



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS
OPERATIVOS EN LA EMPRESA “E.T.A.S.A.C.”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
Bach. Diego Martín André Horna Villavicencio

ASESOR:
Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

TRUJILLO – PERÚ
2016

DEDICATORIA

A mi madre, por el apoyo incondicional, a pesar de la distancia.

A mi padre, por siempre estar ahí cuando más lo necesito.

A mi compañera y madre de mi hermoso hijo Bruno, quienes sólo dan alegría a mi vida.

EPÍGRAFE

“El esfuerzo es recompensado, siempre que sacrifiques lo necesario”

(Anónimo)

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Ing. Rafael Castillo Cabrera,
por su acertada asesoría en el desarrollo
de la presente tesis.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA E.T.A.S.A.C.”

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de Agosto a Noviembre del año 2016, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. Diego Martín André Horna Villavicencio

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Jurado 1:

Ing. Marcos Baca López

Jurado 2:

Ing. Ramiro Mas McGowen

Jurado 3:

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general el desarrollo de una propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo, para reducir los costos operativos de la empresa E.T.A.S.A.C.

La propuesta contiene el diagnóstico de la situación actual de la empresa, develando que las unidades móviles tenían una disponibilidad baja, ya que casi en su totalidad, la organización realiza mantenimientos correctivos a las mismas, dando como resultado un total de S/ 64,763.44 soles de pérdida mensual estimada, lo que incrementa los costos operativos en la presente investigación.

Mediante el desarrollo de los componentes de la propuesta de mejora: Programa de Mantenimiento Preventivo, Rediseño y Reubicación del Almacén, Programa de Adquisición de Repuestos y Política de manejo de unidades móviles, se logró reducir la pérdida mensual estimada a S/ 3696.41 soles.

Con la propuesta se lograron reducir los sobre costos operativos de 39.20% a 1.96%, además se aumentó la disponibilidad de máquina promedio de 79% a 98%. Con la mejora en marcha la empresa tendría un ahorro mensual estimado de S/ 61,067.03 soles.

ABSTRACT

This research had as general objective the development of a proposal of a preventive maintenance program to reduce operating costs of the company E.T.A.S.A.C.

The proposal contains a diagnosis of the current situation of the company, revealing that mobile units had low availability because almost entirely, the organization takes corrective maintenance to them, resulting in a total of S / 64,763.44 soles estimated monthly loss, which increases operating costs in this investigation.

By developing the components of the proposed improvement; Preventive Maintenance Program, Redesign and Relocation Deposit, Parts Procurement Program, and Policy management of mobile units, it was possible to reduce the estimated S / 3696.41 soles monthly loss.

With the proposal were achieved reduce operating costs about 39.20% to 1.96%, plus the availability of machine average 79% - 98% was increased. With the improvement in running the company would have an estimated S / 61,067.03 soles monthly savings.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPITULO 1.....	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Hipótesis.....	6
1.4 Objetivos.....	6
1.5 Justificación.....	6
1.6 Tipo de Investigación.....	7
1.7 Diseño de la investigación.....	7
1.8 Variables.....	8
1.9 Operacionalización de variables.....	8
CAPITULO 2.....	4
MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2 Base Teórica.....	7
2.3 Definición de Términos.....	18
CAPÍTULO 3.....	19
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL.....	19
3.1 Descripción general de la empresa.....	20
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.....	22

3.3 Identificación del problema e indicadores actuales	34
CAPÍTULO 4	39
SOLUCIÓN PROPUESTA	39
4.1 Programa de Mantenimiento Preventivo (Cr1)	40
CAPÍTULO 5	59
EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	59
CAPÍTULO 6	62
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
6.1 Resultados.....	63
CAPÍTULO 7	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
7.1 Conclusiones.....	65
7.2 Recomendaciones.....	65
BIBLIOGRAFÍA	66

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Total de Mantenimientos Correctivos y Preventivos	23
---	----

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cuadro de días perdidos y Costos incurridos por falta de mantenimiento preventivo en las unidades de transporte (Año 2014 a Mayo 2016).....	4
Tabla N° 2: Cuadro de Costos incurridos por devoluciones o mermas de productos transportados (Expresado en nuevos soles)	5
Tabla N° 3: Porcentaje de Utilidad y costos incurridos en servicio de transporte	5
Tabla N° 4: Operacionalización de variables.....	8
Tabla N° 5: Veces Promedio en las que se realizaron mantenimientos correctivos como preventivos a las unidades.....	22
Tabla N° 6: Tiempo medio entre fallas, Tiempo para reparar y disponibilidad por unidad móvil.....	27
Tabla N° 7: Horas perdidas por ruta, y posibles viajes no efectuados expresadas en soles por no realizar un mantenimiento preventivo.	28
Tabla N° 8: Tiempo real de desplazamiento para ubicación de repuesto	30
Tabla N° 9: Tiempo real de desplazamiento para ubicación de repuesto	31
Tabla N° 10: Promedio mensual perdido por falta de un programa de adquisición de repuestos.....	32
Tabla N° 11: Costo por devoluciones y mermas de productos	33
Tabla N° 12: Lista de mantenimientos preventivos para las unidades móviles.....	40
Tabla N° 13: Tiempo medio entre fallas, tiempo para reparar y disponibilidad	45
Tabla N° 14: Horas perdidas y posibles viajes no efectuados, realizando mantenimiento preventivo a las unidades móviles	46
Tabla N° 15: Códigos de productos en almacén	48
Tabla N° 16: Códigos de ubicación de producto en almacén	48
Tabla N° 17: Costo en ubicación de repuesto con tiempo estándar	49
Tabla N° 18: Programa de adquisición de repuestos	51
Tabla N° 19: Programa de adquisición de repuestos basado en el kilometraje de las unidades.....	52
Tabla N° 20: Costos estimados mensuales con el programa de adquisición de repuestos.....	53
Tabla N° 21: Ahorro mediante el programa de mantenimiento preventivo.....	55
Tabla N° 22: Ahorro mediante la redistribución y reubicación del almacén	56
Tabla N° 23: Ahorro mediante el programa de adquisición de repuestos	56
Tabla N° 24: Ahorro mediante la política para el manejo de unidades móviles	57
Tabla N° 25: Inversión para la implementación de la propuesta de mejora	57

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación describe el desarrollo de una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos de la empresa E.T.A.S.A.C.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre cuál es el impacto de la propuesta, en este caso se plantea una hipótesis afirmativa; se plantean los objetivos tanto general como específicos y culmina con la operacionalización de las variables.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos como: definiciones de mantenimiento preventivo, correctivo y el método de las 5s; además de validar la propuesta a través de antecedentes relacionados con la presente investigación. Culmina con la definición de términos.

En el Capítulo III, se describe el diagnóstico de la situación actual de la empresa, los aspectos generales como: visión, misión, identificación del problema, indicadores actuales y se establecen indicadores meta.

En el Capítulo IV, se describe y presenta la solución propuesta, donde se realiza la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo.

En el Capítulo V, se muestra la evaluación económica-financiera de la propuesta de mejora, a través de indicadores como: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

En el Capítulo VI, se consignan los valores de los indicadores actuales, meta y los obtenidos.

En el Capítulo VII, finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los objetivos planteados y mejoras que pueden complementar el presente estudio de investigación.

Además, la presente investigación permitirá a los lectores conocer los conceptos y metodologías empleadas en la propuesta de mejora.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA

INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

La Norma EN-13306, denominada “Terminología del Mantenimiento”, fue aprobada por el Comité CEN el 7 de marzo de 2001, y su contenido versa sobre las diversas definiciones existentes respecto a fallos (fallos propiamente dichos, causas de fallo, degradaciones, fallos primarios y secundarios, mecanismos de fallo, etc.), estados de los diferentes fallos (fallo, fallo enmascarado, fallo por degradación, etc.), tipos de mantenimiento y estrategias (mantenimientos preventivos, mantenimientos predeterminados, mantenimiento según condición, mantenimientos predictivos, mantenimientos correctivos, mantenimientos tele mandados y mantenimientos diferidos) y además, actividades de mantenimiento, tiempos, términos e indicadores económicos.

Para el Comité Normalizador tiene únicamente dos subdivisiones: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo, a su vez, se subdivide en sólo dos tipos: mantenimiento basado en condición (o predictivo) y mantenimiento predeterminado (o preventivo sistemático). El mantenimiento correctivo, o la conocida reparación de fallos, como segundo aspecto a resaltar, tiene dos divisiones a su vez a un nivel inferior: mantenimiento programable (o diferido) y mantenimiento inmediato (o urgente). A continuación se adjunta el cuadro de terminología según EN-13306: **[TEXTO 01]**



Figura 3.2

Fuente: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2º Edición.

En la actualidad el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha diseñado planes de desarrollo vial, los cuales tienen por objetivo integrar los centros poblados con las zonas de producción y turísticas más importantes del país. Los planes consideran la priorización de desarrollo de tres circuitos básicos, los cuáles están conformados por tramos importantes de las carreteras Panamericana en la Costa, Longitudinal en la Sierra, la Marginal de la Selva y las carreteras de penetración. **[URL 01]**

Es indudable la importancia que tienen los sectores transportes y comunicaciones, que por las características de apoyo y horizontalidad de su infraestructura y servicios, se convierten en factores claves para promover el desarrollo económico y social del país.

La infraestructura es uno de los factores básicos para que un país adquiera niveles de competitividad adecuados, tenga sostenibilidad en su crecimiento económico, avance en la inclusión social y pueda lograr su integración interna y externamente. Según estimaciones ensayadas por Instituciones privadas, la brecha en infraestructura era de U\$\$ 37,760 millones, que equivale aproximadamente al 30% del PBI Nacional. De este gran total corresponde a la infraestructura de transportes el 37%, es decir un monto de U\$\$ 13,961 millones. En cuanto al índice de calidad en infraestructura el Perú está ubicado en el puesto 98 de 142 países.

