

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTES DE CARGA UBICADA EN LA CIUDAD DE TRUJILLO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Cecybell Bereche Meneses

Nicole del Pilar Gonzales Mostacero

Asesor:

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

Trujillo - Perú

2022

## DEDICATORIA

*Dedicado al ser supremo, nuestro creador Jehová y a nuestros padres por ser nuestro pilar y apoyo durante todo el proceso de desarrollo de esta tesis. De la misma manera, esta investigación nos la dedicamos a nosotras mismas por todo el esfuerzo que le pusimos para lograr culminarla en medio de estos tiempos difíciles.*

## AGRADECIMIENTO

*Gracias a nuestros padres, porque cada vez que pudieron no dudaron en darnos fuerzas y palabras de aliento para el desarrollo de esta tesis. Gracias a nuestro asesor, porque siempre estuvo pendiente de nuestro trabajo y atento a nuestras dudas a pesar de la pandemia mundial por la que estamos pasando en la actualidad.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VIII</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1. Realidad problemática .....	2
1.2. Formulación del problema.....	45
1.3. Objetivos .....	45
1.4. Hipótesis.....	46
1.5. Variables .....	46
1.6. Aspectos éticos .....	46
1.7. Operacionalización de variables .....	47
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>48</b>
2.1. Tipo de investigación .....	48
2.2. Población y Muestra.....	48
2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	48
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	51
2.5. Procedimiento .....	52
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>94</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>97</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>101</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>105</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de análisis de defectos en un calzado .....	13
Tabla 2. Operacionalización de variables .....	47
Tabla 3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	48
Tabla 4. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos .....	51
Tabla 5. Priorización por juicio de directivos .....	58
Tabla 6. Matriz de indicadores .....	59
Tabla 7. Simulación actual de la gestión de mantenimiento preventivo .....	61
Tabla 8. Distancias actuales recorridas por el apoyo móvil .....	64
Tabla 9. Utilidad promedio por fletes .....	66
Tabla 10. Pérdidas por deshonestidad .....	68
Tabla 11. Costo de almacenamiento .....	70
Tabla 12. Costo de emisión de una orden .....	71
Tabla 13. EOQ y punto de pedido .....	72
Tabla 14. Rango del número de prioridad de riesgo .....	75
Tabla 15. Matriz AMFE .....	76
Tabla 16. Viajes por ruta .....	80
Tabla 17. Ubicación del apoyo móvil Norte .....	81
Tabla 18. Ubicación del apoyo móvil Sur .....	81
Tabla 19. Distancias recorridas por el apoyo móvil con método de Weber .....	83
Tabla 20. ABC y Criticidad de los repuestos .....	85
Tabla 21. Cotización .....	88
Tabla 22. Cotización de racks para repuestos .....	90
Tabla 23. Cotización de vibrómetro .....	92
Tabla 24. Flujo de caja .....	93
Tabla 25. Estado de resultados .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación entre los años 2015-2017 .....	3
Figura 2. Diagrama de Pareto .....	11
Figura 3. Selección de causas más relevantes.....	14
Figura 4. Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa.....	15
Figura 5. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa .....	16
Figura 6. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto .....	17
Figura 7. Evolución del Mantenimiento .....	26
Figura 8. Fases de la metodología AMFE .....	36
Figura 9. Matriz de decisión .....	38
Figura 10. Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad .....	40
Figura 11. Procedimiento de investigación.....	52
Figura 12. Organigrama.....	53
Figura 13. Layout actual.....	54
Figura 14. Mapa de procesos .....	56
Figura 15. Cadena de valor.....	56
Figura 16. Flujograma de actividades actual .....	56
Figura 17. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa.....	57
Figura 18. Pareto de causas raíz de la problemática .....	58
Figura 19. Ubicación actual del apoyo móvil .....	62
Figura 20. Atención desperfectos en ruta .....	63
Figura 21. Vista actual del almacén y repuestos.....	65
Figura 22. Esquema general de la propuesta .....	69
Figura 23. Matriz de criticidad .....	77
Figura 24. Viajes por ruta .....	80
Figura 25. Nueva ubicación del apoyo móvil Norte y Sur.....	82
Figura 26. Precios de Odoos .....	89
Figura 27. Racks para repuestos .....	90
Figura 28. Vibrómetro .....	92
Figura 29. Pérdida por deficiente gestión logística actual vs después de la mejora.....	94
Figura 30. Pérdida por deficiente plan de mantenimiento preventivo actual vs después de la mejora .....	94
Figura 31. Pérdida por mala ubicación del apoyo móvil actual vs después de la mejora .....	95
Figura 32. Pérdida por falta de orden en el almacén actual vs después de la mejora.....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costo de servicios .....	105
Anexo 2. ABC y Criticidad de repuestos.....	111
Anexo 3. EOQ y Punto de pedido.....	119

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general aplicar la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística de una empresa de transportes mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial para el incremento de rentabilidad, ya sean por deficiente gestión logística, plan de mantenimiento preventivo, mala ubicación del apoyo móvil y falta de orden en el almacén. Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de la gestión de mantenimiento y logística, en el cual se aplicaron herramientas como punto de pedido, stock mínimo, lead time, plan de mantenimiento preventivo, Weber y ABC, dichas propuestas de mejora se aplicaron a cada una de las causas raíz que presentaba la empresa mediante el diagrama Ishikawa, enfocándose en las que tienen mayor impacto en la rentabilidad de la empresa con un total de 4. Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de herramientas de ingeniería industrial lo que permitió eliminar o disminuir actividades que no generaban valor alguno para la empresa ocasionando insatisfacción en el cliente. Implementando dichas mejoras, se obtendría una ganancia total de S/50,839.28. El VAN fue S/8,143. El TIR, 60.754%; El Beneficio-Costo 1.70 y el Periodo de Retorno de Inversión (PRI), 7 meses. Estos indicadores demuestran la conveniencia de la propuesta.

**Palabras clave:** Gestión de mantenimiento, gestión logística, rentabilidad.



## ABSTRACT

The general objective of this work is to apply the proposal for improvement in the maintenance and logistics management of a transport company through the use of industrial engineering tools to increase profitability, whether due to poor logistics management, preventive maintenance plan, bad location of the mobile support and lack of order in the warehouse. Once the problem, objectives, hypotheses and variables were raised, maintenance and logistics management was used, in which tools such as reorder point, minimum stock, lead time, preventive maintenance plan, Weber and ABC were applied, said proposals for improvement were applied to each of the root causes presented by the company through the Ishikawa diagram, focusing on those that have the greatest impact on the profitability of the company with a total of 4. The improvement proposals were based on the implementation of tools of industrial engineering which allowed to eliminate or reduce activities that did not generate any value for the company causing customer dissatisfaction. Implementing these improvements, a total profit of S/50,839.28 would be obtained. The NPV was S/8,143. The IRR, 60.754%; The Benefit-Cost 1.70 and the Investment Return Period (PRI), 7 months. These indicators demonstrate the desirability of the proposal.

**Keywords:** Maintenance management, logistics management, profitability

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La globalización ha activado el sector de transportes debido al crecimiento de las economías, esto hace que las diferentes compañías prestadoras de servicios de carga busquen estándares adecuados para ser competitivas. Barbero (2010), según su estudio nos indica que el problema fundamental que una empresa de transporte carretero de cargas exhibe es la baja eficiencia en extendidos sectores de la industria.

En su portal virtual, el 21 de abril del presente año, el Banco Mundial sostuvo que, el transporte tiene el poder de impulsar las economías, ayudar a enfrentar el cambio climático y conectar a las personas con servicios básicos como la salud o la educación.

La crisis provocada por la COVID-19 no ha hecho más que subrayar la importancia del transporte: el año pasado, el sector fue fundamental para trasladar a trabajadores esenciales a sus empleos, mantener la economía a flote y poner en marcha la distribución de las vacunas en el mundo. Pero la actual situación también ha expuesto las vulnerabilidades de la industria del transporte, ya que los operadores enfrentan graves trastornos y grandes pérdidas de ingresos en todo el mundo. (bancomundial.org)

Cuando el mundo emerge de la pandemia, repensar la movilidad es ahora una prioridad a fin de mejorar la resiliencia de los países y crear las condiciones para una recuperación más verde e inclusiva.

Basándonos en el ámbito nacional, la sección de transportes de carga ha estado en una constante evolución a lo largo de los años, con el fin de mejorar la calidad en su servicio y eficiencia. Así es como, en agosto del año 2017, el sector transporte, almacenamiento, correo

y mensajería creció en 1,6%, dentro de este el crecimiento del subsector transporte fue de (1,7%), sobresaliendo por su desempeño el transporte terrestre de carga con 0,74% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017).

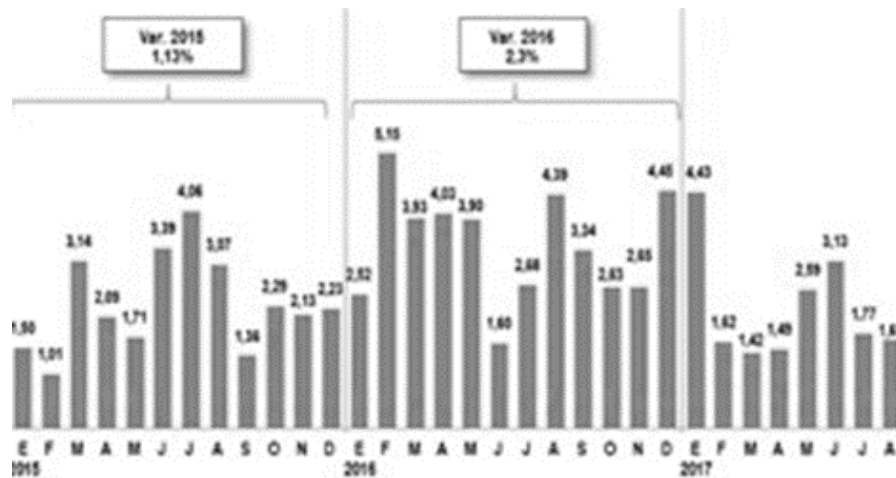


Figura 1. Variación entre los años 2015-2017

Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática

De acuerdo con el entorno económico y empresarial actual en La Libertad, como en el resto del país, esta tiene posibilidad de un desarrollo de como mínimo 20 años como consecuencia de proyectos importantes a realizarse como: La Minería en Alto Chicama, la III Etapa de Chavimochic que llega hasta el Valle de Chicama, entre otros proyectos importantes (Santos, 2019), y como consecuencia a esto las empresas de transporte pueden contar con un movimiento económico mayor y buen poder adquisitivo favoreciendo esto a la fluidez en el comercio. En La Libertad del 2014 al 2018, creció en 19,01% el número de empresas de carga. En 2018 La Libertad representa el 6,1% del total de las empresas de carga (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Los costos operativos para las empresas suelen ser muy elevadas por la falta de operaciones, como pueden llegar a serlo la falta de orden o la mala distribución de tareas a cada operario, siendo estas las principales causas de sobre costos.

En la ciudad de Trujillo, está la empresa de transportes de carga. Inició sus operaciones el 21 de octubre del 2001, con el servicio de carga por carretera.

Con el transcurrir del tiempo, ha logrado fidelizar a sus clientes, principalmente a empresas cerveceras y agroindustriales de la región, brindándoles un servicio confiable y consistente.

No obstante que su crecimiento, aún en pandemia ha sido ligeramente positivo y sus finanzas se mantienen saludables, se puede identificar algunas oportunidades de mejora, en su gestión de mantenimiento y logística.

La gestión de mantenimiento de la empresa de transportes de carga, no está debidamente documentada. Los únicos registros llevados estrictamente, son los referentes a cambios de aceite, cada 15 mil kilómetros y filtro, cada 10 mil. Aparte de ello, cada 500 horas de viaje, se hace una revisión, generalmente superficial, a los diferentes sistemas de las unidades.

Al no contar con información convenientemente estructurada, para la presente tesis, se construyó dicha data, para los meses de junio y julio del 2020, a partir de datos informales, recogidos del cuadernillo de trabajos del jefe de taller.

Con esta muestra, la empresa considera como el punto de partida, para una mejor gestión operativa, se inferirá el comportamiento esperado de la empresa, para todo el año.

Los viajes a la planta de Backus en Motupe, llevando envases de vidrio y otros materiales y el retornando con cajas y packs de cerveza, saturan buena parte de su disponibilidad, que se completa con la atención a las empresas ferreteras, pesqueras y agroindustriales de la región.

El Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) fue 66.82 horas; 6.01 el Tiempo Medio de Reparaciones (MTTR) y su Disponibilidad fue 88.6%. Esta información resulta importante porque indica claramente que el plan de mantenimiento que se aplica no está siendo efectivo.

La empresa se ha fijado como meta, que su disponibilidad operacional sea 90% y se está 1.4% por debajo de ese parámetro.

Además, el tiempo medio entre fallas es muy corto.

Considerando 300 días hábiles al año y 12 tráileres disponibles, la empresa estaría perdiendo la posibilidad de hacer 50 viajes adicionales. Considerando que el margen promedio ponderado por cada viaje es S/466, el perjuicio sería S/23,300.

La empresa tiene un taller en su oficina principal en Trujillo, donde también está su almacén de repuestos. La gestión de estos suministros no viene siendo eficiente. Es corriente que, al necesitar hacer alguna reparación en las unidades, falten repuestos y haya necesidad que el mecánico salga apurado en búsqueda del repuesto y no siempre lo encuentra en el momento.

De esta manera se perderían 633 horas en el año. Considerando que el tiempo estimado por viaje es 9 horas y hay una disponibilidad operacional esperada de 90%, se estarían perdiendo 63 viajes en el año, por esta deficiencia en la gestión de inventario.

El impacto económico sería S/29,358.

Los repuestos están simplemente depositados en el almacén, ordenadamente, pero sin guardar una ubicación basada en criterios de cercanía al usuario; frecuencia de pedido; costo del repuesto; seguridad; etc.

Los pasillos están parcialmente ocupados con materiales que aún no se han ubicado en su posición definitiva.

En este entorno, no es de extrañar que se autoricen compras de repuestos innecesariamente, dado que existirían probablemente en stock, pero estaban inubicables.

Lamentablemente esto ha dado pie a que se hayan cometido casos de deshonestidad.

En el inventario de fin de año, contabilidad encontró un faltante de repuestos varios, que totalizaron un monto de S/3,600.

Las fallas de los *trailers* en ruta, que imposibilitan sigan rodando, son resueltas por los propios conductores, a menos, que la solución escape a sus habilidades o haya necesidad de reemplazar piezas.

Cuando sucede este caso, el conductor de la unidad siniestrada, se contacta telefónicamente con la oficina de Trujillo, dando su ubicación exacta donde se ha detenido. Sabiendo esta variable, en Trujillo, determinan si el apoyo mecánico saldrá desde su taller o, de Chiclayo o Lima, donde talleres particulares, están concertados para dar el servicio de emergencia, lo más pronto posible.

De esta manera, las 22 intervenciones de socorro que se hicieron demandaron recorrer 3195 Kilómetros, que a una velocidad promedio en ruta de 60 Km/hora, tomó 53.25 horas.

Asumiendo que para cada viaje la empresa destina 9 horas, el tiempo perdido en traslados frustró 6 viajes. El lucro cesante por este concepto fue S/2,757.

La falta de capacitación del comprador ha sido la causa de compras erróneas, que, en algunos casos, hubo la posibilidad de cambiar, pero en otras, se tuvo que asumir como costo hundido.

El impacto de estas compras equivocadas fue S/1,985.

### **1.1.1. Antecedentes**

#### **Antecedentes internacionales**

Gómez (2019) en su tesis “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa ensamblajes S.A.”, producida por la Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, propone una solución para minimizar

las paradas en los procesos y prolongar la vida útil en las máquinas del taller de metalmecánica de la empresa Ensamblajes S.A, consiguiendo con ello reducir los costos que se generan por paradas y por mantenimientos correctivos. Mediante la observación directa de las condiciones actuales de las máquinas, se determinó que existe pérdidas por paradas en las máquinas y tiempos improductivos, dichas pérdidas son de \$114,048 anuales, debido a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Con la propuesta de implementar este plan basado en un conjunto de tareas de mantenimientos a cada parte de las máquinas se reducirán las paradas y por ende las pérdidas, con una inversión de \$6,685 anuales, en materiales y repuestos la empresa mantendrá en buen estado las máquinas, llevará un mejor control en los costos por mantenimientos correctivos, mejorará el rendimiento de los procesos operativos y podrá entregar a tiempo los pedidos de los clientes lo que le generará utilidades.

Cárdenas, Bocanegra y Moreno (2019) en su tesis “Propuesta mejora del plan de mantenimiento para una empresa de transporte público”, producida por la Universidad ECCI, Bogotá, Colombia, propone una mejora al plan de mantenimiento de una flota de buses del Servicio Integrado de Transporte Masivo, basados en un procedimiento de RCM, donde a través de un AMEF se evidenciaron las fallas más críticas de los elementos y sistemas de los buses del segmento Clase I en la ciudad de Bogotá, específicamente los buses Clase I con capacidad de 20 a 30 pasajeros con radio de acción urbano, que actualmente presentan fallas funcionales que generan retornos a los talleres por varadas y mantenimientos correctivos que generan incremento en los costos de mantenimiento y a los índices de insatisfacción en los clientes

### **Antecedentes nacionales**

Terrones (2018) en su tesis “Mejora del sistema de gestión de inventarios para reducir costos operativos de la empresa Autonort Cajamarca S.A.C 2018”, producida por la universidad Cesar Vallejo, Cajamarca, Perú, menciona que la empresa ya mencionada no cuenta con un control adecuado de inventarios, teniendo así sobrestocks, desorden en el almacén y faltantes, donde a través de la implementación de un sistema ABC y 5S la empresa se vio beneficiada en un total de S/. 23,416.25 mensuales, el costo por llevar a cabo la mejora fue de S/. 10,417.90 y se determinó que por cada sol que la empresa invierte, se favorece en 1,24 soles.

Cueva (2018) en su tesis “Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventarios para reducir los costos operativos en el área del almacén de CCA-PERÚ SAC Cajamarca 2018”, producida por la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, menciona que dicha empresa en la cual se realiza la investigación muestra el mal manejo en operaciones como lo es la gestión de inventarios, dando como resultado muchos costos en stock, los cuales no se utilizan, así que se decide se utilizará la clasificación ABC por costos, según su rotación y según su tiempo de espera. Como resultado de esta propuesta de mejora se puede afirmar que es técnica y económicamente factible, tomando en cuenta el valor actual neto (VAN) que es de S/. 515 ,474.99, el cual es mayor a cero (0) demuestra que esto generará beneficios económicos mayores al retorno del capital invertido y a su vez la tasa interna de retorno (TIR) con un 55% demuestra que esta inversión es aconsejable puesto que esta supera al valor de la tasa base (COK), siendo esta 10%.

### **Antecedentes locales**



Villanueva (2020) en su tesis “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga en la ciudad de Trujillo”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, tuvo como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística, para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga en la ciudad de Trujillo. Se analizó la situación actual de la empresa y se diagnosticaron deficiencias en la gestión de mantenimiento y logística. Se identificaron las causas raíz que influyen en la rentabilidad de la empresa: Falta mantenimiento preventivo, chacras muy dispersas, falta cálculo económico de compras, deficiente gestión de stock, falta de compromiso de proveedores, falta buenas condiciones laborales. Por esta problemática, la empresa tuvo una pérdida de S/25,015 el año pasado. Se propone la implementación de herramientas y métodos de la ingeniería industrial para hacer frente a esta problemática. Se desarrollan herramientas de gestión de mantenimiento cuyo producto es un plan de mantenimiento preventivo; ingeniería de métodos, con el fin de lograr un mejor abastecimiento a través del método de Weber; simulación a través de Solver; investigación de operaciones con la clasificación ABC de los repuestos para actividades de mantenimiento; y la gestión de recursos humanos, con el fin de mejorar el clima organizacional. La inversión total para la implementación de esta propuesta es de S/27,000. Tras el análisis económico y financiero, se determina que es una propuesta viable, considerando un VAN de S/ 6,150, una Tasa Interna de Retorno de 40.09%, un PRI de 8 meses y una B/C de 1.96.

Olivares y Tam (2017) en su tesis “Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes Rodrigo Carranza

S.A.C.”, producida por la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú menciona que, con la propuesta de un sistema de Mantenimiento y Logística, se logró incrementar la rentabilidad de la empresa en 0.9%, debido a que este sistema reduce el número de fallas de las unidades de transporte por mantenimiento correctivo, redujo el tiempo por demoras en la entrega de repuestos y permitió incrementar la disponibilidad operacional de las unidades de transporte.

### 1.1.2. Bases Teóricas

#### Metodología de Pareto

Richard (2008) en su libro *“Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies”*, menciona que la metodología de Pareto está basada en un método gráfico que ayuda a definir las causas más importantes de una situación en particular y por tanto las prioridades de acción a seguir. El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).

6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores, su interpretación se lleva de la siguiente manera: "existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías pocos vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos. La figura 6, representa un Diagrama de Pareto en el que se observa que el 20 % de la línea de productos ofrecidos son los que generan la facturación del 80% de las ventas.

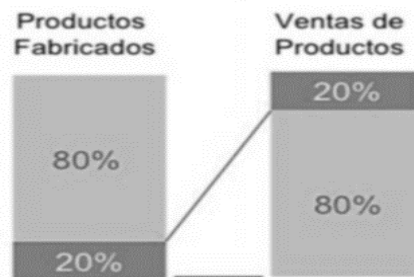


Figura 2. Diagrama de Pareto

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o

elementos. Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

1. Las “Pocas Vitales”: Elementos muy importantes en su contribución
2. Los Muchos Triviales: Elementos de contribución poco importante

### **- Características de la Metodología de Pareto**

Entre las características de la Metodología de Pareto podemos mencionar:

1. Priorización: Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo
2. Unificación de Criterios: Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común
3. Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

### **Construcción del Diagrama de Pareto**

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

1. Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)
2. Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)
3. La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos deberán ser:

- Objetivos: Es decir basados en hechos, no en opiniones

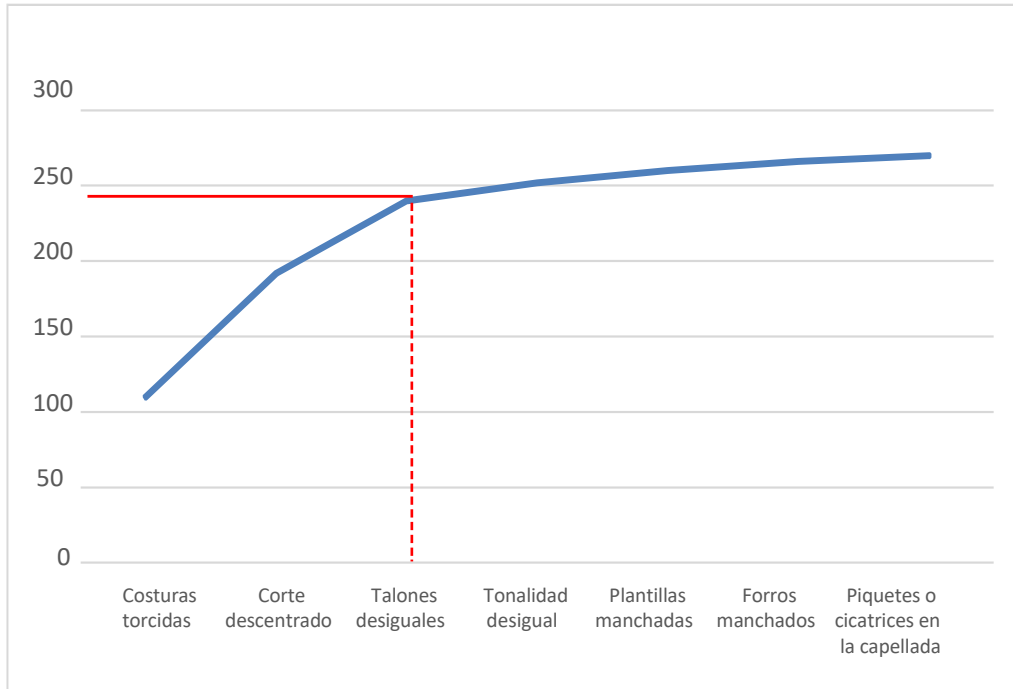
- Consistentes: Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- Representativos: Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.
- Verosímiles: Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

Como ejemplos de la metodología de análisis se muestra una Tabla de Conteo para el caso de análisis de defectos en una empresa de fabricación de calzado. La Tabla nos muestra los tipos de defectos más comunes y ordenados por su porcentaje de contribución.

Tabla 1.  
*Ejemplo de análisis de defectos en un calzado*

Tipo de defecto	Número de defectos	Porcentaje Total de Defectos	Total acumulado de defectos	Porcentaje acumulado
Costuras torcidas	110	40.74%	110	40.74%
Corte descentrado	82	30.37%	192	71.11%
Talones desiguales	48	17.78%	240	88.89%
Tonalidad desigual	12	4.44%	252	93.33%
Plantillas manchadas	8	2.96%	260	96.30%
Forros manchados	6	2.22%	266	98.52%
Piquetes o cicatrices en la capellada	4	1.48%	270	100.00%
TOTAL	270			

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)



*Figura 3. Selección de causas más relevantes*

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

En la figura, se presenta el gráfico de selección de causas más relevantes para el ejemplo presentado. Se puede apreciar que los tres tipos de defecto que se pueden considerar como “Pocas Vitales”, generan el 89% de defectos en la fabricación de un calzado.

### **Metodología Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos.

#### **- Elementos del diagrama de Ishikawa**

Los elementos que estructuran un Diagrama de Causa – Efecto son:

1. El Problema

2. Causas Mayores: Considerados como Variables Críticas
3. Causas Menores: Causas que inciden sobre las variables críticas
4. Sub Causas: Las que inciden sobre las causas menores

#### **- Construcción del Diagrama de Ishikawa**

Los errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante. El diagrama se elabora de la siguiente manera:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir el "efecto" del lado derecho.



*Figura 4.* Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.

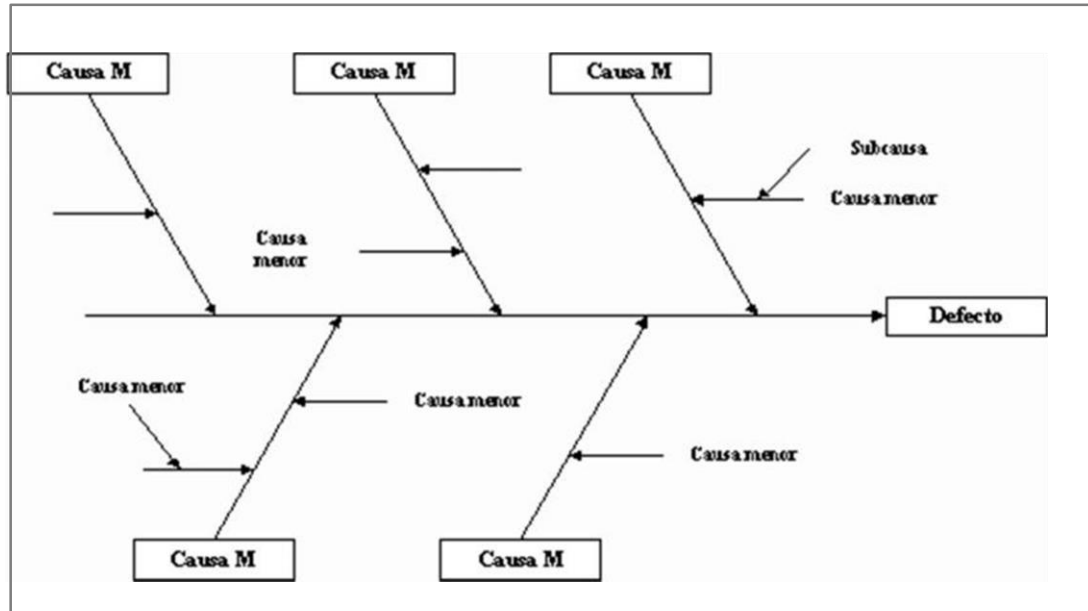


Figura 5. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.
5. Asignar la importancia de cada factor.
6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M's).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad.

