



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DEL PLANEAMIENTO DEL
SERVICIO Y MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR
LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA AGRO
TRANSPORTES GONZÁLES S.R.L.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Br. Tatiana Lizbeth Cordova Tirado

Asesor:

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

*A mis padres y hermanas con todo mi amor y
gratitud por su apoyo incondicional*

AGRADECIMIENTO

*Deseo expresar mi gratitud a mis padres por su
confianza, dedicación y por sus valiosos
consejos.*

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO	2
TABLA DE CONTENIDO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
INDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN.....	9
1. CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática.	10
1.1.1. Problema de investigación	10
1.1.2. Antecedentes	19
1.1.3. Base teórica	21
1.2. Formulación del problema.....	35
1.3. Objetivos.....	35
1.3.1. Objetivo genera.....	35
1.3.2. Objetivos específicos	35
1.4. Justificación3	36
1.5. Hipótesis32	37
2. CAPITULO 2. METODOLOGÍA	37
2.1. Tipo de investigación	37
2.1.1. Por la orientación.....	37

2.1.2. Por el diseño	37
2.2. Operacionalización de variables	39
2.3. Técnicas y herramientas	40
2.4. Métodos de análisis de datos	41
2.4.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa.....	41
2.4.2. Solución propuesta	47
2.5. Evaluación económica y financiera	75
2.5.1. Flujo de caja.....	75
2.5.2. Estado de resultados	76
3. CAPITULO 3. RESULTADOS	77
4. CAPITULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	80
4.1. Discusión	80
4.2. Conclusiones.....	81
REFERENCIAS	82
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Viajes frustrados por falta de disponibilidad de las unidades.	13
Tabla 2. Viajes frustrados por desperfectos en ruta.....	13
Tabla 3. Inventario cíclico de repuestos.	15
Tabla 4. Viajes frustrados por falta de repuestos.....	16
Tabla 5. Compras reactivas en el año 2018.	16
Tabla 6. Asignación máxima y mínima de fletes.	17
Tabla 7. Asignación empírica de fletes.	18
Tabla 8. Operacionalización de variables de la problemática de Agrotransportes Gonzáles S.R.L.	39
Tabla 9. Priorización por opinión de los directivos de la empresa.....	45
Tabla 10. Identificación de indicadores.....	46
Tabla 11. Monetización de pérdidas.....	48
Tabla 12. Asignación óptima de fletes.	51
Tabla 13. Verificación mensual para el mantenimiento de las unidades.....	59
Tabla 14. Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la ruta.	65
Tabla 15. Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la costa sur.	65
Tabla 16. Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la sierra Liberteña.	65
Tabla 17. Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la costa norte.....	66
Tabla 18. Listado valorizado de repuestos.	68
Tabla 19. Saldos de repuestos a fin de mes.	70
Tabla 20. Valorización de saldos a fin de mes.	71

Tabla 21. Costo de almacenaje.....	72
Tabla 22. Gestión de inventarios y determinación del EOQ.....	74
Tabla 23. Flujo de caja proyectado de la propuesta de mejora en la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.	75
Tabla 24. Estado de resultados de la empresa Agrotransportes Gonzáles.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de Agrotransportes S.R.L.....	43
Figura 2. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa.	44
Figura 3. Pareto de causas raíces de la problemática.	45
Figura 4. Optimización con herramienta Solver.....	50
Figura 5. Planteamiento Solver.	50
Figura 6. Ficha técnica de los camiones.	54
Figura 7. Tipos de camiones de la empresa Agrotransportes S.R.L.....	54
Figura 8. AMFE de los camiones de la empresa.	57
Figura 9. Tabla de riesgo AMFE.....	58
Figura 10. Ficha de inspección rutinaria de las unidades.	63
Figura 11. Ubicación geográfica de los apoyos en ruta para las unidades.	67
Figura 12. Costo de emisión de una orden de compra.	72
Figura 13. Resultados en las pérdidas monetarias de la CR2.....	77
Figura 14. Resultados en las pérdidas monetarias de la CR1	77
Figura 15. Resultados en las pérdidas monetarias de la CR3.....	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Saldos de repuestos a fin de mes.....	85
Anexo 2. Costo de almacenaje.	86
Anexo 3. Costo de genrar un pedido.	86

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal la mejora del planeamiento del servicio y el mantenimiento de una empresa de transportes de carga, mediante un diseño de investigación descriptiva.

En primera instancia se realizó un diagnóstico general de la situación actual de la empresa. Para la presente tesis, se seleccionó las áreas de planeación y mantenimiento, ya que son las áreas que causan mayor influencia en la rentabilidad de la empresa. Se determinó que las causas que mayor impacto tenían eran a mala asignación de fletes, falla de mantenimiento preventivo y la deficiente gestión de inventarios. El año pasado estas causas generaron una pérdida de S/ 421,670.

Es así, que se determinó proponer la implementación de metodologías y herramientas de la ingeniería como la Gestión de mantenimiento, el Centro de Gravedad de Weber, la optimización mediante la herramienta Solver y la gestión de inventarios mediante el modelo de lote económico EOQ.

Finalmente, se evaluaron las propuestas de mejora económica y financieramente en donde se corrobora el logro del objetivo planteado, obteniendo un Valor actual Neto (VAN) de S/46,063.42 y la TIR de 81.59 %.

1. CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

1.1.1. Problema de investigación

El transporte de carga global es un componente clave en el comercio de mercancías y materiales, pero las nuevas exigencias de la red de transporte están tratando de responder a esas nuevas exigencias.

Además, nos dice que todos los productos en nuestros hogares y oficinas llegaron a los estantes de las tiendas como resultado del transporte eficiente, seguro y rápido, a veces en la misma ciudad, otras veces alrededor del mundo, y a menudo con múltiples modos de transportes.

En el año 2015, el comercio mundial de mercancías se valoró en 16 trillones de USD, según el informe UNCTAD Estadísticas clave y tendencias del comercio internacional en el 2016, el más reciente análisis de cuestiones relacionadas con el comercio por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre comercio y desarrollo.

También, se prevé que el envío de carga nacional e internacional seguirá creciendo rápidamente en los próximos años y décadas a medida que las economías orientadas a la exportación y los países en desarrollo generan más comercio internacional.

Las demandas adicionales en el volumen de la carga (en toneladas de mercancías movidas) y la distancia a la que se lleva esta carga, se

acoplarán con los problemas de la creciente congestión del tráfico, daños ambientales y pérdidas económicas asociadas. (Diario Gestión, 2015)

En el Perú, debido a la creciente expansión del sector industrial, comercial y logístico, la demanda de transporte de carga formal se ha incrementado significativamente en el país y ha llegado a tener un movimiento de 850 millones de toneladas anuales. De acuerdo a la plataforma digital Eflight, dicho rubro tiene una proyección de **crecimiento del 12% anual** y podría seguir ascendiendo al mejorar factores como disponibilidad de unidades, comparación de precios al momento de contratar y acceso a la comunidad de transporte.

Asimismo, el costo de distribución es crítico en empresas de consumo y representa aproximadamente 22% en empresas con flota propia, que tienen que asumir almacén, unidades, mantenimiento de las mismas. En las empresas que tercerizan el transporte, el costo está entre el 10% y el 14%, nuestra oportunidad es reducir ese costo. (La República, 2019)

El estudio que se realiza, se hace en una empresa ubicada en la ciudad de Trujillo, Agrotransportes Gonzáles S.R.L., con más de 30 años en el rubro de transporte de carga pesada, que brinda sus servicios para empresas a nivel nacional como internacional a lo largo de la costa del Perú, teniendo los siguientes recorridos: Trujillo - Puerto Chicama, Chicama – Lima, Trujillo – Chimbote, Chimbote – Lima, Trujillo – Guayaquil y Trujillo – Santiago de Chuco.

A lo largo de los años, la empresa ha venido trabajando arduamente para relacionarse con clientes internacionales, y pueda ofrecer sus servicios de mejor calidad, fidelizándolos para tener el transporte exclusivo de sus materiales o insumos.

La empresa cuenta con 12 *tráilers* de marca *Freightliner*, que están en constante movimiento, en el año 2018 se realizaron 3168 viajes exitosos, teniendo una ganancia anual de S/. 1,416.080.

La empresa realiza mantenimiento empírico a sus unidades en su lugar de origen, puesto que no tienen un plan establecido que garantice dicho servicio. Además, se frustraron viajes debido a la falta de repuestos, haciendo que no se concreten las reparaciones en el momento necesitado y en varias oportunidades las unidades tuvieron desperfectos en la ruta que no se pudieron solucionar por la falta de apoyo mecánico.

El año pasado se frustraron 121 viajes a distintos destinos por reparaciones de fallas que se agravaron por no haber sido atendidas oportunamente. El perjuicio fue S/79,680.

Tabla 1. *Viajes frustrados por falta de disponibilidad de las unidades.*

Viajes frustrados por falta de disponibilidad de las unidades 2018							
Ruta			Viajes perdidos		Utilidad		Utilidad perdida
Trujillo	a	Guayaquil	24	S/	1,350	S/	32,400
Chicama	a	Lima	28	S/	500	S/	14,000
Trujillo	a	Stgo de Chuco	40	S/	600	S/	24,000
Chimbote	a	Lima	29	S/	320	S/	9,280
TOTAL			121			S/	79,680

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

De igual manera, se perdieron 82 viajes, por unidades que tuvieron desperfectos en ruta, que no fueron detectados durante su revisión en la base y cuya reparación en el camino, demoró por el traslado del apoyo mecánico desde Trujillo. Por este concepto se dejó de ganar S/55,690.

Tabla 2. *Viajes frustrados por desperfectos en ruta.*

Viajes frustrados por desperfecto en ruta 2018							
Ruta			Viajes perdidos		Utilidad		Utilidad perdida
Trujillo	a	Guayaquil	15	S/	1,350	S/	20,250
Chicama	a	Lima	14	S/	500	S/	7,000
Trujillo	a	Stgo de Chuco	41	S/	600	S/	24,600
Chimbote	a	Lima	12	S/	320	S/	3,840
TOTAL			82			S/	55,690

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

El planeamiento de abastecimiento de repuestos para el mantenimiento, suele presentar fallas. Se hace sobre la base de datos históricos que no han sido actualizados y que repercuten en unidades que no pueden ser reparadas oportunamente, frustrándose la posibilidad de realizar viajes comprometidos.

El almacén está muy desorganizado. En un muestreo cíclico que realizamos encontramos que hay muy baja exactitud de inventarios, solo 76%, con $\pm 5\%$ de tolerancia, como veremos en la siguiente tabla:

Tabla 3. *Inventario cíclico de repuestos.*

Inventario cíclico de repuestos						
N°	Fecha : 15 de Julio 2019	Kárdex	Físico	% Tolerancia	Conforme	No conforme
1	ACEITE DE MOTOR (SAE 15W-40 / API CI-4)	50	50	±5%	Ok	
2	EMPAQUE TAPON DE CARTER	8	8	±5%	Ok	
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	12	12	±5%	Ok	
4	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE	12	11	±5%		x
5	FILTRO SECUNDARIO DE COMBUSTIBLE (SEDIMETER)	10	11	±5%		x
6	FILTRO DE AIRE PRIMARIO*	10	10	±5%	Ok	
7	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO *	14	14	±5%	Ok	
8	EMPAQUE DE TAPON CAJA	8	7	±5%		x
9	FILTRO DE ACEITE DE CAJA	8	8	±5%	Ok	
10	LIQUIDO EMBRAGUE (DOT 03 y DOT 04)	15	15	±5%	Ok	
11	EMPAQUE DE TAPON DE CORONA I y II - ENTRADA	6	6	±5%	Ok	
12	EMPAQUE DE TAPON DE CORONA I y II - SALIDA	6	6	±5%	Ok	
13	FILTRO DE ACEITE DE ENGRANAJE DE DIFERENCIAL	10	10	±5%	Ok	
14	SECADOR DE AIRE (KIT)	4	3	±5%		x
15	ELEMENTO DE FILTRO DE SERVODIRECCIÓN	3	3	±5%	Ok	
16	LÍQUIDO REFRIGERANTE AZUL**	2	2	±5%	Ok	
17	FILTRO DE ADBLUE	3	3	±5%	Ok	
Total					13	4

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

Debido a esta deficiencia, en el ejercicio anterior, se dejaron de hacer 93 viajes, con un perjuicio de S/60,300.