El transporte Terrestre cuenta con un compromiso de inversión de U\$\$ 3,423 millones, sobre dicha infraestructura se traslada el 90% de la carga y se moviliza el 80% de los pasajeros, especialmente en los principales ejes longitudinales y transversales, los cuales actualmente presentan condiciones de asfalto en buen estado. **[URL 02]**

La EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C. (ETASAC), inició sus actividades el 15 de agosto del 2007, se dedica al rubro de transporte de carga por carretera; para lo cual dispone de once (11) unidades móviles, entre camiones y tráileres, cubre rutas como: Lima-Trujillo, Trujillo-Huamachuco, Huamachuco-Cajabamba y viceversa. Tiene nueve (9) años en el mercado y está en crecimiento, pero enfrenta problemas de sobre costos incurridos por no

realizar mantenimiento preventivo a sus unidades de transporte, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla N° 1: Cuadro de días perdidos y Costos incurridos por falta de mantenimiento preventivo en las unidades de transporte (Año 2014 a Mayo 2016)

	2014	2015	A Mayo 2016	Total Días
	Días	Días	Días	
Rotura de llantas	4	5	7	16
Zapatatas / Tambor/ Rodadura Malogrados	4	5	5	14
Falta de cambio de aceite	3	4	4	11
Falla Sistema Eléctrico/ Luces e intermitentes	6	7	9	22
Otros	2	3	4	9
Total días	19	24	29	72
Pérdidas S/. (*)	15,441.00	24,234.00	27,263.00	66,938.00

(*) Costos por penalidades en retraso de entrega, horas muertas y sobrecosto del repuesto

Fuente: Elaboración propia

Estos costos incurridos por la falta de mantenimiento preventivo, provoca también un manejo ineficiente de la logística interna al comprar productos de emergencia, procesos de recepción no programados, almacenamiento con y sin registro de ingreso de productos, personal sin la capacitación adecuada, traslado y entrega de los bienes que transporta a destiempo; los que también ocasionan costos ocultos no determinados visiblemente en el cuadro anterior. Esta realidad también impacta en el aumento de devoluciones o mermas de productos, que en el último semestre asciende a S/. 15,200.00 soles, tal como se aprecia en el cuadro siguiente:

Tabla Nº 2: Cuadro de Costos incurridos por devoluciones o mermas de productos transportados (Expresado en nuevos soles)

Mes	Nº de servicios afectados	Importe incurrido (S/.)
Julio 2015	02	S/. 1,350.00
Agosto 2015	01	S/. 1,010.00
Setiembre 2015	02	S/.1,600.00
Octubre 2015	02	S/.1,240.00
Noviembre 2015	03	S/. 4,650.00
Diciembre 2015	05	S/. 5,350.00
Total	15	S/.15,200.00

Fuente: Elaboración propia

Todos estos costos incurridos visibles, afectan a los ingresos logrados por la empresa, que tiene un % de utilidad promedio del 10% tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla Nº 3: Porcentaje de Utilidad y costos incurridos en servicio de transporte

Periodo	Facturación S/.	Utilidad S/.	% Respecto al ingreso	Días perdidos, mermas, devoluciones S/.	% Respecto al ingreso
2º Semestre 2015	S/. 850,000	85,100	10.00%	27,317	3.21%

Fuente: Elaboración propia

Todos estos costos antes descritos, nos permiten proponer la realización de un Programa de Mantenimiento Preventivo para reducir los costos operativos de la Empresa de Transportes Amador SAC.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de un programa de mantenimiento preventivo sobre los costos operativos de la empresa “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C. - Trujillo”?

1.3 Hipótesis

La propuesta de un programa de mantenimiento preventivo reduce los costos operativos de la empresa “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C. – Trujillo”.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Reducir los costos operativos de la empresa “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.”, a través de la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico actual de la Gestión del Mantenimiento Preventivo en la “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.”.
- Seleccionar las herramientas apropiadas de Ingeniería Industrial para solucionar las causas raíces.
- Elaborar y desarrollar la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo, con las herramientas seleccionadas, en la “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.”.
- Evaluar la viabilidad económica – financiera de la propuesta.

1.5 Justificación.

• Justificación valorativa

La investigación permitirá que la “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C., ejecutando las herramientas propuestas, conlleven a la organización a un mejor posicionamiento en el rubro del transporte de carga terrestre.

• Justificación académica

La investigación proporcionará la posibilidad de plantear mejoras, de acuerdo al problema y conocimientos adquiridos en el transcurso de la

carrera profesional, a su vez aportará conocimientos y modos de trabajo para generaciones futuras.

- **Justificación económica**

La investigación permitirá reducir los costos operativos, los cuales están reduciendo la utilidad de la empresa en un 3.21%, aproximadamente.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por la orientación

Aplicada.

1.6.2. Por el diseño

Pre experimental.

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Localización de la investigación

La Libertad, Trujillo, Trujillo, Av. Ricardo Palma N° 517-Urb. Santo Dominguito, “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.”.

1.7.2 Alcance

Se enmarca en el ámbito de las ciencias de Ingeniería Industrial en las áreas de Mantenimiento.

1.7.3 Duración del proyecto

ACTIVIDADES	AÑO 2016															
	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Recopilación de Información	■	■	■	■												
Capítulo 1 Generalidades de la Investigación					■											
Capítulo 2 Marco Referencial					■	■										
Capítulo 3 Diagnóstico de la Realidad Actual							■	■								
Capítulo 4 Solución Propuesta									■	■	■					
Capítulo 5 Evaluación Económica y Financiera													■	■		
Capítulo 6 Resultados y Discusión														■		
Capítulo 7 Conclusiones y Recomendaciones															■	

Fuente: Elaboración Propia

1.8 Variables

- Variable independiente: Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo.
- Variable dependiente: Costos operativos de la empresa “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.”.

1.9 Operacionalización de variables

Tabla N° 4: Operacionalización de variables

Variable	Método	Indicadores	Fórmula
Variable independiente: Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo.	Programa de Mantenimiento Preventivo	Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)	Tiempo total de funcionamiento/ N° total de fallas
		Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	Tiempo total para solucionar la falla/ N° total de fallas
		Disponibilidad	$=(MTBF/(MTBF+MTTR))*100$
Variable dependiente: Costos operativos de la empresa “EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.”.	Análisis de Costos	Pérdida actual Pérdida después de la propuesta	Costo real / costo esperado

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

A. Tesis Internacionales

Buelvas Díaz, Camilo Ernesto, & Martínez Figueroa Kevin Jair, **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA L&L”**, 2014, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla – Colombia [TES 01]

“Mediante la Elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo en la Empresa L&L, se logró reducir los costos en los cambios de mangueras, ya que el remplazo preventivo de las mismas, elimina la pérdida de aceite hidráulico, generando un ahorro mensual de dos millones cuatrocientos mil pesos colombianos. A su vez para asegurar la operatividad del plan, se han creado formatos de orden de servicio, listas de chequeos, los cuales aseguran un trabajo sistemático y controlado, que arrojarán indicadores de disponibilidad, permitiendo observar mes a mes y realizar de manera oportuna mantenimientos que sean necesarios.

Varela Reyes, Salvador Enrique **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO”**, 2013, Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro – Estados Unidos Mexicanos [TES 02]

“Por medio de la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo, se logró incrementar la disponibilidad y confiabilidad de todos los equipos con los que cuenta la empresa, además se redujeron los gastos innecesarios en la compra de refacciones por piezas dañadas, pudiendo incrementarse el tiempo de vida útil de los equipos.”

B. Tesis Nacionales

Salas Maceda, Mario Daniel, **“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL EN LAS ETAPAS DE PREHILADO E HILADO DE UNA FABRICA TEXTIL”**, 2012, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú [TES 03]

“Por medio de la aplicación de Mejora del Programa de Mantenimiento Preventivo, se logró reducir el exceso de 182.5 Hrs/anuales, el cual equivale el 58% de desperdicio de tiempo, las herramientas utilizadas fueron la implementación de las 5 S y el mantenimiento autónomo, además se crearon procedimientos para la realización del mantenimiento preventivo como mantenimiento autónomo, los que permitirán que el operario sea responsable de su área de trabajo y se cumpla con el horario programado”.

Chang Nieto, Enrique, **“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA PEQUEÑA EMPRESA DEL RUBRO DE MINERÍA PARA REDUCCIÓN DE COSTOS DEL SERVICIO DE ALQUILER”**, 2008, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú [TES 04]

“A través de la aplicación de la Propuesta de un Modelo de Gestión de Mantenimiento Preventivo en la empresa TECDRILL S.A.C., se consiguió aminorar los mantenimientos correctivos en un 69%, inversión que sería recuperada en 17 meses, además se aplicó un Sistema de Checklist para el control preventivo diarios, semanal y mensual”.

C. Tesis Locales

Horna Celis, Franco, **“PROPUESTA DE UNA GESTION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL AREA DE PRODUCCION PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA RENOVA S.A.C.”**, 2015, Universidad Privada del Norte, Trujillo – Perú [TES 05]

“Mediante la aplicación de la Propuesta de Gestión de Mantenimiento Preventivo en el Área de Producción, se logró incrementar significativamente la Rentabilidad de la Empresa RENOVA S.A.C., de 18.23% a un valor de 27.47%, además se propuso herramientas de la Ingeniería Industrial para mejorar el proceso de reencauche de llantas como son: tiempo efectivo de trabajo, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar, tiempo de reparado de máquina y eficiencia los cuales mejoraron la rentabilidad de la Empresa RENOVA S.A.C”.

Fabián Rodríguez, Rogger Pedro, “**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES FABIÁN EXPRESS S.A.C.**”, 2012, Universidad Privada del Norte, Trujillo – Perú [TES 06]

“A través de la aplicación del Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Empresa de Transportes Fabián Express S.A.C., se consiguió minimizar los costos de mantenimiento, lo cual significó un ahorro del 16.18%, equivalente a S/. 9,170.00 Soles, además se pudo realizar una codificación a la maquinaria, la cual permitirá un acceso rápido a las características de cada máquina, tipo, modelo. Siguiendo las pautas del modelo del plan de mantenimiento, de forma sistemática y ordenada, permitirá a la organización establecer las bases sobre las cuales se ejecutarán las actividades de mantenimiento preventivo, así como su control y evaluación mediante el registro adecuado.