La Figura nos muestra un ejemplo de Diagrama Causa – Efecto para el caso de análisis del problema de deficiencias en la gestión de mantenimiento de equipos críticos de una Planta Piloto de Concentración de Mineral.



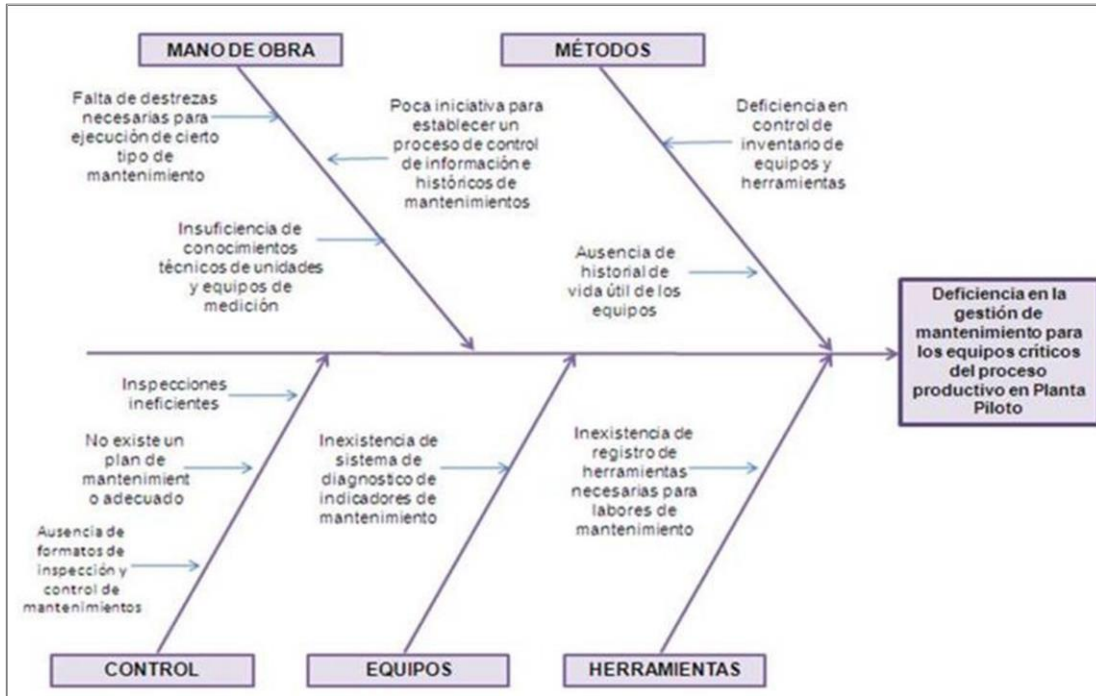


Figura 6. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto

Fuente. Diseño modelo de gestión de mantenimiento equipos críticos, Ing. Iván Turnero Astros (2013)

### Relación entre los Métodos de Pareto e Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa en primer lugar permite clasificar los defectos y priorizarlos. Una vez priorizados los defectos se procede a realizar un Diagrama de Pareto de causas, el cual nos ayuda a procesar la causa o causas que representan u originan el 80% de los problemas o incidencias.

### Clasificación ABC

Zuluaga, Gallego y Urrego (2011) argumentan que esta clasificación sugiere que los ítems sean ordenados dependiendo del criterio de rotación, utilización anual o según sus costos. Asimismo, otros criterios para su clasificación pueden ser: por valor total, por precio unitario y por aporte de utilidades en la empresa.

El modelo de clasificación ABC cuenta con una gran utilidad con relación al estudio de la cadena de valor agregado, puesto que no muestra las actividades que cuentan con valor

y las que no, y a su vez también está relacionado con el incremento de los costos. (Morillo, 2005).

Diversas organizaciones por necesidad de la optimización de proceso se ven forzadas a la implementación de este modelo por medio de una buena gestión estratégica, la cual ayuda a organizar y utilizar correctamente los recursos para ocasionar adecuadas decisiones, dando así facilidad de adecuarse al modelo (Cherres, 2010).

El método ABC muestra una regla de 80/20, conocida a su vez como ley del menos significativo, la cual representa una relación entre el valor menor, 20% de valor artículos de un 80% del inventario y el 80% de artículos con valor del 20%, siendo útil para la operación del inventario y la respectiva toma de decisiones. Se establecen tres categorías para el desarrollo del método ABC, estos se encargan de clasificar los productos de acuerdo a la prioridad que cada uno represente, dándose así que los de mayor importancia, Artículos A; importancia secundaria, Artículos B y de menor importancia, Artículos C. La identificación de artículos con mayor y menor importancia, con cada uno a los extremos de las categorías viene a ser de gran importancia por lo cual, las clases según su número o cantidad es variable, como también el porcentaje de cada una de estas. Vilfredo Pareto se lo planteo la idea anterior con el fin de darle la mayor atención a través de acciones por parte de la organización, a lo que tiene mayor importancia según la rotación del inventario. (Fucci, 1999).

### **Metodología 5S**

Este procedimiento está orientado a la calidad total del proceso mediante la mejora continua. Esto puede resultar irrelevante para las empresas; ya que, según Hilario (2017),

sostiene que estas solo realizan la reorganización de los ítems y no van más allá de ese punto; conllevando así que no consiga el propósito de esta metodología.

Las 5S presentan los siguientes pasos a desarrollar:

1. Primera S (Clasificar): se separan los ítems sobrantes e innecesarios, obteniendo espacios útiles para realizar otras tareas, tiempos muertos y exceso de herramientas obsoletas. La herramienta recomendada a utilizar es la hija de verificación.
2. Segunda S (Ordenar): como su mismo nombre lo dice, se va a ordenar los ítems que son necesarios, organizando el espacio de manera que el trabajador realice sus actividades de manera eficaz. Las herramientas recomendadas a utilizar son: tarjeta roja, señalización y códigos de color.
3. Tercera S (Limpieza): se debe mantener el lugar de trabajo limpio, de esa manera aumentará la productividad del laborador y los riesgos de trabajo se reducirán. Las herramientas recomendadas a utilizar son: la hoja de verificación de limpieza y tarjeta amarilla.
4. Cuarta S (Estandarización): en esta S se debe mantener las tres S anteriormente mencionadas mediante procedimientos y normas, asimismo capacitar a los trabajadores. Las herramientas recomendadas a utilizar son: tableros de estándares y plantillas.
5. Quinta S (Disciplina): se debe inculcar a los colaboradores la filosofía de que todo puede mejorar en la empresa, que se puede aprender haciendo y sobre todo, se tienen que mostrar los resultados de la metodología 5S para que el trabajador

sienta que la implementación de este brinda frutos. Las herramientas recomendadas a utilizar son: hoja de verificación 5S y ronda de las 5S.

### **Weber**

Los costos de transporte entre el sitio de producción, los mercados de insumos y el mercado de bienes finales se comparan directamente contra las economías de localización (Weber, 1909)

### **Supuestos:**

- Hay un mercado puntiforme para el bien
- Dos mercados de insumos puntiformes
- Mercado de competencia perfecta (no existen ventajas monopolísticas en la elección de la localización)
- Demanda del bien final inelástica en precios
- Misma técnica de producción en cada lugar (costos de producción están dados y son constantes)

La elección de localización resulta de un cálculo en dos etapas:

- En la primera la empresa busca la localización que asegura el mínimo costo de transporte entre el sitio de producción, el mercado de insumos y el mercado de bienes finales.
- En la segunda etapa la empresa compara las ventajas de aglomeración (economías de localización) contra el mayor costo de transporte en que pueda incurrir por elegir la nueva localización en lugar de aquella con mínimos costos de transporte.

## **Logística**

Actualmente, la gran preocupación de las organizaciones radica en tener inventarios exactos en sus almacenes. Esta intranquilidad hace que muchos profesionales se enfoquen únicamente en lo que tienen almacenado y dejen de lado el control sobre el flujo de entrada de mercadería (Vargas, M., 2015)

Ante esta problemática existen diversas técnicas que una empresa puede emplear para adquirir la cantidad de inventario necesario que a su vez le permita alcanzar y/o superar el target de ventas trazado. Aquí, resulta importante señalar que estas técnicas se pueden realizar independientemente del giro de negocio, el tamaño de facturación, la naturaleza de la empresa o su localización (si es local o internacional). (Vargas, M., 2015)

Dentro de las opciones que tiene una empresa para controlar su inventario, la reposición en base a mínimos y máximos se constituye como una buena alternativa. La razón de su éxito se debe a que este método es efectivo cuando nos referimos a productos como repuestos, materiales, partes y componentes del sector industrial, donde los parámetros de consumo están claramente establecidos, y normalmente el pedido máximo responde al consumo promedio semanal o mensual de determinado producto (Vargas, M., 2015)

Otra forma de controlar los inventarios responde a lo estipulado en el presupuesto. Así, se compra y se consume en base a lo presupuestado. Sin embargo, esto puede generar pérdidas en las ventas por la aparición de pedidos no considerados o coyunturas comerciales donde el pico de ventas llega a su máxima expresión (Vargas, M., 2015)

Una tercera alternativa, y acaso la técnica más empleada y que presenta mejores resultados, es el trabajo con Pronósticos de Demanda, que es básicamente un sistema de

previsión de un hecho futuro que por su naturaleza es incierto y aleatorio (Vargas, M., 2015)

Dentro de las variables representativas a considerar para la generación de pronósticos se contempla a los siguientes aspectos:

- **Histórico de Consumo o de Ventas:** Permite considerar una tendencia de movimiento de los productos, la misma que puede ser lineal, potencial, logarítmica o sin tendencia. Esta información es muy importante cuando se utilizan modelos de pronósticos que dan prioridad o un determinado peso a esta información. No obstante, se tiene que tener presente que la información del histórico es no siempre marca la tendencia futura de consumo y/o venta (Vargas, M., 2015)
- **Inventario Actual (On Hand):** Es información trascendental, de primera mano, debido a que se debe de pronosticar considerando aquello que tienen las empresas en stock, ya que el objetivo es emplear el mismo (Vargas, M., 2015)
- **Pedidos Pendientes por Llegar (On Order):** Son aquellos productos que aún no llegan pero que una vez en almacén, o están destinados para atender un pedido o simplemente han sido adquiridos como reposición de stock. Si la premisa es reducir el inventario, esta información tiene que ser considerada finalmente (Vargas, M., 2015)
- **Stock de Seguridad (SS):** Es necesario considerarlo ya que no en toda empresa existen productos críticos, que no necesariamente los vas a conseguir por medio de una Orden de Compra Abierta dado el monto y volumen de la misma o porque el fabricante no cuenta con representación nacional en el territorio. Se tiene que tener en cuenta que el Stock de Seguridad (SS) está en función al consumo y/o venta  $SS=f$

(Venta o Consumo). No es un porcentaje o cantidad fija inamovible en los almacenes

(Vargas, M., 2015)

- **Cobertura de Inventario:** Se encuentra condicionada por la política de la empresa (niveles de ventas o presupuesto o disponibilidad de efectivo, etc). Es una variable considerada en muchos pronósticos ya que es el determinante entre comprar o no (Vargas, M., 2015)
- **Back Order y Back Log:** Son variables que de por si guardan similitud ya que la primera representa los pedidos no atendidos a punto de vencer y la segunda los ya vencidos. Son determinantes al momento de realizar los pedidos debido a que una vez que contemos con inventario, el mismo puede desaparecer debido a que no se ha considerado ningún Back (Vargas, M., 2015)
- **Lead Time (LT) de los proveedores:** Marcan la pauta al momento de la reposición. Si el mismo es de 60 días, más 20 días de tránsito debido a que es una importación, tiene que considerarse esta información al momento de calcular el pronóstico. La idea es contar con la mercadería a tiempo sin incurrir en pérdida de consumo y/o ventas (Vargas, M., 2015)
- **Previsión de ventas del área Comercial:** Es un input muy importante al momento de generar los pronósticos debido a que es el target que el área comercial estima que puede alcanzar. No podemos dejar de lado esta información debido a que es la fuerza de ventas la que tiene contacto directo con los clientes, siendo información fresca, de primera línea (Vargas, M., 2015)

Respecto a la Gestión de Logística, es la gobernanza de las funciones de la cadena de suministro. Las actividades de gestión de logística típicamente incluyen la gestión de

transporte interno y externo, la gestión de flotas, el almacenamiento, la manipulación de materiales, el cumplimiento de órdenes, el diseño de redes logísticas, la gestión de inventario, la planificación de oferta/demanda y la gestión de proveedores de logística externos (García, 2016). Contempla subprocesos logísticos como:

- **Gestión de inventarios**, es la administración adecuada del registro, compra y salida de inventario dentro de la empresa. La correcta gestión de inventarios permite ofrecer una alta disponibilidad de productos al cliente manteniendo bajos los costos de inventarios (Carreño, 2011)
- **Gestión de almacenamiento**: función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo de cualquier material – materias primas, semielaborados, terminados, así como el tratamiento e información de los datos generados El mantenimiento de inventarios supone costos, pero también puede generar beneficios y ahorros (Carreño, 2011)
- **Gestión de compras**: Su fin es asegurarse de contar con los mejores proveedores para abastecer los mejores productos y servicios, al mejor valor total. Compras es el área funcional de la empresa encargada de adquirir los materiales necesarios para las operaciones de la empresa, en la cantidad necesaria, en el momento y lugar precisos, de la calidad adecuada y al precio más conveniente. (Carreño, 2011)
- **Gestión de transportes**: es la gestión logística que se encarga de la elección del medio o los medios de transporte a utilizar y la programación de los movimientos a emplear (García, 2016).



- **Punto de reposición:** El punto de reorden es la cantidad mínima de existencia de un artículo, de modo que cuando el stock llegue a esa cantidad, el artículo debe reordenarse. Este término se refiere al nivel de inventario que activa una acción para reponer ese inventario en particular (Sánchez, 2016). Su fórmula es la siguiente:

$$ROP = dL$$

*Ecuación 1.* Punto de reposición

Donde:

d: Demanda diaria

L: Lead time

- **Rotación de inventarios:** La rotación de Inventarios es el indicador financiero que permite conocer el número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado. La rotación de inventarios permite identificar cuántas veces se convierte el inventario en dinero o en cuentas por cobrar (se ha vendido). Con ello determinamos la eficiencia en el uso del capital de trabajo de la empresa. Entre más se rote el inventario, más rápido se realiza el dinero invertido en ellos, lo que permite un mayor retorno o rentabilidad en la inversión (Gerencie, 2020)

## Mantenimiento

### La Evolución del Mantenimiento en siglo XX

La evolución del mantenimiento durante siglo XX ha tenido tres etapas de las cuales llamaremos a partir de ahora, primera, segunda y tercera generación, por el cual se muestra en la siguiente figura.

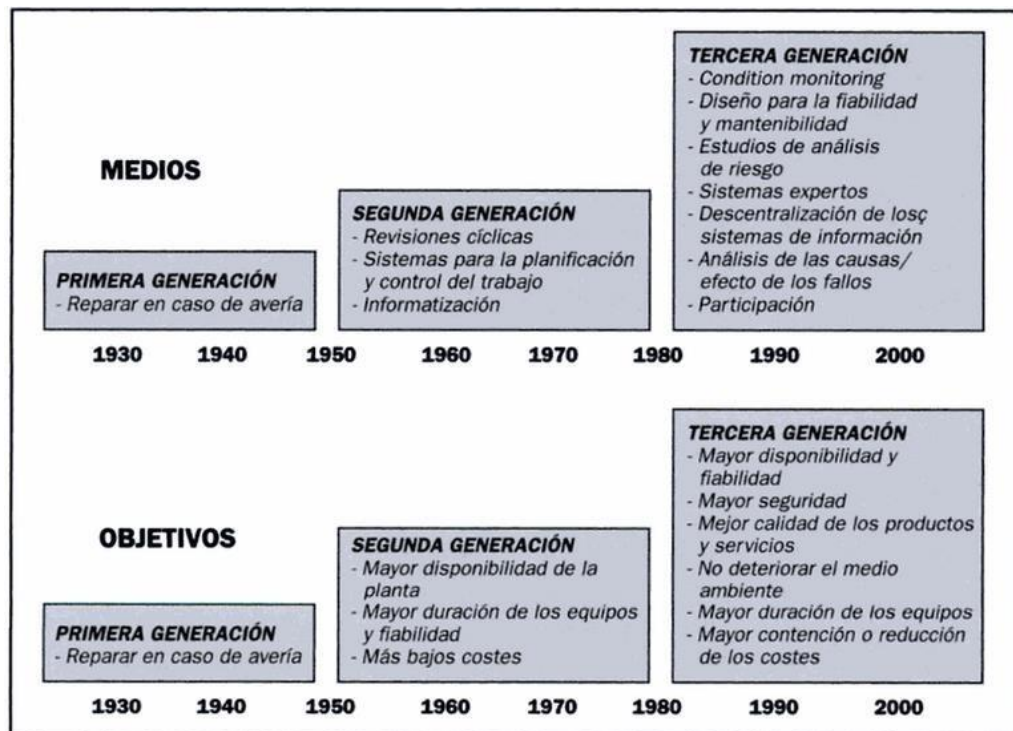


Figura 7. Evolución del Mantenimiento

Fuente. García Garrido, 2003

Según muestra la figura 9, en la primera generación que es aproximadamente entre 1930 y 1950 se muestra que no hubo ningún tipo de mantenimiento por el cual solo se dedican a realizar reparaciones, solo y cuando había averías.

## Gestión

Se denomina gestión al correcto manejo de los recursos de los que dispone una determinada organización, aplicada a un sistema técnico y social cuya función básica es crear bienes o servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la humanidad (García Garrido, 2003)

## ¿Qué es el mantenimiento?

Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las

auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo (García Garrido, 2003)

### **Normas respecto al mantenimiento**

- **Seguridad**

Para cualquier responsabilidad de mantenimiento es básico conocer la ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, que establece una clara preponderancia de los aspectos preventivos en materia de seguridad e higiene frente a una actuación asistencial (García Garrido, 2003).

- **Medio Ambiente**

El mantenimiento es el proceso mediante el cual se asegura la fiabilidad de los equipos y donde se ejecutan el mayor número de actividades que pueden ocasionar daños al medio ambiente, por lo tanto, la protección del medio ambiente se debe ser integrada a los procesos donde se originan los impactos. El efecto ecológico del mantenimiento se garantiza mediante la gestión eficaz y eficiente de este y su mejoramiento continuo dentro de un sistema de gestión ambiental (SGA).

### **Tipos de Niveles de Mantenimiento**

#### **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es de prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación. (García Garrido, 2003).

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La disponibilidad del equipo puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite. La confiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento. (Duffuaa, Raouf, y Campbell, 2000).

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- Disminuir el número de paradas realizando varias reparaciones en un solo paro de la máquina.
- Aprovechar el momento más oportuno sin interferir en el proceso de producción para realizar mantenimiento.
- Evitar averías mayores producidas por pequeños fallos provocados con el paso del tiempo. (Rey, 2001)

### **Mantenimiento Correctivo y de Emergencia**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos o maquinas mecánicas y que son reparadas cuando se presente ante una falla o avería (Paéz, 2011)

### **Mantenimiento Predictivo**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variable, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Para este tipo de mantenimiento es más tecnológico, pues requiere de medios

técnicos avanzados y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.  
(García, 2003)

### **Costos de Mantenimiento**

El costo de las reparaciones es una parte más del precio final del producto. Independientemente de la buena o mala gestión del mantenimiento, siempre será un gasto que debemos asumir. El costo de mantenimiento debe ser lo más bajo posible.

A estos costos de mantenimiento lo podemos dividir en:

- Costos fijos: son independiente del volumen de producción y ventas, asegurando el buen estado del equipo a medio plazo.
- Costos Variables: son proporcionales a la producción realizada, consiste en la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento.
- Costos financieros: son dependientes del valor de los repuestos y las amortizaciones duplicadas de aquellas empresas que posean una máquina que trabaja en paralelo.
- Costos de Fallo: producido por malas reparaciones provocando pérdidas en materia prima, producción y energética. (Rey, 2001).

### **Objetivos del Mantenimiento**

Es abarcar, asegurar la disponibilidad planeada al menor costo posible dentro de las recomendaciones de garantía, uso, instalaciones y normas de seguridad establecidas por los fabricantes. Para ello se actúa sobre:

- La continuidad de la operación
- El tiempo de paradas, cuando éstas se producen.
- El tiempo efectivo de reparación que es función del diseño, herramientas disponibles y destreza y capacitación del personal.

- El tiempo de espera del Soporte, que es función de la organización, sistemas y rutinas, herramientas y talleres disponibles, documentación técnica, capacitación, entrenamiento y suministro de piezas y/o repuestos

El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelencia Gerencial y Empresarial. Al respecto, debe destacarse que:

- El mantenimiento no es un costo.
- No se reduce a un conjunto más o menos discreto de personas con habilidades mecánicas, eléctricas, electrónicas y/o de computación.
- Requiere excelencia en su manejo gerencial y profesional.
- Implica tenerlo presente desde el momento que se diseña y monta una planta industrial o que se modifica y/o reacondiciona total o parcialmente, etc.
- Requiere información e insumos y produce resultados e información.

### **Gestión de Mantenimiento**

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y siempre al menor costo, garantizando, entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

Gestión del Mantenimiento es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos.

La Gestión del Mantenimiento es importante porque permite rebajar costes optimizando el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que la mayor parte de los recursos se utilicen en aquellos equipos que tienen una influencia mayor; es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción.

En una gestión de mantenimiento, la planificación y programación representan el punto de partida. Ella lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar las actividades probables que habrán de cumplirse para lograr los objetivos y resultados esperados. A continuación, se describen cada una de las etapas de la gestión de mantenimiento:

- **Planificación.**

Es un proceso que consiste en la definición de rutinas, procedimientos y elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente semestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las operaciones necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades.

En la planificación del mantenimiento se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Se deben tener establecidos objetivos y metas en cuanto a los objetos para mantenimiento.
2. Se debe garantizar la disponibilidad de los equipos o sistemas.
3. Establecer un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento.
4. Sistema de señalización y codificación lógica.
5. Inventario técnico.
6. Procedimientos y rutinas de mantenimiento.
7. Registros de fallas y causas.
8. Estadísticas de tiempo de parada y tiempo de reparación.

- **Programación.**

El proceso de programación consiste en establecer las frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalaciones. Se inicia con la solicitud y envío de la orden de trabajo.

- **Ejecución, control y evaluación.**

Estos procesos vinculan dos acciones administrativas de singular importancia como son la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación cuya finalidad es garantizar el logro de los objetivos propuestos. En general la ejecución, el control y la evaluación, permiten que las actividades se realicen tal cual fueron planificadas.

**Indicadores de Mantenimiento**



Según la autora María Gabriela Marcano Borromé (2013), dentro de los principales parámetros indicadores de mantenimiento se pueden mencionar:

- **Disponibilidad (D)**

Aptitud de un sistema (maquina o proceso), de cumplir una función requerida dentro de un tiempo determinado.

$$D = \text{TFR} / \text{TFP}$$

TFR : Tiempo de Funcionamiento Real

TFP : Tiempo de Funcionamiento Programado.

Para el caso específico de mantenimiento medimos la Disponibilidad Propia (Dp) de la máquina. Esto es tomando en cuenta solo fallas de máquina.

$$D_p = (\text{TFP} - \text{Tf}) / \text{TFP}$$

Tf : Tiempo de fallas.

- **Confiabilidad (C)**

Probabilidad de buen funcionamiento de un sistema (máquina o proceso) bajo ciertas condiciones y durante un período determinado. En otras palabras, es el tiempo promedio de funcionamiento entre fallas.

$$C = \text{TF} / \text{Nf}$$

TF : Tiempo de Funcionamiento

Nf : Numero de fallas.

- **Mantenibilidad (M)**

Esta representa un sistema en el cual se decide la cantidad de esfuerzo que debemos requerir para poder así conservar el funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. De esa forma se podrá decir si un sistema es

"Altamente mantenible" cuando el esfuerzo que necesitemos, a comparación con la restitución sea bajo y se dirá si un sistema es poco mantenible o de "Baja mantenibilidad" si para restituirse o sostenerse se requieren grandes esfuerzos.

En otras palabras, es la duración promedio de las fallas.

$$M = T_f / N_f$$

T<sub>f</sub> : Tiempo de fallas

N<sub>f</sub> : Numero de fallas

El AMFE, o Análisis de Modos de Fallo y Efectos es una metodología que ayuda a estimar y predecir los fallos que puede tener un producto que está en fase de diseño, con la finalidad de incorporar, desde el inicio, los componentes y funciones del producto que garanticen su fiabilidad, seguridad y el cumplimiento de los parámetros de las funciones que los clientes exigirán de ese nuevo producto.

AMFE ayuda a reducir el tiempo y el coste del desarrollo de un producto, proceso o servicio. Ayuda en el análisis preventivo de los fallos potenciales más probables que puede tener un producto, sus sistemas o una funcionalidad de este. La ocurrencia de fallos genera una serie de sobre costes en el producto como pueden ser pérdida de rendimiento o la parada imprevista de cualquiera de las funciones del producto diseñado o analizado, ocasionando reclamaciones de los clientes.

AMFE también es utilizado por empresas fabricantes durante las fases del ciclo de vida del producto para resolver reclamaciones de productos o gamas de productos que pierden su competitividad frente a otros que tienen un mejor diseño y mejores especificaciones.

De forma más específica AMFE tiene como objetivos:

- Reducir los plazos y aumentar la eficacia de los proyectos de desarrollo de nuevos productos y mejorar los productos actuales, porque predice cuáles pueden ser los fallos potenciales que se pueden producir en un futuro, en la fabricación o durante las operaciones, simulando durante el diseño las causas probables de los modos de fallos y cuáles pueden ser las acciones correctivas.
- Analizar y evaluar la eficacia de las acciones adoptadas, establecer un proceso de mejora continua alrededor de la mejora de la calidad de los productos.
- Familiarizar y educar al personal en el trabajo en equipo durante el diseño, con el fin de que sean ellos mismos quienes prevean los fallos, identifiquen las causas probables, propongan acciones preventivas en el diseño y valoren los resultados en fases posteriores al diseño.