Tabla 4. *Viajes frustrados por falta de repuestos.*

Viajes frustrados por falta de repuestos 2018							
Ruta		Viajes perdidos	Utilidad		Utilidad perdida		
Trujillo	a Guayaquil	18	S/	1,350	S/	24,300	
Chicama	a Lima	20	S/	500	S/	10,000	
Trujillo	a Stgo de Chuco	30	S/	600	S/	18,000	
Chimbote	a Lima	25	S/	320	S/	8,000	
TOTAL		93			S/	60,300	

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

De la misma forma, se tuvo que recurrir a compras urgentes a proveedores locales que no son los habituales, para subsanar omisiones en el planeamiento. Estas compras reactivas tuvieron un sobre costo de S/6,030.

Tabla 5. *Compras reactivas en el año 2018.*

Compras reactivas 2018						
Repuesto	Cantidad	Precio regular		Precio reactivo		Sobre costo
Bomba de combustible	2	S/	1,800.00	S/	2,000.00	S/ 400.00
Faja de distribución	5	S/	95.00	S/	120.00	S/ 125.00
Gobernador de aire	3	S/	500.00	S/	610.00	S/ 330.00
Inyectores de la bomba	2	S/	22,000.00	S/	24,500.00	S/ 5,000.00
Termostato	3	S/	160.00	S/	185.00	S/ 75.00
Ventilador	2	S/	400.00	S/	450.00	S/ 100.00
						S/ 6,030.00

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

La empresa, a lo largo de sus más de 30 años de actividad, ha logrado ganar y retener a sus clientes, motivo por el cual su demanda de servicio es alta y constante.

Debe cumplir con contratos formales que le exigen un mínimo de viajes anualmente con importantes clientes. También ha logrado obtener en base a la confianza generada y de buena fe, que le asignen un máximo de viajes que, si tuviera capacidad, podría cumplir. Estos detalles se muestran a continuación:

Tabla 6. *Asignación máxima y mínima de viajes.*

Carga	Recorrido			Mínimo contratado	Máximo ofrecido	Utilidad/Flete	
Harina de soya	Trujillo	a	Guayaquil	360	720	S/	1,350
Vacíos	Trujillo	a	Chicama	240	360	-S/	150
Conservas de pescado	Chicama	a	Lima	240	480	S/	500
Soya	Lima	a	Trujillo	480	720	S/	400
Cerveza	Lima	a	Trujillo	0	360	S/	385
Ida vacío, regreso mineral	Trujillo	a	Stgo de Chuco	120	240	S/	600
Vacíos	Trujillo	a	Chimbote	360	600	-S/	200
Conservas	Chimbote	a	Lima	360	600	S/	320
				2,160	4,080		

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

En la columna de Utilidad/Flete, concernientes al flete de Trujillo a Puerto Chicama y de Trujillo a Chimbote, están en números negativos, dado que en esa ruta los tráilers viajan vacíos y recién cargarán en esos lugares, mercadería que tiene a Lima, como destino final.

El año pasado, asignó los viajes a diferentes destinos, sin tener en cuenta el criterio de rentabilidad, que presupone que a los lugares en los

que tiene mayor ganancia, disponga la mayor cantidad de viajes posibles, respetando las cantidades contratadas, especificadas en el párrafo anterior.

La manera cómo se asignaron los fletes fue la siguiente:

Tabla 7. *Asignación empírica de fletes.*

Asignación empírica de los viajes.- 2018					
Carga	Recorrido		Viajes 2018	Utilidad/Flete	Ganancia/mes
Harina de soya	Trujillo	a Guayaquil	600	S/1,350	S/ 810,000
Vacios	Trujillo	a Chicama	230	-S/ 150	-S/ 34,500
Conservas de pescado	Chicama	a Lima	230	S/ 500	S/ 115,000
Soya	Lima	a Trujillo	600	S/ 400	S/ 240,000
Cerveza	Lima	a Trujillo	268	S/ 385	S/ 103,180
Ida vacío, regreso mineral	Trujillo	a Stgo de Chuco	200	S/ 600	S/ 120,000
Vacios	Trujillo	a Chimbote	520	-S/ 200	-S/ 104,000
Conservas	Chimbote	a Lima	520	S/ 320	S/ 166,400
TOTAL			3,168		S/ 1,416,080

Fuente: *Agrotransportes Gonzáles S.R.L.*

De haberse optimizado la asignación de fletes en función de la rentabilidad y del cumplimiento de los contratos, se hubiese logrado un beneficio adicional de S/226,000.

De seguir con los problemas mencionados, la empresa podría incluso tener una rentabilidad menor por incurrir en mayores pérdidas.

A causa de esto, se propondrá herramientas y métodos de la ingeniería industrial que suavicen o en el mejor de los casos eliminen las pérdidas monetarias de la empresa.

1.1.2. Antecedentes

Neu Natalia, 2008, “Optimización de Chapa y metodología de Estudio”, Instituto Nacional de Buenos Aires, Argentina”.

El autor destaca que se aplicó la herramienta Solver con el objetivo de optimizar la materia prima, la mano de obra, los materiales y repuestos y dejar registrada la metodología de trabajo.

Gracias a la herramienta Solver se pudo determinar la cantidad de materia prima para cada corte de chapa, se logró disminuir el tiempo de toma de decisión sobre la configuración de corte a aplicar. Además del ahorro de dinero por modificaciones en la compra de la MP, optimización de MP, rapidez en la toma de decisión sobre la configuración de corte a aplicar

Torres Zavala, Fernando Javier & Ysla Mostacero, Luis Abel, “Aplicación de un modelo de Gestión Logística para mejorar la eficiencia en la Botica Farma Fe de la ciudad de Trujillo”, 2013, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

Concluye que el modelo generado tiene todas las funciones logísticas de abastecimiento, asimismo posee la definición de todas las entradas necesarias para realizar una eficiente gestión de compras y la distribución física de los productos, para crear ventaja competitiva desde el abastecimiento de la materia prima hasta la comercialización de sus productos, contribuyendo a mejorar la eficiencia de la Botica FARMA FE. Además, mediante una clasificación ABC se pudo identificar que

LIVES S.A. era el proveedor al cuál se destinaban el 52% de los pedidos, y el 64% de estos pedidos eran por medicamento genérico, que según lo conversado con los Químicos Farmacéuticos es el producto de mayor rotación y el más importante para ellos. Finalmente, se halló el pronóstico de demanda, y la identificación de un Lote óptimo de pedido, el cual permitió determinar los costos de Inventario de dicho lote siendo estos S/. 4295.19.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.1.3. Base teórica

Mantenimiento

Según Garrido (2012), define al mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento son:

- Cumplir con un valor determinado de disponibilidad.

- Cumplir un valor determinado de fiabilidad
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la plata
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

Tipos de mantenimiento

Existen diferentes clasificaciones del mantenimiento, ya sea atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan o la forma de desempeñarlas; sin embargo, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamiento. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los tipos de mantenimiento: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y mantenimiento productivo total.

a. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento, conocido también como mantenimiento “a rotura”, sólo se interviene a los equipos cuando la falla se ha producido. Refleja, por tanto, una actitud pasiva frente a la evolución del estado de los equipos. Adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados. (Gómez, 1998).

Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que pueden ocasionar diferencias en el nivel de producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambios de tareas, hasta la parada de producción hasta que se repare o sustituya el equipo averiado. Cabe mencionar que, al ser averías imprevistas, suelen generar graves daños al equipo, y su reparación puede ser costosa.

Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente podría tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.

b. Mantenimiento Preventivo

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

Las inspecciones son los procesos por el cual se procede al desmontaje total o parcial del equipo a fin de revisar el estado de sus elementos. Durante la inspección se reemplazan aquellos elementos que no cumplan con los requisitos de funcionamiento de la máquina. Los

elementos también pueden ser sustituidos tomando como referencia su vida útil o su tiempo de operación con tal de reducir su riesgo de fallo.

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

La ventaja de este tipo de mantenimiento es que su planificación es más sencilla, resultando un menor número de imprevistos y paradas no programadas. Con ello también se reduce la necesidad de almacenamiento de repuestos, programando su adquisición según los períodos planificados de inspección.

Se recomienda implementar este tipo de mantenimiento en aquellos componentes que tienen una curva de deterioro claramente dependiente del número de ciclos, como por ejemplo los filtros. El cambio de aceite y filtros o bujías en un automóvil es un claro ejemplo de la aplicación de una estrategia de mantenimiento preventivo. Sin embargo, este método tiene algunas desventajas, entre las que cabe mencionar:

- Si los períodos de sustitución de piezas no están correctamente definidos, puede no resultar económico.

- Una intervención preventiva sobre la máquina por un operario puede introducir nuevos fallos en la misma, debidos a errores humanos, que no se habrían producido sin dicha intervención.
- Se requiere incorporar contadores de diversos tipos para controlar los períodos de intervención en todas las máquinas, incluyendo las de funcionamiento no continuo.
- La probabilidad de fallo del sistema no se reduce si la sustitución se realiza dentro del rango de vida útil de la pieza, produciéndose en cambio un coste económico al reemplazar una pieza que aún podía funcionar correctamente por mucho tiempo.
- Las paradas de producción necesarias para realizar las operaciones de mantenimiento preventivo afectan al ritmo normal de producción y pueden suponer un coste elevado que en algunos casos puede no recuperarse. (Gonzales y otros, 2007)

Pasos para un efectivo mantenimiento preventivo.

Sima (s.f) refiere que los pasos a seguir son los siguientes:

1. Determine las metas y objetivos.

El primer paso es determinar exactamente qué es lo que se quiere obtener del programa. Se recomienda que inicialmente se trabaje sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

2. Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo.

Decida qué tan extenso pueda ser su programa de mantenimiento preventivo. Qué debe de incluir y dónde debe de iniciar.

a. Maquinaria y Equipo a incluir.

Se recomienda iniciar esta actividad definiendo la maquinaria y equipo más crítico en la planta.

b. Áreas de operación a incluir.

Se recomienda seleccionar un área de la planta para facilitar el inicio. De esta manera el progreso se mide con mayor facilidad.

c. Decida si se van a incluir disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo.

De acuerdo a la maquinaria y equipo seleccionados para incluir en el programa, se determinará si necesita disciplinas adicionales de mantenimiento preventivo, cada subsistema provee beneficios, pero también influirá en sus recursos disponibles.

d. Declare la posición del mantenimiento preventivo.

Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No desarrollar un

enunciado claro y conciso, puede hacer su programa muy difícil, esto sucede frecuentemente.

e. Medición del mantenimiento preventivo.

Se determinan los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso. Esto permitirá justificar la inversión puesta en el plan de mantenimiento que está implementando.

Además, si no mide los resultados no se podrá afinar el programa. Es decir, si no hace de su sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir su programa.

f. Desarrolle un plan de entrenamiento.

No necesitamos mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.

g. Reúna y organice los datos.

Esta actividad puede tomar un poco más de tiempo que las anteriores puesto que son diversos los elementos requeridos para ordenar e implementar un programa de mantenimiento preventivo.

3. Para establecer su programa de mantenimiento preventivo siga los siguientes pasos:

- Los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado de equipos.
- Se requiere de una tabla de criterios donde se muestren las frecuencias de mantenimiento preventivo.
- Requiere planear la mano de obra para sus órdenes de trabajo de MP. Se necesitará ingresar estos datos a la base de datos electrónica o enlazarlos con el programa de MP.
- La planeación y el uso de materiales y refacciones en los registros del MP por máquina, requiere para ello ingresar con anticipación los artículos de inventario y enlazarlos a su programa de MP.
- Debe tener procedimientos detallados listos en el sistema o en un “file” por máquina o equipo.
- Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo. Se debe tener en cuenta que una máquina puede llegar a tener programados varios MP.

4. Plan de implementación

Una vez que la información está reunida, necesitará revisar la prioridad para comenzar la operación. Deben existir varios reportes

que le permiten este tipo de revisión, pero el primero a revisar es el programa maestro de mantenimiento preventivo.

Un reporte así, prevé un buen panorama de todos los equipos con registro de mantenimiento preventivo y permite una selección completa y capacidad de ordenamiento para la impresión o elaboración de las órdenes de trabajo, de acuerdo los requerimientos.

Puede también utilizar una gráfica de carga de trabajo. La idea principal es observar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo con una prioridad definida, y aquellos MP's que no se han generado todavía, con un abanderamiento, como la fecha de su generación para su fácil detección.

Para ajustar la carga de trabajo del mantenimiento preventivo antes de la generación, necesitará usar una opción de cambios en su programa de mantenimiento preventivo y asignar los datos a los registros maestros con el fin de generarlos sobre los datos que desea.

Una vez que todos los ajustes se hayan hecho, estará listo para generar su primer listado de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo; en un sistema computarizado, esto es básicamente un proceso automático.

