

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE
MANTENIMIENTO Y PLANEAMIENTO PARA
INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE TRANSPORTES Y
SERVICIOS SAN ROMÁN S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Martín Gaitán Montoya

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2019



DEDICATORIA

A mis amados padres y mi abuela que está en el cielo, ejemplo de esfuerzo y a toda mi familia quienes me apoyaron para poder lograr mis metas y objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado en el buen camino, a cada uno de los que son parte de mi familia; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	VI
CAPÍTULO 1	VIII
INTRODUCCIÓN.....	VIII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.5. Variables.....	55
CAPÍTULO 2	57
METODOLOGÍA	57
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	58
Métodos:	58
2.4. Diagnóstico de problemáticas principales.....	62
2.4.1. Diagrama Ishikawa:	62
Estado de Resultados:	104
CAPÍTULO III. RESULTADOS	105
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ranking de las empresas de transportes de carga general nacional por carretera.</i>	4
Tabla 2. Despachos efectuados y frustrados 2018.....	6
Tabla 3. Asignación de fletes y utilidad 2018	6
Tabla 4. <i>Indicadores de gestión de mantenimiento de las unidades de transporte</i>	9
Tabla 5. Utilidad por Flete promedio ponderado	13
Tabla 6. Consumo de combustible diésel.....	14
Tabla 7. <i>Matriz de priorización de las causas raíz</i>	63
Tabla 8. Asignación de fletes y ganancia en el año 2018.....	71
Tabla 9. Resumen de plan de mejora.....	73
Tabla 10. Matriz AMFE	79
Tabla 11. Actividades de mantenimiento preventivo	83
Tabla 12. Distancia en Km entre orígenes y otros destinos	92
Tabla 13. Fletes en soles entre orígenes y destinos	92
Tabla 14. Viajes máximos y mínimos contratables y utilidad.	94
Tabla 15. Gestión de Stock (1).	98
Tabla 15. Costo de almacenamiento.....	99
Tabla 16. Costo de emisión de una orden de compra.	100
Tabla 15. Gestión de Stock (2).	101
Tabla 17. Gastos, costos e inversiones de la propuesta.....	102
Tabla 18. Resultados CR2.....	105
Tabla 19. Resultados CR1.....	105
Tabla 20. Resultados CR3.....	106
Tabla 21. Reducción de sobrecosto.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flota Transportes y Servicios San Román	5
Figura 1. Diagrama de Pareto de fallas recurrentes	12
Figura 2. Matriz de Operacionalización de variables de la problemática de Transportes y Servicios San Román S.A.C.	56
Figura 3. Organigrama de Transportes y Servicios San Román S.A.C.	61
Figura 4. Diagrama de Ishikawa de la problemática de Transportes y Servicios San Román SAC	62
Figura 5. Diagrama de Pareto de Transportes y Servicios San Román S.A.C.	64
Figura 6. Matriz de indicadores de la mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento de Transportes y Servicios San Román S.A.C.	65
Figura 7. Impacto económico por fletes perdidos	71
Figura 9. Asignación de fletes y ganancia en el año 2019	93
Figura 10. Asignación óptima de fletes utilizando el Solver	96
Figura 12. Viajes perdidos por mantenimiento deficiente	105
Figura 13. Lucro Cesante de viajes perdidos por falta de repuestos	106
Figura 14. Viajes perdidos por falta de repuestos	107
Figura 15. Viajes perdidos por compras reactivas (%)	108
Figura 16. Rentabilidad sobre ventas (%)	108
Figura 17. Relación viajes y guía que llegaron con retraso al almacén del cliente.....	113
Figura 18. Flota de Transportes y Servicios San Román	113
Figura 19. Asignación de viajes por ciudad y detalle de viajes perdidos por causa	114
Figura 20. Consumo de combustible Diesel año 2018.....	114

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Impacto económico	13
-------------------------------------	----

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el incremento de la rentabilidad de Transportes y Servicios San Román SAC

En primera instancia se realizó un diagnóstico general de la situación actual de la empresa. Para la presente tesis, se seleccionó el área de mantenimiento al ser la que más aportaba al problema de baja rentabilidad.

Una vez culminada la identificación de los problemas, se procedió a redactar el diagnóstico de la empresa, en el cual se tomó en cuenta todas las problemáticas que se evidenciaron con el fin de demostrar lo mencionado anteriormente.

Posteriormente se realizó la priorización de las causas raíces mediante el diagrama de Pareto para dar paso a determinar el impacto económico que genera en la empresa estas problemáticas representado en pérdidas monetarias.

Palabras clave: Mantenimiento, Rentabilidad, Transportes, Simulación

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Se han hallado archivos que fechan en unos 5.500 años atrás el invento de la rueda, aunque no existe acuerdo exacto sobre el momento de su nacimiento. Con independencia de este dato, su aparición lo convirtió en uno de los inventos fundamentales para la Humanidad. (Grupo Moldtrans, 2014)

La actividad de transporte, tanto terrestre como aéreo o marítimo, nace de la necesidad de cargar objetos y distribuirlos entre distintos territorios.

En sí, la historia del transporte terrestre puede entenderse como el reflejo de la evolución social. En sus labores, las necesidades de traslado de objetos y mercancías de un punto a otro fueron auxiliadas por el empleo de animales como fuerza motora. Los perros en un primer momento y animales de mayor tamaño con el paso del tiempo se convirtieron en elementos imprescindibles en el transporte terrestre. Tirados por caballos, carros y diligencias propiciaron el intercambio de todo tipo de materias primas y productos manufacturados gracias al establecimiento de rutas comerciales. (Grupo Moldtrans, 2014)

La investigación y actividad inventiva dio lugar, posteriormente, al surgimiento de métodos de transporte más modernos: la bicicleta dio paso a la motocicleta y esta, a su vez, al automóvil. En este último caso, fue clave el descubrimiento, en 1882, del petróleo. Y es con la Primera Guerra Mundial cuando las necesidades de transporte se avivan, dando pie al nacimiento de autobuses y a la gran industria del motor existente a día de hoy. Ferrocarril, transporte urbano, metro o tren de alta velocidad son,

actualmente, equipamientos sociales sin los que ningún territorio podría garantizar el suministro de alimentos y todo tipo de bienes y servicios. Su evolución forma parte, en sí misma, de la historia de la propia Humanidad.

De acuerdo al artículo publicado por Baer (2018), la industria del transporte en Estados Unidos emplea a más de nueve millones de trabajadores. Los camioneros comprenden 3,3 millones de estos empleados. Hay más de 15,5 millones de camiones en las carreteras estadounidenses todos los días, incluidos 1,9 millones de camiones con remolque.

Las grandes empresas emplean a la mayoría de la gente y a los camiones de la industria, pero los pequeños empresarios son vitales para el comercio. Uno de cada 10 conductores de camiones es independiente y la mayoría son dueños de sus propios equipos. Hay 360.000 compañías de transporte en los Estados Unidos, noventa y seis por ciento operan con 28 camiones o menos y 82 por ciento operan seis camiones o menos.

De acuerdo a diversos autores, ya en el periodo precolombino los incas poseían un rudimentario pero eficiente sistema de caminos interconectados a lo largo y ancho de su imperio, por el cual trasladaban distintos tipos de mercaderías. A pie o a lomo de llamas, sus mercaderías lograban llegar a su destino. A veces a través de puentes de cuerdas entre las montañas. Otros pueblos utilizaron canoas o botes como medio de comunicación.

Con la venida del comercio, el ser humano se dio a la necesidad de establecer rutas comerciales y además de crear las primeras diligencias jaladas por caballos para transportarse de un lado a otro a las mismas personas y sus pertenencias o mercancías.

El transporte terrestre se realiza por carreteras y se realizan sobre ruedas. a pasar del tiempo los tipos de transporte se han ido modernizando. Estos tipos de transporte se dividen en: transporte ferroviario y transporte terrestre.

Las últimas décadas han sido testigo de profundos cambios en el transporte de cargas al incorporarse el concepto de “logística” a la actividad, lo que cambió radicalmente el comportamiento de la demanda (o de porciones crecientes de la misma), la que busca no ya el precio más bajo por el transporte de sus productos sino la optimización del movimiento completo de los mismos, incluyendo además el almacenamiento, el cuidado de las cargas, el cumplimiento de los horarios de salida y arribo en los tiempos preestablecidos.

La logística es la actividad que incluye el transporte de las mercaderías, su almacenamiento y distribución y que encadena, en tiempo y forma, las diferentes fases del movimiento de los bienes desde el origen hasta el destino final, incluyendo, en varios casos, el manejo de la documentación requerida.

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

Como referencia se detalla el ranking de las empresas de transporte de carga más importantes del país; según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 1. *Ranking de las empresas de transportes de carga general nacional por carretera.*

ORDEN	RAZON SOCIAL	FLOTA
1	RACIONALIZACION EMPRESARIAL SA	1193
2	TRANSPORTES RODRIGO CARRANZA S.A.C.	972
3	RENTING S.A.C.	935
4	TRANSALTISA S.A.	837
5	CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	686
6	UNION DE CONCRETERAS S.A.	629
7	TRANSPORTES 77 S.A.	587
8	SAVAR AGENTES DE ADUANA S.A.	560
9	INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C.	503
10	RANSA COMERCIAL SA	460
11	SERVOSA CARGO S.A.C.	450
12	ZETA GAS ANDINO S.A.	430
13	D.C.R. MINERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	407
14	MUR - WY S.A.C.	403
15	TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.	353
16	TRANSPORTES ELIO S.A.C.	353
17	TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.	331
18	SERVICIOS POLUX S.A.C.	331
19	SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A.	329
20	TRANSPORTES Y COMERCIO SOL DEL PACIFICO E.I.R.L.	317
21	SANTIAGO RODRIGUEZ BANDA S.A.C.	308
22	AREQUIPA EXPRESO MARVISUR EIRL	304
23	ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	302
24	CORPORACIÓN RICO S.A.C.	298
25	TOLMOS ESPINOZA GARCIA S.R.L.	297
26	INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.	295
27	TRANSVAN S.A.C.	291
28	GRUPO TRANSPESA SAC	288
29	MOTA-ENGIL PERU S.A.	286
30	CORPORACION DE TRANSPORTES CARLEY SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	286
31	GESTION DE SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C.	283
32	TRANSPORTES M. CATALAN S.A.C.	280
33	PETRAMAS S.A.C.	279
34	SERVICIOS GENERALES VIVIANA EIRL	279
35	SERVICIOS GENERALES SATURNO S.A.	276
36	TRANSPORTES MERIDIAN S.A.C.	270
37	EMPRESA DE TRANSPORTES GUZMAN S.A.	266
38	FRANCISCO CARBAJAL BERNAL S.A.	265
39	AMECO PERU S.R.L.	262
40	TRUCKS AND MOTORS DEL PERU S.A. CERRADA	259
41	COMPAÑIA DE SEGURIDAD PROSEGUR S.A.	257
42	TRITON TRANSPORTS S.A.	253

Fuente: MTC - DGTT

Nota: Empresas que poseen una flota superior a 250 unidades.

Elaboración: MTC - OGPP - Oficina de Estadística.

Fuente: MTC - DGTT

Transportes y Servicios San Román S.A.C, tiene 15 años en el mercado. Brinda servicios de transporte de carga en general por carretera. Sus clientes, son empresas ferreteras grandes ubicadas a lo largo de la costa peruana, a quienes entrega cerámicas, azulejos, sanitarios, cementos y grifería recogidos en fabricantes e importadores ubicados en Lima. El principal proveedor es Celima y sus clientes, Sodimac, Promart y Maestro.

Los viajes de retorno, de provincias a Lima, los tienen formalmente comprometidos con *Hayduk*, el más importante fabricante de harina, aceite y conservas de pescado, que tiene plantas a lo largo de todo el litoral peruano.



Figura 1. Flota Transportes y Servicios San Román

Fuente: Hayduk

Su flota actualmente es la siguiente:

También tienen contrato para transportar desde Lima y Lambayeque, Motupe, las diferentes marcas de cerveza de *Backus*: Cristal, Callao, Cuzqueña, Trujillo y San Juan.

Desde Trujillo, envía a Lima, espárragos, alcachofas, pimientos y uvas de Damper y paltas y mangos de Camposol.

De Piura y Chiclayo, transporta frutas y conservas y harina de pescado.

La demanda de sus clientes es grande, lo cual, afortunadamente, les permite operar a plena capacidad sus 12 trailers, de lunes a viernes. Aun así, su demanda potencial es también muy alta.

El año pasado cumplieron con los siguientes despachos y fallaron con otros, que también se consigna en cuadro adjunto:

Tabla 2. *Despachos efectuados y frustrados 2018*

Asignación de viajes por ciudad y detalle de viajes perdidos por causa										Viajes perdidos		
Placa	Marca	Modelo	Año	Lima-Chimbote o viceversa	Lima-Trujillo o viceversa	Lima-Chiclayo o viceversa	Lima-Piura o viceversa	Total viajes por año	Por atraso en entrega	Por falla mecánica	Por demora logística (proyectado)	
1	T8R-923	Freightliner	CL-112	2017	90	84	60	62	296	1	3	
2	TPC-802	Freightliner	CL-112	2017	97	83	58	60	298	1	1	
3	T8Q-850	Freightliner	CL-112	2015	98	96	52	52	298	2	0	
4	ALP-924	Freightliner	CL-112	2015	66	74	74	84	298	1	1	
5	AHX-775	Freightliner	CL-112	2015	60	98	52	88	298	1	1	
6	T8C-815	Freightliner	CL-120	2006	70	94	30	80	274	2	24	
7	T8C-803	Freightliner	CL-120	2006	58	78	66	88	290	1	9	
8	T2R-900	Freightliner	CL-120	2006	64	84	66	86	300	0	0	
9	PIC-835	Freightliner	M2106	1990	68	86	58	56	268	7	25	
10	F40-865	Freightliner	M2106	1990	88	88	60	0	236	12	52	
11	T8U-934	Freightliner	M2112	1974	94	96	0	0	190	13	97	
12	T1C-974	Freightliner	M2112	1974	78	62	0	0	140	15	145	
Total viajes					931	1,023	576	656	3,186	56	358	22
					29%	32%	18%	21%	100%			

Fuente: Transportes San Román SAC

Elaboración propia.

Sus fletes son rentables, algunos más que otros. El año pasado se hizo una asignación empírica del transporte. Se buscó cumplir correctamente con las cantidades mínimas pactadas con sus clientes. De esta manera, la utilidad obtenida, la detallamos en la siguiente tabla.

Tabla 3. *Asignación de fletes y utilidad 2018*

Recorrido (o vice versa)			Viajes 2018	Utilidad/Flete	Utilidad/año
Lima	a	Chimbote	931	317	295,099
Lima	a	Trujillo	1,023	395	403,993
Lima	a	Chiclayo	576	505	291,139
Lima	a	Piura	656	868	569,533
			3,186	S/	1,559,764

Fuente: Transportes San Román SAC

Elaboración propia.

Si los destinos de la carga hubiesen sido determinados técnicamente, pues luego de cumplir con sus compromisos pactados, las capacidades libres tienen la potestad de asignarla, siempre tomando en cuenta los volúmenes máximos

ofrecidos por sus clientes, se hubiese obtenido una utilidad adicional a la conseguida el año pasado, de S/79,468.

El almacén de repuestos suele mantener inventarios muy reducidos y poco técnicos. Las roturas de stock son muy frecuentes. Es habitual que los encargados deban salir con premura a hacer compras reactivas o solicitar con urgencia a los proveedores en Lima, los repuestos necesarios para que las unidades paradas vuelvan a estar operativas.

El gerente comentó que la empresa, incurrió en compras reactivas a proveedores locales -que no son los habituales- para subsanar roturas de inventario de repuestos por error en la determinación de stocks mínimos, pagando un sobreprecio de S/24,665 en diversos ítems durante el año.

En la misma línea, al no estar equipado el taller con un torno, en el cual se pueda rectificar o preparar piezas que continuamente se requieren, Logística de Transportes y servicios San Román recurre a talleres de terceros. Revisando las facturas por este concepto, el contador de la empresa comento que el año 2018 se gastó S/34,820 en estos servicios.

La actual gestión de mantenimiento de la empresa no está documentada. Las únicas actividades preventivas que observan rigurosamente es el cambio de aceite y filtro, que es realizado cada 25,000 kilómetros. Para dicho fin usan aceite Shell 10W30, que es de muy buena performance. El filtro es cambiado cada 13,000 kilómetros.

Aparte de estas actividades que se cumplen estrictamente, el mantenimiento es básicamente correctivo. El preventivo se limita a revisión superficial de los sistemas de los camiones, cada 500 horas de viaje.

La información de las reparaciones no está estructurada de manera que permita obtener indicadores de gestión que conduzcan a la mejora continua.

Tuvo que construirse a partir de las órdenes de trabajo, notas del cuaderno de tiempos del jefe de taller, del *kardex* de repuestos y a comentarios del personal del taller. De esta manera hemos elaborado el siguiente cuadro, cuyos criterios serán la base para los siguientes períodos:

Tabla 4. *Indicadores de gestión de mantenimiento de las unidades de transporte*

	Placa del trailer	Marca del trailer	Modelo del trailer	Número de fallas	Tiempo total de fallas (TTF)	Tiempo total de reparación (TTR)	Demora por gestión logística	Tiempo medio entre fallas MTBF	Tiempo medio de reparaciones MTRR	Disponibilidad operacional	Confiabilidad
1	T8R-923	Freightleiner	CL-112	14.00	84.00	84.00	7.00	514.29	6.50	98.7%	98.8%
2	TPC-802	Freightleiner	CL-112	13.00	91.00	72.00	24.00	553.85	7.38	98.4%	98.7%
3	T8Q-850	Freightleiner	CL-112	16.00	132.00	101.00	2.00	450.00	6.44	98.1%	98.6%
4	ALP-924	Freightleiner	CL-112	19.00	106.00	82.00	4.00	378.95	4.53	98.5%	98.8%
5	AHX-775	Freightleiner	CL-112	15.00	86.00	85.00	24.00	480.00	7.27	98.5%	98.5%
6	T8C-815	Freightleiner	CL-120	58.00	786.00	66.00	84.00	124.14	2.59	87.9%	98.0%
7	T8C-803	Freightleiner	CL-120	71.00	1,101.00	120.00	84.00	101.41	2.87	83.5%	97.2%
8	T2R-900	Freightleiner	CL-120	64.00	1,170.00	276.00	4.00	112.50	4.38	83.7%	96.3%
9	PIC-835	Freightleiner	M2106	68.00	1,250.00	186.00	96.00	105.88	4.15	81.3%	96.2%
10	F40-865	Freightleiner	M2106	82.00	1,205.00	282.00	48.00	87.80	4.02	82.6%	95.6%
11	T8U-934	Freightleiner	M2112	86.00	1,220.00	236.00	72.00	83.72	3.58	82.1%	95.9%
12	T1C-974	Freightleiner	M2112	96.00	1,428.00	344.00	84.00	75.00	4.46	79.0%	94.4%
				602.00	8,659.00	1,934.00	533.00	143.52	4.10	89%	97%

Fuente: Elaboración propia

La empresa tiene presupuestado 300 viajes anuales para cada uno de sus 12 camiones, con una tasa de 1 viaje diario. El año pasado la disponibilidad de los camiones fue 89%.

El Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) fue 143.52 horas; 4.10 el Tiempo Medio de Reparaciones (MTTR) y su Disponibilidad fue 89%. Esta información resulta de suma importancia porque permite dar seguimiento al avance en la mejora de la gestión y, particularmente, para hacer *benchmarking* con el mejor del rubro. Olivares y Tam (2017) refiriéndose a Transportes Carranza S.A.A., mencionan que esta empresa tuvo el año de su estudio, un MTTR de 11 horas; un MTBF 109 de horas y su Disponibilidad fue 82.9%. Su meta en este último indicador había sido 97% y quedaron muy distantes.

Comparando los KPI de Transportes y Servicios San Román vs los de TRC S.A.A, vemos que la primera lleva ventaja en el Tiempo Medio entre Fallas. Esto lo interpretamos como que las unidades de TRC sufren mayor deterioro por el servicio rudo que da al sector minero. Igualmente, que las reparaciones de estos últimos suelen ser más complejas y toman más tiempo resolverlas. Probablemente por ser la flota de TRC de mucha mayor envergadura y porque sus reparaciones son más prolongadas, su disponibilidad es menor que la de la empresa motivo de esta tesis.

Entendemos que hay oportunidades de mejora y tomando como base la información de KPI que hemos reconstruido, se podrá hacer seguimiento de las actividades de mejora continua que el servicio de mantenimiento requiere.

Las fallas más recurrentes que requieren mantenimiento correctivo; por no haber sido atendidas de manera preventiva son las siguientes:

Tabla 5. *Principales causas del mantenimiento correctivo*

	Fallas en el año	%	Acum
1 Cojinetes	102	9%	9%
2 Suspensión	88	8%	17%
3 Luces	84	8%	25%
4 Batería	84	8%	33%
5 Fuga de líquido neumático	81	7%	40%
6 Cambio de pastillas de frenos	66	6%	46%
7 Neumáticos	62	6%	52%
8 Sistema eléctrico	60	6%	58%
9 Recalentamiento de bobina	55	5%	63%
10 Bendix	51	5%	67%
11 Sistema hidráulico	48	4%	72%
12 Sobrecalentamiento de Frenos	44	4%	76%
13 Sistema de encendido	37	3%	79%
14 Baja presión de compresión	32	3%	82%
15 Baja presión en la inyección	31	3%	85%
16 Inyección excesiva de combustible	25	2%	87%
17 Tolva	22	2%	89%
18 Cadena de distribución	18	2%	91%
19 Grietas en parabrisas	12	1%	92%
20 Otros	88	8%	100%

Fuente: Elaboración propia

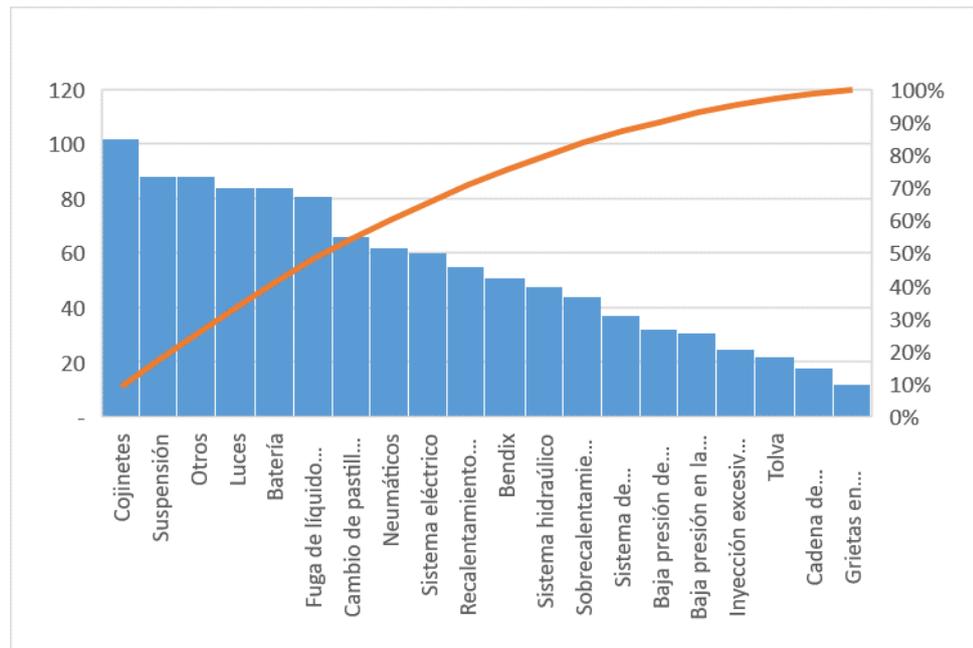


Figura 2. Diagrama de Pareto de fallas recurrentes

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el año pasado el área logística perdió 533 horas en estas tareas, restando disponibilidad de hacer 22 viajes. Considerando que los camiones tienen presupuestado viajar diariamente, el impacto económico negativo fue:

Ecuación 1. Impacto económico

$$\frac{533 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} \times S/489.57 = S/10,873$$

Además de los viajes perdidos por atraso en las entregas, fallas mecánicas en sus unidades, sobre todo en las más antiguas, debidas a un insuficiente mantenimiento preventivo, ocasionaron que se frustrasen 358 viajes durante el año, por falta de disponibilidad.

En la siguiente tabla, ponderaremos el margen de utilidad promedio, multiplicando el margen de utilidad en el flete a cada ciudad por su porcentaje de participación. Este dato nos permitirá determinar el lucro cesante de los viajes perdidos.

Tabla 5. *Utilidad por Flete promedio ponderado*

Lima - Trujillo o viceversa	32% S/	394.91 S/	126.80
Lima -Chimbote o viceversa	29% S/	316.97 S/	92.62
Lima Chiclayo o viceversa	18% S/	505.45 S/	91.38
Lima- Piura o viceversa	21% S/	868.19 S/	178.76
		S/	489.57

Fuente: Elaboración propia

Con el dato obtenido en el cuadro anterior, determinamos que el lucro cesante por los viajes perdidos por falta de disponibilidad de los camiones, debida a fallas mecánicas sería, S/175,266.

Según Volvo Trucks de España (s.f.), la forma más rápida y sencilla de aumentar los beneficios de las empresas de transporte, consiste en cambiar los hábitos de conducción. Al cambiar su forma de acelerar y frenar el camión y utilizar sus funciones, podrá ahorrar hasta un 10 % de combustible, de forma inmediata. Al aumentar la seguridad, evitar accidentes y reducir el desgaste, ahorrará incluso más tiempo y dinero.

Para dicho fin, ofrece cursos de capacitación para los choferes, para que dominen las funciones y los servicios del camión de la mejor manera posible, además de ampliar sus conocimientos sobre el sector, todo ello para ayudarles a conducir el vehículo con un menor consumo de combustible y de un modo más seguro e inteligente, lo que aumentará su productividad.

En promedio, los tráileres de la empresa tienen un rendimiento de Diesel de 8 Km/galón. El precio del combustible es S/12 por galón. De acuerdo al número de viajes y sus diferentes destinos, el consumo del año pasado fue:

Tabla 6. *Consumo de combustible diésel*

Ruta	Distancia	Km/galón	Costo/galón	Galón/Km	Viajes	Costo total	
Lima -Chimbote*	403	8	S/	12	0.125	931	S/ 562,790
Lima - Trujillo*	560	8	S/	12	0.125	1023	S/ 859,320
Lima - Chiclayo*	763	8	S/	12	0.125	576	S/ 659,232
Lima - Piura*	973	8	S/	12	0.125	656	S/ 957,432
						S/ 3,038,774	

* o *viveversa*

Fuente: Elaboración propia.

Luego de consultar al gerente de la empresa, se considera que al ofrecimiento de Volvo se llegará de manera progresiva, en tanto los choferes vayan mejorando paulatinamente sus hábitos de manejo. Para este primer año se asume que el ahorro será de 5%.

Consecuentemente, habiéndose consumido el año pasado S/3'038,774 en combustible diésel, el ahorro potencial sería S/151,939.

1.1.1 Antecedentes de la Investigación

1.1.1.1 Antecedente internacional

Valdivieso, J. (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. (tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.*

Después de análisis, en lo que se refiere al mantenimiento que se realiza en la empresa, se ha llegado a la conclusión de que no esta no se realiza un mantenimiento preventivo, como se debería, sino todo lo contrario, en un 90 % se realiza mantenimiento correctivo. Se ha podido determinar también la relación directa que existe entre la calidad de los productos con el estado de la maquinaria.

Para la elaboración del plan de mantenimiento se recomienda tomar en cuenta la información que tenga la empresa sobre las tareas de mantenimiento y las especificaciones técnicas para cada elemento.

Moreno, R. (2009). *Diseño de un plan de mantenimiento de una flota de tractocamiones en base a los requerimientos en su contexto operacional (doctoral dissertation). Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

El autor plantea el diseño de estrategias de un plan de mantenimiento de una flota de tracto camiones bajo los requerimientos en su contexto operacional en donde parte de un diagnóstico de la situación actuales del tracto camiones verificando su estado y comportamiento durante su

operación. Se aplicó una filosofía de Mantenimiento centrada en la confiabilidad, lo cual influyó de manera positiva en la eliminación de actividades preventivas innecesarias en el transporte.

1.1.1.2 Antecedente Nacional

Campos, M; Ricra, R. (2017). *Impacto de la programación lineal con el uso de Solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la mina Lagunas Norte, La Libertad 2017* (tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Se ha demostrado que hay un impacto positivo en base a los resultados obtenidos, que efectivamente a través de la aplicación de la programación lineal con el uso de Solver, se ha optimizado un 12,35% del costo total del proceso de carguío-acarreo de minerales en la mina Lagunas Norte, la Libertad.

Ricaldi, M. (2013) *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento* (tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Estas demoras se deben principalmente a dos razones, las cuales generan un poco más del 80% del total de las demoras. En primer lugar, el 54% de las demoras se deben por la ocurrencia de desperfectos mecánicos en los camiones, lo que genera paradas y, por ende, indisponibilidad de los mismos para desarrollar mayor número de viajes. En segundo lugar, el 29% de las demoras se debe a las

intervenciones policiales, lo que obliga a los conductores a detenerse y, por ende, a presentar mayores tiempos de viaje.

1.1.1.3 Antecedente Local

Zavaleta, M. (2016) *Actividades de mantenimiento dirigidas a los neumáticos de la flota de camiones KOMATSU 730E en la empresa minera Barrick Misquichilca S.A.- Lagunas Norte (tesis de grado)*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Incluir en el plan semanal de mantenimiento, las observaciones encontradas en los neumáticos durante las inspecciones, ayuda a reducir la parada de los equipos por trabajos exclusivos de enllante. Esto significa una reducción del impacto a la disponibilidad de la flota de aproximadamente 13,84% por cada trabajo de enllante.

Olivares, F. & Tam, C. *Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Transportes Rodrigo Carranza S.A.C. (tesis de grado)*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

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

A. Mantenimiento

Mantenimiento es la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen o se restablece a un estado en el que puede realizar funciones designadas y su objetivo principal es asegurar la disponibilidad de las máquinas y recursos necesarios para lograr con éxito las labores desarrolladas en una organización. (Sierra, 2004)

Entre los objetivos del mantenimiento se encuentran:

- Reducir, evitar y solo en determinados casos reparar fallas.
- Reducir el porcentaje de gravedad o importancia de los daños causados por aquellos daños que no se lograron evitar.
- Evitar retrasos inútiles y paradas de máquinas.
- Aumentar la vida útil de los activos.
- Evitar accidentes e incidentes aumentando la seguridad para quienes operan las máquinas y el proceso de producción.

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

La norma francesa AFNOR X 60-010 define el mantenimiento como un conjunto de actividades destinadas a mantener o a establecer un bien en un estado o en unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento,

para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión. Es decir, todo sistema funcional en cualquier proceso productivo tiende a deteriorarse de una forma puntual o progresiva, el mantenimiento se encarga pues de restablecer las condiciones iniciales del mismo, es decir, que una máquina o instalación cumpla correctamente las funciones para las cuales fueron diseñadas, de la manera más eficiente y económica posible.

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 AMFE

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo de un producto o servicio que permite de una forma sistemática, asegurar que han sido tomado en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles, con lo que se pretende identificar acciones que reduzcan o eliminen las probabilidades de falla y documentar los hallazgos del análisis.

En este método se calculará el IPR (Índice de Prioridad de Riesgo) de manera similar al método de William Fine, para priorizar las causas sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de falla, basándose en el producto de tres componentes:

- Eficacia de los controles actuales (D)
- Frecuencia con que la falla puede ocurrir (G)
- Consecuencias debido a las fallas (F)

$$IPR = D \times G \times F$$

Con este método se pretende establecer un programa de control preventivo sobre los camiones canasta para así precautelar estos bienes y la integridad de los colaboradores de la institución.

De acuerdo a la norma técnica NTP 679 del INSHT (2004), se adjuntan las tablas valorativas para cada variable que compone el índice de prioridad de riesgo (IPR).

TABLA N° 11
*VARIABLES PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE
PRIORIDAD DE RIESGO (IPR)*

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja. Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja. Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada. Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estados de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja. Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: NTP679-IN SHT

Para realizar el AMFE, es necesario conformar un equipo de trabajo que, valiéndose de la experiencia de cada uno de sus integrantes, elabore la matriz de decisiones teniendo en cuenta:

Los componentes y sistemas de seguridad que conforman el equipo, así como su respectivo funcionamiento. Niveles de riesgo ante determinadas operaciones y los efectos en el desempeño del equipo de trabajo.

B. Logística

Para Mora (2010), la logística consiste en planificar y poner en marcha las actividades necesarias para llevar a cabo cualquier proyecto.

Desde el punto de vista empresarial, la logística se refiere a la forma de organización que adoptan las empresas en lo referente al aprovisionamiento de materiales, producción, almacén y distribución de productos.

Funciones de la logística.

En todo proceso logístico existen cuatro funciones básicas relacionadas al buen desempeño de un plan logístico, como afirma Abraham (2005).

- a) La gestión del tráfico transporte se ocupa del movimiento físico de los materiales.
- b) La gestión del inventario conlleva la responsabilidad de la calidad y surtido de materiales de que se ha de disponer para cubrir las necesidades de producción y demanda de los clientes.

- c) La gestión de la estructura de la planta consiste en una planificación estratégica del número, ubicación, tipo y tamaño de las instalaciones de distribución. (Almacén, centros de distribución e incluso de las plantas).
- d) La gestión de almacenamiento y manipulación de materiales se ocupa de la utilización eficaz del terreno destinado a inventario y de los medios manuales mecánicos y o automatizados para la manipulación física de los materiales.

Gestión de Compras

La gestión de compras inicia con el conocimiento claro de la cultura corporativa de la empresa compradora, definida en la misión, visión y valores.

Lo anterior, atendiendo al fin concreto de la gestión de compras consistente en cubrir las necesidades de la empresa con elementos exteriores a la misma, “maximizando el valor del dinero invertido” (criterio económico), pero este objetivo de corto plazo debe ser compatible con la contribución de compras en “armonía” con el resto de los Departamentos, bien sea coyunturales (mejora de las utilidades) o estratégicos (mejora de la posición competitiva).

Gestión de Inventarios.

Para Debitoor (s.f.) la gestión de inventarios se incluye dentro de la rama de la contabilidad de costes y se define como la administración adecuada del registro, compra, salida de inventario dentro de la empresa. Una empresa suele mantener un número mínimo de stock

para hacer frente a aumentos de demanda, de la misma forma que también tiene que disponer del material necesario para continuar con la producción y que no se produzca ninguna pausa en la actividad. Pueden existir distintos tipos de inventarios como de materias primas, productos terminados, etc.

C. Planificación y control de la producción (PCP)

El planeamiento y control de la producción, es la actividad que permite coordinar y conducir todas las operaciones de un proceso productivo, con el objetivo de cumplir con los compromisos asumidos, con los clientes de la empresa.

Un Sistema PCP permite administrar eficientemente el abastecimiento de materiales u la coordinación con los proveedores la programación y lanzamiento de la fabricación, el manejo del personal y la utilización de la capacidad instalada, el manejo y control de los inventarios de materias primas y productos terminados, y suministra además la información necesaria para poder coordinar las necesidades de los clientes de la empresa.

El Sistema de Planificación y Control de la producción importa la realización de las siguientes tareas básicas:

- Planificar las necesidades de capacidad y prever la disponibilidad para seguir los cambios del mercado.
- Planificar que los materiales se reciban a tiempo y en la cantidad correcta que se necesita para la producción.

- Asegurar la utilización apropiada de los equipos y las instalaciones.
- Mantener inventarios apropiados de materia prima, productos en procesos y productos terminados.
- Controlar que la producción se realice dentro de los estándares de tiempo previsto y con la mejor eficiencia posible.
- Realizar el seguimiento al material, personal, pedidos de clientes, equipos y otros recursos de fábrica.
- Comunicarse con los clientes y proveedores para tratar sobre los aspectos específicos y las relaciones a largo plazo.
- Proporcionar información a otras áreas de la empresa sobre los aspectos económicos y financieros de las actividades de la fabricación. (Rojas, 2013)

El sistema PCP permite gestionar adecuadamente los procesos de la organización, este sistema está integrado por subsistemas que interactúan de 15 manera ordenada para conseguir el objetivo que es mejorar y optimizar la productividad de la organización.

“Son sistemas integrados cuya finalidad es administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, equipo y responder a los requerimientos de los clientes utilizando la capacidad de los proveedores, de las instalaciones internas y la de los propios clientes para cumplir la demanda del cliente” (Vollmann, 2005)

D. Ruteo de Transportes

El ruteo de transportes se presenta en la práctica en aéreas de logística como transporte y distribución de mercaderías, cumpliendo con

ciertas restricciones horarias en función de vehículos disponibles (Bakarcic, 2012)

Los pasos a seguir para el ruteo pueden variar de una empresa a otra, pero en su mayoría son los siguientes pasos u procedimientos que siguen:

- Reconocimiento de ruta para evaluación.
- Revisión de itinerarios llevados a cabo.
- Toma de tiempos de todos los procesos llevados a cabo durante la ruta y orden de entrega de clientes.
- Recopilación y consolidación de información en formato desarrollado para seguimientos de ruta.
- Revisión de restricción de tiempo para las entregas y capacidad del vehículo (Pérez, 2013).

