horas	sáb 15/09/18	lun 17/09/18	57					[Barra de tarea]	[Barra de tarea]	
Inspección juego rodamientos bomba de agua	3 horas	lun 17/09/18	lun 17/09/18	58							[Barra de tarea]

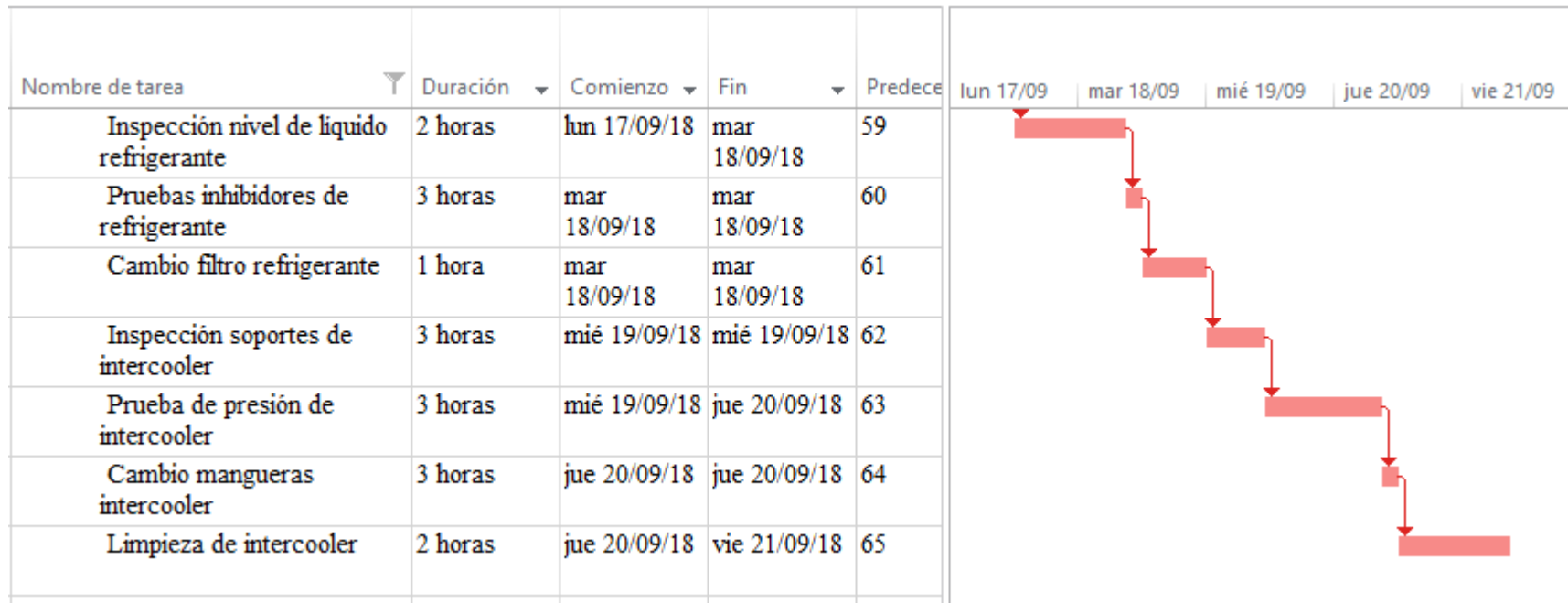


Figura 21. Duración mantenimiento tipo D

Fuente: Elaboración propia

***Se realizó el mismo procedimiento de programar las actividades con su respectiva duración para los sistemas de transmisión, frenos, dirección, suspensión, eléctrico, neumáticos, chasis y control eléctrico**

3.6.5 Auxilios mecánicos

Los auxilios mecánicos corresponden a las salidas del personal de mantenimiento hacia la locación donde se encuentra la unidad cuya falla haya sido reportada debidamente por el conductor de ruta para resolverla y poner la unidad operativa.

Los mecánicos y el supervisor salen de las instalaciones hacia el punto indicado por el conductor. Una vez ahí, los mecánicos se encargan de resolver la falla, dependiendo de su criticidad, si afecta a un sistema crítico (frenos, dirección, estructura, acoplamiento), será necesario retornar la unidad a la base, caso contrario, la unidad puede volver a la operación sin dificultad.

A su vez, se genera también una orden de trabajo por auxilio mecánico, indicando qué actividades se realizaron a la unidad, fecha, mecánico, conductor que reportó la falla, lugar específico de atención así como que viáticos se cubrieron.

Los auxilios mecánicos radican también en el problema principal de esta investigación, pues lo que se debe evitar es que las unidades presenten fallas durante la operación, pues generan costos adicionales.

Los problemas suscitados pueden derivarse en inadecuadas maniobras por parte de los conductores, así como también una inoportuna revisión por parte del área de mantenimiento de la unidad.

3.7 Descripción del problema actual

En la actualidad, la compañía cuenta con 15 tractocamiones y sus respectivos semirremolques que cumplen con el servicio de transporte del material peligroso.

Estas unidades cumplen con un horario o ruta ya determinado, pues parten los días lunes por la mañana y retornan los sábados.

Cabe mencionar que existen excepciones en las que la unidad no retorna los sábados. Una unidad esta de turno cuando debe iniciar y cumplir sus recorridos respectivos los días domingos, en este caso la unidad retorna los viernes por la tarde.

Tabla 25. Turnos que cumplen los conductores

Turno	Fechas ida-retorno-ida
Normal	Lunes-sábado-lunes
Especial	Lunes-viernes-domingo

Fuente: Elaboración propia

Con los turnos establecidos, es responsabilidad del área de mantenimiento organizarse para cumplir con los mantenimientos preventivos programados y los mantenimientos correctivos.

En algunas oportunidades, la efectividad de los tractocamiones se ve afectada pues falla algún componente de un sistema crítico que no pudo ser detectado con antelación, y, en consecuencia, la unidad no cumple con el turno programado por operaciones.

Esto conlleva a paradas no programadas, es decir, que se encuentran fuera de las horas que se destinaron para el mantenimiento y afectan su operatividad.

Así, incumplimos con el número de viajes programados y acordados con nuestro cliente representando una pérdida económica para la compañía.

Como se comentó en el capítulo 1, los problemas no solo son mecánicos. También existen deficiencias en el área de mantenimiento, pues esta está limitada a la programación y cumplimiento de lo planificado, sin generar oportunidades de mejora o innovación de nuevas técnicas para conseguir mejores resultados.

Existe deficiencia en la comunicación entre conductores, que pertenecen al área de operaciones, y el área de mantenimiento, pues en ocasiones los conductores llegan de viaje y dejan sus unidades en el taller, sin dejar el respectivo documento de ruta al área de mantenimiento.

Los mecánicos, por su parte, no revisan la unidad sin este documento, accionar desacertado pues la revisión de los tractocamiones debe ser continua.

Estas situaciones desencadenan entonces otro inconveniente: falta de programaciones de limpieza. Si bien se genera inspecciones en los mantenimientos preventivos, recordemos que estos se programan aproximadamente cada mes, y de acuerdo al kilometraje, debiendo ser las evaluaciones y limpieza en un periodo más corto, y, que si el conductor no lo reporta, no es verificado por el área técnica.



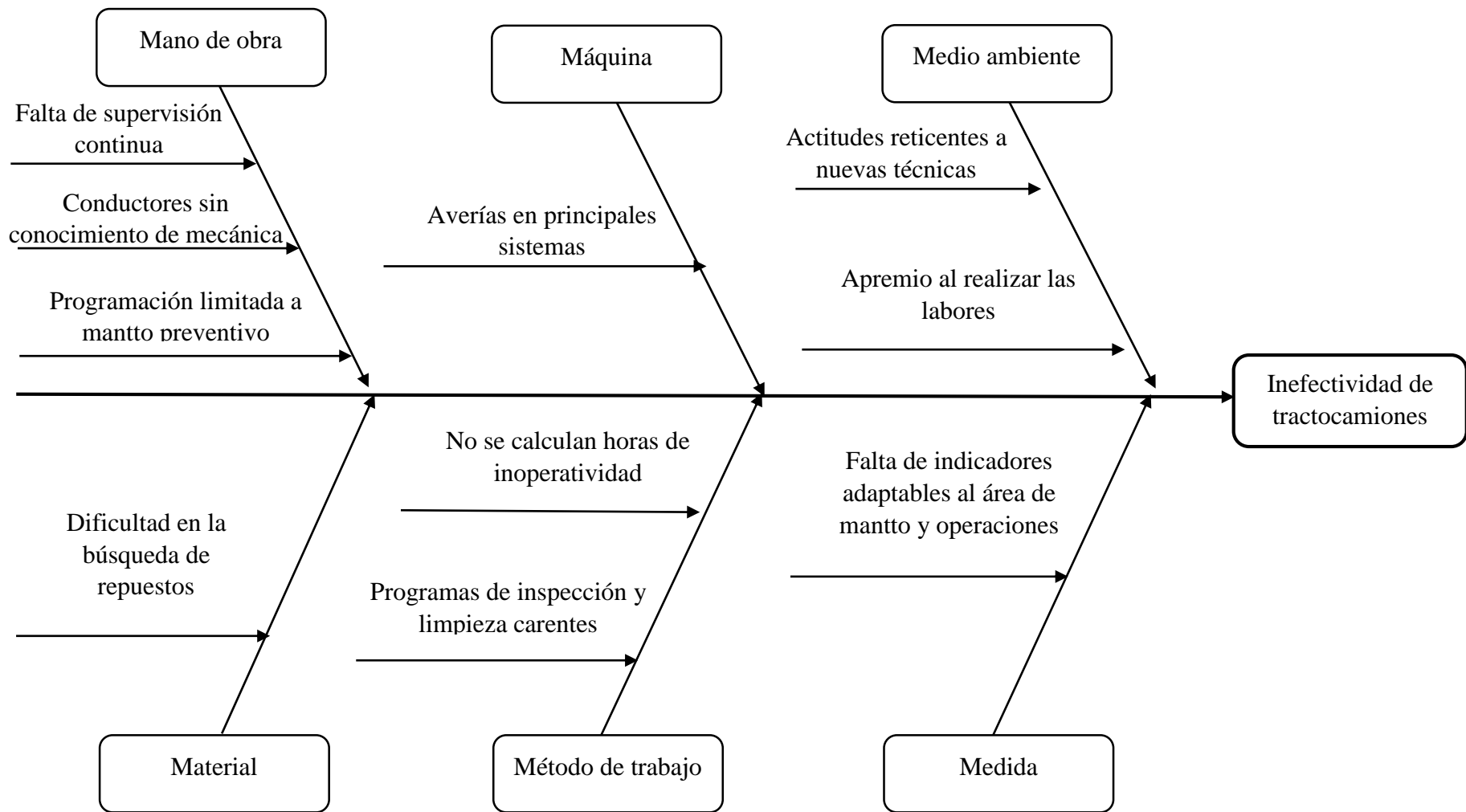


Diagrama 7. Diagrama de Ishikawa inefectividad de tractocamiones

Fuente: Elaboración propia

3.7.1 Sistemas de un tractocamión

Para mayor comprensión, y tocando el tema mecánico/técnico, primero identificaremos los sistemas que componen un tractocamión.

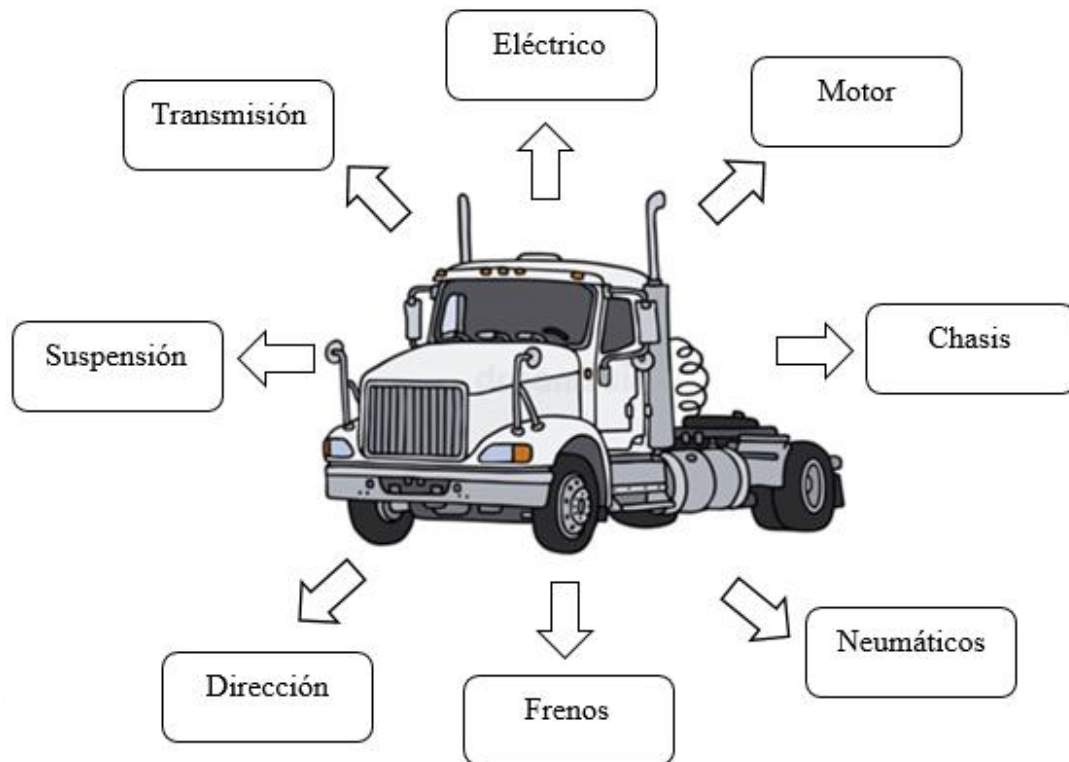


Figura 22. Sistemas de un tractocamión

Fuente: Elaboración propia

3.7.1.1 El motor

Se trata del sistema encargado de proporcionar la energía mecánica necesaria para que el vehículo se desplace. (Mecánica vehículos pesados Manual de enseñanza programada, 2003)

Sistema de distribución

Es en el encargado de regular la entrada en los cilindros del motor de los gases necesarios para la combustión y de la salida de los producidos en la misma.

Sistema de alimentación

Destinado a proporcionar al motor el combustible y aire necesarios para su funcionamiento.

Sistema de refrigeración

Su misión es la de mantener la temperatura del motor en la de máximo de rendimiento, es decir, en su estado óptimo.

Sistema de lubricación

Tiene la misión de disminuir el desgaste, facilitar el deslizamiento de las piezas en movimiento del motor y refrigerar, en parte, dichas piezas.

3.7.1.2 Equipo eléctrico

El automóvil necesita, para su correcto funcionamiento y para cumplir con lo establecido reglamentariamente, una serie de sistemas eléctricos, como son:

La batería

Encargada de almacenar la energía química que se transforma en energía eléctrica al conectarle algún elemento.

La puesta en marcha eléctrica

Se encarga de proporcionar al motor del automóvil los primeros giros para que posteriormente pueda seguir girando por sí solo. Su elemento fundamental es el motor eléctrico de arranque.

El generador de energía eléctrica

Es el encargado de reponer, cuando el motor está funcionando, la energía gastada de la batería en los elementos que precisan corriente eléctrica para su funcionamiento. Este subsistema lo constituye el alternador y el regulador.

Cuando el motor está en marcha, proporciona la energía que necesitan los elementos eléctricos sin pasar por la batería.

3.7.1.3 La transmisión

Sistema encargado de trasladar el movimiento desde el motor a las ruedas. El caso que reúne todos los elementos es el de motor delantero y ruedas motrices, en cuyo caso los elementos de la transmisión son:

El embrague

Es el encargado de acoplar y desacoplar el movimiento del motor a la caja de velocidades.

La caja de velocidades

Es el elemento que permite adaptar la marcha del tractocamión a las diferentes necesidades, proporcionando la velocidad o fuerza, permitiendo aprovechar al máximo la potencia del motor.

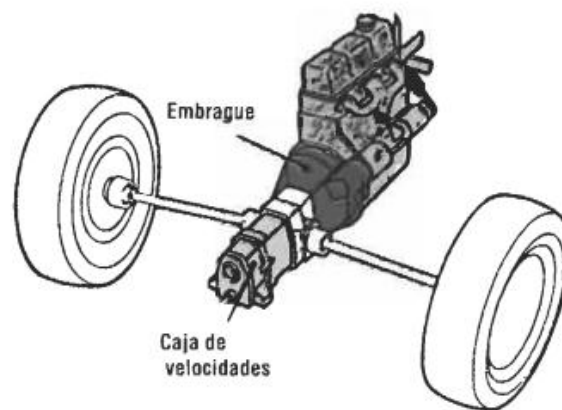


Figura 23. Caja de velocidades

Fuente: (Mecánica vehículos pesados Manual de enseñanza programada, 2003)

3.7.1.4 La suspensión

Es el sistema encargado de asegurar la estabilidad del vehículo y protegerle de las irregularidades del terreno, además de proporcionar comodidad a sus ocupantes y a la conducción, haciendo elástico el apoyo de la carrocería sobre los ejes de las ruedas.

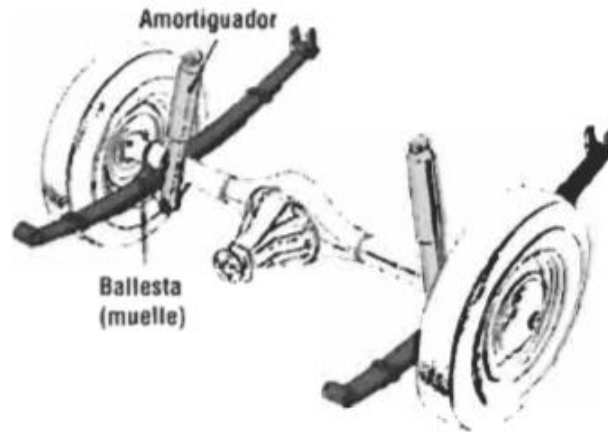


Figura 24. Suspensión

Fuente: (*Mecánica vehículos pesados Manual de enseñanza programada, 2003*)

3.7.1.5 La dirección

Se trata del conjunto de elementos y mecanismos encargados de conseguir que el camión siga la trayectoria deseada y con el menor esfuerzo posible, para lo cual se desmultiplican las vueltas del volante.

3.7.1.6 Sistema de frenos

Son los encargados de disminuir la velocidad del vehículo, llegando a detenerlo.

En vehículos pesados se utiliza, generalmente, un sistema de frenado por aire comprimido (neumático). Para disminuir el esfuerzo del conductor, además de los sistemas indicados para su accionamiento, llevan otros sistemas que disminuyen el esfuerzo a realizar sobre el pedal de freno.

3.7.1.7 Ruedas y neumáticos

Son el punto de apoyo del vehículo sobre el terreno. Sobre las ruedas actúan la dirección, los frenos y la transmisión. De los neumáticos depende la adherencia y, en gran parte, la estabilidad del vehículo además de tener un efecto amortiguador (suspensión).

3.7.2 Principales averías

Se recopiló información de las principales averías reportadas por los conductores en sus respectivos documentos de ruta por un periodo de 26 semanas (enero a junio del 2018).

Los 15 conductores reportaron fallas en sus unidades, estas son repetitivas incluso semanas después y en la misma unidad, lo que conlleva un problema de gravedad, pues significa la ineffectividad de las máquinas y del equipo de mantenimiento.

Se contabilizaron las averías, teniendo un total de noventa y cinco, siendo estas ordenadas de acuerdo a su incidencia y al sistema al que pertenecen.

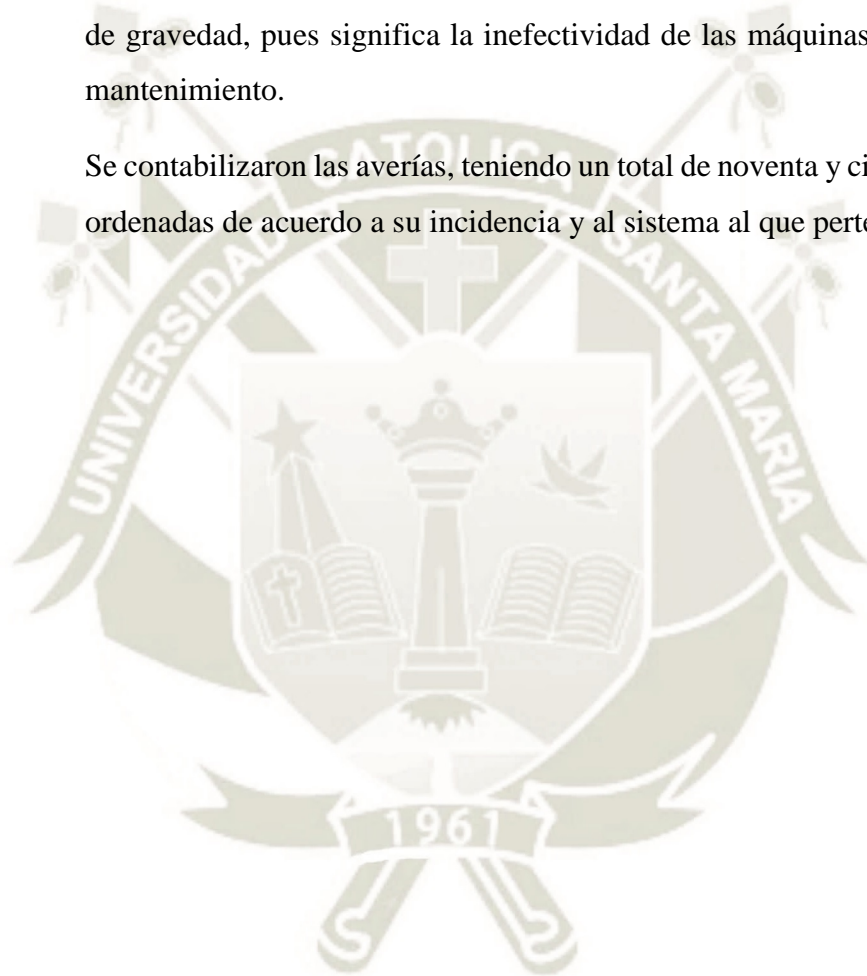


Tabla 26. Averías presentadas por unidad

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inop. (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
1	Arranque ruidoso	20-Ene	22-Ene	23-Ene	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Embrague ahorcado	16-Feb	18-Feb	19-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Tractocamión se inclina hacia adelante	14-Abr	16-Abr	17-Abr	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Embrague ahorcado	28-Abr	30-Abr	1-May	12:00 p.m.	17	2	600	1
	Los cambios son rígidos	26-May	28-May	29-May	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Pérdida de refrigerante	9-Jun	11-Jun	13-Jun	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Pérdida de potencia en subidas	23-Jun	25-Jun	27-Jun	2:00 p.m.	32	6	1800	3
2	Patinaje del embrague	5-Ene	7-Ene	8-Ene	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Funcionamiento irregular del motor	9-Feb	11-Feb	13-Feb	5:00 p.m.	35	6	1800	3
	Motor limpiaparabrisas gira lento	24-Feb	26-Feb	27-Feb	10:00 a.m.	15	2	600	1
	Dirección jala hacia un costado	9-Mar	11-Mar	12-Mar	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	El volante vibra	24-Mar	26-Mar	28-Mar	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Sistema de suspensión blanda	14-Abr	16-Abr	17-Abr	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Dirección jala hacia un costado	16-Jun	18-Jun	19-Jun	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Desprendimiento de goma de neumático	29-Jun	1-Jul	2-Jul	10:00 a.m.	15	2	600	1