Cuando se tiene todo como se requiere, estará listo para generar los programas y despachar las órdenes de trabajo.

5. Medición de resultados y establecimiento de nuevas metas.

Este es un punto muy importante y el más comúnmente pasado por alto en el plan de mantenimiento preventivo. Existen muchos reportes que ayudarán a determinar qué mejoras requiere el plan, más se recomienda realizar mediciones una vez al mes.

Se debe apuntar a que su programa de mantenimiento preventivo sea un programa activo, revisando su plan constantemente, cada vez que obtenga los reportes del progreso debe revisar y ajustar su plan.

c. Mantenimiento Predictivo

Según Cuartas (2008) Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste. Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se puede determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.

- Vibraciones: utilizado para saber el estado de los rodamientos y desalineamiento en los equipos.
- Altas temperaturas
- El mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar cabo un buen programa de mantenimiento preventivo.

d. Mantenimiento Autónomo

Para Audi el Mantenimiento Autónomo es: lograr que el operario sea capaz de hacerse cargo de su propio equipo de trabajo, llevando a cabo las actividades de limpieza, inspección y lubricación de manera habitual (Radhi, 1997).

En consecuencia, podemos conceptualizar al Mantenimiento Autónomo como:

- Mantenimiento llevado a cabo por los operarios del equipo enfocado en la prevención del deterioro prematuro.
- Una estrategia de entrenamiento y educación para llevar a cabo actividades de limpieza, lubricación, inspección y mejoras enfocadas a mantener en buenas condiciones de uso la maquinaria en el área de trabajo.
- Un sistema que consiste en conseguir que los operarios realicen sus actividades de limpieza, lubricación e inspección en los equipos que

utilicen, para lograr que estos permanezcan en condiciones de uso, prolongando su tiempo de vida.

Método del Centro de Gravedad de Weber

Es un modelo matemático que se utiliza para la localización de plantas de fabricación o almacenes de distribución respecto a unos puntos ya establecidos de la empresa, desde donde se producen salidas o hacia donde se llevan productos o materias primas. Este método de localización toma en cuenta tres factores de transporte:

- C_i : Coste de transporte por unidad
- V_i : Volumen transportado de la unidad i
- d_i : Distancia recorrida en el transporte de la unidad i

El objetivo primordial de este método es el de encontrar la mejor ubicación de una instalación dada de una empresa con respecto a los demás elementos que la conforman, para garantizar el mínimo Coste Total de Transporte.

El Coste Total de Transporte o CTT se define como la sumatoria del producto entre el coste de transporte c_i , el volumen transportado v_i y la distancia recorrida d_i . Esto es:

$$CTT = \sum c_i \times v_i \times d_i$$

Donde el subíndice i en cada término indica un elemento o instalación de la empresa. Es decir, c_i indica el coste unitario de transporte desde/hacia la unidad i . v_i indica el volumen de los materiales transportados desde o

hacia i y d_i es la distancia entre la unidad i y la instalación que se desea ubicar.

Por otro lado, el producto $c_i \times v_i = w_i$

Se le define como peso, ó w_i , del i -ésimo elemento; también se le conoce como la importancia de cada punto i en el plano de ubicación.

Solver

Solver es una herramienta de análisis que está en el programa Excel, aplicado sobre todo en el mundo empresarial, permite calcular el valor de una celda que depende de diversos factores o variables donde a la vez existen una serie de restricciones que han de cumplirse.

Más detenidamente lo que la herramienta Solver de Excel realiza son los cálculos para la resolución de problemas de programación lineal, en donde a partir de una función lineal a optimizar (encontrar el máximo o mínimo) y cuyas variables están sujetas a unas restricciones expresadas como inecuaciones lineales, el fin es obtener valores óptimos bien sean máximos o mínimos (Cuesta, Y., 2019)

Cantidad Económica de Pedido (EOQ)

Según Céspedes, D. y Rojas, F. (2014) las presiones conflictivas que hace que los gerentes busquen mantener inventarios bajos para evitar costos que impliquen exceso de inventario, pero lo bastante altos para reducir la frecuencia de los pedidos y las operaciones de preparación.

Un buen modelo para equilibrar esas presiones y determinar el mejor ciclo del nivel de inventario para un artículo es el modelo de cantidad económica de pedido. Este modelo implica calcular el tamaño de lote que permita minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y de manejo de inventario.

Según Chase, R. y Jacobs, R. (2014) en este modelo de inventario debe existir una demanda constante o mantener un inventario de seguridad con el objetivo de absorber la variabilidad de la demanda. También utiliza, un estimado de la demanda anual total, el costo de preparación o pedido y el costo anual de mantener el inventario.

Los tamaños de lote generados por la EOQ no siempre abarcan el número completo de periodos por lo que quedará un poco de inventario al final de cada periodo.

Según Heizer, J. y Render, B. (2014), es preferible usar el EOQ cuando existe una demanda independiente relativamente constante, no cuando se conoce la demanda. EOQ es una técnica estadística que usa promedios (demanda promedio para el año) a diferencia del programa MRP que supone una demanda conocida (dependiente) que se refleja en el programa maestro de producción.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora del planeamiento del servicio y mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora del planeamiento del servicio y mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa de Agrotransportes Gonzáles S.R.L.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de las áreas de planeamiento del servicio y mantenimiento de la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.
- Desarrollar herramientas de ingeniería como la asignación de fletes, solver, gestión de inventarios y centro de gravedad para incrementar la rentabilidad de la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.
- Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora en el planeamiento del servicio de transporte y mantenimiento de la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.

1.4. Justificación

A. Criterio teórico

Agrotransportes Gonzáles S.R.L. tiene oportunidades de mejora en sus áreas de planeamiento del servicio y mantenimiento. El presente trabajo busca identificar las causas y proponer mejoras, con el uso de herramientas de ingeniería industrial.

B. Criterio aplicativo o práctico

La propuesta de mejora es aplicable con los recursos de la empresa y con el uso de las herramientas de ingeniería que aplicaremos.

C. Criterio valorativo

El presente proyecto analizará la situación actual de Agrotransportes Gonzáles S.R.L., a través de diferentes métodos de análisis cualitativo y cuantitativo. Como parte del análisis cualitativo, se desarrollarán entrevistas con el Administrador de la empresa. Para el análisis cuantitativo, se empleará las diversas herramientas y/o técnicas de ingeniería, registros de la empresa, entre otros.

D. Criterio Académico

Este trabajo tiene como objetivo académico contribuir con estudios posteriores realizados en servicios de transporte y mantenimiento, que presenten situaciones similares a la que se está planteando, sirviendo como marco referencial a estos.

1.5. Hipótesis

La propuesta de mejora del planeamiento del servicio y mantenimiento incrementa la rentabilidad de la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.

2. CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por la orientación

La presente tesis es, basada en ciencia formal y exacta. (Sampieri, 2010).

2.1.2. Por el diseño

La presente tesis es una investigación diagnóstica o propositiva. es un proceso dialéctico que 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 generar conocimientos científicos. (Sampieri, 2011)

G *O₁* *X* *O₂*

G: Grupo Testigo, producción y procesos logísticos.

O₁: Observación pre prueba “antes de”, rentabilidad sin la aplicación de la propuesta de mejora.

O₂: Observación post prueba “después de”, rentabilidad sin la aplicación de la propuesta de mejora. X: Es el Estímulo, la propuesta de mejora en la rentabilidad.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables de la problemática de Agrotransportes Gonzáles S.R.L.

Variables	Nombre	Descripción	Herramientas	Indicadores	Fórmula
INDEPENDIENTE	PROPUESTA DE MEJORA DEL PLANEAMIENTO DEL SERVICIO Y MANTENIMIENTO	Mala asignación de fletes	Herramienta Solver	Δ Utilidad por asignación de fletes.	(Utilidad por asignación óptima de fletes - Utilidad por asignación empírica de fletes)
		Viajes perdidos por falta de repuestos	Gestión de inventarios	% Viajes frustrados por falta de repuestos	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de repuestos}}{\text{Total viajes efectuados}}$
		Viajes perdidos por falta de plan de mantenimiento preventivo.	Mantenimiento preventivo	% Viajes frustrados por falta de disponibilidad de las unidades	$\frac{\text{Viajes frustrados por falta de M. Prev.}}{\text{Total viajes efectuados}}$
		Viajes trancos en ruta	Centro de gravedad	% Viajes frustrados por desperfectos en ruta	$\frac{\text{Viajes frustrados por desperfectos en ruta}}{\text{Total viajes efectuados}}$
DEPENDIENTE	RENTABILIDAD DE LA EMPRESA AGROTRANSPORTES GONZALES S.R.L.	Beneficio económico de la propuesta	VAN TIR B/C ROE	Δ Rentabilidad sobre ventas	$\frac{\text{Rentabilidad mejorada} - \text{Rentabilidad actual}}{\text{Ventas netas}}$

Fuente: *Elaboración propia.*

2.3. Técnicas y herramientas

Objetivo	Fuente	Método	Herramienta, instrumentos y materiales	Logro
Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, abastecimiento y asignación de fletes sobre la rentabilidad de la empresa	Estados financieros de Agrotransportes Gonzáles	Revisión documentaria	Estado de resultados comparativo. Entrevistas	Determinación del incremento de rentabilidad con la propuesta de mejora
Realizar el diagnóstico de la problemática del área de mantenimiento, logística y calidad.	Agrotransportes Gonzáles	Observación directa	Hoja de observación Internet, Ishikawa Pareto, Encuestas	Descripción de la realidad problemática de la empresa
Proponer mejoras en la gestión de abastecimiento, mantenimiento y asignación optimizada de fletes en la empresa de transporte..	Referencias bibliográficas	Revisión sistemática	Método EOQ Centro de gravedad de Weber,Herramienta Solver	Determinación de herramientas para propuesta de mejora
Evaluar la factibilidad económica y financiera de la implementación de la propuesta de mejora en una empresa de transporte de carga	Flujo de caja de Agrotransportes Gonzales	Cálculo de indicadores	Hoja de cálculo de Excel	Determinación de VAN, TIR, Utilidad sobre ventas netas

2.4. Métodos de análisis de datos

- **Descriptivo.**

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

- **Inferencial.**

Para la priorización de causas raíces se ha creído conveniente hacer uso de la encuesta realizada al dueño y a los cargos de confianza de la empresa, debido a que su opinión representa un papel muy importante y fundamental para las decisiones que se toman en la empresa, ya que vienen trabajando más de 30 años juntos.

2.4.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

2.4.1.1. Generalidades de la empresa

Agrotransportes Gonzáles S.R.L. es una empresa trujillana, que presta servicios de transporte de carga pesada, desde el año 1986. Su gerente general es el señor Lucio Gonzáles León y el administrador, el señor Carlos Gonzáles Angulo ATG SRL inicia en octubre del año 2001 en un terreno situado en la Urb. Santo Tomás – Villa del Mar Mz B Lt 13 – Huanchaco, identificado con RUC 20440223207.

Sus principales proveedores son:

- Consermet SAC
- Megallantas Trujillo E.I.R.L.
- Tracto Camiones USA E.I.R.L.
- Llantas del Norte S.A.C.
- Motored S.A.
- Ferretería Villa del Mar S.R.L
- Repuestos Santa Ana S.R.L.
- Repuestos y Servicios Electrónicos Ángulo E.I.R.L.

Actualmente la empresa cuenta con unidades de alta tecnología GPS, la que proporciona una carga asegurada y monitoreada por departamento de producción el cual resguarda el Transporte de Mercancía para una mayor confianza.

Principales clientes.