### **Tipos de AMFE**

Las aplicaciones AMFE pueden ser utilizadas para:

- Concepto: Análisis de sistemas o subsistemas en las fases iniciales y antes del diseño.
- Diseño: Análisis de productos antes del prototipo y pre-series y antes de su producción.
- Proceso: Análisis de los procesos de fabricación y montaje.
- Máquinas y Equipos: Análisis de productos, maquinaria y equipos para mejorar su eficacia y calidad.
- Sistema: Análisis del sistema y sus funciones específicas.
- Software: Análisis de las funciones del software.

- Servicio: Análisis de los procesos del sector servicio antes de que sean puestos en marcha y el impacto de los fallos probables sobre el cliente o consumidor.

**Fases de la Metodología AMFE aplicada a diseñar un nuevo producto o mejorar uno existente**

El proceso de análisis de modos de fallos es un proceso de mejora continua que busca la excelencia en la calidad de los productos, por tal motivo se debe estructurar con la finalidad de hacer tantos análisis como sean necesarios para mejorar los indicadores de calidad del producto.

Las fases de la Metodología AMFE se representan a continuación:

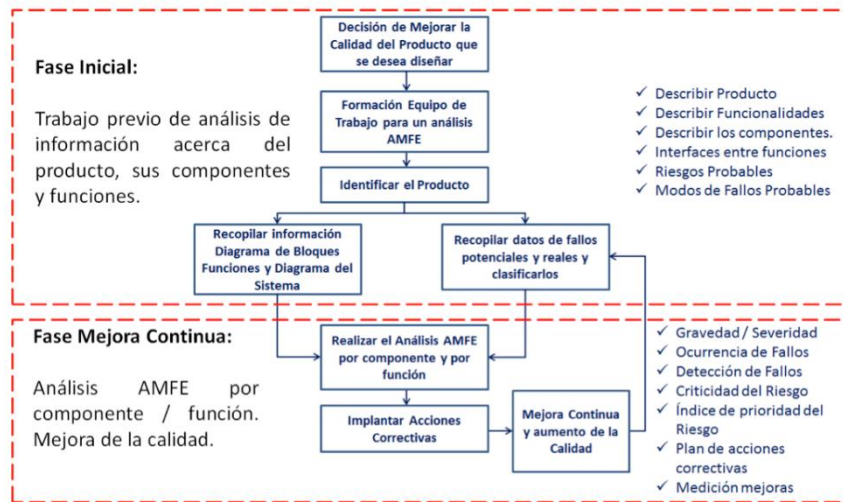


Figura 8. Fases de la metodología AMFE

**Fase Inicial: Trabajo previo de recolección y análisis de la información del producto o proceso:**

Para comenzar, es necesario describir el producto, el sistema y sus funciones, ya que un buen entendimiento del mismo simplifica su análisis. De esta forma el equipo de trabajo puede comprobar que usos del producto son adecuados y cuáles no.

Seguidamente debe crearse un Diagrama de Bloques del Producto. Este diagrama ofrece una visión general de los principales componentes y funciones, y cómo éstos están relacionados entre sí. Esto recibe el nombre de relaciones lógicas alrededor de las cuales puede desarrollarse un AMFE.

Posteriormente se elabora la Matriz AMFE y así responder a las siguientes preguntas que se realizan sobre el producto que se desea mejorar o diseñar:

¿Cuál es el componente o pieza del componente que creemos podrá fallar?

¿Cuál es la función que vamos a analizar?: Establezca las funciones prioritarias a analizar. Una a Una.

Modos de fallo: Es la forma en que se produce el fallo. Suele responder a la pregunta:

¿Cómo se produjo el fallo? Modos de fallo típicos: Rotura – Deformación – Fuga – Cortocircuito – etc.

Causas potenciales de fallo: Son todas las causas asignables a cada modo de fallo.

Ejemplos: Material incorrecto – Manipulación inadecuada – componentes deficientes – programas deficientes – funciones no incluidas en el diseño – otras causas.

¿Cuáles son los Modos de fallos potenciales?: Es cada modo de fallo posible, sin ser necesario que el fallo haya podido ocurrir realmente. Suele responder a preguntas como:

¿En qué forma se concibe que podría fallar el componente, producto o proceso?

¿Cómo podría el componente dejar de cumplir las especificaciones y sus funciones?

Modos de fallo potenciales pueden ser: Roto, Torcido, Suelto, Mal montado, Omitido, entre otros fallos.

¿Cuáles son los efectos que el cliente percibe frente a cada fallo?: Cómo se traduce un fallo sobre el cliente en el caso de que el fallo ocurra: Ruidos – Olores – Humo – Excesivo calentamiento – Partes que no funcionan – Pérdida de Función, etc.

Después, se procede a cualificar y cuantificar cada Función evaluada y el Modo de Fallo, colocando un valor entre 0 – 9 para las siguientes variables:

**SEVERIDAD (S):** Determinar la Severidad del Fallo y sus efectos, también llamada “Gravedad”.

**OCURRENCIA (O):** Determinar la Ocurrencia del Fallo y sus efectos.

**DETECCIÓN (D):** Determinar los criterios y pruebas para la detección de Fallos y sus efectos.

**CRITICIDAD:** Criticidad de los Modos de Fallos y sus efectos.

Las conclusiones del AMFE nos permiten tomar las acciones correctivas y preventivas sobre el diseño del producto para aumentar la fiabilidad y la seguridad del mismo. Las conclusiones del AMFE y las acciones correctivas para eliminar los modos de fallos, se organizan según los criterios de esta matriz de decisión:

		Calidad de los Procesos / Producto	
		Baja	Muy buena
Gravedad / Severidad del Efecto	Alta	NPR > 80 % SEVERIDAD ALTA OCURRENCIA ALTA CALIDAD DEFICIENTE  ACCION DE MEJORA Y ACCION DE CONTROL	SEVERIDAD ALTA OCURRENCIA BAJA CALIDAD MUY BUENA  ACCION DE CONTROL
	Baja	SEVERIDAD BAJA OCURRENCIA ALTA CALIDAD DEFICIENTE  ACCION DE CONTROL	NPR < 20 %  SEVERIDAD BAJA OCURRENCIA BAJA CALIDAD MUY BUENA
		Alta	Baja
		Probabilidad de Ocurrencia del Fallo	

Figura 9. Matriz de decisión

Un criterio para llevar a cabo Acciones Correctivas de un producto o sus procesos asociados son:

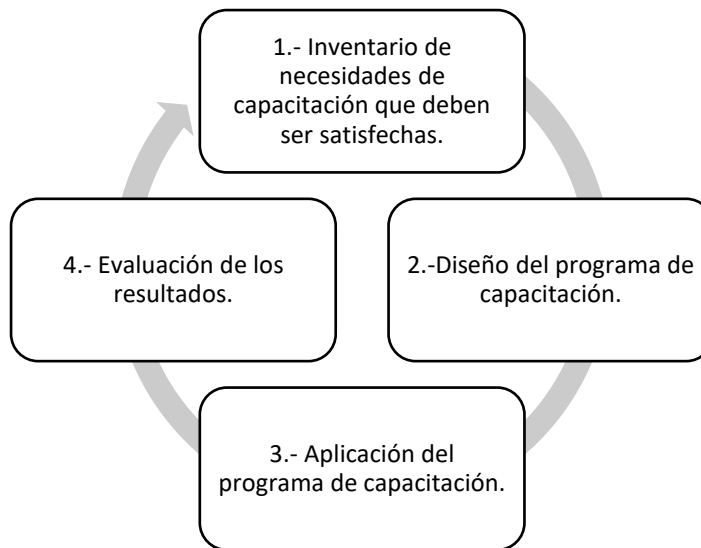
- Conclusiones con un riesgo menor, de severidad baja, ocurrencia baja y ningún problema de calidad no se toma acción alguna y se entiende que el diseño es robusto.
- Conclusiones con un riesgo moderado, alguna acción de control se debe tomar.
- Conclusiones con un alto riesgo, acciones específicas se deben tomar. Se realiza una evaluación selectiva para implantar las mejoras específicas por orden de prioridad sobre componentes y/o funciones del producto.
- Conclusiones con un riesgo crítico, se deben realizar cambios significativos del sistema, modificaciones en el diseño y mejora de la fiabilidad de cada uno de los componentes que se han identificado para el producto.

La Metodología AMFE nos permite anticiparnos a los posibles fallos que un nuevo producto pueda tener, por lo tanto, es una herramienta eficaz que incorpora los principios de mejora continua del diseño y las mejoras enfocadas sobre los productos y la gama de productos que una empresa industrial tiene previsto lanzar al mercado en el corto y mediano plazo.

### **Capacitación**

Según Chiavenato, I. (2011) La persona, por medio de la capacitación y el desarrollo asimila información, aprende habilidades, desarrolla actitudes y comportamientos diferentes y elabora conceptos abstractos. La mayor parte de los programas de capacitación se concentra en transmitir al colaborador cierta información acerca de la

organización, sus políticas y directrices, las reglas y los procedimientos, la misión y la visión organizacionales, sus productos/servicios, sus clientes, sus competidores, etc. La información guía el comportamiento de las personas y las vuelve más eficaces. Otros programas de capacitación se concentran en desarrollar las habilidades de las personas a efecto de capacitarlas mejor para su trabajo. Otros más buscan el desarrollo de nuevos hábitos y actitudes para lidiar con los clientes internos y externos, con el trabajo propio, con los subordinados y con la organización.



*Figura 10.* Tipos de cambio de comportamiento en razón de la capacidad  
Fuente. Chiavenato, I. (2011).

Por otra parte, la capacitación del personal debe comenzar después de la inducción, capacitar es proporcionar a los empleados las habilidades que necesitan para realizar su trabajo, realizar la capacitación del personal es una de las bases de una buena administración que los gerentes siempre tienen que tener en cuenta, este es un proceso cíclico y continuo que consta con cuatro etapas:



- 1. Inventario de necesidades a satisfacer:** Consiste en realizar un inventario de todas las carencias o necesidades de capacitación que deben ser satisfechas por la empresa.
- 2. Diseño del programa:** Se desarrolla el programa de capacitación que se encargará de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.
- 3. Aplicación del programa de capacitación:** Se ejecuta y dirige el programa de capacitación, con la finalidad de satisfacer todas las necesidades de capacitación inventariadas por la empresa.

**Evaluación de los resultados:** Se evaluará los resultados obtenidos tras la aplicación del programa de capacitación.

### **Rentabilidad**

Según Pérez, Rodríguez y Molina (2002) la rentabilidad es el rendimiento que se produce después de realizar una inversión en un determinado tiempo; es decir una empresa es rentable si sus ingresos son mayores que sus egresos, esto es una forma de comparar los medios que se han utilizado en ello y la renta que se ha generado fruto de esa inversión.

#### **1.1.3. Definición de Términos**

- AMFE: El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMFE), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de

anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

- Cadena de Suministro. Movimiento de materiales, fondos, e información relacionada a través del proceso de la logística, desde la adquisición de materias primas a la entrega de productos terminados al usuario final. La cadena del suministro incluye a todos los vendedores, proveedores de servicio, clientes e intermediarios.
- Canales Logísticos. La red de cadenas de suministro participantes comprometidas en almacenamiento, manejo, traslado, transporte y funciones de comunicaciones que contribuyen al flujo eficaz de los bienes.
- Capacitación. Proceso que posibilita al capacitando la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar los comportamientos propios de las personas y de la organización a la que pertenecen.
- Clasificación ABC. El método de clasificación ABC utiliza este principio de Pareto para segmentar las mercancías de un almacén en 3 categorías (A, B y C) en base a su importancia según el criterio elegido, y de esta forma destinar más recursos a las referencias que son clave para la empresa, en este caso las elegidas en el grupo A.
- Cuello de Botella. Punto de capacidad limitada cuando el flujo disminuye debido a un estrangulamiento.
- Desabastecimiento. Falta de materiales componentes o bienes terminados que sean necesarios en el proceso de producción o comercialización.
- Eficiente. Con poco o nada de desperdicios. En forma alternativa, un término conciso que se refiere al enfoque hacia la eliminación de desperdicios de la producción y distribución a través de la participación activa y la motivación a los trabajadores y el

enfoque hacia el valor para el cliente. Ser eficiente significa sacarles el jugo a los recursos escasos.

- Falla. Inutilidad del equipo de realizar la función que se requiere para lo cual fue diseñada.
- Gestión del Inventario. Cooperación entre el comprador y el proveedor, en general, en forma de información pronosticada compartida y un plan único y conciliado para mejorar la disponibilidad del inventario y reducir su costo.
- Inventarios. Existencias, Existencia de seguridad de materias prima, trabajo en proceso o materiales para cubrir la oferta y la demanda incierta o errática para evitar el desabastecimiento.
- Logística. Es la encargada de la distribución eficiente de los productos de una determinada empresa con un menor costo y un excelente servicio al cliente. Por lo tanto, la logística busca gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa es maximizada en términos de costos y efectividad.
- Mantenimiento. Inspección constante de las instalaciones o los equipos que se encuentran en un proceso de producción, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el perfecto estado de conservación de un sistema o también asegurar la correcta operación y funcionamiento de los equipos.

- Mantenimiento Preventivo. Es aquel mantenimiento que previene las fallas. Este tipo de mantenimiento ha sido usado muchas veces y su fundamento es la estadística, la observación, recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo.
- Mantenimiento Correctivo. El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades que se ejecutan para corregir una falla en un equipo, una vez que esta falla se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizara con la ocurrencia del fallo.
- Metodología 5S. La metodología 5S está fundamentada en cinco principios pensados para facilitar las dinámicas de trabajo, mejorando aspectos como el uso de los espacios de trabajo, la organización, higiene, las normas y las dinámicas de convivencia dentro de las compañías.
- Programa de mantenimiento. Consiste en un plan donde se dan a conocer las actividades de mantenimiento por periodos de tiempos específicos. Hay que tener coordinación con el objetivo de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción.
- Registro. Llevar un inventario o control de todos los equipos que se va a considerar el plan de mantenimiento.
- Relación de requerimiento. Son aquellas acciones de mantenimiento que tienen que ver con la calibración, mecánica, inspección, electricidad e instrumentación que se le tiene que realizar a un equipo, estos requerimientos darán origen a un instructivo por cada uno de ellos.
- Reparación. Es la restitución de un equipo o una maquina a una condición optima mediante el reemplazo, la reposición o reparación de piezas dañadas o desgastadas.

- Rutina diaria. Conjunto de actividades o tareas de mantenimiento que se deben ejecutar durante el día.
- Rutina semanal. Conjunto de actividades o tareas de mantenimiento a realizar en forma obligatoria durante la semana de trabajo
- Suministros. Artículos necesarios para la operación de la empresa que no tienen relación con el producto que se fabrica; dentro de estos se pueden mencionar repuestos, accesorios, papelería y útiles.
- Weber. El objetivo de la teoría de la localización es estudiar cómo el espacio juega un rol clave en las decisiones de los productores y consumidores. Esto, debido a que la oferta de una mercancía y su demanda pueden encontrarse en puntos distanciados, lo que genera costes (como aquellos que corresponden al flete del transporte).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística, en la rentabilidad de una empresa de transportes de carga ubicada en la ciudad de Trujillo 2021?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística, en la rentabilidad de una empresa de transportes de carga ubicada en la ciudad de Trujillo, 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento y logística, de una empresa de transportes de carga.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de mantenimiento y logística, de una empresa de transportes de carga.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora y su impacto en la rentabilidad de una empresa de transportes de carga.

#### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística influye en la mejora de la rentabilidad de una empresa de transportes de carga ubicada en la ciudad de Trujillo, 2021.

#### **1.5. Variables**

##### **1.5.1. Variable independiente**

Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística

##### **1.5.2. Variable dependiente**

Rentabilidad.

#### **1.6. Aspectos éticos**

La información para esta tesis fue proporcionada por la gerencia de la empresa de transportes y se utilizó con su consentimiento expreso.

Los tesisistas se comprometen a dar uso apropiado a esta información y a guardar absoluta reserva de los temas financieros y estratégicos que el directivo compartió con ellos.

El personal operativo en todo momento estuvo al tanto de la naturaleza de la presencia de los tesisistas en la empresa. Su colaboración fue solicitada personalmente por los directivos.

## 1.7. Operacionalización de variables

Tabla 2.  
*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula
<b>Gestión de Mantenimiento preventivo</b>	Es el servicio orientado hacia las gestión de las actividades directas del mantenimiento. Es decir permite programar y seguir bajo los tres aspectos, técnico, presupuestario y organizacional, todas las actividades de un servicio de mantenimiento. ( Díaz,J. 2004. Tecnicas de mantenimiento industrial. España. Calpe Institute Technology	La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento preventivo, permite incrementar la rentabilidad de la empresa	<b>Eficacia</b>	Disponibilidad operacional	$\frac{\sum \text{Tiempo disponible} - \text{Paradas}}{\sum \text{Tiempo disponible}}$
			<b>Eficiencia</b>	Tiempo medio de reparaciones	$\frac{\sum \text{Paradas por fallas}}{\sum \text{Paradas}}$
				Tiempo medio entre fallas	$\frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo de para}}{\sum \text{paradas}}$
<b>Gestión Logística</b>	Es el proceso de planificar, llevar a cabo y controlar de una forma eficiente, el flujo de materiales, inventarios en curso, productos terminados, servicios e información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo. Carreño, 2011. Logística de la A a la Z.	La propuesta de mejora en la gestión logística, permite incrementar la rentabilidad de la empresa.	<b>Eficacia</b>	Sobrecosto en materiales y repuestos	$\frac{\text{Sobrecosto}}{\text{Costo estándar}}\%$
			<b>Eficacia</b>	Viajes perdidos por rotura de stock de repuestos	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de repuestos}}{\text{Viajes potencialmente posibles}}\%$
<b>Rentabilidad</b>	Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.(RAE)	La propuesta mide los costos derivados del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado	<b>Rentabilidad</b>		$\frac{\text{Rentabilidad}}{\text{Ventas}}\%$

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La presente tesis es una investigación propositiva, ya que, como afirma Gallego (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

### 2.2. Población y Muestra

**Población:** Todos los procesos de la empresa de transportes de carga ubicada en la ciudad de Trujillo.

**Muestra:** Los procesos de mantenimiento y logística, de la empresa de transportes de carga ubicada en la ciudad de Trujillo.

### 2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 3.  
*Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Observación de campo</b>	Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de mantenimiento y logística de una empresa de transportes.
<b>Entrevista</b>	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a mantenimiento.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el gerente de la empresa.
<b>Análisis de documentos</b>	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de mantenimiento.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.



---

<b>Encuesta</b>	Permitió analizar los factores que intervienen en el mantenimiento.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta -Lapiceros	Personas que labora en el área de mantenimiento.
-----------------	---	--	--

---

Fuente. Elaboración propia

### **Observación directa**

#### **Objetivo:**

Identificar la problemática en las áreas de mantenimiento y logística, de una empresa de transportes y las consecuencias que esta genera con respecto a su rentabilidad.

#### **Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de mantenimiento y logística de la empresa.

#### **Instrumentos:**

Breviario de apuntes y lápices.

### **Entrevista**

La entrevista se realizará al jefe de mantenimiento.

#### **Objetivo:**

Determinar la situación actual de la empresa de transportes y conocer con mayor detalle su funcionamiento y gestión de mantenimiento. para puntualizar los problemas fundamentales en el área de mantenimiento y logística, que están directamente relacionados con la baja rentabilidad.

#### **Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del jefe de mantenimiento

**Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

**Instrumentos:**

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

**Análisis de documentos**

**Objetivo:**

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

**Procedimiento:**

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

**Instrumentos:**

USB, laptop, breviarío de apuntes, lapicero.

**Encuesta**

**Objetivo:**

Obtener información de todos los procesos del área de mantenimiento y logística, para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces.

**Parámetros:**

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa de transportes.

**Procedimiento:**

Realizar una serie de preguntas a los trabajadores del área de producción y al gerente, fin de conocer los puntos resaltantes del área.

**Instrumentos:**

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.
- Estadísticas de mantenimientos.
- Estadística aplicada.

**2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 4.  
*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíz.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíz halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2021.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíz que generan un 80% de impacto en el problema de baja rentabilidad.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Elaboración propia

**Procesamiento de información**

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

## 2.5. Procedimiento

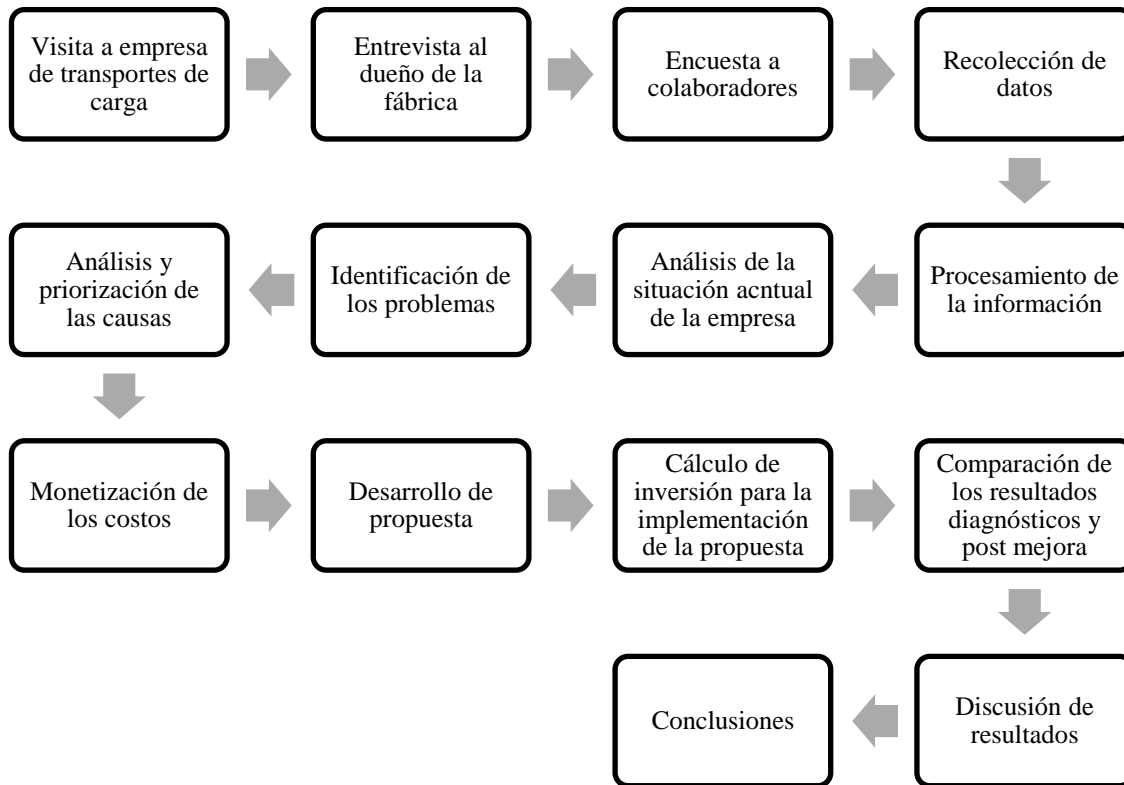


Figura 11. Procedimiento de investigación

### 2.5.1. Misión y Visión

#### Misión

Ser líderes en el rubro de Transporte de carga por carretera a nivel Nacional e Internacional, al mismo tiempo ser reconocidos por la excelencia en la prestación de nuestro servicio, demostrando las mejores relaciones con nuestros clientes, destacándonos por nuestra seriedad, puntualidad y responsabilidad en el manejo de la mercadería.

## Visión

Ser una Empresa de Transporte de carga por carretera, con el propósito de transportar todo tipo de mercadería, a fin de prestar el mejor servicio para su comercialización satisfaciendo las necesidades del consumidor final, administrando recursos de tipo técnico, financiero y humano para la prestación del servicio, contando no solo con el mejor capital humano, sino con la tecnología de punta y seguridad que ésta amerite.

### 2.5.2. Organigrama

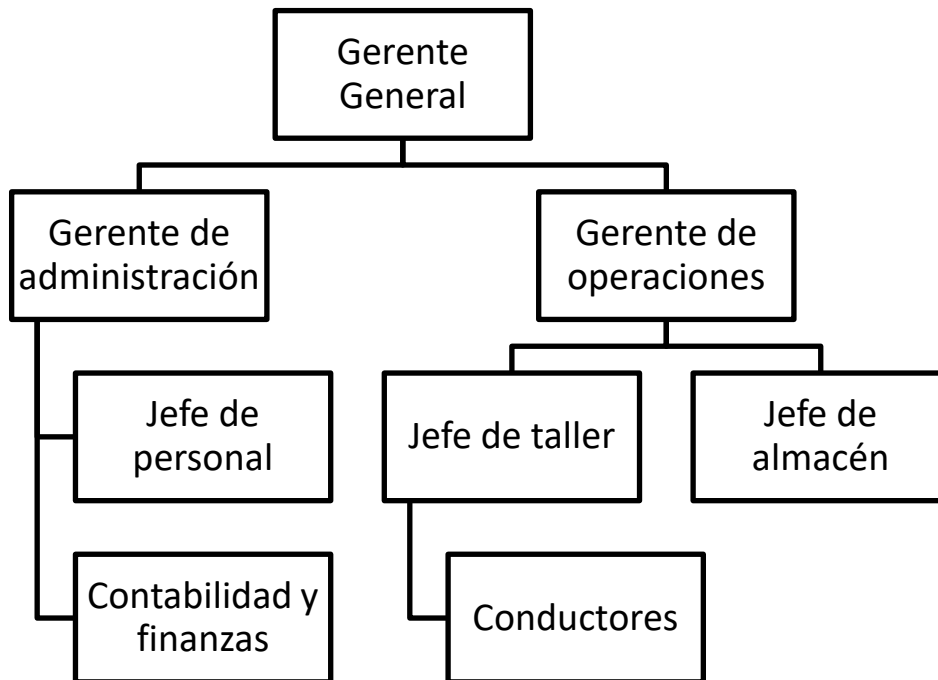


Figura 12. Organigrama

### 2.5.3. Distribución de la empresa



Figura 13. Layout actual

### 2.5.4. Principales Competidores

- Transportes Rodrigo Carranza S.A.C. (RUC: 20132062448); con 60 años de experiencia en el servicio de transporte y posee 465 tractos remolcadores.
- Transportes y Operador Logístico Vica S.A.C. (RUC: 20566082650), brinda servicio personalizado de transporte y alquiler de plataformas, cama bajas y volquetes.

### 2.5.5. Principales Proveedores

- Servicentro Ramírez S.A.C (RUC: 20275873480), encargado de comercializar y distribuir hidrocarburos líquidos y GLP. Distribuidora Global SV E.I.R.L. (RUC: 20600446151), vende neumáticos y repuestos al por menor.
- Tricorzo S.A. (RUC: 20254009254), abastece con neumáticos, aros deportivos y reencauche.

### 2.5.6. Principales Productos

- Servicio de carga nacional

### 2.5.7. Principales Clientes

- Agrolmos S.A.C. (RUC: 20547999691), se le brinda el transporte de su azúcar en saco y a granel.
- Vitapro S.A. (RUC: 20555271566), se le ofrece el servicio de transporte de su producto terminado (alimento de camarón).
- Carbonifera Gher S.A.C. (RUC: 20661745888), se le presta el servicio para el transporte de carbón.