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inop. (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
3	Manómetro marca presión insuficiente	27-Ene	29-Ene	30-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Los cambios son rígidos	3-Feb	5-Feb	6-Feb	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	10-Mar	12-Mar	13-Mar	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Funcionamiento irregular del motor	24-Mar	26-Mar	28-Mar	4:00 p.m.	34	6	1800	3
	Válvula de desfogue no permite salida de vapores	12-May	14-May	15-May	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Los frenos se calientan	2-Jun	4-Jun	6-Jun	10:00 a.m.	28	4	1200	2
	Los frenos suenan al comenzar el frenado								
4	Sonidos en el servo de dirección	10-Feb	12-Feb	14-Feb	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Embrague ahorcado	23-Feb	25-Feb	26-Feb	10:00 a.m.	15	2	600	1
	Dirección jala hacia un costado	24-Mar	26-Mar	27-Mar	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Cuando se gira el timón, este suena	14-Abr	16-Abr	17-Abr	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	El motor se sobrecalienta	11-May	13-May	15-May	5:00 p.m.	35	6	1800	3
	Dirección dura	26-May	28-May	29-May	1:00 p.m.	18	2	600	1
	Vibración de frenos	15-Jun	17-Jun	18-Jun	4:00 p.m.	21	4	1200	2
5	Fugas del turbocargador	27-Ene	29-Ene	31-Ene	5:00 p.m.	35	6	1800	3
	Alternador no carga suficiente	9-Feb	11-Feb	12-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	9-Feb	11-Feb	12-Feb	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Desgaste en neumáticos	24-Feb	26-Feb	27-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Quinta rueda tiene juego	17-Mar	19-Mar	20-Mar	12:00 p.m.	17	2	600	1
	Sistema de frenos entumecidos	27-Abr	29-Abr	1-May	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Las luces direccionales no funcionan	18-May	20-May	21-May	1:00 p.m.	18	2	600	1

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inop. (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
6	Luces se prenden y al acelerar se apagan	13-Ene	15-Ene	16-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Funcionamiento irregular del motor	27-Ene	29-Ene	1-Feb	12:00 p.m.	41	6	1800	3
	Pérdida de refrigerante	2-Mar	4-Mar	6-Mar	3:00 p.m.	33	6	1800	3
	Arranque ruidoso	30-Mar	1-Abr	2-Abr	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Sonidos en el servo de dirección	14-Abr	16-Abr	17-Abr	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Transmisión ruidosa	12-May	14-May	16-May	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Embrague ahorcado	26-May	28-May	29-May	12:00 p.m.	17	2	600	1
7	Problemas en pedal de embrague	6-Ene	8-Ene	9-Ene	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Las velocidades no entran	20-Ene	22-Ene	24-Ene	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Vibración de los frenos	16-Feb	18-Feb	19-Feb	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	El motor silba	7-Abr	9-Abr	10-Abr	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Motor ruidoso	25-May	27-May	29-May	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Sistema de frenos entumecidos	23-Jun	25-Jun	26-Jun	5:00 p.m.	22	4	1200	2
8	El volante vibra	20-Ene	22-Ene	24-Ene	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	16-Feb	18-Feb	19-Feb	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Sistema de suspensión blanda	2-Mar	4-Mar	5-Mar	1:00 p.m.	18	2	600	1
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	24-Mar	26-Mar	27-Mar	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Alternador no carga suficiente	12-May	14-May	15-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Dirección jala hacia un costado	1-Jun	3-Jun	4-Jun	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Pérdida de potencia en subidas	29-Jun	1-Jul	3-Jul	3:00 p.m.	33	6	1800	3

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inop. (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
9	Sonidos en el servo de dirección	27-Ene	29-Ene	31-Ene	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Desgaste en neumáticos	3-Feb	5-Feb	6-Feb	8:00 a.m.	13	2	600	1
	Dirección jala hacia un costado	24-Feb	26-Feb	27-Feb	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	El motor silba	17-Mar	19-Mar	21-Mar	3:00 p.m.	33	6	1800	3
	Patinaje del embrague	28-Abr	30-Abr	1-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Falta de revoluciones para arranque	5-May	7-May	9-May	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Los frenos se calientan	26-May	28-May	29-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
10	El motor se sobrecalienta	19-Ene	21-Ene	23-Ene	3:00 p.m.	33	6	1800	3
	Problemas en pedal de embrague	16-Mar	18-Mar	20-Mar	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Los cambios son rígidos								
	Cuando se gira el timón, este suena	18-May	20-May	21-May	4:00 p.m.	22	4	1200	2
	Quinta rueda tiene juego	9-Jun	11-Jun	12-Jun	10:00 a.m.	15	2	600	1
11	Las velocidades no entran	5-Ene	7-Ene	8-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Fugas del turbocargador	23-Feb	25-Feb	27-Feb	3:00 p.m.	33	6	1800	3
	El escape arroja humo negro								
	Vibración de los frenos	7-Abr	9-Abr	11-Abr	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Motor limpiaparabrisas gira lento	28-Abr	30-Abr	1-May	10:00 a.m.	15	2	600	1
	Dirección dura	22-Jun	24-Jun	25-Jun	3:00 p.m.	20	4	1200	2
12	Los frenos chirrian	10-Feb	12-Feb	14-Feb	12:00 p.m.	30	4	1200	2
	Vibración de los frenos	17-Feb	19-Feb	21-Feb	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Arranque ruidoso	31-Mar	2-Abr	3-Abr	1:00 p.m.	18	2	600	1
	Manómetro marca presión insuficiente	14-Abr	16-Abr	17-Abr	5:00 p.m.	22	2	600	1
	Manómetro marca presión insuficiente	21-Abr	23-Abr	25-Abr	2:00 p.m.	32	6	1800	3

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inop. (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
13	Alternador no carga suficiente	12-Ene	14-Ene	15-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Problemas en pedal de embrague	17-Feb	19-Feb	21-Feb	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	El tractocamión se inclina hacia adelante	3-Mar	5-Mar	6-Mar	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Funcionamiento irregular del motor	31-Mar	2-Abr	4-Abr	4:00 p.m.	34	6	1800	3
	Las luces direccionales no funcionan	28-Abr	30-Abr	1-May	3:00 p.m.	20	4	1200	2
14	El motor silba	26-Ene	28-Ene	30-Ene	4:00 p.m.	34	6	1800	3
	Las velocidades no entran	24-Feb	26-Feb	28-Feb	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Sistema de suspensión blanda	6-Abr	8-Abr	9-Abr	1:00 p.m.	18	2	600	1
	El volante vibra	12-May	14-May	16-May	2:00 p.m.	32	6	1800	3
	Desgaste en neumáticos	19-May	21-May	22-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Problemas en pedal de embrague	16-Jun	18-Jun	19-Jun	5:00 p.m.	22	4	1200	2
15	El escape arroja humo negro	6-Ene	8-Ene	10-Ene	4:00 p.m.	34	6	1800	3
	El motor se sobrecalienta	20-Ene	22-Ene	24-Ene	5:00 p.m.	35	6	1800	3
	Las velocidades no entran	23-Mar	25-Mar	26-Mar	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	21-Abr	23-Abr	24-Abr	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Quinta rueda tiene juego	25-May	27-May	28-May	11:00 a.m.	16	2	600	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Averías presentadas en los tractocamiones

Averías	Cantidad
Dirección jala hacia un costado	5
Embrague ahorcado	4
Funcionamiento irregular del motor	4
Las velocidades no entran	4
Los frenos suenan al comenzar el frenado	4
Problemas en pedal de embrague	4
Vibración de los frenos	4
Alternador no carga suficiente	3
Arranque ruidoso	3
Desgaste en neumáticos	3
El motor se sobrecalienta	3
El motor silba	3
El volante vibra	3
Los cambios son rígidos	3
Manómetro marca presión insuficiente	3
Quinta rueda tiene juego	3
Sistema de suspensión blanda	3
Sonidos en el servo de dirección	3
Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	2
Cuando se gira el timón, este suena	2
Dirección dura	2
El escape arroja humo negro	2
Fugas del turbocargador	2
Las luces direccionales no funcionan	2
Los frenos se calientan	2
Motor limpiaparabrisas gira lento	2
Patinaje del embrague	2
Pérdida de potencia en subidas	2
Pérdida de refrigerante	2
Sistema de frenos entumecidos	2
Tractocamión se inclina hacia adelante	2
Desprendimiento de goma de neumático	1
Falta de revoluciones para arranque	1
Los frenos chirrian	1
Luces se prenden y al acelerar se apagan	1
Motor ruidoso	1
Transmisión ruidosa	1
Válvula de desfogue no permite salida de vapores	1
Total general	95

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, vamos a clasificar todas las fallas de acuerdo al sistema.

Tabla 28. Averías según sistema del tractocamión

MOTOR
Fugas del turbocargador
Funcionamiento irregular del motor
Pérdida de refrigerante
El motor se sobrecalienta
El escape arroja humo negro
El motor silba
Manómetro marca presión insuficiente
Válvula de desfogue no permite salida de vapores
Motor ruidoso
Pérdida de potencia en subidas
ELECTRICO
Arranque ruidoso
Luces se prenden y al acelerar se apagan
Motor limpiaparabrisas gira lento
Alternador no carga suficiente
Falta de revoluciones para arranque
Las luces direccionales no funcionan
TRANSMISIÓN
Patinaje del embrague
Problemas en pedal de embrague
Las velocidades no entran
Los cambios son rígidos
Embrague ahorcado
Transmisión ruidosa
SUSPENSIÓN
Tractocamión se inclina hacia adelante
Sistema de suspensión blanda
DIRECCIÓN
Dirección jala hacia un costado
Cuando se gira el timón, este suena
El volante vibra
Sonidos en el servo de dirección
Dirección dura
FRENOS
Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado
Los frenos chirrian
Vibración de los frenos
Los frenos suenan al comenzar el frenado
Los frenos se calientan
Sistema de frenos entumecidos
NEUMÁTICOS
Desgaste en neumáticos
Desprendimiento de goma de neumático
CHASIS/ACOPLE
Quinta rueda tiene juego

Fuente: Elaboración propia

A continuación, hacemos un conteo de las averías de acuerdo a los sistemas:

Tabla 29. Cantidad de averías según sistema.

Sistema	Cuenta de Sistema
Motor	23
Transmisión	18
Dirección	15
Frenos	15
Eléctrico	12
Suspensión	5
Neumáticos	4
Chasis/Acople	3
Total general	95

Fuente: Elaboración propia

Elaboramos un diagrama de Pareto para identificar con la frecuencia acumulada qué sistemas requieren más atención o generan más retrasos.

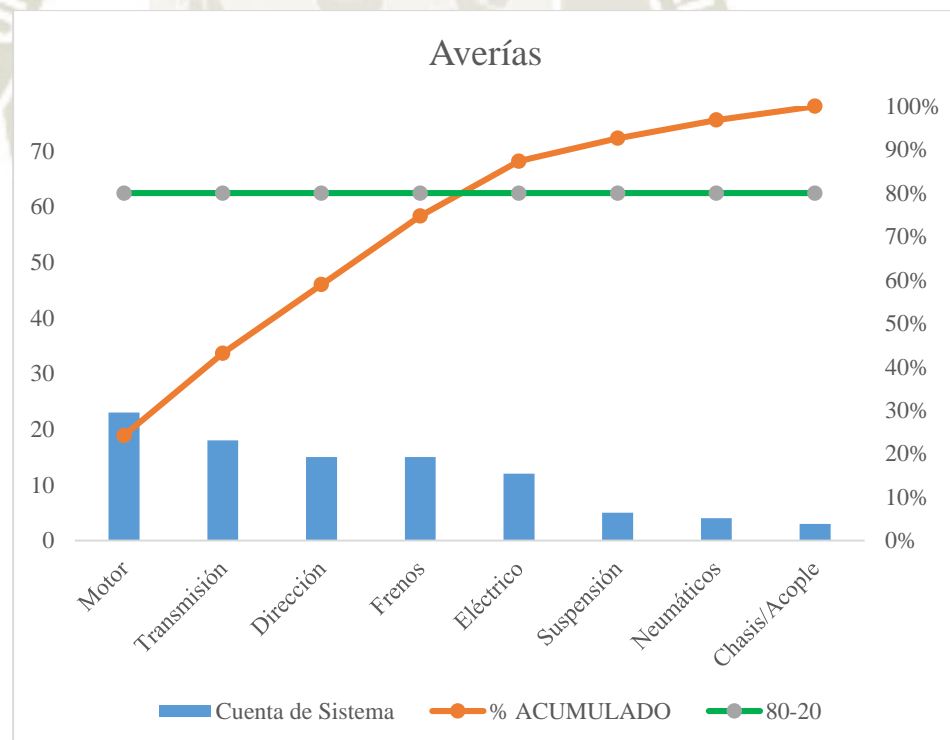


Diagrama 8. Diagrama de Pareto de acuerdo a las averías

Fuente: Elaboración propia

Esta herramienta nos permite analizar que el 80% de las averías son causadas por 4 sistemas:

- Motor
- Transmisión
- Dirección
- Frenos

3.7.3 Obtención de la efectividad global de los equipos (OEE)

Como nos referimos a ella en el capítulo dos, el OEE es una herramienta muy importante pues nos permite medir el porcentaje de efectividad de las máquinas y tener un mayor panorama de la situación actual.

Primeramente, y de acuerdo a la tabla presentada de las averías, se calcularon los siguientes valores adicionales:

- **Fecha presunta de salida:** Fecha en la que la unidad debió salir a operar, considerando sus 2 días en taller ya sea para mantenimiento correctivo o preventivo.
- **Fecha real de salida:** Fecha en la que la unidad realmente salió de las instalaciones hacia el puerto.
- **Hora real de salida:** Hora en la que la unidad abandonó las instalaciones.

3.7.3.1 La disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de los tracto camiones, primero se halló el tiempo de inoperatividad de las unidades respecto a los días imprevistos de estancia en el taller, y adicional a la hora a la que estos salieron de las instalaciones, conociendo que los tractocamiones operan al día 10 horas, y, si parten desde las instalaciones, se consideran 13 horas, por lo que un día de inactividad se consideran como 13 horas.

Tabla 30. Horarios de salida y llegada de unidades

Punto	Hora
Salida instalaciones	8 am
Llegada puerto	10:30 am – 11:00 am
Llegada mina	3:30 pm – 4 pm
Llegada puerto	9 pm
Total	13 horas

Fuente: Elaboración propia

Horas disponibles.

Para el cálculo de las horas disponibles, se hallan las horas que la unidad debería recorrer durante el periodo especificado.

Horas disponibles

$$= \frac{10 \text{ horas}}{\text{día}} \times 5 \text{ días} + 3 \text{ horas (ida)} \\ + 4 \text{ horas (vuelta)}$$

$$\text{Horas disponibles} = \frac{57 \text{ horas}}{\text{semana}} \times 26 \text{ semanas} = 1482 \text{ horas}$$

Cálculo de indicador disponibilidad

Para hallar la disponibilidad, primero identificamos el tiempo medio entre fallas (MTBF),

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Total de fallas}}$$

Ecuación 2. Obtención del tiempo medio entre fallas y luego identificamos el tiempo medio de reparación

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo inoperativo}}{\text{Total de fallas}}$$

Ecuación 3. Obtención del tiempo medio de reparación
Con estos valores, hallamos la disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Ecuación 4. Obtención de la disponibilidad

Tabla 31. Disponibilidad de unidades

Unidad	Tiempo inoperatividad (hrs)	Tiempo de operación (hrs)	Tiempo disponible (hrs)	Total fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
1	160	1322	1482	7	188.86	22.9	89.20%
2	183	1299	1482	8	162.38	22.9	87.65%
3	144	1338	1482	7	191.14	20.6	90.28%
4	161	1321	1482	7	188.71	23.0	89.14%
5	160	1322	1482	7	188.86	22.9	89.20%
6	183	1299	1482	7	185.57	26.1	87.65%
7	147	1335	1482	6	222.50	24.5	90.08%
8	166	1316	1482	7	188.00	23.7	88.80%
9	169	1313	1482	7	187.57	24.1	88.60%
10	102	1380	1482	5	276.00	20.4	93.12%
11	120	1362	1482	6	227.00	20.0	91.90%
12	134	1348	1482	5	269.60	26.8	90.96%
13	126	1356	1482	5	271.20	25.2	91.50%
14	157	1325	1482	6	220.83	26.2	89.41%
15	125	1357	1482	5	271.40	25.0	91.57%
Disponibilidad equipos							89.94%

Fuente: Elaboración propia

3.7.3.2 El rendimiento

El rendimiento está basado en la tasa actual de producción con respecto a lo que debería producir en condiciones estándar.

En esta situación, este ratio se traduce a los kilómetros reales recorridos versus a los que debería recorrer en condiciones estándar.

Vueltas y kilómetros sin recorrer

Las vueltas o viajes son los que recorren las unidades desde y hasta puntos específicos.

En este caso, las unidades recorren 2 viaje por días, uno de carga y otro de descarga.

Tabla 32. Número de viajes que realizan las unidades

Punto	Viaje
Puerto-mina (Carga)	1
Mina-puerto (Descarga)	1
Ida desde y hacia instalaciones Arequipa	2
Total	4

Fuente: Elaboración propia

Cuando las unidades se encuentran inoperativas, no cumplen con los viajes propuestos, y esto se representa en menor cantidad de kilómetros recorridos:

Kilómetros estándar de recorrido

Kilómetros totales

$$= \frac{300 \text{ km}}{\text{día}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} + 114 \text{ km(ida)} \\ + 114 \text{ km(vuelta)}$$

$$\text{Kilómetros totales} = \frac{1728 \text{ km}}{\text{semana}} \times 26 \text{ semanas} = 44928 \text{ km}$$

Con los datos recopilados, hallamos el % de rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{kilómetros reales recorridos}}{\text{kilómetros estándar de recorrido}} \times 100$$

Ecuación 5. Obtención del rendimiento

Tabla 33. Rendimiento de unidades

Unidad	Km sin recorrer	Km recorridos	Km estándar de recorrido	Rendimiento
1	9000	35928	44928	79.97%
2	9600	35328	44928	78.63%
3	7800	37128	44928	82.64%
4	8400	36528	44928	81.30%
5	8400	36528	44928	81.30%
6	9600	35328	44928	78.63%
7	8400	36528	44928	81.30%
8	9000	35928	44928	79.97%
9	9600	35328	44928	78.63%
10	5400	39528	44928	87.98%
11	6600	38328	44928	85.31%
12	6000	38928	44928	86.65%
13	7200	37728	44928	83.97%
14	8400	36528	44928	81.30%
15	6600	38328	44928	85.31%
Rendimiento equipos				82.19%

Fuente: Elaboración propia

3.7.3.3 La calidad

La calidad está representada por la producción real sustrayendo los defectos o reprocesos.

En nuestro caso, no existen unidades defectuosas pues el material transportado es siempre el mismo y en la misma cantidad.

Por lo que en esta oportunidad relacionaremos el ratio de calidad con la entrega del pedido final a tiempo y en óptimas condiciones, es decir, en las descargas del producto.

Descargas inefectivas

Del mismo modo que con la disponibilidad y rendimiento, una unidad inoperativa conlleva demoras en el proceso de entrega del producto, que finaliza en la descarga del mismo en la mina.

Primero, hallaremos el número de descargas que se deben efectuar en el periodo que se determinó

$$\begin{aligned} \# \text{ de descargas estándar} &= \frac{6 \text{ descargas}}{\text{semana}} \times 26 \text{ semanas} \\ &= 156 \text{ descargas} \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que por cada dos viajes no recorridos, una descarga no es realizada en el momento oportuno,

hallamos la tasa de calidad:

$$\text{Calidad} = \frac{\# \text{ de descargas efectivas}}{\# \text{ de descargas estándar}}$$

Ecuación 6. Obtención de la calidad

Tabla 34. Calidad de la entrega

Unidad	Descarga inefectiva	Descargas completas	Descargas totales	Calidad
1	15	141	156	90.38%
2	16	140	156	89.74%
3	13	143	156	91.67%
4	14	142	156	91.03%
5	14	142	156	91.03%
6	16	140	156	89.74%
7	14	142	156	91.03%
8	15	141	156	90.38%
9	16	140	156	89.74%
10	9	147	156	94.23%
11	11	145	156	92.95%
12	10	146	156	93.59%
13	12	144	156	92.31%
14	14	142	156	91.03%
15	11	145	156	92.95%
Calidad equipos				91.45%

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los 3 ratios definidos, procedemos a hacer el cálculo de la efectividad total de los equipos:

$$\begin{aligned} & \textit{Efectividad global de equipos (OEE)} \\ & = \textit{Disponibilidad} \times \textit{rendimiento} \times \textit{calidad} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Efectividad global de equipos (OEE)} \\ & = 89.94\% \times 82.19\% \times 91.45\% = 67\% \end{aligned}$$

Nuestra efectividad global de equipos es de 67%, que supone un ratio regular, pero que aún tiene capacidad de mejorar para ingresar a un entorno más competitivo.



4. CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total.

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo. (Lefcovich, 2004)

4.1 Fases de implementación

4.1.1 Fase I: Preparación

4.1.1.1 Resolución de implementar TPM

En esta etapa, la alta dirección da a conocer a los integrantes de la organización la decisión de implementación.

En las reuniones llevadas a cabo por las gerencias deben definir el mantenimiento productivo total, establecer por qué es necesaria su implementación y definir también, objetivos y metas, por supuesto, que sean cuantificables.

Tabla 35.Acta de reunión de implementación del TPM.

ACTA DE REUNIÓN

FECHA		TEMA	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL(TPM)
HORA			
LUGAR			

ASISTENTES

GERENCIA GENERAL	Martín Rivera
GERENCIA MTTO	Diego Medina
GERENCIA OPERACIONES	Miguel Silva
GERENCIA SEGURIDAD	Francisco Paredes
GERENCIA FINANZAS	Óscar Chávez
GERENCIA RRHH	Ruth Ramírez
GERENCIA SISTEMAS	Fernando Ruiz

1. TEMAS ABORDADOS

Planteamiento de la necesidad de implementar la metodología del TPM debido a que los tractocamiones, si bien se encuentran operativos, en ocasiones generan retrasos importantes debido a la falla de algún componente crítico, comprometiendo no solo a la parte mecánica, sino también operativa pues afecta directamente a la disponibilidad (al presentar horas de inoperación), al rendimiento (al recorrer menos kilómetros) y a la calidad (al no realizar las descargas programadas).

Definición de la metodología para una mayor comprensión, se estableció el objetivo principal (incrementar el principal ratio de efectividad de equipos: el OEE),y algunos objetivos específicos (creación de comités e integración de todas las áreas) y posibles resultados proyectados (incremento de ganancias \$/km recorrido)

2. ACUERDOS

- Implementación de la metodología en un periodo de seis (6) meses aproximadamente.
- Formación de comités especiales y grupos multidisciplinarios para una instauración óptima.
- Implementación del mantenimiento autónomo como un programa de formación para conductores y mecánicos.
- Compromiso de las gerencias para la difusión en sus respectivas áreas y evaluación del proceso y resultados
- Contratación de un practicante para el área de mantenimiento para que brinde soporte en la medición de resultados

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 Información de TPM

Una vez tomada la decisión, es momento de difundir la información del TPM a todo el personal, desde la gerencia hasta los conductores y mecánicos.

Es importante recalcar a los integrantes el porqué de esta implementación, explicando primero la problemática a la que nos enfrentamos y cómo el mantenimiento productivo total coadyuvará en la persecución de nuestro objetivo principal. Es vital también persuadir a los conductores y mecánicos que ellos forman una parte crítica en todo este proceso, y que su trabajo se traduce en una gran contribución a la organización, pues pueden mostrarse reacios al cambio.

La transmisión de a información se llevará a cabo a través de jornadas de entrenamiento y capacitaciones.

