

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORA EN LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO Y  
MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA  
RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTES  
DE CARGA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Br. José Luis Arquero Bacilio

Asesor:

Mg. Enrique Martin Avendaño Delgado

Trujillo - Perú

2019



## DEDICATORIA

*A nuestro Padre Celestial por estar conmigo en cada paso que doy y darme la oportunidad de realizar y cumplir una meta más en mi vida.*

*A mis padres, por su paciencia, cariño y su apoyo incondicional que siempre me han brindado, por demostrarme que ante las adversidades siempre salimos adelante.*

## AGRADECIMIENTO

*A nuestro Padre Celestial, por permitirme  
terminar mi carrera.*

*A mis padres, por los sacrificios que hicieron de  
darme una educación digna e impulsarme a ser  
profesional con responsabilidad y disciplina.*

*A mis profesores y compañeros, que me  
brindaron sus conocimientos necesarios para  
concluir con éxito mi formación profesional*

*A mi asesor Enrique Avendaño, por haberme  
asesorado y brindado el apoyo necesario para la  
culminación de mi tesis.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.1.1. Problema de investigación.....	1
1.1.2. Antecedentes.....	4
1.1.3. Base teórica.....	7
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general.....	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.4. Hipótesis.....	12
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	13
2.1. Tipo de investigación.....	13
2.1.1. Por la orientación.....	13
2.1.2. Por el diseño.....	13
2.2. Operacionalización de variables.....	14
2.3. Técnicas y herramientas.....	15
2.4. Métodos de análisis de datos.....	16
2.5. Aspectos éticos.....	16
2.5.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa.....	16
2.5.1.1. Generalidades de la empresa.....	16
2.5.1.2. Diagnóstico del área problemática.....	18
2.5.1.3. Priorización de causas raíces.....	29
2.5.1.4. Identificación de indicadores.....	30
2.5.2. Solución propuesta.....	31
2.5.2.1. Descripción de causas raíces.....	31
2.5.2.2. Monetización de pérdidas.....	32
2.5.2.3. Solución propuesta.....	33
2.5.3. Evaluación económica y financiera.....	47
2.5.3.1. Inversión propuesta.....	47
2.5.3.2. Flujo de caja proyectado.....	48
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....	49
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	14
Tabla 2. Técnicas y herramientas .....	15
Tabla 3. Restricciones para simulación de Montecarlo.....	20
Tabla 4. Simulación de llegada y atención .....	20
Tabla 5. Resumen .....	22
Tabla 6. Lista de unidades que presentaros problemas tras revisión en el taller.....	24
Tabla 7. Estructura de costo de un flete promedio .....	25
Tabla 8. Disminución de viajes perdidos con mantenimiento predictivo.....	28
Tabla 9. Pareto de la problemática. ....	29
Tabla 10. Matriz de indicadores de gestión de mantenimiento. ....	30
Tabla 11. Descripción de las causas raíces.....	31
Tabla 12. Monetización de causas raíces .....	32
Tabla 13. Solución propuesta .....	33
Tabla 14. Criterios para evaluación de proveedores.....	34
Tabla 15. Factores de calificación y puntajes.....	34
Tabla 16. Resultado de la evaluación .....	35
Tabla 17. Registro de fallas 2018 .....	39
Tabla 18. Cálculo de costo de mantenimiento predictivo .....	43
Tabla 19. Cálculo de la frecuencia de inspecciones de mantenimiento predictivo .....	44
Tabla 20. Resultados de simulación de pérdidas .....	45
Tabla 21. Inversión en herramientas de mejora.....	47
Tabla 22. Flujo de caja del proyecto de mejora.....	48
Tabla 23. Estado de resultados 2018 vs mejorado .....	49
Tabla 24. Eficiencia Operacional 2018 vs Propuesta .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ruta Trujillo - Alto Chicama</i> .....	3
<i>Figura 2. Organigrama de la empresa</i> .....	17
<i>Figura 3. Diagrama Causa Efecto de la problemática</i> .....	18
<i>Figura 4. Unidades vehiculares</i> .....	19
<i>Figura 5. Mapa de valor actual</i> .....	23
<i>Figura 6. Mapa de valor futuro</i> .....	27
<i>Figura 7. Pareto</i> .....	29
<i>Figura 8. Estatus de los proveedores</i> .....	36
<i>Figura 9. Pareto de tiempos de causas de unidades de reparación</i> .....	39
<i>Figura 10. Vibrómetro</i> .....	41
<i>Figura 11. Fisurómetro PCE</i> .....	42
<i>Figura 12. Viscosímetro</i> .....	42
<i>Figura 13. Remuneraciones vs lucro cesante</i> .....	46
<i>Figura 14. Reducción de pérdida por falta de mantenimiento preventivo</i> .....	50
<i>Figura 15. Reducción de pérdida por deficiente gestión de abastecimiento</i> .....	51
<i>Figura 16. Reducción de pérdida por proveedores deficientes</i> .....	51

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de disponibilidad.....	19
Ecuación 2. Tasa de calidad .....	24
Ecuación 3. Consumo estándar de combustible .....	26
Ecuación 4. Índice de Rendimiento .....	26
Ecuación 5. Cálculo de OEE .....	26
Ecuación 6. Intervalo entre inspecciones predictivas .....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Unidades remolque .....	57
Anexo 2. Unidades semi remolque.....	58
Anexo 3. Base de datos de camiones que llegan para mantenimiento .....	59
Anexo 4. Evaluación de los proveedores. ....	60
Anexo 5. Simulación de viajes frustrados con 1 mecánico .....	63
Anexo 6. Simulación de viajes frustrados con 2 mecánicos.....	63
Anexo 7. Simulación de viajes frustrados con 3 mecánicos.....	64
Anexo 8. Simulación de viajes frustrados con 4 mecánicos.....	64
Anexo 9. Simulación de viajes frustrados con 5 mecánicos.....	65
Anexo 10. Consumo mensual de repuestos para camiones Freightliner en 2018 .....	66
Anexo 11. Consumo mensual de repuestos para camiones Volvo en 2018 .....	67
Anexo 12. Consumo mensual de suministros genéricos para camiones en 2018.....	68
Anexo 13. Costo de mantenimiento del almacén. ....	69
Anexo 14. Costo de generar una Orden de Compra. ....	69
Anexo 15. Viajes perdidos en el año 2018. ....	70

## RESUMEN

En primera instancia se realizó un diagnóstico general de la situación actual de la empresa. Para la presente tesis, se seleccionó el área de mantenimiento al ser la que más influencia en los costos operativos. Se determinó que las causas que mayor impacto tenían eran la presencia de proveedores deficientes, la deficiente gestión de abastecimiento y la falta de mantenimiento predictivo. El año pasado estas causas generaron una pérdida de S/ 169,918.

El objetivo principal es la reducción de costos operativos de una empresa de transportes de carga, mediante un diseño de investigación descriptiva y la implementación de metodologías y herramientas de la ingeniería como homologación de proveedores, ABC, método EOQ, simulación, mantenimiento predictivo, que fueron evaluadas económica y financieramente. El VAN del proyecto es de S/18,405 y el TIR 64.24%, al ser el VAN positivo y el TIR es superior que la tasa impositiva del Banco de Crédito del Perú, se puede decir que esta propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los camiones que operaran en el Alto Chicama, es viable.

Finalmente, con la información recolectada a través del diagnóstico, se presenta un análisis de resultados con datos cuantitativos para corroborar el logro del objetivo planteado. La rentabilidad de la empresa aumenta en 2% entre el periodo 2018 y el presente.

**Palabras clave:** mantenimiento, rentabilidad, transportes, simulación

## ABSTRACT

In the first instance a general diagnosis of the current situation of the company was made. For this thesis, you can select the maintenance area to be the most contributing in operative costs. It was determined that the causes that had the greatest impact were the presence of poor suppliers, poor supply management and the lack of predictive maintenance. Last year, a loss of S / 169,918 originated.

The main objective is the reduction of operating costs of a freight transport company, through a descriptive research design and the implementation of engineering methodologies and tools such as supplier approval, ABC, EOQ method, simulation, predictive maintenance, which were evaluated economically and financially. The NPV of the project is S / 20.406 and the IRR 64.235%, being the NPV positive and the IRR is higher than the tax rate of the Credit Bank of Peru, it can be said that this proposal for improvement in the management of maintenance of the trucks that will operate in Alto Chicama, is viable.

Thus, it has been determined the implementation of engineering methodologies and tools such as homologation of suppliers, ABC, EOQ method, simulation, predictive maintenance, which have been evaluated economically and financially.

Finally, with the information collected through the diagnosis, an analysis of results with quantitative data is presented to corroborate the achievement of the proposed objective. The profitability of the company increases by 2% between the period 2018 and the present.

**Keywords:** maintenance, profitability, transports, simulation

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

#### 1.1.1. Problema de investigación.

Como afirma Ballester (2002), la tendencia actual en el mantenimiento integral se orienta a reducir al mínimo el mantenimiento correctivo, optimizar el sistemático y potenciar el predictivo.

La falta de mantenimiento o el mantenimiento deficiente pueden acarrear distintas consecuencias negativas.

Diversos autores destacan entre estas consecuencias al alto riesgo de sufrir un accidente vehicular, luego de pasar por alto una avería o no atenderla de manera adecuada.

Además, el deficiente mantenimiento puede ocasionar un incremento en el uso de combustible. Puede deberse a un mal ensamble de las piezas o a la incompatibilidad de las mismas.

Por otra parte, el impacto ambiental que genera la falta de mantenimiento es innegable. Una mala combustión disminuye el rendimiento del vehículo e incrementa el consumo del combustible, que deriva en un automóvil poco eficiente y con una elevada emisión de gases tóxicos.

Palacios, A. (2015) en el Perú, el transporte terrestre de pasajeros y carga tiene 100 mil camiones de carga pesada y 9 mil buses interprovinciales, y según el Consejo Nacional de Transporte Terrestre (CNTT) operan informalmente 50% del transporte de pasajeros y 80% de transporte de carga. Además, es impresionante la cantidad de dinero que mueve anualmente el transporte informal: S/. 2,800 millones el interprovincial, y S/. 800 millones el de pasajeros.

La cultura de prevención no está muy arraigada en la población del Perú. Esto se evidencia también en este sector. Es muy frecuente observar que las personas en general y las empresas no dedican mucho esfuerzo en planificar tareas de mantenimiento de sus vehículos, si no que esperan a que estos fallen para repararlos. Con esta acción corren incluso el riesgo de que ya no pueda ser

arreglado, no se encuentren las piezas disponibles o que estas demoren en llegar más de lo esperado.

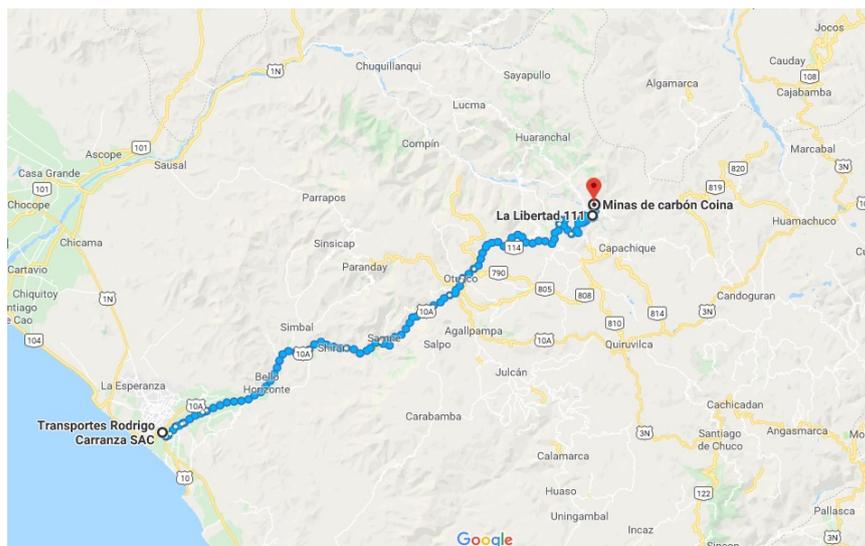
Si esta situación es llevada a nivel empresarial, se hace evidente la relación que existe entre una buena gestión de aprovisionamiento y un oportuno mantenimiento. El contar con un stock adecuado o con proveedores confiables permite cubrir con las necesidades de mantenimiento de manera eficiente.

El estudio se realiza en una empresa de transportes de carga con más de 60 años en el mercado y cuenta con una flota de camiones de las marcas Freightliner, Mack, Kenworth y Volvo. También posee unidades de remolque como camas bajas, furgones, plataformas, volquetes, bombonas y cisternas.

Además, posee una amplia gama de maquinarias para el servicio de movimiento de tierras, carga y descarga de productos a granel a nuestras unidades, así como almacenamiento y servicios adicionales.

El presente informe se justifica en que permite resolver un problema (Sampieri, 2010), que es la necesidad de la empresa incrementar la rentabilidad a través del uso de las herramientas y metodologías de la ingeniería para la gestión de mantenimiento.

Se estudia la rentabilidad de la empresa, obtenida mediante el servicio de transporte y el mantenimiento de su flota asignados al sector minero de la zona del Alto Chicama (100 camiones más 1 camión de retén para cubrir emergencias de aquel que no puede salir en hora) cuya ubicación se muestra en el siguiente mapa.



**Figura 1.** Ruta Trujillo - Alto Chicama

Por disposición de la empresa, la hora más tarde de salida hacia la mina es las 6:00pm.

De esta manera, normalmente el 50% de estas unidades están cargando mineral o en tránsito y los restantes 50 llegan continuamente y en forma aleatoria al taller ubicado en la carretera Panamericana norte Km 562, a partir de las 8:00 AM.

Tan pronto el camión entra en el taller, el chofer informa en oficina el estado del vehículo o las observaciones que tuvo en sus horas de manejo, ahí es asignado un mecánico y procede a revisarlo siguiendo las pautas del mantenimiento autónomo de la empresa. Si en su inspección se corroborara algún indicio de probable futura falla mayor, el mecánico procederá con el diagnóstico y la reparación del mismo.

El historial de mantenimiento señala que el 75% de estos camiones necesitan el servicio especializado del mecánico, para su mantenimiento preventivo y correctivo y prevenir mayores complicaciones. Generalmente lo que hacen los técnicos son pequeños reparaciones y/o cambios de repuestos. Es frecuente que los proveedores fallen y no se pueda realizar el mantenimiento de manera oportuna.

Hace falta, además, contar con instrumentos que permitan al operador realizar tareas básicas o específicas de mantenimiento de acuerdo a su capacitación.

Actualmente, la empresa está perdiendo viajes por no contar con la flota completa a su disposición. El pasado año, su rentabilidad fue de 21%, por debajo de lo esperado por la gerencia.

De continuar con la problemática sin solucionar, la empresa podría incluso tener una rentabilidad menor por incurrir en mayores pérdidas.

Por esto, se pretende proponer herramientas y métodos de la ingeniería industrial que mitiguen o en el mejor de los casos eliminen las pérdidas por las deficiencias en abastecimiento y mantenimiento.

#### 1.1.2. Antecedentes.

##### **Tesis: “Mejoramiento de las rutinas de mantenimiento predictivo automotriz basado en un desarrollo sostenible”**

Elaborada por: Aldana Tejeda para obtener el grado de Ingeniero Mecánico Industrial, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Juan Carlos de Guatemala, Guatemala año 2012.

El autor destaca que gracias al sistema de citas en el mantenimiento predictivo y a la reducción de tiempos de espera en actividades que no generaban valor al servicio, incrementó en un 7% la cantidad de servicios brindados.

Si bien se eliminaron algunas tareas, también fue necesario optimizar sus tareas de mantenimiento. Ejemplo de ello es la aplicación de la Metodología 5S. Gracias a ello, se logró reducir el tiempo de búsqueda de los repuestos en 15%, y, en consecuencia, el tiempo usado para realizar una tarea de mantenimiento.

**Tesis: “Elaboración de un Manual de Procedimiento y control estadístico para mantenimiento vehicular en el área de transporte de la E.P. – Petro producción filial lado Agrio”**

Elaborada por: Rivadeneira Rivera y Torres Romero para obtener el grado de Ingeniero Automotriz, en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador año 2013.

Para el autor es muy importante apuntar al cumplimiento de una norma internacional, ya que esto le da a la empresa un mayor prestigio y una ventaja comparativa frente a su competencia.

El Manual propuesto, tiene el fin de alinear los procedimientos de mantenimiento a la Norma ISO 9001:2008.

Además, resalta la importancia del uso de la tecnología y softwares de información, para la elaboración y seguimiento de registros o para tareas de control periódico de mantenimiento. El uso de estas herramientas agiliza la trazabilidad.

**Tesis: “Mantenimiento preventivo para vehículos de carga y maquinaria pesada en operación de movimiento de tierras”**

Elaborada por: Flores Medina para obtener el grado de Ingeniero Mecánico, en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú año 2010.