### 2.5.8. Foda

Tabla 4.  
*FODA de la empresa*

<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p>Experiencia en el sector            Clientes fidelizados            Clientes importantes            Demanda constante            Solvencia económica</p>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <p>Baja disponibilidad operacional            Reducido MTBF            Alto MTTR            Deficiente gestión logística            Deficiente apoyo mecánico en ruta</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p>Renovar flota            Implementar programa de mantenimiento predictivo            Capacitar a su personal            Ahorro de costos de combustible            Mejorar gestión logística            Nuevos clientes            Nuevas rutas            Nuevos servicios</p>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <p>Inestabilidad cambiaria            Decaimiento de la demanda            Restricciones por COVID 19            Nuevos proveedores de servicio            Incremento de los costos de repuestos            Escasez de repuestos</p>

### 2.5.9. Mapa de procesos



Figura 14. Mapa de procesos

### 2.5.10. Cadena de valor

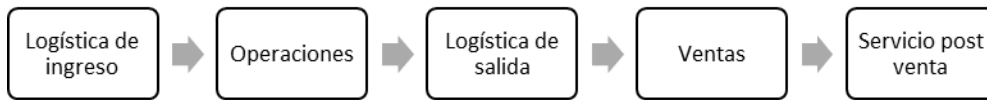


Figura 15. Cadena de valor

### 2.5.11. Diagrama de actividades del proceso

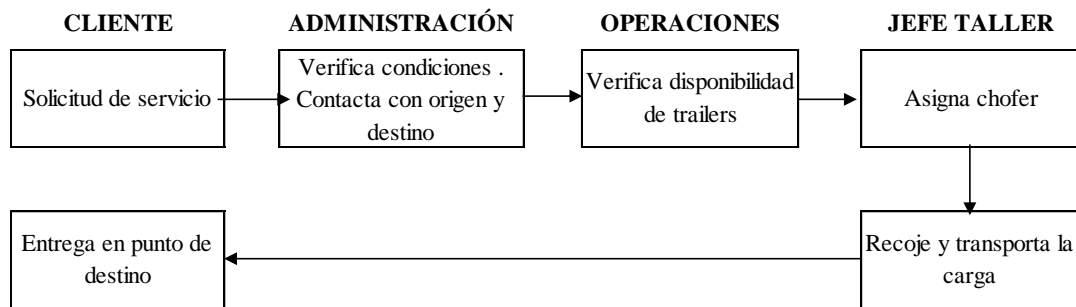


Figura 16. Flujograma de actividades actual

Nota. Elaboración propia



### 2.5.12. Diagnóstico de problemáticas principales

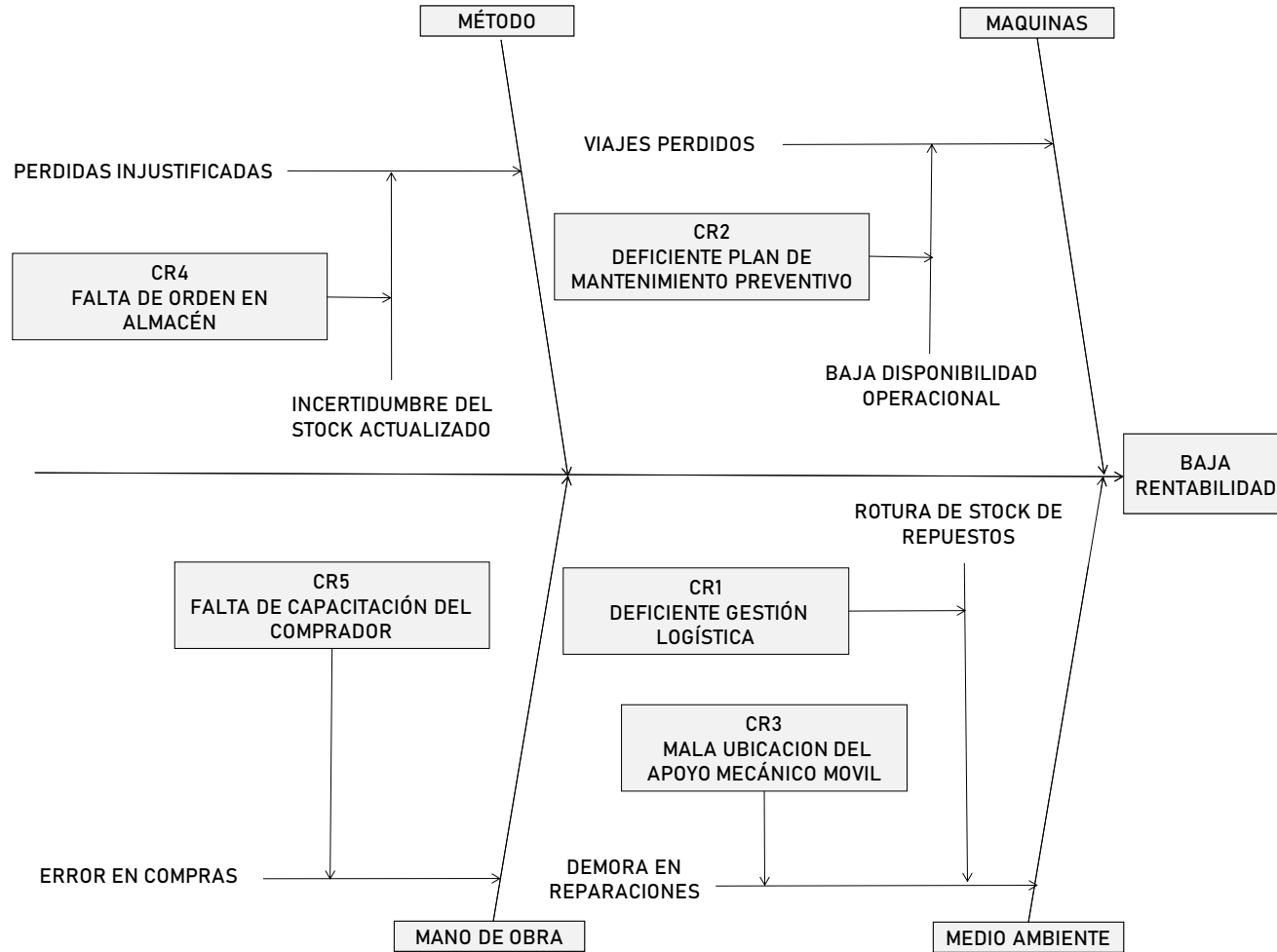


Figura 17. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa

### Priorización de las Causas Raíz

La priorización de las causas raíz se hizo según el juicio de los directivos de la empresa.

Tabla 5.  
*Priorización por juicio de directivos*

	Gerente Gral	Gerente de administración	Contador	Jefe de taller	Total	%	% acum
CR1 Deficiente gestión logística	10	10	10	9	39	23%	23%
CR2 Deficiente plan de mantenimiento preventivo	10	9	9	10	38	22%	46%
CR3 Mala ubicación del apoyo mecánico móvil	8	9	7	9	33	20%	65%
CR4 Falta de orden en el almacén	8	9	8	7	32	19%	84%
CR5 Falta de capacitación del comprador	7	6	8	6	27	16%	100%
					169		

*Nota.* Fuente: Empresa de transportes. Elaboración propia

### Diagrama de Pareto de las causas raíz

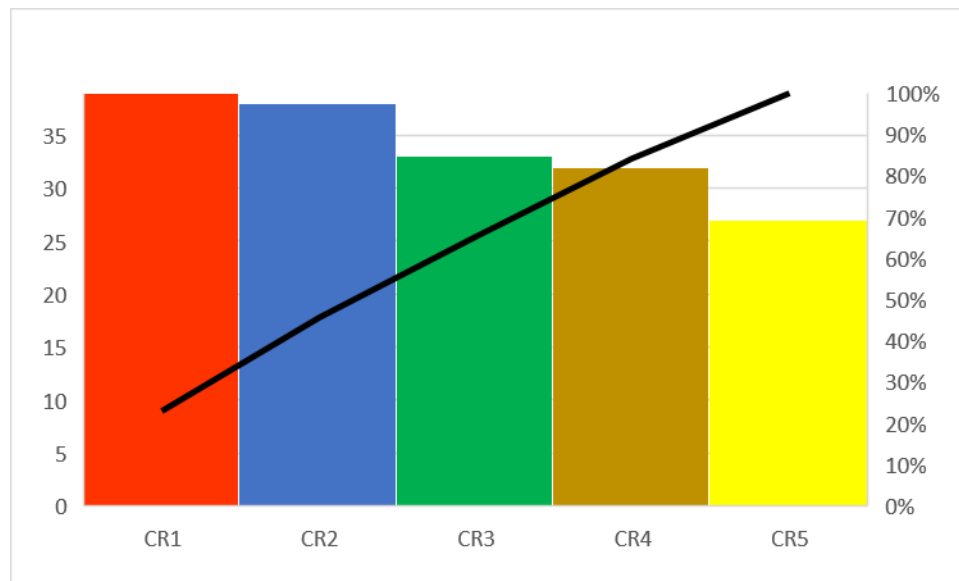


Figura 18. Pareto de causas raíz de la problemática

### 2.5.14. Identificación de indicadores.

Tabla 6.  
Matriz de indicadores

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida Mejorada	Beneficio	Herramienta de mejora	Inversión
CR1	Deficiente gestión logística	Viajes perdidos por falta de repuestos.	$S/\left(\frac{\text{Horas perdidas en compras} \times \text{margen}}{\left(9\frac{\text{horas}}{\text{viaje}}\right)}\right)$	633.00	S/ 32,779	158.25	S/ 8,195	S/ 24,584	Punto de pedido Stock mínimo Lead time	Capacitación S/1,000
CR2	Deficiente plan de mantenimiento preventivo	Viajes perdidos por baja disponibilidad operacional	$S/(12 \text{ trailer} \times 300 \text{ días} \times \Delta\% \text{Disp.} \times \text{Márgen})$	1.4%	S/ 23,556	0.0%	S/ -	S/ 23,556	Plan de mantenimiento preventivo	Vibrometro S/23,296 Software Odoor S/2,304
CR3	Mala ubicación del apoyo móvil	Horas perdidas por demora en atención en ruta	$S/(\text{Horas perdidas en traslado} \times \text{margen})$ $\left(9\frac{\text{horas}}{\text{viaje}}\right)$	53.250	S/ 2,757	21.350	S/ 1,106	S/ 1,652	Weber	Capacitación S/1,000
CR4	Falta de orden en el almacén	Pérdidas en el inventario	$\sum \text{items perdidos} \times \text{costo unitario}$	2.0%	S/ 3,599	0.5%	S/ 900	S/ 2,699	ABC	Racks S/6,870

Nota. Elaboración propia

## **2.6. Solución propuesta**

### **2.6.1. Descripción de causas raíz**

#### **Descripción de la causa raíz 1: Deficiente gestión logística.**

El kardex del almacén muestra algunos problemas de exactitud de inventarios. No tiene estandarizado el lead time de suministros. Tampoco ha identificado el punto de pedido, que funcione efectivamente.

Además, existe una pérdida de tiempo considerable, en búsqueda y compra de repuestos, de manera reactiva, a proveedores locales.

Esta deficiencia ha determinado que no se pueda concluir oportunamente con algunas reparaciones y se hayan perdido oportunidades de dar servicio.

#### **Descripción de la causa raíz 2: Deficiente plan de mantenimiento preventivo**

Los indicadores de la actual gestión de mantenimiento denotan que las reparaciones demoran mucho en ejecutarse, son frecuentes y resuelven el problema temporalmente, por falta de un plan de mantenimiento preventivo.

Consecuentemente, el tiempo que las unidades permanecen hábiles, se reduce, afectando la atención de órdenes de servicio y con ello, su rentabilidad.

Seguidamente se muestra una tabla con los indicadores de gestión del mantenimiento preventivo, con información que ha sido reconstruida, empleando datos del cuaderno de mantenimiento, de los dos primeros meses del año, con la que se inferirá el año de estudio, con la seguridad de su validez, pues la demanda del servicio es totalmente lineal. No se observa ningún tipo de estacionalidad.

Todos los cuadros con la data para calcularlos obran en los anexos, al final de esta tesis.

Tabla 7.  
*Simulación actual de la gestión de mantenimiento preventivo*

Unidad	Número fallas	Tiempo total fallas (Min)	Demora por gestión logística (Min)	Tiempo medio entre fallas MTBF (Min)	Tiempo medio de reparaciones MTTR (Min)	Confiabilidad	Disponibilidad operativa	
1	TRA-01	9.00	2,866.00	360.00	2,681.56	318.44	89.4%	88.1%
2	TRA-02	10.00	3,493.00	1,080.00	2,350.70	349.30	87.1%	83.1%
3	TRA-03	5.00	1,896.00	180.00	5,020.80	379.20	93.0%	92.3%
4	TRA-04	8.00	3,400.00	1,080.00	2,950.00	425.00	87.4%	83.4%
5	TRA-05	7.00	2,380.00	90.00	3,517.14	340.00	91.2%	90.9%
6	TRA-06	7.00	1,045.00	540.00	2,198.00	149.29	93.6%	94.1%
7	TRA-07	4.00	1,315.00	90.00	6,421.25	328.75	95.1%	94.8%
8	TRA-08	3.00	878.00	1,080.00	8,707.33	292.67	96.7%	92.7%
9	TRA-09	6.00	2,510.00	90.00	4,081.67	418.33	90.7%	90.4%
10	TRA-10	5.00	1,980.00	1,080.00	5,004.00	396.00	92.7%	88.7%
11	TRA-11	7.00	3,190.00	120.00	3,401.43	455.71	88.2%	87.7%
12	TRA-12	12.00	5,666.00	540.00	1,777.83	472.17	79.0%	77.0%
<b>Sumatoria de 2 meses (Min)</b>	<b>83</b>	<b>30,619</b>	<b>6,330</b>	<b>48,112</b>	<b>4,325</b>	<b>91.8%</b>	<b>88.6%</b>	
Estimado anual (HORAS)		<b>510</b>	<b>633</b>					
Promedio (min)				4,009	360			
<b>Promedio (Hr)</b>				<b>66.82</b>	<b>6.01</b>			

Se observa que el tiempo medio entre fallas, MTBF, es 66.82 horas. Su confiabilidad es 91.8% y su disponibilidad operativa, agravada fuertemente por la pérdida de tiempo en conseguir los repuestos, es 88.6%. La meta presupuestada es 90%.

### Descripción de la causa raíz 3: Mala ubicación del apoyo móvil

Cuando las fallas de los *tráileres* suceden en ruta y los propios conductores no las pueden subsanar, reportan el evento al taller Trujillo, quien es el que determina, dependiendo de la ubicación del siniestro, si el apoyo mecánico saldrá desde su taller de Trujillo, de Chiclayo o Lima, donde talleres particulares, están prestos a dar el servicio de emergencia, lo más pronto posible.

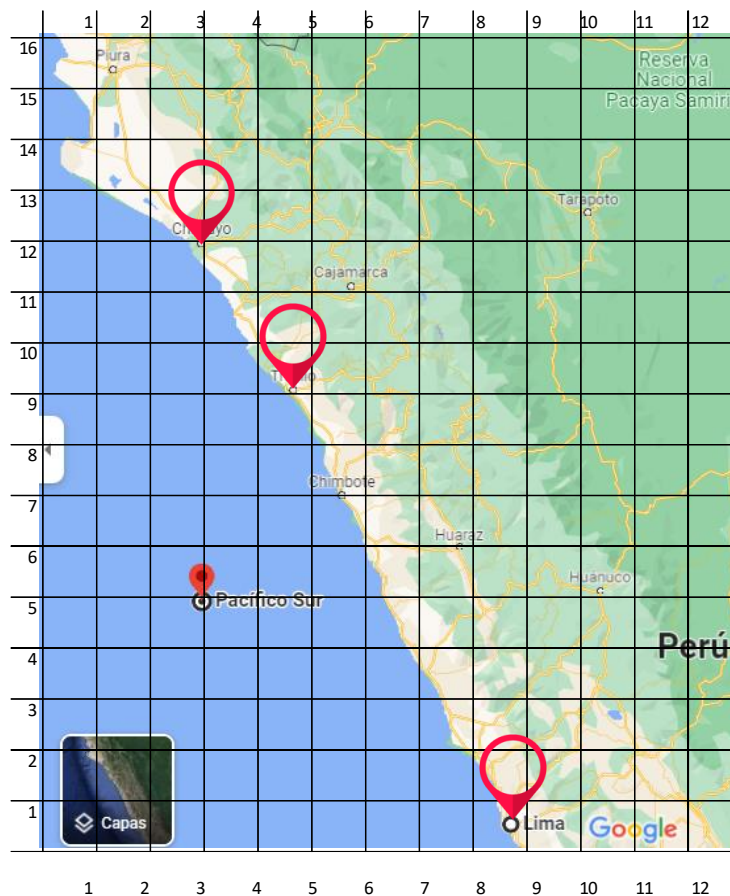


Figura 19. Ubicación actual del apoyo móvil

El año de estudio, se realizaron 22 intervenciones de socorro. Se recorrieron 3195 Kilómetros, que a una velocidad promedio en ruta de 60 Km/hora, tomó 53.25 horas.

Se presume que, con una mejor ubicación del apoyo móvil, este tiempo podría reducirse significativamente, facilitando la posibilidad de hacer más viajes.

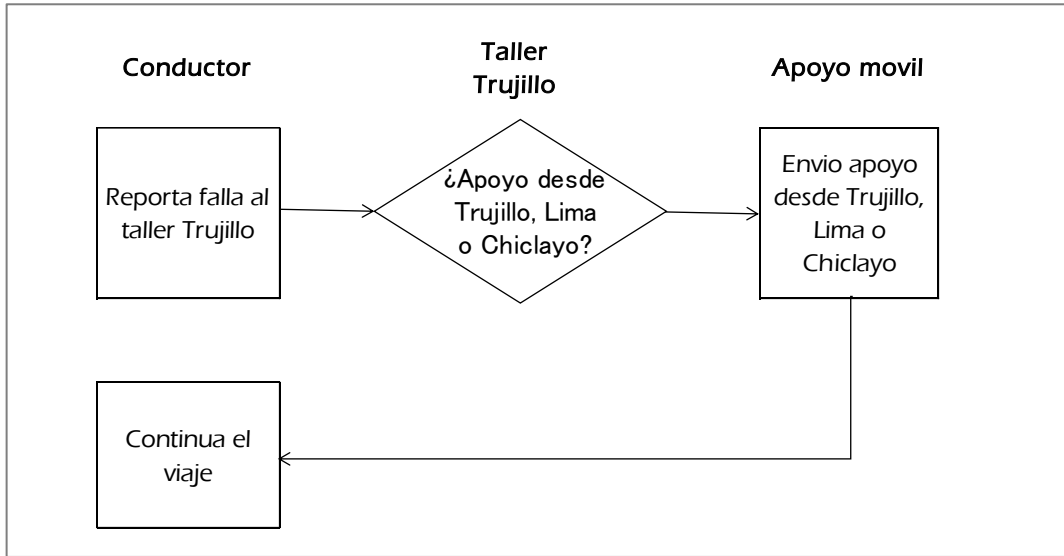


Figura 20. Atención desperfectos en ruta

Tabla 8.  
*Distancias actuales recorridas por el apoyo móvil*

Ruta	Km	Eventos de falla	Punto de auxilio	Panamericana Nte Km	Ubicación del siniestro	Recorrido actual (Km)	Horas en desplazarse
Trujillo - Chiclayo	204	6	Taller oficina Trujillo	557	659	102	1.70
					649	92	1.53
					667	110	1.83
					589	32	0.53
					655	98	1.63
					684	127	2.12
<b>Total</b>						<b>561</b>	<b>9.35</b>
Chiclayo - Piura	216	4	Taller Chiclayo	761	869	108	1.80
					871	110	1.83
					855	94	1.57
					866	105	1.75
<b>Total</b>						<b>417</b>	<b>6.95</b>
Trujillo - Chimbote	130	3	Taller oficina Trujillo	557	622	65	1.08
					624	67	1.12
					631	74	1.23
<b>Total</b>						<b>206</b>	<b>3.43</b>
Chimbote - Lima	426	9	Taller Lima	0	213	213	3.55
					218	218	3.63
					208	208	3.47
					224	224	3.73
					231	231	3.85
					226	226	3.77
					233	233	3.88
					251	251	4.18
					207	207	3.45
<b>Total</b>						<b>2,011</b>	<b>33.52</b>
<b>Gran total</b>						<b>3,195.00</b>	<b>53.25</b>



#### **Descripción de la causa raíz 4: Falta de orden en el almacén**

Los repuestos están simplemente depositados en el almacén, ordenadamente, pero sin guardar una ubicación basada en criterios de cercanía al usuario; frecuencia de pedido; costo del repuesto; seguridad; etc.

Los pasillos están parcialmente ocupados con materiales que aún no se han ubicado en su posición definitiva.

Además, no se aplican buenas prácticas de almacenamiento, lo cual ha dado pie a hechos de deshonestidad, que fue detectada en el inventario de fin de año.



*Figura 21. Vista actual del almacén y repuestos*

## 2.6.2. Monetización de pérdidas

### Monetización de la causa raíz 1: Deficiente gestión logística.

En la tabla 7, Situación actual de la gestión de mantenimiento preventivo, se observa que, en los dos meses de análisis, hubo 6,330 minutos perdidos en gestión logística para adquirir repuestos para cumplir con las reparaciones.

Esto permitiría concluir que, en el año habría, en esas condiciones, una pérdida de 633 horas, realizando compras reactivas.

La empresa presupuesta nueve horas por cada viaje, cualquiera sea el punto de destino. Es decir, la pérdida de tiempo por esta deficiente gestión podría haber frustrado 70 viajes.

Tabla 9.  
*Utilidad promedio por fletes*

Utilidad flete promedio ponderado					
Lima - Trujillo o viceversa	24%	S/	404.28	S/	96.14
Lima -Chimbote o viceversa	22%	S/	324.08	S/	72.60
Lima Chiclayo o viceversa	25%	S/	517.75	S/	131.87
Lima- Piura o viceversa	15%	S/	889.52	S/	136.38
Chiclayo Trujillo	13%	S/	223.25	S/	29.06
				S/	<b>466.05</b>

Con la utilidad promedio ponderada de S/466.05 por viaje, el perjuicio económico, pudiese haber sido de S/32,779.

### Monetización de la causa raíz 2: Deficiente plan de mantenimiento preventivo.

La empresa ha presupuestado - de acuerdo a la demanda y al estado de sus unidades - su disponibilidad, en 90%. Sin embargo, como se observa en la tabla 7, la disponibilidad real es 88.6%.

Se interpreta que está perdiendo 1.4% de oportunidades de proporcionar servicios. Considerando que la empresa presupuesta 300 días de labor anuales para cada uno de sus 12 *trailers*, estaría dejando de atender 50 viajes.

Con la rentabilidad promedio de S/466.05 por viaje, calculada en la tabla anterior, el lucro cesante sería S/23,556.

### **Monetización de la causa raíz 3: Mala ubicación del apoyo móvil.**

Los siniestros ocurridos en ruta, que requieren servicio mecánico, por no poder ser resuelto por el conductor del tráiler, son comunicados a la oficina en Trujillo, donde toman la decisión y disponen salga la ayuda, dependiendo la ubicación del problema, desde Lima o Chiclayo, donde hay talleres contratados para dicho fin o del taller principal, de Trujillo, donde está el equipo de mantenimiento estable.

El apoyo móvil, norte y sur, el desplazamiento que hizo el apoyo móvil, fue de 3,195 Km, en los que se empleó 53.25 horas. Considerando 9 horas por viaje y S/466.06 de utilidad por cada uno, el lucro cesante por el desplazamiento fue S/2,757.

### **Monetización de la causa raíz 4: Falta de orden en el almacén.**

En el último inventario, se encontró las siguientes discrepancias.

Tabla 10.

*Pérdidas por deshonestidad*

<b>Item desaparecidos</b>	<b>Costo</b>
Faro pirata chico RBB 452 12V	190.00
Secador de aire (KIT)	1,200.00
Ventilador	400.00
Filtro de aceite de motor	350.00
Filtro de aire secundario	350.00
Compresor de aire	1,000.00
Filtro primario de combustible	96.07
Empaque de tapon caja	6.53
Empaque de tapon de corona I y II	6.53
<b>Total</b>	<b>S/ 3,599.13</b>

Productos de la falta de organización del almacén, se detectó un faltante de diversos materiales, por un monto de S/3,599.

**Solución propuesta**

**Estructura de la propuesta**

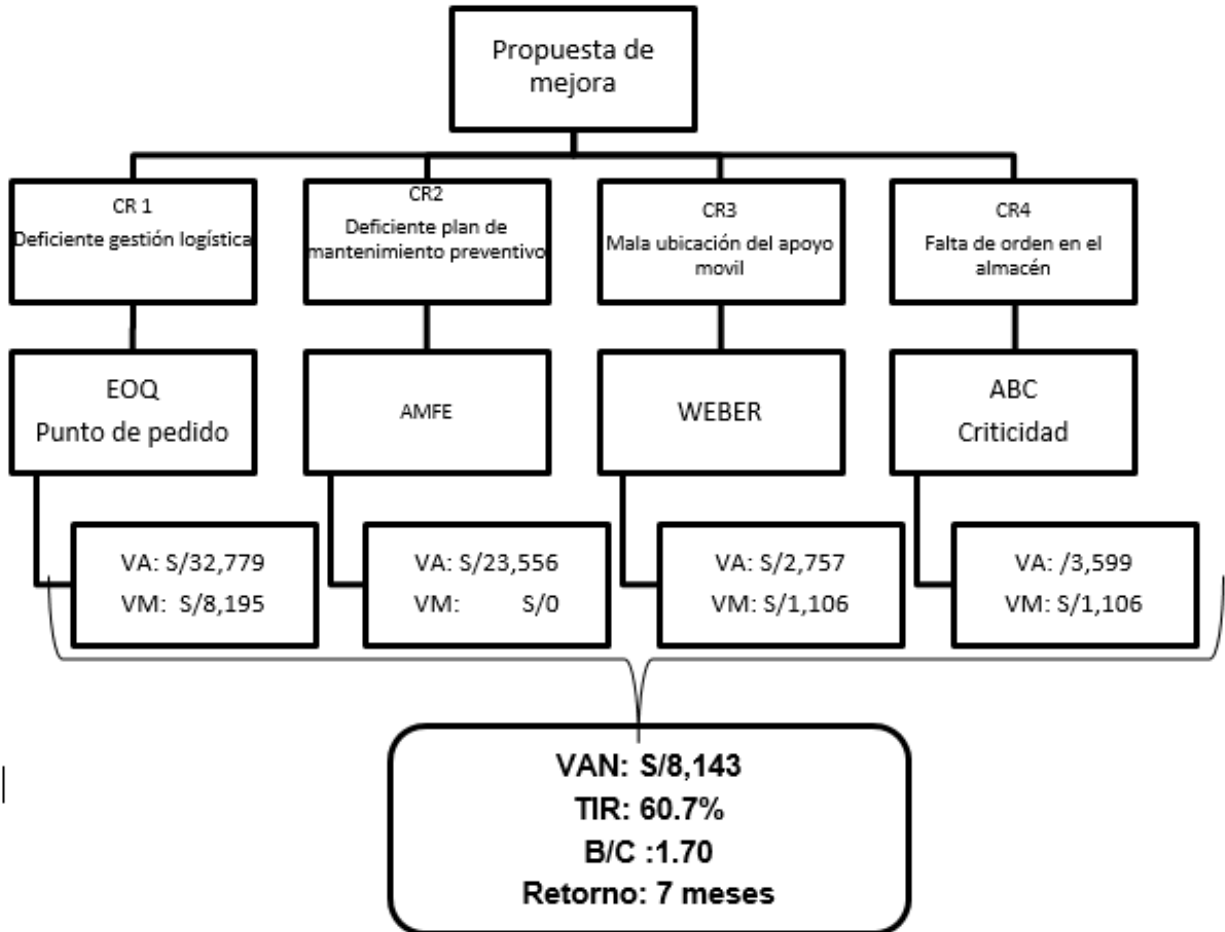


Figura 22. Esquema general de la propuesta

## Propuesta de mejora de la CR1: Deficiente gestión logística

Establecer la adquisición de los repuestos en cantidad y tiempo óptimos de los componentes críticos; efectuando un estudio de stocks mínimos y máximos considerando la criticidad de los repuestos y de la reposición automática de los mismos.