Dentro de un sistema de producción, el problema de gestión del transporte (planeación y enrutamiento) es importante tanto al momento del diseño (determinación del número de vehículos) como durante toda la vida productiva del mismo (gestión y optimización global). Al momento de decidir la distribución en planta, las reglas de planeación del transporte de materiales, al igual que el enrutamiento de los vehículos, deben ayudar al sistema de control a tomar decisiones de forma dinámica. De otra parte, durante la vida útil de la fábrica, el sistema de gestión del transporte debe igualmente contribuir a la optimización de los índices globales de evaluación del sistema (Daza, 2009).

E. Herramienta SOLVER

Solver es parte de una serie de comandos a veces denominados herramientas de análisis y si (análisis Y si: proceso de cambio de los valores de celdas para ver cómo afectan esos cambios al resultado de fórmulas de la hoja de cálculo. Por ejemplo, variar la tasa de interés que se utiliza en una tabla de amortización para determinar el importe de los pagos.). Con Solver, puede buscarse el valor óptimo para una fórmula (fórmula: secuencia de valores, referencias de celda, nombres, funciones u operadores de una celda que producen juntos un valor nuevo.

Una fórmula comienza siempre con el signo igual (=). De celda, denominada celda objetivo, en una hoja de cálculo. Solver funciona en un grupo de celdas que estén relacionadas, directa o indirectamente, con la fórmula de la celda objetivo.

Solver ajusta los valores en las celdas cambiantes que se especifiquen, denominadas celdas ajustables, para generar el resultado especificado en la fórmula de la celda objetivo.

Pueden aplicarse restricciones (restricciones: limitaciones aplicadas a un problema de Solver. Puede aplicar restricciones a celdas ajustables, la celda de destino u otras celdas que estén directa o indirectamente relacionadas con la celda de destino.) Para restringir los valores que puede utilizar Solver en el modelo y las restricciones pueden hacer referencia a otras celdas a las que afecte la fórmula de la celda objetivo.

Utilice Solver para determinar el valor máximo o mínimo de una celda cambiando otras celdas, por ejemplo, puede cambiar el importe del presupuesto previsto para publicidad y ver el efecto sobre el margen de beneficio.

Generalidades de Solver

Según Eppen al. (2010) da a conocer sobre la herramienta llamada Solver en la que cuenta que: “Es un paquete agregado para Excel que optimiza numéricamente los modelos sujetos a restricciones, como los modelos de PL. Solver emplea una técnica llamada algoritmo matemático de programación, con la cual encuentra las decisiones óptimas para un modelo determinado en una hoja de cálculo. Los algoritmos son sencillamente rutinas escritas en código de computadora que aplican en forma iterativa una receta, con la cual logra hallar las decisiones óptimas (2.44pm).”

Solver es una herramienta que ayuda a resolver ecuaciones financieras que se presenten además nos sirve para la toma de decisiones las cuales son básicas para la implantación de algún problema financiero que se puede presentar a futuro en cualquier empresa.

El paquete suplementario Solver consiste esencialmente en dos programas:

- El primero es un programa de Visual Basic para Excel que traduce el modelo de la hoja de cálculo en una representación interna utilizada por el segundo programa
- Que reside en la memoria como módulo de software independientemente, fuera de Excel, realiza la optimización y devuelve la solución al primero, para que actualice la hoja de cálculo. Ambos se comunican mediante la interfaz de programación para aplicaciones de Microsoft.

Descripción de SOLVER

Cargar el Complemento SOLVER

El complemento SOLVER es un programa de complemento de Microsoft Office Excel que está disponible cuando se instala Microsoft Office o Excel, para usar el complemento Solver, sin embargo, primero debe cargarlo en Excel.

1. En Excel Professional Plus 2016 Ir archivo > opciones
2. Haga clic en Complementos y, en el cuadro Administrar, seleccione Complementos de Excel.
3. Haga clic en Ir.
4. En el cuadro Complementos disponibles, active la casilla Solver y, a continuación, haga clic en Aceptar.
 - a. Sugerencia Si el complemento Solver no aparece en el cuadro Complementos disponibles, haga clic en Examinar para buscar el complemento.
 - b. Si se le indica que el complemento Solver no está actualmente instalado en su equipo, haga clic en Sí para instalarlo.
5. Una vez cargado el complemento Solver, el comando Solver está disponible en el grupo análisis de la ficha datos.

Solver: Es un programa complementario de Microsoft Excel que se utiliza para resolver problemas de Optimización. Se usa para encontrar un valor óptimo (máximo o mínimo) para una fórmula en una celda - llamada célula objetivo - sujeta a restricciones o límites, sobre los valores de otras celdas de fórmula de una hoja de cálculo. (Microsoft Corporation© 2017).

Programación Lineal Solver

Conceptos Básicos

Investigación Operativa

La Investigación de Operaciones, o Investigación Operativa, es una rama de las matemáticas consistente en el uso de modelos matemáticos, estadística y algoritmos con el objeto de realizar un proceso de toma de decisiones. Frecuentemente, trata el estudio de complejos sistemas reales, con la finalidad de mejorar (u optimizar) el funcionamiento del mismo. La investigación de operaciones permite el análisis de la toma de decisiones, teniendo en cuenta la escasez de recursos, para determinar cómo se pueden maximizar o minimizar los mismos.

Programación Lineal

La programación lineal es un procedimiento o algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de ecuaciones lineales, optimizando la función objetivo, también lineal.

La programación lineal consiste en optimizar (minimizar o maximizar) una función lineal, que denominaremos función objetivo, de tal forma que las variables de dicha función estén sujetas a una serie de restricciones que expresamos mediante un sistema de inecuaciones lineales.

Las variables son números reales mayores o iguales a cero. En caso que se requiera que el valor resultante de las variables sea un número entero, el procedimiento de resolución se denomina Programación Entera. Este es el tipo de programación que se utilizará para resolver la problemática que nos compete, ya que la solución será “cantidad de chapas” a cortar de determinada manera, y las chapas son una variable de tipo entera.

Excel Solver

La opción Solver de EXCEL1 sirve para resolver problemas de optimización lineal y no lineal; también se pueden indicar restricciones enteras sobre las variables de decisión. Con Solver es posible resolver problemas que tengan hasta 200 variables de decisión, 100 restricciones explícitas y 400 simples (cotas superior e inferior o restricciones enteras sobre las variables de Optimización de Chapa y Metodología de Trabajo decisión).

Descripción del Programa

Variables

Las variables que se contemplarán son:

XA: cantidad de recortes de 1284 x 284 mm reutilizados para obtener C2

XB: cantidad de recortes de 1284 x 284 mm reutilizados para obtener L

X1: cantidad de chapas con configuración de corte N° 1

X2: cantidad de chapas con configuración de corte N° 2

X4: cantidad de chapas con configuración de corte N° 4

X9: cantidad de chapas con configuración de corte N° 9

Restricciones

Las restricciones a considerar son:

$XA, XB, X1, X2, X4, X9 \geq 0$ (todas las variables son positivas o cero)

$XB + 19.X1 + 16.X2 + 8.X4 =$ cantidad requerida del desarrollo L

$2.XA + 3.X1 + 9.X2 + 27.X4 + 44.X9 =$ cantidad requerida del desarrollo

C

$XA + XB =$ cantidad de desarrollos SDSA300213

XA, XB, X1, X2, X4, X9: variables enteras.

Función Objetivo

Lo que se busca con la función objetivo es minimizar la pérdida de dinero por parte de la empresa. Para eso, deberán tenerse en cuenta:

- Scrap producido por cada tipo de configuración transformado a \$
- HH4 utilizadas para realizar los cortes de guillotina transformadas a \$

Ventajas de Solver

- Es una herramienta para resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos.
- Busca el valor óptimo para una celda, denominada celda objetivo.
- Cambia los valores de un grupo de celdas, denominadas celdas cambiantes, y que estén relacionadas, directa o indirectamente, con la fórmula de la celda objetivo.
- Se puede agregar restricciones.
- También puede especificar que los valores sean enteros.
- Solver ajustará los valores de las celdas cambiantes. Para generar el resultado especificado en la fórmula de la celda objetivo.

Importancia de Solver

Es sumamente importante ya que nos ayuda a resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos con Solver, se puede buscar el valor óptimo para una celda, además de encontrar la optimización lineal y no lineal también se puede indicar restricciones enteras sobre las variables de decisión, en la finanza su aplicación es esencial para la toma de decisiones.

Para la presente investigación estudiaremos a fondo la herramienta Solver en Excel 2010, que es un programa muy utilizado por las diferentes instituciones debido a su gran aportación que este brinda.

F. Modelo de lote económico

a. Cantidad económica de pedido (EOQ)

El lote económico de compra fue planteado por F.W. Harris en 1915 y posteriormente fue difundido por un consultor de apellido Wilson, es así que tuvo una aceptación importante en la industria al igual que las variantes relacionadas a esta.

Para calcular el EOQ se utiliza la siguiente expresión:

$$Q * = \sqrt{2DS H}$$

Donde:

D = Demanda anual

S = Costo de pedir o preparar un lote (S/. /lote)

H = Costo de mantener una unidad en inventario.

Dicha expresión deriva de un análisis de minimización de los costos anuales de hacer pedidos (S) y de manejo de inventario (H), es decir el EOQ es el tamaño del lote que minimiza dichos costos (la suma de ambos es el costo total).

Según, Krajewski (2012) El modelo EOQ (Economic Order Quantity) se destaca por ser un modelo robusto debido a que este proporciona respuestas satisfactorias aún con variaciones sustanciales en los parámetros. En la práctica la determinación exacta de los costos de preparación y manejo son difíciles, por lo que un modelo robusto es ventajoso. El costo total del EOQ cambia poco en las cercanías del

mínimo, lo que significa que los costos de preparación, de manejo, la demanda y aún el EOQ representan pequeñas diferencias en el costo total. El método EOQ como modelo matemático está en capacidad de determinar:

- El momento en el cual se debe colocar un pedido o iniciar una corrida de producción, este está generalmente dado en unidades en inventario (por lo cual en el momento en que el inventario (físico y en tránsito) alcance un número de unidades específico "R" se debe de ordenar o correr la producción).
- La cantidad de unidades (Tamaño del pedido) que se pedirán "Q".
- El Costo Anual por ordenar (el cual será igual al costo anual por mantener).
- El costo Anual por mantener (el cual será igual al costo anual por ordenar).
- El costo Anual total (TRC, Costo Total Relevante, el cual será la sumatoria de los dos costos anteriores).
- El número de órdenes o corridas que se deben colocar o iniciar respectivamente al año (N).
- El tiempo entre cada orden o corrida de producción (T).
- El periodo de consumo en días.

El modelo de cantidad fija EOQ parte de varios supuestos que a su vez identifican sus desventajas como modelo certero, estos supuestos son.

- Un solo ítem.
- Demanda constante, exacta y conocida.
- Los ítems se producen o se compran en lotes.

- Cada orden u orden se recibe en un solo envío.
- No se permiten inexistencias (quiebre de stock).
- El costo fijo de emitir una orden o de alistamiento es constante y determinístico.
- El lead time (tiempo de carga) del proveedor es constante y determinístico.
- No existen descuentos por volumen de pedido (para este caso existe unos modelos especiales el cual se presenta más adelante).

Las variables que considera el modelo EOQ son:

- "D" = Demanda anual, dada en unidades por año.
- "S" = Costo de ordenar o alistar, dado en unidades monetarias por unidad
- "C" = Costo del ítem, dado en unidades monetarias por unidad
- "i" = Tasa anual de mantenimiento, dada en unidades porcentuales - "H" = Costo anual de mantenimiento, dado en unidades monetarias por año.
- "Q" = Tamaño del lote, en unidades
- "R" = Punto de nueva orden o corrida, dada en unidades
- "N" = Número de órdenes o corridas al año
- "T" = Tiempo entre cada orden
- "TRC" = Costo total anual o Costo total relevante
- La fórmula de EOQ más conocida es el Modelo de Wilson, desarrollado en 1913. Esta fórmula se vale de las siguientes suposiciones: (Wilson, 1926)
- El coste de pedido es plano.

- La tasa de la demanda es conocida, y se distribuye regularmente a lo largo del año.
- El tiempo de entrega es fijo.
- El precio de compra de la unidad es constante, es decir, no hay descuentos disponibles.

Heizer, (2014) El modelo de la cantidad económica a ordenar (EOQ) es una de las técnicas más usadas para el control de inventarios. Esta técnica es muy fácil de usar y se basa en varios supuestos:

- La demanda de un artículo es conocida, demasiado constante e independiente de las decisiones para otros artículos.
- El tiempo de entrega (es decir, el tiempo entre hacer el pedido y recibirlo) se conoce y es consistente.
- La recepción del inventario es instantánea y completa. En otras palabras, el inventario de un pedido llega en un lote al mismo tiempo.
- Los únicos costos variables son el costo de preparar o hacer un pedido (costo de preparación y el costo de mantener o almacenar el inventario a través del tiempo (costo de mantener o llevar).
- Los faltantes (inexistencias) se evitan por completo si las ordenes se colocan en el momento correcto.

G. INVENTARIOS

a) Definición de inventarios.

Relación ordenada de bienes y existencias de una entidad o empresa, a una fecha determinada. Contablemente es una cuenta de activo circulante que representa el valor de las mercancías existentes en un almacén. En términos generales, es la relación o lista de los bienes materiales y derechos pertenecientes a una

persona o comunidad, hecha con orden y claridad. En contabilidad, el inventario es una relación detallada de las existencias materiales comprendidas en el activo, la cual debe mostrar el número de unidades en existencia, la descripción de los artículos, los precios unitarios, el importe de cada renglón, las sumas parciales por grupos y clasificaciones y el total del inventario. (BURT, 2008)

b) Tipos de inventario

- **Inventario Perpetuo:** El sistema perpetuo ofrece un alto grado de control, porque los registros de inventario están siempre actualizados.
- **Inventario Final:** Es aquel que se realiza al cierre del ejercicio económico, generalmente al finalizar un periodo, y sirve para determinar una nueva situación patrimonial
- **Inventario Inicial:** Es el que se realiza al iniciar las actividades.
- **Inventario Físico:** Es el inventario real. Es contar, pesar o medir y anotar todas y cada una de las diferentes clases de bienes (mercancías), que se hallen en existencia en la fecha del inventario, se realiza como una lista detallada y valorada de las existencias.
- **Inventario Máximo:** Debido al enfoque de control de masas empleado, existe el riesgo que el nivel del inventario pueda llegar demasiado alto para algunos artículos. Por lo tanto, se establece un nivel de inventario máximo. Se mide en meses de demanda pronosticada.
- **Inventario Mínimo:** Es la cantidad mínima de inventario a ser mantenida en el almacén.
- **Inventario Disponible:** Es aquel que se encuentra disponible para la producción o venta.

- Inventario Permanente: Método seguido en el funcionamiento de algunas cuentas, en general representativas de existencias, cuyo saldo ha de coincidir en cualquier momento con el valor de los stocks. (BURT, 2008)

c) Control de inventarios.

Su objetivo primordial es determinar el nivel más económico de inventarios. Un buen control de inventarios permite:

- Disponer de cantidades adecuadas de artículos para la venta.
- Evitar pérdidas en las ventas.
- Evitar perdida innecesaria por deterioro u obsolescencia, o por exceso de artículos almacenados.
- Reducir los costos en mantenimiento de inventarios. Por lo consiguiente, el control de inventarios se encarga de regular en forma óptima las existencias en los almacenes

d) Métodos para control de inventarios.

El objetivo de los métodos de control de inventarios es determinar el nivel más económico de inventarios en cuanto a materia prima, productos en proceso y producto terminado; los objetivos de un buen servicio al cliente y de una buena producción eficiente deben ser satisfechos manteniendo los inventarios en un nivel mínimo.

- a. Método de control de inventarios ABC. El método de control de inventarios ABC (por sus siglas en inglés Activity Based Costing es decir, costeo basado en actividades), es una herramienta que permite realizar la relación entre los productos o insumos, su precio unitario y la demanda; con el fin de determinar el valor de los artículos para priorizarlos de forma descendente, optimizando así

la administración de los recursos de inventario y logrando mejorar la toma de decisiones. (ECKLES, 2008)

- La aplicación del inventario ABC en una empresa se empieza por la clasificación en grupos de artículos así:
- Los artículos "A" que son aquellos en los que la empresa tiene la mayor inversión, estos representan aproximadamente el 20% de los artículos del inventario que absorben el 90% de la inversión. Estos son los más costosos o los que rotan más lentamente en el inventario. Es importante evitar mantener inventarios altos de estos artículos.
- Los artículos "B" son aquellos que les corresponde la inversión siguiente en términos de costo. Consisten en el 30% de los artículos que requieren el 8% de la inversión. Es necesario aplicar un nivel de control administrativo medio.
- Los artículos "C" son aquellos que normalmente en un gran número de artículos correspondientes a la inversión más pequeña. Consiste aproximadamente el 50% de todos los artículos del inventario, pero solo el 2% de la inversión de la empresa en inventario. Es importante asignar menos recursos para el manejo de estos artículos.
- Los principales beneficios de la aplicación de los inventarios ABC son:
 - La participación monetaria de cada artículo en el valor total del inventario, logrando así la determinación exacta de dónde se originan los costos de almacenaje.
 - Lograr optimizar los pedidos de los consumidores finales.
 - Determinar el inventario óptimo de los artículos en el área de almacenaje.
 - Obtener los costos de manejo y sus componentes.
 - Eliminar costos innecesarios o minimizarlos al máximo.

b. Pronóstico de venta

El pronóstico es la estimación anticipada de la demanda de un producto, lo cual es una herramienta muy útil para determinar la cantidad exacta a solicitar de materiales y el tiempo exacto para solicitar estos. Existen dos métodos para pronosticar, método cualitativo se utiliza cuando los datos son es casos, como es el caso del lanzamiento de un nuevo producto, y, el método cuantitativo se utiliza para análisis de series de tiempo (análisis de tendencias), es básicamente encontrar un patrón del pasado o patrón total de los datos y proyectarlo al futuro.

H. CAPACITACIÓN

La capacitación, es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual el personal adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a aspectos de la organización, el puesto o el ambiente laboral. Como componente del proceso de desarrollo de los recursos humanos, la capacitación implica, por un lado, una sucesión definida de condiciones y etapas orientadas a lograr la integración del colaborador a su puesto en la organización, el incremento y mantenimiento de su eficiencia, así como su progreso personal y laboral en la empresa. Y, por otro un conjunto de métodos técnicas y recursos para el desarrollo de los planes y la implantación de acciones específicas de la empresa para su normal desarrollo.