El autor diagnosticó que el factor humano no estaba siendo gestionado de la manera más eficiente. Por tanto, su propuesta de mejora incluye este factor. Gracias a ello, las horas de trabajo efectivo aumentaron y el mantenimiento en sí se realiza de manera más óptima. Tal es así que las horas utilizadas en mantenimiento disminuyeron de 480 a 180.

La aplicación del mantenimiento preventivo también hizo posible el incremento de la disponibilidad de la flota, que fue de 0.39 a 0.80%. Esto implica que se pueden programar más servicios, que equivalen a mayores ingresos para la empresa.

**Tesis: “Mejora del planeamiento del mantenimiento de maquinaria pesada en Sociedad Minero Cerro Verde”**

Elaborada por: Pantoja Retamozo para obtener el grado de Ingeniero Mecánico Electricista, en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú año 2008.

La propuesta de mejora dada por el autor respecto al mantenimiento preventivo, tiene gran repercusión en los indicadores de disponibilidad y confiabilidad. Aumentando en un 2.03% de disponibilidad en los camiones en 6 meses.

A mayor disposición de los equipos es posible una mayor producción, y a mayor producción, mayor rentabilidad.

El autor destaca lo práctico de la aplicación de este mantenimiento frente al gran beneficio que obtiene la empresa.

**Tesis: “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de Transporte El Dorado S.A.C.”**

Elaborada por: Carbajal Tacanga para obtener el grado de Ingeniero Mecánico, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú año 2016.

El autor afirma que esta empresa prefiere tercerizar las tareas de mantenimiento en su gran mayoría, debido a que cuenta con insuficientes recursos físicos y humanos. Sin embargo, la mejora que plantea es viable y los recursos que necesita son asequibles para la empresa de acuerdo al análisis económico realizado.

Destaca el compromiso a todo nivel de la empresa para poder implementar de manera efectiva el plan de mantenimiento preventivo.

**Tesis: “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para reducir los costos de la empresa transportes los Titos Paz S.A.C.”**

Elaborada por: Holguin Paz para obtener el grado de Ingeniera Industrial, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú año 2017.

La empresa es pequeña, y si bien cumple con sus clientes, el mantenimiento les genera grandes pérdidas. Esto se debe a que existe desorden en el registro y control tanto de las tareas de mantenimiento, como en la adquisición de repuestos y demás insumos.

La autora destaca que es importante mantener una buena selección de los proveedores, a la par de mantener el orden en los almacenes, puesto que el tiempo perdido por una mala gestión de compras o de uso de repuestos, genera grandes pérdidas. Mediante esta propuesta se generó un beneficio de S/60,615.11 anual.

1.1.3. Base teórica.

**Mantenimiento**

Habitualmente se considera que el mantenimiento es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. En toda organización la gestión de mantenimiento es muy importante ya que sirve de soporte para la continuidad del funcionamiento de sus equipos, instalaciones o herramientas en general.

Además, al realizar un mantenimiento se desarrollan un conjunto de actividades periódicas de inspección, control y evaluación; utilizando diversos equipos, instrumentos y aparatos sofisticados a fin de prevenir y predecir las fallas.

Sin embargo, aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a éste, así como la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, que en una mera relación de particularidades funcionales

asignadas, que - como se ha visto- depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los tipos de mantenimiento: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y mantenimiento productivo total.

Según Soler (2012), el mantenimiento preventivo es un conjunto de técnicas que tiene como finalidad disminuir y/o evitar las reparaciones de los ítems con tal de asegurar su total disponibilidad y rendimiento al menor coste posible. Para llevar a cabo esta práctica se requiere rutinas de inspección y renovación de los elementos malogrados y deteriorados.

Las inspecciones son los procesos por el cual se procede al desmontaje total o parcial del equipo a fin de revisar el estado de sus elementos. Durante la inspección se reemplazan aquellos elementos que no cumplan con los requisitos de funcionamiento de la máquina. Los elementos también pueden ser sustituidos tomando como referencia su vida útil o su tiempo de operación con tal de reducir su riesgo de fallo.

Así mismo, los periodos de inspección son cruciales para que el mantenimiento preventivo tenga éxito ya que un periodo demasiado corto comportará costos innecesarios mientras que un periodo demasiado largo conlleva a un aumento del riesgo de fallo.

Por ello, el principal inconveniente del mantenimiento preventivo es el coste de las inspecciones. En algunos casos el paro en la máquina puede comportar grandes pérdidas y realizar un desmontaje e inspección de un equipo que funciona correctamente puede resultar superfluo. De todas maneras, el riesgo de fallo siempre existe pese a que un periodo de inspección corto ayuda a reducirlo.

### **Balance de línea.**

El balance de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso". (Salazar, 2016: p.1).

“El Balance de Línea es un control fundamental para lograr el desarrollo interno de una empresa, ya que consiste en mantener un control de Producción en el área de confección, esto en consecuencia de un estudio de tiempos y movimientos”. Según Tobón (2013),

“La instalación de una línea de ensamblaje es una decisión a largo plazo que usualmente requiere de una gran inversión de capital. Por lo tanto, es importante que tal sistema esté diseñado y balanceado lo más eficientemente posible. Además de balancear el nuevo sistema, mantenerlo funcionando en forma óptima, desde el punto de vista de labor y flujo de producto, requiere balancear periódicamente la línea para incorporar cambios en la demanda o en el proceso de producción”.

“En la fabricación competitiva actual el aumento de la diversidad y volumen de los productos requieren líneas de montaje paralelas donde las estaciones de trabajo de la misma etapa produzcan diferentes unidades del mismo producto. Las estaciones (...). Las estaciones de trabajo en paralelo también pueden ser usadas para solucionar la deficiencia de la mano de obra”.

“Dice establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones”. Tales condiciones son:

- Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).
- Continuidad: “Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y sub ensamblajes”.

Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.”. (Salazar, 2016: p.1).

### **Gestión de proveedores**

En las empresas, clientes y empleados son componentes clave para el desarrollo de sus procesos; sin embargo, los proveedores juegan un rol también importante en los sistemas esbeltos. (Meyers, 2000)

Si una empresa comparte sus requerimientos futuros de uso con sus proveedores, estos tendrán un panorama a largo plazo de las demandas en sus sistemas de producción y distribución.

El autor señala también la importancia de la creación de redes de proveedores, definida como la asociación cooperativa de proveedores y clientes trabajando a largo plazo para beneficio mutuo.

Las empresas de servicios no han enfatizado las redes de proveedores de materiales porque los costos de los servicios a menudo se basan sobre todo en la mano de obra.

### **Simulación.**

Frecuentemente los problemas de programación en el mundo real son demasiado complejos como para ser susceptibles al análisis matemático. Por ello, se considera a la simulación basada en las computadoras como una herramienta valiosa para comparar diferentes estrategias y escenarios de programación.

Algunas de las primeras aplicaciones de la investigación de operaciones basada en las computadoras incluían las simulaciones. Una simulación es un modelo o una recreación de una situación real que permite al usuario examinar diferentes escenarios en un ambiente de laboratorio. Las aplicaciones de la planeación de la producción utilizan simuladores basados en computadoras. Una simulación mediante computadora es un programa de computadora que refleja con exactitud una situación del mundo real. Al igual que con un modelo matemático, se definen variables que representan cantidades reales y se desarrollan expresiones para describir las relaciones entre estas variables.

Aunque tanto los problemas deterministas como los estocásticos son susceptibles a la simulación, se ha aplicado más este método a problemas con algún elemento de aleatoriedad. Los simuladores son especialmente valiosos para la modelación de la incertidumbre. Los científicos han invertido un gran esfuerzo en desarrollar los llamados generadores de números aleatorios, estos números pueden transformarse en observaciones de variables aleatorias con casi cualquier distribución deseada que use relaciones de la teoría de la probabilidad. Las simulaciones que incluyen algún elemento de incertidumbre se denominan simulaciones de Monte Carlo.

### **Rentabilidad.**

Para Sánchez (2002), la rentabilidad es una noción que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan unos medios, materiales, humanos y financieros con el fin de obtener unos resultados.

Calcular la rentabilidad sobre las ventas permite medir la utilidad obtenida respecto a las ventas netas del mismo periodo (INEI, s.f.)

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Margen sobre Ventas} = \frac{\text{Resultado del Ejercicio}}{\text{Ventas Netas}} \times 100$$

## **1.2. Formulación del problema.**

¿Cuál es el impacto de la mejora en la gestión de abastecimiento y mantenimiento en la rentabilidad de una empresa de transportes de carga el año 2019?

## **1.3. Objetivos.**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar el impacto de la mejora en la gestión de abastecimiento y mantenimiento en la rentabilidad de una empresa de transportes de carga en el año 2019.

### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Realizar el diagnóstico de la problemática del área de mantenimiento.

- Proponer mejoras en la gestión de abastecimiento y mantenimiento de una empresa de transportes de carga.
- Evaluar la factibilidad económica y financiera de la implementación de la propuesta de mejora en una empresa de transportes de carga.

#### **1.4. Hipótesis**

La mejora en la gestión de abastecimiento y mantenimiento incrementa la rentabilidad de una empresa de transportes de carga en el año 2019.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación.**

#### **2.1.1. Por la orientación.**

La presente tesis es, por su orientación, aplicada; puesto que, su objetivo es resolver problemas. (Sampieri, 2010)

#### **2.1.2. Por el diseño.**

La presente tesis es, por su diseño, descriptiva.

Se considera así, debido a que implica la acción de observar y describir completamente el comportamiento o actividades de una situación real. Sin influir directamente sobre él de ninguna manera.

2.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Herramientas	Fórmula	Escala
<b>Variable Independiente:</b> Mejora en la gestión de abastecimiento y mantenimiento	Herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas a la solución de la problemática en la gestión de abastecimiento y mantenimiento	En las gestiones de abastecimiento y mantenimiento se plantea una mejora haciendo uso de las herramientas: simulación de Montecarlo, mantenimiento predictivo, mapa de valor y kanban.	<b>Mantenimiento</b>	% Viajes perdidos por falta de mecánicos	Simulación Montecarlo Mantenimiento predictivo Mapa de valor	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de mecánicos}}{\text{Total viajes efectuados}}$	Razón
				% Viajes perdidos por excesivo mantenimiento preventivo y correctivo	Simulación Montecarlo Mantenimiento predictivo Mapa de valor	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de M.Pred}}{\text{Total viajes efectuados}}$	Razón
				% Viajes truncos por fallas en ruta	Mantenimiento predictivo	$\frac{\text{Viajes truncos}}{\text{Total viajes efectuados}}$	Razón
				H-H en sobretiempo	Mantenimiento predictivo Balance de línea	$\frac{H - H \text{ Sobretiempo}}{\text{Total } H - H \text{ pagadas}}$	Razón
			<b>Logística</b>	% Viajes perdidos por falta de repuestos	EOQ Simulación Montecarlo	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de repuestos}}{\text{Total viajes efectuados}}$	Razón
				Σcompras reactivas	EOQ Simulación Montecarlo	$\frac{\text{Compras a precios reactivas} - \text{Compras a precio Std}}{\text{Compras a precio Std}}$	Razón
<b>Variable Dependiente:</b> Rentabilidad de una empresa de transportes de carga	Beneficio obtenido por la mejora del servicio proveniente de esta propuesta	Beneficio por servicios vendidos atribuidos a esta propuesta		Rentabilidad sobre ventas	Estado de resultados	$\% \text{ Rentabilidad sobre ventas} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Ventas}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Técnicas y herramientas.

**Tabla 2.** *Técnicas y herramientas*

Objetivo	Fuente	Técnica	Herramienta	Logro
Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento y mantenimiento sobre la rentabilidad de una empresa de transportes de carga	Estados financieros de la empresa de transporte S.A.C. y pronósticos	Revisión sistemática	Estado de resultados comparativo	Determinación del incremento de rentabilidad con la propuesta de mejora
Realizar el diagnóstico de la problemática del área de mantenimiento.	empresa de transporte S.A.C.	Ishikawa Pareto	Ficha de registro ingreso Guía de entrevista Matriz de priorización	Descripción de la realidad problemática de la empresa
Proponer mejoras en la gestión de abastecimiento y mantenimiento de una empresa de transportes de carga.	Referencias bibliográficas	Método EOQ	Ficha de registro de costos de inventarios Simulación Evaluación de proveedores	Determinación de herramientas para propuesta de mejora
Evaluar la factibilidad económica y financiera de la implementación de la propuesta de mejora en una empresa de transportes de carga.	Flujo de caja empresa de transporte S.A.C. e inversión propuesta	Cálculo de indicadores	Hoja de cálculo de Excel Ficha de ingresos y egresos	Determinación de VAN, TIR

Fuente: Elaboración propia

## 2.4. Métodos de análisis de datos.

- Descriptivo.

Los datos brindados por la empresa se han registrado en una hoja de cálculo de Excel, haciendo uso del gráfico Pareto, diagrama Ishikawa y gráficos de barras, de tal manera que permitan realizar los cálculos necesarios para la cuantificación de pérdidas o el beneficio obtenido tras la propuesta de mejora para cada causa raíz.

- Inferencial.

Para la priorización de causas raíces se ha creído conveniente hacer uso de las pérdidas calculadas por causa raíz en que se incurrieron el año pasado y no la importancia que tiene cada causa raíz para un grupo de miembros de la organización.

## 2.5. Aspectos éticos.

La totalidad del personal que labora en la empresa en que se desarrolló la investigación, tiene conocimiento de esta. Con ese fin, han aceptado brindar información personal y laboral de manera oportuna.

### 2.5.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa.

#### 2.5.1.1. Generalidades de la empresa.

La empresa donde se lleva a cabo la presente investigación es una empresa del rubro de transportes. Específicamente, se desempeña brindando servicios de transporte de carga pesada por carretera.

#### Principales servicios.

##### **Almacenamiento.**

Se recibe la carga en los distintos puntos estratégicos del país donde se encuentran los almacenes y depósitos

De acuerdo al tipo de mercadería y/o a pedido del cliente, esta es destinada a un específico ambiente de los almacenes debidamente implementados para garantizar el resguardo y conservación óptimos de su mercadería. En ellos se cuenta además con cámaras de seguridad y permanente vigilancia de sus productos por parte del personal de vigilancia capacitado y calificado.

### Transporte de carga.

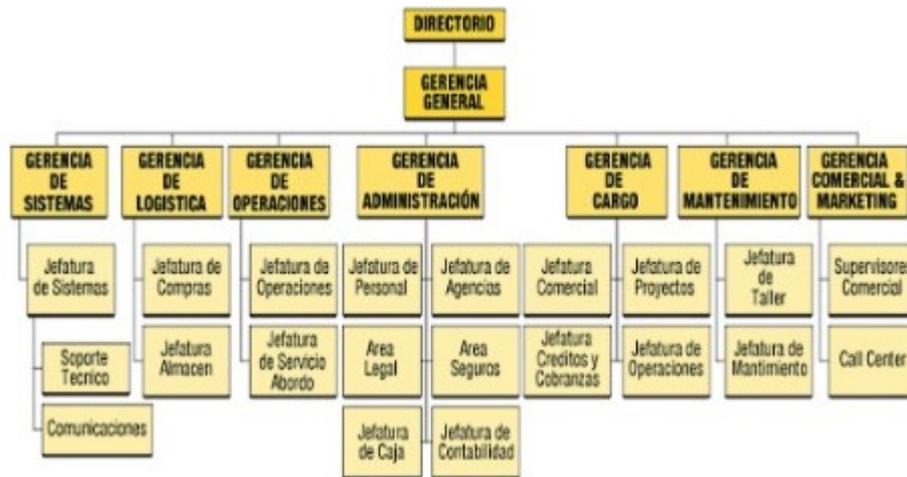
Se traslada la mercadería hasta los destinos finales o de venta, se realiza además consolidación de la carga, medición por balanza, preparación de pedido, almacenaje de contenedores, etc

Se dispone de 505 modernas unidades remolcadores, en las marcas Freightliner, Mack, International, Volvo y Kenworth

Además, la empresa cuenta con 580 unidades de semi remolque entre Camas bajas, Furgones, Plataformas, Bandejas, Tolvas Volquete, Bombonas, Tolvas de descarga y Cisternas.

También posee una amplia gama de maquinarias para el servicio de movimiento de tierras, carga y descarga de productos a granel a las unidades, así como arrumaje y servicios adicionales.