2.2 Base Teórica

A. Definición de mantenimiento y evolución

Habitualmente se define como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo, de la Segunda aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no

sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, prevenirlas y actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. **[TEXTO 02]**

B. Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento Correctivo**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. **[TEXTO 02]**

- **Mantenimiento preventivo (definiciones)**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. **[TEXTO 02]**

Es aquel que consiste en un grupo de tareas planificadas que se ejecutan periódicamente, con el objetivo de garantizar que los activos cumplan con las funciones requeridas durante su ciclo de vida útil dentro del contexto operacional donde se ubican. **[URL 03]**

El mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo. Es el enfoque preferido por cuatro razones principales:

- La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódica pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias

negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.

- En donde podamos vigilar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos (por ejemplo, materiales) como indirectos (por ejemplo, pérdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado y a que la calidad de las reparaciones puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

Además el mecanismo dominante de falla se basa en el tiempo o se debe al desgaste, es decir, si la probabilidad de la falla aumenta gradualmente con el tiempo, la edad o el uso, entonces las tareas de mantenimiento tienen que basarse en el tiempo. Si por otra parte, la probabilidad de una falla es constante independientemente del tiempo, la edad o el uso, y existe una degradación gradual desde el principio de la falla, entonces las tareas de mantenimiento pueden basarse en las condiciones.

[TEXTO 03]

A continuación se adjunta el cuadro de evolución de la eficacia del mantenimiento: [TEXTO 01]



Fuente: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2^o Edición.

C. Distribución del tiempo en la resolución de una falla

- **Tiempo de detección**

Es el tiempo que transcurre entre el origen del problema y su detección. Hay una relación entre el tiempo de detección y el tiempo de resolución total: cuanto antes se detecte la avería, en general, habrá causado menos daño y será más fácil y económica su reparación. Es posible reducir este tiempo si se desarrollan sistemas que permitan detectar fallos en su fase inicial, como inspecciones rutinarias diarias, comprobación de parámetros de funcionamiento, y formación adecuada del personal de operación.

- **Tiempo de comunicación**

Es el tiempo que transcurre entre la detección del problema y localización del equipo de mantenimiento. Este periodo se ve muy afectado por los sistemas de información y comunicación con el personal de mantenimiento. Una buena organización de mantenimiento hará que este tiempo sea muy corto, incluso despreciable en el total de tiempo transcurrido. Para reducir este tiempo, debe existir un sistema de comunicación ágil, que implique al menor número de personas posible.

- **Tiempo de espera**

Es el tiempo que transcurre desde la comunicación de la avería hasta el inicio de la reparación, además incluye el tiempo de espera hasta disponer de operarios que puedan atender la incidencia, los trámites necesarios para realizar las comprobaciones de seguridad.

- **Diagnóstico de la avería**

Es el tiempo necesario para que el operario de mantenimiento determine qué está ocurriendo en el equipo y cómo solucionarlo. Este tiempo se ve afectado por la formación y experiencia del

personal. Es posible reducir este tiempo si se dispone de planos y manuales en las proximidades de los equipos, también podrían elaborarse listas de averías en las que se detallen síntomas, causas y soluciones de las fallas que se han producido en el pasado o que puedan producirse.

- **Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios**

Una vez determinado qué hay que hacer, el personal encargado de la reparación puede necesitar un tiempo para situar en el lugar de intervención los medios que necesite. Para reducir este tiempo, es conveniente situar adecuadamente los talleres, llevar a la mano una caja de herramientas estándar.

- **Acopio de repuestos y materiales**

Es el tiempo que transcurre hasta la llegada del material que se necesita para realizar la intervención. Incluye el tiempo empleado en localizar el repuesto en el almacén (en el caso de tenerlo en stock), realizar los pedidos pertinentes (en caso de no tenerlo), comprobar que alcanzan sus especificaciones y situarlos en el lugar de utilización. Este tiempo se ve afectado por la cantidad de material que haya en stock, por la organización del almacén, por la agilidad del departamento de compras y por la calidad de los proveedores. Para optimizar este tiempo, se debe tener un almacén adecuadamente dimensionado con una organización eficiente, servicio de compras rápido, y contar con proveedores de calidad.

- **Reparación de la avería**

Es el tiempo necesario para solucionar la falla, de manera que el equipo quede nuevamente en servicio. Se ve afectado por el alcance del problema, por los conocimientos y habilidad del personal encargado de su resolución. **Para optimizar este tiempo es necesario disponer de un sistema de mantenimiento**

preventivo que evite averías de gran alcance, disponer de un personal eficaz y motivado.

- **Pruebas funcionales**

Es el tiempo necesario para comprobar que el equipo ha quedado adecuadamente reparado. El tiempo empleado en realizar pruebas funcionales suele ser una buena inversión. Para optimizar este tiempo es conveniente determinar qué pruebas deben realizarse para comprobar que el equipo ha quedado en perfectas condiciones, redactar protocolos o procedimientos en los que se detalle claramente dichas pruebas y cómo llevarlas a cabo.

- **Puesta en servicio**

Es el tiempo que transcurre entre la solución completa de la avería y la puesta en servicio del equipo. Está afectado por la rapidez y agilidad de las comunicaciones. Para su optimización es necesario disponer de sistemas de comunicación eficaces.

- **Redacción de informes**

El sistema documental de mantenimiento debe recoger al menos los incidentes más importantes de la planta, con un análisis en el que se detallen los síntomas, causas, soluciones y medidas preventivas adoptadas.

Las conclusiones pueden ser muy valiosas para decidir qué acciones de bajo costo pueden tomarse para reducir el tiempo medio de reparación de los equipos (MTTR). **[TEXTO 04]**

D. Formulaciones Científicas del mantenimiento

La fiabilidad se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión pueda realizar su función o su actividad en las condiciones de utilización, o sin avería. La fiabilidad se suele representar con la letra R (de la palabra inglesa reliability) y también como “calidad” en el tiempo. Una medida de la fiabilidad es el MTBF (Mean Time Between Failures) o, en castellano, TMEF: Tiempo medio entre fallos.

Se define mantenibilidad como la probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado. Una medida de la mantenibilidad es el MTTR (Mean Time to Repair) o TMDR en castellano: Tiempo Medio de Reparación. Ambos conceptos se plasman en el siguiente gráfico:

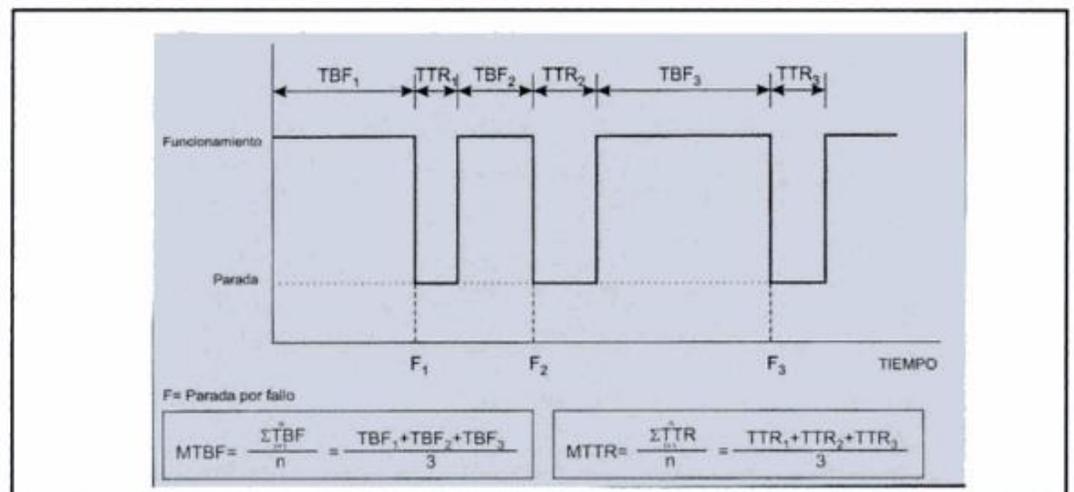
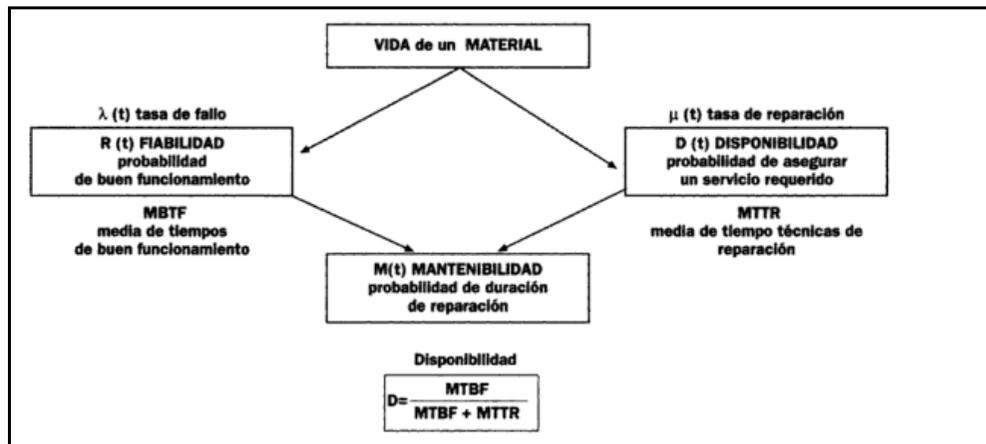


Figura 3.4

Fuente: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2^o Edición.

La disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un servicio requerido. Hay autores que definen la disponibilidad como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento, frente al parque total de equipos o sistemas. No obstante, hay que analizar la disponibilidad teniendo en cuenta o no el

mantenimiento preventivo o, mejor dicho, las paralizaciones ocasionadas por dicho preventivo.



En la expresión de la disponibilidad $D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$, el MTTR

engloba todas las paradas del sistema, equipo o instalación, pues la sumatoria $\sum_{i=1}^m TTR1$ no diferenciaba entre paralizaciones correctivas o preventivas.