Fines del plan de capacitación:

- Mejorar la interacción entre los colaboradores y, con ello, a elevar el interés por el aseguramiento de la calidad en el servicio.

- Satisfacer más fácilmente requerimientos futuros de la empresa en materia de personal, sobre la base de la planeación de recursos humanos.
- Generar conductas positivas y mejoras en el clima de trabajo, la productividad y la calidad y, con ello, a elevar la moral de trabajo.
- La compensación indirecta, especialmente entre las administrativas, que tienden a considerar así la paga que asume la empresa por su participación en programas de capacitación.
- Mantener la salud física y mental en tanto ayuda a prevenir accidentes de trabajo, y un ambiente seguro lleva a actitudes y comportamientos más estables.
- Mantener al colaborador al día con los avances tecnológicos, lo que alienta la iniciativa y la creatividad y ayuda a prevenir la obsolescencia de la fuerza de trabajo.
-

Objetivos Generales:

- Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades que asuman en sus puestos.
- Brindar oportunidades de desarrollo personal en los cargos actuales y para otros puestos para los que el colaborador puede ser considerado.
- Modificar actitudes para contribuir a crear un clima de trabajo satisfactorio, incrementar la motivación del trabajador y hacerlo más receptivo a la supervisión y acciones de gestión.

Objetivos Específicos:

- Proporcionar orientación e información relativa a los objetivos de la Empresa, su organización, funcionamiento, normas y políticas.

- Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran la totalidad de requerimientos para el desempeño de puestos específicos.
- Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en áreas especializadas de actividad.
- Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo.
- Ayudar en la preparación de personal calificado, acorde con los planes, objetivos y requerimientos de la Empresa.
- Apoyar la continuidad y desarrollo institucional.

1.1.3. Definición de Términos

- **Avería.**

Es la incapacidad para realizar la función requerida debido a un estado interno. La avería de un elemento es el resultado de un fallo, bien del elemento mismo o de cualquier etapa precedente del ciclo de vida. (Gallego, J., 2014)

- **Eficiencia**

Es la capacidad de usar mejor los recursos productivos ociosos, es decir usar de mejor manera los factores de producción de bienes o ya sea de servicios. (Ricoy, CJ., 2015)

- **Eficacia.**

Capacidad de emplear de buena manera los recursos para resultados exactos dentro de un sistema de producción o servicios. (Ricoy, CJ., 2015)

- **Error**

La inexactitud cometida por culpa de no poder controlar adecuadamente la influencia de todas las variables presentes en un experimento. (Fernández, D., 2014)

- **Disponibilidad**

En el mantenimiento es un parámetro que limita la capacidad de producción, así como también la probabilidad de que una maquina o sistema esté preparado para la producción en un periodo de tiempo determinado. (García, E., 2016)

- **Falla**

Discontinuidad que se forma por rotura o desprendimiento de algún producto o servicio a lo largo del proceso de producción. (Fernández, D., 2014)

- **Gestión del Mantenimiento**

Son todas las actividades de gestión que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades, las realizan por medio de planificación del mantenimiento, control y supervisión del mantenimiento, mejora de los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos. (Arlandis, J., 2015)

- **Inventario**

Cantidad de recursos existentes para armonizar la oferta y la demanda en procesos de producción y servicios. El sistema de mantenimiento del inventario registra cada entrada o salida y calcula el nuevo valor resultante,

realizándose comprobaciones de las existencias mediante conteos físicos periódicos. (Zurita, C., 2011)

- **Costos de inventarios**

Costes relacionados con el almacenamiento y el mantenimiento del inventario durante un determinado período de tiempo. Generalmente, los costes de inventario se describen como un porcentaje del valor de inventario. (Zurita, C., 2011)

- **Logística**

Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución. (Fernández, C., 2010)

- **Mantenimiento**

Es la combinación de todas las acciones técnicas y de gestión destinada a mantener o restaurar un elemento en un estado que le permita funcionar como lo requerido. (Arlandis, J., 2015)

- **Mantenimiento predictivo**

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza. (Arlandis, J., 2015)

- **Mantenibilidad**

Resulta de la probabilidad de un equipo en estado fallido establezca una condición (mantenimiento) en un periodo plasmado usando los recursos determinados. (Miranda, J., 2001)

- **Proveedor**

Es una empresa o persona física que proporciona bienes o servicios a otras personas o empresas. Por su función existen tres tipos de proveedores para las empresas. (Fernández, C., 2010)

- **Reparación**

Arreglo o reposición de una pieza estropeada o mal hecha dentro de una maquina o equipo. (De la Fuente, D., 2005)

- **Pronóstico de ventas**

Un pronóstico de venta es la estimación o previsión de las ventas de un producto (bien o servicio) durante determinado período futuro.

Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento sobre la rentabilidad de Transportes y Servicios San Román S.A.C.?

1.2. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento sobre la rentabilidad de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de las áreas de mantenimiento y planeamiento de Transportes y Servicios San Román S.A.C.
- Identificar y proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial se puedan aplicar en las áreas de mantenimiento y planeamiento de Transportes y Servicios San Román S.A.C.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la Implementación de la propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento sobre la rentabilidad de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento incrementa la rentabilidad de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

1.5. Variables

1.5.1 Variable independiente

Propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento.

1.5.2 Variable dependiente

Rentabilidad de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

1.6. Operacionalización de Variables

Variables	Área	Descripción	Herramientas	Indicadores	Fórmula
INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO	Deficiente asignación de viajes	Solver	Utilidad	$\frac{\text{Utilidad anual}}{\text{Total viajes}}$
	PLANEAMIENTO				
	Alto consumo de combustible	Buenas prácticas	% de eficiencia en uso de combustible	$\frac{\text{Consumo real de combustible}}{\text{Consumo teórico}}$	
	MANTENIMIENTO	Viajes perdidos por baja disponibilidad	Plan de mantenimiento preventivo EOQ	% de Disponibilidad de los camiones	$\frac{\text{Viajes perdidos por falta de disponibilidad}}{\text{Total viajes efectuados}}$
DEPENDIENTE	RENTABILIDAD	Beneficio económico de la propuesta	Rentabilidad	Δ Rentabilidad	$\frac{\text{Utilidad}}{\text{Ventas netas}}$

Figura 3. Matriz de Operacionalización de variables de la problemática de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

Investigación Aplicada

2.1.2. Según el diseño de la investigación

Investigación pre-experimental

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Materiales:

- Hojas bond
- Lápices
- Lapiceros
- Laptop
- Calculadora

Instrumentos:

- Entrevistas
- Encuestas
- Estadística de viajes
- Historial de fallas técnicas

Métodos:

- a. De recolección de datos

Se ha utilizado el método de la observación directa en los procesos de mantenimiento y operaciones.

Además, se han hecho entrevistas al personal de mantenimiento, operaciones, almacén.

Para la elaboración del informe se ha hecho uso del método de investigación bibliográfica.

Se revisaron los procedimientos de viajes realizados y de los aspectos de mantenimiento que la afectan.

b. De análisis de datos.

Para analizar los datos se ha utilizado herramientas como Microsoft Office Excel. Con ella se ha podido aplicar ecuaciones y fórmulas necesarias para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

c. De contrastación de Hipótesis.

Se requiere el cálculo de indicadores para medir la influencia entre ambas variables.

2.3. Procedimiento

2.3.1. Descripción de la empresa.

Historia

Esta empresa de Transportes y Servicios San Román S.A.C, es una empresa familiar dedicada al sector transporte desde hace poco o más de 20 años de experiencia en sus inicios se llamó “TRANSPORTES ROMÁN.”, como nombre

comercial de una empresa natural, pasando a ser empresa jurídica en el año del 2008.

La Empresa de Transportes y Servicios San Román S.A.C, es una empresa totalmente identificada con el transporte de mercaderías en general. Sus principales clientes son CELIMA e ITICSA, a los cuales les da prioridad de sus servicios.

Misión

Ofrecer un servicio de transporte de carga pesada por carretera, que brinde seguridad y garantía, cumpliendo los tiempos de entrega; satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes.

Visión

Ser la empresa líder en transportes de carga por carretera en el norte del Perú, donde seamos reconocidos por brindar servicios de calidad.

2.3.2. Organigrama

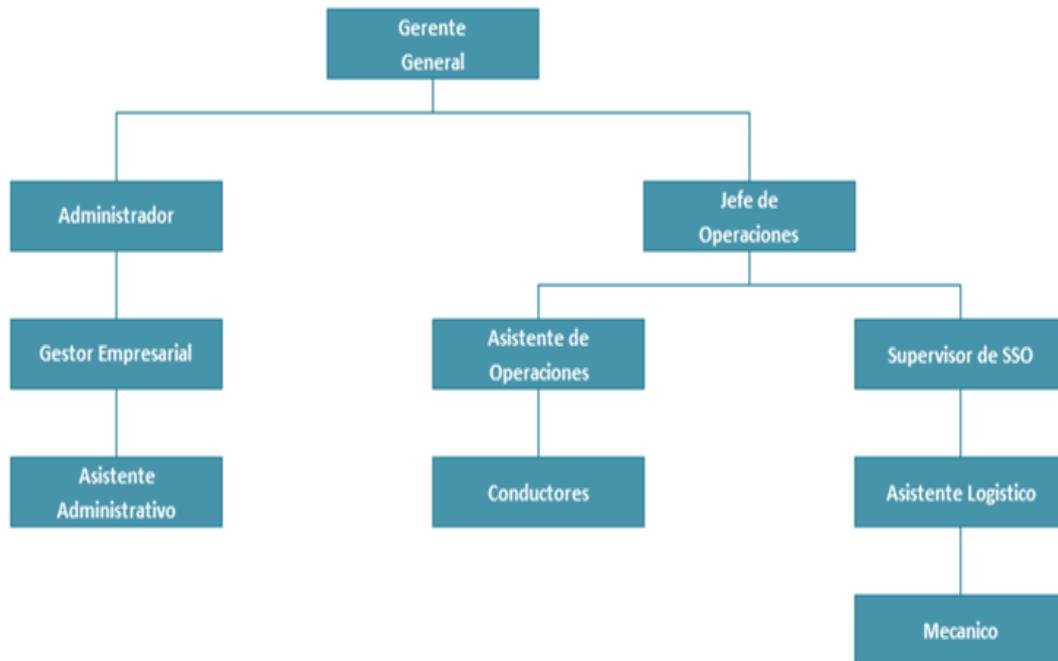


Figura 4. Organigrama de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

2.4. Diagnóstico de problemáticas principales

2.4.1. Diagrama Ishikawa:

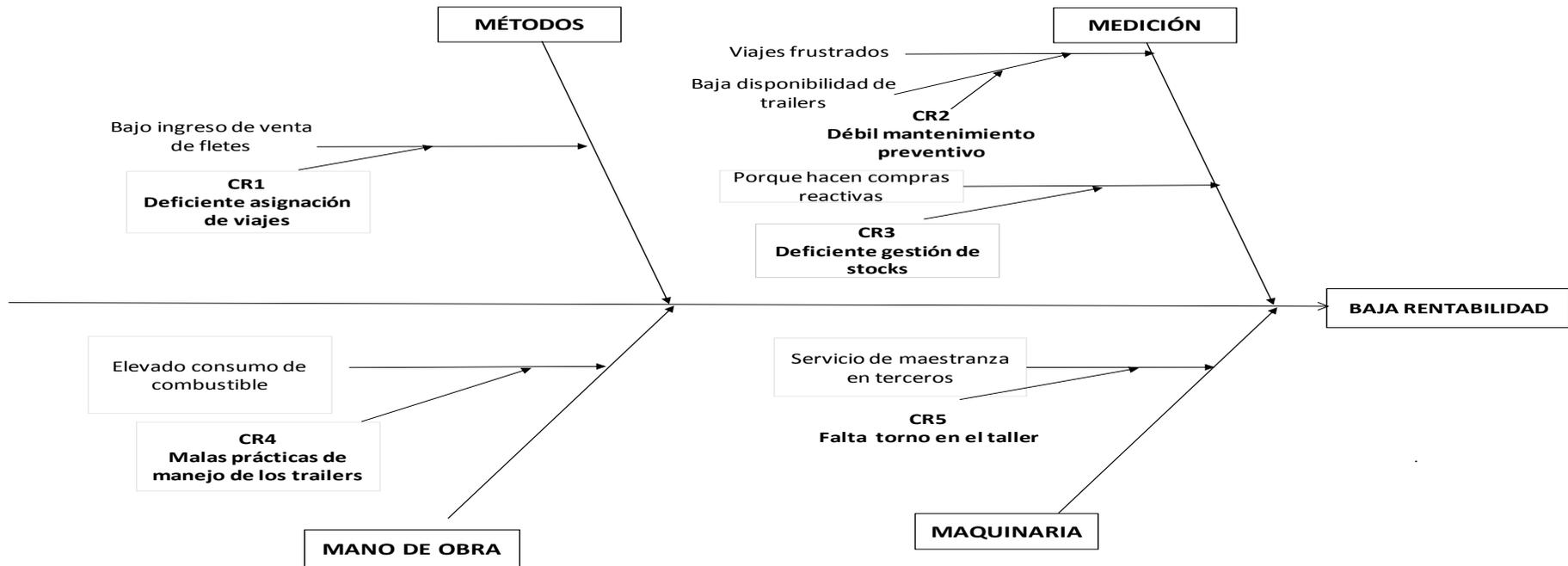


Figura 5. Diagrama de Ishikawa de la problemática de Transportes y Servicios San Román SAC

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de Ishikawa expone que la empresa actualmente se encuentra con una baja rentabilidad, posiblemente se deben a varias causas:

2.4.2. Diagrama Pareto

Se consultó a los directivos sobre sus prioridades al respecto, se procedió a ordenar la matriz de acuerdo a la prioridad otorgada, el resultado se expondrá a continuación en valores porcentuales. y obteniendo el siguiente Pareto

Tabla 7. *Matriz de priorización de las causas raíz*

		Gerente	Jefe de taller	Contador	Total	%	% acum
CR2	Débil mantenimiento preventivo	10	10	10	30	28%	28%
CR3	Deficiente gestión de stocks	10	10	9	29	27%	54%
CR1	Deficiente asignación de viajes	10	8	9	27	25%	79%
CR4	Malas prácticas de manejo	4	4	5	13	12%	91%
CR5	Falta un torno	3	4	3	10	9%	100%

Fuente: Elaboración propia

CR2	Débil mantenimiento preventivo	28%	28%
CR3	Deficiente gestión de stocks	27%	54%
CR1	Deficiente asignación de viajes	25%	79%
CR4	Malas prácticas de manejo	12%	91%
CR5	Falta un torno	9%	100%

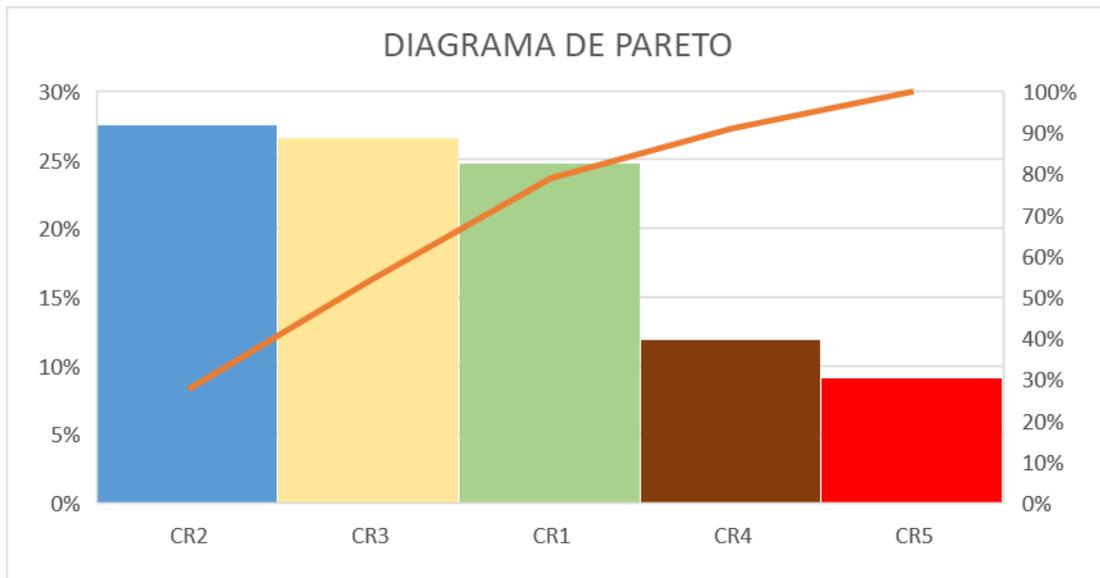


Figura 6. Diagrama de Pareto de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Pareto que selecciona hasta el 80 % las causas críticas que generan los costos operativos más significativos.

Se obtiene como resultado las siguientes causas críticas: CR2, CR3, CR1.

Las cuales se priorizarán para conseguir el objetivo de la investigación.

2.4.3. Matriz de Indicadores de la Propuesta de mejora

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR2	Débil mantenimiento preventivo	Viajes perdidos por mantenimiento	N° Viajes perdidos por mantenimiento deficiente/N° Viajes totales	11.24%	S/. 175,266	1%	S/. 15,598	S/. 159,668	Gestión de Mantenimiento	Mantenimiento Autónomo Mantenimiento Preventivo	Kit de herramientas por camión S/18,000 Computadora (1) S/ 4,000 Capacitación S/ 12,000 Remodelación taller S/50,000
CR1	Deficiente asignación de viajes	Utilidad promedio por viaje	Utilidad perdida por mala asignación /Utilidad total	5.09%	S/. 79,468	1.00%	S/. 15,598	S/. 63,870	Optimización	Solver	Capacitación S/5,000
CR3	Deficiente gestión de stocks	Viajes perdidos por falta de repuestos	N° Viajes perdidos por falta de repuestos/N° Viajes totales	1.58%	S/. 24,665	0.1%	S/. 5,077	S/. 27,342	Gestión de Inventarios	EOQ	Capacitación S/3,000 Compra de racks S/ 45,000
		Compras reactivas	$\frac{\text{Compras reactivas}}{\text{Total compras}}$	0.70%	S/ 10,873	0.20%	S/ 3,120				

Figura 7. Matriz de indicadores de la mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Descripción de Causas

CR2 Débil mantenimiento preventivo

Transportes y Servicios San Román S.A.C. no practica un adecuado mantenimiento preventivo de sus unidades; que se ve reflejado en la baja disponibilidad de las mismas.