### Organigrama.



**Figura 2.** Organigrama de la empresa

2.5.1.2. Diagnóstico del área problemática.

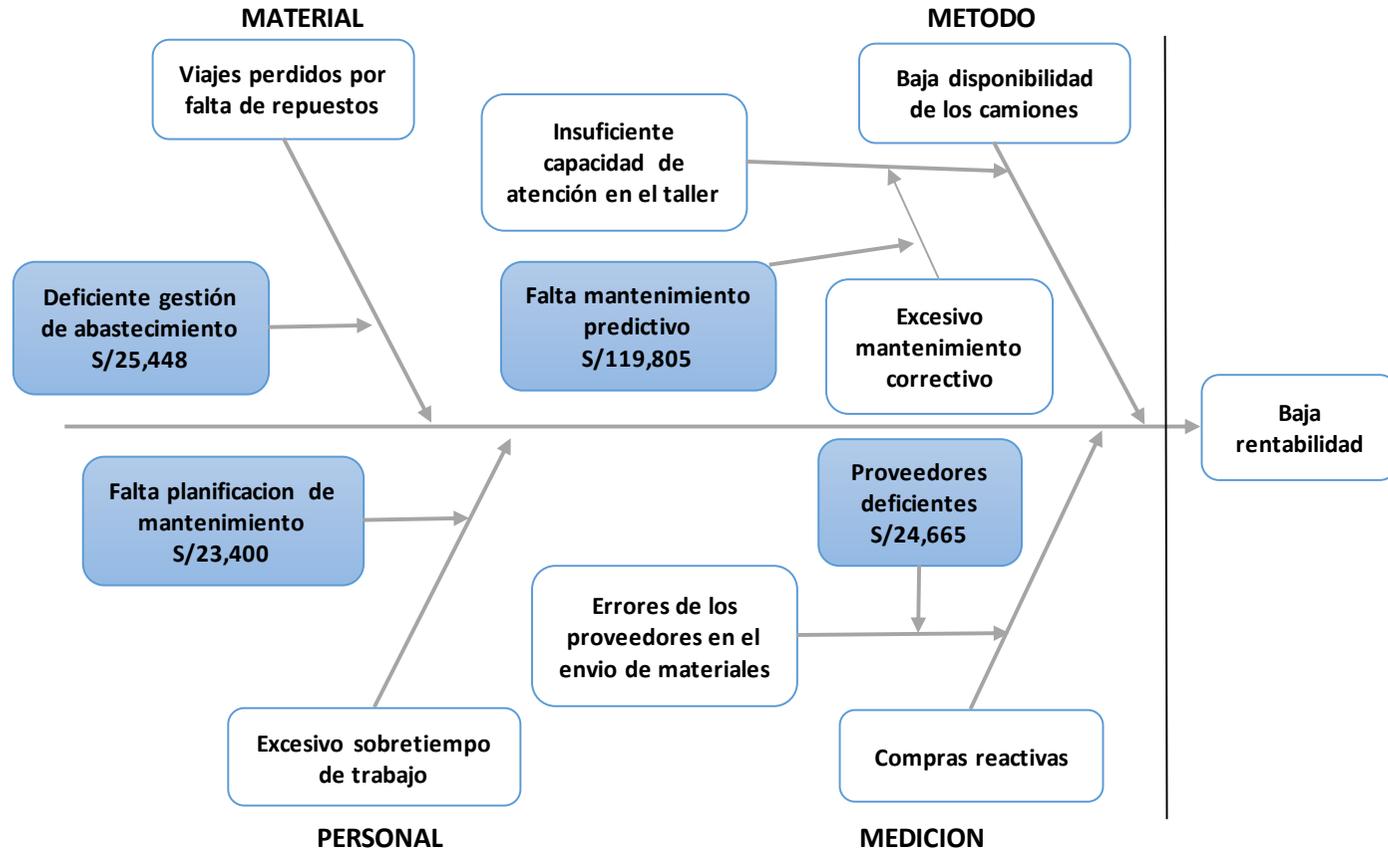


Figura 3. Diagrama Causa Efecto de la problemática.

En la estación 1, cuenta con 4 mecánicos especialistas en mantenimiento correctivo y preventivo asignados exclusivamente a estas unidades pesadas.



**Figura 4.** Unidades vehiculares

Según su estándar, la revisión, diagnóstico y reparación es aproximadamente de 1 hora. Por lo cual si hasta las 6:00 PM, las unidades no hubiesen sido reparadas por falta de mecánicos o por repuestos, serán cubiertas con el camión de retén. Si la unidad destinada para este fin no fuera suficiente, se considerará como viajes perdidos los que quedaran.

El año 2018 la empresa de transporte realizó 14,810 viajes al Alto Chicama. Se debe tener en cuenta que el viaje inicia y termina en las instalaciones de la empresa de transporte. Vale decir que cada día llegan 50 unidades al taller central y que una cantidad similar regresaría al día siguiente para ser atendido. De estos se perdió 508 viajes, equivalentes al 3.43%.

De los cuales, 89 viajes se perdieron por no tener en inventario los repuestos necesarios para su reparación, equivalente a 0,6%. Y los restantes 419 viajes se frustraron por insuficiencia capacidad de atención del taller.

En consecuencia, su disponibilidad fue:

### **Ecuación 1.**

*Índice de disponibilidad*

$$\frac{14,810 \text{ viajes totales} - 508 \text{ viajes perdidos}}{14,810 \text{ viajes totales}} = 96.57\%$$

Esta cifra es contrastada con el resultado de una simulación Montecarlo que se ha preparado con las siguientes restricciones, confirmadas con la empresa:

**Tabla 3.** Restricciones para simulación de Montecarlo

Número de ingresos diarios de unidades	50
Porcentaje de unidades que requieren mecánico	75% (Ver anexo N°03)
Porcentaje de viajes frustrados por falta de repuestos	0.6%
Número disponible de mecánicos	4

Fuente: Elaboración propia

Esta simulación ayudará a estimar la efectividad de nuestras propuestas de mejora a la problemática de viajes perdidos por no haber sido atendidos en hora, por haber llegado tarde o haberse generado congestión por llegadas muy continuos. Consecuentemente, esta herramienta no es de mejora, sino más bien, de ayuda en el diagnóstico.

**Tabla 4.** Simulación de llegada y atención

Ingreso diario de camiones al taller	50	Viajes perdidos por falta de repuestos	0.30
Camiones que requieren mecánico	75%	Viajes perdidos por falta de mecánico	2
Fuera de servicio por falta de repuestos	0.6%	Total viajes perdidos	2
Mecánicos disponibles	4	Utilidad promedio por viaje	285.93
Camiones de retén	1	Lucro cesante por viajes perdidos	543.72

Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna5	Columna6	Columna7	Columna8
Generador Aleatorios	Hora de Ingreso a taller	Camiones que llegan	Requieren mecánico	Atendidos en hora	Fuera de servicio por falta de repuestos	Pasan a la siguiente hora	
0.620994	08:00	08:59	5	4	4	0.031	0
0.319940	09:00	09:59	3	2	2	0.016	0
0.308589	10:00	10:59	3	2	2	0.015	0
0.938312	11:00	11:59	8	6	4	0.046	2
0.501596	12:00	12:59	4	5	4	0.025	1
0.607808	13:00	13:59	5	5	4	0.030	1
0.431460	14:00	14:59	4	3	3	0.021	0
0.669923	15:00	15:59	5	4	4	0.033	0
0.838411	16:00	16:59	7	5	4	0.041	1
0.869335	17:00	17:59	7	7	4	0.043	<b>2.602</b>

Fuente: Elaboración propia

La lógica de esta simulación es la siguiente:

- El 75% de los camiones que arriban, requerirán ser vistos por el mecánico. (Ver anexo N°03)
- El 0.6% de los viajes se frustrarán por falta de repuestos.
- Hay 4 mecánicos asignados exclusivamente a los 101 camiones mineros.
- Existe 1 camión de retén, que cubrirá al último que no hubiera sido atendido.
- La hora de llegada y la cantidad de camiones es aleatoria, desde las 08:00 horas y está regida por el generador de números aleatorios que está en la primera columna.
- Las columnas 2 y 3, determinan el rango horario de llegadas.
- La columna 4 se calcula con un algoritmo de Excel que distribuye los arribos y cantidad de camiones, de modo que no excedan de las 50 unidades asignadas, entre las 8:00 y 18:00 horas.
- En la columna 5 se determina la cantidad de camiones que serán atendidos en hora, incluyendo los que quedaron pendientes de la hora anterior que están en la columna 8 y los que pasarán a ser atendidos en la siguiente hora.
- En la columna 6 se muestran los números de camiones que serán atendidos en hora, teniendo en cuenta que existen solo 4 mecánicos asignados.
- La columna 7 es constante y se calcula multiplicando el número de camiones que llegan en el día por la tasa de viajes frustrados por falta de repuestos 0.6%.
- La columna 8 contiene a los camiones que no serán atendidos en hora y pasan para la siguiente hora. La última celda de esta columna es la cantidad de camiones que no viajarán por no haber sido atendidos en hora. A esa cifra hay que restarle 1, que es el camión de retén que está disponible para estas circunstancias.

Los resultados de estas simulaciones se han agrupado, en un total de 9 simulaciones para 99 días, que da un total de 891 datos. El promedio, que es el procedimiento cómo proceder con esta herramienta, nos dice que se perderían 515 viajes, cantidad del mismo orden de los 508 perdidos realmente.

Por falta de repuestos perdió el 0.6% u 89 viajes (Ver anexo N°15). Los 419 viajes restantes los perdió por falta de capacidad de atención

**Tabla 5.** Resumen

**SIMULACION DE VIAJES PERDIDOS POR FALTA DE MECANICOS Y REPUESTOS**

		Cantidad simulados	Falta de repuestos	Falta de mecánicos	Total viajes perdidos	Utilidad por viaje	Lucro cesante perdido
<b>RESUMEN</b>		93	0.3	2.19	2.49	286	712
		94	0.3	1.00	1.30	286	372
		95	0.3	1.30	1.60	286	457
Ingreso diario de camiones al taller	50	96	0.3	0.27	0.57	286	162
Camiones que requieren mecánico	75%	97	0.3	1.21	1.51	286	430
Fuera de servicio por falta de repuestos	0.6%	98	0.3	1.52	1.82	286	520
Mecánicos disponibles	4	99	0.3	2.90	3.20	286	914
Camiones de retén	1	Pérdida diaria	0.297	1.39	1.72	286	491
Utilidad promedio por viaje	285.93	Pérdida anual	89.1	416	515		S/ 147,228

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se muestra el mapa de valor, donde se aprecia la secuencia del proceso de mantenimiento y donde posteriormente se ubicarán las oportunidades de mejora.

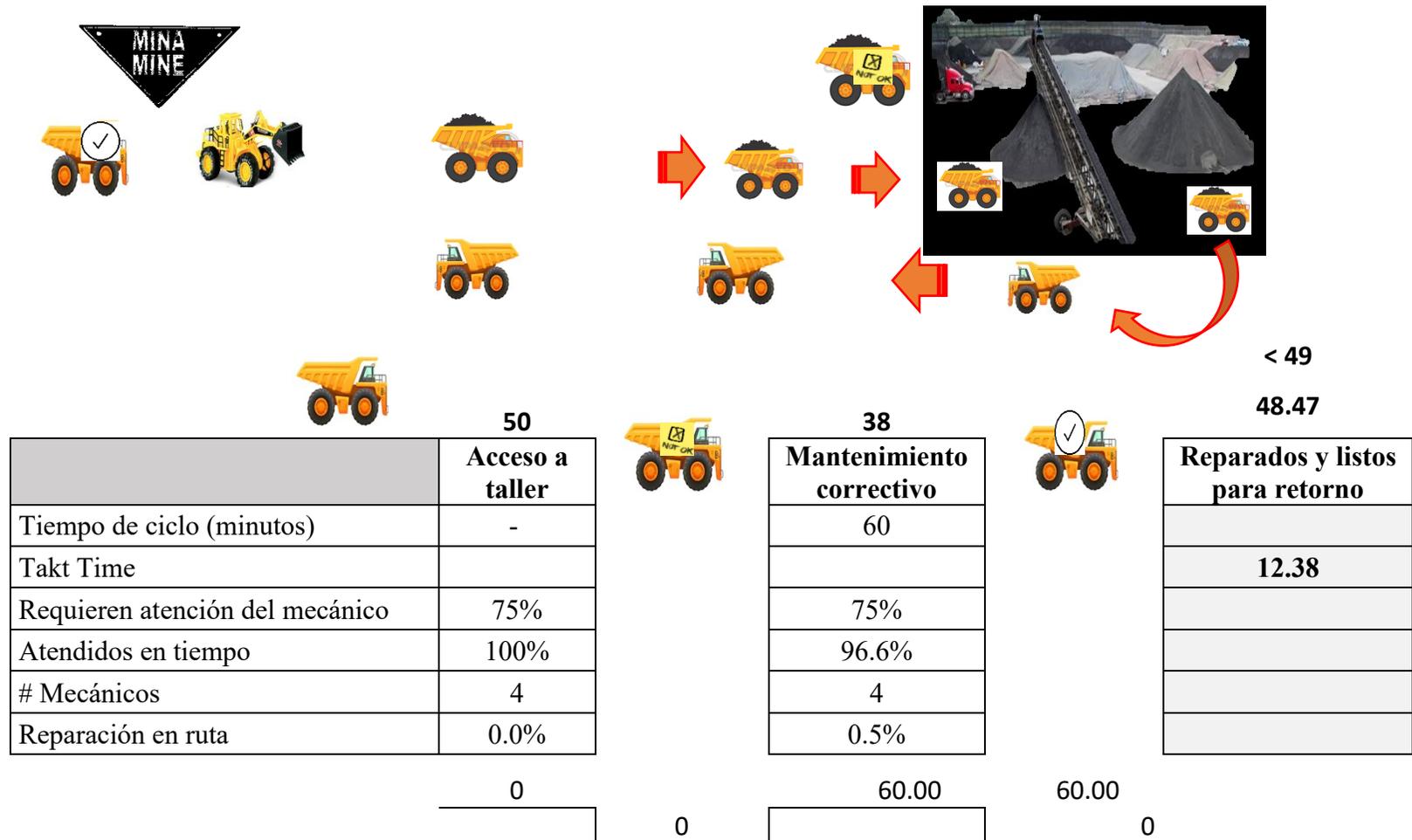


Figura 5. Mapa de valor actual

También en 74 oportunidades, los camiones se malograron en la ruta después de haber ingresado a taller y tuvieron que ser atendidos por el servicio técnico de campo, una vez solucionado el problema, la unidad continuó con su viaje.

Las unidades que presentaron problemas luego de haber sido revisados en el taller de la empresa de transporte de carga son los siguientes:

**Tabla 6.** *Lista de unidades que presentaros problemas tras revisión en el taller*

Descripción de la unidad	Marca/Modelo	Fallas en ruta	% fallas	% acumulado
REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	11	15%	15%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	9	12%	27%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	9	12%	39%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	7	9%	49%
REMOLCADOR	MACK CXU 613	6	8%	57%
CAMION	VOLVO	6	8%	65%
REMOLCADOR	MACK CXU 613	5	7%	72%
CAMION	VOLVO	4	5%	77%
REMOLCADOR	KENWORTH T800	2	3%	80%
REMOLCADOR	MACK CXU 613	2	3%	82%
REMOLCADOR	VOLVO FH12	2	3%	85%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2	3%	88%
REMOLCADOR	VOLVO FH12	2	3%	91%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	1	1%	92%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	1	1%	93%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER FL 112	1	1%	95%
REMOLCADOR	INTENATIONAL 9200	1	1%	96%
REMOLCADOR	MACK CXU 613	1	1%	97%
REMOLCADOR	MACK CXU 613 VISION	1	1%	99%
REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	1	1%	100%

74

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se aprecia que hay 9 unidades que son las que presentan mayor incidencia de fallas y naturalmente, será pertinente se diseñe un plan de mantenimiento específico para ellos y además con la ayuda del mantenimiento predictivo se espera mejorar en dos tercios de las fallas en ruta.

Se considera luego que la tasa de calidad es:

**Ecuación 2.** Tasa de calidad

**14,810 viajes totales – 74 viajes con deficiencia en la calidad de servicio**

**14,810 viajes totales**

**= 99.5%**

Igualmente, la empresa recurrió a compras reactivas en distribuidores locales, para subsanar roturas de stock de repuestos, pagando un sobre precio de S/24,665 en diversos ítems durante el año. Algunos proveedores de repuestos se equivocaron en el envío de los materiales solicitados por una deficiente lectura de códigos o por negligencia.

**Tabla 7. Estructura de costo de un flete promedio**

<b><u>Base de cálculo</u></b>	
Viajes/año	150
Km/viaje	260
Costo camión + tolva	S/ 544,500
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	
<b>COSTOS FIJOS</b>	
Depreciación (10 años)	S/ 363.00
Impuesto vehicular	S/ 3.63
Permiso de operación	S/ 0.98
Licencia de conducir	S/ 0.98
Remuneración del chofer	S/ 160.00
Viáticos del chofer	S/ 45.00
Seguro vehicular	S/ 7.56
Intereses por compra vehículo	S/ 87.12
<b>Total costos fijos</b>	<b>S/ 668.27</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>	
Combustible	S/ 124.80
Aceite y filtro	S/ 26.00
Neumáticos	S/ 100.00
Mantenimiento y repuestos	S/ 25.00
Peajes	S/ 75.00
<b>Total costos variables</b>	<b>S/ 350.80</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
Costos administrativos	S/ 0.14
Costos administración flota	S/ 0.87
Sueldo gerenciales	S/ 0.87
Asesoría legal	S/ 0.17
Suministros de oficina	S/ 0.01
Telefonía	S/ 0.03
Internet	S/ 0.01
<b>Total costos indirectos</b>	<b>S/ 2.12</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/ 1,021.19</b>
Utilidad	28% S/ 285.93
IGV	18% S/ 183.81
<b>Precio de venta</b>	<b>S/ 1,490.94</b>

Fuente: Elaboración propia

Los 4 mecánicos trabajaron 12,200 horas hombre en el 2018. La empresa tiene registrado el pago de 21.3% de horas de sobretiempo, equivalente a 2,600 horas, empleados en ordenar el área de trabajo al acabar la jornada. Este sobre costo, justificado por el horario extendido de 10 horas que tienen los mecánicos, fue S/23,400.