La propuesta de mejora en la gestión logística contempla la aplicación de la clasificación ABC, en el inventario de repuestos y la determinación de la criticidad de los repuestos, para aplicar políticas específicas para cada categoría.

Además, se calculó el lote económico de compra EOQ, para aplicarlo cuando el inventario llegue al punto de pedido.

Para ello, se calculó previamente, el costo de almacenamiento, en función del costo del inventario total y el costo de emitir una orden de compra, de acuerdo a la remuneración de los involucrados y el tiempo asignado para dicha gestión.

Tabla 11.  
*Costo de almacenamiento*

Remuneración del encargado de almacén	S/	1,200
Remuneración administrativos	S/	1,200
Beneficios sociales	S/	616
Mantenimiento y limpieza	S/	500
Recibo de luz y alumbrado público	S/	800
Recibo de agua	S/	500
Gastos de oficina	S/	300
<b>Total costo administrativo/mes</b>	<b>S/</b>	<b>5,116</b>
<b>Total costo administrativo/anual</b>	<b>S/</b>	<b>61,392</b>
<b>Monto anual compra de repuestos asignado</b>	<b>S/</b>	<b>287,768</b>
<b>Costo almacenamiento respuestos asignado</b>		<b>21.33%</b>

Tabla 12.

*Costo de emisión de una orden*

	<b>Mensual</b>	<b>Diaria</b>	<b>Horaria</b>	<b>Minuto</b>	<b>Minutos /orden</b>	<b>Costo/orden</b>
Remuneración total de encargado de almacén	S/ 1,500	S/ 50	S/6.25	S/ 0.10	45	S/ 4.69
Costo administrativo acumulado (30%)						S/ 9.53
<b>Costo total de emisión de un pedido (A)</b>						<b>S/ 14.22</b>

Tabla 13.  
EOQ y punto de pedido

REPUESTO	COSTO UNIT	MONTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Lugar de procedencia	Punto de pedido con 10% de buffer	Costo de Almacenaje (\$/)	Costo de emisión de órdenes (\$/)	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ redondeado
Inyectores de la bomba	22,000.00	44,000	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	4,693.45	14.22	0.1	1
Kit de motor	7,000.00	7,000	-	-	-	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	1,493.37	14.22	0.1	1
Caja direccion SF-380	3,883.42	7,767	1			2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	828.48	14.22	0.3	1
Disco Embrague B-12 - 3191993	1,934.51	3,869		1		2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	412.71	14.22	0.4	1
Bomba de combustible	1,800.00	5,400	-	-	1	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	384.01	14.22	0.5	1
Neumatico 295/80R22.5 - M	1,703.80	6,815				4	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	363.49	14.22	0.6	1
Radiador 1721	1,601.87	4,806				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	341.74	14.22	0.5	1
Turbocargador	1,600.00	1,600	-	-	-	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	341.34	14.22	0.3	1
Bomba de agua SC380	1,558.38	3,117	1		1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	332.46	14.22	0.4	1
Secador de aire (KIT)	1,200.00	2,400	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	256.01	14.22	0.5	1
Faro delantero der-izq. Irizar moderno	1,109.53	2,219			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	236.71	14.22	0.5	1
Kit de Anillos	1,100.00	2,200	-	1	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	234.67	14.22	0.5	1
Compresor de aire	1,000.00	2,000	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	213.34	14.22	0.5	1
Bomba hidraulica dirección MB 17.21	986.47	2,959				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	210.45	14.22	0.6	1
Solenoide de arrancador SC	974.88	3,900				4	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	207.98	14.22	0.7	1
Solenoide de arrancador Vv	974.88	3,900				4	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	207.98	14.22	0.7	1
Filtro de Adblue	971.70	2,915	1	-	-	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	207.30	14.22	0.6	1
Reten de excéntrica	967.46	2,902		1		3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	206.40	14.22	0.6	1
Alternador nuevo	900.00	3,132	1	-	-	3	1.000	0.449	0	2	1	5	6	Lima	1	192.00	14.22	0.7	1
Eje de ventilador MB O500R/O500RSD	762.76	1,526			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	162.73	14.22	0.6	1



## **Propuesta de mejora de la CR2: Deficiente plan de mantenimiento preventivo**

El servicio de mantenimiento lo lidera y facilita el gerente de la empresa, quien toma decisiones, a partir de su experiencia en el rubro, conocimiento de las finanzas y con los datos consignados en el cuaderno de mantenimiento, administrado por el jefe del taller, que es el encargado de diseñar, ejecutar y dar seguimiento a todos los planes.

A primera hora del día, el gerente se reúne con el jefe del taller, para informarse del status de las unidades y de su disponibilidad, para asignarse el servicio diario.

La compañía cuenta con dos mecánicos y dos electricistas, con experiencia en los sistemas de los *trailers*. En caso de enfrentarse a situaciones que escapen a su conocimiento, recurren a talleres especializados externos.

De esta manera se viene trabajando desde el inicio de las operaciones, de forma organizada y con responsabilidades definidas. De modo que la presente tesis, recomendará acciones específicas, que refuercen el procedimiento actual; que mejoren los indicadores de gestión del mantenimiento actuales y que permitan dar un mejor servicio, que redunde en incremento de la rentabilidad, que es el objetivo de esta tesis.

Como punto de partida, se propone desarrollar una matriz de requerimientos a partir de un análisis de modo y efecto de falla, AMFE - confeccionada con el apoyo del jefe de taller -con el fin de desglosar los vehículos de una manera tal que se facilite su estudio y la clasificación de cada uno de sus sistemas: Motor; sistema hidráulico; sistema eléctrico y frenos.

En este análisis se responde, por cada elemento, una serie de preguntas que dan como resultado una detallada lista de condiciones y requerimientos de actividades de mantenimiento preventivo, que incluirá la revisión de:

- Cambios de aceite

- Revisión de los niveles de lubricante
- Alineación de los neumáticos
- Reemplazo de piezas gastadas
- Búsqueda de fugas
- Inspección de los sistemas de combustible y escape
- Análisis de los mecanismos de dirección
- Limpieza del chasis, los espejos, el limpiaparabrisas, la cabina y exterior de la unidad.
- Revisión de la suspensión

1. Espejos

2. Direccionales

3. Luces

4. Frenos

5. Dirección asistida

6. Niveles de aceite y refrigerante

7. Presión de aire de los neumáticos

- Bolsas de aire
- Cinturones de seguridad
- Reposacabezas
- Carrocería

En esta matriz, se priorizará las revisiones; reparaciones y compra de materiales, en función de su criticidad, que evalúa tres aspectos: la severidad de la falla sobre la salud y seguridad del usuario; la probabilidad de la ocurrencia y su detectabilidad.

El rango que se asignará a cada probable evento, denominado NPR o, Número de prioridad de riesgo, que es el producto de estos tres factores, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 14.

*Rango del número de prioridad de riesgo*

<b>Gravedad</b>	
Descripción	Puntaje
Infima, imperceptible	1
Escasa, falla menor	2 a 3
Baja, falla inminente	4 a 5
Media, fallo pero no para el sistema	6 a 7
Elevada, falla crítica	8 a 9
Muy elevada, con problemas de seguridad o no conformidad	10
<b>Ocurrencia</b>	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2 a 3
1 falla cada 1 año	4 a 5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6 a 7
1 falla entre 1 a 6 meses	8 a 9
1 falla al mes	10
<b>Detección (dificultad de detección)</b>	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2 a 3
Moderada	4 a 5
Frecuente	6 a 7
Elevada	8 a 9
Muy elevada	10

Tabla 15.  
Matriz AMFE

Subsistema	Operación/Funcion	Modo de falla	Efectos	Causas	Medidas de control previstas	Severidad en salud	Probabilidad de ocurrencia	Capacidad de detección	Índice prioridad de riesgo	Acción preventiva
						00: Rasguño 10: Muerte	00 remoto 10: Seguro	00: Nunca 10: Siempre		
Sistema hidráulico	Mecanismo operado por la resistencia que ofrece la transmisión o la presión cuando el líquido es forzado apasar a través de una pequeña abertura o tubo. Puede verse como una red interdependiente, cuidadosamente equilibrada.	1. Freno deficiente 2. Contaminación del fluido. 3. Mangueras envejecidas. 4. Mangueras abrasadas. 5. Ruido anormal 6. Cavitaciones	1. Timón rígido. 2. Falta lubricación en engranes.	1. Fugas del líquido por sellos deficientes. 2. Falta de hermeticidad del sistema. 3. Bajo nivel líquido hidráulico. 4. Empalmes mal hechos. 5. Bajo rendimiento de máquina	1. Una vez detectada la falla, la unidad será internada en el taller de mantenimiento para su revisión y reparación.	4	5	3	60	1. Medición de la presión hidráulica 2.Verificación de las tuberías y conexiones 3.Cambio de aceite 4.Verificar goteos de líquido . 5.Verificar densidad líquido.
Motor	Máquina que transforma la energía química del combustible en energía mecánica, que da movimiento al eje	Recalentamiento	1. Pérdida de operatividad del motor. 2. Sobrecalentamiento 3. Rotura de partes móviles	1 - Punto de encendido adelantado. 2 - Tasa de compresión alta 3 - Sensor dañado o con problemas 4 - Deficiencia en el sistema de enfriamiento. 5 - Falta de torque en la instalación de la bujía 6 - Bujía de encendido muy caliente. 7 - Mezcla de aire/combustible muy pobre. 8 - Combustible con bajo octanaje o alterado 9. Falta refrigerante 10 - Residuos sobrecalentados en la cámara de combustión 11 - Obstrucción en el sistema de escape.	1. Sustituir las bujías por el tipo correcto . 2. Utilizar combustible adecuado.	4	4	4	64	1.Verificación del torque de las bujías. 2.Verificación de niveles de aceite de motor. 3.Revisar fugas. 4.Revisar cables rotos. 5.Verificación de filtro de aire.
Frenos	Desacelera y para el movimiento de la unidad	Dificultad para frenar el vehículo	1. Accidentes	1. Agua interna y contaminación en el sistema de suministro y control de aire, paso de aceite del compreso. 2. Contaminación externa y corrosión, fugas de presión de aire, rendimiento reducido de los frenos, entre otros.	1. Inspección de tambores o discos, mangueras, revestimiento, empaquetaduras y resortes: sin grietas, fugas, golpes, cortes o desgaste excesivo.	8	3	3	72	1.Revisión de la hermeticidad de las tuberías. 2.Revisión de presión del líquido hidráulico. .Revisar periódicamente las líneas de aire del camión. Verificar que no existan sellos o empaquetaduras rotas 4.Revisión del estado de las zapatas.
Sistema eléctrico	Componentes eléctricos o electrónicos, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.	Problemas en la batería. Encendido del motor. Luces.	1. Inoperatividad de la unidad	1. Batería obsoleta. 2. Cables en corto circuito 3. Falla en el alternador 4. Bornes mal ajustados	1. Revisión del estado de los cables. 2. Medición de aislamiento del motor. 3. Revisión de funcionamiento del alternador	2	9	3	54	1.Revisión del cableado eléctrico. 2.Revisión del ajuste de las conexiones. 3.Verificar que no existan sellos o empaquetaduras rotas 4.Verificación de puesta a tierra.

El NPR de cada subsistema, se contrastó con la siguiente tabla, para verificar el nivel de prioridad que requiere su atención.

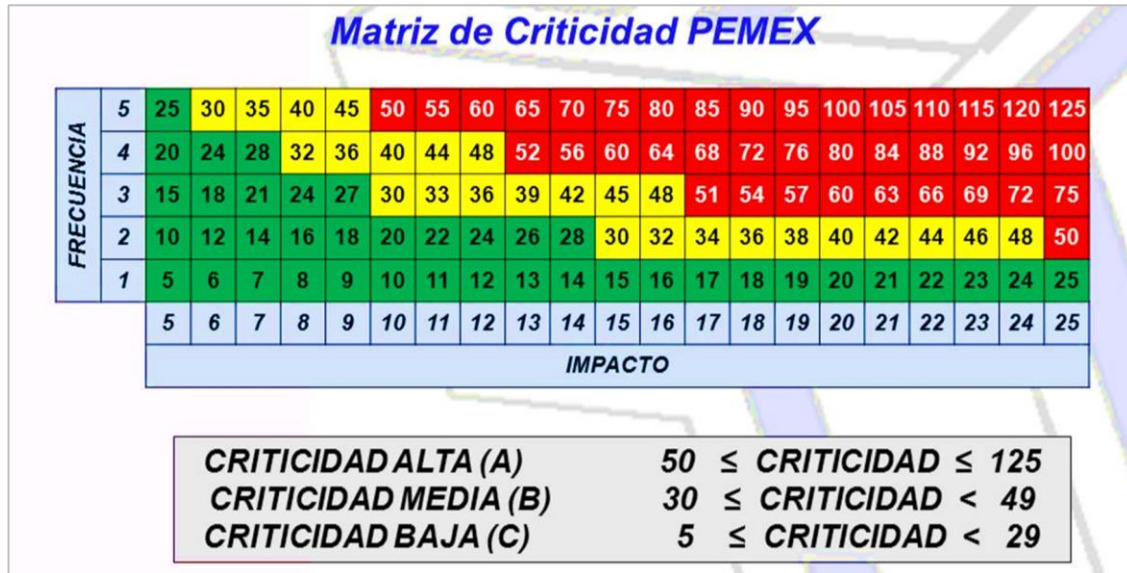


Figura 23. Matriz de criticidad

Fuente. Petróleos de Mexico

### Resultado

1. Los cuatro sistemas se consideran como críticos, de acuerdo a su NPR, con etiqueta roja. Resultando el sub sistema de frenos, el que requiere mayor control. Su control preventivo y las reparaciones, que impliquen o no, sustitución de piezas, deberán atenderse con prontitud, de modo que prioriza la eliminación de las fallas inaceptables, que ponen en riesgo la continuidad de la operación.
2. El mantenimiento preventivo se llevará a cabo de acuerdo a las indicaciones y recomendaciones del fabricante de la unidad.
3. El Manual de conducción técnica de vehículos automotores *Diesel*: Segunda edición, recomienda además, que los choferes practiquen manejo a la defensiva. Este consiste en

que el conductor que circula por una vía o camino deberá estar atento a los errores de los demás conductores, sin llegar jamás al uso de la agresión o la violencia. Muchos de los accidentes que suceden son por causas imputables -la mayoría de las veces- a la negligencia de las personas y en pocas ocasiones por agentes naturales.

4. Los accidentes son evitables, si se conocen las causas que los producen y se toman las medidas necesarias para su prevención.
5. Manejar a la defensiva, significa anticiparse y pensar por los demás. La conducción técnica es también una conducción a la defensiva, esto es, manejar para evitar accidentes, a pesar de las acciones incorrectas de los demás y de las condiciones adversas.
6. Evite:
  - Evite detenerse de manera súbita.
  - Guarde una distancia suficiente entre su vehículo y los otros vehículos. Piense que a una velocidad de 60 km/h su vehículo recorre 16 metros cada segundo. A velocidades mayores se requiere mayor distancia para frenar.
  - Esté siempre alerta para evitar sorpresas.
  - Conduzca siempre con anticipación a lo que pueda suceder.
  - Mantenga la vista no solamente en el camino sino también a los lados. Utilice los espejos. • Cuando no tenga visibilidad completa, reduzca la velocidad.
  - Extreme precauciones en lluvia, neblina, etc.

- Al conducir, tenga dominio absoluto del vehículo.
- Al maniobrar anticipe sus movimientos a los otros conductores. Anúncielos con suficiente anticipación.
- Aunque usted tenga derecho de paso, observe la circulación de los otros vehículos.
- Tenga calma en circunstancias críticas.
- Anticípese a la reacción de los peatones, principalmente en las escuelas, hospitales, etc.
- Desconfíe siempre de todos los elementos que se encuentran en el camino
- Conozca los lineamientos que regulan y controlan el tránsito de vehículos y personas y sepa cuándo y dónde aplican.
- En resumen, el manejo a la defensiva se refiere a que un conductor supone que otro conductor hará algo indebido y deberá prepararse para eso, y poner en juego las medidas de seguridad de un conductor profesional

### **Propuesta de mejora de la CR3: Mala ubicación del apoyo móvil**

Aplicando el método de Weber, se determinará la nueva ubicación que tendrá el apoyo móvil que actualmente sale desde Chiclayo; Trujillo o Lima, ponderadas por las distancias entre estas ciudades y el número de viajes que se hace hacia o desde ellas.

Tabla 16.  
Viajes por ruta

Ruta (o viceversa)	Viajes/año	
Lima-Chiclayo	814	25%
Chiclayo-Trujillo	416	13%
Lima-Chimbote	716	22%
Lima-Trujillo	760	24%
Lima-Piura	490	15%
<b>Total viajes</b>	<b>3,196</b>	

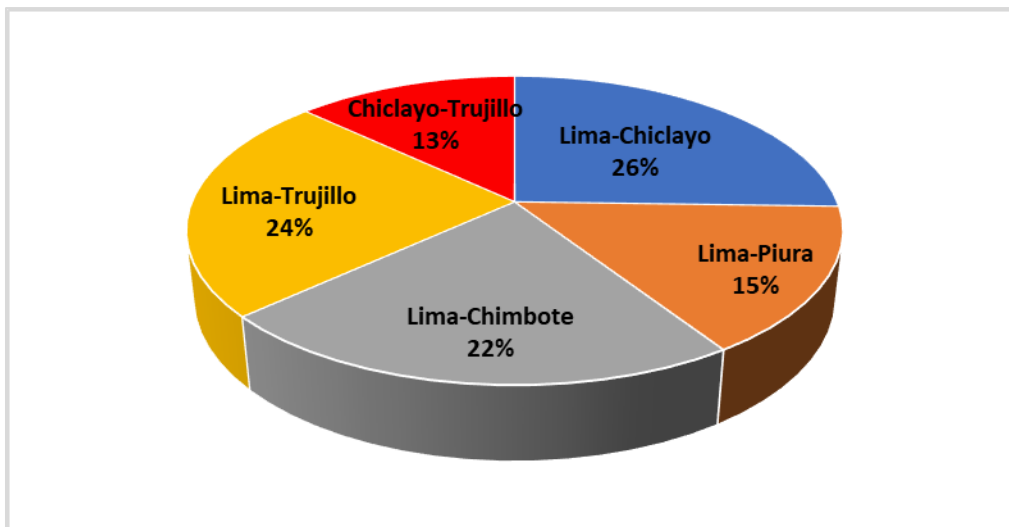


Figura 24. Viajes por ruta

En las siguientes tablas, se muestra los cálculos de la ubicación propuesta. La columna de Salen&llegan, incluye la sumatoria de los viajes, de diferente inicio pero con el mismo destino



Tabla 17.

*Ubicación del apoyo móvil Norte*

Origen/Destino	Salen&llegan	x	y	X	Y
Chiclayo	1,230	3.0	12.0	<b>3,690</b>	<b>14,760</b>
Piura	490	1.3	15.3	<b>637</b>	<b>7,497</b>
	1,720			<b>4,327</b>	<b>22,257</b>
Coordenadas del servicio		<b>2.5</b>	<b>12.9</b>		

Dividiendo el promedio ponderado de ambas coordenadas entre el número de viajes que salen o llegan a esas ciudades, se determina que la nueva ubicación del apoyo móvil Norte, estará en las coordenadas **(2.5, 12.9)**, que aproximadamente corresponde a Mórrope.

Seguidamente se realiza el mismo cálculo, para determinar la ubicación del apoyo móvil Sur, que actualmente sale desde Lima.

Tabla 18.

*Ubicación del apoyo móvil Sur*

Origen/De:	Salen&llegan	x	y	X	Y
Chimbote	716	5.5	7	<b>3,938</b>	<b>5,012</b>
Lima	2,780	8	0.5	<b>22,240</b>	<b>1,390</b>
	3,496			<b>26,178</b>	<b>6,402</b>
Coordenadas de servicio		<b>7.5</b>	<b>1.8</b>		

Las coordenadas de la nueva ubicación del apoyo móvil Sur, son **(7.5, 1.8)**, correspondientes a Barranca.

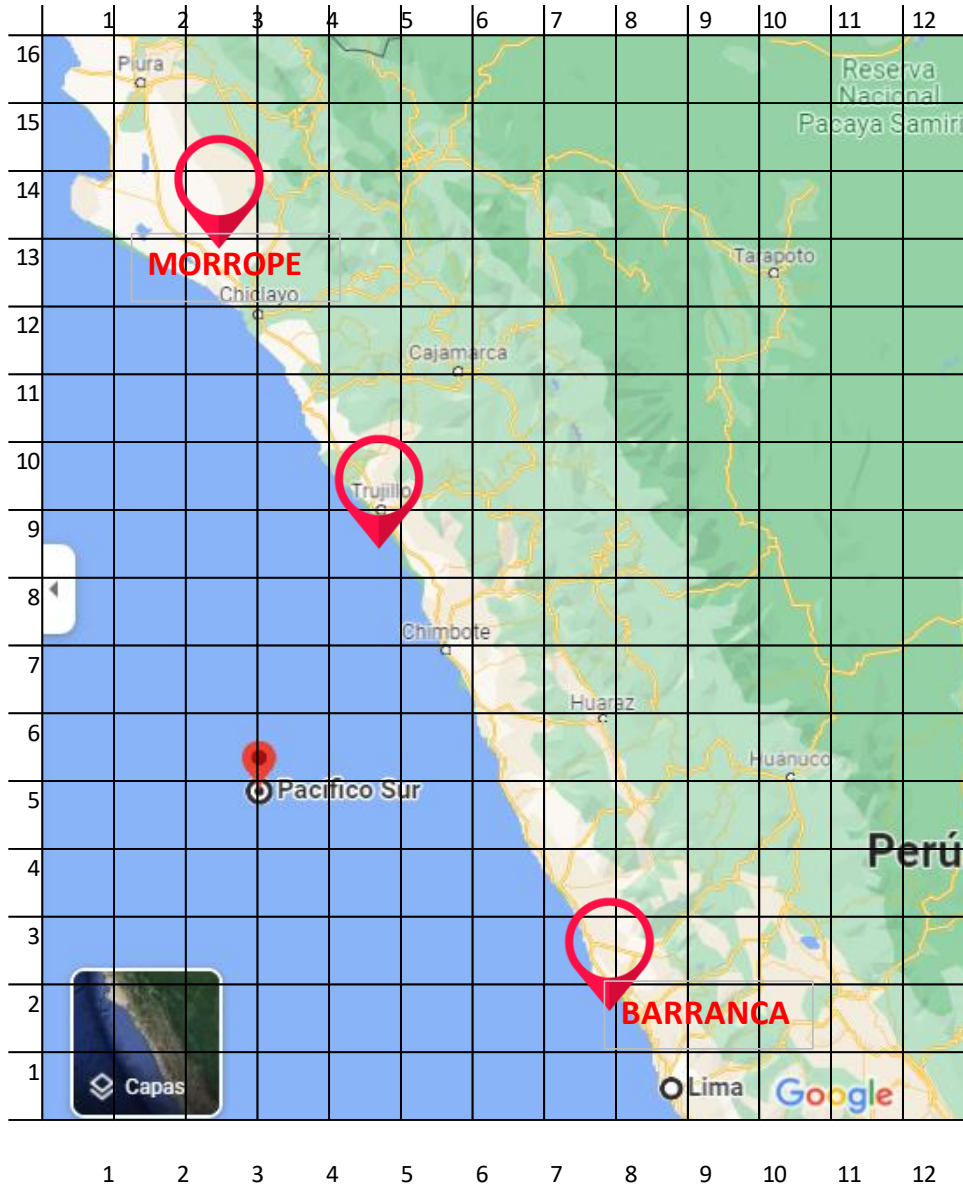


Figura 25. Nueva ubicación del apoyo móvil Norte y Sur

Con esta reubicación, las distancias recorridas se reducen, como se muestra seguidamente.

Tabla 19.  
*Distancias recorridas por el apoyo móvil con método de Weber*

Ruta	Km	Eventos de falla	Punto de auxilio	Panamericana Nte Km	Km. de siniestro	Recorrido actual (Km)	Horas en desplazarse
						659	1.70
						649	1.53
Trujillo - Chiclayo	204	6	Taller oficina Trujillo	557		667	1.83
						589	0.53
						655	1.63
						684	2.12
<b>Total</b>						<b>561</b>	<b>9.35</b>
						869	0.45
Chiclayo - Piura	216	4	Taller <b>Mórrope</b> Propuesta	896		871	0.42
						855	0.68
						866	0.50
<b>Total</b>						<b>123</b>	<b>2.05</b>
						622	1.08
Trujillo - Chimbote	130	3	Taller oficina Trujillo	557		624	1.12
						631	1.23
<b>Total</b>						<b>206</b>	<b>3.43</b>
						213	0.55
						218	0.63
						208	0.47
						224	0.73
Chimbote - Lima	426	9	Taller <b>Barranca</b> Propuesta	180		231	0.85
						226	0.77
						233	0.88
						251	1.18
						207	0.45
<b>Total</b>						<b>391</b>	<b>6.52</b>
<b>Gran total</b>						<b>1,281.00</b>	<b>21.35</b>

El recorrido total, se reduce a 3,195 Kilómetro a 1,281 Km. El tiempo empleado, se reduciría de 53.25 horas a 21.35 horas.

#### **Propuesta de mejora de la CR4: Falta de orden en el almacén**

Se procederá a distribuir los repuestos según la clasificación ABC y de su criticidad, para luego aplicar los siguientes criterios.

1. La criticidad de los materiales y repuestos se valorará a través de su frecuencia de uso. Mientras más recurrente sea su uso, mayor criticidad tendrá asignada.
2. El impacto en la operación significa, cuan indispensable es tenerlo, para que la operación no se paralice.
3. La flexibilidad, es la capacidad que existe para reemplazarlo por otro similar; obviarlo; etc, sin que afecte sensiblemente la operación. Mientras más flexibilidad en su uso, menor criticidad.
4. El costo de la reparación afecta la decisión de compra. Mientras más costoso sea, tendrá mayor criticidad su reemplazo.
5. Se priorizará las compras de los materiales críticos, con etiqueta roja. Su adquisición debe realizarse tan pronto el punto de pedido lo demande.
6. Los materiales clasificados como A, son los más costosos. Deben guardarse en un recinto seguro, con llave. Sus controles deben hacerse diariamente.
7. Los materiales clasificados como B, tienen costo mediano. Sus controles deben ser cada dos semanas.
8. Los materiales en C, son los más baratos. Su control se limitará al inventario de fin de mes, en un ambiente donde se apliquen buenas prácticas de almacenes.