El año 2018 se perdieron 358 viajes por fallas mecánicas. La utilidad promedio por viaje es S/ 489.57. Por lo tanto, la empresa se perjudicó con S/ 175,266.

A continuación, mostramos un listado con las fallas más recurrentes en las unidades de la empresa.

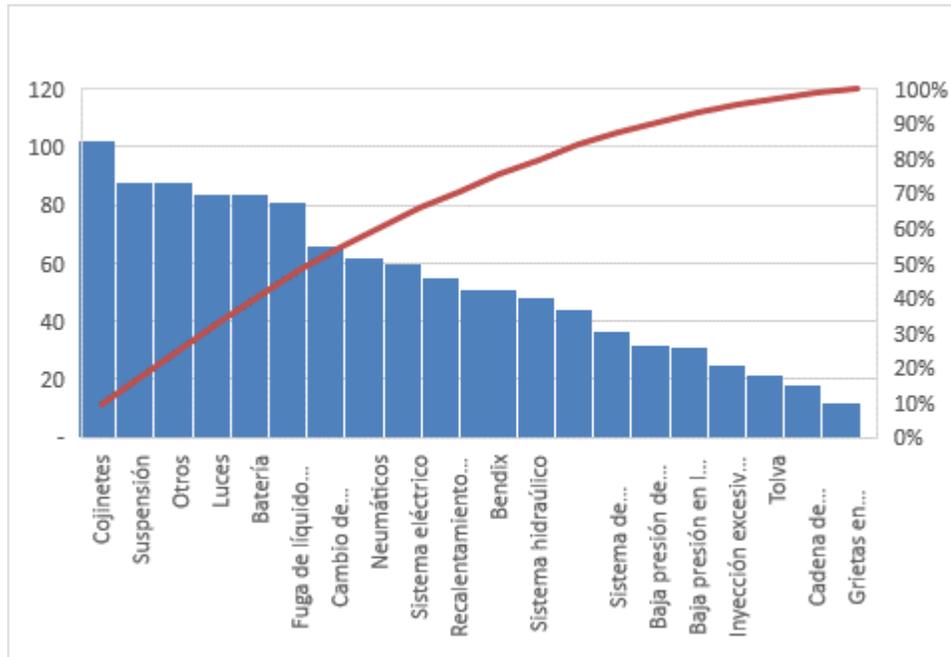
Tabla 8. Principales fallas presentadas en Transportes y Servicios San Román S.A.C.

		Fallas en el año	%	Acum
1	Cojinetes	102	9%	9%
2	Suspensión	88	8%	17%
3	Luces	84	8%	25%
4	Batería	84	8%	33%
5	Fuga de líquido neumático	81	7%	40%
6	Cambio de pastillas de frenos	66	6%	46%
7	Neumáticos	62	6%	52%
8	Sistema eléctrico	60	6%	58%
9	Recalentamiento de bobina	55	5%	63%
10	Bendix	51	5%	67%
11	Sistema hidráulico	48	4%	72%
12	Sobrecalentamiento de Frenos	44	4%	76%
13	Sistema de encendido	37	3%	79%
14	Baja presión de compresión	32	3%	82%
15	Baja presión en la inyección	31	3%	85%
16	Inyección excesiva de combustible	25	2%	87%
17	Tolva	22	2%	89%
18	Cadena de distribución	18	2%	91%
19	Grietas en parabrisas	12	1%	92%
20	Otros	88	8%	100%

1,090

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de principales causas de mantenimiento correctivo



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla un listado con los principales equipos y maquinarias con las que cuenta la empresa.

Tabla 9. Principales equipos y maquinarias

Ítem	Equipos, maquinarias
1	Escáner
2	Grúa
3	Winche
4	Pluma de 5 TN
5	Engrasadora
6	Aceitera
7	Montacarga
8	Compresora de aire
9	Máquina de soldar
10	Máquina de lavado a presión
11	Camillas
12	Mesa de tracción
13	Prensa hidráulica
14	Tornillo de banco
15	Esmeril
16	Remachador de zapatas
17	Estocas
18	Bomba neumática
19	Gata tipo lagarto
20	Multitester

Tabla 10. Herramientas

Maleta de Herramientas	
Descripción	Cantidad
Gata	1
Linterna	1
Llave Tor	1
Alicate	1
Juego de llaves (12 unidades)	1
Llave francesa	1
Llave de rueda	1
Juego de dados	1
Desarmador plano	1
Desarmador estrella	1
Palanca	1

Fuente: Elaboración propia.

El mantenimiento preventivo es referente a aceite de motor, aceite de caja, empaque tapón de cárter, filtro de aceite, líquido de embrague, entre otros.

El mantenimiento preventivo se ejecuta a partes, piezas y materiales que contiene la maquinaria del motor de la unidad y que tiene una vida útil limitada; siendo su cambio necesario de manera cíclica.

Se realiza en función del kilometraje; de manera regular es a los 5000, 10000, 15000, en adelante.

CR3 Deficiente gestión de stocks

Debido a la falta de una correcta gestión de inventarios frustró 22 viajes; el área de logística perdió 533 horas en estas tareas.

Por el mismo motivo se incurrió en compras reactivas, por no tener el inventario de repuestos requerido para subsanar los desperfectos de las unidades, frustrándose de esta manera los viajes programados.

En consecuencia; la empresa pierde S/ 35,538 el año anterior por viajes fallidos por una deficiente gestión logística.

CR1 Deficiente asignación de viajes

El año 2018, los fletes fueron asignados de manera empírica, sin tener en consideración el costo y la utilidad según el lugar de destino de viaje.

Existen rutas que generan una mayor utilidad para la empresa que otras; detalle que no se tuvo en cuenta en dicha asignación.

Sí se hubiese optimizado esta asignación, se hubiese conseguido un beneficio de S/ 79,468.

Monetización de Pérdidas por causa raíz

CR2 Monetización por el débil mantenimiento preventivo.

Seguidamente adjuntamos la tabla del impacto económico por fletes perdidos en el año 2018.

N° Viajes perdidos por mantenimiento	Utilidad promedio por flete	Total
358	S/. 489.57	S/. 175,266

Figura 8. Impacto económico por fletes perdidos

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia; la empresa pierde S/ 175,266 el año anterior por viajes fallidos por mantenimiento.

CR1 Monetización deficiente asignación de viajes

El año 2018 se realizó la asignación de viajes de manera empírica por el área de operaciones de la empresa, sin tener en consideración el costo y la utilidad según el lugar de destino de viaje. Según se detalla en la gráfica a continuación.

Tabla 8. Asignación de fletes y ganancia en el año 2018

Recorrido (o vice versa)			Viajes 2018	Utilidad/Flete	Utilidad/año
Lima	a	Chimbote	931	317	295,099
Lima	a	Trujillo	1,023	395	403,993
Lima	a	Chiclayo	576	505	291,139
Lima	a	Piura	656	868	569,533
			3,186	S/	1,559,764

Fuente: Transportes y Servicios San Román S.A.C.

Elaboración propia.

Con el flete actual la empresa tiene una ganancia anual de S/ 1,639.232; por lo tanto, por la falta de optimización de viajes la empresa dejó de ganar S/ 79,468.

CR3 Deficiente gestión de stocks

Los viajes perdidos en los que incurre la empresa, debido a la falta de una correcta gestión de inventarios frustró 22 viajes; el área de logística perdió 533 horas en estas tareas.

Por el mismo motivo se incurrió en compras reactivas, por no tener el inventario de repuestos requerido para subsanar los desperfectos de las unidades, frustrándose de esta manera los viajes programados.

En consecuencia; la empresa perdió S/ 35,538 el año anterior por viajes fallidos por una deficiente gestión logística.

Propuesta de mejora

Esquema general de la propuesta de mejora

Tabla 9. Resumen de plan de mejora

CAUSA RAIZ	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR2	Débil mantenimiento preventivo	Gestión de Mantenimiento
CR1	Deficiente asignación de viajes	Optimización
CR3	Deficiente gestión de stocks	Gestión de Inventarios

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora para la falta de mantenimiento preventivo.

Plan General de Mantenimiento Preventivo:

De acuerdo a lo revisado, se propone el plan general de mantenimiento de las unidades. Este plan general debe de cumplirse bajo las siguientes premisas lo que podrá permitir mapear todos los aspectos que conlleva el mantenimiento de unidades.

- Realizar un inventario general de las unidades: Identificar los tipos y modelos de las unidades con las que cuenta la empresa, con lo cual se podrá identificar algunas particularidades.
- Aplicación de los principios teóricos: La idea es identificar las necesidades reales de mantenimiento de las unidades en su contexto operacional. Así mismo identificar los sistemas y subsistemas de las unidades.

- Elaboración de tabla de mantenimiento y periodicidad: Una vez identificado los sistemas a mapear y controlar, es necesario el plan operativo que incluye identificar la periodicidad y actividades a realizar.
- Programación, control y cumplimiento de plan Sistema de alertas de cumplimiento del plan. El sistema de alerta consiste en controlar y coordinar con el área operativa las programaciones de los mantenimientos de los principales sistemas.
- El Administrador de la empresa está a la cabeza de las decisiones y es quien se encarga de revisar la información general y tomar decisiones a partir de los datos entregados por el jefe de taller.
- El jefe de taller es el encargado de hacer seguimiento continuo al proceso y quien vela por la normal ejecución del mantenimiento a diario.
- La compañía cuenta con un personal técnico compuesto 3 técnicos mecánicos y 2 técnicos eléctricos.
- El organigrama del departamento de mantenimiento podría esquematizarse como se muestra en la figura 5. En este se muestra también el diagrama de flujo de información.

Desarrollo del plan de mantenimiento

Para comenzar a desarrollar el plan de mantenimiento es necesario llevar un control de las unidades con las que cuenta la empresa, por lo que se debe de realizar el inventario con la siguiente información básica:

La tarjeta maestra de datos es un formato que se debe diseñar y donde se deben hacer constar las características de cada vehículo, estos datos se distribuyen en el documento según su naturaleza así:

- **Datos generales:** son los que se refieren a la nomenclatura e identificación del equipo dentro de la compañía.
- **Datos de carrocería:** estos son entregados por la compañía ensambladora como las dimensiones, el color, y el tipo de carrocería que se le instaló. Mientras otros son determinados por la empresa como su peso y capacidad de carga.
- **Datos de chasis:** estos tienen que ver con el fabricante y contiene datos como el año de fabricación, especificaciones a cerca del motor, y otros componentes.
- **Tabla de líquidos:** contiene los datos de lubricación, las clasificaciones API y SAE que requiere en sus componentes críticos, además de la frecuencia cambio cantidad, etc.

Formato de tarjeta maestra de datos propuesta

TARJETA MAESTRA

CHASIS	
N CHASIS	
MARCA	
MODELO	
MOTOR	
N MOTOR	
PARTICULARIDADES	
ALTURA	
CARGA MAX	
SUSPENSIÓN TRASERA	
DEPÓSITOS COMBUSTIBLE	
CAJA BATERÍAS	
5ª RUEDA	
EJES	
FRENOS	

GENERALIDADES	Nº TRAILER	
	PLACA	
	FLOTA	

CARROCERÍA	MARCA	
	MODELO	
	CAPACIDAD	
	DIMENSIONES	
	FABRICANTE	
	TIPO	

LÍQUIDOS	Cantidad (gal)	Frecuencia de cambio (km)	Marca	Clasificación API SAE
Motor:				
Caja de Velocidades:				
Combustible:				
Diferencial:				
Caja de Dirección:				
Cubos Delanteros y medios:				
Cubo Eje Trasero:				
Refrigerante:				

Fuente: Elaboración propia

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

Requerimientos de información para la implementación del plan propuesto

En primer lugar, es necesario efectuar un listado completo de las partes o componentes de cada vehículo. Se cumplirán las etapas de búsqueda de requerimientos de los grupos de interés; comprobación de la consistencia de estos requerimientos y verificación de la validez del requerimiento.

Todos los datos fueron tomados de fuentes como manuales de servicio, catálogos o la web, pero la principal fuente de información fue el personal de mantenimiento, que es experimentado pero empírico.

Después de haber terminado el empadronamiento y tener todas las Tarjetas Maestras, se elabora una Matriz de Requerimientos a partir de una matriz AMFE – Análisis de modo y efecto de falla – dividiendo el vehículo en cada uno de los diferentes subsistemas que lo conforman, estos a su vez se desagregan en componentes. Esta facilita de una forma sistemática, asegurar que han sido tomados en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles.

Se considerarán las fallas que ya han ocurrido, como las que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellas que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves, en cada uno de los subsistemas. el cual debemos contestar a siete preguntas claves:

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? . ¿Qué ocurre cuando falla?
6. ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?

Tabla 10. *Matriz AMFE*

Subsistema	Operación/Funcion	Modo de falla	Efectos	Causas	Medidas de control previstas	D	G	F	IPR	Acción preventiva	Responsable
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.	Una vez detectada la falla, la unidad será internada en el taller de mantenimiento para su revisión y reaparación.	2	9	1	18	Medición de la presión hidráulica Verificación de las tuberías y conexiones	Jefe de mecánico
Motor	Máquina que transforma la energía química del combustible en energía mecánica, que da movimiento al vehículo	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.	Sustituir las bujías por el tipo correcto (indicado en el manual del vehículo o en la Tabla de aplicación NGK actualizada). 8 - Utilizar combustible adecuado.	4	8	2	64	Verificación del torque de las bujías. Verificación de niveles de aceite de motor. Verificación de filtro de aire.	
Frenos	Desacelera y para el movimiento de la unidad	Dificultad para frenar el vehículo	Accidentes	Desgaste de piezas físicas		1	7	6	42	Revisión de la hermeticidad de las tuberías. Revisión de presión del líquido hidráulico. Revisión del estado de las zapatas.	
Sistema eléctrico	Es una serie de 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	Batería obsoleta. Cables en corto circuito falla en el alternador Bornes mal ajustados	Revisión del estado de los cables. Medición de aislamiento del motor. Revisión de funcionamiento del alternador	1	9	3	27	Revisión del cableado eléctrico. Revisión del ajuste de las conexiones. Verificación de puesta a tierra.	Jefe electricista

Fuente : *elaboración propia*

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

La verificación mensual debe hacerse como una rutina básica, se deben verificar por lo menos los siguientes aspectos:

- Frenos

- Fajas o bandas

- Llantas

- Batería

- Refrigerante

- Agua

- Radiador

- Líquido de frenos

Frenos:

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. De la misma manera, se debe revisar el estado del freno de mano que es útil para cualquier emergencia.

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.

Llantas:

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. 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. La presión adecuada ahorra combustible y evita el desgaste. También debe verificarse la llanta de repuesto.

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.

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.

Tabla 11. Actividades de mantenimiento preventivo

	Cantidad según manual	Número de parte	Cant. Sugerida	Valor Unitario	Importe (sin IGV)	IGV	Importe Final (con IGV)
PRECIOS CONCESIONARIO							
1	MANO DE OBRA MECÁNICOS		1	S/. 152.54	S/. 152.54	S/. 27.46	S/. 180.00
2	ENGRASE (CASTROL LM)		39	S/. 3.00	S/. 117.00	S/. 21.06	S/. 138.06
3	MATERIALES		1	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 3.60	S/. 23.60
4	ACEITE DE DIFERENCIAL S hell spirax s2 a 80w90	(25 l) ó (6.6 gal)	25	S/. 26.71	S/. 667.80	S/. 120.20	S/. 788.00
5	ACEITE DE DIFERENCIAL S hell spirax s2 a 80w90	(13 l) ó (3.43 gal)	13	S/. 23.38	S/. 303.94	S/. 54.71	S/. 358.65
6	MOBIL ATF (ATF DEXRON 3)/(DEXRON III - MERCON)	(4.5 l) ó (1.19 gal)	5	S/. 42.37	S/. 211.85	S/. 38.13	S/. 249.98
PRECIOS REPUESTOS TDP							
7	ACEITE DE MOTOR (SAE 15W-40/APICI-4)	28.7 l) ó (7.58 gal)	31	S/. 24.34	S/. 754.54	S/. 135.82	S/. 890.36
8	EMPAQUE TAPON DE CARTER	S 243018009	1	S/. 3.53	S/. 3.53	S/. 0.64	S/. 4.17
9	GRASA LÍQUIDA (lt)	S 243018010		S/. 23.73	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 23.73
10	SHELL RIMULA TRABAJO PESADO (kg)	S 243018011		S/. 30.51	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 30.51
11	PURALATOR PL14459	S 156072330	1	S/. 456.45	S/. 456.45	S/. 82.16	S/. 538.61
12	PURALATOR PL16311	23304EV350	1	S/. 96.07	S/. 96.07	S/. 17.29	S/. 113.36
13	PURALATOR PL22500	23304EV140	1	S/. 104.64	S/. 104.64	S/. 18.84	S/. 123.48
14	PURALATOR A26118	17801E0150	1	S/. 789.86	S/. 789.86	S/. 142.17	S/. 932.03
15	PURALATOR A25655	17801E0160	1	S/. 462.15	S/. 462.15	S/. 83.19	S/. 545.34
16	EMPAQUE DE TAPON CAJA	S 243030005	6	S/. 39.18	S/. 39.18	S/. 7.05	S/. 46.23
17	FILTRO DE ACEITE DE CAJA	S 3291EV010	1	S/. 85.78	S/. 85.78	S/. 15.44	S/. 101.22
18	LÍQUIDO EMBRAGUE (DOT 03 y DOT 04)	(0.3 l) ó (0.08 gal)	1	S/. 21.07	S/. 21.07	S/. 3.79	S/. 24.86
19	EMPAQUE DE TAPON DE CORONA I y II- ENTRADA	S 243030005	2	S/. 6.53	S/. 13.06	S/. 2.35	S/. 15.41
20	EMPAQUE DE TAPON DE CORONA I y II- SALIDA	S 243018009	2	S/. 3.53	S/. 7.06	S/. 1.27	S/. 8.33
21	FILTRO DE ACEITE DE ENGRANAJE DE DIFERENCIAL	S 4109E0010	1	S/. 65.61	S/. 65.61	S/. 11.81	S/. 77.42
22	SECADOR DE AIRE (KIT)	S 403BEV220	1	S/. 1,543.91	S/. 1,543.91	S/. 277.90	S/. 1,821.81
23	ELEMENTO DE FILTRO DE SERVODIRECCIÓN	44361EVO20	1	S/. 149.19	S/. 149.19	S/. 26.85	S/. 176.04
24	LÍQUIDO REFRIGERANTE AZUL **	29.5 l) ó (7.79 gal)	8	S/. 83.55	S/. 668.40	S/. 120.31	S/. 788.71
25	FILTRO DE ADBLUE	S 17K0E0020	1	S/. 971.70	S/. 971.70	S/. 174.91	S/. 1,146.61
26	ACCESORIOS , JEBES	S 17K0E0020	1	S/. 55.08	S/. 55.08	S/. 9.91	S/. 65.00
27	ALTERNADOR NUEVO	S 17K0E0021	1	S/. 762.71	S/. 762.71	S/. 137.29	S/. 900.00
28	BOMBA DE COMBUSTIBLE	S 17K0E0022	1	S/. 1,525.42	S/. 1,525.42	S/. 274.58	S/. 1,800.00
29	COMPRESOR DE AIRE	S 17K0E0023	1	S/. 847.46	S/. 847.46	S/. 152.54	S/. 1,000.00
30	FAJA DE ALTERNADOR	S 17K0E0024	1	S/. 50.85	S/. 50.85	S/. 9.15	S/. 60.00
31	FAJA DE DISTRIBUCIÓN	S 17K0E0025	1	S/. 80.51	S/. 80.51	S/. 14.49	S/. 95.00
32	GOBERNADOR DE AIRE	S 17K0E0026	1	S/. 423.73	S/. 423.73	S/. 76.27	S/. 500.00
33	INYECTORES DE LA BOMBA	S 17K0E0027	1	S/. 18,644.07	S/. 18,644.07	S/. 3,355.93	S/. 22,000.00
34	JUEGO DE ZAPATAS	S 17K0E0028	1	S/. 177.97	S/. 177.97	S/. 32.03	S/. 210.00
35	KIT DE ANILLOS	S 17K0E0029	1	S/. 932.20	S/. 932.20	S/. 167.80	S/. 1,100.00
36	KIT DE MOTOR	S 17K0E0030	1	S/. 5,932.20	S/. 5,932.20	S/. 1,067.80	S/. 7,000.00
37	KIT MUÑON, RETENES , JEBES	S 17K0E0031	1	S/. 156.78	S/. 156.78	S/. 28.22	S/. 185.00
38	RELAY, SENSORES	S 17K0E0032	1	S/. 135.59	S/. 135.59	S/. 24.41	S/. 160.00
39	RESORTE DE ACELERADOR	S 17K0E0033	1	S/. 29.66	S/. 29.66	S/. 5.34	S/. 35.00
40	SOPORTES DE MOTOR	S 17K0E0034	1	S/. 152.54	S/. 152.54	S/. 27.46	S/. 180.00
41	TERMOSTATO	S 17K0E0035	1	S/. 135.59	S/. 135.59	S/. 24.41	S/. 160.00
42	TURBOCARGADOR	S 17K0E0036	1	S/. 1,355.93	S/. 1,355.93	S/. 244.07	S/. 1,600.00
43	VALVULA PULPO	S 17K0E0037	1	S/. 177.97	S/. 177.97	S/. 32.03	S/. 210.00
44	NEUMÁTICOS	S 17K0E0038	4	S/. 1,016.95	S/. 4,067.80	S/. 732.20	S/. 4,800.00
45	VENTILADOR	S 17K0E0039	1	S/. 338.98	S/. 338.98	S/. 61.02	S/. 400.00