El consumo de combustible en un indicador de Rendimiento. Su consumo es mayor cuando la maquinaria del camión no está bien afinada y/o cuando se abusa de cualquier práctica asociada al gasto excesivo de combustible, como paradas no programadas, mal calibrado; encendidos o apagados injustificados.

La empresa considera su estándar de consumo de diésel en 25 Km/galón. Considerando el número de viajes anuales y la distancia, este debió ser:

**Ecuación 3.** *Consumo estándar de combustible*

$$\frac{14,810 \text{ viajes} \times 260 \text{ Km}}{\frac{25 \text{ km}}{\text{galón}} \times \text{viaje}} = 154,024 \text{ galones}$$

Sin embargo, el registro contable de consumo de combustible indica que se consumieron 177,447 galones. En consecuencia, el Rendimiento fue:

**Ecuación 4.** *Índice de Rendimiento*

$$\frac{154,024 \text{ galones}}{177,447 \text{ galones}} = 86.8\%$$

Se puede finalizar, diciendo que la Eficiencia operacional de la maquinaria, OEE, fue:

**Ecuación 5.** *Cálculo de OEE*

$$OEE = \text{disponibilidad} \times \text{Calidad} \times \text{Rendimiento} \times \%$$

$$OEE = 96.57\% \times 99.5\% \times 86.8\% = 83.34\%$$

Este valor de OEE es muy auspicioso pues está próximo a ser considerado de clase mundial.

También se incluye el mapa de valor futuro, en el que se identifican las oportunidades de mejora

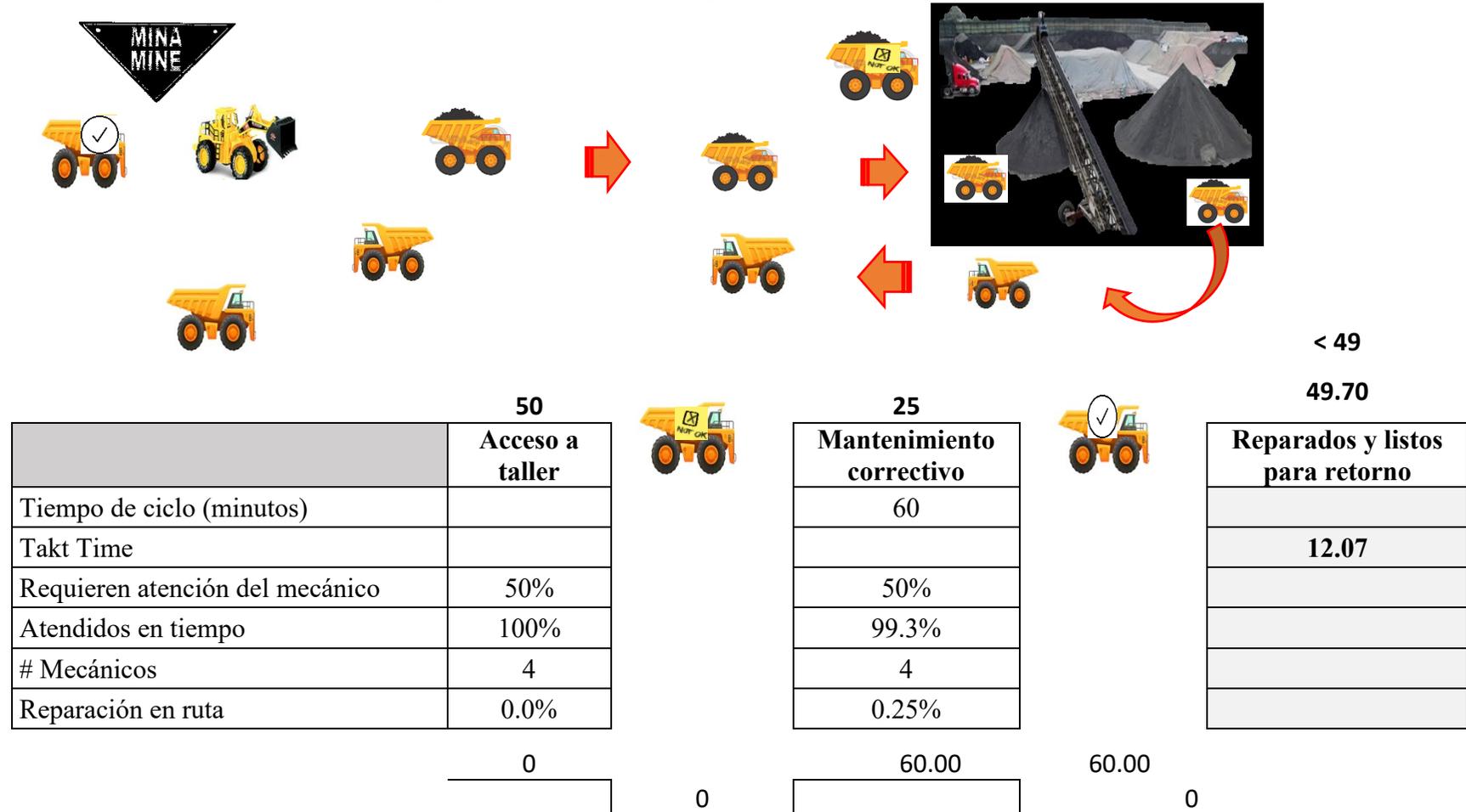


Figura 6. Mapa de valor futuro

Las propuestas que se desprenden del gráfico son:

1. Reducir la tasa de unidades que requieren la atención específica del mecánico, de 75% a 50%.
2. Se ratifica que el número de mecánicos necesario es 4.
3. Incrementar las unidades atendidas a tiempo por los mecánicos.
4. Reducir los vehículos que sufren desperfectos en ruta, luego de haber sido revisados en el taller.

Mediante la simulación se determina que, con el mantenimiento predictivo, los viajes perdidos por falta de capacidad de atención del taller de 419 a 13.

**Tabla 8.** *Disminución de viajes perdidos con mantenimiento predictivo.*

RESUMEN ANUAL		Cantidad simulados	Falta de repuestos	Falta de mecánicos	Total viajes perdidos	Lucro cesante perdido
<b>FALTA DE CAPACIDAD DEL TALLER</b>		90	89.1	22.0	122.6	35069
		91	89.1	3.6	94.0	26889
Mecánicos disponibles	4	92	89.1	15.1	96.5	27580
Requerimiento de mecánicos	50%	93	89.1	10.5	98.5	28155
Viajes perdidos por falta de mecánicos	<b>13</b>	94	89.1	6.6	93.5	26727
Lucro cesante		95	89.1	17.7	106.8	30540
		96	89.1	19.2	112.0	32031
		97	89.1	12.3	96.9	27713
		98	89.1	13.0	103.5	29606
		99	89.1	8.8	99.9	28571
		<b>PROMEDIO</b>	<b>89.1</b>	<b>12.9</b>	<b>102.</b>	<b>S/ 29,288</b>

Fuente: Elaboración propia

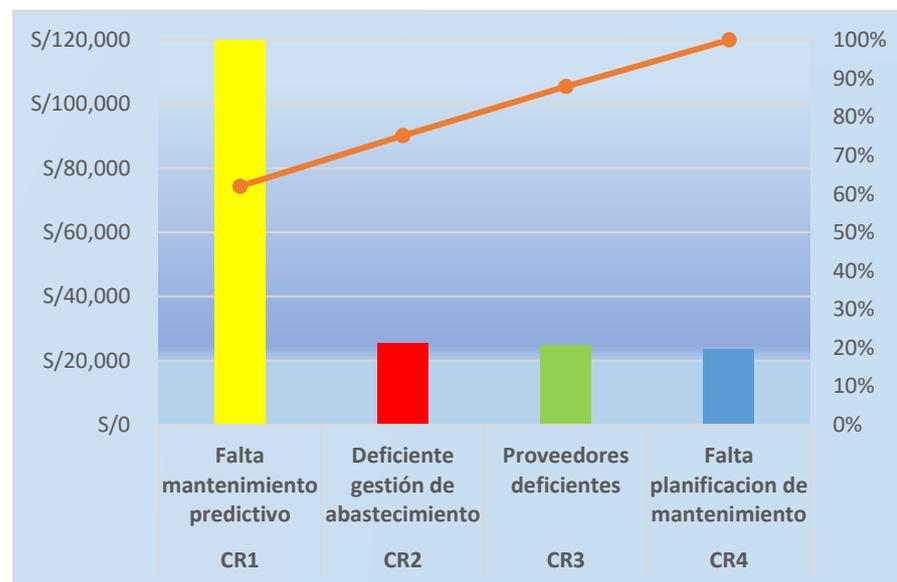
### 2.5.1.3. Priorización de causas raíces.

El Pareto de las causas raíces de la problemática de una empresa de transportes de carga, se detalla seguidamente:

**Tabla 9.** Pareto de la problemática.

Causas	Monetización	%	% Acumulado
<b>CR1</b> Falta mantenimiento predictivo	S/ 119,805	62%	62%
<b>CR2</b> Deficiente gestión de abastecimiento	S/ 25,448	13%	75%
<b>CR3</b> Proveedores deficientes	S/ 24,665	13%	88%
<b>CR4</b> Falta planificación de mantenimiento	S/ 23,400	12%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 193,318</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7.** Pareto

#### 2.5.1.4. Identificación de indicadores.

**Tabla 10.** *Matriz de indicadores de gestión de mantenimiento.*

Causa Raíz	Descripción	Indicador	Fórmula	Valor		Pérdida		Beneficio	Herramientas	
				Actual	Meta	Actual	Meta			
CR1	Falta mantenimiento predictivo	La falta de mantenimiento predictivo y preventivo, incrementa el correctivo y excede la capacidad instalada del taller	Viajes perdidos por falta de disponibilidad de camiones por excesivo mantenimiento correctivo y preventivo	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de capacidad}}{\text{Total viajes}}$	2.83%	0.10%	419	13	S/116,088 (406 viajes)	Mantenimiento predictivo Mapa de valor Simulación Montecarlo
CR2	Deficiente gestión de abastecimiento	Deficiente sistema de planeamiento ocasiona rotura de inventarios	Viajes perdidos por rotura de inventario de repuestos	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de repuestos}}{\text{Total viajes}}$	0.60%	0.20%	89	30	S/16,870 (59 viajes)	EOQ Simulación
CR3	Proveedores deficientes	Errores del proveedor de repuestos, generan compras reactivas	Sobrecosto por compras reactivas	$\sum \Delta \text{compras con precio Std vs Reactivos}$			S/24,665	S/2,466	S/ 22,199	Estandarización de proveedores

Fuente: Elaboración propia

## 2.5.2. Solución propuesta.

### 2.5.2.1. Descripción de causas raíces.

**Tabla 11.** *Descripción de las causas raíces*

Nº	Causa Raíz	Descripción
CR 2	Proveedores deficientes	Algunos proveedores incurren en errores en los despachos de los materiales solicitados, Siendo necesario recurrir a compras locales urgentes, generalmente más costosas.
CR 3	Deficiente gestión de abastecimiento	El 0.6% de los viajes se frustran por falta de repuestos que impiden la reparación de los camiones.
CR 1	Falta mantenimiento predictivo	El 75% de los camiones que recibe el taller requiere atención especializada de mantenimiento preventivo y/o correctivo de parte de los mecánicos. Dependiendo de la hora en que llegan al taller, la carga de trabajo suele exceder la capacidad del taller, frustrándose viajes por falta de disponibilidad de estas unidades. Los camiones que no estuviesen revisados y reparados a las 18:00, serán cubiertos igualmente por la unidad de retén. Los camiones que no pudieron viajar, se consideraran como viajes perdidos.

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.2.2. Monetización de pérdidas.

**Tabla 12.** *Monetización de causas raíces*

---

#### **Causa raíz 2: Proveedores deficientes**

---

Algunos proveedores incurrieron en errores al despachar los materiales solicitados, obligando a recurrir a compras reactivas locales, con costos mayores.

Registros de la empresa consignan que se pagó un sobre costo de S/ **24,665** por esta razón.

---

#### **Causa raíz 3: Deficiente gestión de abastecimiento**

---

El año anterior se perdieron el 0.6% de los viajes por falta de repuestos en el almacén, equivalentes a 89 viajes. El cálculo del costo de esta deficiencia es:

Viajes perdidos por falta de repuestos x Margen =  $89 \times S/285.93 = S/ \mathbf{25,448}$ .

---

#### **Causa raíz 1: Falta de mantenimiento predictivo**

---

Se ha perdido el 2.83% de los viajes por falta de capacidad del taller, equivalentes a 419 viajes.

Viajes perdidos por falta de capacidad de atención en el taller x Margen =  $419 \times S/285.93 = S/ \mathbf{119,805}$ .

---

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.2.3. Solución propuesta.

**Tabla 13.** *Solución propuesta*

Nº	Causa raíz	Herramienta de mejora
CR2	Proveedores deficientes	Estandarización de proveedores
CR3	Deficiente gestión de abastecimiento	EOQ ABC Simulación
CR1	Falta de mantenimiento predictivo	Gestión de mantenimiento Mantenimiento predictivo

Fuente: Elaboración propia

#### A. **CR2: Propuesta de mejora para proveedores deficientes**

El área logística tiene una lista de proveedores hábiles con la que normalmente se solicita sus servicios y su nivel de cumplimiento, pero que no se mantiene debidamente actualizada con un proceso de selección y evaluación continua.

Para la selección y evaluación de proveedores se tendrá en cuenta su performance documentada en el último año y la realizará el Coordinador de Compras y Logística, quien es el que finalmente define la aceptación del proveedor.

La evaluación se basa en puntaje y es semestral. Cuando el proveedor esté en el rango de 310 a 375 puntos, se le solicitará planes de acción para conseguir la mejora requerida y el área de logística le dará seguimiento.

Seguidamente se muestra el formato de evaluación de proveedores y los criterios, con su respectiva valoración y peso porcentual.

También se incluye una tabla con el peso porcentual y puntos asignados de cada uno de los factores.

**Tabla 14. Criterios para evaluación de proveedores**

<b>Factor</b>	<b>Puntos</b>	<b>%</b>
Precio del material	100	24%
Tiempo de respuesta a la cotización	25	6%
Tiempo de retraso en la entrega	125	29%
Condiciones en que realiza la Entrega	50	12%
Forma de pago	15	4%
Experiencia en el rubro	10	2%
Garantía	50	12%
Atención del proveedor	50	12%
<b>Total</b>	<b>425</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

La valoración de cada factor fue brindada, a solicitud nuestra, por el área de compras, según su experiencia sobre la problemática con los proveedores.

**Tabla 15. Factores de calificación y puntajes**

<b>Precio</b>	<b>Puntaje</b>
Igual al promedio del mercado	60
Mayor que el promedio del mercado	30
Menor que el promedio del mercado	100
<b>Tiempo de respuesta de cotización</b>	<b>Puntaje</b>
Entre 0 y 4 horas	25
De 4 horas a 1 día	18
Más de un día	10
<b>Tiempo de retraso en la entrega</b>	<b>Puntaje</b>
0 días	125
1 - 2 días	100
3 - 10 días	75
Mayor a 10 días	50
<b>Condición de Entrega</b>	<b>Puntaje</b>
Entrega en la empresa sin recargo	50
Entrega en la empresa con recargo	30
Se debe recoger de oficina del transportista	15

<b>Experiencia en el rubro</b>	<b>Puntaje</b>
Menos de 2 años	3
De 2 a 5 años	5
De 6 a 8 años	8
Más de 8 años	10
<b>Garantía</b>	<b>Puntaje</b>
No otorga garantía	0
Otorga garantía parcial	20
Otorga garantía total	50
<b>Atención del proveedor</b>	<b>Puntaje</b>
Excelente	50
Regular	25
Malo	0

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos se compararán con los valores de la siguiente tabla y se podrá tomar decisiones sobre los proveedores evaluados.