Tabla 36. Cronograma de capacitaciones

Nombre de la capacitación	Capacitador	Dirigido a	Días													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
El problema de la inefectividad de equipos	Gerencias y jefaturas	Asistentes , conductores y mecánicos	■	■												
Eficiencia global de los equipos	Gerencias y jefaturas	Asistentes , conductores y mecánicos			■	■	■									
Definición y alcance del TPM	Gerencias y jefaturas	Asistentes , conductores y mecánicos						■	■	■						
Panorama general: mtto autónomo y las 5S	Gerencias y jefaturas	Asistentes , conductores y mecánicos										■	■	■		
El trabajo en equipo y la mejora continua	Gerencias y jefaturas	Asistentes , conductores y mecánicos													■	■

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3 Estructura promocional del TPM

En esta fase se procede a la conformación de comités especiales de promoción del TPM. Cada comité cumplirá una función específica en el proceso, y, como ya se explicó anteriormente, estos deben tener una interrelación efectiva para que el alcance de la metodología sea el esperado.

Esta estructura está formada por tres comités:

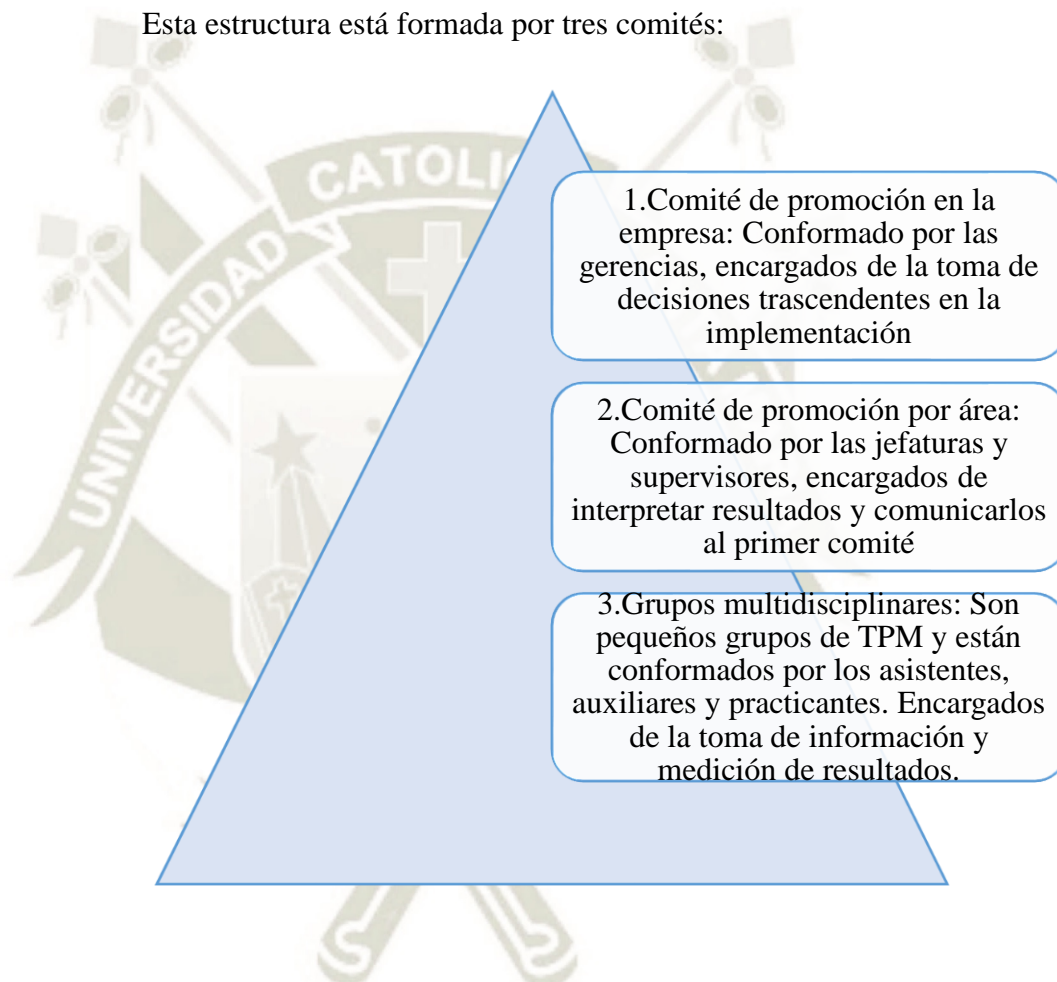


Figura 25. Formación de los tres comités del TPM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Conformación de personal comités TPM

Comité	Área	Puesto	Nombre
Promoción TPM a nivel empresa	Gerencia General	Gerente	Martín Rivera
	Mantenimiento	Gerente	Diego Medina
	Operaciones	Gerente	Miguel Silva
	Seguridad	Gerente	Francisco Paredes
	Finanzas	Gerente	Óscar Chávez
	Recursos Humanos	Gerente	Ruth Ramírez
	Sistemas	Gerente	Fernando Ruiz
Promoción TPM a nivel de áreas	Mantenimiento	Supervisor	Pedro Arroyo
	Operaciones	Supervisor	Julio Torres
	Seguridad	Supervisor	David Castro
	Finanzas	Jefe logística	John Romero
		Jefe contabilidad	Flor Castillo
Grupos multidisciplinares	Mantenimiento	Asistente de Mantenimiento	Edwin Paredes
		Practicante	Miguel Condori
		Técnico Mecánico	Mario Salazar
		Técnico Mecánico	Pablo Torres
		Técnico Mecánico	Sebastián Cuadros
		Técnico Mecánico	José Morales
	Operaciones	Asistente de operaciones	Ángel Flores
		Conductor	Alejandro Pérez
		Conductor	Ramiro Vargas
		Conductor	Javier Medina
		Conductor	Juan Chávez
		Conductor	Víctor Reyes
		Conductor	Francisco Díaz
		Conductor	Alejandro Gómez
		Conductor	Jorge Huamán
		Conductor	David Martínez
		Conductor	César Romero
		Conductor	Daniel Condori
		Conductor	Manuel López
		Conductor	José Cruz
		Conductor	Marco Castillo
		Conductor	Fernando Ramos
	Finanzas	Auxiliar de contabilidad	Walter Gonzáles
		Auxiliar de contabilidad	Julio Silva
	Recursos Humanos	Auxiliar de RRHH	Ana Díaz
		Auxiliar de RRHH	Sofía Miranda

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4 Objetivos y políticas básicas del TPM

Es en esta fase donde se analiza a profundidad las condiciones del entorno, y se plantean objetivos y metas:

Las metas vamos a dividirlas en cuantitativas y cualitativas, para especificar en qué medida estas con mesurables:

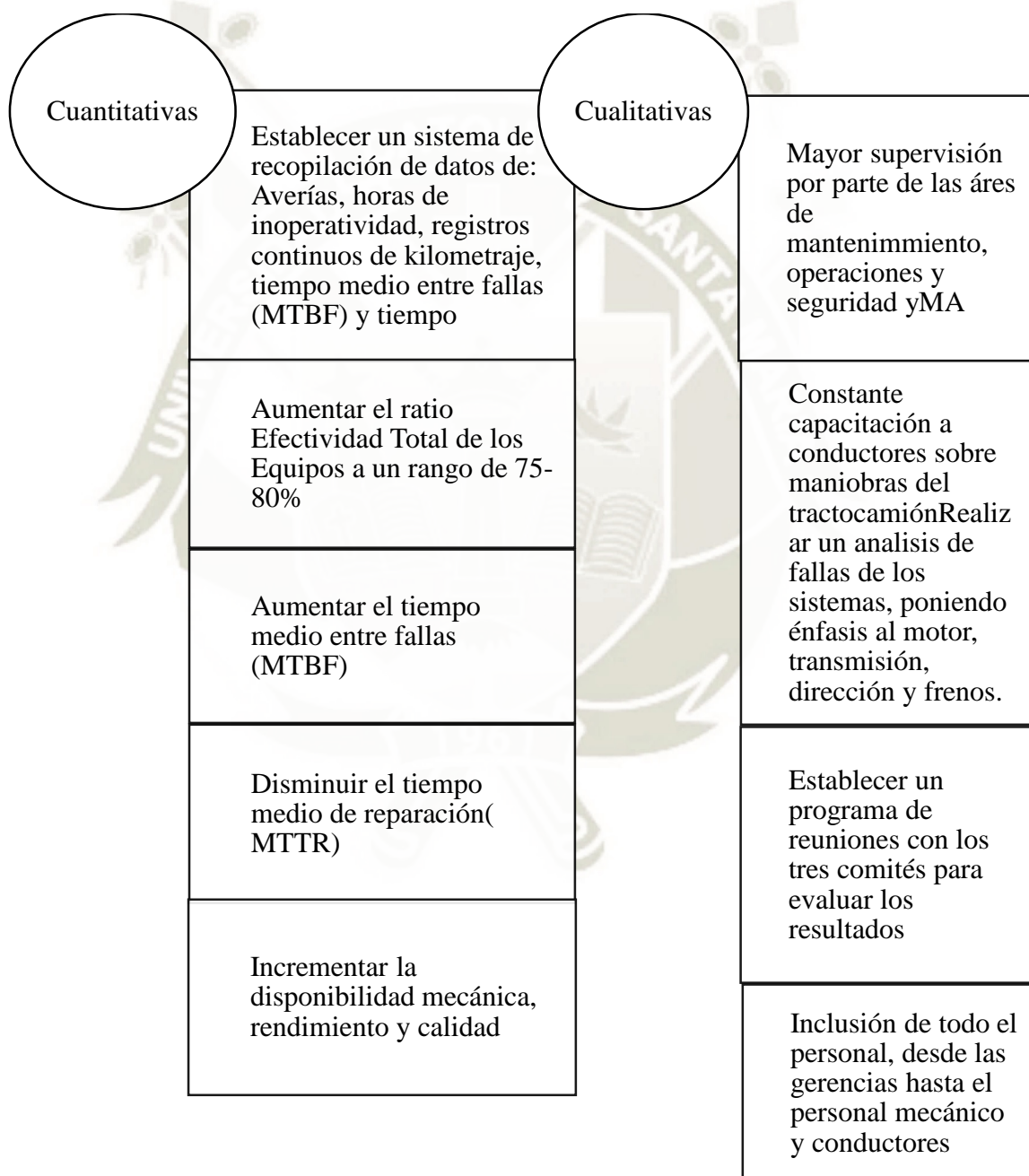


Figura 26. Objetivos cuantitativos y cualitativos del TPM

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5 Plan maestro del desarrollo del TPM

Tabla 38 . Cronograma de implementación del TPM.

N	Actividades	Comité	Responsable	Meses																									
				Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6					
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Resolución TPM	1	Gerencias	■																									
2	Propagación TPM	1 Y 2	Gerencias y jefaturas		■	■																							
3	Formación grupos TPM	1	Gerencias				■																						
4	Determinación de objetivos y políticas	1 y 2	Gerencias y jefaturas				■	■																					
5	Levantamiento de información	3	Asistentes y practicantes					■	■																				
6	Elaboración AMEF	2 Y 3	Jefaturas y asistentes							■	■	■	■																
7	Capacitación a conductores y mecánicos	2	Jefaturas											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
8	Implementación 5 S	1,2 y 3	Gerencias, jefaturas y asistentes													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9	Mantenimiento autónomo	2 Y 3	Jefaturas y asistentes																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
10	Obtención de indicadores de OEE	2 Y 3	Jefaturas y asistentes																							■	■	■	■
11	Medidas de control	1,2 Y 3	Gerencias, jefaturas y asistentes																									■	

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Fase II: Introducción

4.1.2.1 Arranque formal del TPM

Es en esta etapa donde comienza debidamente, con mayor inclusión del comité 3, la implementación del TPM.

Para ello, se convoca una reunión con todos los integrantes de los comités. Es conveniente también incluir a proveedores y clientes, por lo que se planea la asistencia de:

- Proveedores más importantes de repuestos, que en la mayoría de ocasiones, son los mismos fabricantes de los tractocamiones.

Para una mayor comprensión y hacer más amena la convocatoria, se preparó un boletín informativo al alcance de todos.



Figura 27. Boletín informativo del TPM

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Fase III: Implementación

Es en esta etapa donde se despliegan todas las actividades que fueron planeadas en las etapas anteriores, todas dirigidas a la obtención de nuestros objetivos.

4.1.3.1 Obtención de la eficiencia de los equipos e instalaciones.

Como se observó en el cálculo del OEE, este corresponde a un rango de 67%, y planea incrementarse a un rango de 75%-80% para ingresar a un entorno mucho más competitivo. Para el cálculo de la efectividad total de los equipos fue necesaria la recopilación de datos como horas de operación, kilómetros recorridos, paradas no programadas, etc, información que no era registrada por el área de mantenimiento y de la cual no se puede prescindir.

Lo que se plantea es registrar esta información mensualmente, para poder calcular el ratio del OEE semestralmente, periodo apto para este cálculo.

Ficha de análisis de averías

Utilizar una ficha de análisis de averías servirá para reconocer todas las averías que se presenten en las unidades, indicando a qué sistema pertenecen y cómo se solucionó el problema.

Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

El AMEF es una herramienta que relaciona las fallas o defectos de las características del proceso que afectan las salidas del proceso.

Es un procedimiento organizado que permite:

- Reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o procesos y los efectos en dichas fallas
- Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran fallas potenciales

De esta forma la acción puede planearse para reducir o eliminar el riesgo. (Miranda, 2006)

Se realizaron los respectivos análisis de modos y efectos de falla de cada uno de los ocho sistemas del tractocamión para evaluar posibles causas, efectos y acciones de mejora.

Tabla 39. Análisis de modo y falla motor

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA														Hoja 1 de 2			
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento						
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		MOTOR	RESPONSABLE	S. de Mantto											
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR		
Turbocargador	Permite que el oxígeno que entra al motor sea denso y que el combustible se quemé más rápido	Fugas de turbocargador	Entrada de oxígeno restringida	Desajuste de abrazaderas y mangos del turbo	Revisar estado de los mangos de goma	3	7	7	147	Inspeccionar refrigeración del turbo	Técnico mecánico/ Supervisor mantto	3	5	5	75		
										Revisar mangueras de intercooler							
Filtros	Eliminar impurezas del combustible que puedan llegar al motor	Funcionamiento irregular del motor, humos negros en el escape, motor ruidoso	Obstrucción sistema de inyección	Obstrucción de filtros	Cambio filtros	5	9	5	225	Limpeza y revisión filtros en ciertos periodos	Técnico mecánico/ Supervisor mantto	3	7	5	105		
Bomba de inyección	Encargado de suministrar el carburante al cilindro		Motor insuficientemente pulverizado, consumo de combustible	Bomba mal regulada, falta de lubricación	Inspección en mantto tipo D					Uso de limpiadores de inyectores además de inspección a menor kilometraje							
Refrigerante	Regular la temperatura del motor y lo protege de corrosiones	Pérdida de líquido refrigerante	Evaporación del líquido refrigerante	Falla en el mecanismo limitador de presión de la tapa	Inspección solo del nivel de líquido refrigerante	3	7	7	147	Revisión y limpieza del sistema de refrigeración	Técnico mecánico/ Supervisor mantto	3	5	5	75		
Radiador	Elemento en el cual se enfría el líquido refrigerante	El motor se sobrecalienta	Obstrucción interior del radiador	Ingreso de contaminantes, daños en las mangueras del radiador	Inspección general del radiador en mantto tipo A	5	9	5	225	Comprobar la temperatura del indicador del tablero	Operador/técnico mecánico	3	7	5	105		
										Limpeza profunda de radiador	Técnico mecánico						
Termostato	Encargado de regular la temperatura del motor	El motor se sobrecalienta	Impide el paso del refrigerante hacia el radiador	Válvula reguladora no se abre a la temperatura adecuada	Inspección fugas termostato en mantto B	5	9	5	225	Limpeza del sistema de refrigeración, o sustituir en mantto tipo D, revisión fugas en mantto A	Técnico mecánico	3	7	5	105		

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 2 de 2				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		MOTOR	RESPONSABLE	S. de Mantto									
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Ventilador	Activa una corriente de aire a través del radiador	El motor se sobrecalienta	Brinda poco aire	Correa se encuentra destensada, falla el embrague del ventilador	Inspección embrague en mantto D	5	9	5	225	Tensar correa y fijar ventilador	Técnico mecánico	3	7	5	105
Bomba de agua	Hacer circular el líquido refrigerante a través de conductos y alrededor del bloque motor		Caudal bajo	Correa de distribución se encuentra destensada	Inspección general en mantto B	5	9	5	225	Tensar correas, si es necesario el cambio de bomba , realizar e cambio de correas también	Técnico mecánico	3	7	5	105
Manómetro	Encargado de medir la presión del aceite en el interior del circuito de la lubricación	Manómetro marca presión insuficiente	Presión de engrase de 2 bares	Paso de carburante al cárter	Inspección fugas de aceite cárter	5	5	5	125	Inspección cárter y varilla de nivel	Técnico mecánico	3	3	5	45
Junta de culata	Asegura la estanqueidad para que los gases de combustión no pasen al sistema de refrigeración	Silbidos del motor, pérdida de potencia en subidas	Pasa el refrigerante al cárter y el aceite al refrigerante	Fuga en el conducto de alimentación	Inspección fugas de aceite cárter	5	7	5	175	Inspección tuercas filtro e iniciar con la inspección de la junta de culata	Técnico mecánico	3	5	5	75
Probabilidad de ocurrencia de la falla:			Rasgos de severidad de la falla:			Probabilidad de detección de la falla:				Número de prioridad de riesgo (NPR)					
Altamente improbable = 1			Muy baja severidad = 1			Alta probabilidad = 1				Alto riesgo de falla = 500-1000					
Muy baja probabilidad = 3			Severidad baja = 3			Prob medianamente alta = 3				Pb media de riesgo =125-499					
Probabilidad media = 5			Severidad promedio = 5			Probabilidad media = 5				Bajo riesgo de falla =1-124					
Alta probabilidad = 7			Severidad alta = 7			Muy baja probabilidad= 7				No existe el riesgo= 0					
Muy alta probabilidad = 9			Muy alta severidad = 9			Altamente improbable = 9									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Análisis de modo y falla sistema de transmisión

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 1 de 1				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		TRANSMISIÓN	RESPONSABLE	S. de Mantto									
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Embrague	Acopla o desacopla el motor del resto de la transmisión	Patinaje del embrague, embrague ahorcado	El vehículo revoluciona pero no aumenta su velocidad	Desgaste de discos de embrague, o se encuentran con aceite	Sólo se regula embrague	5	7	5	175	Cambio de forro del disco de embrague cada 80000 km	Técnico mecánico	3	5	5	75
Pedal de embrague	Pedal que se usa cada vez que se requiere un cambio en la transmisión	Problemas con la presión del pedal	El pedal no ejerce presión en el circuito, y , por lo tanto, en la varilla de empuje	Cable de embrague averiado	Sólo se regula embrague	7	5	3	105	Cambio total de cable de embrague e introducir la inspección de puntos de soporte del pedal	Técnico mecánico	5	3	3	45
Caja de velocidades	Modificar la relación de transmisión entre el motor y las ruedas	Las velocidades no entran, los cambios son rígidos, transmisión ruidosa	No se obtiene el par motor para el desplazamiento del vehículo	Piñones rotos, desalineamiento de engranajes	Insp. caja de cambios en mttos prevent.	7	7	5	245	Reparar horquillas deformadas, cambio de piñones rotos y lubricación eficiente de la caja, tensar cable de embrague	Técnico mecánico	5	5	3	75
Probabilidad de ocurrencia de la falla:			Rasgos de severidad de la falla:			Probabilidad de detección de la falla:				Número de prioridad de riesgo (NPR)					
Altamente improbable = 1			Muy baja severidad = 1			Alta probabilidad = 1				Alto riesgo de falla = 500-1000					
Muy baja probabilidad = 3			Severidad baja = 3			Prob medianamente alta = 3				Pb media de riesgo =125-499					
Probabilidad media = 5			Severidad promedio = 5			Probabilidad media = 5				Bajo riesgo de falla =1-124					
Alta probabilidad = 7			Severidad alta = 7			Muy baja probabilidad= 7				No existe el riesgo= 0					
Muy alta probabilidad = 9			Muy alta severidad = 9			Altamente improbable = 9									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Análisis de modo y falla sistema de dirección

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 1 de 1				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		DIRECCIÓN	RESPONSABLE	S. de Mantto									
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Servo de dirección	Mecanismo que amplifica la fuerza del volante, accionado por una bomba. Es un sistema de dirección asistida	Sonidos en el servo de dirección, sonidos en el timón al girar, vibración del volante	Transmite esfuerzos violentos de las ruedas al volante, haciendo que el esfuerzo a realizar por el conductor sea mayor.	Mal estado de la servobomba	Inspección del servo en los mantenimientos preventivos	5	7	5	175	Incluir revisiones periódicas de extremos de dirección y cremallera de dirección , probar el giro levantando el tren delantero	Técnico mecánico	3	5	5	75
Manguera de alta presión hidráulica	Envía los fluidos de la bomba hacia la caja de dirección	Dirección dura, dirección jala hacia un costado	Atascamiento de bomba, desgaste desigual en los neumáticos, pérdida de control del vehículo	Nivel de líquido de dirección bajo o deteriorado, fugas por las mangueras	Inspección de manguera en mantto tipo C	7	7	5	245	Inspección de juego en los terminales de dirección e inspección visual de la manguera para detección de fugas	Técnico mecánico	5	5	3	75
Terminales de dirección	Elementos que están enlazados a las ruedas direccionales														
Probabilidad de ocurrencia de la falla:			Rasgos de severidad de la falla:			Probabilidad de detección de la falla:				Número de prioridad de riesgo (NPR)					
Altamente improbable = 1			Muy baja severidad = 1			Alta probabilidad = 1				Alto riesgo de falla = 500-1000					
Muy baja probabilidad = 3			Severidad baja = 3			Prob medianamente alta = 3				Pb media de riesgo =125-499					
Probabilidad media = 5			Severidad promedio = 5			Probabilidad media = 5				Bajo riesgo de falla =1-124					
Alta probabilidad = 7			Severidad alta = 7			Muy baja probabilidad= 7				No existe el riesgo= 0					
Muy alta probabilidad = 9			Muy alta severidad = 9			Altamente improbable = 19									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Análisis de modo y falla de sistema de frenos

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 1 de 1				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		FRENOS	RESPONSABLE	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR		Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Válvula principal de freno o freno de servicio	Distribuye el aire al sistema de frenos	Desvíos del vehículo al frenar, frenos entumecidos	No controla el vehículo ante fuertes presiones de frenado	Líneas de aire rotas, elementos con suciedad.	Inspección accesorios válvula principal de freno en mantto D	3	7	7	147	Lubricación de accesorios a los 40000 km, revisión de presión de entrega con ayuda de un manómetro.	Técnico mecánico	3	5	5	75
Tambores de freno	Elemento móvil y parte giratoria del freno que admite casi la totalidad del calor al frenado	Vibración de frenos, los frenos suenan al comenzar el frenado	Incapaz de soportar altas cargas térmicas	Superficie del tambor oxidada, juego entre tambor y zapatas	Inspección tambores de freno en mantto tipo D	7	7	5	245	Verificar periódicamente el juego con palanca de freno, rectificado de tambores de freno.	Técnico mecánico	5	5	5	125
Fajas de freno o zapatas	Elementos encargados del frenado mediante la fricción con el tambor	Los frenos chirrian, los frenos se calientan	Las zapatas no se abren girando sobre los pivotes, no logrando disminuir la velocidad de giro del neumático	Remaches de zapatas rozan con el tambor, zapatas gastadas	Cambio zapatas de freno en mantto C	3	7	5	105	Verificar periódicamente el desgaste del espesor de la faja.	Técnico mecánico	3	5	5	75
Probabilidad de ocurrencia de la falla:			Rasgos de severidad de la falla:			Probabilidad de detección de la falla:					Número de prioridad de riesgo (NPR)				
Altamente improbable = 1			Muy baja severidad = 1			Alta probabilidad = 1					Alto riesgo de falla = 500-1000				
Muy baja probabilidad = 3			Severidad baja = 3			Prob medianamente alta = 3					Pb media de riesgo =125-499				
Probabilidad media = 5			Severidad promedio = 5			Probabilidad media = 5					Bajo riesgo de falla =1-124				
Alta probabilidad = 7			Severidad alta = 7			Muy baja probabilidad= 7					No existe el riesgo= 0				
Muy alta probabilidad = 9			Muy alta severidad = 9			Altamente improbable = 9									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Análisis de modo y falla sistema eléctrico.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 1 de 2				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		ELÉCTRICO	RESPONSABLE	S. de Mantto									
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Motor de arranque	Motor eléctrico auxiliar para arrancar fácilmente el vehículo	Arranque ruidoso, falta de revoluciones para arranque	No transmite movimiento al motor de combustión	Suciedad en el rotor, corona desgastada	Inspección mantto B	5	5	7	175	No forzar el motor al arrancar el vehículo, pues es común que al arranque ruidoso se gire más la llave de contacto	Conductor	3	3	5	45
										Limpiar las partes metálicas con cepillos para metal en los bornes del motor	Técnico mecánico				
Bornes de batería	Parte metálica donde se produce la conexión con el circuito eléctrico	Luces se prenden y al acelerar se apagan	No se transmite la energía	Cables cambiados, disposición errónea	Inspección de cables en mantto C	3	5	5	75	Limpeza del sulfatado del borne, cambio de cables mal dispuestos	Técnico mecánico	1	5	5	25
Motor eléctrico limpiaparabrisas	Motor que, por medio de una biela, convierte el movimiento de rotación del motor en el de vaivén	Motor limpiaparabrisas gira lento	Transforma la velocidad del motor a una velocidad ínfima de los brazos portaescobillas	Cortocircuito en el inducido, escobillas desgastadas	Inspección plumillas y parabrisas en mantto A	3	5	7	105	Reparar cortocircuito, inspección bornes y conmutadores	Técnico mecánico	1	5	5	25