De este razonamiento se deduce que, en este aspecto, habrá dos ratios de control asociadas a nuestro mantenimiento, a saber:

$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR1}$, donde R_1 son las reparaciones asociadas a fallos o averías.

$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR2}$, donde R_2 son las revisiones sistemáticas preventivas.

Como $MTTR = MTTR1 + MTTR2$, tendremos tres líneas de mejora de la disponibilidad:

- Mejora asociada a reducir cuantitativamente el número de fallos, que redundará en aumentar el MTBF.
- Mejora asociada a disminuir los $MTTR1$, o a reducir los tiempos de reparación de averías.
- Mejora asociada a disminuir los $MTTR2$, o a reducir las paralizaciones por mantenimientos preventivos, mediante programaciones de actividades más a la medida (predictivas), reduciendo o eliminando el preventivo que no añada valor, o atomizando los planes de mantenimiento en

pequeñas operaciones que puedan programarse aprovechando otras paradas.

La tasa de Fallos se conoce como $\lambda = \frac{1}{MTBF}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{La Tasa de Reparación } \mu_1 = \frac{1}{MTTR_1} \\ \text{La Tasa de Revisiones } \mu_2 = \frac{1}{MTTR_2} \end{array} \right\} \mu = \text{Tasa de paralización} = \frac{1}{MTTR_1 + MTTR_2}$$

La disponibilidad instantánea de uno de los sistemas que estamos manteniendo se ajusta a la fórmula:

$$D(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{\mu + \lambda} \cdot e^{-(\mu + \lambda)t}$$

En esta fórmula la disponibilidad instantánea $D(t)$ es igual a la probabilidad de funcionamiento correcto del sistema o probabilidad de 0 fallos. [TEXTO 01]

E. Definición del método de las 5 S.

Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y la productividad.

Las 5S son principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

- **SEIRI**

Organizar y seleccionar: Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no y clasificar esto último. Por otro lado,

aprovechamos la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar.

- **SEITON**

Ordenar: Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente. Así pues, situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el slogan de “un lugar para cada cosa y cada una en su lugar”.

- **SEISO**

Limpiar: Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y máquinas/equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo cómo son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, dónde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

- **SEIKETSU**

Mantener la limpieza: A través de controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarlos y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, así como mediante controles visuales de todo tipo.

• **SHITSUKE**

Rigor en la aplicación de consignas y tareas: Realizar la auto-inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomías.

Las tres primeras fases son operativas, la cuarta ayuda a mantener el control alcanzado, mediante control visual y aplicación de estándares, la quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario. **[TEXTO 05]**

A continuación se adjunta el cuadro de las 5 fases antes mencionadas:



Gráfico I-5

Fuente: Las 5 S. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo.

2.3 Definición de Términos

- **Comité CEN:** Comité Europeo de Normalización, organización no lucrativa privada cuya misión es fomentar la economía europea en el negocio global, el bienestar de ciudadanos europeos y el medio ambiente.
- **Disponibilidad:** Probabilidad de asegurar un servicio requerido.
- **Fiabilidad:** Probabilidad de buen funcionamiento.
- **Método de las 5 S:** Programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo
- **MTBF:** Tiempo medio entre fallas.
- **MTTF:** Tiempo hasta que se produce una falla.
- **MTTR:** Tiempo medio para reparar.
- **Zapatas:** Pieza del freno de algunos vehículos que actúa por fricción contra el eje o las ruedas.

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa

Nombre: EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.

Misión: Brindar un servicio de calidad abarcando rapidez, seguridad y exigencias del cliente con relación al transporte de carga.

Visión: Contar con una nueva flota de camiones modernos.

Actividad: Transporte de carga por carretera.

Ubicación: Av. Ricardo Palma N° 517 Urbanización Santo Dominguito La Libertad-Trujillo-Trujillo

Competencia directa:

EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA
EMPRESA DE TRANSPORTES MIRKO S.R.L.
INVERSIONES CRUZ ANDINO S.A.C.
TUNESA EXPRES S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia

Competencia indirecta:

EMPRESAS DE TRANSPORTES DE PERSONAS
EMPRESA DE TRANSPORTES TURISMO ECOLÓGICO S.A.C.
EMPRESA DE TRANSPORTES ROYAL PALACE'S S.A.
EMPRESA DE TRANSPORTES TRANDIA S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia

Clientes:

EMPRESA	REGISTRO ÚNICO DE CONTRIBUYENTE
SANICENTER S.A.C.	20138651917
PLASTINOR S.A.C.	20481226393
VIA SOLUTEC S.A.C.	20481312125
CORPORACIÓN SIFUENTES S.A.C.	20477613528
CORPAVET S.A.C.	20600784111
FERRICOSAS S.A.C.	20507843124
CURTIEMBRE CHIMU MURGIA HNOS. S.A.C.	20131564504
MOLINORTE S.A.C.	20481608598
GRUPO FERRETERO EL HALCON E.I.R.L.	20559990150
FERRO PLAST INTERNATIONAL S.A.C.	20481864322
DISTRIBUCIONES PLASTICA J & P S.A.C.	20481716994

Fuente: Elaboración Propia

Proveedores:

PRODUCTO	EMPRESA
COMBUSTIBLE	GRIFOS ESTRELLA DE DAVID E.I.R.L.
LLANTAS	DISTRIBUCIONES OLANO S.A.C.
	PIMENTEL SEVILLA ALFREDO MATEO
REPUESTOS	DISTRIBUIDORA JMG S.A.C.
UNIDADES MÓVILES	AUTOMOTORES GILDEMEISTER-PERÚ S.A.
	AUTONORT TRUJILLO S.A.

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

La inexistencia de un Programa de Mantenimiento Preventivo, ocasiona que la Empresa de Transportes Amador S.A.C., incurra en sobrecostos, lo cual repercute en su utilidad semestral en un 3.21%, porcentaje que asciende a la suma de S/. 27,317 soles semestrales, la cual a su vez se está viendo reflejada en insatisfacción tanto del cliente interno como externo.

a) Causa raíz 1 (CR1): Falta de un Programa de Mantenimiento Preventivo.

La falta de un programa de mantenimiento preventivo, ocasionan días perdidos por roturas de llantas, tambor, zapatas, fallas en el sistema electrónico, teniendo consecuencias como clientes insatisfechos, penalidades, mermas de los productos que transportan, hasta devoluciones de los mismos.

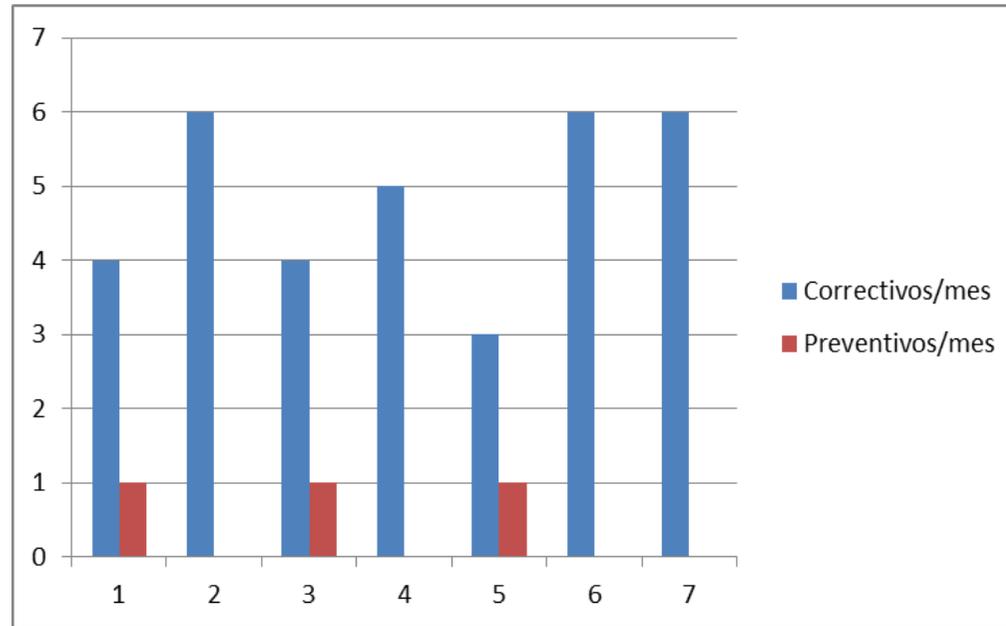
El mantenimiento se realiza cuando alguna unidad lo requiere, a continuación se muestra un cuadro de mantenimientos preventivos y correctivos.

Tabla Nº 5: Veces Promedio en las que se realizaron mantenimientos correctivos como preventivos a las unidades.

UNIDADES MÓVILES			MANTENIMIENTOS	
Placa tracto	Placa Carreta	Marca	Correctivos /mes	Preventivos/ mes
T3I-878	T9N-982	SCANIA	4	1
T4Q-898	T6L-992	MACK	6	0
C8P-756	T9T-970	SCANIA	4	1
T6J-824	TOP-986	SINOTRUK	5	0
C8P-757	T9M-989	SCANIA	3	1
D1G-795	-	INTERNATIONAL	6	0
T5A-861	-	ISUZU	6	0
TOTAL			34	3

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 1: Total de Mantenimientos Correctivos y Preventivos



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico de barras podemos evidenciar que en su mayoría la Empresa objeto de estudio, realiza mantenimientos correctivos.

Siguiendo con el análisis se mostrarán los indicadores promedio por unidad, del Tiempo medio entre fallas, Tiempo medio para reparar y Disponibilidad.