Con estos criterios, se procede a confeccionar la siguiente tabla, donde se ha clasificado los repuestos según el ABC y su criticidad.

Tabla 20.  
*ABC y Criticidad de los repuestos*

N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO				
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar	Criticidad
1	3600097	Inyectores de la bomba	22,000.00	25,960.00	2	44,000.00	15.29%	15.29%	A	2	2	4	10	160
2	2600622	Kit de motor	7,000.00	8,260.00	1	7,000.00	2.43%	17.72%	A	2	2	4	10	160
3	3505972	Caja dirección SF-380	3,883.42	4,582.44	2	7,766.84	2.70%	20.42%	A	6	4	4	8	768
4	3401510	Disco Embrague B-12 - 3191993	1,934.51	2,282.72	2	3,869.02	1.34%	21.77%	A	2	2	4	3	48
5	3401053	Bomba de combustible	1,800.00	2,124.00	3	5,400.00	1.88%	23.64%	A	2	2	4	2	32
6	2202137	Neumatico 295/80R22.5 - M	1,703.80	2,010.48	4	6,815.20	2.37%	26.01%	A	2	2	4	2	32
7	2400255	Radiador 1721	1,601.87	1,890.21	3	4,805.61	1.67%	27.68%	A	2	2	4	3	48
8	2503689	Turbo cargador	1,600.00	1,888.00	1	1,600.00	0.56%	28.24%	A	2	2	4	4	64
9	2503431	Bomba de agua SC380	1,558.38	1,838.89	2	3,116.76	1.08%	29.32%	A	2	2	4	3	48
10	2801095	Secador de aire (KIT)	1,200.00	1,416.00	2	2,400.00	0.83%	30.15%	A	2	2	4	2	32
12	2101245	Faro delantero der-izq. Inizar modemo	1,109.53	1,309.25	2	2,219.06	0.77%	30.93%	A	2	2	4	10	160
13	2503665	Kit de Anillos	1,100.00	1,298.00	2	2,200.00	0.76%	31.69%	A	2	2	4	10	160

El uso de ambas clasificaciones, unidas a buenas prácticas de almacenamiento, se conseguirá reducir la deshonestidad, que actualmente aqueja a la empresa.

La tabla completa, se puede encontrar en los anexos.

## Evaluación económico-financiera

### Inversión propuesta

**Software de mantenimiento en línea ODOO:** con acceso a la infraestructura en la nube escalable, esto incluye servidor, copias de seguridad diarias en dos continentes, integración de correo electrónico, excelente seguridad, monitorización 24 h, 7 días a la semana y un centro de control para gestionar su entorno *Odo*. Puede pedir mejorar su instancia de Odo para beneficiarse de nuevas funciones según sus necesidades.

- Acceso al soporte técnico vía email o por chat en directo dentro de la aplicación. Soporte técnico disponible de lunes a viernes, las 24 horas, en inglés y francés.
- Asistencia técnica y resolución de problemas para las funciones estándar las 24 horas de los 5 días hábiles de la semana, por correo electrónico en inglés.
- Este aplicativo ofrece:

### Órdenes de fabricación

- Gestiona los productos en líneas de ensamblaje o en ensamblaje manual.
- Ingresa órdenes de trabajo.
- Usa código de barras, para acelerar el escaneo de lotes o números de serie
- Toma pedidos de reparación.
- Gestiona las reparaciones de artículos en garantía o como servicio.
- Permite editar órdenes de fabricación una vez finalizadas.
- Administra órdenes no facturadas

## **Plan de Programación**

- Planifica la fabricación
- Da una visión clara de tu planeación global, con capacidad para reagendar actividades.
- Organiza órdenes de trabajo
- Muestra todos los recursos disponibles.
- Gestiona listas de materiales
- Lleva el registro de la disponibilidad de artículos en existencia y tiempo de producción.
- Muestra en cualquier momento la capacidad del Centro de Trabajo
- Utiliza el Planificador de MRP para programar el trabajo en cada centro de trabajo, con base en el OEE y capacidad.

## **Datos maestros flexibles**

- Crea Listas de Materiales multinivel.
- Configura una Lista de Materiales dentro de otra para fabricar componentes de un producto en otra Lista de Materiales.
- Enrutado opcional
- Crea nuevos enrutamientos para órdenes de trabajo con el fin de secuenciar tu producción dependiendo de la ruta usada.
- Cambios de versión

## **Calidad**

- Puntos de Control
- Desencadena automáticamente controles de calidad para el departamento de fabricación.

- Controles de Calidad
- Despliega el control del proceso estadístico fácilmente con comprobaciones.
- Alertas de Calidad
- Organiza tu trabajo usando la vista de kanban de alertas de calidad.
- Mantenimiento

### **Mantenimiento Preventivo**

- Desencadena automáticamente solicitudes de mantenimiento basadas en KPIs.
- Mantenimiento correctivo
- Desencadena el mantenimiento correctivo directamente desde el panel del centro de control.
- Calendario
- Agenda operaciones de mantenimiento con un calendario.
- Estadísticas
- Todas las estadísticas de mantenimiento son automáticamente calculadas: MTBF (Tiempo medio entre fallas).

### **Cotización**

Tabla 21.  
*Cotización*

<b>Matricula por usuario</b>	<b>S/288</b>
Uso aplicación	S/288
Total costo anual/usuario	S/576
Usuarios	4
<b>Costo total empresa/ año</b>	<b>S/2,304</b>



Oferta de software en línea

## Precios de Odoo

**Elige el número de usuarios**

1 Usuarios ~~\$8.00 USD~~ **\$6.00 USD** / usuario/mes

### Elige tus Aplicaciones

<b>CRM</b> \$8.00 USD / mes	<b>Facturación</b> \$4.00 USD / mes	<b>Ventas</b> \$4.00 USD / mes
<b>Web</b> \$8.00 USD / mes	<b>Comercio electrónico</b> \$4.00 USD / mes	<b>Punto de venta</b> \$8.00 USD / mes
<b>Contabilidad</b> \$8.00 USD / mes	<b>Proyecto</b> \$8.00 USD / mes	<b>Inventario</b> \$12.00 USD / mes
<b>Fabricación</b> \$16.00 USD / mes	<b>Compra</b> \$4.00 USD / mes	<b>Hojas de horas</b> \$4.00 USD / mes
<b>Marketing electrónico</b> \$4.00 USD / mes	<b>Gastos</b> \$4.00 USD / mes	<b>Eventos</b> \$4.00 USD / mes
<b>Ausencias</b> \$4.00 USD / mes	<b>Contratación</b> \$4.00 USD / mes	<b>Valoración</b> \$4.00 USD / mes
<b>Suscripciones</b> \$8.00 USD / mes	<b>Firmar</b> \$8.00 USD / mes	<b>Mantenimiento</b> \$8.00 USD / mes
<b>Calidad</b> \$8.00 USD / mes	<b>Studio</b> \$24.00 USD / mes	<b>Servicio de asistencia</b> \$8.00 USD / mes

Anualmente	Mensual
1 Usuarios	\$0.00 USD
Descuento para usuarios <sup>(1)</sup>	\$0.00 USD
1 Aplicaciones	\$0.00 USD
<b>Total / mes <sup>(2)</sup></b>	<b>\$0.00 USD</b>

<sup>(2)</sup> Facturado anualmente: \$0.00 USD

Estas aplicaciones son **gratuitas** siempre y cuando no necesite más opciones de alojamiento o aplicaciones.

**Empieza ahora**

<sup>(1)</sup> Los nuevos clientes obtienen un descuento en la cantidad inicial de usuarios adquiridos. (\$6.00 USD en lugar de \$8.00 USD).

Figura 26. Precios de Odoo

## Racks

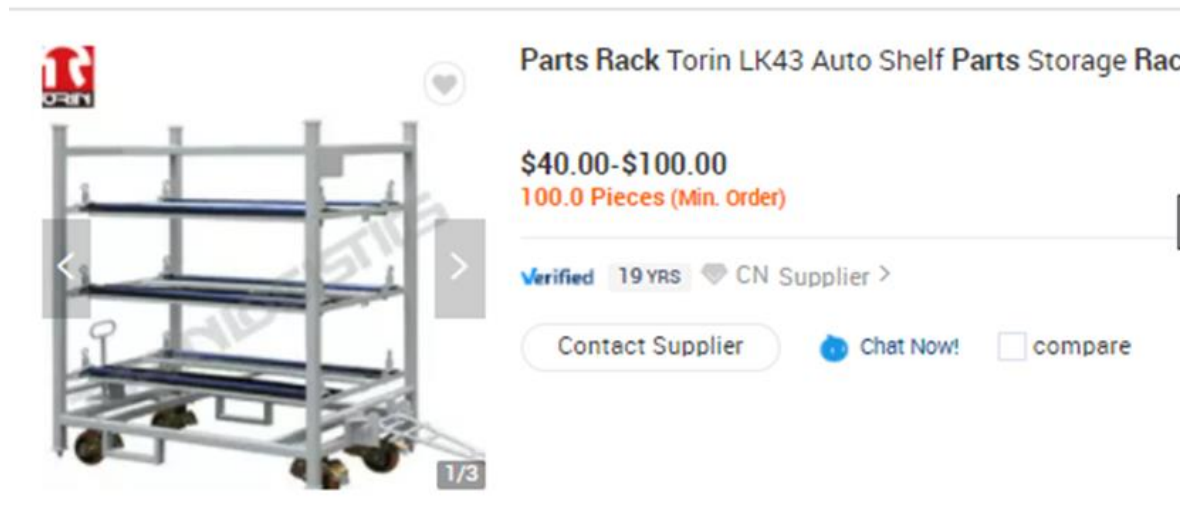


Figura 27. Racks para repuestos

Fuente. alibaba.com

Tabla 22.  
Cotización de racks para repuestos

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Rack bin	2	100	200	800
Flete	30.0%			240
Seguro	3.0%			24
Base imponible				1,064
Ad valorem	4.0%			43
Agente aduana	1.5%			16
IGV	18.0%			192
Total				1,314
Flete local				300
<b>Total</b>				<b>S/ 1,614</b>

Fuente. alibaba.com

## **Vibrómetro**

Se propone adquirir un vibrómetro, para mejorar el servicio de mantenimiento preventivo de la empresa de transportes de carga.

Los vibrómetros son instrumentos que miden vibraciones, oscilaciones y perturbaciones en máquinas y sistemas industriales. Los vibrómetros transforman movimientos mecánicos iguales y dan información relevante de las condiciones de funcionamiento de la máquina, ya sea en conjunto, y de cada una de sus partes y componentes.

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.

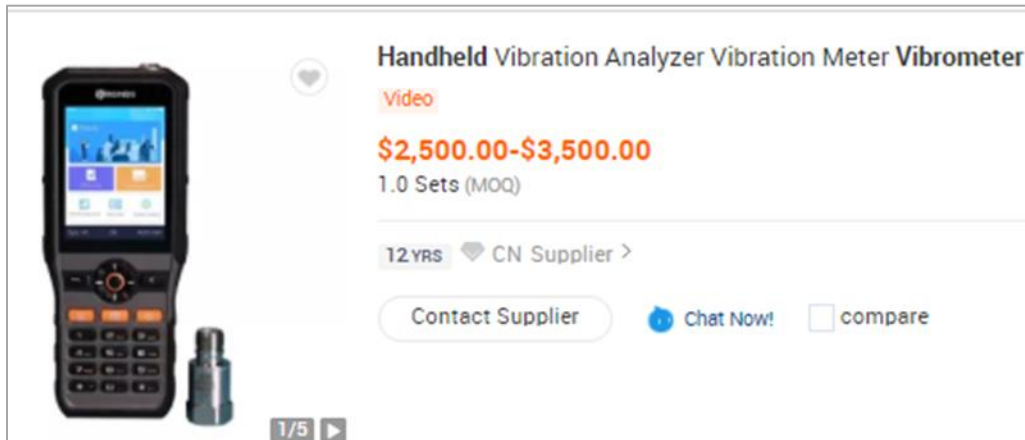


Figura 28. Vibrómetro

Fuente : alibaba.com

Tabla 23.  
Cotización de vibrómetro

		<b>Cantidad</b>	<b>Dolares</b>	<b>Total \$</b>	<b>Soles</b>
Vibrometro		1	3,500	3,500	14,000
Flete	30.0%				4,200
Seguro	3.0%				420
Base imponible					18,620
Ad valorem	4.0%				745
Agente aduana	1.5%				279
IGV	18.0%				3,352
<b>Total</b>					<b>22,996</b>
Flete local					300
<b>Total</b>					<b>S/ 23,296</b>

Fuente : alibaba.com

## Flujo de caja proyectado

Tabla 24.  
Flujo de caja

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b><u>Inversión</u></b>													
Software en línea ODOOR	-	2,304											
Vibrómetro	-	23,296											
Racks (2)	-	1,614											
<b>Total inversión</b>	<b>-</b>	<b>27,214</b>											
<b><u>Ingresos</u></b>													
Reducción de viajes perdidos por mejor abastecimiento	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	2,049	24,584
Reducción de viajes perdidos por mejor servicio de mantenimiento	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	1,963	23,556
Beneficio por reducción de tiempo en servicio móvil	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	1,652
Reducción en deshonestidad	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	2,699
<b>Total ingresos</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>4,374</b>	<b>52,491</b>
<b>Total ingresos actualizados</b>	<b>4,338</b>	<b>4,302</b>	<b>4,267</b>	<b>4,231</b>	<b>4,196</b>	<b>4,162</b>	<b>4,127</b>	<b>4,093</b>	<b>4,059</b>	<b>4,026</b>	<b>3,993</b>	<b>3,960</b>	<b>49,755</b>
<b><u>Egresos</u></b>													
Capacitación en gestión logística	-	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total egresos</b>	<b>-</b>	<b>1,000</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Total egresos actualizados</b>	<b>-</b>	<b>992</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Saldo antes de impuestos	3,374	3,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	54,491
Impuesto a la renta	877	877	1,137	1,137	1,137	1,137	1,137	1,137	1,137	1,137	1,137	1,137	16,347
Saldo después de impuestos	2,497	2,497	3,237	3,237	3,237	3,237	3,237	3,237	3,237	3,237	3,237	3,237	38,144
<b>Flujo actualizado</b>	<b>-</b>	<b>27,214</b>	<b>2,476</b>	<b>2,456</b>	<b>3,157</b>	<b>3,131</b>	<b>3,105</b>	<b>3,080</b>	<b>3,054</b>	<b>3,029</b>	<b>3,004</b>	<b>2,979</b>	<b>2,955</b>
<b>TMAR</b>	<b>10.000% anual</b>												
	<b>0.833% mensual</b>												
<b>VAN</b>	<b>8,143</b>												
<b>TIR</b>	<b>60.754%</b>												
<b>B/C</b>	<b>1.70</b>												
<b>Tiempo de retorno (años)</b>	<b>0.5</b>												
<b>Tiempo de retorno (meses)</b>	<b>7</b>												

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### Resultados

#### CR1. Deficiente gestión logística

Reducción de pérdidas por mejor abastecimiento de repuestos

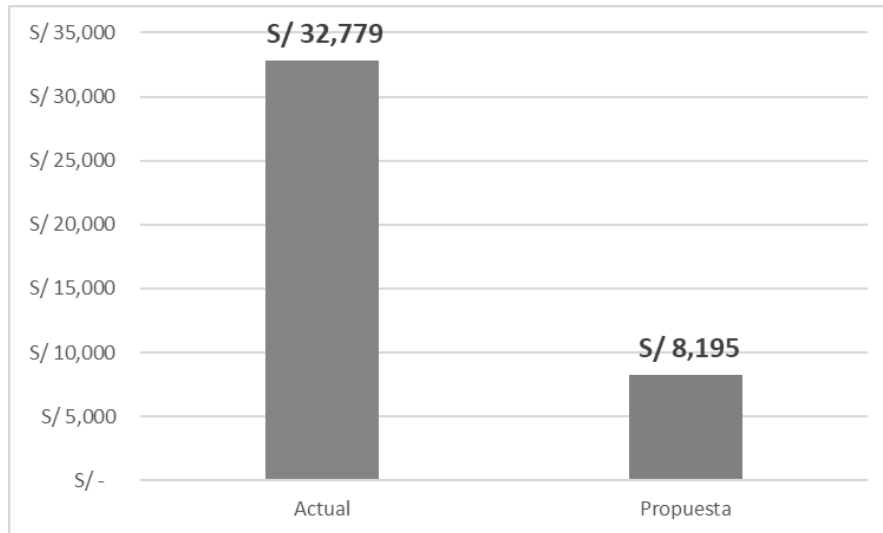


Figura 29. Pérdida por deficiente gestión logística actual vs después de la mejora

#### CR2. Deficiente plan de mantenimiento preventivo

Reducción de pérdidas por viajes frustrados, por mejora del mantenimiento preventivo

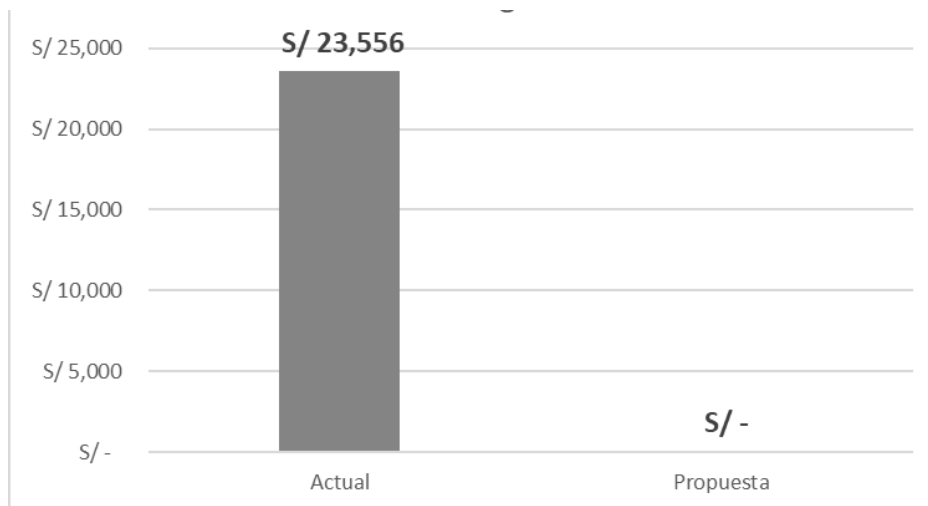


Figura 30. Pérdida por deficiente plan de mantenimiento preventivo actual vs después de la mejora

**CR3**

Reducción del perjuicio económico por mejor ubicación del apoyo móvil

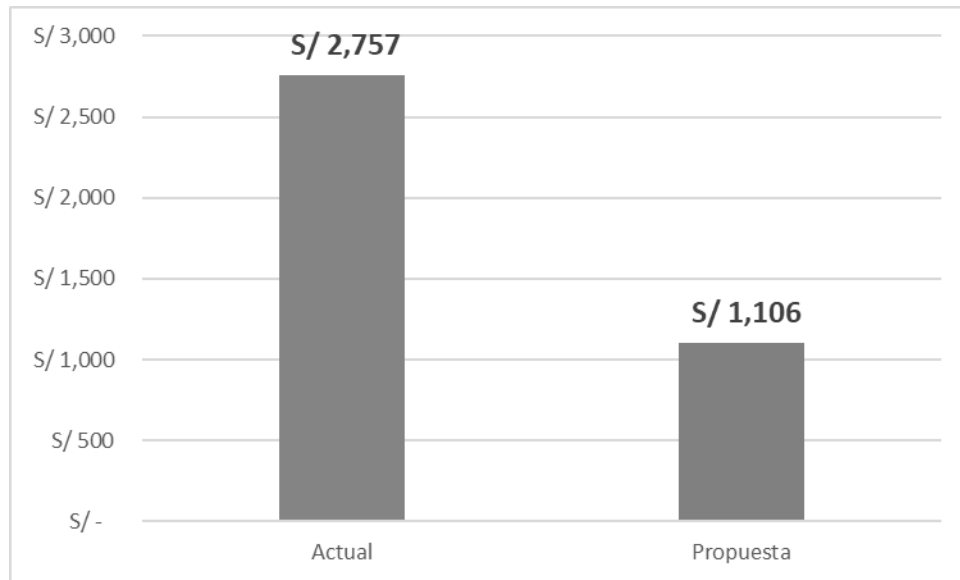


Figura 31. Pérdida por mala ubicación del apoyo movil actual vs después de la mejora

**CR4**

Reducción de la deshonestidad por mejor orden en el almacén

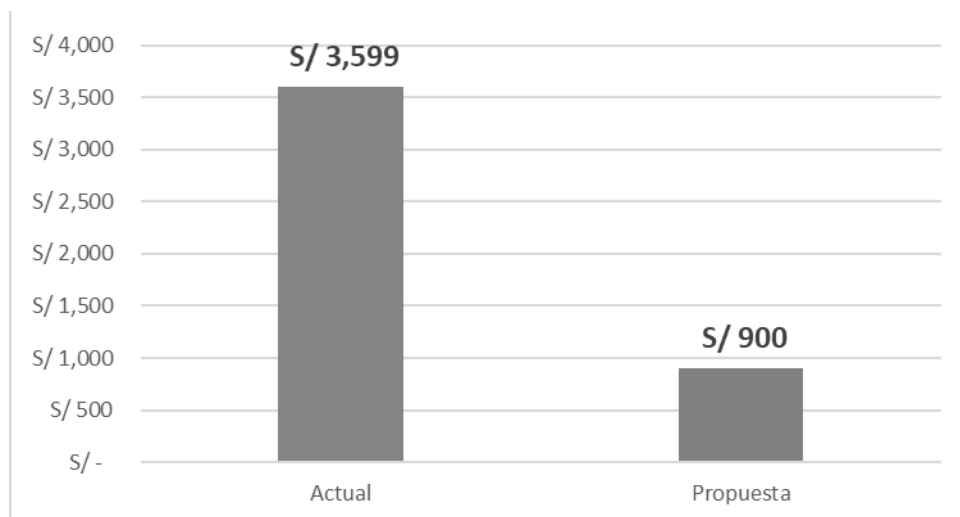


Figura 32. Pérdida por falta de orden en el almacén actual vs después de la mejora

## Estado de resultados

Tabla 25.

*Estado de resultados*

	Actual		Propuesta	
<b>Venta de fletes</b>	S/	<b>7,661,126</b>	S/	<b>7,661,126</b>
Más fletes por mejor mantenimiento preventivo			S/	23,556
Reducción en deshonestidad			S/	2,699
Incremento de viajes por mejor servicio móvil			S/	1,652
Incremento de viajes por mayor disponibilidad repuestos			S/	24,584
<b>Costo de los fletes</b>	-S/	<b>6,171,644</b>	-S/	<b>6,171,644</b>
<b>Utilidad bruta</b>	S/	<b>1,489,482</b>	S/	<b>1,541,973</b>
Depreciación	S/	-	-S/	1,361
<b>Utilidad operativa</b>	S/	<b>1,489,482</b>	S/	<b>1,540,613</b>
<b>Gastos financieros</b>	S/	-	-S/	576
Utilidad antes de participación e impuestos	S/	1,489,482	S/	1,540,036
Impuesto a la renta	S/	387,265	-S/	400,409
Utilidad neta	S/	1,102,217	S/	1,139,627
Reserva (10%)	S/	-	S/	-
<b>Resultado del ejercicio</b>	S/	<b>1,102,217</b>	S/	<b>1,139,627</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>		<b>14.4%</b>		<b>14.9%</b>
				<b>3.39%</b>



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Gómez propuso el uso de un plan de mantenimiento preventivo que minimice las paradas por fallas y prolongue la vida útil en las máquinas, de \$114,048 anuales, con una inversión de \$6,685 anuales, en materiales y repuestos, para mejorar el mantenimiento correctivo y el rendimiento de los procesos operativos y podrá entregar a tiempo los pedidos de los clientes lo que le generará utilidades.

En la presente tesis, se espera conseguir un mejor beneficio, proveniente de más viajes por mejor disponibilidad de los *trailers*, de S/23,556, con una inversión de S/23,296 en un vibrómetro. Este dispositivo es costoso, pero ayudará a prevenir que los defectos de la maquinaria del tráiler, se agraven. Su compra, beneficiará a los siguientes años.

Cárdenas, Bocanegra y Moreno, proponen el uso de mantenimiento centrado en la criticidad, para una flota de buses, para reducir fallas funcionales que generan retornos a los talleres por varadas y mantenimientos correctivos que generan incremento en los costos de mantenimiento y a los índices de insatisfacción en los clientes.

El mantenimiento centrado en confiabilidad a menudo se confunde con el mantenimiento preventivo; sin embargo, hay una diferencia clave: el mantenimiento preventivo no es selectivo como RCM, lo que lo hace menos eficiente. Cuando se realiza correctamente, el mantenimiento centrado en confiabilidad reduce la ineficiencia al observar cada activo individualmente antes de asignar tareas de mantenimiento.

A la empresa de transportes de carga, donde actualmente - a criterio del gerente - el mantenimiento correctivo y preventivo, están 50%/50%, se recomienda consolidar la aplicación de este programa de mantenimiento preventivo y luego, implementarlo,

enriquecerlo con el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, RCM y posteriormente, con el predictivo.

Terrones, en su tesis, manifiesta que en una empresa comercializadora de vehículos y de servicio técnico, que tenía un control inadecuado de inventarios, que ocasionaba sobre stocks, desorden en el almacén y faltantes, lo resolvió con la implementación de un sistema ABC y 5S. El beneficio que, obtuvo fue, S/. 23,416 mensuales, el costo por llevar a cabo la mejora fue de S/. 10,417.90 y se determinó que por cada sol que la empresa invierte, se favorece en 1,24 soles.

Al igual que ese autor, en la presente tesis se empleó el ABC y el análisis de criticidad de los repuestos, para tener un mejor control del abastecimiento y en la seguridad de los mismos. Este procedimiento ayudó a ubicar los repuestos de acuerdo a su costo y priorizar las compras, considerando también, su nivel de criticidad.

El beneficio anual, proveniente de la reducción de viajes perdidos por rotura de inventario de repuestos y por deshonestidad, fue S/27,283, con un costo en capacitación y racks, de S/7,870. Igualmente, Cueva, sostiene que el deficiente manejo en la gestión de inventarios, que motivo altos costos en stock inmovilizados, fue atendido con la clasificación ABC por costos, según su rotación y según su tiempo de espera.

En la presente tesis, como se explicó línea arriba, la clasificación de los repuestos fue de acuerdo a su costo y a su nivel de criticidad. Pero, resulta interesante la perspectiva de ese autor, de priorizarlos de acuerdo a su rotación. Vale decir, cuidar el nivel de inventarios, pero focalizándose principalmente, en aquellos de mayor movimiento.