**Tabla 16. Resultado de la evaluación**

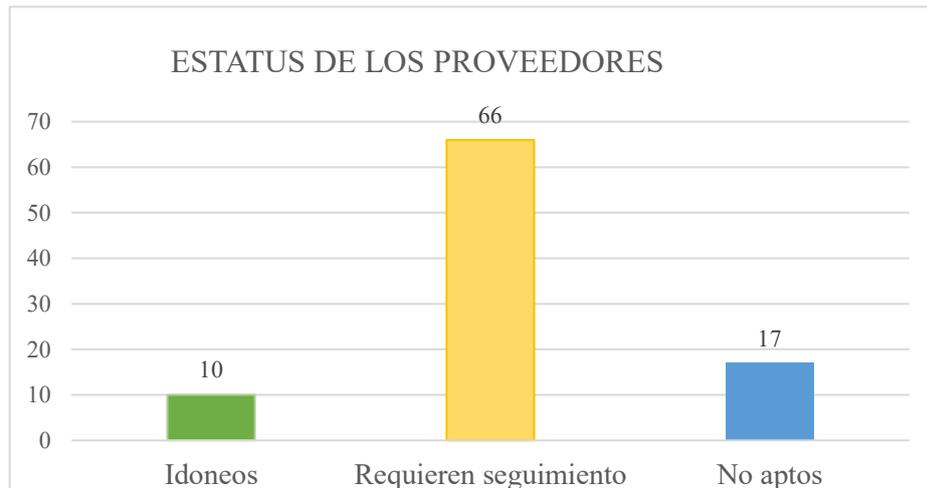
<b>Clasificación</b>	<b>Rango</b>
Empresas idóneas	$X > 374$
Empresa aceptable	$310 < X < 374$
Requerirá supervisión	$250 < X < 309$
Empresas no aptas	$X < 249$

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al consenso obtenido con la gerencia, si la calificación del proveedor es inferior a 249 puntos se retirará de la lista de proveedores.

Es recomendable tener más de 2 proveedores por material. En casos excepcionales se podrá obviar este procedimiento cuando es requisito del cliente trabajar con uno en específico; cuando es el único en el mercado o en caso tenga una connotación estratégica.

Con estos criterios y con el apoyo del asistente de logística, se procedió a hacer evaluación de proveedores (Ver anexo N° 04) teniendo como resultados los que se muestran en la siguiente gráfica:



**Figura 8.** Estatus de los proveedores.

De esta evaluación de proveedores se puede concluir que:

- El método de evaluación es muy exigente y requiere que los proveedores sean disciplinados, proactivos e innovadores, para poder seguir siendo considerados en los planes de abastecimiento.
- Se ha evaluado a 93 proveedores, determinando que 10 son idóneos y brindan excelente servicio. A ellos, se recomienda hacerles saber, mediante un documento formal, la felicitación de la empresa y los deseos que sigan superándose.
- Los 66 proveedores que el área logística debe dar seguimiento y exigirles planes de mejora que permitan que su puntaje se incremente. Se les solicitará que usen como metodología, el diagrama causa efecto, que les permita identificar las razones por las cuales no cumplen cabalmente con las expectativas de la empresa. La recomendación incluye hacer de conocimiento de estos proveedores, que su ubicación en la lista de los que “Requieren seguimiento”, es solo temporal y no podrán estar más de 2 trimestres en ella. De no mostrar mejora, podrían ser dados de baja, a criterio del área logística.
- Por último, la evaluación concluye que existen 17 proveedores que no cumplen con las exigencias mínimas de la empresa y su dada de baja es recomendable.

## **B. CR3: Propuesta de mejora de la deficiente gestión de abastecimiento**

Actualmente la empresa de transporte pierde el 0.6% (Ver anexo N° 15) de sus viajes programados por falta de repuestos críticos, que impiden cumplir con el mantenimiento de algunas de sus unidades que son atendidas en el taller.

Se propone utilizar el método de lote económico EOQ de revisión continua, que permita adquirir repuestos y otros suministros en una magnitud tal, que no afecte los costos de mantenimiento del almacén ni los costos administrativos de la generación de órdenes de compra. Esto ya que se debe tener conocimiento que el costo por almacenar estos repuestos es alto según la información brindada por la empresa sobre su experiencia en años anteriores.

También se determina el punto de pedido, que permita cumplir con los requerimientos, en función de datos históricos de consumos. En los anexos N° 13 y 14, se muestran los cálculos del costo de mantenimiento en el almacén de repuestos y suministros, y el costo de emisión de las órdenes de compra.

Con esta información, se procede a determinar:

- **Lead time:** que es el tiempo que abarca desde el momento en que se genera la orden de compra, hasta el momento en que el suministro entra al almacén de la empresa de transporte. Se considera un Lead Time interno que tiene en cuenta el tiempo de generación, verificación y autorización de la orden.

También se añade el Lead Time externo, que es el tiempo que le toma al proveedor despachar el insumo, el tiempo de viaje y el tiempo de las maniobras administrativas para hacerlo llegar al taller de la empresa de transporte.

- **Punto de pedido:** Es el indicador del momento en que se debe solicitar el suministro. Está en función del Lead Time y de la variabilidad del consumo durante el año. Además, se le adiciona  $3\delta$ , para tener un nivel de confianza de 99.7%. Complementariamente se le añade un buffer de 10% como seguridad.

- Lote económico de compra (EOQ): Que es la cantidad recomendable a comprar los suministros, que mantiene en equilibrio el costo administrativo del almacenamiento con el costo de emitir una orden de compra.

De acuerdo a esto, con el importante apoyo del asistente administrativo del almacén se ha preparado matrices para calcular el Lote Económico de Compra de los repuestos más importantes, de las marcas Freightliner y Volvo, que se muestran en los anexos N° 10 y 11. También se ha elaborado una matriz de los suministros genéricos de mayor demanda, que se muestra en el anexo N° 12.

Con la aplicación del EOQ y el seguimiento disciplinado de las órdenes de compra pendientes de recepción, se reducirán significativamente las roturas de inventarios de repuestos que ocasionan viajes frustrados.

Es recomendable que el área logística trabaje junto a los proveedores en la reducción del lead time. Con ello, el tamaño de lote y los saldos de inventarios también se reducirán, incrementándose con esto el índice de rotación de inventarios.

### **C. CR1: Propuesta de mejora de la falta de mantenimiento predictivo**

Para implantar el mantenimiento predictivo, se debe cambiar las sustituciones periódicas por revisiones periódicas en función de la criticidad, técnica que se debe aplicar con el objetivo de detectar posibles fallas y/o defecto en los camiones asignados al transporte de carga, para evitar que estos fallos ocasionen paros innecesarios.

**Tabla 17.** Registro de fallas 2018

Elemento que se registró fallas	Fallas registradas 2018	Tiempo de reparación (Horas)	Tiempo promedio por falla (Horas)
Neumáticos	101	4280	42
Chasis	61	2456	40
Eléctrico	66	2238	34
Lubricación	56	1988	36
Enfriamiento	35	1183	34
Motor	33	1037	31
Frenos	33	1020	31
Combustible	31	1003	32
Escape	34	893	26
Aire	37	835	23
Dirección	32	828	26
Admisión de aire	25	581	23

Fuente: Empresa de transporte.



**Figura 9.** Pareto de tiempos de causas de unidades de reparación

Se observa que los sistemas son más susceptibles de fallas y por consiguiente deben priorizarse son:

- ✓ Neumáticos
- ✓ Chasis
- ✓ Sistema eléctrico
- ✓ Lubricación
- ✓ Enfriamiento
- ✓ Motor
- ✓ Frenos

*Descripción de equipos propuestos para mantenimiento predictivo.*

✓ Vibrómetro:

Es un instrumento de medición que se utiliza para medir la determinación de las magnitudes que caracterizan el suceso de las vibraciones. Este equipo sirve básicamente para el mantenimiento preventivo y predictivo de máquinas de producción.

Es ampliamente utilizado en las grandes industrias, donde se hace necesario conocer cómo se está comportando una determinada maquinaria y que componentes podrían estar sufriendo desgaste para asegurar su adecuado funcionamiento.

A través del Vibrómetro es posible diagnosticar fallas en los equipos con exactitud para aplicar las medidas correspondientes antes de que la maquinaria colapse.

El Vibrómetro tiene un láser que enfoca la superficie a medir. A través del efecto Doppler, la frecuencia de la luz láser que se muestra varía si se desplaza la superficie enfocada y esa frecuencia se mide con el Vibrómetro.

Las vibraciones son el resultado de la difusión de fuerzas que producen un desgaste y deterioro en las máquinas dinámicas. En ese sentido, parte de la energía producida por la fuerza es disipada fuera de la máquina, gracias a sus elementos de sujeción, unión y apoyos.

Esta disipación de la fuerza permite medir el fenómeno de vibración. El mantenimiento de estas fuerzas de vibración dentro de unos márgenes o límites es fundamental. Cuando las fuerzas de vibración no se mantienen constantes, dentro de unos límites, empiezan a aparecer efectos dinámicos en la máquina que, como consecuencia, genera una modificación del espectro de vibración.



**Precio:**

**US \$2,000-3,500 / Units**

**Figura 10.** *Vibrómetro*

✓ Fisurómetro

El fisurómetro es un medidor para determinar el ancho de fisuras en distintos materiales. El fisurómetro puede utilizarse para la medición de grietas y fisuras en puentes, túneles, edificios, cubiertas de hormigón o superficies metálicas.

El envío incluye un dispositivo de mano y un sensor de aumento microscópico con un cable de conexión de 1 metro. El dispositivo de mano del fisurómetro PCE-CWM 20 está equipado de una pantalla LCD, que puede ser manejada en modo táctil.



*Figura 11.* Fisurómetro PCE

✓ Viscosímetro

El viscosímetro de rotación es ideal para determinar la viscosidad de líquidos. El viscosímetro de rotación realiza la medición a través de diferentes husillos. Detecta la viscosidad a través de la velocidad de giro que el viscosímetro debe aplicar para mover el líquido.



*Figura 12.* Viscosímetro

Seguidamente se muestra el cálculo para determinar el costo del mantenimiento predictivo, en función del costo de los equipos y de su número de veces usado en 5 años, al que se le adiciona el costo de 1 hora-hombre para el cumplimiento de la tarea.

**Tabla 18.** *Cálculo de costo de mantenimiento predictivo*

Equipos propuestos	Cantidad	Función	Costo equipo	Gastos aduaneros e impuestos	Costo puesto en TRC	Inversión	Veces usado durante 5 años/ trailer	Total trailers	Costo de cada mantenimiento predictivo
Vibrómetro	1	Análisis de vibraciones	11,550	121%	25,526 S/	25,526	10	505	S/ 5.05
Fisurómetro	1	Determinación de fisuras	10,712	121%	23,673 S/	23,673	10	505	S/ 4.69
Termógrafo	1	Medidor de temperatura	1,650	121%	3,647 S/	3,647	10	505	S/ 0.72
Kit de líquidos penetrantes	24	Ubicación de fisuras	33	121%	73 S/	1,750	10	505	S/ 0.35
Multímetro	5	Medidor de tensión	83	121%	182 S/	912	30	505	S/ 0.06
Viscosímetro	1	Medidor de viscosidad	3,293	121%	7,278 S/	7,278	15	505	S/ 0.96
Profundímetro	10	Desgaste de neumáticos	17	121%	36 S/	365	30	505	S/ 0.02
Balanceadora de llantas	2	Balanceo	2,640	121%	5,834 S/	11,669	30	505	S/ 0.77
Mano de obra (8 hora)	1		7.5						S/ 7.50
<b>Total</b>						<b>S/74,819</b>			<b>S/ 20.13</b>

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es determinar el valor del intervalo entre inspecciones predictivas. Este será directamente proporcional a tres factores: el factor de costo, el factor de falla y el factor de ajuste.

### Ecuación 6.

Intervalo entre inspecciones predictivas

$$I = C \times F \times A$$

Donde:

I = Frecuencia de inspección en años/inspección

C = Factor de costo, que es costo del mantenimiento por número de fallas

F = Factor de falla, cociente de las fallas predecibles entre la tasa de fallas.

A = Factor de ajuste, basado en la probabilidad de ocurrencia de más de 0 fallas en un año utilizando la distribución acumulativa de Poisson.

A continuación, se detallan los cálculos de la frecuencia de inspecciones

**Tabla 19.** Cálculo de la frecuencia de inspecciones de mantenimiento predictivo

Elemento que se registro fallas	Fallas registrad 2018	Tiempo reparac (Horas)	Tiempo promedio por falla (Horas)	Viajes perdidos	Margen por viaje	Lucro cesante por viajes perdidos	Costo del mantto predictivo	Factor de costo ( C )	Fallas detectab con M. Pred	Tasa de falla	Ratio de fallas detectables $\lambda$	Factor de falla (F)	Factor de ajuste (A)	Intervalos de inspección predictiva (I) (Años/Inspecc)	Cada tantos meses
Neumáticos	101	4280	42	428	S/285.93	S/122,379	S/ 20.13	S/0.00016	20	0.010	0.20	2020	1.72	0.6	7
Eléctrico	66	2238	34	187	S/285.93	S/53,326	S/ 20.13	S/0.00038	20	0.015	0.30	1320	1.34	0.7	8
Lubricación	56	1988	36	166	S/285.93	S/47,370	S/ 20.13	S/0.00042	20	0.018	0.36	1120	1.20	0.6	7
Chasis	61	2456	40	205	S/285.93	S/58,521	S/ 20.13	S/0.00034	20	0.016	0.33	1220	1.27	0.5	6
Enfriamiento	35	1183	34	99	S/285.93	S/28,188	S/ 20.13	S/0.00071	20	0.029	0.57	700	0.83	0.4	5
Frenos	33	1020	31	85	S/285.93	S/24,304	S/ 20.13	S/0.00083	20	0.030	0.61	660	0.79	0.4	5
Motor	33	1037	31	86	S/285.93	S/24,709	S/ 20.13	S/0.00081	20	0.030	0.61	660	0.79	0.4	5
Dirección	32	828	26	69	S/285.93	S/19,729	S/ 20.13	S/0.00102	20	0.031	0.63	640	0.77	0.5	6
Combustible	31	1003	32	84	S/285.93	S/23,899	S/ 20.13	S/0.00084	20	0.032	0.65	620	0.74	0.4	5
Escape	34	893	26	74	S/285.93	S/21,278	S/ 20.13	S/0.00095	20	0.029	0.59	680	0.81	0.5	6
Aire	37	835	23	70	S/285.93	S/19,896	S/ 20.13	S/0.00101	20	0.027	0.54	740	0.87	0.7	8
Admisión de aire	25	581	23	48	S/285.93	S/13,844	S/ 20.13	S/0.00145	20	0.040	0.80	500	0.60	0.4	5

Fuente: Elaboración propia

En la columna de la derecha están detalladas las frecuencias en meses, con las que deben hacerse las inspecciones, empleando los dispositivos y equipos específicos para mantenimiento predictivo.

Con este procedimiento, se está reduciendo de 75% a menos de 50% los vehículos que, al llegar al taller, requerirán la atención del mecánico, que es la causa de un cuello de botella que no permite una mejor disponibilidad de los camiones.

#### Determinación del número apropiado de mecánicos

Se ha determinado que con la implementación gradual del plan de mantenimiento predictivo se debería obtener una reducción del 75% al 50% de las unidades que requieren la participación del mecánico.