UNIDAD T3I-878-RUTA TRUJILLO-LIMA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	132	28	4	33	7	83	0.03030	0.969697
FEBRERO	176	28	4	44	7	86	0.02273	0.977273
MARZO	176	21	3	59	7	89	0.01705	0.982955
ABRIL	132	24	3	44	8	85	0.02273	0.977273
MAYO	88	28	4	22	7	76	0.04545	0.954545
JUNIO	132	28	4	33	7	83	0.03030	0.969697
JULIO	176	21	3	59	7	89	0.01705	0.982955
AGOSTO	88	28	4	22	7	76	0.04545	0.954545
SEPTIEMBRE	132	28	4	33	7	83	0.03030	0.969697
PROMEDIO	137	26	4	38.70	7.11	83.20	0.029040	0.9709596

UNIDAD T4Q-898-RUTA TRUJILLO-CAJABAMBA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	144	48	6	24	8	75	0.04167	0.958333
FEBRERO	180	40	5	36	8	82	0.02778	0.972222
MARZO	216	40	5	43	8	84	0.02315	0.976852
ABRIL	108	40	5	22	8	73	0.04630	0.953704
MAYO	72	48	6	12	8	60	0.08333	0.916667
JUNIO	108	54	6	18	9	67	0.05556	0.944444
JULIO	180	40	5	36	8	82	0.02778	0.972222
AGOSTO	72	54	6	12	9	57	0.08333	0.916667
SEPTIEMBRE	108	48	6	18	8	69	0.05556	0.944444
PROMEDIO	132	46	6	24.53	8.22	72.11	0.049383	0.9506173

UNIDAD C8P-756-RUTA TRUJILLO-LIMA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	132	21	3	44	7	86	0.02273	0.977273
FEBRERO	132	21	3	44	7	86	0.02273	0.977273
MARZO	176	28	4	44	7	86	0.02273	0.977273
ABRIL	132	24	4	33	6	85	0.03030	0.969697
MAYO	44	35	5	9	7	56	0.11364	0.886364
JUNIO	132	28	4	33	7	83	0.03030	0.969697
JULIO	132	18	3	44	6	88	0.02273	0.977273
AGOSTO	88	28	4	22	7	76	0.04545	0.954545
SEPTIEMBRE	176	28	4	44	7	86	0.02273	0.977273
PROMEDIO	127	26	4	35.20	6.78	81.31	0.037037	0.9629630

UNIDAD T6J-824-RUTA TRUJILLO-CAJABAMBA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	108	40	5	22	8	73	0.04630	0.953704
FEBRERO	144	48	6	24	8	75	0.04167	0.958333
MARZO	216	54	6	36	9	80	0.02778	0.972222
ABRIL	108	40	5	22	8	73	0.04630	0.953704
MAYO	72	56	7	10	8	56	0.09722	0.902778
JUNIO	72	60	6	12	10	55	0.08333	0.916667
JULIO	180	40	5	36	8	82	0.02778	0.972222
AGOSTO	72	40	5	14	8	64	0.06944	0.930556
SEPTIEMBRE	144	48	6	24	8	75	0.04167	0.958333
PROMEDIO	124	47	6	22.21	8.33	70.32	0.053498	0.9465021

UNIDAD C8P-757-RUTA TRUJILLO-LIMA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	88	28	4	22	7	76	0.04545	0.954545
FEBRERO	220	18	3	73	6	92	0.01364	0.986364
MARZO	176	28	4	44	7	86	0.02273	0.977273
ABRIL	132	12	3	44	4	92	0.02273	0.977273
MAYO	220	28	4	55	7	89	0.01818	0.981818
JUNIO	176	21	3	59	7	89	0.01705	0.982955
JULIO	176	21	3	59	7	89	0.01705	0.982955
AGOSTO	44	24	6	7	4	65	0.13636	0.863636
SEPTIEMBRE	220	30	5	44	6	88	0.02273	0.977273
PROMEDIO	161	23	4	45.22	6.11	85.15	0.035101	0.9648990

UNIDAD D1G-795-RUTA TRUJILLO-HUAMACHUCO								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	140	32	4	35	8	81	0.02857	0.971429
FEBRERO	112	28	4	28	7	80	0.03571	0.964286
MARZO	168	24	3	56	8	88	0.01786	0.982143
ABRIL	112	30	5	22	6	79	0.04464	0.955357
MAYO	84	48	6	14	8	64	0.07143	0.928571
JUNIO	84	36	6	14	6	70	0.07143	0.928571
JULIO	140	16	2	70	8	90	0.01429	0.985714
AGOSTO	112	18	2	56	9	86	0.01786	0.982143
SEPTIEMBRE	112	18	3	37	6	86	0.02679	0.973214
PROMEDIO	118	28	4	36.97	7.33	80.38	0.036508	0.9634921

UNIDAD T5A-861-RUTA TRUJILLO-HUAMACHUCO								
MES	Tiempo Total de funcionamiento (hr)	Tiempo total para solucionar la falla (hr)	Nº Total de Fallas	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	112	28	4	28	7	80	0.03571	0.964286
FEBRERO	84	24	4	21	6	78	0.04762	0.952381
MARZO	140	24	3	47	8	85	0.02143	0.978571
ABRIL	112	30	5	22	6	79	0.04464	0.955357
MAYO	140	48	6	23	8	74	0.04286	0.957143
JUNIO	140	54	6	23	9	72	0.04286	0.957143
JULIO	168	16	2	84	8	91	0.01190	0.988095
AGOSTO	112	16	2	56	8	88	0.01786	0.982143
SEPTIEMBRE	140	15	3	47	5	90	0.02143	0.978571
PROMEDIO	128	28	4	39.04	7.22	81.98	0.031812	0.9681878

Tabla N° 6: Tiempo medio entre fallas, Tiempo para reparar y disponibilidad por unidad móvil

UNIDAD	MTBF (hr)	MTTR (hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
T3I-878	38.70	7.11	83.20%	0.02904	0.97096
T4Q-898	24.53	8.22	72.11%	0.04938	0.95062
C8P-756	35.20	6.78	81.31%	0.03704	0.96296
T6J-824	22.21	8.33	70.32%	0.05350	0.94650
C8P-757	45.22	6.11	85.15%	0.035101	0.964899
D1G-795	36.97	7.33	80.38%	0.036508	0.963492
T5A-861	39.04	7.22	81.98%	0.031812	0.968188

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 6: podemos observar que la Disponibilidad de las unidades es baja, ya que el tiempo medio entre fallas y el tiempo para solucionar una falla es muy alto.

Tabla N° 7: Horas perdidas por ruta, y posibles viajes no efectuados expresadas en soles por no realizar un mantenimiento preventivo.

MES	DESTINO	HORAS PERDIDAS	POSIBLES VIAJES NO EFECTUADOS	TOTAL
ENERO	TRUJILLO-LIMA	77	7	S/. 14,000
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	67	6	S/. 12,182
MARZO	TRUJILLO-LIMA	77	7	S/. 14,000
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	60	5	S/. 10,909
MAYO	TRUJILLO-LIMA	91	8	S/. 16,545
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	77	7	S/. 14,000
JULIO	TRUJILLO-LIMA	60	5	S/. 10,909
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	80	7	S/. 14,545
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	86	8	S/. 15,636
Promedio mensual perdido expresado en soles				S/. 13,636

MES	DESTINO	HORAS PERDIDAS	POSIBLES VIAJES NO EFECTUADOS	TOTAL
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	88	11	S/. 19,800
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	88	11	S/. 19,800
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	94	12	S/. 21,150
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	80	10	S/. 18,000
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	104	13	S/. 23,400
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	114	14	S/. 25,650
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	80	10	S/. 18,000
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	94	12	S/. 21,150
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	96	12	S/. 21,600
Promedio mensual perdido expresado en soles				S/. 20,950

MES	DESTINO	HORAS PERDIDAS	POSIBLES VIAJES NO EFECTUADOS	TOTAL
ENERO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	60	10	S/. 15,000
FEBRERO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	52	9	S/. 13,000
MARZO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	48	8	S/. 12,000
ABRIL	TRUJILLO-HUAMACHUCO	60	10	S/. 15,000
MAYO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	96	16	S/. 24,000
JUNIO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	90	15	S/. 22,500
JULIO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	32	5	S/. 8,000
AGOSTO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	34	6	S/. 8,500
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-HUAMACHUCO	33	6	S/. 8,250
Promedio mensual perdido expresado en soles				S/. 14,028

Fuente: Elaboración Propia

El Promedio Total perdido mensual asciende a la suma de S/. 48,614.14 soles, por no realizar un Programa de Mantenimiento Preventivo a las unidades móviles.

b) Causa raíz 2 (CR2): Deficiente comunicación interna.

La deficiente comunicación organizacional, conlleva a errores operativos como, entrega de dinero insuficiente para peajes de acuerdo a ruta, los cuales ocasionan, clientes internos insatisfechos, ya que los conductores deben completar el monto con dinero propio o esperar un depósito de dinero en el cajero más cercano.

c) Causa raíz 3 (CR3): No existe un diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes.

El desorden y la mala distribución del almacén, conlleva a retrasos en la ubicación de repuestos, tiempos muertos, los cuales afectan directamente al tiempo medio para reparar.



Imágenes de la situación actual del almacén, donde podemos observar el desorden, en el cual trabaja la empresa.

Se realizó una toma e tiempos para poder costear el exceso de tiempo que toman los operarios en la ubicación de un repuesto, que se tiene en almacén.

Tabla N° 8: Tiempo real de desplazamiento para ubicación de repuesto

Tiempos de desplazamiento en almacén		T. Estándar en segundos
TL	60 s	45
TC	30 s	

Tiempos Reales Operario 1 (segundos)					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
t1	345	370	195	210	628
t2	450	492	459	355	354
t3	315	265	548	284	375
t4	225	357	245	312	237
t5	383	682	274	566	590
Promedio	344	433	344	345	437
Tiempo Medio para ubicación de repuesto					381
Exceso de Tiempo Empleado para ubicación del repuesto					336
Exceso de Tiempo Empleado expresado en minutos					5.59

Tiempos Reales Operario 2 (segundos)					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
t1	350	295	214	615	245
t2	624	572	563	175	195
t3	265	351	569	162	249
t4	357	486	320	468	321
t5	564	249	230	357	250
Promedio	432	390.6	379.2	355.4	252
Tiempo Medio para ubicación de repuesto					362
Exceso de Tiempo Empleado para ubicación del repuesto					317
Exceso de Tiempo Empleado expresado en minutos					5.28

Exceso de Tiempo Promedio por los 2 operarios expresado en minutos	5.44
---	-------------

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestran las tablas con los costos por el exceso de tiempo en la ubicación de repuestos, por destino.