Se coincide con Villanueva, cuando sostiene que las deficiencias en la gestión la gestión de mantenimiento y logística , que inciden en la baja rentabilidad , obedecen a un deficiente mantenimiento preventivo, desplazamientos improductivos, falta cálculo económico de compras, deficiente gestión de stock, falta de compromiso de proveedores, falta buenas condiciones laborales, etc.

En la empresa de transportes de carga, en línea con lo expresado por Villanueva, se propone la implementación de herramientas y métodos de la ingeniería industrial para hacer frente a esta problemática, como, elaboración de un plan de mantenimiento preventivo; ingeniería de métodos, con el fin de lograr un mejor abastecimiento a través del método de Weber; clasificación ABC de los repuestos

Olivares y Tam , manifiestan con la propuesta de un sistema de Mantenimiento y Logística, en la empresa de transporte de carga, se logró incrementar su rentabilidad en 0.9%, debido a que este sistema redujo el número de fallas de las unidades de transporte por mantenimiento correctivo; redujo el tiempo por demoras en la entrega de repuestos y permitió incrementar la disponibilidad operacional de las unidades de transporte.

En la presente tesis, con la implementación del plan de mantenimiento preventivo; la mejora en la gestión de inventarios, que reducirá los tiempos de compras urgentes y la deshonestidad, además de la reubicación de las unidades de apoyo móvil norte y sur, permitirán incrementar la rentabilidad en 3.39%

## 4.2. Conclusiones

- Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística incrementa la rentabilidad de la empresa de transportes de carga en un 3.39%.
- Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de mantenimiento y logística que afectan negativamente a la rentabilidad de la empresa de transportes. Estas son: Pérdida por deficiente gestión logística, pérdida por deficiente plan de mantenimiento preventivo, pérdida por mala ubicación del apoyo móvil y pérdida por falta de orden en el almacén.
- Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para incrementar la rentabilidad de la empresa de transportes como punto de pedido, stock mínimo, lead time, plan de mantenimiento preventivo, Weber y ABC, obteniendo un beneficio total de S/50,839.28 al aplicar la propuesta de mejora.
- La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística en la empresa de transportes es viable económica y financieramente. Esto se demuestra con un VAN de S/8,143. Además, la Tasa Interna de Retorno es 60.75% y el Beneficio/Costo de 1.70, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/0.70. El retorno de la inversión será en 7 meses.

## REFERENCIAS

- Álvarez, E. (2018). *Cómo mejorar un método de trabajo*. Recuperado de <https://organizapymes.com/como-mejorar-un-metodo-de-trabajo/>
- Cárdenas, R., Bocanegra, A. y Moreno, S. (2019). *Propuesta mejora del plan de mantenimiento para una empresa de transporte público* (Tesis de Grado). Universidad ECCI, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1953/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carreño, A. (2012). Logística de la A a la Z.
- Cherres, J. (2010). Un caso de aplicación del sistema ABC en una empresa peruana: Frenosa. *Contabilidad y Negocios: Revista del Departamento Académico de Ciencias Administrativas*, 5(10), 29-43.
- Cueva, A. y Medina, K. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventario para reducir los costos operativos en el área de almacén de la empresa CCA-Perú SAC Cajamarca 2018* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14943>
- D'Alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción: enfoque estratégico y de calidad*. Lima: Pearson Educación México.
- Domenech, J. (2010). Diagrama de Pareto.
- Esparza, J. (2020). *Estacionalidades*. Recuperado de <http://web.uqroo.mx/archivos/jlesparza/acpsc138/Estacional.pdf>

Fucci, T. (1999). *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios*. Recuperado de <http://www.ope20156.unlu.edu.ar/pdf/abc.pdf>

García, L. (2016). *GESTION LOGISTICA INTEGRAL: las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Perú

Gerencie. (2020). *Rotación de inventarios*. Recuperado de <https://www.gerencie.com/rotacion-de-inventarios.html>

García, R. (2005). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.

Gómez, M. (2019). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa ensamblajes S.A.* (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41226/1/TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93N%20DE%20MICHEL%20ANGELO%20G%C3%93MEZ%20PAZMI%20C3%91O.pdf>

Hilario, D. (2017). *Mejora de tiempos de picking mediante la implementación de la metodología 5S en el área de almacén de la empresa IPESA SAC sucursal Huancayo*. Recuperado de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3915/3/INV\\_FIN\\_108\\_](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3915/3/INV_FIN_108_)

IPSOS (2015). *Liderazgo de productos comestibles*. Recuperado de <https://www.ipsos.com/sites/default/files/2017-02/MKTLiderazgo-en-productos-comestibles-2015.pdf>

Lean Manufacturing10 (2019). *Previsión de la demanda: Importancia y métodos para realizarla.*

Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/prevision-de-la-demanda-importancia-y-metodos-para-realizarla>

Morillo, M. (2005). Análisis de la Cadena de Valor Industrial y de la Cadena de Valor Agregado para las Pequeñas y Medianas Industrias. *Actualidad Contable FACES*, 8(10), 53-70.

Olivares, F. y Tam, C. (2017). *Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes Rodrigo Carranza S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12316>

Peinado, J. y Reis, A. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)* Centro universitario positivo. Curitiba- Brazil 2007.

Pérez, A., Rodríguez, A., & Molina, M. (2002). Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 31(112), 395-429.

Portillo, S. (2018). *Gorgojo*. Recuperado de <https://www.jardineriaon.com/gorgojo.html>

Sánchez, J. (2016). Análisis de la cantidad óptima a pedir y costo total anual del almacén la ganga mediante el modelo de EOQ.

Terrones, W. (2018). *Mejora del sistema de gestión de inventarios para reducir costos operativos de la empresa Autonort Cajamarca S.A.C 2018.* (Tesis de Grado). Universidad César Vallejo, Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27656>

Villanueva, B. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de una empresa de transporte de carga en la ciudad de Trujillo* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24683>

Zuluaga, C., Gallego, M., y Urrego, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *Iteckne*. Recuperado de <https://n9.cl/shp2>



## ANEXOS

### Anexo 1. Costo de servicios

#### **COSTOS DIRECTOS LIMA-CHICLAYO**

##### **COSTOS FIJOS**

Depreciación (10 años)	457.80
Impuesto vehicular	20.00
Permiso de operación	0.49
Licencia de conducir	0.49
Remuneración del chofer	80.00
Remuneración de ayudante	40.00
Viáticos del chofer y ayudante	50.00
Seguro vehicular	50.00
Intereses por compra vehículo	48.00

**Total costos fijos** S/ **746.78**

##### **COSTOS VARIABLES**

Combustible	1,144.50
Aceite y filtro	15.26
Neumáticos	122.08
Mantenimiento y repuestos	50.00
Peajes	200.00

**Total costos variables** S/ **1,531.84**

##### **COSTOS INDIRECTOS**

Costos asistentes flota (5)	18.77
Sueldo gerenciales (1)	22.53
Gratificaciones	9.07
Asesoría legal	3.13
Gastos oficina	7.00

**Total costos indirectos** S/ **60.50**

**COSTO TOTAL LIMA-CHICLAYO** S/ **2,339.12**

Utilidad	22.13%	517.75
Valor venta		2,856.88
IGV	18.00%	514.24
<b>Precio de venta</b>		<b>S/ 3,371.12</b>

## **COSTOS DIRECTOS LIMA-PIURA**

### **COSTOS FIJOS**

Depreciación (10 años)	583.80
Impuesto vehicular	20.00
Permiso de operación	0.49
Licencia de conducir	0.49
Remuneración del chofer	80.00
Remuneración del ayudante	40.00
Viáticos del chofer	75.00
Seguro vehicular	50.00
Intereses por compra vehículo	48.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>S/ 897.78</b>

### **COSTOS VARIABLES**

Combustible	1,459.50
Aceite y filtro	19.46
Neumáticos	155.68
Mantenimiento y repuestos	50.00
Peajes	250.00
<b>Total costos variables</b>	<b>S/ 1,934.64</b>

### **COSTOS INDIRECTOS**

Costos asistentes flota (5)	18.77
Sueldo gerenciales (1)	22.53
Gratificaciones	9.07
Asesoría legal	3.13
Gastos de oficina	7.00
<b>Total costos indirectos</b>	<b>S/ 60.50</b>

### **COSTO TOTAL LIMA-PIURA S/ 2,892.92**

Utilidad	30.75%	S/ 889.52
Valor venta		S/ 3,782.44
IGV	18.00%	S/ 680.84
<b>Precio de venta</b>		<b>S/ 4,463.28</b>

## **COSTOS DIRECTOS LIMA-CHIMBOTE**

### **COSTOS FIJOS**

Depreciación (10 años)	241.80
Impuesto vehicular	20.00
Permiso de operación	0.49
Licencia de conducir	0.49
Remuneración del chofer	80.00
Remuneración del ayudante	40.00
Viáticos del chofer	40.00
Seguro vehicular	50.00
Intereses por compra vehículo	48.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>S/ 520.78</b>

### **COSTOS VARIABLES**

Combustible	604.50
Aceite y filtro	8.06
Neumáticos	64.48
Mantenimiento y repuestos	50.00
Peajes	150.00
<b>Total costos variables</b>	<b>S/ 877.04</b>

### **COSTOS INDIRECTOS**

Costos asistentes flota (5)	18.77
Sueldo gerenciales (1)	22.53
Gratificaciones	9.07
Asesoría legal	3.13
Gastos de oficina	7.00
<b>Total costos indirectos</b>	<b>S/ 60.50</b>

### **COSTO TOTAL LIMA-CHIMBOTE S/ 1,458.32**

Utilidad	22.22%	S/ 324.08
Valor venta		S/ 1,782.41
IGV		S/ 320.83
<b>Precio de venta</b>		<b>S/ 2,103.24</b>

## **COSTOS DIRECTOS CHICLAYO-TRUJILLO**

### **COSTOS FIJOS**

Depreciación (10 años)	122.40
Impuesto vehicular	20.00
Permiso de operación	0.49
Licencia de conducir	0.49
Remuneración del chofer	80.00
Remuneración del ayudante	40.00
Viáticos del chofer	40.00
Seguro vehicular	50.00
Intereses por compra vehículo	48.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>S/ 401.38</b>

### **COSTOS VARIABLES**

Combustible	306.00
Aceite y filtro	4.08
Neumáticos	32.64
Mantenimiento y repuestos	50.00
Peajes	150.00
<b>Total costos variables</b>	<b>S/ 542.72</b>

### **COSTOS INDIRECTOS**

Costos asistentes flota (5)	18.77
Sueldo gerenciales (1)	22.53
Gratificaciones	9.07
Asesoría legal	3.13
Gastos de oficina	7.00
<b>Total costos indirectos</b>	<b>S/ 60.50</b>

### **COSTO TOTAL CHICLAYO-TRUJILLO S/ 1,004.60**

Utilidad	22.22%	S/ 223.25
Valor venta		S/ 1,227.86
IGV		S/ 221.01
<b>Precio de venta</b>		<b>S/ 1,448.87</b>

## **COSTOS DIRECTOS LIMA-TRUJILLO**

### **COSTOS FIJOS**

Depreciación (10 años)	336.00
Impuesto vehicular	20.00
Permiso de operación	0.49
Licencia de conducir	0.49
Remuneración del chofer	80.00
Remuneración del ayudante	40.00
Viáticos del chofer	50.00
Seguro vehicular	50.00
Intereses por compra vehículo	48.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>S/ 624.98</b>

### **COSTOS VARIABLES**

Combustible	840.00
Aceite y filtro	11.20
Neumáticos	89.60
Mantenimiento y repuestos	50.00
Peajes	150.00
<b>Total costos variables</b>	<b>S/ 1,140.80</b>

### **COSTOS INDIRECTOS**

Costos asistentes flota (5)	18.77
Sueldo gerenciales (1)	22.53
Gratificaciones	9.07
Asesoría legal	3.14
Gastos de oficina	7.00
<b>Total costos indirectos</b>	<b>S/ 60.52</b>

### **COSTO TOTAL LIMA-TRUJILLO S/ 1,826.30**

Utilidad	22.14%	S/ 404.28
		S/ 2,230.58
IGV	18.00%	S/ 401.50
<b>Precio de venta</b>		<b>S/ 2,632.08</b>

---

**Utilidad flete promedio ponderado**

---

Lima - Trujillo o viceversa	24%	S/	404.28	S/	96.14
Lima -Chimbote o viceversa	22%	S/	324.08	S/	72.60
Lima Chiclayo o viceversa	25%	S/	517.75	S/	131.87
Lima- Piura o viceversa	15%	S/	889.52	S/	136.38
Chiclayo Trujillo	13%	S/	223.25	S/	29.06
				<b>S/</b>	<b>466.05</b>

---

Anexo 2. ABC y Criticidad de repuestos

N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO				
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar	Criticidad
1	3600097	Inyectores de la bomba	22,000.00	25,960.00	2	44,000.00	15.29%	15.29%	A	2	2	4	10	160
2	2600622	Kit de motor	7,000.00	8,260.00	1	7,000.00	2.43%	17.72%	A	2	2	4	10	160
3	3505972	Caja direccion SF-380	3,883.42	4,582.44	2	7,766.84	2.70%	20.42%	A	6	4	4	8	768
4	3401510	Disco Embrague B-12 - 3191993	1,934.51	2,282.72	2	3,869.02	1.34%	21.77%	A	2	2	4	3	48
5	3401053	Bomba de combustible	1,800.00	2,124.00	3	5,400.00	1.88%	23.64%	A	2	2	4	2	32
6	2202137	Neumatico 295/80R22.5 - M	1,703.80	2,010.48	4	6,815.20	2.37%	26.01%	A	2	2	4	2	32
7	2400255	Radiador 1721	1,601.87	1,890.21	3	4,805.61	1.67%	27.68%	A	2	2	4	3	48
8	2503689	Turbocargador	1,600.00	1,888.00	1	1,600.00	0.56%	28.24%	A	2	2	4	4	64
9	2503431	Bomba de agua SC380	1,558.38	1,838.89	2	3,116.76	1.08%	29.32%	A	2	2	4	3	48
10	2801095	Secador de aire (KIT)	1,200.00	1,416.00	2	2,400.00	0.83%	30.15%	A	2	2	4	2	32
12	2101245	Faro delantero der-izq. Irizar moderno	1,109.53	1,309.25	2	2,219.06	0.77%	30.93%	A	2	2	4	10	160
13	2503665	Kit de Anillos	1,100.00	1,298.00	2	2,200.00	0.76%	31.69%	A	2	2	4	10	160
14	2503618	Compresor de aire	1,000.00	1,180.00	2	2,000.00	0.70%	32.38%	A	2	2	4	4	64
15	2503619	Bomba hidraulica direccion MB 17.21	986.47	1,164.03	3	2,959.41	1.03%	33.41%	B	2	2	4	4	64
16	2503612	Solenoides de arrancador SC	974.88	1,150.36	4	3,899.52	1.36%	34.77%	B	4	2	4	4	128
17	3600006	Solenoides de arrancador Vv	974.88	1,150.36	4	3,899.52	1.36%	36.12%	B	2	2	4	4	64
18	2504500	Filtro de Adblue	971.70	1,146.61	3	2,915.10	1.01%	37.14%	B	2	2	4	4	64
19	2504997	Reten de excentrica	967.46	1,141.60	3	2,902.38	1.01%	38.14%	B	2	2	4	10	160
20	1800158	Alternador nuevo	900.00	1,062.00	3	3,132.00	1.09%	39.23%	B	2	2	4	10	160
21	3301406	Eje de ventilador MB O500R/O500RSD	762.76	900.06	2	1,525.52	0.53%	39.76%	B	2	2	4	10	160
22	1400435	Kit de pines y bocinas MB O500R	703.11	829.67	5	3,515.55	1.22%	40.98%	B	2	2	4	10	160
23	2801252	Solenoides arrancador 24V. O-500R/RSD	688.42	812.34	2	1,376.84	0.48%	41.46%	B	2	4	4	10	320
24	2400444	Faro posterior busscar 340 original rojo	507.06	598.33	2	1,014.12	0.35%	41.82%	B	2	2	4	10	160
25	2400364	Faro posterior busscar 340 original Blanco	507.06	598.33	7	3,549.42	1.23%	43.05%	B	2	2	4	10	160
26	3301224	Filtro de aire primario	500.00	590.00	20	10,000.00	3.48%	46.52%	B	2	2	4	10	160
27	2503400	Gobernador de aire	500.00	590.00	2	1,000.00	0.35%	46.87%	B	2	8	4	10	640
28	3401257	Bateria 12 x 33 placas	495.76	585.00	3	1,487.28	0.52%	47.39%	B	2	2	4	10	160
29	2503541	Sensor de presión de aceite motor O500R	412.58	486.84	2	825.16	0.29%	47.68%	B	2	2	4	10	160
30	3301267	Sensor Temperatura B12R	403.70	476.37	3	1,211.10	0.42%	48.10%	B	2	2	4	10	160





N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO				
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar	Crítico >300
31	3302906	Ventilador	400.00	472.00	3	1,200.00	0.42%	48.51%	B	2	2	4	10	160
32	3001805	Filtro de aire primario VvB12	361.84	426.97	2	723.68	0.25%	48.76%	B	2	6	4	10	480
33	1400591	Empaquetadura de culata O 500R	356.20	420.32	2	712.40	0.25%	49.01%	B	2	2	4	10	160
34	2505482	Polea ventilador O500R	351.52	414.79	2	703.04	0.24%	49.26%	B	2	4	2	10	160
35	2503570	Filtro de aceite de motor	350.00	413.00	18	6,300.00	2.19%	51.45%	B	2	2	2	10	80
36	1800046	Filtro de aire secundario	350.00	413.00	31	10,850.00	3.77%	55.22%	B	2	4	4	10	320
37	1512822	Kit de pedal de freno (270969)	304.96	359.85	2	609.92	0.21%	55.43%	B	2	4	2	10	160
38	3302266	Terminal de barra frontal de dirección derecho	304.92	359.81	4	1,219.68	0.42%	55.85%	B	2	2	4	10	160
39	3302147	Terminal de barra frontal direccion izquierdo	303.81	358.50	2	607.62	0.21%	56.06%	B	2	2	4	10	160
40	3301337	Empaquetadura de carter B12	290.20	342.44	3	870.60	0.30%	56.37%	B	2	2	1	10	40
41	3400962	Faja de alternador O500R	265.89	313.75	2	531.78	0.18%	56.55%	B	2	2	2	10	80
42	3301338	Manguera radiador	255.05	300.96	6	1,530.30	0.53%	57.08%	B	2	2	1	10	40
43	3501806	Relay de alternador 28v	230.68	272.20	3	692.04	0.24%	57.32%	B	2	2	2	10	80
44	2801368	Empaquetadura de carter	222.51	262.56	9	2,002.59	0.70%	58.02%	B	2	2	1	10	40
45	3301833	Tensor de correa	212.78	251.08	5	1,063.90	0.37%	58.39%	B	2	8	1	10	160
46	3301359	Juego de zapatas	210.00	247.80	36	7,560.00	2.63%	61.02%	B	2	2	4	10	160
47	3001772	Valvula pulpo	210.00	247.80	1	210.00	0.07%	61.09%	B	2	2	4	10	160
48	2301826	Cañería de inyeccion	197.34	232.86	12	2,368.08	0.82%	61.91%	B	2	4	4	10	320
49	1800134	Rodaje polea compresora A/A	196.81	232.24	7	1,377.67	0.48%	62.39%	B	2	2	4	10	160
50	2504295	Palanca de cambio luces	195.08	230.19	2	390.16	0.14%	62.53%	B	2	2	4	10	160
51	2301561	Interruptor de palanca de cambios	193.91	228.81	2	387.82	0.13%	62.66%	B	2	2	1	10	40
52	2400107	Filtro de aire primario	193.76	228.64	8	1,550.08	0.54%	63.20%	B	2	8	1	10	160
53	2503747	Filtro de aire secundario	193.66	228.52	8	1,549.28	0.54%	63.74%	B	2	2	2	10	80
54	2101185	Faro pirato chico RBB 452 12	190.00	224.20	7	1,330.00	0.46%	64.20%	B	2	2	4	10	160
55	2505641	Perno templador faja	189.97	224.16	8	1,519.76	0.53%	64.73%	B	2	4	1	10	80
56	3401372	Kit muñon,retenes ,jebes	185.00	218.30	3	555.00	0.19%	64.92%	B	2	2	1	10	40
57	2503748	Valvula sobrepresion de aceite	183.21	216.19	5	916.05	0.32%	65.24%	B	2	2	2	10	80
58	3501683	Soportes de motor	180.00	212.40	11	1,980.00	0.69%	65.93%	B	2	2	1	10	40
59	3600199	Reten cigueñal delantero B12R	165.20	194.94	4	660.80	0.23%	66.16%	B	3	8	3	10	720
60	3401210	Relay, sensores	160.00	188.80	3	480.00	0.17%	66.32%	B	2	2	2	10	80

N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO					Criticidad
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar		
61	3302101	Termostato	160.00	188.80	2	320.00	0.11%	66.43%	B	2	2	2	10	80	
62	3301808	Rodillo tensor	158.37	186.88	6	950.22	0.33%	66.76%	B	2	4	1	10	80	
63	3600249	Reten cigüeñal posterior B12R	156.40	184.55	2	312.80	0.11%	66.87%	B	2	6	4	10	480	
64	2600614	Rodaje rodillo	149.89	176.87	6	899.34	0.31%	67.19%	B	3	8	2	10	480	
65	2301423	Elemento de filtro de Servod	149.19	176.04	6	895.14	0.31%	67.50%	B	2	2	1	10	40	
66	3206710	Valvula freno (rele)	149.16	176.01	6	894.96	0.31%	67.81%	B	2	4	1	10	80	
67	2503404	Correa trapezoidal	145.59	171.80	4	582.36	0.20%	68.01%	B	2	4	2	10	160	
68	3001734	Empaquetadura carter	145.59	171.80	12	1,747.08	0.61%	68.62%	B	2	2	1	10	40	
69	3400934	Eje filtro centrifugo	145.11	171.23	12	1,741.32	0.61%	69.22%	B	3	8	5	10	1200	
70	3001228	Reten (1522894) piñon ataque corona B12	123.94	146.25	9	1,115.46	0.39%	69.61%	B	2	2	1	10	40	
71	3600109	Filtro de aire primario	117.93	139.16	8	943.44	0.33%	69.94%	B	2	4	1	10	80	
72	2400001	Sensor de nivel de agua	117.31	138.43	2	234.62	0.08%	70.02%	B	3	8	1	10	240	
73	2503405	Interruptor de luz de RE	116.53	137.51	2	233.06	0.08%	70.10%	B	2	2	1	10	40	
74	3100600	Rotula inferior 620/720	115.86	136.71	2	231.72	0.08%	70.18%	B	6	4	1	10	240	
75	1400402	Faja de alternador K380	115.73	136.56	2	231.46	0.08%	70.26%	B	2	8	2	10	320	
76	3401040	Sensor nivel agua	107.00	126.26	3	321.00	0.11%	70.37%	B	2	10	1	10	200	
77	2503819	Reten del cigüeñal	106.65	125.85	2	213.30	0.07%	70.45%	B	3	8	2	10	480	
78	2504011	Faja ventilador	106.36	125.50	2	212.72	0.07%	70.52%	B	2	4	2	10	160	
79	3301143	Rodaje piñon ataque	106.24	125.36	3	318.72	0.11%	70.63%	B	2	4	3	10	240	
80	3501216	Bombin pedal embrague	105.93	125.00	2	211.86	0.07%	70.71%	B	3	8	2	10	480	
81	2301903	Reten brida corona	105.75	124.79	4	423.00	0.15%	70.85%	B	2	6	1	10	120	
82	3001262	Arandela distanciadora	105.46	124.44	2	210.92	0.07%	70.93%	B	2	2	1	10	40	
83	2504624	Filtro secundario de combus	104.64	123.48	41	4,290.24	1.49%	72.42%	B	2	2	1	10	40	
84	2202769	Faja trapezoidal	104.25	123.02	4	417.00	0.14%	72.56%	B	2	8	2	10	320	
85	3501654	Carter de filtro	103.63	122.28	5	518.15	0.18%	72.74%	B	2	4	3	10	240	
86	3301674	Faja (correa trapezoidal) de ventilador B12R	98.64	116.40	2	197.28	0.07%	72.81%	B	2	10	1	10	200	
87	2600753	Filtro separador de agua	98.15	115.82	4	392.60	0.14%	72.95%	B	2	6	1	10	120	
88	2504380	Cruceta D21/D	98.10	115.76	4	392.40	0.14%	73.08%	B	2	6	3	10	360	
89	3400887	Rodamiento	97.28	114.79	6	583.68	0.20%	73.29%	B	2	8	2	10	320	
90	2600653	Faja de alternador	96.97	114.42	6	581.82	0.20%	73.49%	B	2	6	2	10	240	

N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO				Crítico >300
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar	
91	3001556	Filtro primario de combustible	96.07	113.36	43	4,131.01	1.44%	74.92%	B	2	4	2	10	160
92	3400853	Faja de distribución	95.00	112.10	15	1,425.00	0.50%	75.42%	B	3	6	4	10	720
93	3501847	Filtro de aceite de caja	85.78	101.22	39	3,345.42	1.16%	76.58%	B	2	2	2	10	80
94	3206434	Líquido refrigerante azul	83.55	98.59	288	24,062.40	8.36%	84.94%	C	2	2	1	10	40
95	3207768	Filtro de aceite de engranaje	65.61	77.42	44	2,886.84	1.00%	85.95%	C	2	2	1	10	40
96	2801362	Accesorios , jebes	65.00	76.70	63	4,092.40	1.42%	87.37%	C	3	10	1	10	300
97	2101826	Faja de alternador	60.00	70.80	4	240.00	0.08%	87.45%	C	3	4	2	10	240
98	3001225	Mobil ATF	42.37	50.00	80	3,389.60	1.18%	88.63%	C	2	2	1	10	40
99	3100799	Tapa de radiador	39.71	46.86	9	357.39	0.12%	88.75%	C	2	2	1	10	40
100	2301498	Grasa(kg)	36.00	42.48	16	576.00	0.20%	88.95%	C	2	2	1	10	40
101	3501045	Resorte de acelerador	35.00	41.30	2	70.00	0.02%	88.98%	C	2	4	1	10	80
102	3501807	Grasa liquida (lt)	28.00	33.04	14	392.00	0.14%	89.11%	C	2	8	1	10	160
103	2505164	Aceite de Diferencial	26.71	31.52	336	8,974.56	3.12%	92.23%	C	3	2	1	10	60
104	2505163	Aceite de motor (SAE 15W-4)	24.34	28.72	332	8,080.88	2.81%	95.04%	C	3	2	1	10	60
105	2101803	Aceite de Transmisión	23.38	27.59	136	3,179.68	1.10%	96.15%	C	2	2	1	10	40
106	3302061	Líquido embrague (DOT 03)	21.07	24.86	6	126.42	0.04%	96.19%	C	2	6	1	10	120
107	2301580	Foco Narva 24V H7 487283	20.00	23.60	10	200.00	0.07%	96.26%	C	2	2	1	10	40
108	3302027	Foco Narva 12V 48320	18.00	21.24	28	504.00	0.18%	96.44%	C	2	2	1	10	40
109	3001630	Foco Osram 12V HB4A 51W	12.00	14.16	11	132.00	0.05%	96.48%	C	2	2	1	10	40
110	3600228	Empaque de tapon caja	6.53	7.71	48	313.44	0.11%	96.59%	C	2	6	1	10	120
111	3501504	Empaque de tapon de coron	6.53	7.71	48	313.44	0.11%	96.70%	C	2	4	1	10	80
112	1800397	Empaque tapon de carter	3.53	4.17	45	158.85	0.06%	96.75%	C	2	2	1	10	40
113	3501088	Empaque de tapon de coron	3.53	4.17	48	169.44	0.06%	96.81%	C	2	4	1	10	80
114	2505039	Carbon de alternador	2.52	2.97	92	231.84	0.08%	96.89%	C	2	2	1	10	40
115	2101187	Reten valvula	2.52	2.97	114	287.28	0.10%	96.99%	C	2	6	1	10	120
116	2503335	Abrazadera 3/4	2.47	2.91	86	212.42	0.07%	97.07%	C	2	2	1	10	40
117	3301321	Anillo plano 1.1/8	2.37	2.80	124	293.88	0.10%	97.17%	C	2	4	1	10	80
118	3501745	Abrazadera de 1/2 acerado	2.36	2.78	155	365.80	0.13%	97.30%	C	2	2	1	10	40
119	1400511	Rotula M8	2.29	2.70	138	316.02	0.11%	97.41%	C	2	4	1	10	80
120	3302229	Perno hex 12 x 50 a/plano acerado	2.29	2.70	120	274.80	0.10%	97.50%	C	3	2	1	10	60