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 2 de 2				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		ELÉCTRICO	RESPONSABLE	S. de Mantto									
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Alternador	Transforma la energía mecánica en energía eléctrica y la almacena en la batería	Alternador no carga suficiente	Fallos en el rendimiento de dispositivos eléctricos, la batería no se carga adecuadamente	Conexiones amperímetro-alternador roto, fusibles fundidos	Inspección tensión banda alternador en mantto A	5	7	5	175	Reparar conexión, inspección no solo correa y soportes, sino escobilla, puente rectificador, el rotor y regulador de voltaje	Técnico mecánico	3	5	5	75
Intermitentes	Indican el cambio de dirección del camión	Las luces direccionales no funcionan	Al accionar el interruptor, la corriente de la batería no calienta la resistencia	Central de intermitencia deficiente	Inspección general de luces en matto B	3	7	5	105	Sustitución pastilla de intermitentes, inspección caja de intermitencia	Técnico mecánico	1	5	5	25
Probabilidad de ocurrencia de la falla:		Rasgos de severidad de la falla:			Probabilidad de detección de la falla:				Número de prioridad de riesgo (NPR)						
Altamente improbable = 1		Muy baja severidad = 1			Alta probabilidad = 1				Alto riesgo de falla = 500-1000						
Muy baja probabilidad = 3		Severidad baja = 3			Prob medianamente alta = 3				Pb media de riesgo =125-499						
Probabilidad media = 5		Severidad promedio = 5			Probabilidad media = 5				Bajo riesgo de falla =1-124						
Alta probabilidad = 7		Severidad alta = 7			Muy baja probabilidad= 7				No existe el riesgo= 0						
Muy alta probabilidad = 9		Muy alta severidad = 9			Altamente improbable = 9										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Análisis de modo y falla sistema de suspensión

PROCESO	DISEÑO	FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
		PIEZA, PROCESO O SISTEMA	SUSPENSIÓN	RESPONSABLE	S. de Mantto	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR		Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales					Acciones recomendadas					
Muelles	Recogen o absorben la irregularidad en forma de deformación.	Tractocamión se inclina hacia adelante	Las hojas que conforman la ballesta no se mantienen alineadas, abriéndose y sin permitir el deslizamiento de las mismas.	Muelles y/o ballestas averiados	Inspección grilletes de los muelles en mantto tipo D	3	7	5	105	En estos casos, es necesaria la reposición de los muelles o ballestas e introducir una inspección más prematura incluyendo el engrase de las gemelas de las mismas.	Técnico mecánico	1	5	5	25
Amortiguadores	Absorben las oscilaciones de los muelles y ballestas	Sistema de suspensión blanda	Los muelles oscilan mucho, permite que las imperfecciones del ambiente sean transmitidas directamente al chasis, frenos y neumáticos	Amortiguadores averiados	Cambio de gomas de amortiguadores en mantto tipo D	5	7	5	175	En este caso también es necesaria la sustitución de los amortiguadores, pero para evitar esto es recomendable inspeccionar fugas de aceite, corrosión, casquillos agrietados, etc. Preferentemente cada 65000 km.	Técnico mecánico	3	5	5	75
Probabilidad de ocurrencia de la falla:			Rasgos de severidad de la falla:			Probabilidad de detección de la falla:				Número de prioridad de riesgo (NPR)					
Altamente improbable = 1			Muy baja severidad = 1			Alta probabilidad = 1				Alto riesgo de falla = 500-1000					
Muy baja probabilidad = 3			Severidad baja = 3			Prob medianamente alta = 3				Pb media de riesgo =125-499					
Probabilidad media = 5			Severidad promedio = 5			Probabilidad media = 5				Bajo riesgo de falla =1-124					
Alta probabilidad = 7			Severidad alta = 7			Muy baja probabilidad= 7				No existe el riesgo= 0					
Muy alta probabilidad = 9			Muy alta severidad = 9			Altamente improbable = 9									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Análisis de modo y falla de sistema de neumáticos

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 1 de 1				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA		Técnica				DEPARTAMENTO				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		NEUMÁTICOS	RESPONSABLE		S. de Mantto				Mantenimiento				
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Ruedas	Elemento de seguridad y enlace entre el vehículo y el suelo	Desgaste en neumáticos, desprendimiento de goma de neumáticos	Ofrecen poca resistencia al deslizamiento, pérdida de control	Deficiencia de presiones, cubierta no adaptadas a condiciones del terreno.	Inspección cocada y presión de neumáticos en mantos preventivos	5	7	5	175	Cambio de neumáticos y válvulas cada 80000 km	Técnico de neumáticos	3	5	5	75
Probabilidad de ocurrencia de la falla: Altamente improbable = 1 Muy baja probabilidad = 3 Probabilidad media = 5 Alta probabilidad = 7 Muy alta probabilidad = 9			Rasgos de severidad de la falla: Muy baja severidad = 1 Severidad baja = 3 Severidad promedio = 5 Severidad alta = 7 Muy alta severidad = 9			Probabilidad de detección de la falla: Alta probabilidad = 1 Prob medianamente alta = 3 Probabilidad media = 5 Muy baja probabilidad= 7 Altamente improbable = 9					Número de prioridad de riesgo (NPR) Alto riesgo de falla = 500-1000 Pb media de riesgo =125-499 Bajo riesgo de falla =1-124 No existe el riesgo= 0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Análisis de modo y falla de sistema de chasis-acople

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA											Hoja 1 de 1				
PROCESO		FECHA DE REVISIÓN		Set-18	GERENCIA	Técnica				DEPARTAMENTO	Mantenimiento				
DISEÑO	X	PIEZA, PROCESO O SISTEMA		CHASIS	RESPONSABLE	S. de Mantto									
Descripción del sistema	Función del sistema	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de la falla	Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Quinta Rueda	Mecanismo que sirve de acople entre el remolcador y el semirremolque	Juego entre kin pin y mordazas	Ubicación incorrecta de la quinta rueda	Mala posición del perno de sujeción, disposición errónea de carga sobre los ejes	Inspección general quinta rueda en mantos preventivos	5	7	3	105	Regular la quinta rueda a una distancia igual al 10% de la longitud entre el eje delantero y trasero, verificar posición de palanca de cierre y horquilla.	Técnico mecánico	3	5	3	45
Probabilidad de ocurrencia de la falla: Altamente improbable = 1 Muy baja probabilidad = 3 Probabilidad media = 5 Alta probabilidad = 7 Muy alta probabilidad = 9			Rasgos de severidad de la falla: Muy baja severidad = 1 Severidad baja = 3 Severidad promedio = 5 Severidad alta = 7 Muy alta severidad = 9			Probabilidad de detección de la falla: Alta probabilidad = 1 Prob medianamente alta = 3 Probabilidad media = 5 Muy baja probabilidad = 7 Altamente improbable = 9				Número de prioridad de riesgo (NPR) Alto riesgo de falla = 500-1000 Pb media de riesgo =125-499 Bajo riesgo de falla =1-124 No existe el riesgo= 0					

Fuente: Elaboración propia

Esta herramienta es precisa para este paso de la implementación, pues se consideraron las 38 averías presentadas en seis meses de estudio, cada una de estas fue vinculada directamente a un componente dependiendo del sistema.

De esta forma se hace un alcance más extenso a las causas que afectan directamente nuestra efectividad de equipos, basado en los indicadores de disponibilidad, rendimiento y la calidad.

4.1.3.2 Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo: la base de implementación del TPM

Esta etapa es vital en la implementación del TPM, pues se requiere involucrar a los operadores y mecánicos en trabajos de limpieza y lubricación. Como ellos están acostumbrados a cumplir funciones específicas de conducción y mantenimiento respectivamente, la inserción de nuevas actividades debe ser progresiva con el tiempo y, sobre todo, fomentar la mejora del ambiente laboral para un bien común, el mejoramiento de la efectividad.

Tabla 47. Capacitaciones a mecánicos y conductores

Ítem	Temas	Comité	Responsable	Dirigido a
1	Análisis causa raíz	3	Asistente de Mantenimiento	Mecánicos y conductores
2	Ergonomía	3	Auxiliar de RRHH	Mecánicos y conductores
3	Trabajo en equipo	3	Auxiliar de RRHH	Mecánicos y conductores
4	Aspectos e impactos ambientales	2	Supervisor de seguridad	Mecánicos y conductores
5	Equipos protección	2	Supervisor de seguridad	Mecánicos y conductores
6	Radios de comunicación	3	Asistente de operaciones/ auxiliar de TI	Mecánicos y conductores
7	Programación de transporte	3	Asistente de operaciones	Mecánicos
8	Hoja de ruta	3	Asistente de operaciones	Mecánicos
9	Uso de herramientas y equipos	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
10	Características técnicas camión	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
11	Neumática	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
12	Hidráulica	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Capacitaciones a conductores sobre sistemas del tractocamión

Ítem	Temas	Comité	Responsable	Dirigido a
MOTOR				
1	Sistemas de distribución y alimentación	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
2	Sistema de refrigeración	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
3	Sistema de lubricación	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
ELÉCTRICO				
4	Generador de corriente y puesta en marcha	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
TRANSMISION				
5	Caja de velocidades y árbol de transmisión	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
SUSPENSION				
6	Ballestas y amortiguadores	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
DIRECCION				
7	Dirección asistida, terminales de dirección	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
FRENOS				
8	Frenos de motor y servicio	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
9	Fajas de freno y tambores	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores
NEUMÁTICOS				
10	Elementos, expresiones	2	Supervisor de mantenimiento	Conductores

Fuente: Elaboración propia

Implementación de las 5 s

Como comentamos en el capítulo dos, la relación entre las 5 S y el TPM es bastante estrecha, las 5S tienen una influencia en los pilares y conceptos del TPM.

Más adelante, en la implementación del mantenimiento autónomo, contaremos con la práctica de *SEISO* en el equipo a partir de la primera fase, la limpieza general, y de todas las “S” hasta la sexta fase. Sin embargo, la práctica de las 5S en todas las áreas operacionales facilita la implementación del TPM; en el sector de Mantenimiento, las 5S aportan el orden y la limpieza en los talleres de trabajo, la conservación de herramientas y una correcta gestión de repuestos.

SEIRI-SEPARAR

En esta etapa, se elimina todo aquello que no es necesario en el área y además que quita espacio, ya que algunos elementos impedirían una buena circulación en el área, no son agradables a la vista e incluso pueden ocasionar accidentes de trabajo. Analizaremos la situación en nuestro taller de trabajo y oficinas.

En el taller de trabajo, y consultando con los supervisores y mecánicos, existen algunos elementos en desuso que deben ser retirados, y se encuentran acumuladas en zonas que pueden ser dispuestas para otros elementos.

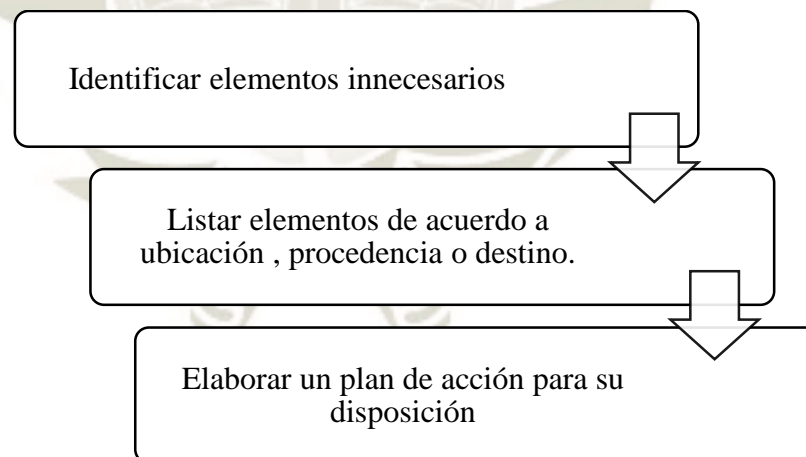


Figura 28. Implementación SEIRI

Fuente: Elaboración propia

Mencionamos alguno de los elementos en desuso:

- Fajas de freno
- Turbocargadores averiados (estos ya no son sometidos a reparación)

- Mangueras rotas
- Cables
- Tanques de expansión rotos
- Filtros en desuso
- Bases de soportes de motor rotos
- Tornamesas rotas
- Baterías en desuso

Luego encontramos otros elementos que no son necesariamente repuestos como:

- Cajas de cartón
- Plástico film
- Precintos de seguridad
- Trapo industrial

En las oficinas administrativas también encontramos elementos innecesarios, principalmente:

- Documentación obsoleta
- Útiles de oficina en malas condiciones
- Tóner de impresora en desuso



Foto 1. Baterías en desuso

Fuente: La empresa

Comentario: En la figura observamos como las baterías en desuso son almacenadas en un compartimento especial hasta que estas sean dispuestas.

Una vez listados los elementos innecesarios en nuestra área de trabajo, elaboramos un plan de acción para reubicar o simplemente eliminar estos objetos.

Para el primer listado, es decir los repuestos que son considerables en tamaño y cantidad, la empresa contratará a una empresa operadora de residuos sólidos que cumplan estos requisitos:

- Autorizada por el ministerio de ambiente (MINAM)
- Constancia de Registro ante la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA
- Autorización Municipal para operar los servicios de EPS
- Plan de acción donde se especifique el manejo de residuos sólidos.

El estudio de proveedores será evaluado por las áreas de Seguridad, salud y medio ambiente, debido al impacto ambiental de los residuos, junto con mantenimiento por la composición de los mismos, y el área de logística por la disposición de los mismos. La decisión será tomada por las gerencias, evidenciando en la primera S' la inclusión de más departamentos aparte de mantenimiento.

Para los demás residuos, se tiene a disposición los tachos de colores, cada color indicando el material donde el residuo debe ser depositado.

Tabla 49. Disposición de residuos

Residuo	Color
Metal	
Vidrio	
Plástico	
Papel y cartón	
Orgánico	
Generales	
Peligrosos	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla, los residuos de metal, por ejemplo, virutas, deben disponerse en los tachos de color amarillo; los desperdicios de la oficina, que son en su mayoría papeles y cartón en los tachos azules. Otro ejemplo son los lubricantes usados, considerados peligrosos, deben disponerse en barriles rojos.

En cumplimiento con las políticas de seguridad, salud y medio ambiente todos los miembros de la empresa, tanto personal mecánico, operadores como administrativo están en el deber de desechar los residuos tal y como está estipulado.

SEITON-ORDENAR

En esta etapa organizamos los elementos que sí se consideran como necesarios para que estos sean hallados con facilidad.

Se define el lugar donde vamos a ubicar estos elementos, de forma que estén disponibles según la frecuencia de uso.

Ordenando los elementos, principalmente los repuestos facilitamos el acceso, la limpieza se realiza con más facilidades, haciendo el ambiente de trabajo más ameno, además de incrementar la seguridad.

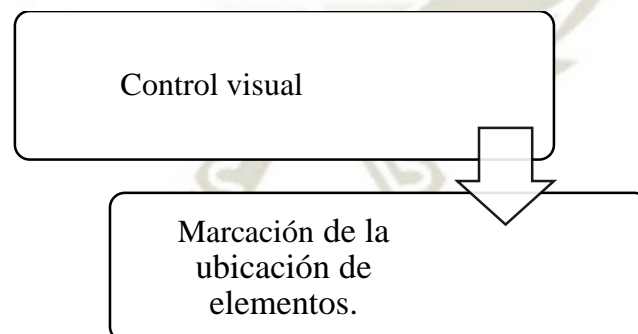


Figura 29. Implementación SEITON

Fuente: Elaboración propia

En el control visual, especificamos la ubicación de cada uno de los elementos. En nuestro caso para el taller:

- Repuestos
- Neumáticos
- Elementos de limpieza
- Equipos y herramientas

Dentro de estas cuatro categorías , los elementos que más se usan son los repuestos y equipos y herramientas, por lo que deben tener una ubicación especial dentro del almacén..

Actualmente, el almacén tiene una distribución de acuerdo a los códigos de repuesto, basado en la fabricación. Esta distribución es aceptable, sin embargo, no se realizaron estudios previos de repuestos con mayor y menor frecuencia de uso, así como también los materiales varios que son usados en los mantenimientos.

Los repuestos están distribuidos en andamios con distintos niveles.

Teniendo claro esto, revisamos nuestro inventario de repuestos, y, evaluando el uso de repuestos de acuerdo a los mantenimientos concluimos que:

- La pernería, llámese pernos, tuercas, abrazaderas, etc. son los materiales más utilizados, tanto en mantenimientos correctivos y preventivos.
- Los materiales varios, es decir, trapo industrial, amarracables son utilizados con bastante frecuencia.
- Los lubricantes ocupan el tercer lugar, pues, aparte de ser sustituidos obligatoriamente en los mantenimientos preventivos, a veces es necesario aumentar 1 o 2 galones en un mantenimiento correctivo.
- Los filtros ocupan el cuarto lugar en el uso, pues son usados mayormente en los mantenimientos preventivos.
- A medida que avanzan los mantenimientos, otros materiales empiezan a ser usados como repuestos del motor, eléctricos, frenos, dirección y suspensión, transmisión y cabina.

En la marcación de la ubicación, se ubicarán los materiales en el almacén de tal manera que los materiales de mayor rotación estén más próximos a la puerta.

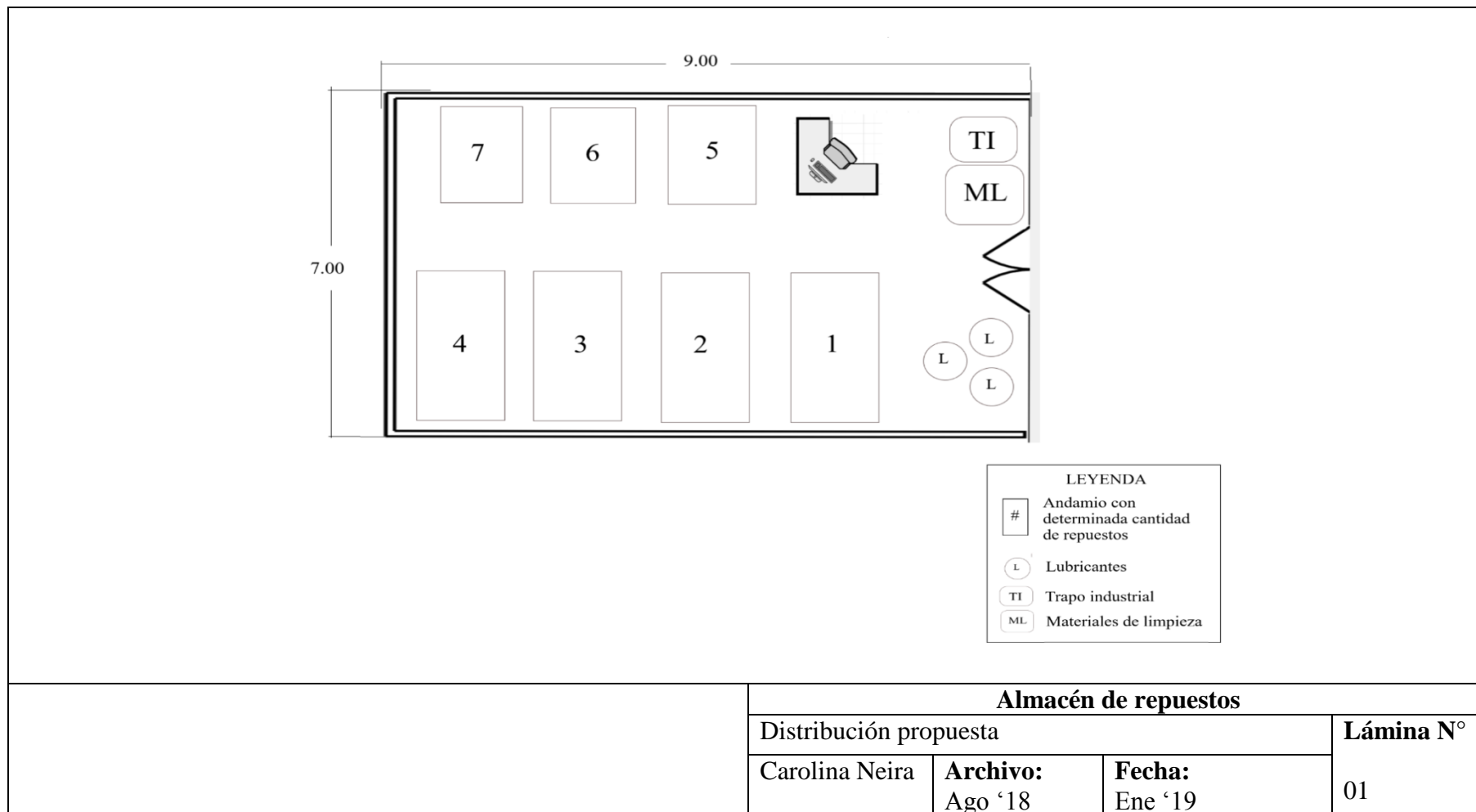


Figura 30. Esquema de distribución almacén

Fuente: Elaboración prop

Como observamos en la imagen, los elementos más necesarios están próximos a la puerta:

- Los pernos y conexiones en general se ubican en un andamio, el primero a la izquierda
- Los lubricantes (aceites) se encuentran en barriles ubicados a la entrada.
- Los trapos industriales son dispuestos en costales y están localizados a la entrada a la derecha, junto con los materiales de limpieza.
- El segundo andamio corresponde a otro tipo de lubricantes como lo es la grasa, pues estos vienen en baldes y sí se pueden colocar en el andamio junto con los distintos tipos de filtros.
- Los siguientes tres andamios corresponden a materiales con menor frecuencia de uso correspondiente a sistemas de motor, eléctrico, dirección, suspensión, etc.
- Finalmente, colocamos en dos andamios todos los útiles de oficina, pues se debe abastecer a todas las áreas de elementos como papel, formatos, lapiceros y demás.
- El pasillo queda totalmente despejado para poder retirar los materiales con mayor facilidad, sin interrupciones.