	1,000 km	5,000 km	10,000 km	15,000 km	20,000 KM	25,000 km	30,000 km	35,000 km	40,000 km
PRECIOS CONCESIONARIO									
1	180	180	180	180	180	180	180	180	180
2	138	138	138	138	138	138	138	138	138
3	24	24	24	24	24	24	24	24	24
4	24						788		
5	359						359		
6		250							
PRECIOS REPUESTOS TDP									
7		890	890	890	890	890	890	890	890
8		4	4	4	4	4	4	4	4
9			24	24	24		24		24
10			31	31	31		31		31
11		539	539	539	539	539	539	539	539
12			113	113	113		113		113
13			123	123	123		123		123
14					932				932
15					545				545
16	46						46		
17	101						101		
18									25
19	15						15		
20	8						8		
21	77								
22									
23									
24									
25									
26					65				65
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
TOTAL M/O (1-2-3)									
	S/. 342	S/. 342	S/. 342	S/. 342	S/. 342	S/. 342	S/. 342	S/. 342	S/. 342
TOTAL REPUESTOS (4 - 23)									
	S/. 631	S/. 1,683	S/. 1,724	S/. 1,433	S/. 3,267	S/. 1,433	S/. 3,042	S/. 1,433	S/. 3,291
TOTAL SERVICIO (inc. IGV)									
	S/. 973	S/. 2,025	S/. 2,066	S/. 1,775	S/. 3,608	S/. 1,775	S/. 3,384	S/. 1,775	S/. 3,633

Fuente: Freightliner

Plan de capacitación de mantenimiento:

Los trabajadores necesitarán tener conocimiento de sus equipos y sus operaciones, de sus componentes de cómo mantener sus equipos, habilidades manuales básicas y un conocimiento fundamental de los lubricantes y la lubricación.

Se espera que los operadores cuenten con la capacitación técnica adecuada en una disciplina específica e incluso entre diferentes disciplinas.

Se capacitaron en la introducción del mantenimiento autónomo en los siguientes temas:

- Seguridad Industrial.
- Principal enfoque del mantenimiento autónomo.
- Visión del mantenimiento autónomo.
- Los principios del mantenimiento autónomo.
- Los objetivos del mantenimiento autónomo.
- Las etapas de ejecución para cumplimiento del plan de mantenimiento autónomo.
- Los beneficios del mantenimiento autónomo.

NOMBRE: _____	FECHA: _____
<p>1. ¿Asistió a introducción o sensibilización del M. A?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	
<p>2. ¿Tiene claro el objetivo del M. A?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	
<p>Cual es:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>3. ¿Cree usted que la implementación del M.A dará beneficios a la empresa?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	
<p>Cuales:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>4. ¿Asiste a capacitación realizada por la empresa relacionada con la parte técnica?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	
<p>5. ¿Se encuentra informado de los avances de la implementación de las 5s?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	
<p>6. ¿Esta dispuesto colaborar con la implementación del M.A?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	
<p>7. ¿Cunado Realiza inspecciones técnicas estas la hace con la seguridad apropiada?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No:</p>	
<p>8. ¿Comprende y entiende el funcionamiento básico del equipo?</p> <p style="margin-left: 20px;">a. Si.</p> <p style="margin-left: 20px;">b. No.</p>	

Figura 9. Encuesta Introducción Mantenimiento Autónomo

Objetivos del plan de capacitación de mantenimiento

- Comunicar la implementación de un nuevo plan de mantenimiento para las unidades.
- Solicitar el compromiso del personal de la sección, para a través de sus acciones obtener los resultados esperados.
- Capacitar y familiarizar al personal con los términos, contenidos y procesos del plan de gestión.

- Capacitar a los operarios sobre:
 - Sus respectivas funciones.
 - Los métodos de mantenimiento a ejecutar.
 - Mecánica automotriz.
 - El uso de los equipos y herramientas nuevos.
 - Seguridad industrial.
 - Iniciar una formación progresiva, para el mejoramiento continuo de las actividades de mantenimiento de las unidades.
 - Evaluar periódicamente las competencias de los operarios.
 - unidades.
 - Evaluar periódicamente las competencias de los operarios.

Contenidos del programa de capacitación

SECUENCIA	MÓDULO	BENEFICIARIOS
1	GENERALIDADES Y CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO	Personal de la sección
	Necesidad de cambio.	
	Términos y definiciones de mantenimiento.	
	Mantenimiento básico para camiones.	
	Métodos de mantenimiento que se ejecutarán en las unidades de Transportes y Servicios San Román S.A.C.	
2	RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL	Personal de la sección
	Funciones.	
	Procesos y formatos del nuevo sistema de mantenimiento.	
	Seguridad industrial.	
3	CONDUCCIÓN/OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS UNIDADES	Conductores/operadores
	Parámetros de funcionamiento y seguridad de las unidades.	
	Reacción ante averías.	
4	CAPACITACIÓN TÉCNICA BÁSICA	Operarios
	Lubricación y engrases.	
	Mecánica automotriz básica.	
	Manejo de los equipos y herramientas nuevos.	
5	CAPACITACIÓN TÉCNICA MEDIA I	Operarios

Figura 9. *Contenidos del programa de capacitación*

DESCRIPCIÓN	NORMAS			CANTIDAD (Gal)
	SAE	API	APROBACIONES	
ACEITE 2 TIEMPOS				3
ACEITE PARA TRANSMISIÓN DE MOTO				1
ACEITE 10W30, para motor a gasolina	10W30	SM	ILSAC GF-4	20
ACEITE 20W50, para motor a gasolina	2W50	SM	ILSAC GF-4	50
ACEITE 15W40, para motor diesel de camionetas	15W40	CJ		40
ACEITE 40, para motor diesel de camiones y maquinarias	40/40	CF/SF	DAIMLER CHRYSLER 227, 01	550 (10 Tq/55 Gal)
ACEITE 15W40, para motor diesel de camiones y maquinarias	15W40	CJ-4/SM	DAILMER CHRYSLER 228.31 CUMINS CES 20081 MACK E0-0 M PREMIUN PLUS VOLVO VDS-2 VDS-3/VDS-4	440 (8 Tq/55 Gal)
ACEITE 75W90, para transmisión	75W90			50
ACEITE 80W90, para diferencial	80W90			50
ACEITE 140, para transmisión de maquinarias	140	GL - 4		165 (3 Tq/55 Gal)
ACEITE HIDRÁULICO 10	10 W	CC/SC	VICKERS 35VQ25 TBN 4	330 (6 Tq/55 Gal)
DESCRIPCIÓN	NORMAS			CANTIDAD (Lb)
	GRADO	BASE	PUNTO DE GOTEO	
GREASE MP, grasa multipropósito	NLGI 2	JABON DE LITIO	195°C.	2000 (5 Tq/400 Lb)
DESCRIPCIÓN				CANTIDAD (Gal)
REFRIGERANTE DE MOTOR				25
LÍQUIDO DE FRENOS				25

Figura 10. Lubricantes para mantenimiento de las unidades de Transportes y Servicios San Román S.A.C.

Repuestos y materiales de mantenimiento.

Lubricantes, materiales automotrices y neumáticos para mantenimiento preventivo.

En base al programa de mantenimiento preventivo de cada unidad, se determinan los requerimientos de repuestos, lubricantes y materiales automotrices; entonces, su gestión dispone de tiempo para el aprovisionamiento.

A continuación, se presentan instructivos que se han elaborado con data extraída de los Manuales de Freightliner, proveedores de los trailers de la empresa en donde se muestran las actividades de mantenimiento rutinaria dejando reservado para la parte de anexos los restantes.

REVISIÓN DE NIVEL ACEITE

MOTOR Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Destornillador dinamométrico de 1/4 de pulgada
 - Trapo limpio, sin pelusa
 - Aceite de propulsión mixto
 - Junta teórica de reemplazo
1. Desenrosque la varilla de medición, localizada en la parte superior del motor, con el destornillador dinamométrico. Retire la varilla y límpiela con un paño limpio y sin pelusa. Atornille la varilla en el agujero tanto como sea posible usando la mano solamente.

2. Desenrosque la varilla de medición, retírela del propulsor de popa y observe la parte plana de la varilla: debe haber aceite presente en la parte plana de la varilla, pero no en la parte superior. El color del aceite en la varilla debe ser de color ámbar, sin una apariencia "lechosa" lo que significa que existe agua en el aceite. El aceite en la varilla no debe tener rastros de metal en ella, tampoco ambas condiciones son graves y requieren atención del distribuidor.
3. Añada aceite al motor hasta que alcance la porción plana de la varilla de medición, vierta una pequeña cantidad de aceite a través del orificio de la varilla, luego introdúzcala nuevamente y revise el nivel de aceite en la varilla, después de cada llenada.
4. Revise la junta tórica justo debajo de las roscas de la varilla y compruebe que no existan grietas, rasguños o cortes. Si el daño o desgaste aparece, sustituya la junta tórica por una nueva junta.
5. Atornille nuevamente la varilla de medición en la parte superior del motor. Ajuste con el destornillador dinamométrico con una torsión mínima de 48 pulgadas-libra y un máximo de 72 pulgadas-libra.

Propuesta de mejora para la falta deficiente asignación de viajes.

Transportes San Román realiza servicio de transporte de carga con origen en la ciudad de Lima, desde donde viajan a Chiclayo, Piura, Chimbote y Trujillo. Las distancias entre destinos y los precios de venta del servicio, los mostramos a continuación:

Tabla 12. *Distancia en Km entre orígenes y otros destinos*

	Lima	Chiclayo	Piura	Chimbote	Trujillo
Lima		576	973	403	560
Chiclayo	576				
Piura	973				
Chimbote	403				
Trujillo	560				

Fuente: La empresa

Tabla 13. *Fletes en soles entre orígenes y destinos*

	Lima	Chiclayo	Piura	Chimbote	Trujillo
Lima		3200	4200	2000	2500
Chiclayo	3200				
Piura	4200				
Chimbote	2000				
Trujillo	2500				

Fuente: La empresa

A continuación, se muestra la actual asignación de fletes del año 2018, hecha empíricamente sin haber priorizado la utilidad por flete, la oferta y la demanda de los mismos.

Recorrido		Mínimo	Máximo	Viajes 2018	Utilidad/Flete	Ganancia/mes
Lima	Chimbote			931	317	295,099
Lima	Trujillo			1,023	395	403,993
Lima	Chiclayo			576	505	291,139
Lima	Piura			656	868	569,533
				3,186	S/	1,559,764

Figura 9. Asignación de fletes y ganancia en el año 2019

Fuente: Transportes y Servicios San Román S.A.C.

Elaboración propia.

La ganancia obtenida fue S/1´559,764.

La propuesta de mejora contempla el uso de la herramienta de Solver, considerando que es factible optimizar la asignación de fletes, priorizando aquellas rutas que generan una mayor utilidad para la empresa que otras; detalle que no se tuvo en cuenta el año anterior.

El criterio de optimización es asignar el mayor número de viajes a los destinos que tienen mayor utilidad económica.

Es necesario tener en cuenta que la empresa se había comprometido contractualmente a honrar un número mínimo de viajes por ruta y que también sus clientes le habían dado la alternativa de ampliar esta cantidad de viajes, hasta un máximo referencial y en función de la disponibilidad de trailers.

De esta manera , la información estructurada queda detallada en la siguiente tabla.

Tabla 14 *Viajes máximos y mínimos contratables y utilidad.*

Recorrido (ida y vuelta)		Mínimo contratado	Máximo posible	Utilidad/Flete	Ganancia/mes
Lima	Chimbote	800	1,200	317	
Lima	Trujillo	1,000	1,500	395	
Lima	Chiclayo	500	750	505	
Lima	Piura	500	800	868	
		2,800	4,250		

Fuente: La empresa

Para optimizar la asignación mediante el Solver, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. La función objetivo que se optimizará es la asignación de fletes por destino.
- b. La optimización de la asignación se reflejará en una ganancia óptima, consignada en la columna de la derecha de la siguiente tabla.
- c. Las restricciones estarán dadas por las demandas máximas posibles y mínimas contratadas. Adicionalmente habrá otra restricción que es que la cantidad de viajes asignados deberá ser igual que los efectivamente realizados en el año, o sea 3,186. Sometiendo esta información al Solver, dio el siguiente resultado.

Recorrido (ida y vuelta)		Mínimo contratado	Máximo posible	Óptimo	Utilidad/Flete	Ganancia/mes
Lima	Chimbote	800	1,200	800	317	253,576
Lima	Trujillo	1,000	1,500	1,000	395	394,910
Lima	Chiclayo	500	750	586	505	296,194
Lima	Piura	500	800	800	868	694,552
		2,800	4,250	3,186	S/	1,639,232

Figura 10. Asignación óptima de fletes utilizando el Solver

El Solver indicó que había una solución posible, consignando una asignación óptima, que cumple todas las restricciones y que genera una ganancia de S/1,639,232.

La diferencia entre la asignación empírica y la optimizada es S/ 79,468.

Propuesta de mejora para la falta deficiente gestión de stocks.

Mediante el método del EOQ o lote económico de compra buscamos balancear el costo administrativo del almacenamiento con la emisión de las órdenes de compra. Si la empresa emite pocas órdenes de compra, estas serán de mayor magnitud y el costo administrativo por unidad almacenada será menor. Si emitimos muchas órdenes de compra, el importe de esta será más alto y el costo administrativo del almacén por unidad almacenada será menor.

De acuerdo a ello hemos determinado el EOQ, punto de pedido, inventario mínimo e inventario máximo de cada uno de los repuestos más importantes y de mayor participación en el mantenimiento.

De esta manera los repuestos se gestionan con el uso del EOQ; como se muestra en la siguiente tabla.

REPUESTO	COSTO UNIT	MONTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Grasa líquida (lt)	S/. 28.00	S/. 392	3	2	0	1	2	1	1	0	1	0	2	1	14
Grasa(kg)	S/. 36.00	S/. 576	2	1	1	1	2	1	1	2	0	2	1	2	16
Aceite de Diferencial (SAE 80W-90 / API GL5)	S/. 26.71	S/. 8,975	28	35	21	28	35	21	28	35	21	28	35	21	336
Aceite de Transmisión (Manual) (SAE 80W-90 / API GL-4)	S/. 23.38	S/. 3,180	10	10	12	14	12	12	10	12	10	12	12	10	136
Mobil ATF (ATF DEXRON 3) / (DEXRON III - MERCON)	S/. 42.37	S/. 3,390	8	6	6	8	4	6	2	10	6	8	10	6	80
Aceite de motor (SAE 15W-40 / API CI-4)	S/. 24.34	S/. 8,081	32	30	24	32	30	24	20	20	24	32	40	24	332
Empaque tapon de carter	S/. 3.53	S/. 159	4	2	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	45
Filtro de aceite de motor	S/. 350.00	S/. 6,300	2	0	0	0	2	0	2	0	0	4	5	3	18
Filtro primario de combustible	S/. 96.07	S/. 4,131	4	0	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	43
Filtro secundario de combustible (Sedimeter)	S/. 104.64	S/. 4,290	2	5	3	4	0	3	4	5	3	4	5	3	41
Filtro de aire primario	S/. 500.00	S/. 10,000	0	0	2	0	2	0	2	0	2	4	5	3	20
Filtro de aire secundario	S/. 350.00	S/. 10,850	2	0	2	0	0	3	4	5	3	4	5	3	31
Empaque de tapon caja	S/. 6.53	S/. 313	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	48
Filtro de aceite de caja	S/. 85.78	S/. 3,345	0	5	3	4	0	3	4	5	3	4	5	3	39
Líquido embrague (DOT 03 y DOT 04)	S/. 21.07	S/. 126	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	6
Empaque de tapon de corona I y II -Entrada	S/. 6.53	S/. 313	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
Empaque de tapon de corona I y II -Salida	S/. 3.53	S/. 169	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
Filtro de aceite de engranaje de diferencial	S/. 65.61	S/. 2,887	0	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	44
Secador de aire (KIT)	S/. 1,200.00	S/. 2,400	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Elemento de filtro de Servodirección	S/. 149.19	S/. 895	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	6
Líquido refrigerante azul	S/. 83.55	S/. 24,062	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	288
Filtro de Adblue	S/. 971.70	S/. 2,915	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Accesorios , jebes	S/. 65.00	S/. 4,092	10	0	10	5	6	5	6	0	5	5	7	5	63
Alternador nuevo	S/. 900.00	S/. 3,132	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3
Bomba de combustible	S/. 1,800.00	S/. 5,400	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Compresor de aire	S/. 1,000.00	S/. 2,000	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Faja de alternador	S/. 60.00	S/. 240	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	4
Faja de distribución	S/. 95.00	S/. 1,425	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	15
Gobernador de aire	S/. 500.00	S/. 1,000	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Inyectores de la bomba	S/. 22,000.00	S/. 22,000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Juego de zapatas	S/. 210.00	S/. 7,560	4	0	2	3	0	3	4	3	0	3	7	7	36
Kit de Anillos	S/. 1,100.00	S/. 2,200	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Kit de motor	S/. 7,000.00	S/. 7,000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Kit muñon,retenes , jebes	S/. 185.00	S/. 555	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
Relay, sensores	S/. 160.00	S/. 480	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Resorte de acelerador	S/. 35.00	S/. 70	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Soportes de motor	S/. 180.00	S/. 1,980	2	0	1	0	1	1	2	0	1	3	0	0	11
Termostato	S/. 160.00	S/. 320	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Turbocargador	S/. 1,600.00	S/. 1,600	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Valvula pulpo	S/. 210.00	S/. 210	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Neumáticos	S/. 1,200.00	S/. 14,400	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	2	0	12
Ventilador	S/. 400.00	S/. 1,200	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3

Tabla 15. Gestión de Stocks (1)

Esta data mensual nos permitirá obtener promedios y desviaciones estándar, con la que podremos determinar el consumo máximo y mínimo previsto, en función del lead time según el lugar de procedencia. Luego obtendremos el lote económico de compra EOQ y el punto de pedido de las órdenes de compra.