- Vitapro S.A., planta Trujillo, desde donde transporta alimento para langostinos a empresas ubicadas en Guayaquil, Ecuador.
- Plantas pesqueras de Puerto Chicama y Chimbote, transporta a Lima, harina, aceite y conservas de pescado.
- Para Avícola Chimú, transporta maíz y soya para Contilatin.
- En el rubro de minerales, despacha carbón desde las minas en el Alto Chicama, hasta el puerto de Salaverry, siderúrgicas, Empresa Agrícola Casagrande, Papelera Trupal y depósitos de otros importantes clientes

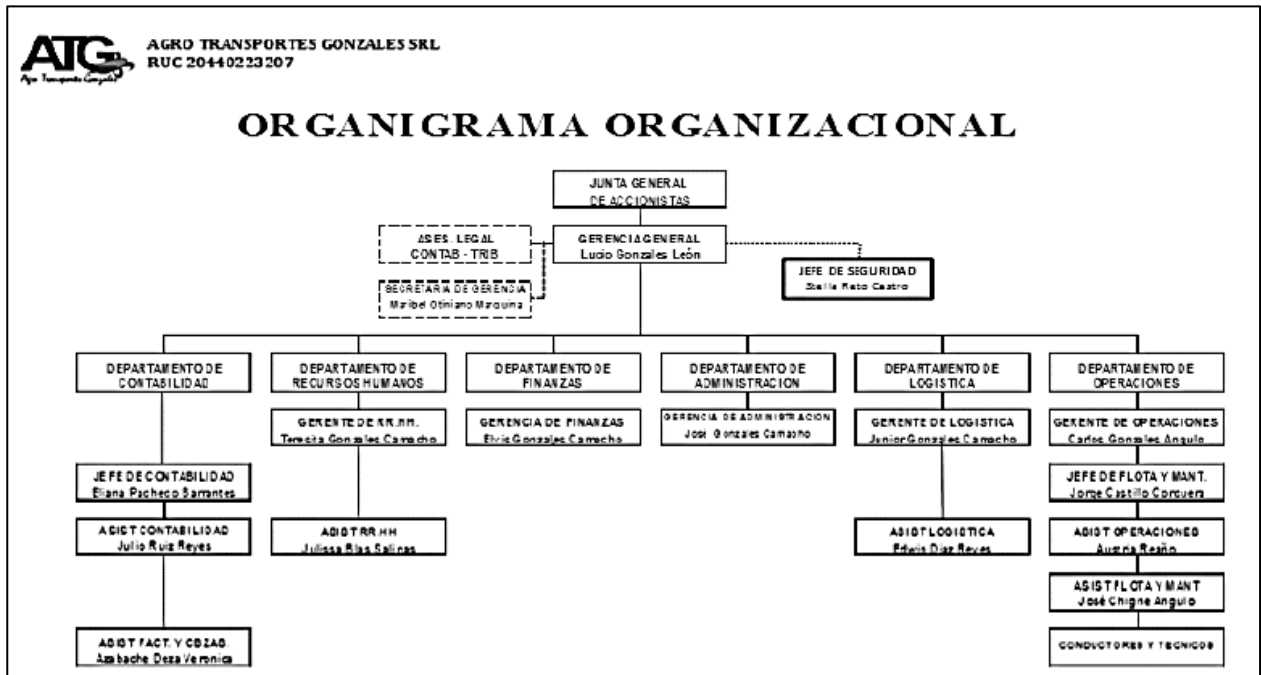


Figura 1. Organigrama de Agrotransportes S.R.L.

2.4.1.2. Diagnósticos del área problemática

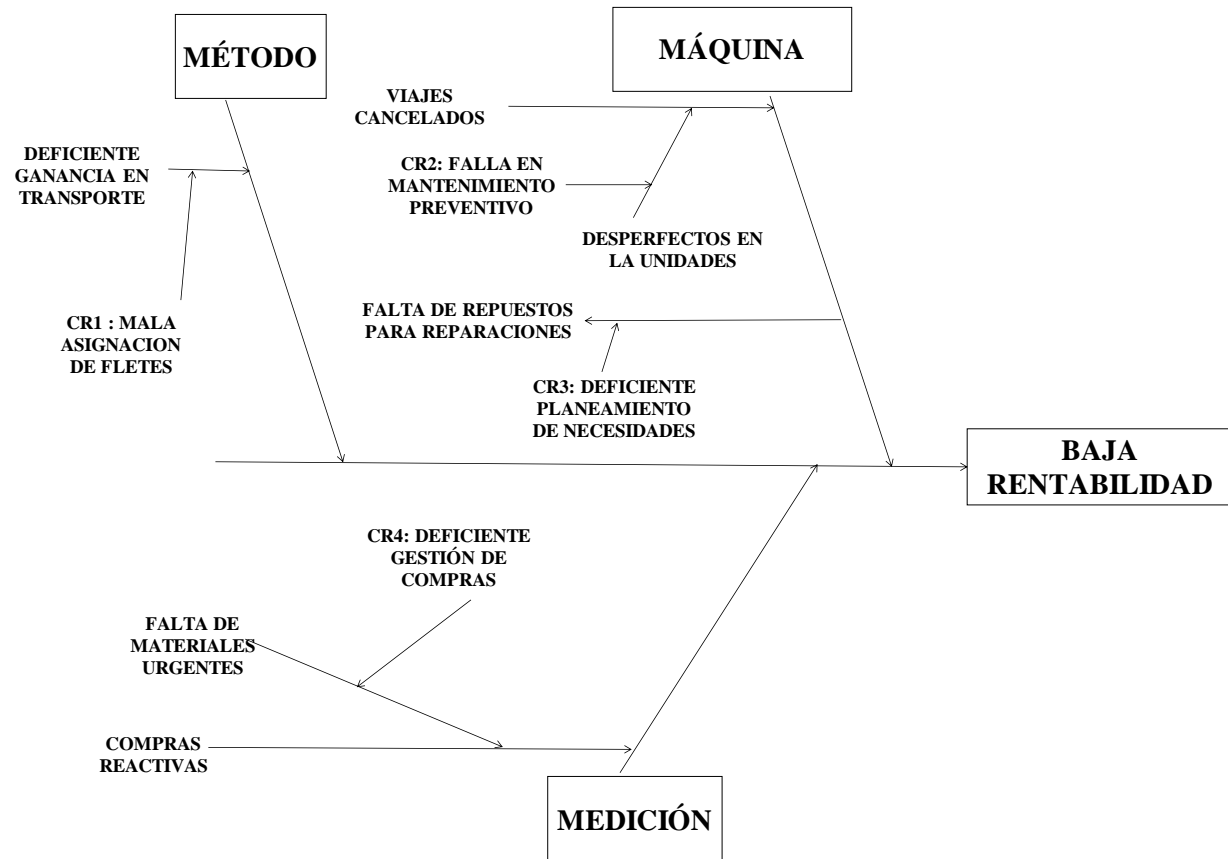


Figura 2. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa.

2.4.1.3. Priorización de causas raíces

Se realizó la priorización de las causas raíces de acuerdo al criterio de los directivos de la empresa, como se muestra a continuación:

Tabla 9. *Priorización por opinión de los directivos de la empresa.*

		Gerente general	Administrador	Contador	Jefe del taller	Total	%	% Acum
CR1	Mala asignación de fletes	5	5	4	4	18	30%	30%
CR2	Falla mantenimiento preventivo	4	4	3	5	16	26%	56%
CR3	Deficiente planeamiento de necesidades	4	4	4	3	15	25%	80%
CR4	Deficiente gestión de compras	3	3	4	2	12	20%	100%
						61		

Fuente: *Elaboración propia.*

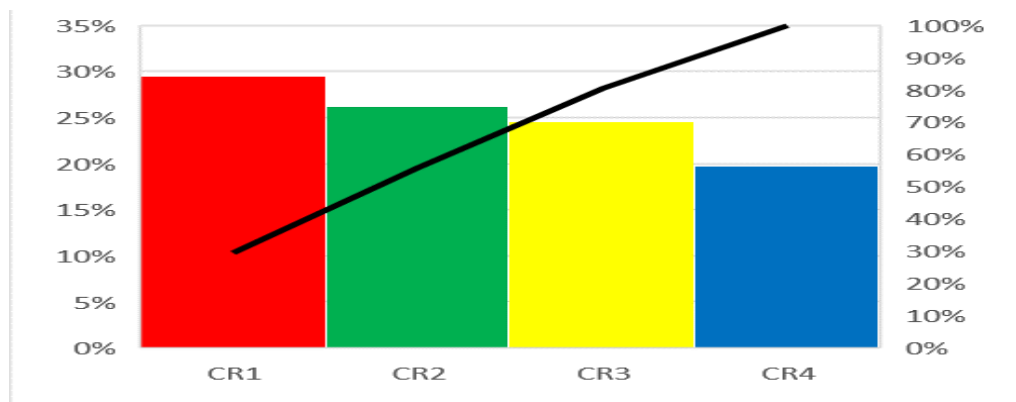


Figura 3. Pareto de causas raíces de la problemática.

2.4.1.4. Identificación de indicadores

Tabla 10. *Identificación de indicadores.*

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR2	Falla del mantenimiento preventivo	Viajes perdidos por reparaciones de averías no detectadas oportunamente	$\frac{\text{Viajes perdidos por averías no detectadas}}{\text{Total viajes}}$	3.800%	S/79,680	2.000%	41,937	S/. 50,595	Gestión de mantenimiento, Centro de Gravedad	Plan de mantenimiento preventivo	Herramientas S/36,000 Computadora (2) S/ 4,000 Contrato S/ 24,000
			$\frac{\text{Viajes perdidos por demora en reparación en ruta}}{\text{Total viajes}}$	0.026%	S/55,690	0.020%	42,838				
CR1	Fletes mal asignados	Utilidad promedio por viaje	Utilidad anual por lo viajes realizados	S/1,416,080	S/. 226,000	S/1,642,080	S/. 0	S/. 226,000	Optimización	Solver	Capacitación S/3,000
CR3	Deficiente planeamiento de necesidades	Viajes frustrados por no contar con repuestos en el almacén	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de repuestos}}{\text{Total viajes}}$	0.029%	S/. 60,300	0.015%	S/. 30,811	S/. 29,489	Gestión de Inventarios Lean Manufacturing	EOQ	Capacitación S/3,000 Compra de racks S/ 45,000

Fuente: *Elaboración propia.*

2.4.2. Solución propuesta

2.4.2.1. Descripción de causas raíces.

CR1: Mala asignación de fletes

La asignación de fletes para los diferentes recorridos se realiza de manera empírica sin ningún análisis para maximizar las utilidades, perdiendo beneficios monetarios.

CR2: Falta de mantenimiento preventivo

El mantenimiento que realizan para las unidades es deficiente, ya que no se ciñen a ningún plan pre establecido que garantice aumentar la disponibilidad de las unidades para los recorridos, teniendo como consecuencia 121 viajes frustrados.

Además, ha perdido la posibilidad de realizar 82 viajes, debido a que las unidades sufrieron desperfectos en ruta, que demoraron en ser atendidos por el mecánico, la lejanía con la base.

CR3: Deficiente planeación de necesidades

Las reparaciones que se realizan a las unidades en ocasiones no se pudieron concretar debido a que no se encontraron los repuestos en el almacén.

2.4.2.2. Monetización de pérdidas.

Tabla 11. *Monetización de pérdidas.*

N°	Causa Raíz	Descripción de monetización	Pérdida
CR1	Mala asignación de fletes	Costo de oportunidad por la mala asignación de fletes.	
		Asignación optima (tabla 12) – Asignación empírica (tabla 7) S/1´642,080 – S/1´416,080	S/ 226,000.00
CR2	Falta de mantenimiento preventivo	Viajes perdidos por mantenimiento deficiente x Utilidad por viaje	
		121 Viajes perdidos x ganancia unitaria (Tabla 1)	S/ 79,680.00
		Falta de apoyo rápido en ruta	S/55,690.00
CR3	Deficiente planeamiento de necesidades	82 viajes trancos x ganancia unitaria (Tabla 2)	
		Viajes perdidos por falta de repuestos x Utilidad por viaje	
		93 viajes frustrados x ganancia unitaria (Tabla 4)	S/ 66,330.00
		Sobrecosto por compras reactivas (Tabla 5)	

Fuente: *Elaboración propia.*

2.4.2.3. Solución propuesta

CR1: Propuesta de mejora para la mala asignación de fletes

Debido a que la empresa realiza la asignación de fletes de manera empírica, se propone usar la herramienta Solver, para determinar la asignación óptima por destino.