N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO				C
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar	
121	2505392	Lija al seco 180	2.26	2.67	146	329.96	0.11%	97.62%	C	2	2	1	10	40
122	3501466	Oring Inyector	2.20	2.60	122	268.40	0.09%	97.71%	C	3	4	1	10	120
123	3301162	Trapo industrial	2.20	2.60	134	294.80	0.10%	97.81%	C	3	4	1	10	120
124	3100524	Borne de batería	2.12	2.50	124	262.88	0.09%	97.90%	C	6	8	1	10	480
125	3001348	Anillo cobre 26MM	2.12	2.50	165	349.80	0.12%	98.02%	C	6	8	1	10	480
126	3001247	Perno de 1/2 x 2 HC	2.11	2.49	170	358.70	0.12%	98.15%	C	2	4	1	10	80
127	2302052	Perno socket 1/4 x 1 HF	2.10	2.48	112	235.20	0.08%	98.23%	C	2	2	1	10	40
128	3401164	Esparrago MM8 x 40 c/tuerca a /presion	2.10	2.48	166	348.60	0.12%	98.35%	C	2	2	1	10	40
129	3301675	Perno 3/8X1 1/2 HF	1.20	1.42	89	106.80	0.04%	98.39%	C	2	8	1	10	160
130	2503864	Perno HC 1/4X1 1/2	1.20	1.42	184	220.80	0.08%	98.47%	C	2	2	1	10	40
131	2101497	Perno M6X2	1.20	1.42	246	295.20	0.10%	98.57%	C	2	2	1	10	40
132	2400337	Perno HC 3/8X1	1.20	1.42	150	180.00	0.06%	98.63%	C	2	2	1	10	40
133	2503733	Autorroscante M10X1/2	1.10	1.30	348	382.80	0.13%	98.76%	C	3	4	1	10	120
134	2101232	Autorroscante M10X2	1.10	1.30	72	79.20	0.03%	98.79%	C	2	10	1	10	200
135	3401030	Autorroscante M8X1 1/2	1.00	1.18	68	68.00	0.02%	98.82%	C	2	2	1	10	40
136	2101116	Presión 5/16	1.00	1.18	332	332.00	0.12%	98.93%	C	2	2	1	10	40
137	3501707	Autorroscante M12X1/8	1.00	1.18	353	353.00	0.12%	99.05%	C	3	10	1	10	300
138	3302117	Tuerca 3/8 HC	1.00	1.18	44	44.00	0.02%	99.07%	C	2	4	1	10	80
139	3100722	Perno 5/16X2 1/2	1.00	1.18	69	69.00	0.02%	99.09%	C	2	2	1	10	40
140	3401483	Tuerca 3/8 HF	1.00	1.18	469	469.00	0.16%	99.26%	C	6	4	1	10	240
141	3208506	Remache 1/8X1/2	0.90	1.06	154	138.60	0.05%	99.30%	C	2	2	1	10	40
142	2101227	Perno autorrosacnte 6X1 1/2	0.90	1.06	283	254.70	0.09%	99.39%	C	2	2	1	10	40
143	2801142	Perno M5X2	0.80	0.94	239	191.20	0.07%	99.46%	C	2	2	1	10	40
144	3100474	Tuerca seguro 3/8	0.70	0.83	155	108.50	0.04%	0.04%	C	6	4	1	10	240
145	2504485	Remache 5/32X1/2	0.70	0.83	549	384.30	0.13%	0.17%	C	6	4	1	10	240
146	3001785	Remache 1/8X1	0.70	0.83	428	299.60	0.10%	0.28%	C	6	4	1	10	240
147	2302065	Remache 5/32X3/4	0.70	0.83	170	119.00	0.04%	0.32%	C	2	4	1	10	80
148	3100555	Remache 3/16X3/4	0.70	0.83	144	100.80	0.04%	0.35%	C	2	2	1	10	40
149	3100557	Tuerca HC 3/4	0.60	0.71	106	63.60	0.02%	0.37%	C	2	2	1	10	40
150	2503383	Remache 1/8X3/4	0.50	0.59	515	257.50	0.09%	0.46%	C	3	2	1	10	60

N°	Código	Repuestos y Material	Precio unitario Sin IGV	Precio unitario Con IGV	Consumo anual (Und)	Costo anual (S/)	%	% Acumulado	ABC	CRITICIDAD POR SU USO				
										Frecuencia de uso al año	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de reparar	Categoría
151	3501063	Remache 5/16X1	0.30	0.35	280	84.00	0.03%	0.49%	C	2	2	1	10	Crítico >300
152	2101851	Anillo plano 3/8	0.25	0.30	87	21.75	0.01%	0.50%	C	2	4	1	10	Semi Crítico 100 - 300
153	4200079	Remache5/32X1	0.20	0.24	590	118.00	0.04%	0.54%	C	3	4	1	10	No Crítico <100
						287,768								



Anexo 3. EOQ y Punto de pedido

REPUESTO	COSTO UNIT	MONTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Lugar de procedencia	Punto de pedido con 10% de buffer	Costo de Almacenaje (\$/)	Costo de emisión de órdenes (\$/)	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ redondeado
Inyectores de la bomba	22,000.00	44,000	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	4,693.45	14.22	0.1	1
Kit de motor	7,000.00	7,000	-	-	-	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	1,493.37	14.22	0.1	1
Caja direccion SF-380	3,883.42	7,767	1			2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	828.48	14.22	0.3	1
Disco Embrague B-12 - 3191993	1,934.51	3,869		1		2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	412.71	14.22	0.4	1
Bomba de combustible	1,800.00	5,400	-	-	1	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	384.01	14.22	0.5	1
Neumatico 295/80R22.5 - M	1,703.80	6,815				4	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	363.49	14.22	0.6	1
Radiador 1721	1,601.87	4,806				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	341.74	14.22	0.5	1
Turbocargador	1,600.00	1,600	-	-	-	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	341.34	14.22	0.3	1
Bomba de agua SC380	1,558.38	3,117	1		1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	332.46	14.22	0.4	1
Secador de aire (KIT)	1,200.00	2,400	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	256.01	14.22	0.5	1
Faro delantero der-izq. Irizar moderno	1,109.53	2,219			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	236.71	14.22	0.5	1
Kit de Anillos	1,100.00	2,200	-	1	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	234.67	14.22	0.5	1
Compresor de aire	1,000.00	2,000	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	213.34	14.22	0.5	1
Bomba hidraulica dirección MB 17.21	986.47	2,959				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	210.45	14.22	0.6	1
Solenoido de arrancador SC	974.88	3,900				4	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	207.98	14.22	0.7	1
Solenoido de arrancador Vv	974.88	3,900				4	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	207.98	14.22	0.7	1
Filtro de Adblue	971.70	2,915	1	-	-	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	207.30	14.22	0.6	1
Reten de excéntrica	967.46	2,902		1		3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	206.40	14.22	0.6	1
Alternador nuevo	900.00	3,132	1	-	-	3	1.000	0.449	0	2	1	5	6	Lima	1	192.00	14.22	0.7	1
Eje de ventilador MB O500R/O500RSD	762.76	1,526			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	162.73	14.22	0.6	1
Kit de pines y bocinas MB O500R	703.11	3,516	4			5	1.000	2.121	0	7	1	5	6	Lima	2	150.00	14.22	1.0	1
Solenoido arrancador 24V. O-500R/RSD	688.42	1,377		1		2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	146.87	14.22	0.6	1
Faro posterior busscar 340 original rojo	507.06	1,014				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	108.18	14.22	0.7	1
Faro posterior busscar 340 original Blanco	507.06	3,549				7	1.000	3.536	0	12	1	5	6	Lima	3	108.18	14.22	1.4	1
Filtro de aire primario	500.00	10,000	-	-	2	20	1.667	1.723	0	7	1	5	6	Lima	2	106.67	14.22	2.3	2
Gobernador de aire	500.00	1,000	-	1	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	106.67	14.22	0.7	1
Bateria 12 x 33 placas	495.76	1,487	1			3	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	105.76	14.22	0.9	1
Sensor de presión de aceite motor O500R	412.58	825				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	88.02	14.22	0.8	1
Sensor Temperatura B12R	403.70	1,211				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	86.12	14.22	1.0	1
Ventilador	400.00	1,200	-	-	-	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	85.34	14.22	1.0	1
Filtro de aire primario VvB12	361.84	724				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	77.19	14.22	0.9	1
Empaquetadura de culata O 500R	356.20	712				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	75.99	14.22	0.9	1
Polea ventilador O500R	351.52	703				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	74.99	14.22	0.9	1
Filtro de aceite de motor	350.00	6,300	2	-	-	18	1.500	1.784	0	7	1	5	6	Lima	2	74.67	14.22	2.6	3
Filtro de aire secundario	350.00	10,850	2	-	2	31	2.583	1.832	0	8	1	5	6	Lima	2	74.67	14.22	3.4	3

REPUESTO	COSTO UNIT	MONTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Lugar de procedencia	Punto de pedido con 10% de buffer	Costo de Almacenaje (\$/)	Costo de emisión de órdenes (\$/)	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ redondeado
Kit de pedal de freno (270969)	304.96	610				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	65.06	14.22	0.9	1
Terminal de barra frontal de dirección derecho	304.92	1,220				4	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	65.05	14.22	1.3	1
Terminal de barra frontal direccion izquierdo	303.81	608				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	64.81	14.22	0.9	1
Empaquetadura de carter B12	290.20	871		1		3	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	61.91	14.22	1.2	1
Faja de alternador O500R	265.89	532		1		2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	56.72	14.22	1.0	1
Manguera radiador	255.05	1,530			2	6	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	54.41	14.22	1.8	2
Relay de alternador 28v	230.68	692	1			3	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	49.21	14.22	1.3	1
Empaquetadura de carter	222.51	2,003			3	9	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	47.47	14.22	2.3	2
Tensor de correa	212.78	1,064				5	1.000	0.577	0	3	1	5	6	Lima	1	45.39	14.22	1.8	2
Juego de zapatas	210.00	7,560	4	-	2	36	3.000	2.374	0	10	1	5	6	Lima	2	44.80	14.22	4.8	5
Valvula pulpo	210.00	210	-	-	-	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	44.80	14.22	0.8	1
Cañería de inyeccion	197.34	2,368			4	12	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	42.10	14.22	2.8	3
Rodaje polea compresora A/A	196.81	1,378		6		7	1.000	3.536	0	12	1	5	6	Lima	3	41.99	14.22	2.2	2
Palanca de cambio luces	195.08	390			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	41.62	14.22	1.2	1
Interruptor de palanca de cambios	193.91	388		1		2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	41.37	14.22	1.2	1
Filtro de aire primario	193.76	1,550			2	8	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	41.34	14.22	2.3	2
Filtro de aire secundario	193.66	1,549			2	8	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	41.32	14.22	2.3	2
Faro pirato chico RBB 452 12V	190.00	1,330	1			7	2.000	0.548	0	4	1	5	6	Lima	1	40.53	14.22	2.2	2
Perno templador faja	189.97	1,520				8	1.000	0.577	0	3	1	5	6	Lima	1	40.53	14.22	2.4	2
Kit muñon,retenes , jebes	185.00	555	1	-	-	3	1.000	0.622	0	3	1	5	6	Lima	1	39.47	14.22	1.5	1
Valvula sobrepresion de aceite	183.21	916			1	5	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	39.09	14.22	1.9	2
Soportes de motor	180.00	1,980	2	-	1	11	1.000	0.996	0	4	1	5	6	Lima	1	38.40	14.22	2.9	3
Reten cigueñal delantero B12R	165.20	661			1	4	1.000	0.577	0	3	1	5	6	Lima	1	35.24	14.22	1.8	2
Relay, sensores	160.00	480	-	-	1	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	34.13	14.22	1.6	2
Termostato	160.00	320	1	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	34.13	14.22	1.3	1
Rodillo tensor	158.37	950				6	1.000	0.577	0	3	1	5	6	Lima	1	33.79	14.22	2.2	2
Reten cigueñal posterior B12R	156.40	313				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	33.37	14.22	1.3	1
Rodaje rodillo	149.89	899				6	1.000	0.447	0	2	1	5	6	Lima	1	31.98	14.22	2.3	2
Elemento de filtro de Servodirección	149.19	895	1	-	1	6	0.500	0.522	0	2	1	5	6	Lima	0	31.83	14.22	2.3	2
Valvula freno (rele)	149.16	895				6	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	31.82	14.22	2.3	2
Correa trapezoidal	145.59	582				4	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	31.06	14.22	1.9	2
Empaquetadura carter	145.59	1,747				12	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	31.06	14.22	3.3	3
Eje filtro centrifugo	145.11	1,741				12	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	30.96	14.22	3.3	3
Reten (1522894) piñon ataque corona B12	123.94	1,115				9	1.000	1.732	0	6	1	5	6	Lima	1	26.44	14.22	3.1	3
Filtro de aire primario	117.93	943				8	1.000	1.155	0	4	1	5	6	Lima	1	25.16	14.22	3.0	3
Sensor de nivel de agua	117.31	235			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	25.03	14.22	1.5	2
Interruptor de luz de RE	116.53	233			1	2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	24.86	14.22	1.5	2
Rotula inferior 620/720	115.86	232		1		2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	24.72	14.22	1.5	2
Faja de alternador K380	115.73	231				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	24.69	14.22	1.5	2
Sensor nivel agua	107.00	321				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	22.83	14.22	1.9	2



REPUESTO	COSTO UNIT	MONTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Lugar de procedencia	Punto de pedido con 10% de buffer	Costo de Almacenaje (\$/)	Costo de emisión de órdenes (\$/)	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ redondeado
Reten del cigüeñal	106.65	213				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	22.75	14.22	1.6	2
Faja ventilador	106.36	213				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	22.69	14.22	1.6	2
Rodaje piñon ataque	106.24	319				3	1.000	0.707	0	3	1	5	6	Lima	1	22.67	14.22	1.9	2
Bombin pedal embrague	105.93	212				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	22.60	14.22	1.6	2
Reten brida corona	105.75	423		1		4	1.000	0.577	0	3	1	5	6	Lima	1	22.56	14.22	2.2	2
Arandela distanciadora	105.46	211				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	22.50	14.22	1.6	2
Filtro secundario de combustible	104.64	4,290	2	5	3	41	3.417	1.443	0	8	1	5	6	Lima	2	22.32	14.22	7.2	7
Faja trapezoidal	104.25	417				4	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	22.24	14.22	2.3	2
Carter de filtro	103.63	518				5	1.000	2.121	0	7	1	5	6	Lima	2	22.11	14.22	2.5	3
Faja (correa trapezoidal) de ventilador B12R	98.64	197				2	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	21.04	14.22	1.6	2
Filtro separador de agua	98.15	393				4	1.000	0.577	0	3	1	5	6	Lima	1	20.94	14.22	2.3	2
Cruceta D21/D	98.10	392				4	1.000	0.000	1	1	1	5	6	Lima	0	20.93	14.22	2.3	2
Rodamiento	97.28	584			2	6	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	20.75	14.22	2.9	3
Faja de alternador	96.97	582				6	1.000	1.414	0	5	1	5	6	Lima	1	20.69	14.22	2.9	3
Filtro primario de combustible	96.07	4,131	4	-	3	43	3.583	1.379	0	8	1	5	6	Lima	2	20.50	14.22	7.7	8
Faja de distribución	95.00	1,425	1	1	1	15	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	20.27	14.22	4.6	5
Filtro de aceite de caja	85.78	3,345	-	5	3	39	3.250	1.712	0	8	1	5	6	Lima	2	18.30	14.22	7.8	8
Líquido refrigerante azul	83.55	24,062	24	24	24	288	24.000	0.000	24	24	1	5	6	Lima	5	17.82	14.22	21.4	21
Filtro de aceite de engranaje de diferencial	65.61	2,887	-	5	3	44	3.667	1.435	0	8	1	5	6	Lima	2	14.00	14.22	9.5	9
Accesorios , jebes	65.00	4,092	10	-	10	63	5.247	2.977	0	14	1	5	6	Lima	3	13.87	14.22	11.4	11
Faja de alternador	60.00	240	1	-	-	4	1.000	0.492	0	2	1	5	6	Lima	1	12.80	14.22	3.0	3
Mobil ATF	42.37	3,390	8	6	6	80	6.667	2.309	0	14	1	5	6	Lima	3	9.04	14.22	15.9	16
Tapa de radiador	39.71	357		1		9	1.000	1.732	0	6	1	5	6	Lima	1	8.47	14.22	5.5	5
Grasa(kg)	36.00	576	2	1	1	16	1.333	0.651	0	3	1	5	6	Lima	1	7.68	14.22	7.7	8
Resorte de acelerador	35.00	70	-	-	-	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	7.47	14.22	2.8	3
Grasa liquida (lt)	28.00	392	3	2	-	14	1.167	0.937	0	4	1	5	6	Lima	1	5.97	14.22	8.2	8
Aceite de Diferencial	26.71	8,975	28	35	21	336	28.000	5.970	10	46	1	5	6	Lima	10	5.70	14.22	40.9	41
Aceite de motor (SAE 15W-40 / API CI-4)	24.34	8,081	32	30	24	332	27.667	5.959	10	46	1	5	6	Lima	10	5.19	14.22	42.6	43
Aceite de Transmisión	23.38	3,180	10	10	12	136	11.333	1.303	7	15	1	5	6	Lima	3	4.99	14.22	27.8	28
Líquido embrague (DOT 03 y DOT 04)	21.07	126	1	-	1	6	0.500	0.522	0	2	1	5	6	Lima	0	4.50	14.22	6.2	6
Foco Narva 24V H7 487283	20.00	200		2	2	10	3.000	0.000	3	3	1	5	6	Lima	1	4.27	14.22	8.2	8
Foco Narva 12V 48320	18.00	504	4		2	28	1.000	2.422	0	8	1	5	6	Lima	2	3.84	14.22	14.4	14
Foco Osram 12V HB4A 51W	12.00	132		1		11	4.000	1.643	0	9	1	5	6	Lima	2	2.56	14.22	11.1	11
Empaque de tapon caja	6.53	313	4	5	3	48	4.000	0.853	1	7	1	5	6	Lima	1	1.39	14.22	31.3	31
Empaque de tapon de corona I y II -Entrada	6.53	313	4	4	4	48	4.000	0.000	4	4	1	5	6	Lima	1	1.39	14.22	31.3	31
Empaque tapon de carter	3.53	159	4	2	3	45	3.750	0.965	1	7	1	5	6	Lima	1	0.75	14.22	41.2	41
Empaque de tapon de corona I y II -Salida	3.53	169	4	4	4	48	4.000	0.000	4	4	1	5	6	Lima	1	0.75	14.22	42.6	43
Carbon de alternador	2.52	232		6	8	92	1.000	4.237	0	14	1	5	6	Lima	3	0.54	14.22	69.8	70
Reten valvula	2.52	287		10	10	114	1.000	5.661	0	18	1	5	6	Lima	4	0.54	14.22	77.7	78
Abrazadera 3/4	2.47	212		6	6	86	1.000	5.420	0	17	1	5	6	Lima	4	0.53	14.22	68.1	68
Anillo plano 1.1/8	2.37	294		12	6	124	1.000	6.786	0	21	1	5	6	Lima	5	0.51	14.22	83.5	84
Abrazadera de 1/2 acerado	2.36	366		20	10	155	1.000	7.792	0	24	1	5	6	Lima	5	0.50	14.22	93.6	94

REPUESTO	COSTO UNIT	MONTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	Consumo mínimo	Consumo máximo	Lead time interno	Lead time externo	Lead time total (días)	Lugar de procedencia	Punto de pedido con 10% de buffer	Costo de Almacenaje (\$/)	Costo de emisión de órdenes (\$/)	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ redondeado
Rotula M8	2.29	316		6	8	138	1.000	10.475	0	32	1	5	6	Lima	7	0.49	14.22	89.6	90
Perno hex 12 x 50 a/plano acerado	2.29	275		6	8	120	1.000	9.888	0	31	1	5	6	Lima	7	0.49	14.22	83.6	84
Lija al seco 180	2.26	330		8	8	146	1.000	13.468	0	41	1	5	6	Lima	9	0.48	14.22	92.8	93
Oring Inyector	2.20	268		6	8	122	1.000	4.566	0	15	1	5	6	Lima	3	0.47	14.22	86.0	86
Trapo industrial	2.20	295		12	8	134	1.000	6.041	0	19	1	5	6	Lima	4	0.47	14.22	90.1	90
Borne de bateria	2.12	263		6	8	124	1.000	6.851	0	22	1	5	6	Lima	5	0.45	14.22	88.3	88
Anillo cobre 26MM	2.12	350		18	40	165	1.000	10.906	0	34	1	5	6	Lima	7	0.45	14.22	101.9	102
Perno de 1/2 x 2 HC	2.11	359		26	8	170	1.000	10.635	0	33	1	5	6	Lima	7	0.45	14.22	103.6	104
Perno socket 1/4 x 1 HF	2.10	235		6	8	112	1.000	4.917	0	16	1	5	6	Lima	3	0.45	14.22	84.3	84
Esparrago MM8 x 40 c/tuerca a /presion	2.10	349		20	12	166	1.000	7.777	0	24	1	5	6	Lima	5	0.45	14.22	102.6	103
Perno 3/8X1 1/2 HF	1.20	107	11	8	11	89	1.000	4.738	0	15	1	5	6	Lima	3	0.26	14.22	99.4	99
Perno HC 1/4X1 1/2	1.20	221	22	-	-	184	1.000	9.661	0	30	1	5	6	Lima	7	0.26	14.22	143.0	143
Perno M6X2	1.20	295	36	-	36	246	1.000	17.932	0	55	1	5	6	Lima	12	0.26	14.22	165.3	165
Perno HC 3/8X1	1.20	180	18	14	10	150	1.000	5.535	0	18	1	5	6	Lima	4	0.26	14.22	129.1	129
Autorroscante M10X1/2	1.10	383	35	40	30	348	1.000	16.591	0	51	1	5	6	Lima	11	0.23	14.22	205.3	205
Autorroscante M10X2	1.10	79	5	22	6	72	1.000	6.578	0	21	1	5	6	Lima	5	0.23	14.22	93.4	93
Autorroscante M8X1 1/2	1.00	68	12	10	12	68	1.000	5.959	0	19	1	5	6	Lima	4	0.21	14.22	95.2	95
Presión 5/16	1.00	332	64	-	50	332	1.000	25.267	0	77	1	5	6	Lima	17	0.21	14.22	210.4	210
Autorroscante M12X1/8	1.00	353	50	-	-	353	1.000	22.805	0	69	1	5	6	Lima	15	0.21	14.22	216.9	217
Tuerca 3/8 HC	1.00	44	10	-	-	44	1.000	4.812	0	15	1	5	6	Lima	3	0.21	14.22	76.6	77
Perno 5/16X2 1/2	1.00	69	14	-	-	69	1.000	6.468	0	20	1	5	6	Lima	4	0.21	14.22	95.9	96
Tuerca 3/8 HF	1.00	469	61	68	24	469	1.000	27.251	0	83	1	5	6	Lima	18	0.21	14.22	250.0	250
Remache 1/8X1/2	0.90	139	28	-	16	154	1.000	12.283	0	38	1	5	6	Lima	8	0.19	14.22	151.0	151
Perno autorroscante 6X1 1/2	0.90	255	32	2	32	283	1.000	12.086	0	37	1	5	6	Lima	8	0.19	14.22	204.7	205
Perno M5X2	0.80	191	29	30	30	239	1.000	13.049	0	40	1	5	6	Lima	9	0.17	14.22	199.5	200
Tuerca seguro 3/8	0.70	109	22	-	11	155	1.000	10.300	0	32	1	5	6	Lima	7	0.15	14.22	171.8	172
Remache 5/32X1/2	0.70	384	72	72	2	549	1.000	31.983	0	97	1	5	6	Lima	21	0.15	14.22	323.3	323
Remache 1/8X1	0.70	300	62	12	-	428	1.000	27.100	0	82	1	5	6	Lima	18	0.15	14.22	285.5	285
Remache 5/32X3/4	0.70	119	26	-	20	170	1.000	11.134	0	34	1	5	6	Lima	8	0.15	14.22	179.9	180
Remache 3/16X3/4	0.70	101	20	20	-	144	1.000	8.995	0	28	1	5	6	Lima	6	0.15	14.22	165.6	166
Tuerca HC ¼	0.60	64	18	12	18	106	1.000	9.476	0	29	1	5	6	Lima	6	0.13	14.22	153.5	153
Remache 1/8X3/4	0.50	258	62	60	62	515	1.000	26.572	0	81	1	5	6	Lima	18	0.11	14.22	370.5	371
Remache 5/16X1	0.30	84	33	-	33	280	1.000	18.932	0	58	1	5	6	Lima	13	0.06	14.22	352.7	353
Anillo plano 3/8	0.25	22	12	13	-	87	1.000	5.578	0	18	1	5	6	Lima	4	0.05	14.22	215.4	215
Remache5/32X1	0.20	118	54	50	54	590	1.000	15.550	0	48	1	5	6	Lima	10	0.04	14.22	627.1	627
		<b>287,768</b>																	

## Recomendaciones

1. Se recomienda evaluar a los proveedores y considerar la posibilidad que mantengan un almacén temporal “*in house*”, en las instalaciones de la empresa de transportes de carga. El procedimiento sería tener un inventario de los repuestos de uso más frecuente, dentro de la empresa y el proveedor, facturaría solamente por el consumo, previo inventario semanal. De esta manera se reduciría el tiempo de búsqueda.
2. Se recomienda migrar a mantenimiento predictivo, de aquellos componentes más costosos, como el motor o las bombas. El análisis de costos no ha sido parte de esta tesis, pero se entiende que el costo de los equipos de predicción, retornaría prontamente.