Tabla 50. Cantidad de repuestos dispuestos en andamios

Repuesto	Cantidad
Andamio 1	
Perno 3/8 x 1 1/2" G-2 HC	80
Conector para manguera 1/2"	30
Oring's - solenoide freno motor	10
Oring's sello inferior	10
Oring's superior	10
Tuerca 3/8" G-5 NC	20
Conector para manguera 1/2"	20
Amarracable	200
Soldadura cellocord 1/8 E-6011	100

Soldadura supercito 1/8 E7018	100
Andamio 2	
Filtro de petróleo	1
Filtro de aceite de motor	1
Filtro separador de agua	1
Filtro de refrigerante	1
Filtro de aceite de corona	1
Filtro secador de aire	1
Filtro de aire primario	1
Filtro de hidrolina	1
Filtro de combustible	1
Grasa SKF	2
Andamio 3	
Manguera intercooler	5
Soporte tanque de combustible	4
Sensor nivel de combustible	2
Kit reparación de fan	2
Barras de dirección	1
Kit pines y bujes	1
Amortiguadores	2
Andamio 4	
Faros neblineros	6
Correa alternador	2
Soporte de escaipín	4
Soporte gancho de capot	4
Crucetas de cardan	4
Andamio 5	
Retenes y bocinas de eje de leva	50
Fajas de freno	10
Tapa de cubo de rueda	4
Empaque de tapa de cubo	4
Andamio 6	

Papel bond 75 gr	50
Perforadores	10
Engrapadores	10
Sacagrapas	20
Sobres manila	500
Files	500
Cuadernos A4	50
Andamio 7	
Útiles de escritorio	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Cantidad de lubricantes y materiales varios

Material	Cantidad
Lubricante	
Aceite de motor	3 barriles
Materiales Varios	
Trapo industrial	10 kilos
Materiales de limpieza	
Escobas	2
Recogedores	2

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las oficinas, se consideraron los elementos a conservarse:

- Ordenar la documentación pertinente en físico en archivadores debidamente rotulados y ordenados por fecha y concepto. De esta forma encontramos la información con facilidad y mejoramos el control visual.

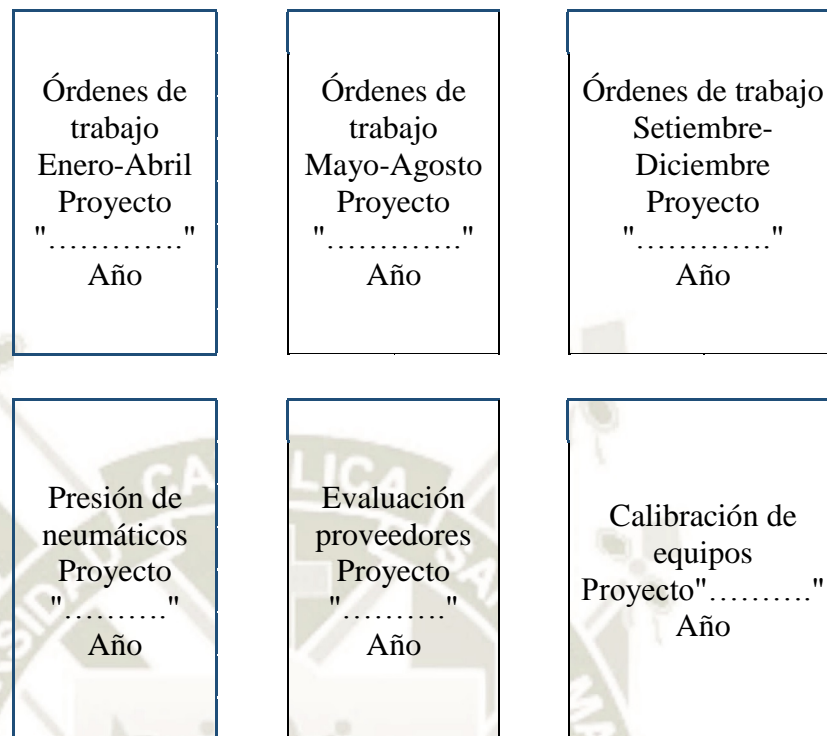


Figura 31. Ordenamiento en oficinas

Fuente: Elaboración propia

Mantener el área de trabajo ordenada ayudará al trabajador a realizar sus actividades con más facilidad y entusiasmo.



Foto 2. Puesto de trabajo de oficina ordenado.

Fuente: La empresa

Comentario: Como observamos en la foto, una oficina ordenada también es una forma de aplicar Seiton, pues estas especificaciones no solo son aplicables a talleres o áreas con maquinaria considerable

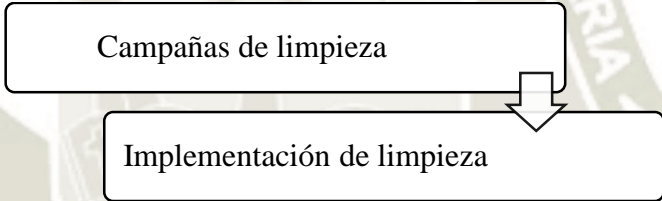
- Otra forma de considerar SEITON es en el ámbito virtual, hoy en día gran cantidad de archivos son multimedia y son presentados y guardados en computadoras, por lo que la eliminación de archivos innecesarios y el ordenamiento de archivos en carpetas en el disco duro también implica una manera de aplicar marcación de la ubicación de elementos.

SEISO-LIMPIAR

Seiso implica la eliminación del polvo y suciedad en el área de trabajo.

Cabe resaltar que la limpieza no significa solamente mantener los equipos agradables a la vista, sino también identificar la procedencia de la suciedad, tomar acciones y eliminarlas.

Para ello, es vital que se integre a la limpieza como una tarea diaria, y, como veremos más adelante, parte del mantenimiento autónomo.



```
graph TD; A[Campañas de limpieza] --> B[Implementación de limpieza];
```

Figura 32.Implementación SEISO

Fuente: Elaboración propia

Las campañas de limpieza nos ayudan a entender la forma en la que se debe realizar la limpieza en los talleres, haciendo una comparación con la situación actual.

Estas campañas, como ya se mencionó en numerosas oportunidades, no solo implica al área de mantenimiento, sino también a las gerencias

y personal administrativo, pues su área de trabajo corresponde a las oficinas, las cuales deben regirse por Seiso.

En el siguiente formato especificamos las actividades que deben realizarse en el taller:



AÑO: _____
 MES: _____

LIMPIEZA DE TALLER

ACTIVIDADES	DÍAS																															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Limpieza zonas de seguridad , zonas de emergencia																																
Eliminación de residuos en los tachos desginados																																
Eliminación de residuos peligrosos																																
Limpieza exterior piques																																
Limpieza interior piques																																
Limpieza de herramientas de mecánicos																																
Limpieza de mesa de trabajo																																
Limpieza de líquidos vertidos (si aplica)																																
Limpieza de señaléticas																																
LIMPIEZA REALIZADA POR:	INSPECCIONADO POR:															V° B°																

Tabla 52. Formato limpieza de taller

Fuente: Elaboración propia

Estas deben ser completadas diariamente si aplica, sino colocar en el formato NA, cada día será evaluada por el supervisor y mensualmente por las gerencias. Una vez estipuladas las actividades, comenzamos con la implementación de la limpieza.



Foto 3. Taller desordenado

Fuente: La empresa

Comentario: En la foto apreciamos un taller desordenado, con componentes en el suelo, no sabiendo si están en desuso o no, y cajas de cartón manchadas.

Fuente: La empresa

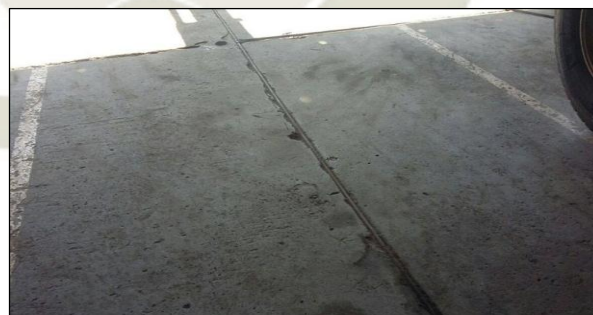


Foto 4. Limpieza de taller

Fuente: La empresa

Comentario: En esta foto se observa la remoción de cajas de cartón y tanques de expansión en desuso, así como soportes, dejando el área de trabajo totalmente despejada.

Una de las razones principales de la presencia de polvo en el taller de trabajo es el proveniente del patio de maniobras, pues el viento lo

levanta y lo dispersa por distintas áreas, por lo que se tomó por conveniente:

- Utilizar aspersores en horas de la mañana y tarde, cuando el sol no caiga con mucha fuerza. De este modo mantenemos la tierra impregnada en el suelo, sin levantar polvo y ensuciar taller y zonas aledañas, como la oficina de mantenimiento.

SEIKETSU-ESTANDARIZAR

En esta etapa mantenemos todos los logros que hemos alcanzado en la implementación de las tres primeras S, ya que si no estandarizamos las actividades podemos volver a caer en el acopio de elementos innecesarios y las áreas de trabajo pueden volver a acumular suciedad.

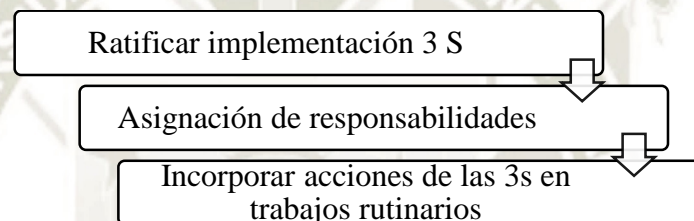


Figura 33. Implementación Seiketsu

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica el primer paso, ratificaremos la implementación de las 3 primeras S y su impacto organizacional:

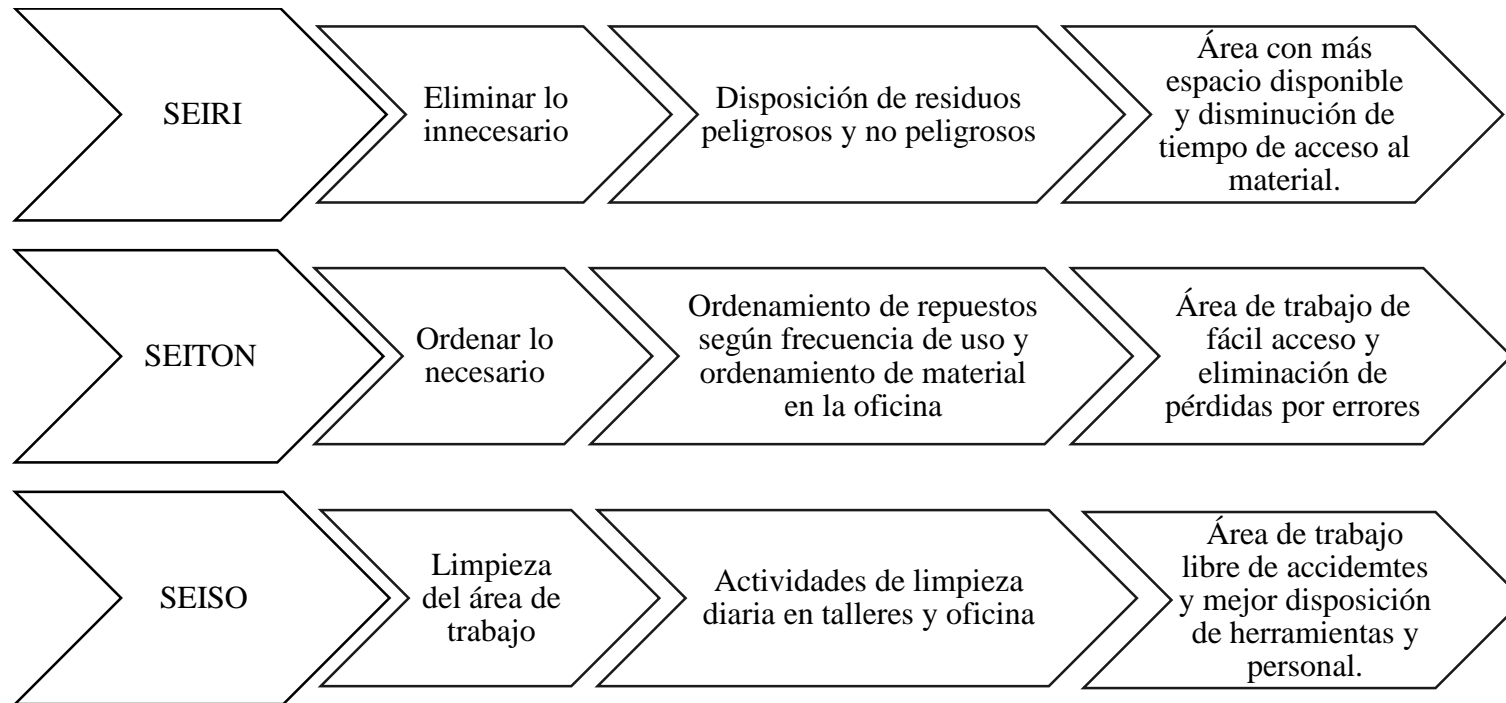


Figura 34. Ratificación SEIRI, SEITON Y SEISO

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la figura (último peldaño) son los resultados de cada metodología. La implementación de las primeras 3 S tiene como resultado una mayor y mejor distribución del área de trabajo, traducándose en beneficios organizativos, quizás imperceptibles en primera instancia, sin embargo, con una estandarización en el tiempo, que es justamente lo que propone el Seiketsu, se logrará advertir estos beneficios. Seguidamente, asignaremos los responsables e involucrados de cada metodología



Tabla 53.Formato estandarización de S

Actividades	GG	Mantenimiento				Seguridad		Operaciones			Finanzas			RRHH		Sistemas		
	G	G	S	AS	T	G	S	G	S	AS	G	J LOG	J CONT	AUX	G	AUX	G	AS
SEIRI																		
Disposición de residuos peligrosos			X		X		X											
Disposición de residuos no peligrosos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEITON																		
Ordenamiento de repuestos según uso			X		X									X				
Devolución de repuestos según orden establecido			X		X													
Mantener área de trabajo ordenada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEISO																		
Limpieza de taller			X		X									X				
Limpieza de oficinas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
G= Gerente S= Supervisor AS= Asistente	T= Técnico J LOG= Jefe logística						J CONT= Jefe contabilidad AUX = Auxiliar											

Fuente: Elaboración propia

Se subdividieron las actividades correspondientes a las disciplinas, y se muestran las 7 áreas involucradas en la implementación del TPM, como observamos, en algunas actividades los responsables corresponden únicamente a áreas específicas como mantenimiento y seguridad, mientras que otras tareas, principalmente relativas a orden en el área administrativa, es responsabilidad de todos los involucrados.

Finalmente, vamos a integrar todas estas acciones en los trabajos rutinarios, y para ello, estableceremos las frecuencias:

Tabla 54. Frecuencias de actividades 3 S

Actividades	Frecuencia	Gerencia responsable
SEIRI		
Disposición de residuos peligrosos	Mensual	Seguridad
Disposición de metales	Trimestral	Seguridad y mantenimiento
Disposición de papel, cartón, madera y vidrio	Mensual	Seguridad
Disposición de plástico	Mensual	Seguridad
Disposición de material orgánico	Mensual	Seguridad
SEITON		
Ordenamiento de repuestos según uso	Semestral	Mantenimiento
Recepción y ordenamiento en almacén	Semanal	Finanzas/Jefatura logística
Devolución de repuestos	Diario	Mantenimiento
Ordenamiento área de trabajo	Diario	Todas las gerencias
SEISO		
Limpieza de taller según actividades	Diario	Finanzas/Jefatura logística y mantenimiento
Limpieza de oficinas administrativas	Diario	Todas las gerencias

Fuente: Elaboración propia

Incluimos las gerencias responsables pues ellos deben estar al tanto y también son partícipes de la de las disciplinas, mientras ellos sean conscientes, supervisen y aprueben las actividades de implementación, podemos concluir que esta se está llevando a cabo de forma idónea.

SHITSUKE- DISCIPLINA

Esta última S consiste en transformar todo lo aprendido en las 4S anteriores en un hábito, para garantizar la mejora de la productividad.

Se trata de crear una cultura de respeto hacia las normas ya establecidas, así como también promover la reflexión sobre el grado de cumplimiento de estas.

Shitsuke permite que la implementación de las 4S anteriores se dé con facilidad si mantenemos en el tiempo lo establecido y utilizamos correctamente los procedimientos.

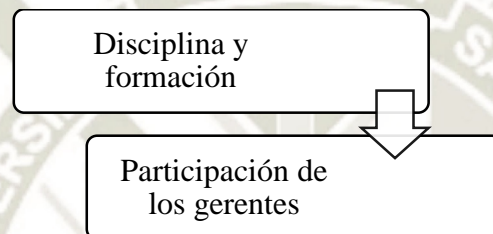


Figura 35. Implementación SHITSUKE

Fuente: Elaboración propia

La disciplina se forma en base al accionar de cada trabajador, por lo que es importante promover actitudes siempre de mejora y respeto hacia el área de trabajo.

También es importante colaborar con ellos cuando presenten dudas acerca de la implementación, y prestar atención cuando proporcionen una sugerencia, pues ellos son los más cercanos y conocedores de temas específicos, y su opinión debe ser valorada.

Para ello, quincenalmente, los comités se reunirán para:

- Observar el progreso de la implementación de las disciplinas.
- Continuación de capacitaciones de información sobre la metodología.

Presentamos la siguiente encuesta para comprobar que los trabajadores mantengan actualizados y presentes los conceptos de la 5S:

Tabla 55. Check list cumplimiento 4S

Actividades	FECHA																														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SEIRI																															
Identificación de elementos innecesarios																															
Clasificación de elementos innecesarios																															
Disposición adecuada de elementos innecesarios																															
SEITON																															
Repuestos ordenados según disposición propuesta																															
Áreas debidamente identificadas																															
Botes de basura en lugares designados para los mismos																															
Puesto de trabajo ordenado																															
SEISO																															
Las herramientas de trabajo se encuentran limpias																															
Las mesas de trabajo se encuentran limpias																															
Limpieza de escritorios y útiles de oficina																															
Pisos libres de polvo y basura																															
SEIKETSU																															
Control visual																															
Cumplimiento normas de seguridad																															

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con la participación de las gerencias aseguramos una mayor educación al personal sobre la implementación, pues si los trabajadores perciben que las gerencias cumplen con estos roles, ellos mismos se sentirán motivados a realizar las mismas actividades.

Los gerentes deben proporcionar todos los recursos para la implementación tanto de las 5s como el TPM, y deben evidenciar su compromiso con el mismo, asistiendo a las charlas de capacitación y cumpliendo con las actividades propuestas en los incisos anteriores.

Una vez implementadas las 5S, comenzamos con la implementación del mantenimiento autónomo:

Limpieza inicial

Este paso consiste en la limpieza para eliminar principalmente polvo y suciedad en el bastidor del camión.

Debido a las condiciones de las vías de transporte, el bastidor del camión puede quedar expuesto a partículas de polvo, generando suciedad.

En este caso, y para nuestra hoja de ruta, la mayoría del recorrido se realiza en asfaltado, sin embargo, al ingresar a mina algunos trayectos pueden realizarse en afirmado, comprometiendo poco a poco el chasis, y, progresivamente a los sistemas del vehículo.

Como las unidades retornan los fines de semana, esta suciedad se va acumulando por día, y, en algunas ocasiones, si el camión no está programado para un mantenimiento preventivo o tiene alguna corrección, retorna pero no es observado ni mucho menos lavado.

Es de este punto donde empezaremos con la limpieza general.

Cada conductor es responsable de su camión, por lo que deberá velar por su limpieza externa e interna.

A continuación se detallan las actividades de limpieza:

Tabla 56. Limpieza externa e interna del tractocamión

Externa	Interna
Limpieza cuando el camión esté frío	Limpieza de basura de la cabina
Utilizar mangueras de presión	Limpieza del tablero con un paño suave
Especial atención a neumáticos y vidrios	Limpieza de ventanas
Limpieza bajo chasis debe ser leve	Limpieza de asientos

Fuente: Elaboración propia

Es importante reconocer que, ya sea que los camiones sean lavados por terceros o la limpieza sea en las mismas instalaciones, el agua utilizada puede reactivar algunos componentes que se han secado y permanecen aún en el chasis, perjudicando más la vida útil del camión. Sin embargo, si ya existe una acumulación de barro severa, se debe realizar una limpieza profunda.

Externo

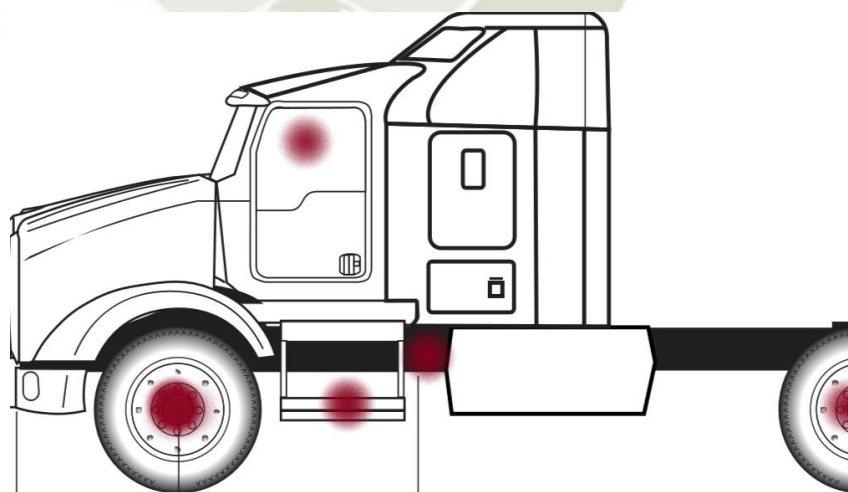


Figura 36. Puntos de limpieza externa

Fuente: Elaboración propia

Interno



Figura 37. Puntos de limpieza interno

Fuente: Elaboración propia

Contramedidas en la fuente de los problemas

En este paso se busca analizar las fuentes que generaron la suciedad en el vehículo, así como también proponer medidas justamente para combatir las mismas, además de brindar la oportunidad al operador de mejorar su equipo, generándole confianza.

Como conductores y mecánicos han sido capacitados acerca de los diagramas de causalidad, se elaborará un simple para también adoptar medidas al respecto.

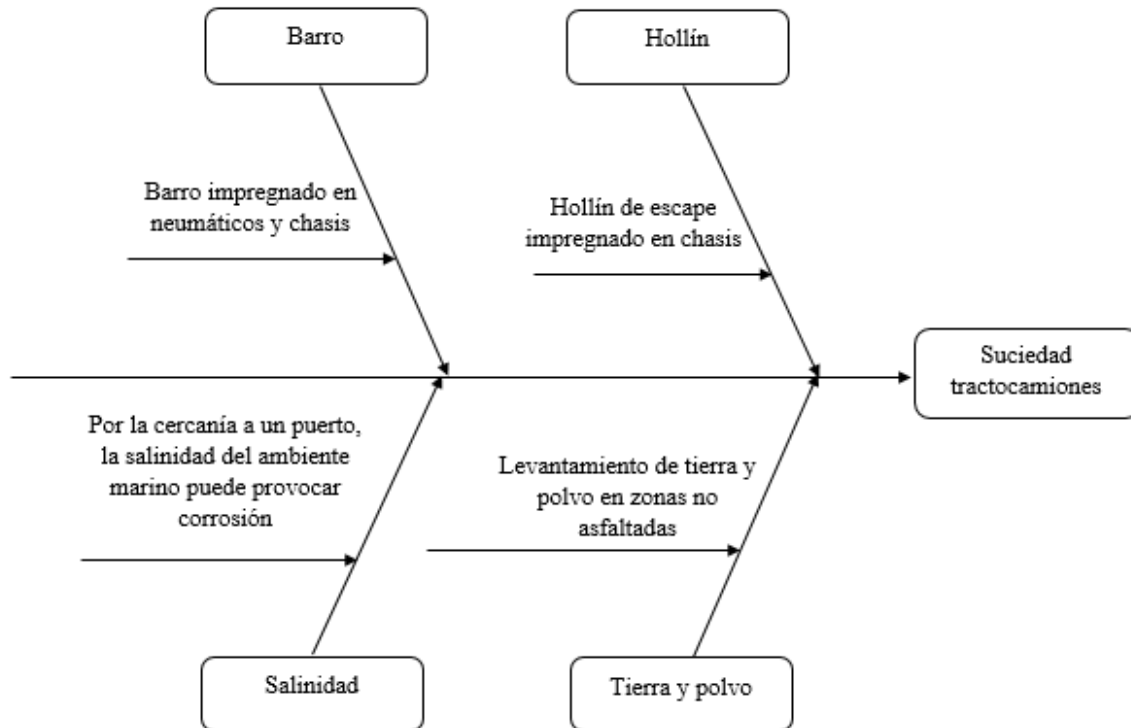


Diagrama 9 Diagrama de Ishikawa suciedad tractocamiones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Acciones para mitigar causas de suciedad

Causa	Acción a tomar
Hollín	Al limpiar los bajos, utilizar esponjas o paños de microfibra, siempre siguiendo las indicaciones del paso 1 (limpieza general)
Tierra y polvo	
Barro	
Salinidad	Utilizar desengrasante, ya que el salitre viaja con el viento, y por su proximidad al mar, puede impregnarse en cualquier parte del vehículo.