Tabla N° 9: Tiempo real de desplazamiento para ubicación de repuesto

MES	DESTINO	H-H perdidas*/S/. H- H (operarios)	H-H perdidas*/S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/. H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-LIMA	11.29	12.56	180.03	203.88
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	12.23	11.75	163.66	187.64
MARZO	TRUJILLO-LIMA	12.23	12.92	180.03	205.18
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	11.29	11.75	163.66	186.70
MAYO	TRUJILLO-LIMA	15.05	15.27	212.76	243.09
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	13.17	12.92	180.03	206.12
JULIO	TRUJILLO-LIMA	10.35	10.57	147.30	168.22
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	12.23	16.45	229.13	257.80
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	13.17	15.27	212.76	241.20
Promedio mensual perdido expresado en soles					211.09

MES	DESTINO	H-H perdidas*/S/. H- H (operarios)	H-H perdidas*/S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/. H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	10.35	12.56	199.17	222.08
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	10.35	12.56	199.17	222.08
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	10.35	12.56	199.17	222.08
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	9.41	11.42	181.06	201.89
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	12.23	14.84	235.38	262.45
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	11.29	13.70	217.28	242.27
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	9.41	11.42	181.06	201.89
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	10.35	12.56	199.17	222.08
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	11.29	13.70	217.28	242.27
Promedio mensual perdido expresado en soles					226.56

MES	DESTINO	H-H perdidas*/S/. H- H (operarios)	H-H perdidas*/S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/. H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	7.53	9.13	155.29	171.95
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	7.53	9.13	155.29	171.95
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.64	6.85	116.47	128.96
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	9.41	11.42	194.11	214.94
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	11.29	13.70	232.94	257.93
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	11.29	13.70	232.94	257.93
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	3.76	4.57	77.65	85.98
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	3.76	4.57	77.65	85.98
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.64	6.85	116.47	128.96
Promedio mensual perdido expresado en soles					167.17

Fuente: Elaboración Propia

De los cuadros anteriores podemos percibir que el desorden y la mala distribución del almacén, ocasionan un costo promedio mensual de S/. 604.83 soles.

d) Causa raíz 4 (CR4): No existe un Programa de adquisición de repuestos.

La inexistencia de un programa de adquisición de repuestos, ocasiona, tiempos muertos, pérdida de horas hombre y horas máquina.

Tabla N° 10: Promedio mensual perdido por falta de un programa de adquisición de repuestos

MES	DESTINO	H-H perdidas*S/. H-H (conductor)	H-H perdidas*S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/.H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-LIMA	228.80	286	3982	4496.80
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	208.00	260	3620	4088.00
MARZO	TRUJILLO-LIMA	228.80	286	3982	4496.80
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	208.00	260	3620	4088.00
MAYO	TRUJILLO-LIMA	270.40	338	4706	5314.40
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	228.80	286	3982	4496.80
JULIO	TRUJILLO-LIMA	187.20	234	3258	3679.20
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	291.20	364	5068	5723.20
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	270.40	338	4706	5314.40
Promedio mensual perdido expresado en soles					4633.07

MES	DESTINO	H-H perdidas*S/. H-H	H-H perdidas*S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/.H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	193.60	286	4950	5429.60
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	193.60	286	4950	5429.60
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	193.60	286	4950	5429.60
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	176.00	260	4500	4936.00
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	228.80	338	5850	6416.80
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	211.20	312	5400	5923.20
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	176.00	260	4500	4936.00
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	193.60	286	4950	5429.60
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	211.20	312	5400	5923.20
Promedio mensual perdido expresado en soles					5539.29

MES	DESTINO	H-H perdidas*S/. H-H	H-H perdidas*S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/.H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-LIMA	124.80	208	4000	4332.80
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	124.80	208	4000	4332.80
MARZO	TRUJILLO-LIMA	93.60	156	3000	3249.60
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	156.00	260	5000	5416.00
MAYO	TRUJILLO-LIMA	187.20	312	6000	6499.20
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	187.20	312	6000	6499.20
JULIO	TRUJILLO-LIMA	62.40	104	2000	2166.40
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	62.40	104	2000	2166.40
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	93.60	156	3000	3249.60
Promedio mensual perdido expresado en soles					4212.44

El promedio mensual perdido por la inexistencia de un Programa de Adquisición de Repuestos es de S/. 14,384.80 soles.

e) Causa raíz 5 (CR5): Inexistente política para el manejo de unidades.

El manejo inadecuado de las unidades ocasiona fallas imprevistas, desgastes innecesarios, devoluciones y mermas de productos, por deterioro de mercadería.

Tabla N° 11: Costo por devoluciones y mermas de productos

Mes	Nº de servicios afectados	Importe incurrido (S/.)
ENERO	3	1345
FEBRERO	1	820
MARZO	1	560
ABRIL	2	763
MAYO	3	1900
JUNIO	2	1650
JULIO	1	983
AGOSTO	2	1438
SEPTIEMBRE	2	978
Total	17	S/. 10,437.00

Fuente: Elaboración Propia

Las devoluciones y mermas de productos ascienden a S/ 10,437.00 entre los meses de Enero a Septiembre del 2016.

f) Causa raíz 6 (CR6): Insatisfacción del cliente interno.

El clima laboral se ve afectado por una mala identificación del destino al cual se deben trasladar los productos, esto genera errores involuntarios que suceden por falta de conocimiento o información errada del proceso anterior.

Ejemplo: Carga programada a destinos incorrectos.

g) Causa raíz 7 (CR7): No existen responsabilidades definidas.

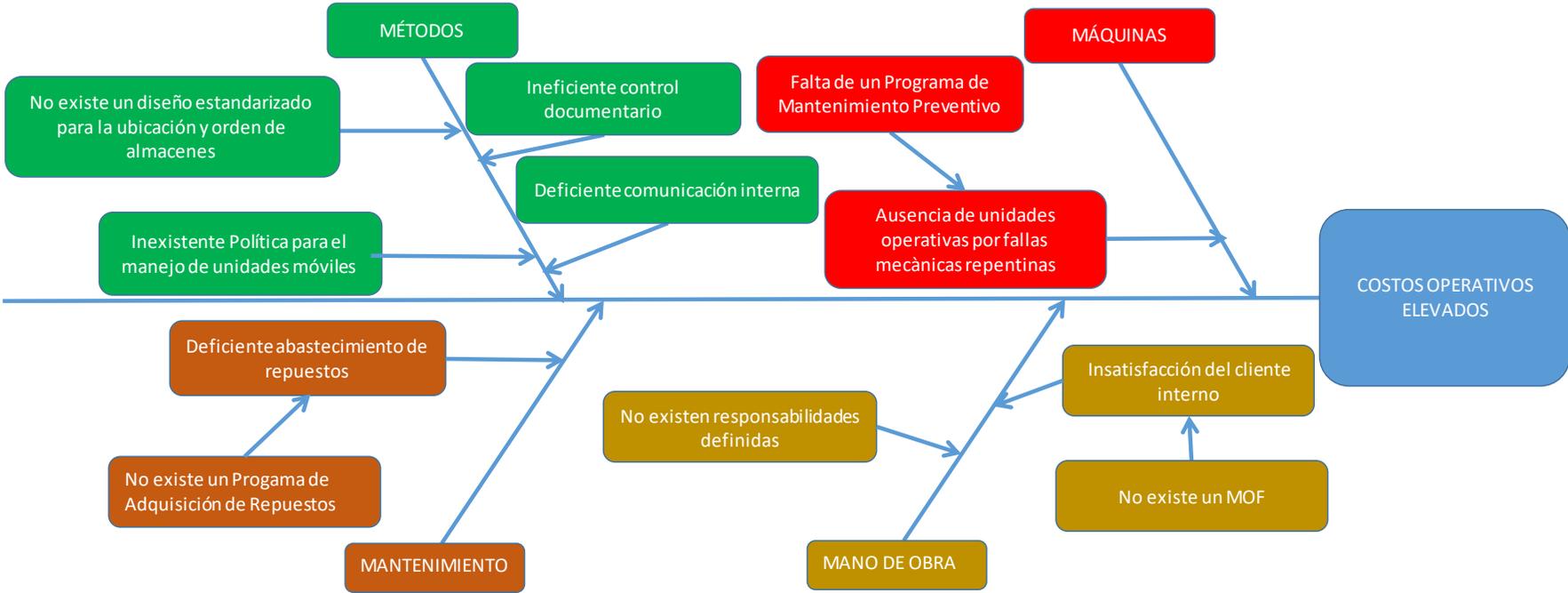
La gerencia aún no define formalmente las responsabilidades de cada colaborador, todo encargo o delegación de funciones es verbal y variable o de acuerdo a la ocasión. Esto se debe a la inexistencia de un Manual de Organización de Funciones.

h) Causa raíz 8 (CR8): Ineficiente Control documentario.

La ineficiencia en el control documentario, se ve reflejada en anulación, de facturas, boletas, guías de remisión, generando retrasos en la entrega de productos y facturación de los servicios prestados.