En principio, para poder aplicar dicho método es necesario determinar cuál es el costo de administrar el almacén, de acuerdo a las remuneraciones del personal y del costo de los materiales involucrados en esta propuesta

Tabla 14. *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
Total costo administrativo/mes	S/	5,116
Total costo administrativo/anual	S/	61,392
Monto anual compra de repuestos asignados al proyecto	S/	174,615
Total unidades Transportes y Servicios San Román S.A.C.		12
Costo almacenamiento repuestos asignados al proyecto		35.16%

Fuente: *elaboración propia*

También es necesario determinar el costo de generar una orden de compra, puesto que el lote económico está en función del equilibrio entre el costo de administrar el almacén, el cual varía con los volúmenes que albergará y ,con el número de órdenes de compra emitidos.

A continuación mostramos el cálculo del costo de la emisión de una orden de compra.

Tabla 15. *Costo de emisión de una orden de compra.*

	Mensual	Diaria	Horaria	Minuto	Minutos /orden	Costo/orden
Remuneración total del supervisor de operaciones	S/.3,000.00	S/.100.00	S/.12.50	S/.0.21	S/.30.00	S/.6.25
Remuneración total de encargado de almacén	S/.1,200.00	S/.40.00	S/.5.00	S/.0.08	S/.45.00	S/.3.75
Costo administrativo (30%)						S/.3.00
Costo total de emisión de un pedido (A)						S/ 13.00

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente procedemos a calcular la siguiente información que permitirá gestionar los inventarios.

- **EOQ o lote económico de compra**, 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 determinó 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 los datos obtenidos, se gestionará los inventarios, según la siguiente tabla.

Tabla 14. Gestión de Stocks (2)

REPUESTO	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 (35.16% x Valor Vta)	Costo de emisión de órdenes	Lote económico de compra EOQ	Lote económico de compra EOQ
Grasa líquida (lt)	14	1.167	0.937	0	4	1	5	6	Lima	1	S/. 9.8	S/. 13.00	6	6
Grasa(kg)	16	1.333	0.651	0	3	1	5	6	Lima	1	S/. 12.7	S/. 13.00	6	6
Aceite de Diferencial (SAE 80W-90 / API GL5)	336	28.000	5.970	10	46	1	5	6	Lima	10	S/. 9.4	S/. 13.00	31	31
Aceite de Transmisión (Manual) (SAE 80W-90 / API GL-4)	136	11.333	1.303	7	15	1	5	6	Lima	3	S/. 8.2	S/. 13.00	21	21
Mobil ATF (ATF DEXRON 3) / (DEXRON III - MERCON)	80	6.667	2.309	0	14	1	5	6	Lima	3	S/. 14.9	S/. 13.00	12	12
Aceite de motor (SAE 15W-40 / API CI-4)	332	27.667	5.959	10	46	1	5	6	Lima	10	S/. 8.6	S/. 13.00	32	32
Empaque tapon de carter	45	3.750	0.965	1	7	1	5	6	Lima	1	S/. 1.2	S/. 13.00	31	31
Filtro de aceite de motor	18	1.500	1.784	0	7	1	5	6	Lima	2	S/. 123.1	S/. 13.00	2	2
Filtro primario de combustible	43	3.583	1.379	0	8	1	5	6	Lima	2	S/. 33.8	S/. 13.00	6	6
Filtro secundario de combustible (Sedimeter)	41	3.417	1.443	0	8	1	5	6	Lima	2	S/. 36.8	S/. 13.00	5	5
Filtro de aire primario	20	1.667	1.723	0	7	1	5	6	Lima	2	S/. 175.8	S/. 13.00	2	2
Filtro de aire secundario	31	2.583	1.832	0	8	1	5	6	Lima	2	S/. 123.1	S/. 13.00	3	3
Empaque de tapon caja	48	4.000	0.853	1	7	1	5	6	Lima	1	S/. 2.3	S/. 13.00	23	23
Filtro de aceite de caja	39	3.250	1.712	0	8	1	5	6	Lima	2	S/. 30.2	S/. 13.00	6	6
Líquido embrague (DOT 03 y DOT 04)	6	0.500	0.522	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 7.4	S/. 13.00	5	5
Empaque de tapon de corona I y II -Entrada	48	4.000	0.000	4	4	1	5	6	Lima	1	S/. 2.3	S/. 13.00	23	23
Empaque de tapon de corona I y II -Salida	48	4.000	0.000	4	4	1	5	6	Lima	1	S/. 1.2	S/. 13.00	32	32
Filtro de aceite de engranaje de diferencial	44	3.667	1.435	0	8	1	5	6	Lima	2	S/. 23.1	S/. 13.00	7	7
Secador de aire (KIT)	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 421.9	S/. 13.00	0	1
Elemento de filtro de Servodirección	6	0.500	0.522	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 52.5	S/. 13.00	2	2
Líquido refrigerante azul	288	24.000	0.000	24	24	1	5	6	Lima	5	S/. 29.4	S/. 13.00	16	16
Filtro de Adblue	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 341.6	S/. 13.00	0	1
Accesorios , jebes	63	5.247	2.977	0	14	1	5	6	Lima	3	S/. 22.9	S/. 13.00	8	8
Alternador nuevo	3	1.000	0.449	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 316.4	S/. 13.00	1	1
Bomba de combustible	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 632.9	S/. 13.00	0	1
Compresor de aire	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 351.6	S/. 13.00	0	1
Faja de alternador	4	1.000	0.492	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 21.1	S/. 13.00	2	2
Faja de distribución	15	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 33.4	S/. 13.00	3	3
Gobernador de aire	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 175.8	S/. 13.00	1	1
Inyectores de la bomba	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 7,734.9	S/. 13.00	0	1
Juego de zapatas	36	3.000	2.374	0	10	1	5	6	Lima	2	S/. 73.8	S/. 13.00	4	4
Kit de Anillos	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 386.7	S/. 13.00	0	1
Kit de motor	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 2,461.1	S/. 13.00	0	1
Kit muñon,retenes , jebes	3	1.000	0.622	0	3	1	5	6	Lima	1	S/. 65.0	S/. 13.00	1	1
Relay , sensores	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 56.3	S/. 13.00	1	1
Resorte de acelerador	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 12.3	S/. 13.00	2	2
Soportes de motor	11	1.000	0.996	0	4	1	5	6	Lima	1	S/. 63.3	S/. 13.00	2	2
Termostato	2	1.000	0.389	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 56.3	S/. 13.00	1	1
Turbocargador	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 562.5	S/. 13.00	0	1
Valvula pulpo	1	1.000	0.289	0	2	1	5	6	Lima	0	S/. 73.8	S/. 13.00	1	1
Neumáticos	12	1.000	1.044	0	4	3	30	33	China	5	S/. 421.9	S/. 13.00	1	1
Ventilador	3	1.000	0.452	0	2	1	5	6	Lima	1	S/. 140.6	S/. 13.00	1	1

Fuente: Elaboración propia

Del anterior cuadro se obtiene información que nos permite comprar con el lote económico en el momento en que nuestro inventario está en el punto de pedido.

Tabla 16. *Gastos, costos e inversiones de la propuesta.*

	Monto	Descripción
Kit de herramientas	S/18,000	Herramientas fundamentales para el mantenimiento en ruta de sus 12 unidades y renovación de otras del taller.
Racks	S/45,000	Equipamiento de racks reforzados para el almacén, con 100 metros lineales de estructuras.
Computadora	S/4,000	Computadora blindada, para trabajo en zona con polución.
Remodelación del taller	S/50,000	Construcción con material noble, que reemplazará al actualmente en uso, que es un cobertizo de madera.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación económica

Figura 11. Flujo de Caja

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Inversión													
Kit herramientas para camiones	-	18,000											
Remodelación del taller	-	50,000											
Racks	-	45,000											
Computadora para taller	-	4,000											
Total inversión	-	117,000											
Ingresos													
Mejora por mantenimiento	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	13,306	159,668
Mejor asignación de fletes	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	5,323	63,870
Mejor gestión logística	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	2,279	27,342
Total ingresos	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	250,880
Egresos													
Capacitación en mantenimiento	6,000	6,000											
Capacitación en organización fletes	5,000												
Capacitación de gestión logística		3,000											
Total egresos	11,000	9,000	-	20,000									
Utilidad bruta	9,907	11,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	20,907	230,880
Impuesto a la renta (30%)	2,972	3,572	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	69,264
Utilidad despues de impuesto	6,935	8,335	14,635	14,635	14,635	14,635	14,635	14,635	14,635	14,635	14,635	14,635	161,616
Flujo actualizado	-	117,000	6,818	8,057	13,910	13,676	13,446	13,220	12,998	12,780	12,565	12,354	11,943
VAN	S/	26,915											
TIR		59.44%											
Tasa BCR recursos		20.50% anual											
		1.71% mensual											

Fuente: Elaboración propia

Estado de Resultados:

Figura 12. Estado de Resultados

		Actual		Mejorado	
Ventas netas (VN)	S/	7,880,225		7,880,225	
Ingresos diversos	S/	-		-	
Costo de ventas (CV)	-S/	6,320,461	-	6,320,461	
Beneficio del proyecto				250,880	
Utilidad bruta	S/	1,559,763.84		1,810,644	
Gastos administrativos	-S/	119,000.00	-S/	119,000.00	
Alquiler local	-S/	48,000.00	-S/	48,000.00	
Servicios	-S/	6,500.00	-S/	6,500.00	
Utilidad operativa	S/	1,386,263.84	S/	1,637,144.13	
Cargas excepcionales	S/	-	S/	-	
Gastos financieros	S/	-	-S/	23,985.00	
Utilidad ante de participación e impuestos	S/	1,386,263.84	S/	1,613,159.13	
Impuesto a la renta	-S/	415,879.15	-S/	483,947.74	
Utilidad neta	S/	970,384.69	S/	1,129,211.39	
Reserva					
Resultado del ejercicio	S/	970,384.69	S/	1,129,211.39	
Rentabilidad sobre ventas		12.31%		14.33%	
			Δ	2.02%	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

CR2 Viajes perdidos por débil mantenimiento

Con la aplicación de la propuesta de mejora, se consiguió el siguiente beneficio

Tabla 17. *Resultados CR2*

	% viajes perdidos	Impacto económico
Actual	11.24%	S/175,266
Propuesta	1.00%	S/15,598

Fuente. Elaboración Propia

CR1 Utilidad perdida por deficiente asignación viajes

Con la aplicación del Solver se logró optimizar la asignación de viajes, consiguiéndose el siguiente beneficio económico.

Tabla 18. *Resultados CR1*

	Ganancia
Actual	S/175,266
Propuesta	S/15,598

Fuente. Elaboración Propia

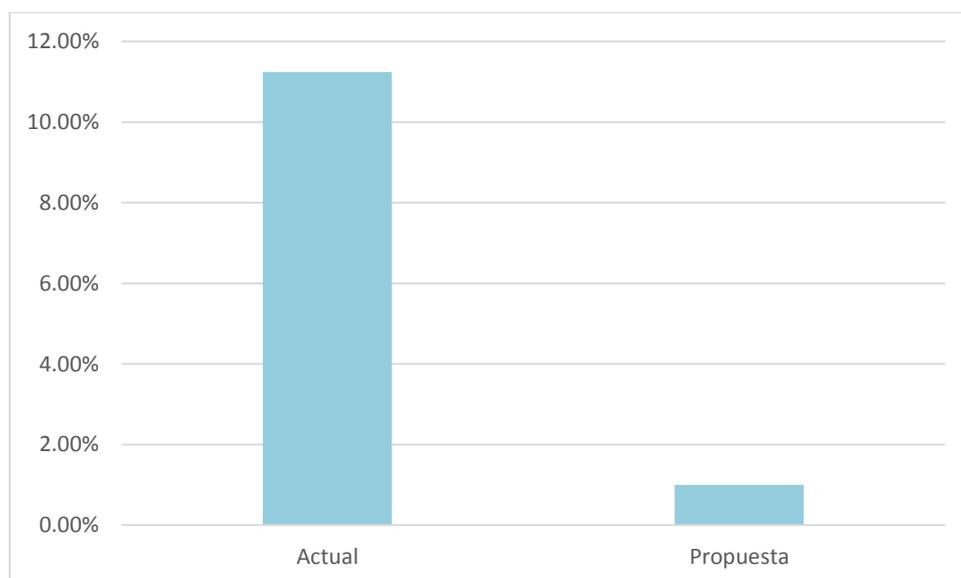


Figura 11. Viajes perdidos por mantenimiento deficiente

Con la propuesta de mejora se consigue un beneficio económico en los viajes perdidos de S/ 159, 668.

CR3 Viajes perdidos por falta de repuestos

Con la propuesta de mejora en la gestión de stocks, se logra reducir el lucro cesante de los viajes perdidos por falta de repuestos de la siguiente manera

Tabla 19. *Resultados CR3*

	Ganancia
Actual	S/24,665
Propuesta	S/5,077

Fuente. Elaboración Propia

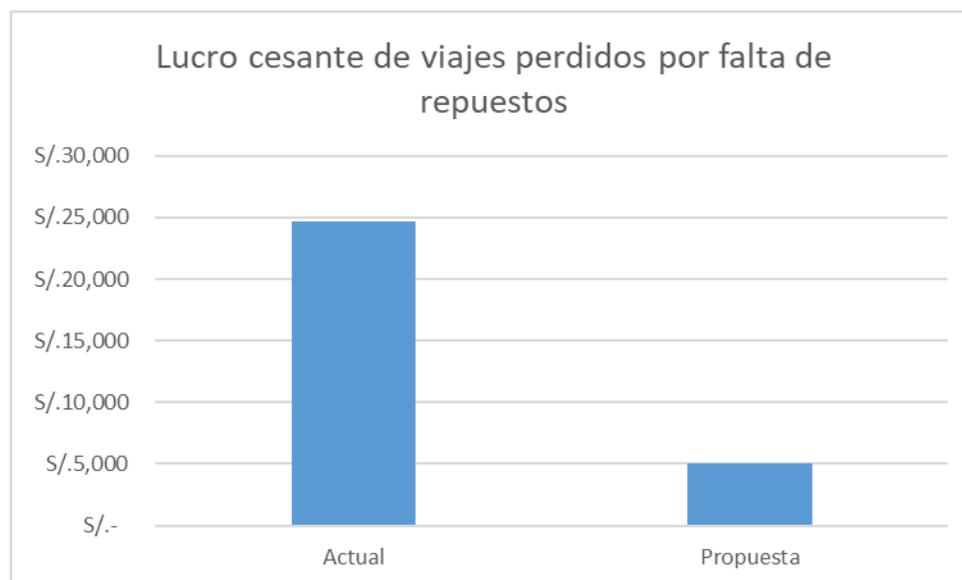


Figura 13. *Lucro Cesante de Viajes perdidos por falta de repuestos*

Con la propuesta de mejora permite obtener un beneficio de S/19,588, al reducirse los viajes frustrados por falta de repuestos.

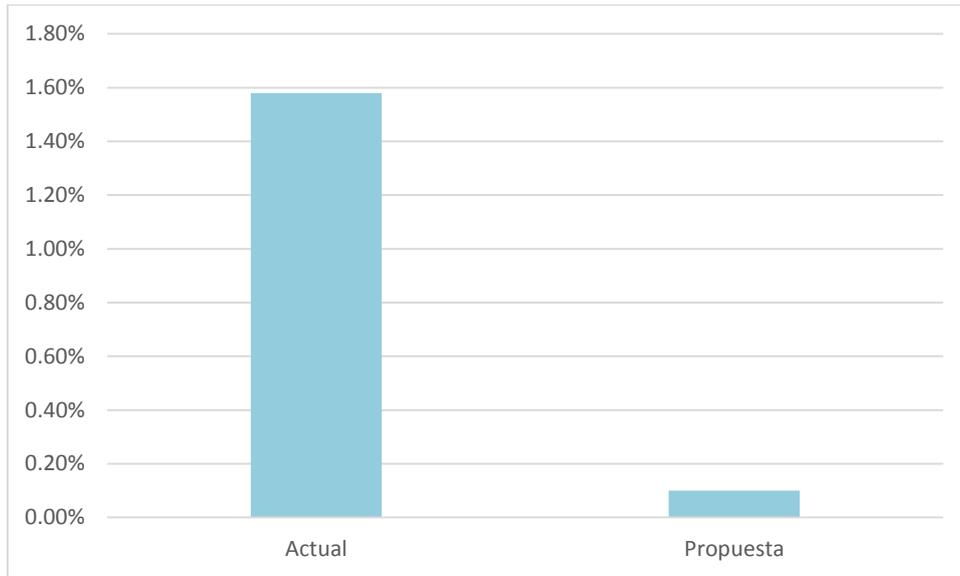


Figura 14. Viajes perdidos por falta de repuestos

El beneficio económico que se consigue con la propuesta de mejora en viajes perdidos por falta de mantenimiento es de S/ 19, 588.