Fuente: Elaboración propia

Estándares de limpieza y lubricación

En los dos primeros casos identificamos condiciones básicas de limpieza. En este tercer paso vamos a estandarizar esas actividades al incluir una frecuencia.

Las limpiezas se llevarán a cabo por los conductores los días miércoles y viernes antes de empezar con el recorrido habitual, y una limpieza más profunda los sábados cuando llegan a las instalaciones.

En lo que respecta a la lubricación, los conductores deben revisar los niveles de líquido de motor también dos veces por semana, mientras que los técnicos deberán hacerlo cuando las unidades llegan de su destino y aumentar si es necesario.

Tabla 58. Frecuencias de limpieza y lubricación

Actividad	Frecuencia	Responsable	Supervisado por:
Limpieza externa de camión	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Limpieza bajo del chasis	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Limpieza neumáticos y vidrios	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Limpieza cabina	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Limpieza interior ventanas	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Limpieza asientos	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Limpieza general vehículo	Semanal	Tercero	Sup. de operaciones
Revisión de niveles del líquido de motor	2 veces por semana	Conductor	Sup. de operaciones
Aumento niveles de líquido de motor	Semanal	Técnico mecánico	Sup. de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Inspección general

En este paso, se profundiza la inspección general del equipo, pues se tratará de detectar posibles modos de falla.

Inicialmente, los comités conformados deben intervenir para brindar charlas de capacitación a los conductores, y debe realizarse una categoría a la vez. Se seleccionaron los temas más relevantes por cada sistema.

Una vez los conductores tengan una idea más clara del funcionamiento del vehículo, ellos serán los encargados de realizar las inspecciones generales al culminar o empezar su jornada laboral.

Las actividades detalladas fueron evaluadas por los supervisores de mantenimiento y operaciones:

Tabla 59. Ficha inspección del vehículo

Inspección general vehículo		
Actividades	Inspección	Observaciones
MOTOR		
Revisión nivel de líquido refrigerante		
Revisión nivel de líquido de dirección hidráulica		
Revisión correas de motor		
Revisión filtro de combustible y drenar separador de agua		
Revisión fugas en tanque de combustible		
Revisión nivel de líquido limpiaparabrisas		
FRENOS		
Revisión funcionamiento de freno de servicio y estacionamiento		
ELÉCTRICO		
Revisión funcionamiento luces intermitentes, frenos, direccional y luces exteriores		
SUSPENSIÓN		
Revisión de amortiguadores de suspensión		
NEUMÁTICOS		
Revisión presión de neumáticos, pernos y tuercas de ruedas		
ESTRUCTURA		
Revisión pernos quinta rueda		
Revisión si capó se encuentra bien cerrado		

Fuente: Elaboración propia

Inspección de pequeñas fugas

Adicionalmente, se capacitará al conductor para la detección de fugas, identificar el líquido y evaluar la situación.

Tabla 60. Identificación de fluidos según color

				
Aceite de motor	Líquido de transmisión	Líquido de freno	Refrigerante	Agua

Fuente: Elaboración propia

Dependiendo del color del fluido, el conductor será capaz de identificar el sistema relacionado al líquido y actuar inmediatamente para detener la fuga.

Inspección autónoma

En los anteriores pasos se evidencia más actividad por parte de los conductores, quienes ya se encuentran capacitados y ya están preparados para una inspección general del vehículo apropiada.

En este paso, el departamento de mantenimiento intervendrá al elaborar estándares de mantenimiento, uno más profundo, a cargo de los técnicos mecánicos.

Para basarnos en este estándar vamos a recurrir a los modos de falla debidamente descritos en los AMEF (análisis de modo y efecto de falla) presentados en el paso siete de la implementación del TPM.

Contando con los componentes críticos que influyen directamente en la inoperatividad de los camiones, el trabajo va a estar orientado a evitar fallas en los sistemas del vehículo.

Tabla 61. Ficha de inspección autónoma

INSPECCIÓN AUTÓNOMA	
PLACA KILOMETRAJE	FECHA N° OT
1. MOTOR	Inspección Observaciones
Revisión mangueras de intercooler	_____
Revisión y limpieza de suciedad filtro de aire	_____
Revisión mangueras del sistema de admisión y revisar abrazaderas	_____
Drenar sedimentos y agua del tanque de combustible	_____
Revisión silenciador y tubo de escape	_____
Revisión paneles de radiador	_____
Revisión tensión correa del ventilador	_____
Revisión tensión correa bomba de agua	_____
Revisión fugas de aceite cárter	_____
2. TRANSMISIÓN	
Revisión discos de embrague	_____
Regulación de embrague	_____
Revisión puntos de soporte del pedal	_____
Revisión funcionamiento caja de cambios	_____
Revisión diferenciales	_____
3. DIRECCIÓN	
Revisión del servo de dirección	_____
Revisión juego terminales de dirección	_____
Revisión manguera de alta presión hidráulica	_____
4. FRENOS	
Revisión de presión de aire de freno de servicio	_____
Revisión juego de tambores	_____
Revisión espesor de faja de freno	_____
Regular frenos	_____
5. ELÉCTRICO	
Revisión batería y bornes	_____
Revisión sistema de arranque	_____
Revisión correa, puente y rotor de alternador	_____
Revisión luces en general	_____
Revisión motor limpiaparabrisas	_____
6. SUSPENSIÓN	
Revisión muelles y abrazaderas	_____
Revisión amortiguadores de suspensión	_____
Revisión bolsas de suspensión	_____
7. NEUMÁTICOS	
Revisión de presión de neumáticos	_____
Revisión pernos y tuercas de rueda	_____
Revisión cocada de neumáticos	_____
8. CHASIS/ ACOPLE	
Revisión ajuste de capot	_____
Revisión quinta rueda	_____
Mantenimiento realizado por:	Revisado por:

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos de inspección serán realizados por los técnicos mecánicos correspondientes, en caso las unidades lleguen los viernes a las instalaciones, el mismo día por la tarde y los restantes los días sábados y serán revisados por el supervisor de mantenimiento. La función de la asistente de programación será de registrar las actividades en una orden de trabajo.

Organización y orden

En esta etapa tenemos una mayor participación de gerencias y jefaturas y complementan la implantación del mantenimiento autónomo al establecer y evaluar las responsabilidades de los trabajadores. En el caso de los conductores, estos serán evaluados por el gerente de operaciones con el soporte del supervisor de operaciones. La frecuencia de evaluación será semanal.

Tabla 62. Ficha de evaluación de roles conductores

<u>EVALUACIÓN DE ROLES CONDUCTORES</u>			
EVALUADOR:		EVALUADO:	
		FECHA:	
	CUMPLIMIENTO		
Aspectos a evaluar	SI	NO	Observaciones
El conductor cumple con la limpieza externa e interna del vehículo en la frecuencia estipulada			
El conductor está correctamente capacitado para identificar averías en el tractocamión			
El conductor cumple con la inspección general del equipo evaluando cada ítem			
El conductor se muestra comprometido con las nuevas actividades introducidas y está enfocado en mejorar continuamente			

Fuente: Elaboración propia

Para el gerente de mantenimiento, corresponderá evaluar a los técnicos mecánicos con el soporte del supervisor de mantenimiento. La frecuencia de evaluación será semanal.

Tabla 63.Ficha de evaluación roles técnicos

<u>EVALUACIÓN DE ROLES TÉCNICOS MECÁNICOS</u>			
EVALUADOR:		EVALUADO:	
		FECHA:	
	CUMPLIMIENTO		
Aspectos a evaluar	SI	NO	Observaciones
El técnico está debidamente capacitado a una instrucción mayor del funcionamiento del vehículo			
El técnico es capaz de resolver las averías presentadas en los vehículos cumpliendo procedimientos			
El técnico realiza la inspección autónoma de los vehículos y cumple las revisiones a cabalidad			
El técnico se muestra comprometido con las nuevas actividades introducidas y está enfocado en mejorar continuamente			

Fuente: Elaboración propia

Hasta este paso, los conductores deben ser capaces de identificar desperfectos, los mecánicos capaces de resolverlos, sus jefaturas inmediatas supervisar las actividades realizadas y las gerencias capaces de influir y participar activamente para la consecución de nuestro objetivo general.

Término de la implementación del mantenimiento autónomo

Habiéndose implementado los seis pasos anteriores, para esta instancia los trabajadores son personas entrenadas y capaces de realizar mejoras.

Para asegurar la continuidad del mantenimiento autónomo, al igual que en la implementación de las 5S, se recomienda realizar charlas o capacitaciones entre todos los partícipes para evidenciar el avance de la implementación o resolver inquietudes.

4.1.3.3 Desarrollar un programa de mantenimiento planificado

Este paso se desarrolla mediante la asignación de tres niveles de mantenimiento:

Tabla 64. Niveles de mantenimiento

Mantenimiento	Frecuencia
Inspección autónoma	Semanal
Mantenimiento correctivo	Semanal
Mantenimiento preventivo	De acuerdo a kilometraje

Fuente: Elaboración propia

En la inspección autónoma, están listadas las actividades por sistema que el técnico mecánico debe inspeccionar y su frecuencia se estableció como semanal, de esta forma revisamos componentes críticos y evitamos potenciales fallas.

En los mantenimientos correctivos, se inspecciona lo que el conductor anotó en el documento de viaje (presentado en capítulos anteriores) al finalizar su recorrido, también revisado por los técnicos mecánicos.

El mantenimiento preventivo es el planificado según los kilometrajes recorridos e incluyen cambios de filtros y lubricantes o inspecciones de elementos que no están contemplados en la inspección autónoma.

Todas las inspecciones serán asignadas a una Orden de trabajo específica para mayor reconocimiento y atribución de repuestos.

Asimismo, todos los mantenimientos serán revisados por el supervisor de mantenimiento para otorgar la conformidad del mismo.

4.1.3.4 Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

En este paso se continúa incentivando la capacitación tanto a conductores, pertenecientes al área de operaciones, y a técnicos mecánicos, pertenecientes al área de mantenimiento.

Como observamos en pasos anteriores y en el mantenimiento autónomo, ambos son capaces de identificar averías en los camiones y diagnosticar los tipos de fallas según el sistema del vehículo.

De la inversión en el entrenamiento del personal se obtienen beneficios, pues tendremos trabajadores altamente capacitados e independientes.

Para continuar con el entrenamiento, se realizarán capacitaciones, en primer lugar para el área de mantenimiento, por parte del fabricante del vehículo en temas de marcas y modelos de los principales componentes del camión.

Tabla 66. Cronograma de capacitaciones a técnicos

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES			SEMANAS							
Tema	Capacitador	Dirigido a	1	2	3	4	5	6	7	8
Motor cummins ISX	Terceros	Área de mantenimiento								
Frenos de motor Jacobs	Terceros	Área de mantenimiento								
Embrague Fuller doble disco	Terceros	Área de mantenimiento								
Caja de cambios Fuller 18 velocidades	Terceros	Área de mantenimiento								
Ejes Meritor	Terceros	Área de mantenimiento								
Frenos Bendix	Terceros	Área de mantenimiento								
Sistema ABS	Terceros	Área de mantenimiento								
Dirección hidráulica TRW TAS	Terceros	Área de mantenimiento								
Sistema electrónico de vehículos	Terceros	Área de mantenimiento								
Quinta rueda Holland	Terceros	Área de mantenimiento								

Fuente: Elaboración propia

Para el área de operaciones, el fabricante también brindará las capacitaciones sobre temas de cabina:

Tabla 67. Cronograma de capacitaciones a conductores

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES			SEMANAS	
Tema	Capacitador	Dirigido a	1	2
Características técnicas y dimensiones	Terceros	Área de operaciones		
Símbolos de indicadores	Terceros	Área de operaciones		
Luces de advertencia	Terceros	Área de operaciones		
Cabina y dormitorio	Terceros	Área de operaciones		
Interior de cabina	Terceros	Área de operaciones		

Fuente: Elaboración propia

Estas capacitaciones serán útiles para ambas áreas pues contando con la presencia del fabricante, será posible resolver cualquier tipo de inquietud no solo por parte de los operadores y técnicos, sino también por las supervisiones y gerencias, quienes deben seguir evaluando y participando activamente en la implementación del mantenimiento, generando un ambiente de confianza y entusiasmo en sus trabajadores, como se vio en el paso seis del mantenimiento autónomo.

4.1.3.5 Gestión temprana de equipos

Este paso tiene como misión establecer un sistema de prevención del mantenimiento, y es aplicable en la instalación y arranque de un nuevo equipo ya que se realizan reparaciones en el periodo inicial.

Tiene como objetivo evitar cambios o modificaciones a los equipos después de instalados.

Vamos a traducir la gestión temprana en nuestros equipos al incluir un análisis de los lubricantes después del mantenimiento preventivo tipo D, pues es en este que se reponen los lubricantes:

- Cambio aceite de motor
- Cambio aceite caja de cambios
- Cambio aceite de dirección
- Cambio aceite de coronas

Las muestras serán enviadas a Lima y serán evaluadas por un laboratorio especializado.

El análisis de aceite halla la cantidad de partículas de los elementos presentes en el aceite.

Es muy probable que en el lubricante se encuentre materiales de desgaste.

Con este análisis se define la vida útil del lubricante, y también se puede hacer un estimado de estado del motor, además se evaluará el desempeño de la marca elegida, si este no es el óptimo se hará un nuevo análisis de proveedor para la reposición con una nueva marca de lubricante.

4.1.4 Fase IV: Consolidación

4.1.4.1 Consolidación del TPM y elevación de metas

En este paso final se perfecciona la implementación del TPM y cada área trabaja para mejorar los resultados. Es un periodo de estabilización donde debemos recordar que las actividades deben estandarizarse en el tiempo y no solo cumplirlas cuando estas fueron estipuladas.

Las gerencias deben asegurarse que todo su personal cumpla con los objetivos planteados, para esto, se realizará una auditoría interna al finalizar la implementación y así evaluar resultados.

Tabla 68. Plan de auditoría interna de implementación de TPM

FORMATO DE PLAN DE AUDITORÍA INTERNA			
UNIDAD A AUDITAR		FECHA INICIO	
IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO		FECHA FIN	
TOTAL TPM			
OBJETIVO DE LA AUDITORÍA			
Evaluar si la implementación de la metodología se ha cumplido de acuerdo a los requisitos descritos en cada una de sus etapas y que la totalidad de los miembros de los comités nombrados al inicio se encuentre capacitado sobre el tema			
EQUIPO AUDITOR			
APELLIDOS Y NOMBRES			
CARGO			
CÓDIGO			
Rivera Martín	Gerente General	GG	
Medina Diego	Gerente Mantenimiento	GM	
Silva Miguel	Gerente Operaciones	GO	
Paredes Francisco	Gerente Seguridad	GSS	
Chávez Óscar	Gerente Finanzas	GF	
Ramírez Ruth	Gerente Recursos Humanos	GRRHH	
Ruiz Fernando	Gerente Sistemas	GS	
PROCESO		AUDITADO	AUDITOR
Conformación de comités debidamente estructurados		Todas las áreas	GG
Establecimiento de objetivos y políticas		Todas las áreas	GG
Identificación de componentes críticos de los vehículos		Área mantto	GM
Implementación de las 5S		Todas las áreas	Gerencias correspondientes
Implementación mantenimiento autónomo		Áreas mantto, operaciones	GM Y GO
Implementación mantenimiento planificado		Área mantto	GM
Estandarización de actividades y elevación de metas		Todas las áreas	GG

Fuente: Elaboración propia

4.2 Obtención de la efectividad global de los equipos

Recordemos que uno de nuestros objetivos cuantitativos es incrementar el ratio de la efectividad global de los equipos, contando con la implementación del TPM procedemos al cálculo.

Para determinar el valor del ratio Efectividad Global luego de implementar la Propuesta se realizó nuevamente el cálculo de la disponibilidad de los tractocamiones, el rendimiento de los mismos y la calidad de los vehículos.

Al haber realizado un análisis de cada uno de los componentes de las fallas, obtenemos actividades de inspección y limpieza más específicos, cuya detección es más rápida y su aplicación influirá en la corrección de la falla.

A continuación, detallamos las actividades que se realizaban sin la implementación del TPM vs como se deben realizar con la propuesta.

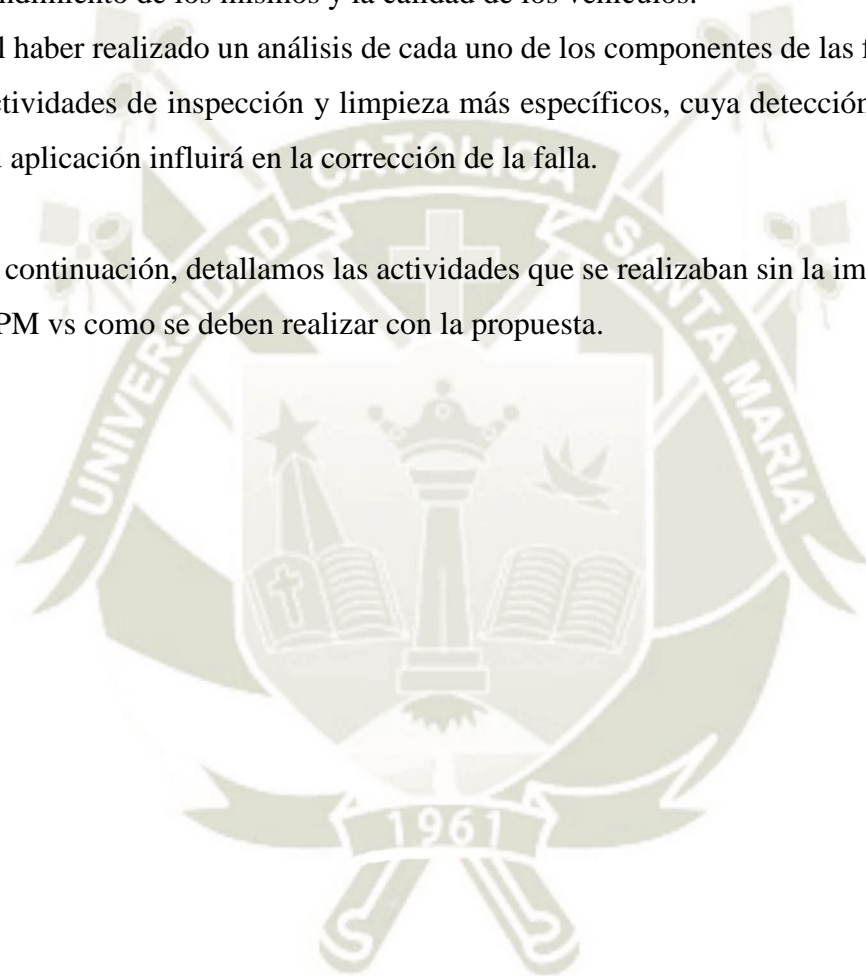


Tabla 69. Corrección de averías comparando actividades antes y después de la implementación

Unidad	Avería	CORRECCION AVERÍA	
		SIN TPM	CON TPM
1	Arranque ruidoso	Limpieza e inspección motor de arranque	Limpieza de bornes del motor
	Embrague ahorcado	Regular embrague	Inspección discos de embrague
	Tractocamión se inclina hacia adelante	Inspección muelles o ballestas	Engrase de gemelas de muelles
	Embrague ahorcado	Regular embrague	Inspección discos de embrague
	Los cambios son rígidos	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Pérdida de refrigerante	Inspección sistema de refrigeración	Inspección mecanismo limitador de presión de la tapa
	Pérdida de potencia en subidas	Inspección sistema de refrigeración y lubricación	Inspección fugas de aceite cárter e inspección junta de culata
2	Patinaje del embrague	Regular embrague	Inspección discos de embrague y soportes del pedal
	Funcionamiento irregular del motor	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	Motor limpiaparabrisas gira lento	Inspección funcionamiento motor limpiaparabrisas	Inspección bornes y conmutadores
	Dirección jala hacia un costado	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
	El volante vibra	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Sistema de suspensión blanda	Inspección general de amortiguadores	Inspección de casquillos de montaje amort.
	Dirección jala hacia un costado	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
	Desprendimiento de goma de neumático	Inspección presión de neumático	Inspección presión y cocada de neumático

Unidad	Avería	SIN TPM	CON TPM
3	Manómetro marca presión insuficiente	Inspección sistema de lubricación	Inspección cárter y varilla de nivel
	Los cambios son rígidos	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
	Funcionamiento irregular del motor	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	Válvula de desfogue no permite salida de vapores	Inspección sistema de combustible	Inspección tanque de combustible
	Los frenos se calientan	Inspección tambores y zapatas de freno	Inspección remaches y espesor de la faja
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
4	Sonidos en el servo de dirección	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Embrague ahorcado	Regular embrague	Inspección discos de embrague
	Dirección jala hacia un costado	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
	Cuando se gira el timón, este suena	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	El motor se sobrecalienta	Inspección sistema de refrigeración	Limpieza de paneles de radiador, inspección fugas termostato, tensar correas ventilador y bomba de agua
	Dirección dura	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
	Vibración de los frenos	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores

Unidad	Avería	SIN TPM	CON TPM
5	Fugas del turbocargador	Inspección abrazaderas de turbo	Inspección mangos y mangueras de intercooler
	Alternador no carga suficiente	Inspección correa alternador	Inspección correa, escobilla, puente, rotor de alternador
	Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	Inspección accesorios frenos de servicio	Lubricación de accesorios, revisión de presión de entrega
	Desgaste en neumáticos	Inspección presión de neumático	Inspección presión y cocada de neumático
	Quinta rueda tiene juego	Inspección juego de quinta rueda	Regular la quinta rueda a una distancia igual al 10% de la longitud entre el eje delantero y trasero, revisar mordazas
	Sistema de frenos entumecidos	Inspección accesorios frenos de servicio	Lubricación de accesorios, revisión de presión de entrega
	Las luces direccionales no funcionan	Inspección general de luces	Inspección pastilla de intermitentes
6	Luces se prenden y al acelerar se apagan	Inspección general de luces	Inspección bornes de batería
	Funcionamiento irregular del motor	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	Pérdida de refrigerante	Inspección sistema de refrigeración	Inspección mecanismo limitador de presión de la tapa
	Arranque ruidoso	Limpieza e inspección motor de arranque	Limpieza de bornes del motor
	Sonidos en el servo de dirección	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Transmisión ruidosa	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Embrague ahorcado	Regular embrague	Inspección discos de embrague