3.3 Identificación del problema e indicadores actuales

A. DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente: Elaboración Propia

B. MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

EMPRESA: EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.
ÁREAS: MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN
PROBLEMA: COSTOS OPERATIVOS ELEVADOS

NIVEL	CALIFICACIÓN
Muy alto	4
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

ENCUESTADO / CAUSAS RAÍCES		MANTENIMIENTO-ADMINISTRACIÓN							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Falta de un Programa de Mantenimiento Preventivo	Deficiente Comunicación Interna	No existe un diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes	No existe un Programa de adquisición de repuestos	Inexistente Política para el manejo de unidades móviles	No existe un MOF	No existen responsabilidades definidas	Ineficiente Control Documentario
ADMINISTRACIÓN	Cristian Amador Gutierrez	4	2	4	4	3	1	1	1
	Ramiro Amador Paredes	4	1	4	4	2	1	1	1
	Carmen Ríos Sandoval	4	1	4	4	2	1	1	1
MANTENIMIENTO	Mauro Carranza Quispe	4	1	4	3	3	1	1	1
	Santos Romero Alfaro	4	1	4	4	2	1	1	1
	Walter Chavez Paredes	4	1	3	3	2	1	1	1
Calificación Total		24	7	23	22	14	6	6	6

Fuente: Elaboración Propia

C. DIAGRAMA DE PARETO

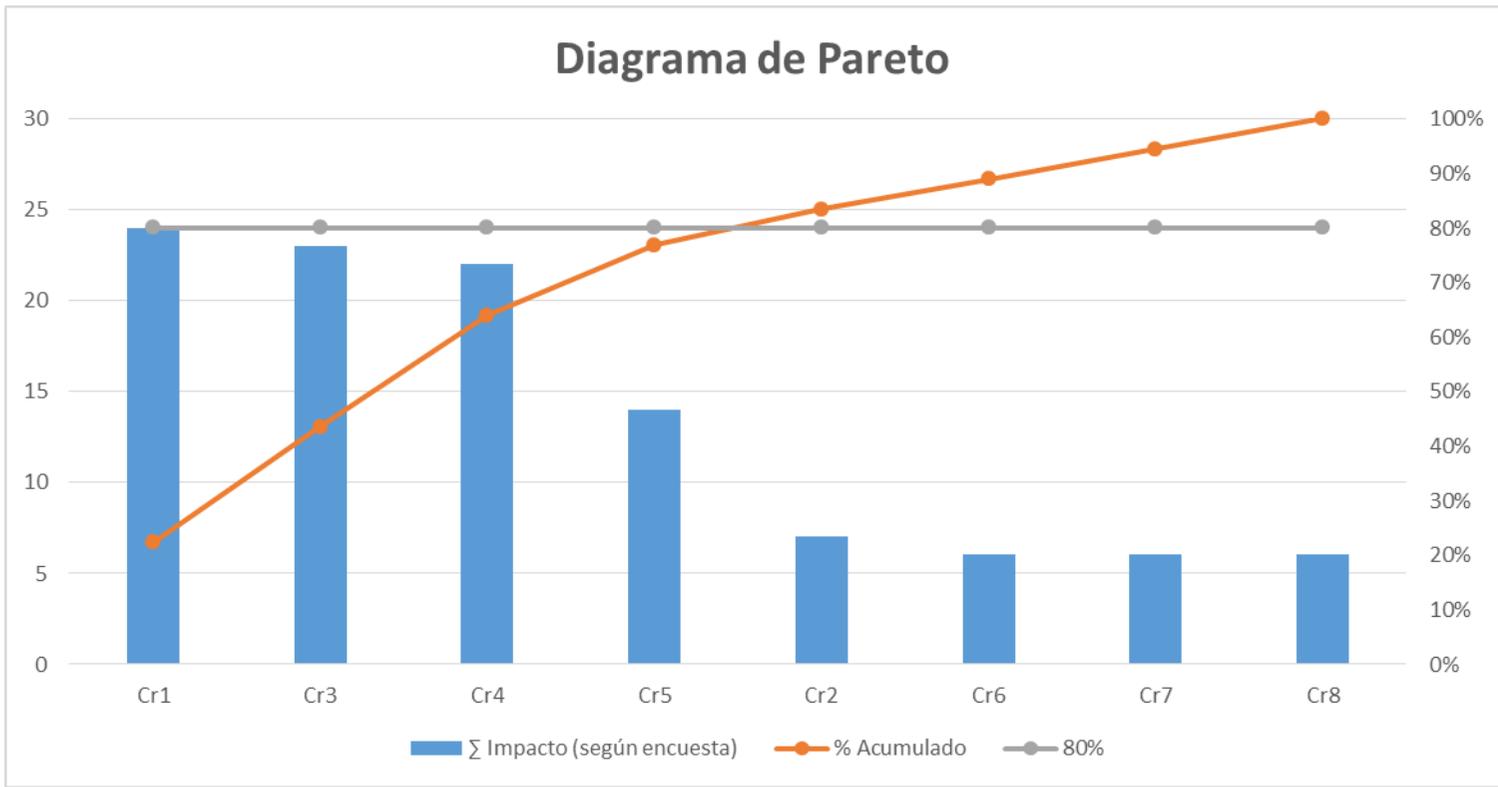
EMPRESA: EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.

ÁREAS: MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN

PROBLEMA: COSTOS OPERATIVOS ELEVADOS

ITEM	CAUSA	Σ Impacto (según encuesta)	% Impacto	% Acumulado	80-20
Cr1	Falta de un Programa de Mantenimiento Preventivo	24	22%	22%	80%
Cr3	No existe un diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes	23	21%	44%	80%
Cr4	No existe un Programa de adquisición de repuestos	22	20%	64%	80%
Cr5	Inexistente Política para el manejo de unidades móviles	14	13%	77%	80%
Cr2	Deficiente Comunicación Interna	7	6%	83%	80%
Cr6	No existe un MOF	6	6%	89%	80%
Cr7	No existen responsabilidades definidas	6	6%	94%	80%
Cr8	Ineficiente Control Documentario	6	6%	100%	80%
TOTAL		108			

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

D. MATRIZ DE INDICADORES

EMPRESA: EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.

ÁREAS: MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN

PROBLEMA: COSTOS OPERATIVOS ELEVADOS

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCION	INDICADOR	FORMULA	ACTUAL	META	HERRAMIENTA
Cr1	Falta de un Programa de Mantenimiento Preventivo	% De sobrecosto por mantenimiento	$\left(\frac{\text{costo real}}{\text{Costo total estimado mensual}} - 1\right) * 100\%$	39.20%	20%	Programa de Mantenimiento Preventivo
Cr3	No existe un diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes	% Tiempo para ubicación de repuesto	$\frac{\text{Tiempo real para ubicación de repuesto}}{\text{Tiempo estándar para ubicación de repuesto}} * 100\%$	1208.89%	604.44%	Método de las 5S/Rediseño y códigos de ubicación de almacén
Cr4	No existe un Programa de adquisición de repuestos	% Costo de compras no programadas	$\left(\frac{\text{Costo de compras no programadas}}{\text{Costo total estimado mensual}} - 1\right) * 100\%$	11.60%	5.80%	Programa de Adquisición de repuestos
Cr5	Inexistente Política para el manejo de unidades móviles	% Existencia de política para el manejo de unidades móviles	$\frac{\text{Política para el manejo de unidades móviles}}{\text{Total de políticas esperadas}} * 100\%$	0.00%	100%	Política para el manejo de unidades móviles

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Programa de Mantenimiento Preventivo (Cr1)

A continuación adjuntaremos la lista de mantenimientos preventivos que deben realizarse a las unidades móviles, de acuerdo a manuales de mantenimiento e históricos brindadas por el mecánico y administrador de la Empresa de Transportes Amador S.A.C.

Tabla Nº 12: Lista de mantenimientos preventivos para las unidades móviles

Item	Cambio de acuerdo a km o tiempo
Amortiguadores	100,000 km
Aros	180,000 km
Balancines	240,000 km
Balatas	180,000 km
Balde de aceite	10,000 km
Baterias	240,000 km
Bujes de lanza	15,000 km
Bujes de suspension	120,000 km
Bujes soporte eje leva	120,000 km
Cera	10,000 km
Crucetas	240,000 km
Ejes de leva	360,000 km
Eslingas	60,000 km
Filtro de aceite	10,000 km
Gata o pie de apoyo	Anual
Guardafangos	180,000 km
Juego de inyectores	360,000 km
Juegos de llaves cuadrante	Semestral
Kit de reparacion de freno	Anual
Limpiador de inyectores	15,000 km
Llanta delantera	40,000 km
Llanta trasera	20,000 km
Parachoques	600,000 km
Pastilla de freno	100,000 km
Patines de freno	180,000 km
Retenes	240,000 km
Rodajes	Junto con el cambio de llanta
Seguros araña	180,000 km
Separador de agua / aceite	10,000 km
Separadores de llantas	180,000 km
Tambor	240,000 km

Fuente: Elaboración Propia

En mantenimiento debemos reconocer que existe un significativo número de tiempos muertos o tiempos perdidos, en comparación con otros sectores o áreas de la empresa en los que la actividad es totalmente programable y repetitiva. La aparición de averías extemporáneas e imprevistas es algo con lo que debemos que debemos contar, pues, aunque el objetivo de cero fallas es loable, todos los expertos en esta materia saben que es utópico. Según el autor Francois Monchy, el límite técnico de mantenimiento correctivo es de 5%, considerando que a partir de ese valor es irreducible la carga de trabajo correctiva por su total imprevisibilidad. **[TEXTO 01]**

Recalcularemos los indicadores de mantenimiento basándonos en el límite técnico descrito en el párrafo anterior.