Se tuvieron las siguientes consideraciones:

1. Para las diferentes rutas hay un mínimo de viajes anuales pactados, los cuales deben honrarse. Pero también, los clientes ofrecen la posibilidad de otros viajes, en función de la capacidad de Agro transportes Gonzales.
2. El año 2018 Agro transportes Gonzáles realizó 3,168 viajes a diversos destinos. El solver considerará dicha cantidad como referencia, pero con una asignación óptima, que redundará en mayor beneficio económico.
3. La función objetivo será la asignación óptima de viajes por ruta.
4. El objetivo es la utilidad proveniente la asignación óptima de viajes.
5. Las restricciones estarán dadas por la oferta máxima y mínima de viajes por ruta y por el número total de viajes en el año, que es 3,168.
6. La data de entrada es la siguiente

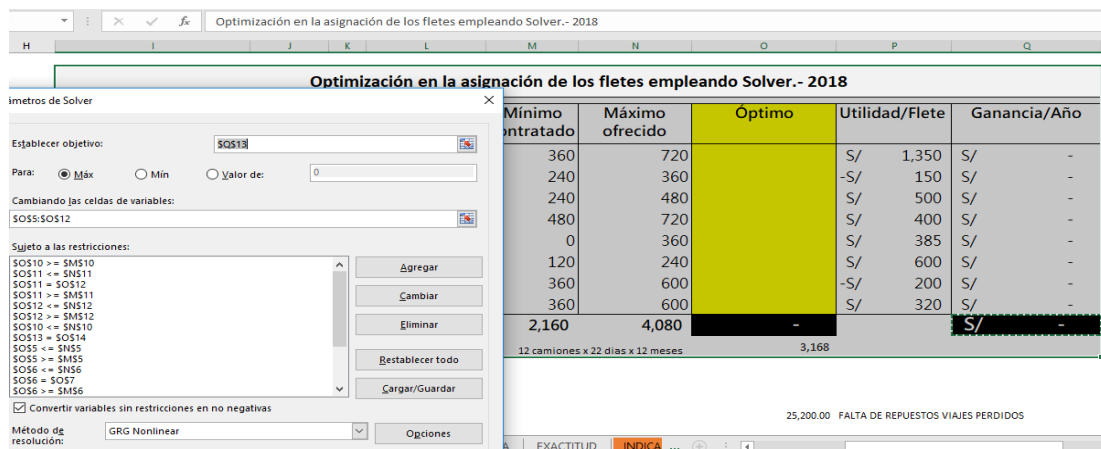
Figura 4. Optimización con herramienta Solver.

Optimización en la asignación de los fletes empleando Solver.- 2018							
Carga	Recorrido		Mínimo contratado	Máximo ofrecido	Óptimo	Utilidad/Flete	Ganancia/Año
Harina de soya	Trujillo	a Guayaquil	360	720		S/1,350	S/ -
Vacíos	Trujillo	a Chicama	240	360		-S/ 150	S/ -
Conservas de pescado	Chicama	a Lima	240	480		S/ 500	S/ -
Soya	Lima	a Trujillo	480	720		S/ 400	S/ -
Cerveza	Lima	a Trujillo	0	360		S/ 385	S/ -
Ida vacío, regreso mineral	Trujillo	a Stgo de Chuco	120	240		S/ 600	S/ -
Vacíos	Trujillo	a Chimbote	360	600		-S/ 200	S/ -
Conservas	Chimbote	a Lima	360	600		S/ 320	S/ -
			2,160	4,080	-		S/ -

Fuente: *Elaboración propia.*

7. El desarrollo de la herramienta y el resultado, se mostrarán en la siguiente figura.

Figura 5. Planteamiento Solver.



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 12. *Asignación óptima de fletes.*

Carga	Recorrido	Mínimo contratado	Máximo ofrecido	Óptimo	Utilidad/ Flete	Ganancia/ Año
Harina de soya	Trujillo a Guayaquil	360	720	720	S/ 1,350	S/ 972,000
Vacíos	Trujillo a Chicama	240	360	240	-S/ 150	-S/ 36,000
Conservas de pescado	Chicama a Lima	240	480	240	S/ 500	S/ 120,000
Soya	Lima a Trujillo	480	720	720	S/ 400	S/ 288,000
Cerveza	Lima a Trujillo	0	360	288	S/ 385	S/ 110,880
Ida vacío, regreso mineral	Trujillo a Stgo de Chuco	120	240	240	S/ 600	S/ 144,000
Vacíos	Trujillo a Chimbote	360	600	360	-S/ 200	-S/ 72,000
Conservas	Chimbote a Lima	360	600	360	S/ 320	S/ 115,200
		2,160	4,080	3,168		S/ 1,642,080

Fuente: *Elaboración propia.*

8. El beneficio obtenido con la presente optimización es S/1´642,080, mientras que el obtenido por la asignación empírica que se hizo fue de S/1´416,080.
9. El beneficio logrado con esta propuesta es S/226,600.

CR2: Propuesta de mejora para la falta de mantenimiento preventivo.

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo, siguiendo las pautas del supervisor de mantenimiento de la empresa, basadas en la experiencia de varios años y las recomendaciones de proveedores de materiales y repuestos.

Plan General de Mantenimiento Preventivo:

Se propone el siguiente plan general de mantenimiento de las unidades, el cual debe cumplirse bajo las siguientes premisas:

- a. Previamente se hará un inventario general de las unidades:
- b. Se identificarán las necesidades reales de mantenimiento de las y los sistemas y subsistemas de las unidades.
- c. Se elaborará una tabla de mantenimiento y periodicidad basada en las rutinas de cambio indicadas por los proveedores.
- d. Se Programará y controlará el cumplimiento de plan coordinando con el área operativa las programaciones de los mantenimientos de los principales sistemas.
- e. El Administrador de la empresa lidera la toma de decisiones a partir de los datos entregados por el jefe de taller.
- f. El supervisor del taller dará seguimiento continuo al proceso y quien garantizará la normal ejecución del mantenimiento a diario, encargado a 2 mecánicos y 1 electricista que forman el equipo de mantenimiento.

Despliegue del plan de mantenimiento

Se iniciará haciendo el inventario de las unidades de transporte

La Ficha de control de unidades es una tarjeta donde se registran las características de cada vehículo. Estos datos se distribuyen son:

- Nomenclatura e identificación del equipo en la empresa.
- Datos de carrocería: obtenidos directamente de compañía ensambladora como las dimensiones, el color, y el tipo de carrocería que se le instaló. El peso y capacidad de carga, lo determina la empresa.
- Datos de chasis: como el año de fabricación, especificaciones a cerca del motor, y otros componentes, se obtienen de la documentación técnica del tráiler, obtenido del fabricante.
- Sistema de lubricación y las rutinas de cambio, tipo y cantidad, determinadas por el fabricante de la unidad

Ficha de características de las unidades

Adjuntamos un modelo de ficha de máquina, que recogerá información relevante para el mantenimiento. Incluirá foto y datos técnicos

Ficha Técnica	
MOTOR	FRENOS
Diesel, delantero, longitudinal, 4 cilindros en línea, 2 válvulas por cilindro, un árbol de levas a la cabeza comandado por correa dentada. Alimentado por inyección directa, Turbo de Geometría Variable e intercooler.	ABS trasero. Delanteros discos ventilados Traseros tambores
Diámetro x carrera 93 x 102,5 mm Cilindrada 2.784 cm ³ Relación de compresión 19,5:1 Potencia 135 CV a 3.800 rpm Torque 38,2 kgm a 1.400 rpm	DIRECCION
CAJA DE CAMBIOS	Piñón y cremallera, asistida.
Manual. Tracción trasera con opción 4x4 en Alta y Baja. Cinco marchas y M.A.	LLANTAS Y NEUMATICOS
SUSPENSION	Llantas 7J x 1 Material aleación liviana Neumáticos 235/75 R 15
Delantera: independiente, con paralelogramo deformable, barras de torsión, barra estabilizadora y amortiguadores hidráulicos presurizados por gas. Trasera: eje rígido, con elásticos y amortiguadores hidráulicos presurizados a gas.	PRESTACIONES
	Aceleración de 0 a 100 km/h 13,8 seg. Velocidad máxima 158,3 km/h Consumo en ciudad 10,2 km/l
	PESO
	Peso en orden de marcha 1.910 kg.

Figura 6. Ficha técnica de los camiones.





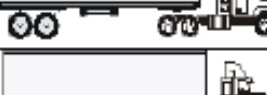

TRACTOCAMION SEMIREMOLQUE (T-S)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	COMBINACIÓN VEHICULAR
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

Figura 7. Tipos de camiones de la empresa Agrotransportes S.R.L.

Se ha diseñado un plan de mantenimiento preventivo, siguiendo las sugerencias del supervisor de mantenimiento de la empresa y las recomendaciones de los proveedores de los materiales y repuestos.

Información necesaria para la implementar el plan

Es necesario efectuar un listado completo de las partes o componentes de cada vehículo, recurriendo a fuentes como manuales de servicio, catálogos o la web y principalmente al personal de mantenimiento.

Después de haber terminado el inventario de unidades y tener todas las Fichas de las unidades, se elabora una Matriz de Requerimientos a partir de una matriz de Análisis de modo y efecto de falla , AMFE– dividiendo el vehículo en cada uno de los diferentes subsistemas que lo conforman Y desagregándolos en cascada. Esta **asegurará que han sido** tomado en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles.

Se considerarán las fallas que ya han ocurrido y las que probablemente puedan ocurrir. También se deben incluir a aquellas que pueden tener consecuencias graves, en cada uno de los subsistemas.

Lo que los expertos recomiendan es plantearse los siguientes cuestionamientos:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
2. ¿Cómo falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada fallo?
4. ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
5. ¿Qué efectos tiene cada fallo y qué ocurre cuando falla?
6. ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?

Subsistema	Operación/Función	Modo de falla	Efectos	Causas	Detectabilidad	Gravedad	Frecuencia	Índice de prioridad de riesgo	Acción preventiva	Responsable
Motor	Máquina térmica que transforma la energía del combustible en movimiento.	Recalentamiento	pérdida de operatividad del motor.	1 - Punto de encendido adelantado o excesivamente adelantado; 2 - Tasa de compresión alta 3 - Sensor dañado o con problemas 4 - Deficiencia en el sistema de enfriamiento del motor 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 - Residuos sobrecalentados en la cámara de combustión 10 - Obstrucción en el sistema de escape.	4	8	1	32	Verificación del torque de las bujías. Verificación de niveles de aceite de motor. Verificación de filtro de aire.	Jefe mecánico
Sistema hidráulico	Es un mecanismo operado por la resistencia que ofrece la transmisión o la presión cuando el líquido es forzado a través de una pequeña abertura o tubo. Puede verse como una red interdependiente, cuidadosamente equilibrada.	Deficiente funcionamiento de los frenos	Pérdida del control del vehículo.	Fugas del líquido hidráulico. Falta de hermeticidad del sistema.	2	9	2	36	Medición de la presión hidráulica Verificación de las tuberías y conexiones	
Frenos	Desacelera y para el movimiento de la unidad	Dificultad para frenar el vehículo	Accidentes	Desgaste de piezas físicas	1	7	4	28	Revisión de la hermeticidad de las tuberías. Revisión de presión del líquido hidráulico. Revisión del estado de las zapatas.	
Sistema eléctrico	Elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.	Problemas en la batería. Encendido del motor. Luces.	Inoperatividad de la unidad	Cables en cortocircuito Batería sin carga Falla del alternador Bornes mal ajustados	2	9	4	72	Revisión del cableado eléctrico. Revisión del ajuste de las conexiones. Verificación de puesta a tierra.	Jefe electricista

Figura 8. AMFE de los camiones de la empresa.

La matriz ANFE ha sido empleada como muestra en la revisión de un tráiler observando los riesgos de cada sistema de acuerdo a la tabla mostrada en la siguiente tabla:

		Severidad									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ocurrencia	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
	7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
	8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100




	Riesgo Bajo - Condición aceptable.
	Riesgo Medio - Se deben considerar acciones en el futuro.
	Riesgo Alto - Se requieren acciones inmediatas.

Figura 9. Tabla de riesgo AMFE.

1. Recalentamiento del motor que tiene un puntaje del IPR de 32; considerado RIESGO MEDIO.
2. Deficiente funcionamiento de frenos que tiene un puntaje del IPR de 36; considerado RIESGO MEDIO.
3. Dificultad para frenar, que tiene un puntaje del IPR de 28; considerado RIESGO MEDIO.
4. Problemas de batería, encendido de motor y luces que tiene un puntaje del IPR de 72; considerado RIESGO ALTO; que demanda atención inmediata.

Repuestos y materiales de mantenimiento:

Para las actividades de mantenimiento preventivo, dentro de su planificación y programación, están incluidos los repuestos y materiales requeridos, lo que permite un aprovisionamiento de acuerdo a su demanda y en el momento oportuno, pudiéndose presentar pequeños desfases tolerables. El mayor problema se presenta conjuntamente con los fallos aleatorios, que requieren para su reparación no planeada, los repuestos y materiales en ese momento; previendo estas ocurrencias y tratando de solventarlas para minimizar el tiempo muerto, se guarda un stock de los mismos.