Unidad	Avería	SIN TPM	CON TPM
7	Problemas en pedal de embrague	Regular embrague	Inspección soportes del pedal y cable de embrague
	Las velocidades no entran	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Vibración de los frenos	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
	El motor silba	Inspección sistema de refrigeración y lubricación	Inspección fugas de aceite cárter e inspección junta de culata
	Motor ruidoso	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	Sistema de frenos entumecidos	Inspección accesorios frenos de servicio	Lubricación de accesorios, revisión de presión de entrega
8	El volante vibra	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	Inspección accesorios frenos de servicio	Lubricación de accesorios, revisión de presión de entrega
	Sistema de suspensión blanda	Inspección general de amortiguadores	Inspección de casquillos de montaje amort.
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
	Alternador no carga suficiente	Inspección correa alternador	Inspección correa, escobilla, puente, rotor de alternador
	Dirección jala hacia un costado	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
	Pérdida de potencia en subidas	Inspección sistema de refrigeración y lubricación	Inspección fugas de aceite cárter e inspección junta de culata

Unidad	Avería	SIN TPM	CON TPM
9	Sonidos en el servo de dirección	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Desgaste en neumáticos	Inspección presión de neumático	Inspección presión y cocada de neumático
	Dirección jala hacia un costado	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
	El motor silba	Inspección sistema de refrigeración y lubricación	Inspección fugas de aceite cárter e inspección junta de culata
	Patinaje del embrague	Regular embrague	Inspección discos de embrague y soportes del pedal
	Falta de revoluciones para arranque	Limpieza e inspección motor de arranque	Limpieza de bornes del motor
	Los frenos se calientan	Inspección tambores y zapatas de freno	Inspección remaches y espesor de la faja
10	El motor se sobrecalienta	Inspección sistema de refrigeración	Limpieza de paneles de radiador, inspección fugas termostato, tensar correas ventilador y bomba de agua
	Problemas en pedal de embrague	Regular embrague	Inspección soportes del pedal y cable de embrague
	Los cambios son rígidos	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Cuando se gira el timón, este suena	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Quinta rueda tiene juego	Inspección juego de quinta rueda	Regular la quinta rueda a una distancia igual al 10% de la longitud entre el eje delantero y trasero, revisar mordazas

Unidad	Avería	SIN TPM	CON TPM
11	Las velocidades no entran	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Fugas del turbocargador	Inspección abrazaderas de turbo	Inspección mangos y mangueras de intercooler
	El escape arroja humo negro	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	Vibración de los frenos	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
	Motor limpiaparabrisas gira lento	Inspección funcionamiento motor limpiaparabrisas	Inspección bornes y conmutadores
	Dirección dura	Inspección líquido de dirección	Inspección manguera de alta presión y juego en terminales
12	Los frenos chirrian	Inspección tambores y zapatas de freno	Inspección remaches y espesor de la faja
	Vibración de los frenos	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
	Arranque ruidoso	Limpieza e inspección motor de arranque	Limpieza de bornes del motor
	Manómetro marca presión insuficiente	Inspección sistema de lubricación	Inspección cárter y varilla de nivel
	Manómetro marca presión insuficiente	Inspección sistema de lubricación	Inspección cárter y varilla de nivel
13	Alternador no carga suficiente	Inspección correa alternador	Inspección correa, escobilla, puente, rotor de alternador
	Problemas en pedal de embrague	Regular embrague	Inspección soportes del pedal y cable de embrague
	Tractocamión se inclina hacia adelante	Inspección muelles o ballestas	Engrase de gemelas de muelles
	Funcionamiento irregular del motor	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	Las luces direccionales no funcionan	Inspección general de luces	Inspección pastilla de intermitentes

Unidad	Avería	SIN TPM	CON TPM
14	El motor silba	Inspección sistema de refrigeración y lubricación	Inspección fugas de aceite cárter e inspección junta de culata
	Las velocidades no entran	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Sistema de suspensión blanda	Inspección general de amortiguadores	Inspección de casquillos de montaje amort.
	El volante vibra	Inspección general del servo	Inspección extremos y cremallera de dirección
	Desgaste en neumáticos	Inspección presión de neumático	Inspección presión y cocada de neumático
	Problemas en pedal de embrague	Regular embrague	Inspección soportes del pedal y cable de embrague
15	El escape arroja humo negro	Inspección general sistema de alimentación	Inspección o cambio de filtros, inspección sistema de inyección
	El motor se sobrecalienta	Inspección sistema de refrigeración	Limpieza de paneles de radiador, inspección fugas termostato, tensar correas ventilador y bomba de agua
	Las velocidades no entran	Inspección caja y embrague	Tensar cable de embrague
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	Inspección tambores y zapatas de freno	Verificar el juego de los tambores
	Quinta rueda tiene juego	Inspección juego de quinta rueda	Regular la quinta rueda a una distancia igual al 10% de la longitud entre el eje delantero y trasero, revisar mordazas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Tiempos inoperativos, km sin recorrer y descargas inefectivas propuestos

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inoperatividad (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
1	Arranque ruidoso	20-Ene	22-Ene	23-Ene	8:00 a.m.	13	2	600	1
	Embrague ahorcado	16-Feb	18-Feb	19-Feb	10:00 a.m.	15	2	600	1
	Tractocamión se inclina hacia adelante	14-Abr	16-Abr	16-Abr	8:00 a.m.	0	0	0	0
	Los cambios son rígidos	26-May	28-May	28-May	2:00 p.m.	6	2	600	1
	Pérdida de refrigerante	9-Jun	11-Jun	12-Jun	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Pérdida de potencia en subidas	23-Jun	25-Jun	26-Jun	2:00 p.m.	19	4	1200	2
2	Patinaje del embrague	5-Ene	7-Ene	7-Ene	5:00 p.m.	9	2	600	1
	Funcionamiento irregular del motor	9-Feb	11-Feb	12-Feb	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Motor limpiaparabrisas gira lento	24-Feb	26-Feb	26-Feb	8:00 a.m.	0	0	0	0
	Dirección jala hacia un costado	9-Mar	11-Mar	12-Mar	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	El volante vibra	24-Mar	26-Mar	27-Mar	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Sistema de suspensión blanda	14-Abr	16-Abr	17-Abr	10:00 a.m.	15	2	600	1
	Desprendimiento de goma de neumático	29-Jun	1-Jul	1-Jul	12:00 p.m.	4	0	0	0

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inoperatividad (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
3	Manómetro marca presión insuficiente	27-Ene	29-Ene	30-Ene	10:00 a.m.	16	2	600	1
	Los cambios son rígidos	3-Feb	5-Feb	5-Feb	5:00 p.m.	9	2	600	1
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	10-Mar	12-Mar	13-Mar	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Funcionamiento irregular del motor	24-Mar	26-Mar	27-Mar	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Válvula de desfogue no permite salida de vapores	12-May	14-May	15-May	8:00 a.m.	14	2	600	1
	Los frenos se calientan	2-Jun	4-Jun	5-Jun	2:00 p.m.	19	4	1200	2
4	Sonidos en el servo de dirección	10-Feb	12-Feb	13-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Embrague ahorcado	23-Feb	25-Feb	25-Feb	3:00 p.m.	7	2	600	1
	Dirección jala hacia un costado	24-Mar	26-Mar	27-Mar	12:00 p.m.	17	2	600	1
	El motor se sobrecalienta	11-May	13-May	15-May	9:00 a.m.	14	4	1200	2
	Vibración de los frenos	15-Jun	17-Jun	18-Jun	10:00 a.m.	15	2	600	1
5	Fugas del turbocargador	27-Ene	29-Ene	30-Ene	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Alternador no carga suficiente	9-Feb	11-Feb	11-Feb	12:00 p.m.	4	0	0	0
	Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	9-Feb	11-Feb	12-Feb	8:00 a.m.	13	2	600	1
	Desgaste en neumáticos	24-Feb	26-Feb	26-Feb	12:00 p.m.	4	0	0	0
	Quinta rueda tiene juego	17-Mar	19-Mar	19-Mar	2:00 p.m.	6	2	600	1
	Las luces direccionales no funcionan	18-May	20-May	20-May	2:00 p.m.	6	2	600	1

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inoperatividad (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
6	Luces se prenden y al acelerar se apagan	13-Ene	15-Ene	15-Ene	3:00 p.m.	7	2	600	1
	Funcionamiento irregular del motor	27-Ene	29-Ene	30-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Pérdida de refrigerante	2-Mar	4-Mar	5-Mar	11:00 a.m.	16	2	600	1
	Arranque ruidoso	30-Mar	1-Abr	1-Abr	3:00 p.m.	7	2	600	1
	Sonidos en el servo de dirección	14-Abr	16-Abr	17-Abr	12:00 p.m.	17	2	600	1
	Transmisión ruidosa	12-May	14-May	14-May	5:00 p.m.	9	2	600	1
	Embrague ahorcado	26-May	28-May	28-May	2:00 p.m.	6	2	600	1
7	Problemas en pedal de embrague	6-Ene	8-Ene	8-Ene	5:00 p.m.	9	2	600	1
	Las velocidades no entran	20-Ene	22-Ene	23-Ene	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Vibración de los frenos	16-Feb	18-Feb	19-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	El motor silba	7-Abr	9-Abr	10-Abr	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Motor ruidoso	25-May	27-May	28-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Sistema de frenos entumecidos	23-Jun	25-Jun	26-Jun	10:00 a.m.	15	2	600	1
8	El volante vibra	20-Ene	22-Ene	23-Ene	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Cuando se frena el camión, se desvía hacia algún lado	16-Feb	18-Feb	19-Feb	12:00 p.m.	17	2	600	1
	Sistema de suspensión blanda	2-Mar	4-Mar	4-Mar	3:00 p.m.	7	2	600	1
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	24-Mar	26-Mar	27-Mar	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Alternador no carga suficiente	12-May	14-May	14-May	4:00 p.m.	8	4	1200	2
	Dirección jala hacia un costado	1-Jun	3-Jun	4-Jun	11:00 a.m.	16	2	600	1
	Pérdida de potencia en subidas	29-Jun	1-Jul	2-Jul	3:00 p.m.	20	4	1200	2

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inoperatividad (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
9	Sonidos en el servo de dirección	27-Ene	29-Ene	30-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Desgaste en neumáticos	3-Feb	5-Feb	5-Feb	1:00 p.m.	5	0	0	0
	Dirección jala hacia un costado	24-Feb	26-Feb	27-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	El motor silba	17-Mar	19-Mar	20-Mar	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Patinaje del embrague	28-Abr	30-Abr	1-May	9:00 a.m.	14	2	600	1
	Falta de revoluciones para arranque	5-May	7-May	8-May	8:00 a.m.	13	2	600	1
	Los frenos se calientan	26-May	28-May	29-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
10	El motor se sobrecalienta	19-Ene	21-Ene	22-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Problemas en pedal de embrague	16-Mar	18-Mar	19-Ene	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Los cambios son rígidos								
	Cuando se gira el timón, este suena	18-May	20-May	21-May	12:00 p.m.	17	2	600	1
	Quinta rueda tiene juego	9-Jun	11-Jun	11-Jun	10:00 a.m.	2	0	0	0
11	Las velocidades no entran	5-Ene	7-Ene	8-Ene	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Fugas del turbocargador	23-Feb	25-Feb	26-Feb	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	El escape arroja humo negro								
	Vibración de los frenos	7-Abr	9-Abr	10-Abr	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Motor limpiaparabrisas gira lento	28-Abr	30-Abr	30-Abr	2:00 p.m.	6	2	600	1
	Dirección dura	22-Jun	24-Jun	25-Jun	3:00 p.m.	20	4	1200	2

Unidad	Avería	Fecha ingreso taller	Fecha presunta de salida	Fecha real de salida	Hora real de salida	Tiempo inoperatividad (hrs)	Vueltas sin realizar	km sin recorrer	Descargas inefectivas
12	Los frenos chirrian	10-Feb	12-Feb	13-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Vibración de los frenos	17-Feb	19-Feb	20-Feb	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Arranque ruidoso	31-Mar	2-Abr	2-Abr	3:00 p.m.	7	2	600	1
	Manómetro marca presión insuficiente	14-Abr	16-Abr	17-Abr	2:00 p.m.	19	4	1200	2
13	Alternador no carga suficiente	12-Ene	14-Ene	14-Ene	5:00 p.m.	9	2	600	1
	Problemas en pedal de embrague	17-Feb	19-Feb	20-Feb	11:00 a.m.	16	2	600	1
	Tractocamión se inclina hacia adelante	3-Mar	5-Mar	6-Mar	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Funcionamiento irregular del motor	31-Mar	2-Abr	3-Abr	3:00 p.m.	20	4	1200	2
	Las luces direccionales no funcionan	28-Abr	30-Abr	30-Abr	2:00 p.m.	6	2	600	1
14	El motor silba	26-Ene	28-Ene	29-Ene	4:00 p.m.	21	4	1200	2
	Las velocidades no entran	24-Feb	26-Feb	27-Feb	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Sistema de suspensión blanda	6-Abr	8-Abr	9-Abr	8:00 a.m.	13	2	600	1
	El volante vibra	12-May	14-May	15-May	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Desgaste en neumáticos	19-May	21-May	21-May	12:00 p.m.	4	0	0	0
	Problemas en pedal de embrague	16-Jun	18-Jun	19-Jun	2:00 p.m.	19	4	1200	2
15	El escape arroja humo negro	6-Ene	8-Ene	9-Ene	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	El motor se sobrecalienta	20-Ene	22-Ene	23-Ene	5:00 p.m.	22	4	1200	2
	Las velocidades no entran	23-Mar	25-Mar	26-Mar	12:00 p.m.	17	2	600	1
	Los frenos suenan al comenzar el frenado	21-Abr	23-Abr	24-Abr	2:00 p.m.	19	4	1200	2
	Quinta rueda tiene juego	25-May	27-May	27-May	3:00 p.m.	7	2	600	1

Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad

Para hallar la disponibilidad, nuevamente calculamos las horas de disponibilidad de los camiones

Para hallar la disponibilidad, identificamos el tiempo medio entre fallas (MTBF),

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo de operación}}{\textit{Total de fallas}}$$

y luego identificamos el tiempo medio de reparación

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo inoperativo}}{\textit{Total de fallas}}$$

Con estos valores, hallamos la disponibilidad

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Tabla 71. Disponibilidad de las unidades

Unidad	Tiempo inoperación (hrs)	Tiempo de operación (hrs)	Tiempo disponible (hrs)	Total fallas	MTBF	MTTR	Dispon.
1	72	1410	1482	7	201.43	10.3	95.14%
2	88	1394	1482	8	174.25	11.0	94.06%
3	98	1384	1482	7	197.71	14.0	93.39%
4	72	1410	1482	7	201.43	10.3	95.14%
5	52	1430	1482	7	204.29	7.4	96.49%
6	82	1400	1482	7	200.00	11.7	94.47%
7	102	1380	1482	6	230.00	17.0	93.12%
8	106	1376	1482	7	196.57	15.1	92.85%
9	110	1372	1482	7	196.00	15.7	92.58%
10	58	1424	1482	5	284.80	11.6	96.09%
11	90	1392	1482	6	232.00	15.0	93.93%
12	65	1417	1482	5	283.40	13.0	95.61%
13	70	1412	1482	5	282.40	14.0	95.28%
14	95	1387	1482	6	231.17	15.8	93.59%
15	84	1398	1482	5	279.60	16.8	94.33%
Disponibilidad equipos							94.40%

Fuente: Elaboración propia

Reducción de interrupciones

El tiempo de interrupción corresponde al tiempo que la máquina no estuvo operando en condiciones óptimas, por lo que tomaremos los tiempos inoperativos:

%reducciónn interrupciones

$$= \frac{\text{Tiempo de inoperación actual} - \text{tiempo de inoperación propuesto}}{\text{Tiempo de inoperación actual}}$$

$$= \frac{2237 - 1244}{2237} \times 100 = 44.4\%$$

El tiempo inoperativo se redujo en 44.4%, equivalente a 993 horas.

El rendimiento

El rendimiento equivale a:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{kilómetros reales recorridos}}{\text{kilómetros estándar de recorrido}} \times 100$$

Tabla 72. Rendimiento de las unidades

Unidad	Km sin recorrer	Km recorridos	Km estándar de recorrido	Rendimiento
1	4200	40728	44928	90.65%
2	4800	40128	44928	89.32%
3	5400	39528	44928	87.98%
4	4200	40728	44928	90.65%
5	3000	41928	44928	93.32%
6	4800	40128	44928	89.32%
7	6000	38928	44928	86.65%
8	6600	38328	44928	85.31%
9	6000	38928	44928	86.65%
10	3000	41928	44928	93.32%
11	5400	39528	44928	87.98%
12	4200	40728	44928	90.65%
13	4200	40728	44928	90.65%
14	5400	39528	44928	87.98%
15	4800	40128	44928	89.32%
Rendimiento equipos				89.32%

Fuente: Elaboración propia

La calidad

Descargas inefectivas

$$\text{Calidad} = \frac{\# \text{ de descargas efectivas}}{\# \text{ de descargas estándar}}$$

Tabla 73. Calidad de la entrega

Unidad	Descarga inefectiva	Descargas completas	Descargas totales	Calidad
1	7	149	156	95.51%
2	8	148	156	94.87%
3	9	147	156	94.23%
4	7	149	156	95.51%
5	5	151	156	96.79%
6	8	148	156	94.87%
7	10	146	156	93.59%
8	11	145	156	92.95%
9	10	146	156	93.59%
10	5	151	156	96.79%
11	9	147	156	94.23%
12	7	149	156	95.51%
13	7	149	156	95.51%
14	9	147	156	94.23%
15	8	148	156	94.87%
Calidad equipos				94.87%

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los 3 ratios definidos, procedemos a hacer el cálculo de la efectividad total de los equipos.

Efectividad global de equipos (OEE)

= Disponibilidad x rendimiento x calidad

Efectividad global de equipos (OEE) = 94.4% x 89.32% x 94.87 % = 79.9%

Observamos un incremento de casi 13%, ubicándonos ya no en una posición regular, sino aceptable, y aún es posible ingresar en un entorno más competitivo.

Se debe seguir trabajando e invirtiendo recursos en el diagnóstico y detección de fallas, con continua capacitación a nuestros operadores, para así obtener progresivamente una

disponibilidad mayor de nuestros camiones y se encuentren cada vez más operativos. El OEE es un indicador idóneo y asociado al TPM, nuestra meta a futuro obviamente será incrementarlo hasta un nivel de competitividad máxima.

Como ya lo comentamos el TPM debe ser sostenible en el tiempo y sus actividades deben ser estandarizadas, si bien los principales participantes son las áreas de mantenimiento y operaciones, no olvidemos que las demás áreas cumplen un rol en la implementación.



5. CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA

Como mencionamos en el trabajo de investigación, la inoperatividad de los camiones es nuestro principal problema, por lo que las horas de indisponibilidad se traducen a viajes sin realizar, dejando de generar ingresos para el proyecto.

A continuación se detallan las pérdidas:



Tabla 74. Costos por inoperatividad actual

COSTOS INOPERATIVIDAD	TIPO DE CAMBIO	3.3					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
COSTO POR KM (\$)	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	
KM SIN RECORRER	22800	25200	17400	15600	24000	15000	
COSTO POR KM SIN RECORRER	\$3,420.00	\$3,780.00	\$2,610.00	\$2,340.00	\$3,600.00	\$2,250.00	\$18,000.00
TOTAL							S/59,400.00
HORAS INDISPONIBLES CONDUCTOR	407	471	322	299	455	283	
COSTO/HR	S/18.53	S/18.53	S/18.53	S/18.53	S/18.53	S/18.53	
COSTO POR HORA INDISPONIBLE CONDUCTOR	S/7,539.68	S/8,725.28	S/5,965.05	S/5,538.98	S/8,428.88	S/5,242.58	
TOTAL							S/41,440.43
TOTAL COSTOS POR INOPERATIVIDAD							S/100,840.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Costos por inoperatividad con propuesta del TPM

COSTOS INOPERATIVIDAD PROPUESTO							
	TIPO DE CAMBIO	3.3					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
COSTO POR KM (\$)	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	
KM SIN RECORRER	16800	13200	11400	10200	11400	9000	
COSTO POR KM SIN RECORRER	\$2,520.00	\$1,980.00	\$1,710.00	\$1,530.00	\$1,710.00	\$1,350.00	\$10,800.00
TOTAL							\$/35,640.00
HORAS INDISPONIBLES CONDUCTOR	283	249	199	170	175	168	
COSTO/HR	S/18.53	S/18.53	S/18.53	S/18.53	S/18.53	S/18.53	
COSTO POR HORA INDISPONIBLE CONDUCTOR	S/5,242.58	S/4,612.73	S/3,686.48	S/3,149.25	S/3,241.88	S/3,112.20	
TOTAL							S/23,045.10
TOTAL COSTOS POR INOPERATIVIDAD							S/58,685.10
COSTOS IMPLEMENTACION TPM							
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS					S/710.00		
CAPACITACIÓN DE FABRICANTES						S/6,000.00	
PRACTICANTE DE MTTO		S/850.00	S/850.00	S/850.00	S/850.00	S/850.00	
TOTAL	S/0.00	S/850.00	S/850.00	S/850.00	S/1,560.00	S/6,850.00	
TOTAL COSTOS IMPLEMENTACIÓN TPM							S/10,960.00
TOTAL INOPERATIVIDAD E IMPLEMENTACIÓN							S/69,645.10

Fuente: Elaboración propia

Hallamos el decremento de los costos,

$$\%Decremento = \frac{\text{Costos actuales} - \text{Costos propuestos}}{\text{Costos actuales}} \times 100$$

$$\%Decremento = \frac{100840.43 - 69645.10}{100840.43} \times 100$$

$$\%Decremento = \frac{31195.33}{100840.43} \times 100 = 31\%$$

Concluimos así que nuestros costos por no transportar el material en los turnos previstos se redujo en un 31%, equivalente a S/. 31195.33 en seis meses, y que irá reduciéndose más a medida que las actividades del TPM se estandaricen.

Indicador de utilización de vehículos

$$\%Utilización = \frac{\text{Costos actuales} - \text{Costos propuestos}}{\text{Costos actuales}} \times 100$$

$$\%Utilización = \frac{59400 - 35640}{59400} \times 100 = 40\%$$

Los costos de la inoperatividad de los vehículos se redujeron en 40%, equivalente a S/.23760

Indicador de utilización de conductores

$$\%Utilización = \frac{\text{Costos actuales} - \text{Costos propuestos}}{\text{Costos actuales}} \times 100$$

$$\%Utilización = \frac{41440 - 23045.1}{41440} \times 100 = 44\%$$

Los costos de la inoperatividad de los vehículos se redujeron en 44%, equivalente a S/.18395.33

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se propuso la metodología del mantenimiento productivo total con un total de doce pasos estipulados. Siguiendo esta metodología se pretendió incrementar la efectividad global de los equipos mediante actividades que competen a más áreas aparte de la de mantenimiento, y cuya estandarización garantiza la reducción de averías y fallos.

SEGUNDA: Se analizó la situación actual de la organización en la que se determinó que la operación se ve afectada por la inoperatividad de los tractocamiones, quienes en un periodo de estudio presentaron averías en sistemas críticos, y cuya reparación imposibilitó su salida en la fecha prevista, perdiendo así horas de operación, no cumpliendo con los recorridos o viajes estipulados, y finalmente no descargando la mercancía en las condiciones presumidas, obteniendo un ratio de disponibilidad de 89%, de rendimiento 82% y de calidad 91%, calculando una efectividad global de 67%, permisible pero con mejoras por implementar.

TERCERA: En la propuesta del mantenimiento productivo total y herramientas contamos con actividades imprescindibles como son el establecimiento de las disciplinas 5s, la inspección autónoma, perteneciente al mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado. Con esta propuesta, y en comparativa con la situación actual, se logró reducir el tiempo de inoperatividad de los camiones pues estos permanecen menos tiempo en reparación, obteniendo un ratio de disponibilidad de 94%, de rendimiento 89% y de calidad 94%, calculando una efectividad global de 79.9%, incrementando nuestra competitividad.