Ahora se evaluará la pertinencia de incrementar el número de mecánicos asignados al mantenimiento de los 101 camiones asignados a la operación minera en el Alto Chicama

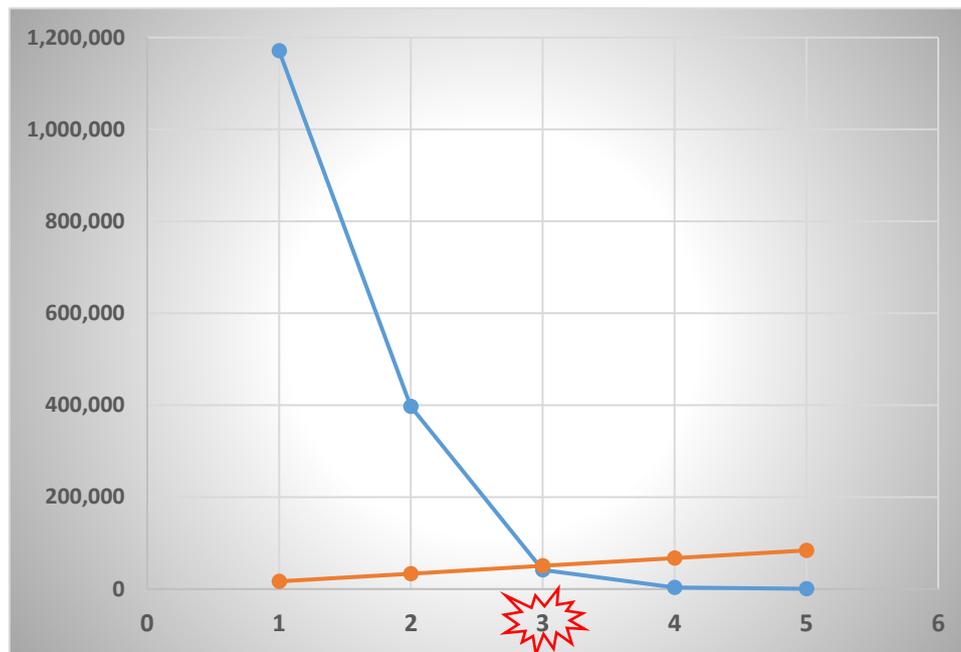
En este caso se hace un ejercicio de simulación, mostrado en los anexos 5, 6, 7, 8 y 9, de la utilidad perdida por viajes frustrados con diferentes números de mecánicos, versus el costo de las remuneraciones de estos trabajadores. A continuación, el resumen de las pérdidas calculadas a través de la simulación:

**Tabla 20.** *Resultados de simulación de pérdidas*

Número de mecánicos	Viajes perdidos por falta de mecánicos/año	Utilidad perdida anualmente	Costo anual de mecánicos (14 sueldos)
1	4096	S/. 1,171,181	S/. 16,800
2	1389	S/. 397,161	S/. 33,600
3	145	S/. 41,460	S/. 50,400
4	12	S/. 3,431	S/. 67,200
5	2	S/. 572	S/. 84,000

Fuente: Elaboración propia

Con esta información, se grafica el costo de remuneraciones de los mecánicos vs el lucro cesante proveniente de los viajes perdidos y se obtiene la siguiente información:



**Figura 13.** Remuneraciones vs lucro cesante

En esta gráfica se puede ver en la Ordenada, que la intersección de ambas curvas determina que el número rentable de mecánicos en esta nueva situación de eficiencia, obtenida con la implantación del mantenimiento predictivo, es solamente 3 en vez de los 4 mecánicos usuales. No obstante, ello, se recomienda continuar con el número ya establecido, teniendo en cuenta que esta simulación no ha considerado inasistencias de este personal, por diversos motivos.

### 2.5.3. Evaluación económica y financiera.

#### 2.5.3.1. Inversión propuesta.

**Tabla 21.** *Inversión en herramientas de mejora*

#### Costo de equipos para mantenimiento predictivo

Equipos propuestos	Cantidad	Función	Costo equipo	Gastos aduaneros e impuestos	Costo puesto en la Empresa	Inversión
Vibrómetro	1	Análisis de vibraciones	11,550	121%	25,526	S/ 25,526
Fisurómetro	1	Determinación de fisuras	10,712	121%	23,673	S/ 23,673
Termógrafo	1	Medidor de temperatura	1,650	121%	3,647	S/ 3,647
Kit de líquidos penetrantes	24	Ubicación de fisuras	33	121%	73	S/ 1,750
Multímetro	5	Medidor de tensión	83	121%	182	S/ 912
Viscosímetro	1	Medidor de viscosidad	3,293	121%	7,278	S/ 7,278
Profundímetro	10	Desgaste de neumáticos	17	121%	36	S/ 365
Balancadora de llantas	2	Balanceo	2,640	121%	5,834	S/ 11,669
Mano de obra (8 hora )	1		7.5			
<b>Total</b>						<b>S/74,819</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.5.3.2. Flujo de caja proyectado.

**Tabla 22.** Flujo de caja del proyecto de mejora.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Inversión</b>													
Vibrómetro	-S/ 25,526												
Fisurómetro	-S/ 23,673												
Termógrafo	-S/ 3,647												
Kit de líquidos penetrantes	-S/ 1,750												
Multímetro	-S/ 912												
Viscosímetro	-S/ 7,278												
Profundímetro	-S/ 365												
Balaceadora de llantas	-S/ 11,669												
<b>Total inversión</b>	<b>-S/ 74,819</b>												
<b>Ingresos</b>													
Reducción de viajes perdidos	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	9,674	116,088
Reducción en roturas de inventario	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	16,870
Reducción compras reactivas	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	22,199
<b>Total ingresos</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>12,930</b>	<b>155,157</b>
<b>Egresos</b>													
Tutoría de Tecsup mantenimiento predictivo	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	48,000
Capacitación en selección de proveedores	1,500	1,500											3,000
<b>Total egresos</b>	<b>5,500</b>	<b>5,500</b>	<b>4,000</b>	<b>51,000</b>									
<b>Total</b>	<b>7,430</b>	<b>7,430</b>	<b>8,930</b>	<b>104,157</b>									
<b>Flujo actualizado</b>	<b>-S/ 74,819</b>	<b>7,305</b>	<b>7,182</b>	<b>8,487</b>	<b>8,345</b>	<b>8,205</b>	<b>8,067</b>	<b>7,931</b>	<b>7,798</b>	<b>7,667</b>	<b>7,538</b>	<b>7,412</b>	<b>7,287</b>
<b>Tasa BCP</b>	<b>20.50% Anual</b>												
	<b>1.71% Mensual</b>												
<b>VAN</b>	<b>S/ 18,405</b>												
<b>TIR</b>	<b>64.24%</b>												

Fuente: Elaboración propia

### CAPÍTULO 3. RESULTADOS

- Los costos operativos se reducen con la implementación de la propuesta de la siguiente manera: La Rentabilidad proyectada sobre las ventas del año mejorado, experimentarán un incremento de 21% a 23%. Esto se demuestra en la tabla a continuación, como resultado de la comparación del Estado de Resultados antes de la propuesta de mejora y el después.

**Tabla 23.** Estado de resultados 2018 vs mejora

<b>Estado de resultados comparativo - actual vs mejora</b>		
	<b>Actual</b>	<b>Mejora</b>
Ventas netas (VN)	21,323,354	22,016,639
Costo de ventas (CV)	14,605,037	14,605,037
Beneficio del proyecto	0	155,157
<b>Utilidad bruta</b>	<b>6,718,317</b>	<b>7,566,759</b>
Gastos administrativos* <sup>1</sup>	216,000	216,000
Gasto de ventas	0	0
<b>Utilidad operativa</b>	<b>6,502,317</b>	<b>7,350,759</b>
Gastos financieros	0	-7,482
<b>Utilidad antes de participación e impuestos</b>	<b>S/6,502,317</b>	<b>S/7,358,241</b>
<b>Impuesto a la renta</b>	<b>S/1,950,695</b>	<b>S/2,207,472</b>
<b>Utilidad neta</b>	<b>S/4,551,622</b>	<b>S/5,150,769</b>
<b>Reserva</b>	<b>S/455,162</b>	<b>S/515,077</b>
<b>Resultado del ejercicio</b>	<b>S/4,096,460</b>	<b>S/4,635,692</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>	<b>21%</b>	<b>23%</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos brindados por la empresa de transporte de carga

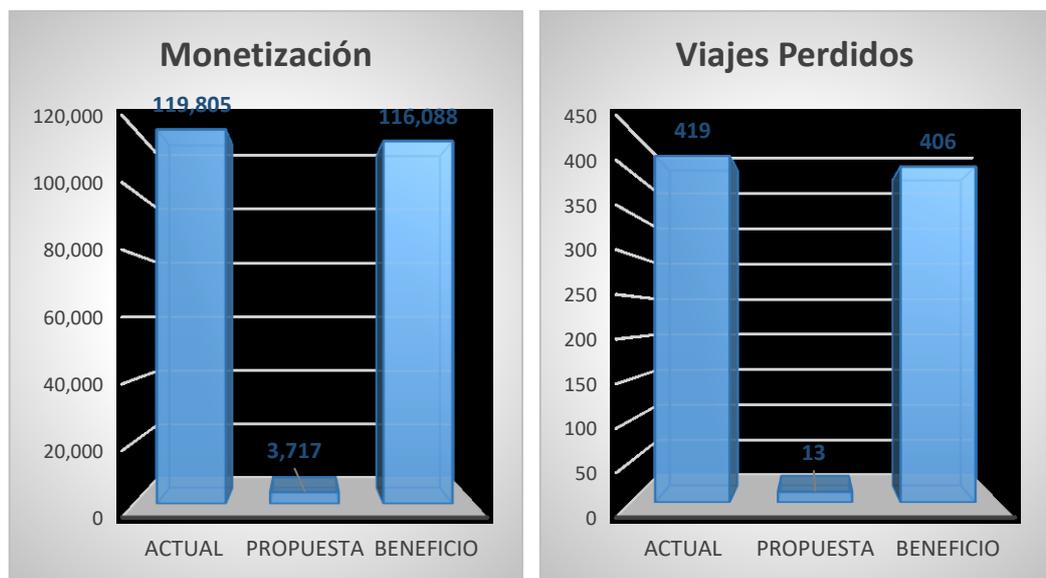
- La Eficiencia Operacional de los Equipos se incrementará de 83% a 86% de acuerdo a:

**Tabla 24.** Eficiencia Operacional 2018 vs Propuesta

	2018	Propuesta
<b>Disponibilidad</b> (Viajes perdidos)	$\frac{14,810 - 508}{14,810} = 96.57\%$	$\frac{14,810 - 102}{14,810} = 99.31\%$
<b>Calidad</b> (Fallas en ruta)	$\frac{14,810 - 74}{14,810} = 99.50\%$	$\frac{14,810 - 49}{14,810} = 99.67\%$
<b>Rendimiento</b> (Consumo diésel/Km)	$\frac{14,810 - 260 \text{ Km}}{25 \text{ Km/gln}} = 86.80\%$	$\frac{14,810 - 260 \text{ Km}}{25 \text{ Km/gln}} = 86.80\%$
<b>OEE</b>	<b>83%</b>	<b>86%</b>

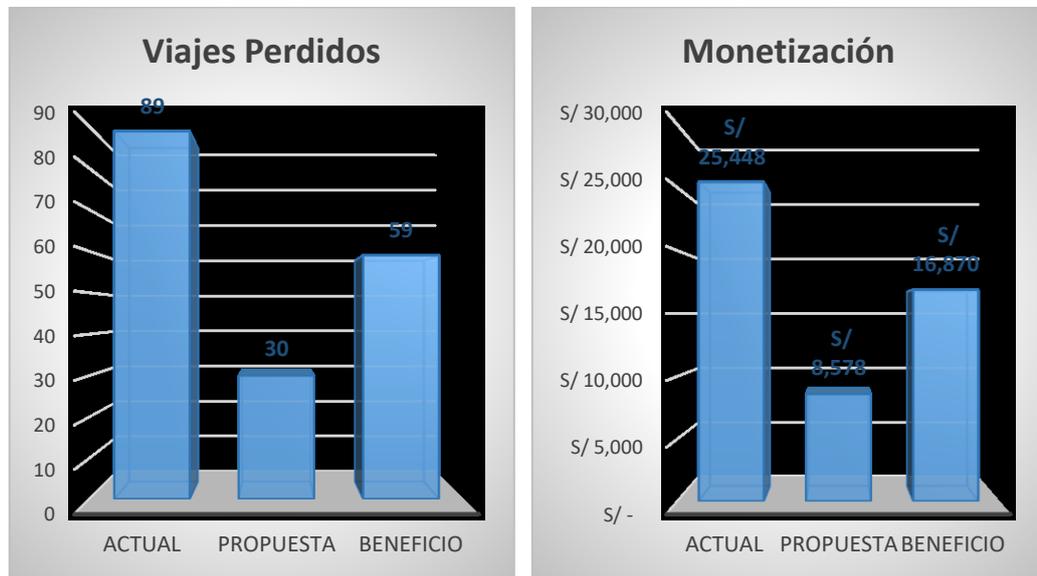
**Fuente:** elaboración propia

- Frente a la falta de mantenimiento predictivo, que en 2018 provocó una pérdida de S/ 119,805, se propone implementar un plan de mantenimiento predictivo, adquirir instrumentos de medición apropiados para este tipo de mantenimiento y el uso de herramientas como la simulación de Montecarlo. Esto permite que la empresa obtenga un beneficio de S/ 116,088, puesto que la pérdida con la propuesta se calcula en S/ 3,717.



**Figura 14.** Reducción de pérdida por falta de mantenimiento preventivo

- Para hacer frente a la deficiente gestión de abastecimiento, se propone implementar un EOQ y el uso de simulación. Con esta propuesta, la pérdida por la causa raíz disminuirá en S/ 16,870, ya que en 2018 fue de S/ 25,448 y se calcula que con la mejora será de S/ 8,578.



**Figura 15.** Reducción de pérdida por deficiente gestión de abastecimiento

- Frente a los proveedores deficientes, se propone aplicar una evaluación de proveedores. Esto permite que la empresa obtenga un beneficio de S/ 22,199 producto de la reducción de la pérdida de S/ 24,665 en 2018 a S/ 2,466 con la mejora de la propuesta.



**Figura 16.** Reducción de pérdida por proveedores deficientes

## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- Aldana (2012) logra incrementar sus servicios prestados en un 7%, gracias a la mejora en el mantenimiento predictivo. En el presente trabajo, el mantenimiento predictivo también tiene una repercusión positiva en la disponibilidad de la flota, logrando reducir los viajes frustrados por demora en el mantenimiento, de 419 a 13, obteniéndose un lucro cesante de S/116,088.
- Para Rivadeneira (2013) es importante el implantar un software en el que se apoyen las tareas de mantenimiento, esto facilita el registro y los controles. La presente tesis no se ha enfocado en herramientas TI, puesto que es una propuesta piloto a la que se debe evaluar según sus resultados, sin embargo, es recomendable que el software de mantenimiento que maneja la empresa sea mejor aprovechado. Actualmente se limita únicamente al control de las órdenes de trabajo.
- De acuerdo a lo afirmado por Flores (2010) la mejora en el mantenimiento preventivo, disminuyó el tiempo de mantenimiento de 480 a 180 horas e incrementó la disponibilidad de la flota de 0.39 a 0.80. De la misma manera, la propuesta expuesta en esta investigación, tiene un efecto positivo en la disponibilidad de la flota, habiéndose determinado mediante el uso de simulación que, con el siguiente paso, que es el mantenimiento predictivo, se debería obtener una reducción del 75% al 50% en las unidades que requieren la participación del mecánico, luego de retornar de la mina.
- Pantoja (2008) destaca que una mejora en el planeamiento del mantenimiento influye positivamente en la producción y la rentabilidad de la empresa aumentándola en \$39744. Esto se corrobora con lo presentado en esta tesis, puesto que la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, logra incrementar la rentabilidad de la empresa en 2%.
- Según afirma Carbajal (2016), la disponibilidad de recursos materiales y humanos es indispensable para que la propuesta de mejora en el mantenimiento

tenga los resultados esperados. De esta manera, el presenta trabajo propone la adquisición de instrumentos para el mantenimiento predictivo, que permitan hacer posible su correcta implementación

- Para Holguín (2016), la gestión de mantenimiento está muy ligada a la logística, debido a las adquisiciones que se requieren para hacer posible estas tareas, teniendo un beneficio de S/. 60,615.11 anual. En esta tesis, se plantea una evaluación de proveedores con el fin de estandarizar el rendimiento de estos y garantizar el cumplimiento efectivo de las tareas de mantenimiento, logrando un beneficio de S/22,199, producto de esta tarea.

## 4.2 Conclusiones

- Se diagnosticaron cuatro causas raíces, de las cuales tres resultaron generar un impacto de más del 80% en la rentabilidad. Estas son: falta de mantenimiento predictivo, deficiente gestión de abastecimiento y proveedores deficientes.
- La estandarización de proveedores, la aplicación de los métodos EOQ y ABC, la simulación y la adquisición de instrumentos para dar mantenimiento predictivo; hacen posible el incremento de la rentabilidad de la empresa.
- La propuesta de mejora incrementa la rentabilidad sobre las ventas de la empresa en 2%. En el año 2018, esta tuvo un valor de 21%; mientras que, con la mejora, representó el 23%.
- El VAN es S/18,405 y el TIR 64.24%. Como el primero es positivo y el TIR es superior que la tasa impositiva del Banco de Crédito del Perú, se puede decir que esta propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los camiones que operaran en el Alto Chicama, es viable.

## REFERENCIAS

### TESIS:

Aldana, V. (2012), *Mejoramiento de las Rutinas de Mantenimiento Predictivo Automotriz Basado en un Desarrollo Sostenible*. (Tesis de Grado). Universidad de Juan Carlos de Guatemala, Guatemala.