Verificaciones

Verificación mensual

Será una rutina básica verificar por lo menos los siguientes aspectos:

Tabla 13. *Verificación mensual para el mantenimiento de las unidades.*

Batería	<p>La mayoría de las baterías de automóviles tienen una vida útil de uno a siete años; sin embargo, la atención adecuada puede ayudar a aumentar la vida de una batería, pero el abuso puede acortarla.</p> <p>Todas las baterías deben estar conectadas de forma segura al vehículo para evitar daños a la batería. Es normal que existan vibraciones en el</p>
----------------	--

	<p>vehículo, sin embargo, estas vibraciones pueden causar deterioros prematuros en los materiales activos dentro de la batería.</p> <p>Las abrazaderas de sujeción de la batería o los soportes ayudan a reducir la vibración, lo que puede reducir en gran medida la capacidad y la vida</p> <p>Su falla puede deberse a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajo nivel de electrolito, que no cubre las placas. • Sobrecarga o insuficiencia de carga. • Uso de una batería de baja capacidad: • Vibración excesiva.
Frenos y líquido de frenos	<p>La verificación incluye revisión del líquido de frenos. Si ésta ha bajado puede ser causa de síntoma de fugas en el sistema de la bomba principal, las auxiliares o tubería, lo cual tiene que ser descartado mediante una inspección visual. Si existe variación en el nivel del líquido de frenos, pero sin fugas, la disminución se debe al desgaste de las zapatas y pastillas de frenos, por lo que debe verificarse su estado.</p> <p>De la misma manera, se debe revisar el estado del freno de mano que es útil para cualquier emergencia.</p>
Llantas	<p>Verificar con mucha atención el tipo de desgaste que presentan. Si el desgaste se ubica al centro, indica que la presión se mantiene por encima de lo que recomienda el fabricante; si es hacia los lados, puede ser que la presión esté por debajo de lo que recomienda el fabricante.</p> <p>Si los desgastes los presenta en el lado de adentro o de afuera, es probable que obedezca a daños en rotulas o problemas de alineación.</p>

	La presión adecuada ahorra combustible y evita el desgaste. También debe verificarse la llanta de repuesto.
Fajas o bandas	Las fajas, ya sean del ventilador, alternador, aire acondicionado o dirección hidráulica, tienden a dañarse. Verifique visualmente si existen quebraduras o espesores y al mismo tiempo verifique su tensión, si es necesario cámbielas inmediatamente.
Cambio de aceite	Revise los niveles del aceite del motor, en las fechas de cambio que se indican, generalmente lo recomendado es cada 3,000 km o 5,000 km. Cuando se realice el cambio de aceite hay que cambiar el filtro de aceite y aprovechar para verificar los niveles de fluidos en la dirección hidráulica, transmisión y diferencial, así como la lubricación de las rótulas.
Refrigerante	Las mangueras del tanque de recuperación del refrigerante pueden estar resquebrajadas o el mismo tanque puede estar agrietado o con fugas. Soltura o daño de las mangueras del radiador, mangueras del sistema o conexiones al motor. Fugas en el sello de la bomba del refrigerante, se soluciona reemplazando la junta de la bomba del refrigerante.
Agua del radiador	Revise los niveles del aceite del motor, en las fechas de cambio que se indican, generalmente lo recomendado es cada 3,000 km o 5,000 km. Cuando se realice el cambio de aceite hay que cambiar el filtro de aceite y aproveche para verificar los niveles de fluidos en la dirección hidráulica, transmisión y diferencial, así como la lubricación de las rótulas.

Fuente: *Elaboración propia.*

Ficha de inspección rutinaria de las unidades

Es un checklist de verificaciones mecánicas, eléctricas, neumáticas e hidráulicas, que garantizan que la unidad esta hábil para iniciar su servicio rutinario. El supervisor del taller realiza esta inspección expeditivamente una vez a la semana, acompañado del chofer que operará la unidad.

El modelo de esta ficha es el siguiente:

A. Identificación de la estación ITV y del vehículo.

INFORME DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE VEHÍCULOS			N.º
ESTACIÓN	LÍNEAS	(RAZÓN SOCIAL Y DIRECCIÓN DE LA ESTACIÓN ITV)	
TARIFA (€)	TIPO DE INSPECCIÓN	FECHA INSPECCIÓN	FECHA PROX. INSP.:
CLASIF. VEHÍCULO	MARCA	TIPO	CONTRASEÑA HOMOLOGACIÓN
CATEGORÍA (a efectos de inspección periódica)			FECHA 1ª MATRICULACIÓN
MATRÍCULA ACTUAL	NÚMERO DE BASTIDOR	LECTURA DEL CUENTAKILÓMETROS	

B. Alcance y trazabilidad de la inspección.

UNIDAD DE INSPECCIÓN	UNIDAD DE INSPECCIÓN	UNIDAD DE INSPECCIÓN
1. IDENTIFICACIÓN	4. ALUMBR Y SEÑALIZAC (CONT)	6. FRENOS (CONT)
1.1 DOCUMENTACIÓN	4.5 LUCES DE FRENADO	6.20 CILINDROS DEL SIST FRENADO
1.2 NÚMERO DE BASTIDOR	4.6 LUZ DE PLACA DE MATR TRAS	6.21 VÁLVULA SENSORA DE CARGA
1.3 PLACAS DE MATRÍCULA	4.7 LUCES DE POSICIÓN	6.22 AJUSTAD TENSIÓN AUTOMÁT
	4.8 LUCES ANTINEBLA	
	4.9 LUZ DE GÁLIBO	
2. ACOND EXT, CARROC, CHASIS	4.10 CATADIÓPTICOS	7. DIRECCIÓN
2.1 ANTIEMPOTR DELANTERO	4.11 ALUMBRADO INTERIOR	7.1 DESVIACIÓN DE RUEDAS
2.2 CARROCERÍA Y CHASIS	4.12 AVISADOR ACÚSTICO	7.2 VOLANTE Y COLUMNA DIREC
2.3 DISPOSITIVOS DE ACOPLAM	4.13 LUZ DE ESTACIONAMIENTO	7.3 CAJA DE DIRECCIÓN
2.4 GUARDA B Y DISP ANTIPROY	4.14 SEÑALIZ DE APERT PUERTAS	7.4 TIMONERÍA Y RÓTULAS
2.5 LIMPIA Y LAVAPARABRISAS	4.15 SEÑALIZ LUMINOSA ESPECÍF	7.5 SERVODIRECCIÓN
2.6 PROTECCIONES LATERALES	4.16 LUCES DE CIRCULACIÓN DIURNA	
2.7 PROTECCIÓN TRASERA		
2.8 PUERTAS Y PELDAÑOS	5. EMISIONES CONTAMINANTES	8. EJES, RUEDAS, NEUMAT, SUSP
2.9 RETROVISORES	5.1 RUIDO	8.1 EJES
2.10 SEÑALES EN LOS VEHÍCULOS	5.2 VEH MOTOR DE ENC CHISPA	8.2 RUEDAS
2.11 SOPORTE EXT RUEDA DE REP	5.3 VEH MOTOR DE ENC POR COMPR	8.3 NEUMÁTICOS
2.12 VIDRIOS DE SEGURIDAD		8.4 SUSPENSIÓN
2.13 ELEM EXCL VEHIC M2 Y M3		
	6. FRENOS	
	6.1 FRENO DE SERVICIO	9. MOTOR Y TRANSMISIÓN
3. ACONDIC INTERIOR	6.2 FRENO DE SOCORRO	9.1 ESTADO GENERAL DEL MOTOR
3.1 ASIENTOS Y SUS ANCLAJES	6.3 FRENO DE ESTACIONAMIENTO	9.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
3.2 CINTURONES DE SEG Y ANCL	6.4 FRENO DE INERCIA	9.3 SISTEMA DE ESCAPE
3.3 DISP DE RETENC PARA NIÑOS	6.5 DISPOSITIVO ANTIBLOQUEO	9.4 TRANSMISIÓN
3.4 ANTIHIELO Y ANTIVAHO	6.6 DISPOSITIVO DE DESACELER	9.5 VEH QUE UTIL GAS COMO CARB
3.5 ANTIRROBO Y ALARMA	6.7 PEDAL DEL DISP DE FRENADO	
3.6 CAMPO DE VISIÓN DIRECTA	6.8 BOMBA VACÍO O COMP Y DEP	
3.7 DISP DE RETENC DE LA CARGA	6.9 INDICADOR DE BAJA PRESIÓN	10. OTROS
3.8 INDICADOR DE VELOCIDAD	6.10 VÁLV REGUL FRENO DE MANO	10.1 TRANSP MERCANC PELIGR
3.9 SALIENTES INTERIORES	6.11 VÁLVULAS DE FRENADO	10.2 TRANSP MERCANCIAS PEREC

Figura 10. Ficha de inspección rutinaria de las unidades.


Algunas unidades sufren desperfectos en ruta y la asistencia de mecánico se realiza desde Trujillo, por lo que la demora existente, impide que se pueda efectuar el viaje de retorno, el mismo día, con el consecuente perjuicio económico.

Se ha empleado el método del Centro de Gravedad de Weber, para determinar las coordenadas cartesianas de la ubicación en la que podría estar ubicado un taller de mecánica de terceros que pueda atender estas emergencias de manera rápida. Este taller tendría un vínculo comercial que facture únicamente los servicios realizados y además un monto fijo de S/600 mensuales por el compromiso de atender las llamadas telefónicas de emergencia que podrían hacer los choferes en problemas, en las cercanías.

Se tendrá en cuenta para su ubicación, la frecuencia de viajes. Es decir, estará más cerca de aquellos destinos más frecuentes.

Seguidamente se muestran los cálculos y la ubicación de estos talleres.


Tabla 14. *Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la ruta.*



Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la ruta						
Inicio/destino	Ganancia compartida	x	y	Ganancia x coordenadas		
	Inicio y destino					
Guayaquil	S/ 486,000	1.80	16.80			
Chicama	S/ 42,000	2.90	7.20			
Trujillo	S/ 703,440	3.20	6.80	S/ 2,251,008	S/ 4,783,392	
Lima	S/ 317,040	5.70	0.30	S/ 1,807,128	S/ 95,112	
Chimbote	S/ 21,600	3.60	5.20	S/ 77,760	S/ 112,320	
Santiago de chuco	S/ 72,000	4.30	6.80	S/ 309,600		
	S/ 1,642,080					

Fuente: *Elaboración propia.*


Tabla 15. *Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la costa sur.*



Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la costa sur						
Inicio/destino	Ganancia compartida	x	y	Ganancia x coordenadas		
Costa Sur	Inicio y destino					
Trujillo	S/ 703,440	3.2	6.8	S/ 2,251,008	S/ 4,783,392	
Lima	S/ 317,040	5.7	0.3	S/ 1,807,128	S/ 95,112	
Chimbote	S/ 21,600	3.6	5.2	S/ 77,760	S/ 112,320	
Sumatoria	S/ 1,042,080			S/ 4,135,896	S/ 4,990,824	
				4.0	4.8	

Fuente: *Elaboración propia.*


Tabla 16. *Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la sierra Liberteña.*



Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de a la sierra liberteña						
Inicio/destino	Ganancia compartida	x	y	Ganancia x coordenadas		
Sierra liberteña	Inicio y destino					
Trujillo	S/ 703,440	3.2	6.8	S/ 2,251,008	S/ 4,783,392	
Santiago de chuco	S/ 72,000	4.3	6.8	S/ 309,600	S/ 489,600	
	S/ 775,440			S/ 2,560,608	S/ 5,272,992	
	S/ 1,550,880			3.3	6.8	

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 17. *Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la costa norte.*

Ubicación de Auxilio Mecánico a lo largo de la costa norte 

Inicio/destino Costa Norte	Ganancia compartida Inicio y destino	x	y	Ganancia x coordenadas	
Guayaquil	S/ 486,000	1.80	16.8	S/ 874,800	S/ 8,164,800
Chicama	S/ 42,000	2.90	7.2	S/ 121,800	S/ 302,400
Trujillo	S/ 703,440	3.20	6.8	S/ 2,251,008	S/ 4,783,392
	S/ 1,231,440			S/ 3,247,608	S/ 13,250,592
				2.6	10.8