CUARTA: En la evaluación económica, se realizó una comparativa de las pérdidas en las que la empresa incurre al dejar de transportar el material versus la reducción de pérdidas implementando la metodología en un tiempo propuesto, ahorrando así un 31% al dejar de perder aproximadamente S/. 31195 en seis meses, y cuyo monto se reducirá más si se continúan las pautas ya implementadas.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda enérgicamente continuar con las actividades de estandarización del TPM, pues como lo mencionamos en el trabajo de investigación, si estas no son continuas en el tiempo, las principales causas de nuestra problemática no tardarán en surgir nuevamente. Se recomienda la participación activa de las gerencias, una vez realizado el plan de auditoría interna, ejecutarlo, para comprobar y corroborar si se implementó de forma concreta y adecuada el TPM.

SEGUNDA: Se sugiere continuar con la capacitación a los técnicos mecánicos y conductores, pues nuevas tecnologías o técnicas surgen, y ellos no deben permanecer fuera del alcance de estas si van a traducirse en un beneficio para el tractocamión. Del mismo modo, programar reuniones periódicas entre supervisores de mantenimiento, operación, y seguridad y medio ambiente.

TERCERA: Se recomienda la elevación de metas cada cierto periodo, pues al cumplir con las ya propuestas, se genera un ambiente de trabajo óptimo y con trabajadores capacitados y dispuestos a la mejora continua. Cumplir rigurosamente con el mantenimiento autónomo por parte de conductores y técnicos mecánicos.

CUARTA: Finalmente, se sugiere mantener la data actualizada de los kilómetros recorridos, y el costo del mismo, para identificar ingresos o ahorros económicos en periodos de tiempo definidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonzo, H. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE(Efectividad global del equipo). *Contribuciones a la economía*.
- APTEAN. (2012). Las seis grandes pérdidas: Una nueva aproximación a viejos problemas en la industria de proceso.
- Autec. (2019). Características técnicas Kenworth T-800. Ecuador.
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Cavalcanti, M. (2006). Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Lima, Lima, Perú.
- Correa, A., & Gómez, R. (2009). Cadena de suministro en el sector minero como estrategia para su productividad. *Boletín Ciencias de la Tierra*, 93-102.
- Cuatrecasas, L. (2012). Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Madrid: Díaz de Santos.
- Cuatrecasas, L., & Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial.
- Decreto Supremo 021-2008-MTC. (10 de Junio de 2008). *Decreto Supremo 021-2008-MTC*. Lima, Lima, Perú: Diario el Peruano.
- DECRETO SUPREMO N° 007-2016-MTC. (23 de Junio de 2016). Lima, Lima, Perú.
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon, J. (2000). *Sistemas de mantenimiento, planeamiento y control*. Nueva York : Limusa Weley .
- García, G. (2018). Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (tpm). Lima, Lima, Perú.
- García, J. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia*, 129-140.
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos.
- García, S. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial: Procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos.
- Gómez, C. (2001). *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Las Canarias: Editex.
- Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia: Universidad de Murcia.

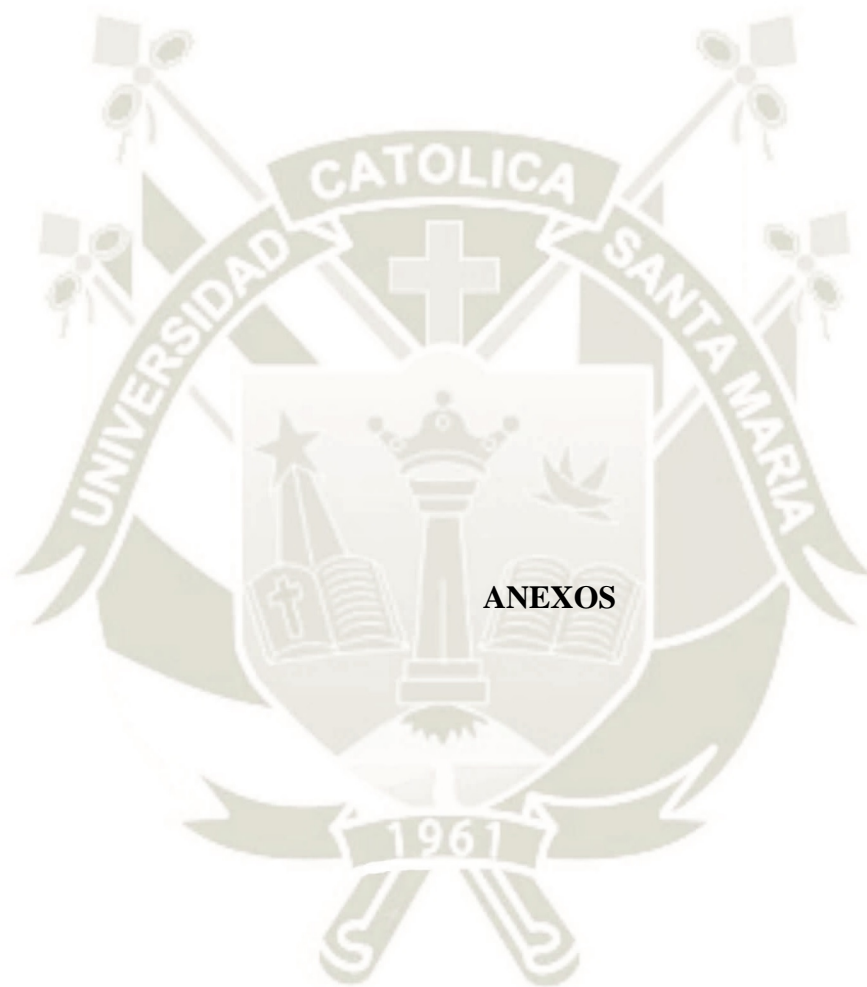
- González, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Grima, P., & Tort-Martorell, J. (1995). *Técnicas para la gestión de la calidad*. Madrid: Díaz de Santos .
- Lefcovich, M. (2004). *Ilustrados*. Obtenido de www.ilustrados.com/.../Mantenimiento-Productivo-Total-paso-hacia-excelencia.html
- Mantilla, D., & Pereyra, S. (2018). Propuesta de implementación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la empresa Servicios Industriales Aybar. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Manufactura, I. (2018). *ING Manufactura*. Obtenido de <http://www.ingmanufactura.com/index.php/nosotros/5-s>
- Martin, D. (2009). *Renovetec*. Obtenido de Mantenimiento Correctivo Organización y gestión de la reparación de averías: <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- Mecánica vehículos pesados Manual de enseñanza programada*. (2003). Madrid: Pons.
- Miranda, L. (2006). *Seis Sigma guía para principiantes*. México D.F.: Panorama.
- Motored. (2019). Ficha Técnica Kenworth T-800. Lima, Perú.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Leicester: Industrial Press Inc.
- NTP 399.015. (25 de Setiembre de 2014). Lima, Lima, Perú.
- Pérez, R. (27 de mayo de 2011). *Action Group*. Obtenido de Action Group: <http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimiento-productivo-total-hoy/>
- Pertuz, A. (s.f.). *SlidePlayer*. Obtenido de Universidad Industrial de Santander: <https://slideplayer.es/slide/13432266/>
- Rey, F. (2001). *Manual de mantenimiento integral en la empresa*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Rey, F. (2002). *El automantenimiento en la empresa: etapas y experiencias para su implantación*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Ricaldi, M. (2013). Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento. Lima, Lima, Perú.
- Romero, Á. (03 de 11 de 2015). *Aar Management*. Obtenido de <http://www.angelantonioromero.com/el-tpm-o-mantenimiento-productivo-total/>
- Sánchez, D. (2015). *Relación de las intervenciones necesarias para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el entorno de edificios y con fines especiales*. Elearning S.L.

Superintendencia de transporte terrestre de personas, c. y. (Mayo de 2017). *Reglamento nacional de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos-MATPEL*.
Obtenido de http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2017/05/BASE-DATOS-TABLAS-REGLAMENTOS_revfinalMATPEL.pdf

Superintendencia de transporte terrestre de personas, carga y mercancías. (2019).
Obtenido de <http://www.sutran.gob.pe/materiales-peligrosos/>

Tiba Group. (28 de Julio de 2014). Obtenido de
<https://www.tibagroup.com/mx/clasificacion-imo-como-identificar-una-mercancia-peligrosa>





Anexo 1.

Tabla 76. Matriz de evaluación de significancia de aspectos ambientales

Matriz de evaluación de significancia de aspectos ambientales														Código: EAA-OPE-001		
														Versión: 01		
														Página: 1 de 3		
Gerencia				Logística y contratos										Evaluador	Cargo	
Área				Operaciones												
Proceso	Subproceso	Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Condición de funcionamiento			Valoración de significancia							Nivel de significancia	Medida de control
					Normal	Anormal	Emergencia	Peligrosidad	Alcance	Incidencia en el medio	Requisitos legales	Exigencia/presentación	Frecuencia	Total		
Operaciones	Ejecución	Transporte de material corrosivo	Generación de residuos por derrame de material peligroso: tierra contaminada, EPPs contaminados	Contaminación del suelo			X	20	20	5	5	5	5	80	Alto	Capacitación plan de contingencia y manejo de residuos peligrosos, implementación kits de emergencia
Operaciones	Ejecución	Transporte de material corrosivo	Potencial derrame de Acido corrosivo en el transporte por carretera	Contaminación del suelo			X	20	20	10	5	20	5	100	Alto	Capacitación plan de contingencia y manejo de residuos peligrosos, implementación kits de emergencia, capacitación manejo defensivo

Matriz de evaluación de significancia de aspectos ambientales			Código: EAA-OPE-001	
			Versión: 01	
			Página: 2 de 3	
Gerencia	Logística y contratos		Evaluador	Cargo
Área	Operaciones			

Proceso	Subproceso	Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Condición de funcionamiento			Valoración de significancia							Nivel de significancia	Medida de control
					Normal	Anormal	Emergencia	Peligrosidad	Alcance	Incidencia en el medio	Requisitos legales	Exigencia/presentación	Frecuencia	Total		
Operaciones	Ejecución	Transporte de material corrosivo	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire	X			5	20	10	5	10	20	75	Alto	Mantenimientos preventivos, actualización de inspecciones técnicas vehiculares
Operaciones	Ejecución	Transporte de material corrosivo	Emisión de gases por potencial incendio por colisión	Contaminación del aire			X	10	20	10	5	20	5	80	Alto	Capacitación plan de contingencia y manejo de residuos peligrosos, implementación kits de emergencia, capacitación manejo defensivo

Matriz de evaluación de significancia de aspectos ambientales			Código: EAA-OPE-001	
			Versión: 01	
			Página: 3 de 3	
Gerencia	Logística y contratos		Evaluador	Cargo
Área	Operaciones			

Proceso	Subproceso	Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Condición de funcionamiento			Valoración de significancia							Nivel de significancia	Medida de control
					Normal	Anormal	Emergencia	Peligrosidad	Alcance	Incidencia en el medio	Requisitos legales	Exigencia/presentación	Frecuencia	Total		
Operaciones	Ejecución	Transporte de material corrosivo	Potencial derrame de lubricante	Contaminación del suelo			X	10	20	10	5	10	5	70	Moderado	Capacitación plan de contingencia y manejo de residuos peligrosos, implementación kits de emergencia, capacitación manejo defensivo
Operaciones	Ejecución	Transporte de material corrosivo	Generación de ruido	Contaminación acústica	X			5	20	5	5	10	20	70	Moderado	Mantenimientos preventivos, actualización de inspecciones técnicas vehiculares
Operaciones	Complementos	Limpieza de unidades	Generación de aguas residuales	Contaminación de agua	X			5	5	10	5	5	20	55	Moderado	Evaluación a los proveedores e inspección de las instalaciones de los lavaderos

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.

Tabla 77. Listado de codificación de materiales

Material	Código
Grasa retinax chasis SKF	00LUB005
Aceite de motor 15W40	00LUB010
Aceite de caja de cambios	00LUB015
Aceite para corona SPIRAX	00LUB020
Aceite de transmisión CF4 50	00LUB025
Abrazadera de silenciador	00REMOT005
Manguera de intercooler	00REMOT010
Jebe soporte tanque de combustible	00REMOT015
Sensor nivel de combustible - tipo boya	00REMOT020
Refrigerante	00REMOT025
Hidrolina para la dirección - por galón	00REMOT030
Kit de reparación - solo gomas - fan clutch	00REMOT035
Kit de pines y bujes de la dirección	00REDYS005
Barra corta de dirección	00REDYS010
Rotula / terminal de dirección - derecho	00REDYS015
Rotula / terminal de dirección - izquierdo	00REDYS020
Amortiguador de cabina	00REDYS025
Bujes - barras templadoras de suspensión	00REDYS030
Buje con forro plastico suspension 17182-01	00REDYS035
Valvula para eje rebatible 5 vias 10376	00REDYS040
Valvula para eje rebatible 3 vias 10602	00REDYS045
Volanda de buje de brazo suspension grilon	00REDYS050
Amortiguador suspension ta2700-300u	00REDYS055
Bolsa de aire para suspensión ta300u	00REDYS060
Faja Freno 4707 STD	00REFRE005
Pastilla p/zapata Pagid 4707 tracto 16.5 x5"x 7"	00REFRE010
Reten de eje de levas - corona	00REFRE015
Bocinas eje de levas - corona	00REFRE020
Kit de resortes de freno	00REFRE025
Reten de eje de leva freno "s"	00REFRE030
Reten de eje de leva de freno	00REFRE035
Resorte faja de freno carreta	00REFRE040
Regulador de freno de 10 estrias rachi	00REFRE045
Buje bocina porta zapata	00REFRE050

Rodillo portazapata cisterna	00REFRE055
Valvula proteccion de freno wc 10100	00REFRE060
Crucetas de cardan pequeña - 4 tapas	00RETR005
Correa de alternador	00REELE005
Faro neblinero 450	00REELE010
Plumilla limpiaparabrisas BOSCH	00REELE015
Mica lateral de ruta	00REELE020
Faro stop sellado semiremolque	00REELE025
Enchufe plush grande	00REELE030
Empaque de tapa de cubo	00RENEU005
Tapa de cubo de rueda	00RENEU010
Reten interior rueda posterior	00RENEU015
Llave de bola 3/4" inox	00REDES005
Tapa tanque de agua caño	00REDES010
Oring tapa de descarga acido 4" etileno-propil	00REDES015
Cinta teflon para tapa de acido 3/4" x 1/4" x 5mt	00REDES020
Acople rapido inoxidable 633-a 4"	00REDES025
Tapa de acople rapido de inox mod 634-b 4"	00REDES030
Llave de paso de bola inox 1/82"	00REDES035
Empaque de tapa de Manhole	00REDES040
Soporte de escarpin	00RECAB005
Soporte gancho de capot	00RECAB010
Tuerca 3/8" G-5 NC	00RECON005
Tuerca 1/4" G-2 HC	00RECON010
Tuerca 5/16" G-5 NF	00RECON015
Tuerca 5/8" G-8	00RECON020
Perno 1/4" x 1" G-2 HC	00RECON025
Perno 3/8 x 1 1/2" G-2 HC	00RECON030
Perno 3/8 x 2" G-8	00RECON035
Perno 5/16" x 1" G-2 HC	00RECON040
Perno 3/8" 3" g-2 unc kit accesorios	00RECON045
Perno 5/8" x 2" G-8 kit	00RECON050
Perno rosca corta 3/4" x 3 1/2" G-8 HC	00RECON055
Volanda plana 5/8 G-8	00RECON060
Volanda plana 5/16"	00RECON065
Volanda plana 3/8"	00RECON070
Volanda de presion 5/8.	00RECON075
Conector para manguera 1/2"	00RECON080
Conector recto 3/8 NPT a 3/8 PMT	00RECON085

Pasador de rueda 1/8 x 2"	00RECON090
Pasador de rueda 5/32 x 3 "	00RECON095
Oring´s - solenoide freno motor	00RECON100
Oring´s superior	00RECON105
Oring´s sello inferior	00RECON110
Oring tapa de carga de acido 8" etileno-propil	00RECON115
Grasera 1/4" x 45	00RECON120
Abrazadera de manguera 1"	00RECON125
Terminal macho aislado compresión 14-16 awg	00RECON130
Codo roscado de tapa acido 1/2"	00RECON135
Manguera sinflex 3/8"	00RECON140
Filtro de petróleo	00FL005
Filtro de aceite de motor	00FL010
Filtro separador de agua	00FL015
Filtro de refrigerante	00FL020
Filtro de aceite de corona	00FL025
Filtro secador de aire	00FL030
Filtro de aire primario	00FL035
Filtro de hidrolina de dirección	00FL040
Filtro sedaso de combustible - grande	00FL045
Filtro para polvos tolvas	00FL050
Amarracable	00MV005
Trapo industrial	00MV010
Cinta reflectiva bicolor	00MV015
Soldadura cellocord 1/8 E-6011	00MV020
Soldadura supercito 1/8 E7018	00MV025
Disco esmeril de 4 1/2 "	00MV030
Lijar de agua n° 80	00MV035
Silicona permatec formador empaques rtv	00MV040
Cinta teflon de 1/2	00MV045
Loctite 3463- Hysol Metal Magic Steel	00MV050
Detector de fisuras	00MV055

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3.**Normativa aplicada al transporte de mercancía peligrosa****REGLAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DE
MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS**

La superintendencia de transporte terrestre de personas, carga y mercancías puso a disposición la normativa que regula el transporte de las nueve clases de materiales peligrosos, incluimos alguno de esos artículos

Artículo 3.- Del alcance

1. Se encuentra comprendido en el presente reglamento el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos no nacionalizados en tránsito por el territorio nacional o entre recintos aduaneros, cualquiera fuere el régimen u operación aduanera al que se acojan o vayan a acogerse.

Las obligaciones que deben cumplir los transportistas son las siguientes:

Artículo 55.-El transportista de materiales y/ o residuos peligrosos deberá:

1. Elaborar la guía de remisión - transportista conforme a las normas emitidas por la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria - SUNAT, la que deberá referir y anexar la guía de remisión - remitente que señala el numeral 1 del artículo precedente.
2. Colocar, en sus vehículos y unidades de carga, los rótulos y la señalización que indica el presente reglamento.
3. Asegurarse que la documentación para el transporte exigida por el presente reglamento se encuentre a bordo, en la cabina del vehículo.
4. Dotar y asegurarse que el equipamiento necesario para las situaciones de emergencia, señaladas en la hoja resumen de seguridad, se encuentre a bordo del vehículo y en buenas condiciones de funcionamiento.
5. Brindar el apoyo técnico y la información complementaria que le fueran solicitados por las autoridades competentes en caso de emergencia.
6. Realizar, cuando le corresponda, las maniobras de carga, estiba y descarga exclusivamente con personal capacitado que cuente con el equipo de protección adecuado a la labor que desempeña.

7. Rechazar los materiales y/o residuos peligrosos, cuyo embalaje/envasado, etiquetado o rotulado no corresponda a lo declarado por el remitente; así mismo, deberá rechazar aquellos bultos o envases que tengan signos de pérdida del material y/o residuo peligroso.

8. Realizar el mantenimiento preventivo a sus vehículos y unidades de carga.

9. Realizar la descontaminación de sus vehículos y unidades de carga conforme a lo señalado en el presente reglamento.

10. Utilizar en la conducción de sus vehículos que transporten materiales y residuos peligrosos, conductores que cuenten con la licencia de conducir que corresponda a la categoría del vehículo que conducen y la licencia de conducir de categoría especial que señala el presente reglamento. Dichos conductores deberán estar registrados en el libro de planillas del transportista, llevado conforme a las disposiciones legales vigentes.

Artículo 60.- Del acondicionamiento de los materiales y/o residuos peligrosos en el vehículo o unidad de carga

1. Los materiales y/o residuos peligrosos deberán ser acondicionados de tal manera, que se minimicen los riesgos durante su carga, transporte y descarga, conforme a lo señalado en el Libro Naranja de las Naciones Unidas.

2. Durante las actividades de carga, transporte, descarga, trasbordo y descontaminación, los vehículos y unidades de carga; así como los respectivos equipos, se deberá portar los rótulos de riesgos y paneles de seguridad identificadores del material y/o residuo peligroso, de acuerdo con lo dispuesto en el presente reglamento

Artículo 65.- De las disposiciones específicas de seguridad en el transporte En el transporte de materiales y/o residuos peligrosos se debe cumplir con las siguientes medidas de seguridad:

1. Está prohibido cargar y transportar materiales y/o residuos peligrosos, conjuntamente con alimentos, medicamentos u objetos destinados al uso humano y/o animal.

2. Está prohibido el transporte de materiales y/o residuos peligrosos incompatibles, salvo que se adopten las disposiciones que señala el Libro Naranja de las Naciones Unidas.

3. Está prohibido abrir los envases y embalajes, entre los puntos de origen y destino, excepto:

a) En caso de accidente, aplicándose las instrucciones del plan de contingencia o;

b) Cuando bajo su responsabilidad, la autoridad competente presume la comisión de un delito. En ambos casos, se pondrá en conocimiento del tal hecho al remitente y/o destinatario de los materiales y/o residuos peligrosos.

4. Está prohibido el transporte de materiales y/o residuos peligrosos en vehículos destinados al transporte público de pasajeros.

Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI

El Instituto Nacional de Defensa Civil tiene la función de brindar apoyo en la atención de emergencia proporcionando apoyo inmediato a la población afectada por desastres generados durante la operación de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos.

INDECI también colabora al realizar asesoramiento a personal de la SUTRAN sobre temas de índole de seguridad, tales como simulacros, etc.

Ministerio del ambiente-MINAM

El MINAM junto con el ministerio de transportes MTC, están encargado de:

Coordinar y ejecutar acciones en materia de seguridad y salud de las personas, así como protección del ambiente y la propiedad en el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos, con los otros sectores competentes, gobiernos regionales y municipalidades.

Verificar el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias como una acción preventiva y de protección de las personas, de la propiedad y el ambiente.

Propiciar el desarrollo de la operación de transporte conforme a las normas establecidas a fin de evitar riesgos y daños a las personas, propiedad o ambiente.

Fuente: (Decreto Supremo 021-2008-MTC, 2008)

Anexo 4

Tabla 78. Infracciones y sanciones de acuerdo al reglamento nacional de transporte de materiales y residuos peligrosos

Infracción	Sanción	Gravedad
Conductor		
Iniciar el transporte cuando el vehículo de carga presente defectos para una operación de transporte segura	Suspensión de la Licencia de Conducir por 3 meses	Grave
No aplicar el plan de contingencia , en caso de emergencia	Suspensión de la Licencia de Conducir por 6 meses	Grave
No interrumpir el viaje cuando verifique fugas de los materiales o residuos peligrosos o cuando reconozca desperfectos mecánicos	Suspensión de la Licencia de Conducir por 6 meses	Grave
Transportista		
Realizar la operación de transporte en vehículos y unidades de carga sin los rótulos y la señalización que indica el presente reglamento.	1 UIT	Grave
Realizar el transporte de materiales y/o residuos peligrosos con vehículos y/o unidades de carga no habilitados.	2 UIT	Grave
No dotar ni asegurarse que el equipamiento necesario para las situaciones de emergencia, señaladas en la hoja resumen de seguridad, se encuentre en condiciones de funcionamiento y a bordo del vehículo	1 UIT	Grave
Transportar materiales y/o residuos peligrosos, cuyo embalaje / envasado, etiquetado o rotulado no corresponda a lo declarado por el remitente	3 UIT	Grave
No aplicar lo previsto en el Plan de Contingencia en caso de accidente.	2 UIT	Grave

Realizar el trasbordo y/o trasiego en circunstancias distintas a una emergencia.	2 UIT	Grave
No acondicionar los materiales y/o residuos peligrosos conforme a lo señalado en el Libro Naranja de las Naciones Unidas.	1 UIT	Grave
Realizar transporte de materiales y/o residuos peligrosos con vehículos y unidades de carga habilitados, sin contar con la revisión técnica vigente, después de un accidente que haya afectado su estructura o equipamiento adherido.	3 UIT	Grave
1 Unidad impositiva tributaria = S/. 4200		

Fuente: (Superintendencia de transporte terrestre de personas, 2017)