Igualmente se reduce el sobrecosto de las compras reactivas de la siguiente forma

Tabla 20. Reducción de sobrecosto

	Ganancia
Actual	S/10,873
Propuesta	S/3,120

Fuente. Elaboración Propia

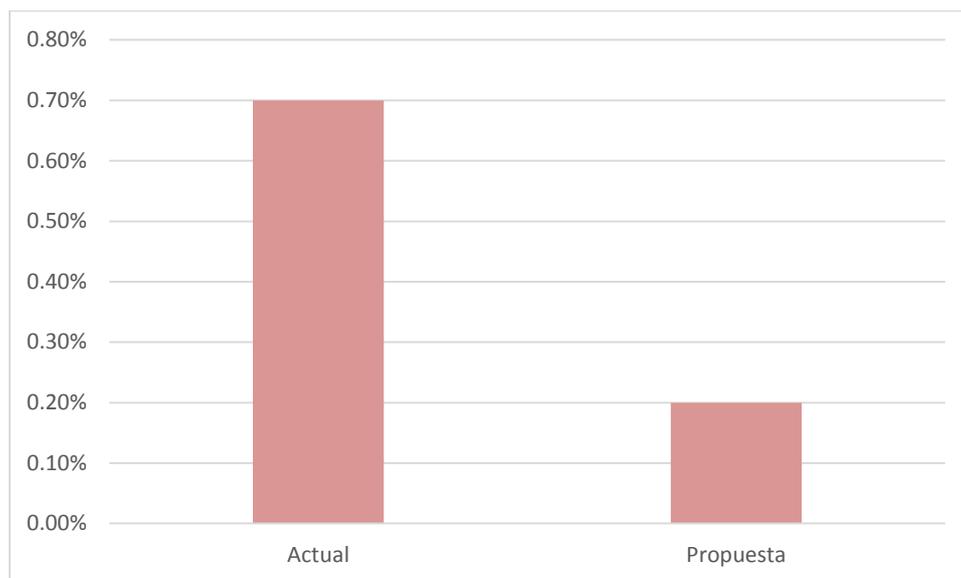


Figura 15. Viajes perdidos por compras reactivas (%)

Con la propuesta de mejora en los viajes perdidos por la existencia de compras reactivas; se consigue un beneficio económico de S/ 7,753.

Igualmente se logró un incremento de 2.0% en la rentabilidad, llevándola de 12.31% a 14.33%

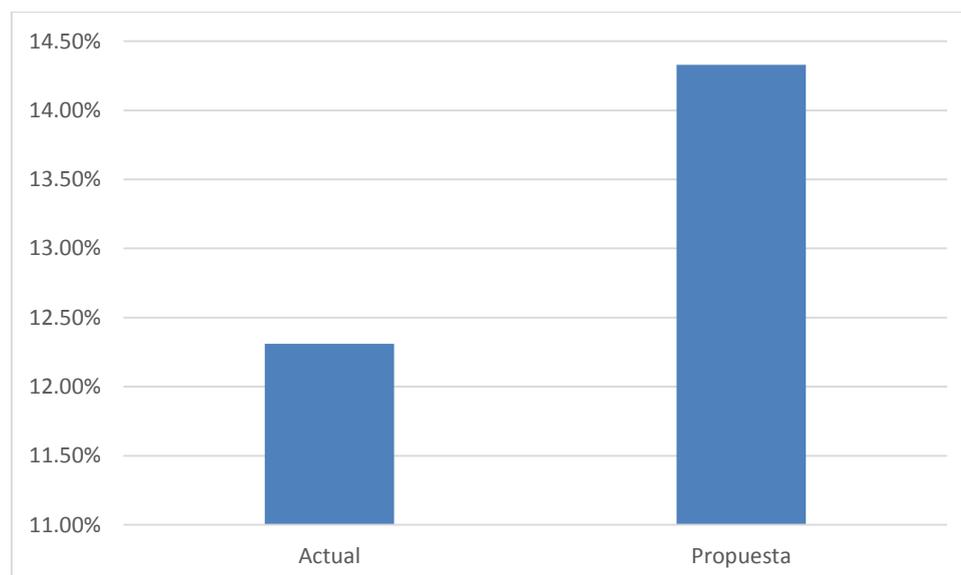


Figura 16. Rentabilidad sobre ventas (%)

Se consiguió un incremento en la rentabilidad sobre ventas de 2.02%; atribuido a esta propuesta de mejora.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Moreno, R (2009) sostiene que la aplicación de una filosofía de Mantenimiento centrada en la confiabilidad influye de manera positiva en la eliminación de actividades preventivas innecesarias en el transporte. Se puede interpretar que los viajes perdidos por mantenimiento en los que incurre la empresa actualmente disminuyen con la propuesta de mejora de un plan de mantenimiento, de 11.24% a 1%.

Con respecto a los costos de mantenimiento fueron datos obtenidos con la experiencia y colaboración de los operadores técnicos de la empresa, encargado de mantenimiento.

Se puede determinar que mediante la aplicación del Solver; el porcentaje de la deficiente asignación de viajes de la empresa logra una reducción de 5.09% a 1%. Al respecto, Campos, M; Ricra, R. (2017), demostró que hay un impacto positivo en base a los resultados obtenidos a través de la aplicación de la programación lineal con el uso de Solver, habiéndose optimizado un 12,35% del costo total del proceso de carguío-acarreo de minerales en la mina Lagunas Norte, la Libertad, en la propuesta de mejora.

Se puede interpretar que los viajes perdidos por una deficiente gestión de stocks (falta de repuestos) disminuyeron con la propuesta de mejora de un plan de gestión de inventarios de 1.58% a 0.1%.

Los viajes perdidos por una deficiente gestión de stocks (compras reactivas) disminuyeron con la propuesta de mejora de un plan de gestión de inventarios de 0.70% a 0.20%., lo cual está en línea con Olivares, F. & Tam, C. que comentan 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.

4.2. Conclusiones

- Fue necesario realizar el diagnóstico actual de la empresa Transportes y Servicios San Román S.A.C., conociendo el tipo y cantidad de máquinas y herramientas que posee el taller de mantenimiento, para así poder realizar un inventario, el cual nos servirá para poder iniciar un plan de mantenimiento preventivo adecuado.

La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento permite que la empresa disminuya viajes perdidos y por lo tanto obtenga un beneficio de S/. 159,668.

- Con esta herramienta se logró optimizar la asignación de viajes, debido a que existen rutas que generan una mayor utilidad para la empresa que otras. Esto generó un beneficio económico de S/. 63,870.
- La implementación de una gestión de inventarios; utilizando la herramienta del EOQ permite que la empresa disminuya viajes perdidos por falta de repuestos y compras reactivas. Esto genera un beneficio económico de S/. 27,342.
- De la evaluación económica y financiera realizada, se concluye que el proyecto propuesto es rentable dado que el VAN es positivo S/. 26,915, eso quiere decir que la inversión es financieramente atractiva ya que además de recuperar la inversión y de obtener la rentabilidad deseada. Mientras mayor sea el VAN, mayor será el aumento del valor financiero de los activos del inversionista.
- Además, el TIR (Tasa Interna de Retorno) es mayor que la tasa de retorno (Ko) deseada, lo que demuestra que la inversión es atractiva en términos financieros. En el caso del proyecto, el TIR = 59.44%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-RADHI, Mehdi. (1997). *Moderne Instandhaltung TPM*. Ed. Hanser. 1^a. Edición.
- Alemania.Márquez, Víctor. (2014). *Introducción al Mantenimiento Industrial y Generalidades*.
- Baer, Meryl (2018). *Las compañías más grandes de transportes en Estados Unidos*.
- Campos, M; Ricra, R. (2017). *Impacto de la programación lineal con el uso de Solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la mina Lagunas Norte, La Libertad*.
- Cando, Mayra; Guala, Aida (2014). *Aplicación de la herramienta Solver en Excel, para la toma de decisiones en los mercados financieros destinada para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Comercial en la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2014*.
- Cuartas, Luis (2008). *¿Qué es el mantenimiento?*
- Mora, Luis. (2010). *Indicadores de la Gestión Logística*.
- Moreno, Gustavo (2009). *Diseño de un plan de mantenimiento de una flota de tractocamiones en base a los requerimientos en su contexto operacional*.
- Neu, Natalia (2008). *Optimización de Chapa y Metodología de Estudio*.
- Olivares, Fernando; Tam, César (2017). *Propuesta de un sistema de mantenimiento y logística para incrementar la rentabilidad de la empresa Transportes Rodrigo Carranza S.A.C.*

Párraga, José (2011). *Investigación, Análisis y Propuestas de Políticas de Planeamiento y Control de Inventarios para el sector comercial de productos siderúrgicos.*

Ricaldi, M. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento.*

Sánchez, Benito (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento mediante metodología RCM para una línea de valorización de PEBD.*

Sánchez, Ana María. (2017). *Técnicas de mantenimiento predictivo. Metodología de Aplicación en las organizaciones.*

Sierra, Gabriel (2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metal mecánica industrias AVM S.A.*

Valdivieso, Juan (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A.*

Vargas, Lisseth. (2016). Bogotá, *Implementación del pilar “Mantenimiento Autónomo” en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S.*

Vollman, Thomas (2005). *Planeación y Control de la Producción.*

Zavaleta, M. (2016). *Actividades de mantenimiento dirigidas a los neumáticos de la flota de camiones KOMATSU 730E en la empresa minera Barrick Misquichilca S.A.- Lagunas Norte.*

ANEXOS

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Guia 00016 Sodimac Trujillo	Guia 00060 Sodimac Trujillo	Guia 00092 Sodimac Chiclayo	Guia 00099 Maestro Chiclayo	Guia 00128 Sodimac Chimbote	Guia 00161 Sodimac Chimbote	Guia 00202 Maestro Chimbote	Guia 00242 Maestro Chiclayo	Guia 00272 Sodimac Chiclayo	Guia 00272 Sodimac Chiclayo	Guia 00292 Sodimac Trujillo	Guia 00322 Sodimac Piura
Guia 00027 Promart Trujillo	Guia 00062 Promart Chimbote	Guia 00097 Maestro Chimbote	Guia 00107 Promart Chimbote	Guia 00131 Promart Trujillo	Guia 00171 Promart Piura	Guia 00203 Maestro Piura	Guia 00244 Maestro Trujillo	Guia 00274 Maestro Chimbote	Guia 00274 Maestro Chimbote	Guia 00295 Maestro Piura	Guia 00333 Maestro Chiclayo
Guia 00034 Promart Chiclayo	Guia 00074 Maestro Chiclayo	Guia 00097 Sodimac Chimbote	Guia 00109 Promart Chiclayo	Guia 00141 Maestro Piura	Guia 00172 Maestro Piura	Guia 00207 Promart Chiclayo	Guia 00247 Promart Trujillo	Guia 00277 Promart Piura	Guia 00277 Promart Piura	Guia 00299 Promart Trujillo	Guia 00334 Promart Piura
Guia 00032 Promart Piura	Guia 00081 Maestro Piura	Guia 00099 Sodimac Piura	Guia 00111 Maestro Trujillo	Guia 00150 Maestro Chimbote	Guia 00182 Promart Trujillo	Guia 00208 Sodimac Trujillo		Guia 00278 Promart Trujillo	Guia 00278 Maestro Trujillo	Guia 00302 Maestro Chiclayo	Guia 00337 Maestro Trujillo
		Guia 00100 Maestro Piura	Guia 00113 Maestro Chimbote		Guia 00191 Sodimac Chiclayo			Guia 00279 Maestro Trujillo		Guia 00303 Sodimac Piura	Guia 00335 Maestro Chimbote
		Guia 00102 Sodimac Trujillo								Guia 00307 Maestro Chimbote	Guia 00336 Promart Trujillo
											Guia 00341 Sodimac Trujillo
											Guia 00343 Promart Chiclayo
4	4	6	5	4	5	4	3	5	4	6	8

TOTAL 2018

58

Figura 17. Relación viajes y guía que llegaron con retraso al almacén del cliente

	Placa	Marca	Modelo	Año
1	T8R -923	Freightleiner	CL-112	2017
2	TPC-802	Freightleiner	CL-112	2017
3	T8Q-850	Freightleiner	CL-112	2015
4	ALP-924	Freightleiner	CL-112	2015
5	AHX-775	Freightleiner	CL-112	2015
6	T8C-815	Freightleiner	CL-120	2006
7	T8C-803	Freightleiner	CL-120	2006
8	T2R-900	Freightleiner	CL-120	2006
9	PIC-835	Freightleiner	M2106	1990
10	F40-865	Freightleiner	M2106	1990
11	T8U-934	Freightleiner	M2112	1974
12	T1C-974	Freightleiner	M2112	1974

Figura 18. Flota de Transportes y Servicios San Román

Placa	Marca	Modelo	Año	Lima-Chimbote o viceversa	Lima-Trujillo o viceversa	Lima-Chiclayo o viceversa	Lima-Piura o viceversa	Total viajes por año	Viajes perdidos			
									Por atraso en entrega	Por falla mecánica	Por demora logística (proyectado)	
1	T8R-923	Freightliner	CL-112	2017	90	84	60	62	296	1	3	
2	TPC-802	Freightliner	CL-112	2017	97	83	58	60	298	1	1	
3	T8Q-850	Freightliner	CL-112	2015	98	96	52	52	298	2	0	
4	ALP-924	Freightliner	CL-112	2015	66	74	74	84	298	1	1	
5	AHX-775	Freightliner	CL-112	2015	60	98	52	88	298	1	1	
6	T8C-815	Freightliner	CL-120	2006	70	94	30	80	274	2	24	
7	T8C-803	Freightliner	CL-120	2006	58	78	66	88	290	1	9	
8	T2R-900	Freightliner	CL-120	2006	64	84	66	86	300	0	0	
9	PIC-835	Freightliner	M2106	1990	68	86	58	56	268	7	25	
10	F40-865	Freightliner	M2106	1990	88	88	60	0	236	12	52	
11	T8U-934	Freightliner	M2112	1974	94	96	0	0	190	13	97	
12	T1C-974	Freightliner	M2112	1974	78	62	0	0	140	15	145	
Total viajes					931	1,023	576	656	3,186	56	358	22
					29%	32%	18%	21%	100%			

Figura 19. Asignación de viajes por ciudad y detalle de viajes perdidos por causa

Ruta	Distancia	Km/galón	Costo/galón	Galón/Km	Viajes	Costo total	
Lima - Chimbote*	403	8	S/	12	0.125	931	S/. 562,789.50
Lima - Trujillo*	560	8	S/	12	0.125	1023	S/. 859,320
Lima - Chiclayo*	763	8	S/	12	0.125	576	S/. 659,232
Lima - Piura*	973	8	S/	12	0.125	656	S/. 957,432
						S/ 3,038,774	
* o viceversa						S/ 151,939	

Figura 20. Consumo de combustible Diesel año 2018.

E050-REVISIÓN DEL REFRIGERANTE

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Protección para los ojos y guantes
- Trapos limpios
- Llave inglesa ajustable
- Llave Allen 17’’

Revise la protección de congelación del refrigerante y el nivel de refrigerante (Revise el Nivel del SCA)

ADVERTENCIA

No quite el tapón del tanque de expansión de refrigerante mientras el motor y el radiador estén aún calientes. Puede escapar fluido y vapor bajo presión si el tapón se retira muy pronto.

CUIDADO

Asegúrese que el refrigerante no sea un producto de larga duración. El SCA no se puede agregar a este tipo de refrigerante.

1. Extraiga refrigerante para la prueba. Ajuste el refrigerante según sea necesario y cambie el filtro, si se necesita.
2. El nivel del aditivo de refrigerante complementario (SCA) queda entre 0.4 a 0.8 units/liter (1.5 y 3.0 SCA unidades/galón).
3. Vea la recomendación de cada fabricante de motor para obtener los
4. intervalos de cambio de filtro y la recuperación del aditivo.

E013-REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES

Tiempo: 30 min

Para llevar a cabo una revisión de funcionamiento de las luces externas llevar a cabo lo siguiente:

- 1 Revise el circuito, iluminación interna y externa del vehículo con sus conectores, fusibles y empalmes.
- 2 Revise que todas las lámparas estén en buenas condiciones apagando y encendiendo los interruptores y sus diferentes modalidades de iluminación.
- 3 Revise los puntos de sujeción y contactos a la vista para cerciorarse de que no haya ninguna suelta.

E025 (B10M-02E)-REVISIÓN E INTERCALACIÓN DE BATERÍAS

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Tester
- Destornillador
- Llave ajustable
- Anticorrosivo

1 Inspeccione la colocación apropiada y el apriete de los sujetadores de la batería.

2 Asegúrese que las conexiones no estén corroídas.

3 Inspeccione la longitud apropiada, rozamiento y el tendido apropiado de los cables.

4 Revise el apriete y fracturas de las terminales.

5 Quite la corrosión de los extremos de los cables y los postes de la batería.

6 Después de limpiarlos, rocíe un anticorrosivo en los postes, terminales y el área en general alrededor de ellos.

7 Asegúrese que las conexiones a tierra de la batería del motor al marco estén fijas y sin corrosión.

Nota! La conexión a tierra de la batería va directamente al motor de arranque

E013-REVISIÓN DE RELÉS, INTERRUPTORES Y MICROSWITCHES DE LAS PUERTAS DE SERVICIO

Material necesario:

Tiempo: 30 min

- Manómetros

1. Inicie la revisión de la válvula de tablero del múltiple pulsando el botón amarillo (Estacionar). Al mismo tiempo el botón rojo (Suministro de aire del remolque) debe botar. Oprimir ambos botones.

Nota! Los manómetros se deben usar sólo para referencia general. La exactitud de los manómetros a menos de 275 kPa (40 psi) es pobre.

2. Baje la presión de aire, bombeando la válvula de freno de pie, al punto en que el botón rojo se salte. Verifique que esto suceda a una presión de 275 ± 35 kPa (40 ± 5 psi).

3. Mantenga el botón rojo oprimido y disminuya más aún la presión. A una presión de 210 ± 35 kPa (30 ± 5 psi), una válvula de disparo empieza a dejar escapar el suministro de aire al remolque. Esta es la función de no-anulación trabajando. Suelte el botón rojo.

4. Continúe disminuyendo la presión de aire hasta que el botón amarillo se salte, esto debe suceder a una presión de 170 ± 35 kPa (25 ± 5 psi). Ahora trate de empujar ambos botones, que deben quedar hundidos.