Fuente: *Elaboración propia.*

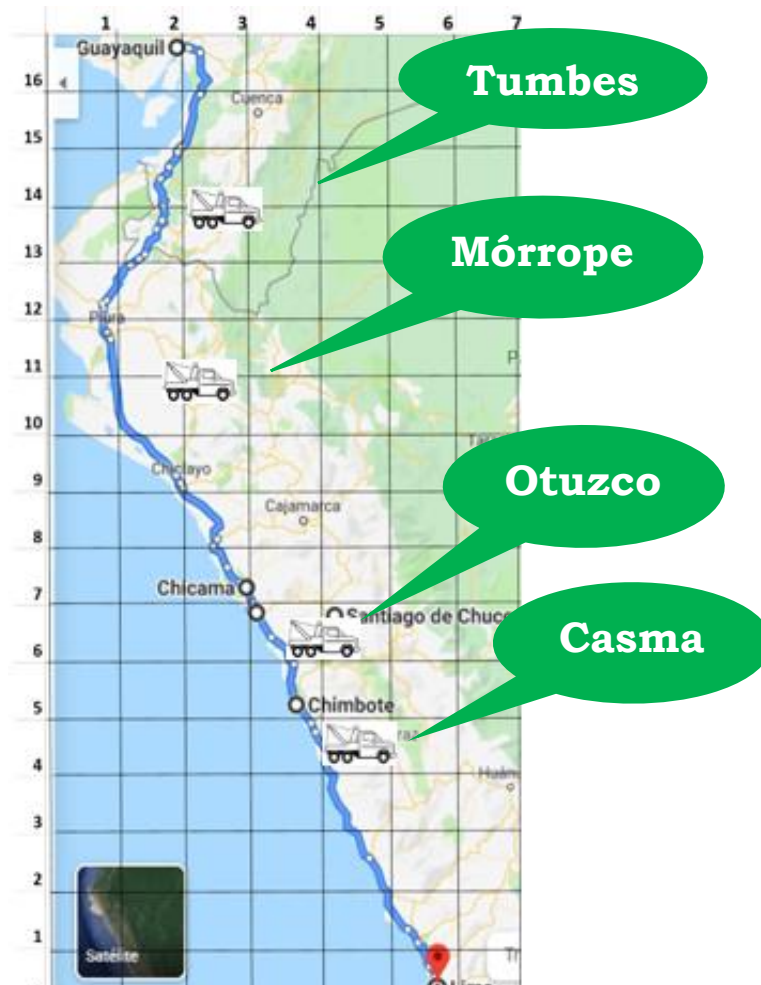


Figura 11. Ubicación geográfica de los apoyos en ruta para las unidades.

En las gráficas anteriores, vemos que los puntos de auxilio mecánico en ruta deberían estar ubicados aproximadamente en Tumbes, Mórrope, Otuzco y Casma, desde donde saldría un mecánico, respondiendo a una llamada telefónica del chofer de la unidad con desperfectos. Actualmente saldría desde Trujillo.

CR3: Propuesta de mejora al deficiente planeamiento de necesidades:

Comenzamos haciendo un listado valorizado de los diferentes repuestos que se usan en el mantenimiento de los tráilers.

Tabla 18. *Listado valorizado de repuestos.*

12 camiones	Costo unitario
INYECTORES DE LA BOMBA	S/ 22,000.00
KIT DE MOTOR	S/ 7,000.00
NEUMÁTICOS	S/ 4,800.00
SECADOR DE AIRE (KIT)	S/ 1,821.81
BOMBA DE COMBUSTIBLE	S/ 1,800.00
TURBOCARGADOR	S/ 1,600.00
FILTRO DE ADBLUE	S/ 1,146.61
KIT DE ANILLOS	S/ 1,100.00
COMPRESOR DE AIRE	S/ 1,000.00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO*	S/ 932.03
ALTERNADOR NUEVO	S/ 900.00
ACEITE DE MOTOR (SAE 15W-40 / API CI-4)	S/ 890.36
LÍQUIDO REFRIGERANTE AZUL**	S/ 788.71
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO *	S/ 545.34
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	S/ 538.61
GOBERNADOR DE AIRE	S/ 500.00
VENTILADOR	S/ 400.00
JUEGO DE ZAPATAS	S/ 210.00
VALVULA PULPO	S/ 210.00
KIT MUÑON,RETENES , JEBES	S/ 185.00
SOPORTES DE MOTOR	S/ 180.00
ELEMENTO DE FILTRO DE SERVODIRECCIÓN	S/ 176.04
RELAY, SENSORES	S/ 160.00

TERMOSTATO	S/	160.00
FILTRO SECUNDARIO DE COMBUSTIBLE (SEDIMETER)	S/	123.48
FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE	S/	113.36
FILTRO DE ACEITE DE CAJA	S/	101.22
FAJA DE DISTRIBUCIÓN	S/	95.00
FILTRO DE ACEITE DE ENGRANAJE DE DIFERENCIAL	S/	77.42
ACCESORIOS , JEBES	S/	65.00
FAJA DE ALTERNADOR	S/	60.00
EMPAQUE DE TAPON CAJA	S/	46.23
RESORTE DE ACELERADOR	S/	35.00
GRASA (kg)	S/	30.51
LIQUIDO EMBRAGUE (DOT 03 y DOT 04)	S/	24.86
GRASA LÍQUIDA (lt)	S/	23.73
EMPAQUE DE TAPON DE CORONA I y II - ENTRADA	S/	15.41
EMPAQUE DE TAPON DE CORONA I y II - SALIDA	S/	8.33
EMPAQUE TAPON DE CARTER	S/	4.17

Fuente: *Elaboración propia.*

De esta relación se han escogido como muestra a los de mayor costo, para determinar el lote económico de compra.

Se ha preparado una matriz con la siguiente información:

- a. Inventario inicial: stock de materiales y repuestos que obran en el almacén. (Ver anexo N°01)
- b. Saldo Final: stock actualizado.
- c. Lead Time: conformado por el Lead Time interno más el Lead Externo.

- d. EOQ: Lote económico de comprar que balancea el costo de administrar el inventario en el almacén (Ver anexo N°02) con el costo de emitir las órdenes de compra (Ver anexo N°03).
- e. Punto de reposición: el momento y nivel de inventario en el que se debe solicitar el material.
- f. Cantidad a pedir: Toma en cuenta el EOQ y punto de reposición.
- g. Índice de rotación: la velocidad con la que se regenera el inventario durante el año.

La matriz en mención se muestra seguidamente:

Tabla 19. *Saldos de repuestos a fin de mes.*

12 camiones	Costo unitario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agosto	Set	Oct	Nov	Dic
INYECTORES DE LA BOMBA	S/ 22,000.00	2	2	1	2	2	3	1	1	2	2	1	3
KIT DE MOTOR	S/ 7,000.00	3	3	2	2	4	3	2	2	3	2	2	3
NEUMÁTICOS	S/ 4,800.00	2	3	3	2	2	2	3	2	1	3	2	2
SECADOR DE AIRE (KIT)	S/ 1,821.81	4	3	2	4	2	2	3	1	4	2	2	1
BOMBA DE COMBUSTIBLE	S/ 1,800.00	2	2	3	2	4	2	2	3	2	1	4	3
TURBOCARGADOR	S/ 1,600.00	1	3	2	2	3	1	1	2	3	2	2	3

Fuente: *Elaboración propia.*

Se determinó el costo de almacenar los repuestos, en función de la valorización de los saldos a fin de mes y de las remuneraciones del personal del almacén, por el tiempo que emplean en la elaboración de las órdenes de compra.

Tabla 20. Valorización de saldos a fin de mes.

	Costo unitario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
INYECTORES DE LA BOMBA	S/ 22,000.00	44,000	44,000	22,000	44,000	44,000	66,000	22,000	22,000	44,000	44,000	22,000	66,000
KIT DE MOTOR	S/ 7,000.00	2,796	2,796	1,864	1,864	3,728	2,796	1,864	1,864	2,796	1,864	1,864	2,796
NEUMÁTICOS	S/ 4,800.00	9,600	14,400	14,400	9,600	9,600	9,600	14,400	9,600	4,800	14,400	9,600	9,600
SECADOR DE AIRE (KIT)	S/ 1,821.81	7,287	5,465	3,644	7,287	3,644	3,644	5,465	1,822	7,287	3,644	3,644	1,822
BOMBA DE COMBUSTIBLE	S/ 1,800.00	3,600	3,600	5,400	3,600	7,200	3,600	3,600	5,400	3,600	1,800	7,200	5,400
TURBOCARGADOR	S/ 1,600.00	1,600	4,800	3,200	3,200	4,800	1,600	1,600	3,200	4,800	3,200	3,200	4,800
		68,883	75,062	50,508	69,551	72,972	87,240	48,930	43,886	67,283	68,908	47,508	90,418
		Promedio		65,929									

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 21. *Costo de almacenaje.*

Costos administrativos total empresa	S/ 246,000	/Anual	
Costos administrativos del almacén	S/ 36,900	/Anual	15%
	S/ 3,075	/Mensual	
Stock promedio mensual valorizado	S/ 65,929		
Porcentaje sobre costo inventario	4.7%		

Fuente: *Elaboración propia.*

Seguidamente calculamos el costo de emitir una orden de compra, considerando que el costo administrativo del almacén es el 15% de los costos administrativos de la empresa y que la empresa labora 200 horas mensuales. Se estima que el tiempo de elaboración de una orden de compra toma 1 hora, independientemente de su magnitud.

Costos administrativos total empresa	S/ 246,000	/Anual
Participación del almacén del total costos	15%	
Costos administrativos del almacén	S/ 36,900	/Anual
	S/ 3,075	/Mensual
Horas laboradas en el mes	200 horas	
Tiempo de elaboración de una orden de compra	1 hora	
Costo de emitir una orden de compra	S/ 15.38	/orden

Figura 12. Costo de emisión de una orden de compra.

Con esta data, se procedió a calcular los siguientes valores:

- **Lote económico de compra EOQ**, el inventario máximo y mínimo y el punto de pedido, utilizando la siguiente fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{demanda anual} \times \text{costo de emisión de orden}}{\text{costo unitario} \times \text{costo de almacenar}}}$$

- **El punto de pedido** se calculó de la siguiente manera

$$PP = (\text{Demanda promedio} \times \text{lead time}) + (Z \times \sqrt{\text{lead time}} \times \sigma)$$

Donde Z es el coeficiente asociado a la probabilidad de no romper el inventario mientras sucede el aprovisionamiento. En este caso se considera 1.65

- **El inventario mínimo**, será igual al punto de pedido.
- **El inventario máximo**, será el punto de pedido adicionado al EOQ.

Con esta información, se procedió a calcular la información que servirá para gestionar el inventario de los repuestos que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 22. Gestión de inventarios y determinación del EOQ.

12 camiones	Demanda anual	Desvest	Demanda max esperada/mes	Lead time (mes)	Costo emisión	Costo almacén	EOQ	Punto de pedido	Inventario Maximo	Inventario mínimo			
INYECTORES DE LA BOMBA	20	0.7177	3.8199	0.50	S/ 15.38	4.7%	0.774	1	2.747	3	3.522	4	3
KIT DE MOTOR	29	0.6686	4.4223	0.50	S/ 15.38	4.7%	1.653	2	2.991	3	4.644	5	3
NEUMÁTICOS	20	0.6216	3.5314	0.50	S/ 15.38	4.7%	1.657	2	2.491	3	4.148	4	3
SECADOR DE AIRE (KIT)	41	1.0871	6.6780	0.50	S/ 15.38	4.7%	3.852	4	4.607	5	8.459	8	5
BOMBA DE COMBUSTIBLE	35	0.9045	5.6303	0.50	S/ 15.38	4.7%	3.580	4	3.870	4	7.451	8	4
TURBOCARGADOR	18	0.7930	3.8789	0.50	S/ 15.38	4.7%	2.723	3	2.865	3	5.588	6	3

Fuente: *Elaboración propia.*

2.5. Evaluación económica y financiera

2.5.1. Flujo de caja

Tabla 23. Flujo de caja proyectado de la propuesta de mejora en la empresa Agrotransportes Gonzáles S.R.L.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	Inversión	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Herramental	- 36,000													
Computadora	- 8,000													
Celulares	- 18,000													
Racks	- 45,000													
Contrato con mecánicos	- 24,000													
Total inversión	-131,000													
Ingresos														
Reducción viajes		3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	3,145	37,743
Reducción de viajes		1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	23,417
Mejora en la asignación		18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	18,833	226,000
Reducción de viajes		2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	2,457	29,489
Reducción de compras		251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	3,015
Total ingresos		26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	26,639	319,664
Egresos														
Pago a mecánicos en ruta	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 24,000
Capacitación mantenimiento prev.	- 2,500	- 2,500	- 2,500	- 2,500										- 10,000
Capacitación en técnica asignación						- 3,000								- 3,000
Total egresos	- 4,500	- 4,500	- 4,500	- 4,500	- 4,500	- 5,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 2,000	- 37,000
Total flujo bruto		22,139	22,139	22,139	22,139	21,639	24,639	24,639	24,639	24,639	24,639	24,639	24,639	282,664
Impuesto a la renta		-6,641.59	-6,641.59	-6,641.59	-6,641.59	-6,491.59	-7,391.59	-7,391.59	-7,391.59	-7,391.59	-7,391.59	-7,391.59	-7,391.59	-84,799.13
Total flujo después impuestos		15,497	15,497	15,497	15,497	15,147	17,247	17,247	17,247	17,247	17,247	17,247	17,247	197,865
Flujo actualizado	-131,000	15,237	14,981	14,729	14,482	13,917	15,580	15,319	15,061	14,808	14,560	14,315	14,075	197,865
VAN	46,063													
TIR	81.59%													
Tasa BCP capital trabajo Mensual	20.50%													
	1.71%													

Fuente: *Elaboración propia.*

2.5.2. Estado de resultados

Tabla 24. Estado de resultados de la empresa Agrotransportes Gonzáles.