Carbajal, P. (2016) *Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Flota Vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Flores, C. (2010). *Mantenimiento Preventivo para Vehículos de Carga y Maquinaria Pesada en Operación de Movimiento de Tierras*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Holguín, P. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión de Mantenimiento para Reducir los Costos de la Empresa Transportes Los Titos Paz S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú

Pantoja, R. (2008). *Mejora del Planeamiento del Mantenimiento de Maquinaria Pesada en Sociedad Minero Cerro Verde*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Rivadeneira, J. & Torres, H. (2013). *Elaboración de un Manual de Procedimiento y Control Estadístico para Mantenimiento Vehicular en el Área de Transporte de la E.P. Petroproducción Filial Lado Agrio*. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Sánchez Ballesta, Juan Pedro (2002): "*Análisis de Rentabilidad de la empresa*"

Baer, M. (2018). *Las compañías más grandes de transportes en Estados Unidos*. Recuperado de [www.cuidatudinero.com](http://www.cuidatudinero.com)

EQUINLAB S.A.C. (2016). *Equipamiento Instrumentación Industrias y Laboratorios*. Lima. Recuperado de [www.equinlabsac.com](http://www.equinlabsac.com)

Grupo MOLDTRANS (2014). *Historia del transporte terrestre*. Recuperado de <http://www.moldtrans.com/>

Hernández, E. (2014). *El transporte en el mundo actual*. Recuperado de <https://transporteterrestreutp.blogspot.com/>

Instrumentos de medición. (2018). Recuperado de [instrumentosdemedicion.org](http://instrumentosdemedicion.org)

Palacios, A. (2015). *Alarmante informalidad en el transporte terrestre*. Diario Expreso. Recuperado de <https://www.expreso.com.pe/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Unidades remolque

CANT	DESCRIPCION	MARCA/MOD.	AÑO	CARGA
17	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2016	38 TM
6	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2015	38 TM
10	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2013	30 TM
32	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2012	30 TM
22	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2011	30 TM
20	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2010	30 TM
8	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2009	30 TM
31	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2008	30 TM
21	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2007	30 TM
11	REMOLCADOR	FREIGHTLINER CL 120	2006	30 TM
5	REMOLCADOR	FREIGHTLINER FL 112FL 112	2004	30 TM
19	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2016	38 TM
20	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2014	30 TM
3	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2013	32 TM
10	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2012	30 TM
13	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2011	30 TM
21	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2010	30 TM
7	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2009	30 TM
15	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2008	30 TM
9	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2006	30TM
10	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2005	30 TM
5	REMOLCADOR	FREIGHTLINER M2 112	2005	30 TM
1	REMOLCADOR	FREIGHTLINER FL 112	2005	30 TM
10	REMOLCADOR	FREIGHTLINER FL 112	2005	30 TM
1	REMOLCADOR	FREIGHTLINER FL 112	2003	30 TM
2	REMOLCADOR	INTERNATIONAL 9200	2016	38 TM
15	REMOLCADOR	KENWORTH T800	2007	30 TM
7	REMOLCADOR	MACK CXU 613	2014	31 TM
12	REMOLCADOR	MACK CXU 613	2013	30 TM
10	REMOLCADOR	MACK CXU 613	2012	30 TM
10	REMOLCADOR	MACK CXU 613	2011	30 TM
1	REMOLCADOR	MACK CXU 613	2008	30 TM
2	REMOLCADOR	MACK CXU 613 VISION	2007	30 TM
22	REMOLCADOR	MACK VISION SILVER	2015	30 TM
10	REMOLCADOR	VOLVO FH12	2008	30 TM
14	REMOLCADOR	VOLVO FH12	2007	30 TM
18	REMOLCADOR	VOLVO FH12	2006	30 TM
25	REMOLCADOR	VOLVO FH12	2005	30 TM
16	REMOLCADOR	VOLVO FH12	2004	30 TM
4	CAMION	FREIGHTLINER	2009	30 TM
3	CAMION	FREIGHTLINER M2 112	2016	38 TM
4	CAMION	VOLVO	2003	30 TM
2	CAMION	VOLVO	2002	30 TM
1	CAMION	VOLVO	1988	30 TM

Fuente: Empresa de transporte SAC

**Anexo 2. Unidades semi remolque**

CANT	DESCRIPCION	MODELO	CARGA
3	SEMIREMOLQUE	TOLVA ALUMINIO	32 TM
23	SEMIREMOLQUE	TOLVA MINERA	12 M3
6	SEMIREMOLQUE	VOLQUETE	48 M3
18	SEMIREMOLQUE	VOLQUETE	24 M3
26	SEMIREMOLQUE	CAMA BAJA	30 TM
24	SEMIREMOLQUE	FURGÓN	32 TM
130	SEMIREMOLQUE	PLATAFORMA	32 TM
54	SEMIREMOLQUE	PLATAFORMA	32 TM
8	SEMIREMOLQUE	PORTA CONTENEDOR	32 TM
10	SEMIREMOLQUE	MACK MACK CXU 613	32 TM
88	SEMIREMOLQUE	BARANDA METALICA	32 TM
27	SEMIREMOLQUE	VOLQUETE METALERA	32 TM
138	SEMIREMOLQUE	TOLVA VOLQUETE	32 TM
14	SEMIREMOLQUE	BOMBONAS	32 TM
2	SEMIREMOLQUE	TOLVAS CISTERNA	32 TM
4	SEMIREMOLQUE	CISTERNAS	8500 GALONES
3	SEMIREMOLQUE		40'
2	SEMIREMOLQUE		20'

Fuente: Empresa de transporte SAC

**Anexo 3. Base de datos de camiones que llegan para mantenimiento**

MAYO			JUNIO			JULIO		
FECHA	CANTIDAD ATENDIDOS	PROMEDIO DIARIO	FECHA	CANTIDAD ATENDIDOS	PROMEDIO DIARIO	FECHA	CANTIDAD ATENDIDOS	PROMEDIO DIARIO
02-may	38	<b>37.65</b>	01-jun	34	<b>37.00</b>	01-jul	39	<b>38.50</b>
03-may	39		02-jun	40		04-jul	40	
04-may	37		03-jun	36		05-jul	37	
05-may	41		04-jun	36		06-jul	40	
06-may	42		06-jun	37		07-jul	40	
07-may	36		07-jun	35		08-jul	38	
09-may	38		08-jun	37		09-jul	37	
10-may	41		09-jun	39		11-jul	38	
11-may	39		10-jun	40		12-jul	39	
12-may	40		11-jun	33		13-jul	37	
13-may	38		13-jun	35		14-jul	36	
14-may	37		14-jun	37		15-jul	37	
16-may	35		15-jun	35		16-jul	38	
17-may	38		16-jun	39		18-jul	38	
18-may	36		17-jun	37		19-jul	40	
19-may	36		18-jun	33		20-jul	37	
20-may	37		20-jun	41		21-jul	35	
21-may	38		21-jun	40		22-jul	36	
23-may	36		22-jun	38		23-jul	37	
24-may	39		23-jun	38		25-jul	46	
25-may	35		24-jun	40		26-jul	40	
26-may	37		25-jun	36		27-jul	38	
27-may	41		27-jun	35		30-jul	42	
28-may	37		28-jun	35		31-jul	39	
30-may	36		30-jun	39				
31-may	32							

PROMEDIO	MAYO	JUNIO	JULIO
DIARIO	37	37	38

<b>PROMEDIO GENERAL</b>	<b>37.63</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>75%</b>

Fuente: Elaboración propia

*Anexo 4. Evaluación de los proveedores.*

PROVEEDORES	PRECIO	TIEMPO DE RESPUESTA COTIZACIÓN	TIEMPO DE RETRASO EN ENTREGA	CONDICION DE ENTREGA	FORMA DE PAGO	EXPERIENCIA EN EL RUBRO	ATENCION DEL PROVEEDOR	PUNTOS TOTALES	ESTATUS DEL PROVEEDOR
AD CHEK INVERSIONES S.A.C	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
AUTOREX PERUANA S A	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
EPYSA PERU S.A.C	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
MANNUCCI DIESEL SAC	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
MOTORES DIESEL ANDINOS S.A.	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
OFICENTRO SAC	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
PLAZA VEA SUPERMERCADOS PERUANOS S.A.	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
PUNTOIMPRESO E.I.R.L	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
REPSOL YPF COMERCIAL DEL PERU S.A.	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
SEGURINDUSTRIA S.A.C	100	25	125	50	15	10	50	375	Idonea
RI-CAR AUTOBOUTIQUE SAC	100	10	125	50	9	10	50	354	Req. Superv.
ROCA PE SERVICIOS E.I.R.L	100	25	125	30	6	10	50	346	Req. Superv.
SANTO TOMAS S.A.C.	100	25	125	30	6	10	50	346	Req. Superv.
REPUESTOS DIESEL IMPORTACIONES S.A.C.	60	25	125	50	15	10	50	335	Req. Superv.
AUTO IMPORT ROMERO SAC	60	25	100	50	12	8	50	305	Req. Superv.
LA CASA DEL PERNO SRL	60	10	100	50	6	10	50	286	Req. Superv.
NEUMATICOS CHICLAYO EIRL	60	10	100	50	6	10	50	286	Req. Superv.
FERRETERIA GARCIA SAC	100	25	100	15	9	8	25	282	Req. Superv.
CORPORACION SEALER'S S.A.	60	18	100	30	12	10	50	280	Req. Superv.
EMPRESA COMERCIAL G&R SAC	100	25	75	30	15	10	25	280	Req. Superv.
EQUIPOS PARA SEGURIDAD INDUSTRIAL S.R.L	60	18	100	30	12	8	50	278	Req. Superv.
GRUPO JHOFRE SAC	60	18	100	30	9	10	50	277	Req. Superv.
FRENO S.A.	60	25	100	30	3	8	50	276	Req. Superv.
CONSORCIO J & M S.R.L.	60	15	100	30	9	10	50	274	Req. Superv.
NEGOCIACIONES CAVASUR SAC	60	18	75	50	9	10	50	272	Req. Superv.
LIGURIA I S.R.L.	60	18	125	30	3	10	25	271	Req. Superv.
GRIFOS ELEUTERIO MEZA G SA	60	18	100	50	9	8	25	270	Req. Superv.
AUTOLATINA & CIA S.A	100	25	100	0	12	8	25	270	Req. Superv.
FERRETERIA Y MATIZADOS A TODO COLOR E.I.R.L	60	18	100	50	6	10	25	269	Req. Superv.

K & G REPRESENTACIONES E.I.R.L	60	18	100	50	6	10	25	269	Req. Superv.
M&M REPUESTOS Y SERVICIOS S.A.	60	10	100	30	9	10	50	269	Req. Superv.
NEUMA PERU CONTRATISTAS GENERALES S.A.C	60	18	100	50	6	10	25	269	Req. Superv.
REPUESTOS Y SERV. ELECT. AUTOMOTRIZ EIRL	60	18	100	15	15	10	50	268	Req. Superv.
FULL TRADING SRL	60	18	75	50	6	8	50	267	Req. Superv.
PROBINSE INDUSTRIAL S.A.C.	60	18	125	30	6	3	25	267	Req. Superv.
EMP. ESTACION DE SERV. GENERALES JORGE E.I.R.L	60	18	100	50	9	3	25	265	Req. Superv.
DISVAR LUBRICANTES SAC	30	25	125	15	10	10	50	265	Req. Superv.
PUNTO DIGITAL S.R.L.	60	25	100	30	15	8	25	263	Req. Superv.
B.A COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES S.A.C	60	18	100	15	9	10	50	262	Req. Superv.
CARPINTERIA METALICA PISFIL SRL	60	18	100	15	9	10	50	262	Req. Superv.
REPUESTOS Y ACCESORIOS INDUSTRIALES SAC	60	18	100	15	9	10	50	262	Req. Superv.
CONTRATISTAS GENERALES CACERES SRL	60	18	100	15	9	10	50	262	Req. Superv.
JWENVERT EMPRESA DE TRANSPORTES S.A.C	60	18	100	15	9	10	50	262	Req. Superv.
FACTORIA PALACIOS S.A.C	60	25	100	30	12	10	25	262	Req. Superv.
CONFECCIONES WALT & TEX S.R.L	60	10	100	15	15	10	50	260	Req. Superv.
GRUPO FERRETERIA SOLANO CRUZADO SAC	60	25	75	30	9	10	50	259	Req. Superv.
GUHASA DISTRIB. Y REPRES. S.A.C.	60	18	100	15	6	10	50	259	Req. Superv.
RASH PERU SAC	60	18	100	30	15	10	25	258	Req. Superv.
FERRETEROS DEL NORTE S.A.C.	60	25	100	30	6	10	25	256	Req. Superv.
GRIFO SUBTANJALLA SRL	60	10	75	50	3	8	50	256	Req. Superv.
GRUPO SANTA CRUZ S.A.C	60	18	100	15	3	10	50	256	Req. Superv.
LLAMA GAS S.A.	30	10	125	30	0	10	50	255	Req. Superv.
COORPORACION VIENTO LIBRE S.R.L	60	18	125	15	9	3	25	255	Req. Superv.
PROMAS INVERSIONES S.A.C.	60	25	100	30	9	8	25	257	Req. Superv.
DIVECENTER S.A.C	30	25	100	30	10	10	50	255	Req. Superv.
OXIMER EIRL	60	10	100	15	9	10	50	254	Req. Superv.
PLASTIMAR EIRL	60	10	100	15	9	10	50	254	Req. Superv.
FERRETERIA INDUSTRIAL KOU S.A.C	60	18	100	30	12	8	25	253	Req. Superv.
CHOY CHUY IMPORT EXPORT S.R.L.	60	18	75	30	9	10	50	252	Req. Superv.
CIPSUR E.I.R.L	60	18	100	30	9	10	25	252	Req. Superv.
ECKERD PERU S.A.	60	18	75	30	9	10	50	252	Req. Superv.
MULTIGASESSILVA E.I.R.L	60	18	100	30	9	10	25	252	Req. Superv.

NEPESA S.A.C.	60	18	75	30	9	10	50	252	Req. Superv.
REPRESENTACIONES GENERALES PERU S.A.	60	18	75	30	9	10	50	252	Req. Superv.
REPUESTOS Y ACCESORIOS R & R S.A.C	60	18	75	30	9	10	50	252	Req. Superv.
SERRADERO EL TIGRILLO SAC	60	18	75	30	9	10	50	252	Req. Superv.
AUTOPARTES E INDUSTRIALES EL MONO	30	10	100	50	3	8	50	251	Req. Superv.
SERVICENTRO RAMIREZ S.A.C.	60	18	75	50	15	8	25	251	Req. Superv.
EMPRESA DE TRANSPORTE HUANCHACO SAC	60	25	75	50	6	10	25	251	Req. Superv.
FERRETERIA - MATIZADOS PINTAKI	60	18	100	30	9	8	25	250	Req. Superv.
LOPEZ BARRETO CESAR	30	10	125	50	0	10	25	250	Req. Superv.
SERVICIOS GENERALES DIESEL S.G.D S.R.L	60	25	100	15	15	10	25	250	Req. Superv.
REPUESTOS Y SERVICIOS ELECTRICOS ANGULO	60	25	100	15	15	10	25	250	Req. Superv.
JP REPUESTOS EIRL	60	10	75	30	15	10	50	250	Req. Superv.
PRODTAPIZ S.R.LTDA.	60	10	75	30	15	10	50	250	Req. Superv.
FERRETERIA INDUSTRIAL SAC	60	10	75	30	15	10	50	250	Req. Superv.
GIAKAMI IMPORT SAC	60	10	75	30	3	8	50	236	No apto
REPUESTOS SANTA ANA SRL	60	10	100	15	15	8	25	233	No apto
REPUESTOS SANTA MONICA S.A.C.	60	18	75	30	9	10	25	227	No apto
GAMPIER VENTAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.	60	18	75	30	6	8	25	222	No apto
FERRETERIA E INVERSIONES NACARINO S.A.C	60	18	75	15	9	8	25	210	No apto
PROCESOS INDUSTRIALES SACORT SAC	60	18	75	15	6	3	25	202	No apto
REPRESENTAC. Y SERVICIOS SAN JORGE S.R.L	30	10	75	30	6	10	25	186	No apto
EL GRINGO SERVICE AUTOBOUTIQUE E.I.R.L	30	10	50	30	10	5	50	185	No apto
EMBRAGUES POCHO S.A.C.	30	10	75	15	6	10	25	171	No apto
FEPAUBRA SRL	30	10	75	15	3	5	25	163	No apto
LUBCOM SAC	30	10	50	30	3	10	25	158	No apto
FERRETERIA JUPESCO HERMANOS SAC	30	10	50	30	3	8	25	156	No apto
ELECTRONICA UNIVERSAL EIRL	30	10	50	15	10	10	25	150	No apto
LUBRICANTES Y SERVICIOS JUNIOR S.A.C	30	10	50	15	5	10	25	145	No apto
LUBRICENTRO EL PELAO S.R.L	30	10	50	15	5	8	25	143	No apto
GARCILAZO TERREL MIGUEL ANGEL	30	10	50	15	3	8	25	141	No apto
FASIMAR E.I.R.L	30	10	50	15	3	3	25	136	No apto

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 5. Simulación de viajes frustrados con 1 mecánico**