	Actual	Mejorado
Ventas netas (VN)	7,890,051	8,678,794
Ingresos diversos	-	-
Costo de ventas (CV)	6,469,951	7,032,394
Beneficio del proyecto	-	83,099
Utilidad bruta	1,420,100	1,729,499
Gastos administrativos	246,000	246,000
Alquiler local	7,000	7,000
Servicios	1,200	1,200
Utilidad operativa	1,165,900	1,475,299
Cargas excepcionales	-	-
Gastos financieros		26,855
Utilidad antes de participación e impuestos	1,165,900	1,448,444
Impuesto a la renta	349,770	434,533
Utilidad neta	816,130	1,013,911
Reserva	81,613	101,391
Resultado del ejercicio	734,517	912,519
Utilidad sobre ventas	10%	12%

Fuente: *Elaboración propia.*

3. CAPITULO 3. RESULTADOS

Para la falla en el mantenimiento preventivo en la empresa, se logró disminuir las pérdidas monetarias de S/. 135,370 a S/. 84,775.

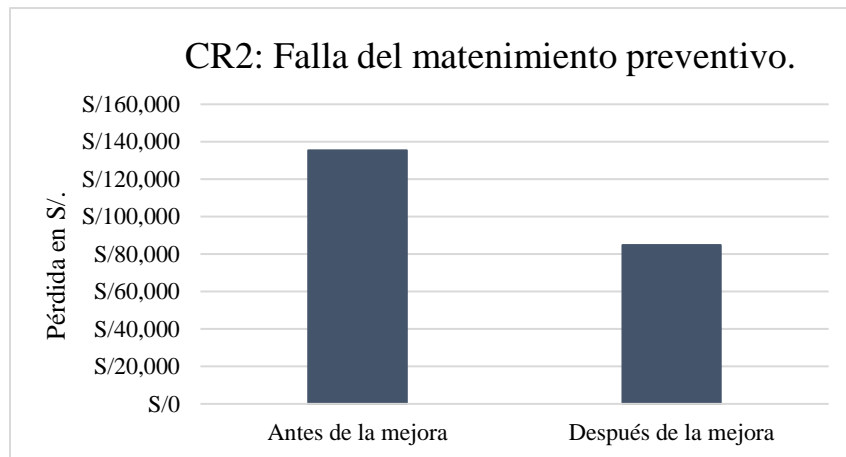


Figura 13. Resultados en las pérdidas monetarias de la CR2

Para la mala asignación de fletes en los diferentes viajes de la empresa, se logró disminuir las pérdidas monetarias de S/. 226,000 a S/. 0

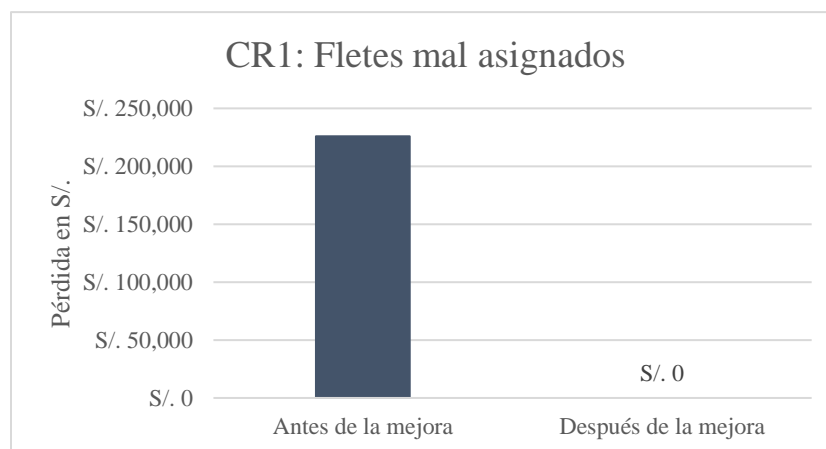


Figura 14. Resultados en las pérdidas monetarias de la CR1

Para el deficiente planeamiento de necesidades aplicando el modelo de lote económico EOQ se logró disminuir las pérdidas monetarias de S/. 60,300 a S/. 30,811

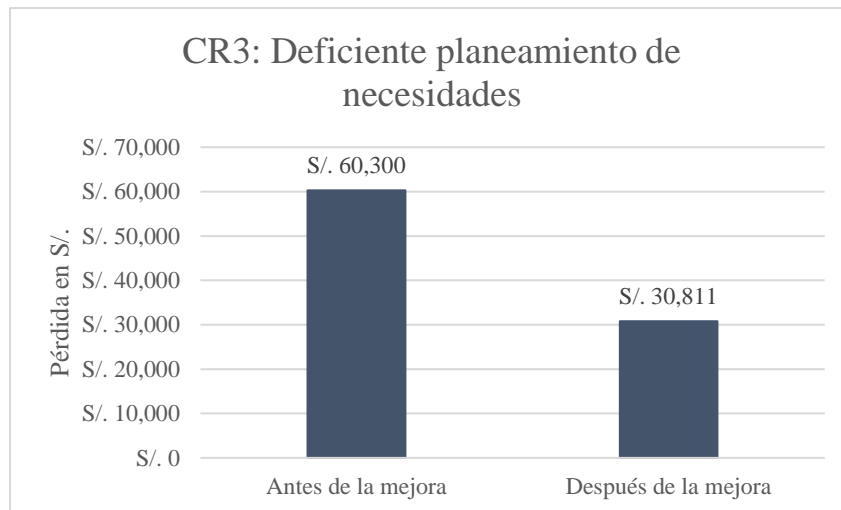


Figura 15. Resultados en las pérdidas monetarias de la CR3

Se presenta el estado de resultados para las propuestas de mejora que corresponden a un periodo de 12 meses, mediante el cual se estima la utilidad neta del período en función a los ingresos, egresos e inversión generados por la propuesta de mejora.

VAN	46,063
TIR	81.59%
Tasa BCP capital trabajo	20.50%
Mensual	1.71%

A su vez, se muestran los índices económicos de rentabilidad, en la cual se han considerado el valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

El valor de la inversión total es de S/. 26,200.

El análisis de los índices económicos de rentabilidad, lleva a los siguientes resultados:

- El VAN 46,063.42 > 0, indica que el proyecto es rentable, por lo tanto, la realización de las mejoras es aceptable.
- La TIR 81.59 %, indica que el proyecto es viable, puesto que el valor obtenido es mayor al costo de oportunidad establecido (20.5%). Esto indica que el rendimiento del proyecto es mayor al costo de oportunidad lo que hace que el proyecto sea factible de realización.

4. CAPITULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Neu (2008) nos dice que mediante la herramienta de optimización Solver se logró disminuir el tiempo de toma de decisión sobre la configuración de corte a aplicar, además del ahorro de dinero por modificaciones en la compra de la MP, optimización de MP y rapidez en la toma de decisión sobre la configuración de corte a aplicar; de la misma manera se determinó la cantidad de viajes óptimos que se asignarán para cada destino, logrando que el tiempo en la toma de decisiones se reduzca y finalmente también se obtuvo un ahorro de S/. 226,000 mediante la aplicación de la herramienta.

Para Holguín (2016), la gestión de mantenimiento preventivo está muy ligada a la gestión logística, debido a las adquisiciones que se requieren para hacer posible estas tareas, teniendo un beneficio de S/. 60,615.11 anual. En esta tesis, se plantea realizar un modelo de lote económico de manera que se exista un inventario mínimo y disminuyan las compras reactivas en los repuestos, logrando un beneficio de S/29,489.

Finalmente, para Pantoja (2008) destaca que una mejora en el planeamiento del mantenimiento influye positivamente en la producción y la rentabilidad de la empresa aumentándola en \$39744. Esto concuerda con lo presentado en esta tesis ya que el planteamiento de un mantenimiento preventivo para los camiones logra un beneficio de S/50,595.

4.2. Conclusiones

La propuesta de mejora en el planeamiento del servicio y en la gestión de mantenimiento, permite un incremento en la rentabilidad de la empresa de 10% a 12%.

Se diagnosticó 4 causas raíces, de las cuales tres ocuparon el 80% de la priorización dentro de la empresa, las cuales son: Mala asignación de fletes, falta de mantenimiento preventivo y deficiente planeamiento de necesidades; las cuales generan pérdidas monetarias de S/. 226,000, S/. 65,370 y S/. 66,330 respectivamente.

Se lograron desarrollar las herramientas del plan de mejora como son: Herramienta Solver (Optimización), Modelo de Lote económico (EOQ), plan de mantenimiento preventivo y centro de gravedad para incrementar la rentabilidad de la empresa.

Por lo tanto, mediante la evaluación económica se logró determinar el VAN de S/46,063.42 y la TIR 81.59 %. Como el primero es positivo y el TIR es superior que la tasa impositiva del Banco de Crédito del Perú, se puede decir que las propuestas de las herramientas de mejora son viables.

REFERENCIAS

- Holguín, P. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión de Mantenimiento para Reducir los Costos de la Empresa Transportes Los Titos Paz S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú
- Lazarte, M. (2017, setiembre - octubre). *Tendencias del transporte. Organización Internacional de Normalización*. Recuperado de [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20\(2013-NOW\)/sp/ISOfocus_124.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20(2013-NOW)/sp/ISOfocus_124.pdf).
- Medina, M. (2018, 20 de junio). *Transporte de carga representa 22% de los costos en empresas de consumo*. Correo. Recuperado de https://diariocorreo.pe/edicion/tacna/dos-empresas-se-presentan-la-seleccion-para-otorgar-autorizaciones-entres-rutas-824809/?ref=scroll_preload
- Neu, N. (2008), *Optimización de Chapa y metodología de Estudio*, Instituto Nacional de Buenos Aires, Argentina. (Tesis de grado). Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina.
- Pantoja, R. (2008). *Mejora del Planeamiento del Mantenimiento de Maquinaria Pesada en Sociedad Minero Cerro Verde*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Ramón Olives Masip. (2013). *Mantenimiento Preventivo*. Barcelona: Departamento de empresa y empleo.

Santiago Garcia Garrido. (2012). *Mantenimiento Industrial*. México: Renovetec.

Torres, F., Ysla, L., (2013), *Aplicación de un modelo de Gestión Logística para mejorar la eficiencia en la Botica Farma Fe de la ciudad de Trujillo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

ANEXOS

Saldos de repuestos a fin de mes													
REPUESTOS	Costo unitario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
INYECTORES DE LA BOMBA	S/ 22,000.00	2	2	1	2	2	3	1	1	2	2	1	3
KIT DE MOTOR	S/ 7,000.00	3	3	2	2	4	3	2	2	3	2	2	3
NEUMÁTICOS	S/ 4,800.00	2	3	3	2	2	2	3	2	1	3	2	2
SECADOR DE AIRE (KIT)	S/ 1,821.81	4	3	2	4	2	2	3	1	4	2	2	1
BOMBA DE COMBUSTIBLE	S/ 1,800.00	2	2	3	2	4	2	2	3	2	1	4	3
TURBOCARGADOR	S/ 1,600.00	1	3	2	2	3	1	1	2	3	2	2	3

ANEXO 1. Saldos de repuestos a fin de mes.

Costo de almacenaje			
Costos administrativos total empresa	S/ 246,000	/Anual	
Costos administrativos del almacén	S/ 36,900	/Anual	15%
	S/ 3,075	/Mensual	
Stock promedio mensual valorizado	S/ 65,929		
Porcentaje sobre costo inventario	4.7%		

ANEXO 2. Costo de almacenaje.

Costo de generar un pedido			
Costos administrativos total empresa	S/ 246,000	/Anual	
Costos administrativos del almacén	S/ 36,900	/Anual	15%
	S/ 3,075	/Mensual	
Costo de emitir una orden de compra	S/ 15.38	/Hora	

ANEXO 3. Costo de generar un pedido