Cantidad Simulado	Falta de repuestos	Falta de Capacidad	Total viajes perdidos	Utilidad por viaje	Lucro cesante perdido
87	0.3	14.00	14.30	286	4,089
88	0.3	14.00	14.30	286	4,089
89	0.3	14.53	14.83	286	4,241
90	0.3	14.00	14.30	286	4,089
91	0.3	14.00	14.30	286	4,089
92	0.3	14.00	14.30	286	4,089
93	0.3	14.00	14.30	286	4,089
94	0.3	14.00	14.30	286	4,089
95	0.3	14.00	14.30	286	4,089
96	0.3	14.00	14.30	286	4,089
97	0.3	14.00	14.30	286	4,089
98	0.3	14.00	14.30	286	4,089
99	0.3	14.00	14.30	286	4,089
Pérdida diaria	0.3	13.75	14.04	S/ 286	S/ 4,014
Pérdida anual	89	4,125	4,211		S/ 1,204,118

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 6. Simulación de viajes frustrados con 2 mecánicos**

Cantidad Simulado	Falta de repuestos	Falta de Capacidad	Total viajes perdidos	Utilidad por viaje	Lucro cesante perdido
87	0.3	6.71	7.01	286	2,005
88	0.3	4.00	4.30	286	1,230
89	0.3	4.00	4.30	286	1,230
90	0.3	9.13	9.43	286	2,695
91	0.3	4.00	4.30	286	1,230
92	0.3	4.00	4.30	286	1,230
93	0.3	5.23	5.53	286	1,582
94	0.3	4.00	4.30	286	1,230
95	0.3	4.86	5.16	286	1,476
96	0.3	4.00	4.30	286	1,230
97	0.3	4.77	5.07	286	1,451
98	0.3	4.00	4.30	286	1,230
99	0.3	4.00	4.30	286	1,230
Pérdida diaria	0.3	4.74	4.91	S/ 286	S/ 1,403
Pérdida anual	89	1,421	1,472		S/ 420,995

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 7. Simulación de viajes frustrados con 3 mecánicos**

Cantidad Simulado	Falta de repuestos	Falta de Capacidad	Total viajes perdidos	Utilidad por viaje	Lucro cesante perdido
87	0.3	-	0.30	286	86
88	0.3	1.21	1.51	286	433
89	0.3	-	0.30	286	86
90	0.3	-	0.30	286	86
91	0.3	-	0.30	286	86
92	0.3	-	0.30	286	86
93	0.3	-	0.30	286	86
94	0.3	0.62	0.92	286	262
95	0.3	-	0.30	286	86
96	0.3	-	0.30	286	86
97	0.3	-	0.30	286	86
98	0.3	-	0.30	286	86
99	0.3	-	0.30	286	86
Pérdida diaria	0.3	0.30	0.57	S/ 286	S/ 164
Pérdida anual	89	89	172		S/ 49,130

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 8. Simulación de viajes frustrados con 4 mecánicos**

Cantidad Simulado	Falta de repuestos	Falta de Capacidad	Total viajes perdidos	Utilidad por viaje	Lucro cesante perdido
87	0.3	-	0.30	286	86
88	0.3	-	0.30	286	86
89	0.3	-	0.30	286	86
90	0.3	-	0.30	286	86
91	0.3	-	0.30	286	86
92	0.3	-	0.30	286	86
93	0.3	-	0.30	286	86
94	0.3	-	0.30	286	86
95	0.3	-	0.30	286	86
96	0.3	-	0.30	286	86
97	0.3	-	0.30	286	86
98	0.3	-	0.30	286	86
99	0.3	0.1	0.37	286	107
Pérdida diaria	0.3	0.0	0.34	S/ 286	S/ 98
Pérdida anual	89	13	103		S/ 29,360

Fuente: elaboración propia

**Anexo 9. Simulación de viajes frustrados con 5 mecánicos**

Cantidad Simulado	Falta de repuestos	Falta de Capacidad	Total viajes perdidos	Utilidad por viaje	Lucro cesante perdido
87	0.3	-	0.30	286	86
88	0.3	-	0.30	286	86
89	0.3	-	0.30	286	86
90	0.3	-	0.30	286	86
91	0.3	-	0.30	286	86
92	0.3	-	0.30	286	86
93	0.3	-	0.30	286	86
94	0.3	-	0.30	286	86
95	0.3	-	0.30	286	86
96	0.3	-	0.30	286	86
97	0.3	-	0.30	286	86
98	0.3	-	0.30	286	86
99	0.3	-	0.30	286	86
Pérdida diaria	0.3	0.00	0.30	S/ 286	S/ 87
Pérdida anual	89	2	91		S/ 25,965

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 10. Consumo mensual de repuestos para camiones Freightliner en 2018

Descripción	Costo unitario	Monto Anual	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Promedio	Desviación estándar	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Punto de pedido con 10% buffer	Costo de Almacenaje (2.60% x Valor)	Costo de emisión de órdenes	Lote económico de compra EOQ
1 Accesorios , jebes	S/ 65	S/ 43,810	80	60	80	95	50	45	52	36	40	42	56	38	674	56	19.159	-	114	3	15	18	75	S/ 1.69	S/55.14	210
2 Alternador nuevo	S/ 900	S/ 18,900	1	2	0	1	2	1	2	0	3	0	5	4	21	2	1.603	-	7	3	15	18	4	S/ 23.43	S/55.14	10
3 Bomba de combustible	S/ 2,500	S/ 45,000	1	0	2	1	0	0	2	1	0	3	4	4	18	2	1.508	-	6	3	15	18	4	S/ 65.08	S/55.14	6
4 Compresor de aire	S/ 1,000	S/ 14,000	1	2	0	2	2	0	0	3	1	1	0	2	14	1	1.030	-	4	3	15	18	3	S/ 26.03	S/55.14	8
5 Faja de alternador	S/ 60	S/ 1,800	2	2	2	2	2	4	2	2	4	3	3	2	30	3	0.798	0	5	3	15	18	3	S/ 1.56	S/55.14	46
6 Faja de distribución	S/ 95	S/ 11,875	10	8	8	16	10	12	5	16	18	4	10	8	125	10	4.379	-	24	3	3	6	5	S/ 2.47	S/55.14	75
7 Gobernador de aire	S/ 600	S/ 6,600	1	1	0	0	1	2	0	0	1	1	2	2	11	1	0.793	-	3	3	15	18	2	S/ 15.62	S/55.14	9
8 Inyectores de la bomba	S/ 27,000	S/ 162,000	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	6	1	0.522	-	2	3	15	18	1	S/ 702.91	S/55.14	1
9 Juego de zapatas	S/ 210	S/ 91,560	30	50	20	22	52	28	30	26	36	28	56	58	436	36	13.773	-	78	3	3	6	17	S/ 5.47	S/55.14	94
10 Kit de Anillos	S/ 1,100	S/ 13,200	0	2	2	0	0	1	1	1	2	0	0	3	12	1	1.044	-	4	3	15	18	3	S/ 28.64	S/55.14	7
11 Kit de motor	S/ 9,000	S/ 90,000	1	0	1	0	1	0	2	1	1	0	1	2	10	1	0.718	-	3	3	15	18	2	S/ 234.30	S/55.14	2
12 Kit munon, retenes , jebes	S/ 185	S/ 3,700	2	3	1	2	0	2	3	0	3	2	0	2	20	2	1.155	-	5	3	15	18	3	S/ 4.82	S/55.14	21
13 Relay, sensores	S/ 160	S/ 3,520	2	2	0	3	1	2	3	0	3	2	3	1	22	2	1.115	-	5	3	15	18	3	S/ 4.17	S/55.14	24
14 Resorte de acelerador	S/ 35	S/ 700	4	4	0	2	2	1	0	4	0	0	2	1	20	2	1.614	-	7	3	15	18	4	S/ 0.91	S/55.14	49
16 Soportes de motor	S/ 180	S/ 17,280	10	0	12	8	10	12	10	0	12	10	6	6	96	8	4.264	-	21	3	15	18	14	S/ 4.69	S/55.14	48
17 Termostato	S/ 160	S/ 2,080	1	1	2	0	1	1	2	0	2	1	0	2	13	1	0.793	-	3	3	15	18	2	S/ 4.17	S/55.14	19
19 Turbocargador	S/ 1,600	S/ 11,200	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	7	1	0.669	-	3	3	15	18	2	S/ 41.65	S/55.14	4
20 Valvula pulpo	S/ 210	S/ 1,890	1	0	1	0	1	2	0	0	1	2	0	1	9	1	0.754	-	3	3	15	18	2	S/ 5.47	S/55.14	13
21 Ventilador	S/ 400	S/ 11,600	2	2	2	4	4	2	1	2	3	4	1	2	29	2	1.084	-	6	3	15	18	4	S/ 10.41	S/55.14	18

S/ 550,715

Fuente: Empresa de transporte S.A.C.

### Anexo 11. Consumo mensual de repuestos para camiones Volvo en 2018

Descripción	Costo unitario	Monto Anual	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Promedio	Desviación estándar	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Punto de pedido con 10% buffer	Costo de Almacenaje (2.61% x Valor)	Costo de emisión de órdenes	Lote económico de compra EOQ
1 Accesorios , jebes	S/ 65	S/ 78,585	80	100	80	90	110	120	110	120	80	105	86	128	1,209	101	17.316	49	153	3	3	6	34	S/ 1.69	S/55.14	281
2 Compresor de aire	S/ 1,250	S/ 21,250	4	2	0	0	3	0	4	0	0	1	2	1	17	1	2	-	7	3	15	18	5	S/ 32.54	S/55.14	8
3 Faja de alternador	S/ 50	S/ 850	2	2	1	1	1	0	0	2	3	1	2	2	17	1	1	-	4	3	3	6	1	S/ 1.30	S/55.14	38
4 Faja de distribución	S/ 110	S/ 2,420	1	3	3	0	2	2	1	1	4	2	2	1	22	2	2	-	8	3	3	6	2	S/ 2.86	S/55.14	29
5 Gobernador de aire	S/ 725	S/ 10,875	1	1	1	2	0	2	0	0	3	2	1	2	15	1	4	-	13	3	15	18	9	S/ 18.87	S/55.14	9
6 Inyectores de la bomba	S/ 600	S/ 7,200	1	1	1	1	0	0	2	2	1	1	2	0	12	1	3	-	10	3	15	18	7	S/ 15.62	S/55.14	9
7 Juego de valvulas	S/ 310	S/ 14,570	3	4	4	3	4	5	5	6	4	4	2	3	47	4	4	-	16	3	15	18	11	S/ 8.07	S/55.14	25
8 Juego de zapatas	S/ 225	S/ 67,275	25	28	32	20	34	26	30	22	18	20	20	24	299	25	3	16	34	3	3	6	7	S/ 5.86	S/55.14	75
9 Kit de Anillos	S/ 1,250	S/ 20,000	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	16	1	2	-	7	3	15	18	5	S/ 32.54	S/55.14	7
10 Kit de motor	S/ 10,500	S/ 63,000	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	6	1	1	-	4	3	15	18	2	S/ 273.35	S/55.14	2
11 Kit munon,retenes , jebes	S/ 200	S/ 5,200	2	2	2	1	0	3	2	2	4	3	2	3	26	2	2	-	8	3	15	18	5	S/ 5.21	S/55.14	23
12 Multiple de admisión	S/ 615	S/ 7,995	2	2	1	0	0	2	2	1	0	1	2	0	13	1	3	-	10	3	15	18	7	S/ 16.01	S/55.14	9
13 Relays, transformadores	S/ 250	S/ 4,000	1	1	2	2	0	0	2	4	0	0	2	2	16	1	1	-	4	3	15	18	3	S/ 6.51	S/55.14	16
14 Resorte de acelerador	S/ 30	S/ 690	2	2	4	1	0	0	2	4	2	3	2	1	23	2	4	-	14	3	3	6	3	S/ 0.78	S/55.14	57
15 Soportes de motor	S/ 180	S/ 10,620	5	6	5	0	8	5	4	0	6	8	8	4	59	5	3	-	14	3	3	6	3	S/ 4.69	S/55.14	37
16 Termostato	S/ 160	S/ 2,560	1	1	2	2	2	1	2	0	2	1	0	2	16	1	1	-	4	3	15	18	3	S/ 4.17	S/55.14	21
17 Turbo	S/ 1,820	S/ 14,560	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	8	1	4	-	13	3	15	18	8	S/ 47.38	S/55.14	4
18 Turbocargador	S/ 1,100	S/ 17,600	2	0	0	2	1	2	2	0	2	0	3	2	16	1	1	-	4	3	15	18	3	S/ 28.64	S/55.14	8
19 Valvula de admisión	S/ 6,200	S/ 74,400	1	1	0	0	0	2	0	1	0	1	4	2	12	1	3	-	10	3	10	13	5	S/ 161.41	S/55.14	3

S/ 423,650

Fuente: Empresa de transporte S.A.C.

## Anexo 12. Consumo mensual de suministros genéricos para camiones en 2018

Descripción	Costo unitario	Monto Anual	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Promedio	Desviación estándar	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Punto de pedido con 10% buffer	Costo de Almacenaje (2.61% x Valor)	Costo de emisión de órdenes	Lote económico de compra EQQ
1 Aceite(gl)	S/ 42	S/ 123,186	230	210	200	235	250	250	240	270	220	250	295	283	2,933	244	28.39	159	330	3	3	6	73	S/ 1.09	S/55.14	544
2 Baterías	S/ 310	S/ 20,770	6	8	6	6	3	4	6	5	7	6	5	5	67	6	1.31	2	10	3	7	10	3	S/ 8.07	S/55.14	30
3 Cañeria (fierro)	S/ 40	S/ 2,200	5	5	4	5	5	4	6	6	3	3	6	3	55	5	1.16	1	8	3	15	18	5	S/ 1.04	S/55.14	76
4 Cañerías de jebe (mt)	S/ 12	S/ 684	6	6	3	2	5	7	6	4	6	2	5	5	57	5	1.66	-	10	3	15	18	6	S/ 0.31	S/55.14	142
5 Grasa líquida (lt)	S/ 28	S/ 14,924	42	43	40	44	34	46	52	54	45	48	40	45	533	44	5.40	28	61	3	3	6	13	S/ 0.73	S/55.14	284
6 Grasa(kg)	S/ 36	S/ 19,872	42	36	45	50	40	44	52	52	44	49	45	53	552	46	5.29	30	62	3	3	6	14	S/ 0.94	S/55.14	255
7 Llanta nueva	S/ 1,410	S/ 256,620	15	22	18	15	14	12	12	14	12	14	18	16	182	15	2.98	6	24	3	15	18	16	S/ 36.71	S/55.14	23
8 Parches	S/ 5	S/ 5,515	100	115	95	84	80	84	102	89	82	70	102	100	1,103	92	12.54	54	130	3	3	6	29	S/ 0.13	S/55.14	967
9 Refrigerante(gl)	S/ 12	S/ 3,228	20	22	24	22	18	20	29	22	18	20	30	24	269	22	3.85	11	34	3	3	6	7	S/ 0.31	S/55.14	308
10 Soldadura(kilos)	S/ 7	S/ 931	12	13	11	9	11	10	10	12	14	9	10	12	133	11	1.56	6	16	3	3	6	3	S/ 0.18	S/55.14	284

S/ 447,930

Fuente: Empresa de transporte S.A.C.

**Anexo 13.** Costo de mantenimiento del almacén.

Remuneración del Jefe de almacén	S/	2,000
Remuneración del asistente	S/	1,400
Remuneración administrativos	S/	4,500
Beneficios sociales	S/	2,028
Seguro patrimonial	S/	4,100
Mantenimiento y limpieza	S/	4,500
Recibo de luz y alumbrado público	S/	8,000
Recibo de agua	S/	2,500
Gastos de oficina	S/	2,500
<b>Total costo administrativo/mes</b>	<b>S/</b>	<b>31,528</b>
<b>Total costo administrativo/anual</b>	<b>S/</b>	<b>378,332</b>
<b>Costo proporcional asignado al proyecto</b>	<b>S/</b>	<b>33,719</b>
<b>Monto anual compra de repuestos asignados al proyecto</b>	<b>S/1,295,230</b>	
Cantidad camones asignados al Alto Chicama (9%)		100
Total unidades (100%)		1,122
<b>Costo almacenamiento repuestos asignados al proyecto</b>		<b>2.60%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 14.** Costo de generar una Orden de Compra.

	Mensual (S/.)	Diaria (S/.)	Hora (S/.)	Minuto (S/.)	Minutos / orden	Costo / orden
Remuneración del Gerente de Logística	12818	427.27	53.41	0.89	30	S/26.70
Remuneración del Jefe de compras	3770	125.67	15.71	0.26	30	S/ 7.85
Remuneración del Jefe de almacén	2513	83.78	10.47	0.17	45	S/ 7.85
Costo administrativo (30%)						S/12.72
<b>Costo total de emisión de un pedido (A)</b>						<b>S/ 55.14</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 15.** Viajes perdidos en el año 2018.

<b>Viajes perdidos en el año 2018</b>		
<b>Descripción de viajes</b>	<b>Viajes</b>	<b>% Participación</b>
Por la falta de capacidad de atención en el taller.	419	2.83%
Por falta de repuestos	89	0.6%
Realizados	14302	96.6%
<b>TOTAL</b>	<b>14810</b>	

Fuente: Elaboración propia