UNIDAD T3I-878-RUTA TRUJILLO-LIMA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	132	1.4	0.2	660	7	99	0.00152	0.998485
FEBRERO	176	1.4	0.2	880	7	99	0.00114	0.998864
MARZO	176	1.05	0.15	1173	7	99	0.00085	0.999148
ABRIL	132	1.2	0.15	880	8	99	0.00114	0.998864
MAYO	88	1.4	0.2	440	7	98	0.00227	0.997727
JUNIO	132	1.4	0.2	660	7	99	0.00152	0.998485
JULIO	176	1.05	0.15	1173	7	99	0.00085	0.999148
AGOSTO	88	1.4	0.2	440	7	98	0.00227	0.997727
SEPTIEMBRE	132	1.4	0.2	660	7	99	0.00152	0.998485
PROMEDIO	137	1	0.18	774.07	7.11	98.98	0.001452	0.9985480

UNIDAD T4Q-898-RUTA TRUJILLO-CAJABAMBA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	144	2.4	0.3	480	8	98	0.00208	0.997917
FEBRERO	180	2	0.25	720	8	99	0.00139	0.998611
MARZO	216	2	0.25	864	8	99	0.00116	0.998843
ABRIL	108	2	0.25	432	8	98	0.00231	0.997685
MAYO	72	2.4	0.3	240	8	97	0.00417	0.995833
JUNIO	108	2.7	0.3	360	9	98	0.00278	0.997222
JULIO	180	2	0.25	720	8	99	0.00139	0.998611
AGOSTO	72	2.7	0.3	240	9	96	0.00417	0.995833
SEPTIEMBRE	108	2.4	0.3	360	8	98	0.00278	0.997222
PROMEDIO	132	2	0.28	490.67	8.22	98.00	0.002469	0.9975309

UNIDAD C8P-756-RUTA TRUJILLO-LIMA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	132	1.05	0.15	880	7	99	0.00114	0.998864
FEBRERO	132	1.05	0.15	880	7	99	0.00114	0.998864
MARZO	176	1.4	0.2	880	7	99	0.00114	0.998864
ABRIL	132	1.2	0.2	660	6	99	0.00152	0.998485
MAYO	44	1.75	0.25	176	7	96	0.00568	0.994318
JUNIO	132	1.4	0.2	660	7	99	0.00152	0.998485
JULIO	132	0.9	0.15	880	6	99	0.00114	0.998864
AGOSTO	88	1.4	0.2	440	7	98	0.00227	0.997727
SEPTIEMBRE	176	1.4	0.2	880	7	99	0.00114	0.998864
PROMEDIO	127	1	0.19	704.00	6.78	98.76	0.001852	0.9981481

UNIDAD T6J-824-RUTA TRUJILLO-CAJABAMBA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	108	2	0.25	432	8	98	0.00231	0.997685
FEBRERO	144	2.4	0.3	480	8	98	0.00208	0.997917
MARZO	216	2.7	0.3	720	9	99	0.00139	0.998611
ABRIL	108	2	0.25	432	8	98	0.00231	0.997685
MAYO	72	2.8	0.35	206	8	96	0.00486	0.995139
JUNIO	72	3	0.3	240	10	96	0.00417	0.995833
JULIO	180	2	0.25	720	8	99	0.00139	0.998611
AGOSTO	72	2	0.25	288	8	97	0.00347	0.996528
SEPTIEMBRE	144	2.4	0.3	480	8	98	0.00208	0.997917
PROMEDIO	124	2	0.28	444.19	8.33	97.81	0.002675	0.9973251

UNIDAD C8P-757-RUTA TRUJILLO-LIMA								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	88	1.4	0.2	440	7	98	0.00227	0.997727
FEBRERO	220	0.9	0.15	1467	6	100	0.00068	0.999318
MARZO	176	1.4	0.2	880	7	99	0.00114	0.998864
ABRIL	132	0.6	0.15	880	4	100	0.00114	0.998864
MAYO	220	1.4	0.2	1100	7	99	0.00091	0.999091
JUNIO	176	1.05	0.15	1173	7	99	0.00085	0.999148
JULIO	176	1.05	0.15	1173	7	99	0.00085	0.999148
AGOSTO	44	1.2	0.3	147	4	97	0.00682	0.993182
SEPTIEMBRE	220	1.5	0.25	880	6	99	0.00114	0.998864
PROMEDIO	161	1	0.19	904.44	6.11	99.07	0.001755	0.9982449

UNIDAD D1G-795-RUTA TRUJILLO-HUAMACHUCO								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	140	1.6	0.2	700	8	99	0.00143	0.998571
FEBRERO	112	1.4	0.2	560	7	99	0.00179	0.998214
MARZO	168	1.2	0.15	1120	8	99	0.00089	0.999107
ABRIL	112	1.5	0.25	448	6	99	0.00223	0.997768
MAYO	84	2.4	0.3	280	8	97	0.00357	0.996429
JUNIO	84	1.8	0.3	280	6	98	0.00357	0.996429
JULIO	140	0.8	0.1	1400	8	99	0.00071	0.999286
AGOSTO	112	0.9	0.1	1120	9	99	0.00089	0.999107
SEPTIEMBRE	112	0.9	0.15	747	6	99	0.00134	0.998661
PROMEDIO	118	1	0.19	739.41	7.33	98.73	0.001825	0.9981746

UNIDAD T5A-861-RUTA TRUJILLO-HUAMACHUCO								
MES	Tiempo Total de funcionamiento	Tiempo total para solucionar la falla	Nº Total de Fallas	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
ENERO	112	1.4	0.2	560	7	99	0.00179	0.998214
FEBRERO	84	1.2	0.2	420	6	99	0.00238	0.997619
MARZO	140	1.2	0.15	933	8	99	0.00107	0.998929
ABRIL	112	1.5	0.25	448	6	99	0.00223	0.997768
MAYO	140	2.4	0.3	467	8	98	0.00214	0.997857
JUNIO	140	2.7	0.3	467	9	98	0.00214	0.997857
JULIO	168	0.8	0.1	1680	8	100	0.00060	0.999405
AGOSTO	112	0.8	0.1	1120	8	99	0.00089	0.999107
SEPTIEMBRE	140	0.75	0.15	933	5	99	0.00107	0.998929
PROMEDIO	128	1	0	780.89	7.22	98.88	0.001591	0.9984094

Tabla N° 13: Tiempo medio entre fallas, tiempo para reparar y disponibilidad

UNIDAD	MTBF(hr)	MTTR(hr)	DISPONIBILIDAD	λ	R
T3I-878	774.07	7.11	98.98%	0.001452	0.998548
T4Q-898	490.67	8.22	98.00%	0.002469	0.997531
C8P-756	704.00	6.78	98.76%	0.001852	0.998148
T6J-824	444.19	8.33	97.81%	0.002675	0.997325
C8P-757	904.44	6.11	99.07%	0.001755	0.998245
D1G-795	739.41	7.33	98.73%	0.001825	0.998175
T5A-861	780.89	7.22	98.88%	0.001591	0.998409

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro resumen anterior podemos observar que la disponibilidad de la máquina aumenta, ya que se redujeron las fallas en un 95%. El Tiempo medio entre fallas (MTBF) aumenta considerablemente, es por esta razón que la Disponibilidad de las máquinas aumenta un promedio de 15 a 17%, con respecto al indicador de Disponibilidad, obtenido en el diagnóstico de la presente investigación. A continuación se adjuntan los costos de los posibles viajes no efectuados, expresados en soles, con la reducción de fallas.

Tabla N° 14: Horas perdidas y posibles viajes no efectuados, realizando mantenimiento preventivo a las unidades móviles

MES	DESTINO	HORAS PERDIDAS	POSIBLES VIAJES NO EFECTUADOS	TOTAL
ENERO	TRUJILLO-LIMA	3.85	0.35	S/. 700.00
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	3.35	0.30	S/. 609.09
MARZO	TRUJILLO-LIMA	3.85	0.35	S/. 700.00
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	3.00	0.27	S/. 545.45
MAYO	TRUJILLO-LIMA	4.55	0.41	S/. 827.27
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	3.85	0.35	S/. 700.00
JULIO	TRUJILLO-LIMA	3.00	0.27	S/. 545.45
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	4.00	0.36	S/. 727.27
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	4.30	0.39	S/. 781.82
Promedio mensual perdido expresado en soles				S/. 681.82

MES	DESTINO	HORAS PERDIDAS	POSIBLES VIAJES NO EFECTUADOS	TOTAL
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.40	0.55	S/. 990.00
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.40	0.55	S/. 990.00
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.70	0.59	S/. 1,057.50
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.00	0.50	S/. 900.00
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.20	0.65	S/. 1,170.00
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.70	0.71	S/. 1,282.50
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.00	0.50	S/. 900.00
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.70	0.59	S/. 1,057.50
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.80	0.60	S/. 1,080.00
Promedio mensual perdido expresado en soles				S/. 1,047.50

MES	DESTINO	HORAS PERDIDAS	POSIBLES VIAJES NO EFECTUADOS	TOTAL
ENERO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	3.00	0.50	750.00
FEBRERO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	2.60	0.43	650.00
MARZO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	2.40	0.40	600.00
ABRIL	TRUJILLO-HUAMACHUCO	3.00	0.50	750.00
MAYO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	4.80	0.80	1200.00
JUNIO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	4.50	0.75	1125.00
JULIO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	1.60	0.27	400.00
AGOSTO	TRUJILLO-HUAMACHUCO	1.70	0.28	425.00
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-HUAMACHUCO	1.65	0.28	412.50
Promedio mensual perdido expresado en soles				S/. 701

El total promedio mensual perdido utilizando el Programa de Mantenimiento Preventivo asciende a S/.2430.71 soles.

4.2 Rediseño y códigos de ubicación de almacén (Cr3)

El objetivo básico de una organización eficiente del almacén se basa fundamentalmente en dos criterios:

- ✓ Maximizar la utilización del espacio disponible en términos de metros cúbicos.
- ✓ Minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno.

Se deben hacer referencia a tres conceptos:

- Métodos de zonificación y codificación de áreas de almacenaje.
- Sistemas de ubicación y localización de los productos.
- El llamado “principio de la popularidad”

Los métodos de zonificación y codificación permiten identificar y localizar un “hueco” concreto dentro del almacén.

Los sistemas de ubicación y localización sugieren la posibilidad de reservar un hueco para cada artículo que hay que almacenar o bien utilizar el primer hueco disponible que haya.

El llamado “principio de popularidad” o actividad de los productos se basa en la idea de colocar en el lugar más asequible y próximo los artículos de mayor actividad, ya que normalmente una pequeña gama de productos, representan la mayor parte del volumen de manipulación de un almacén. **[TEXTO 06]**

Se propone realizar un sistema de codificación por estanterías y de ubicación de productos en posición fija, usando una codificación alfanumérica, tanto para estantes como para productos, a continuación de adjuntan los modelos a seguir.

Tabla N° 15: Códigos de productos en almacén

CÓDIGO DE PRODUCTOS		
GRUPOS	SUB-GRUPOS	CÓDIGO
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	RADIADOR	SDR-RA1
	BOMBA DE AGUA	SDR-BO2
	TERMOSTATO	SDR-TE3
	SENSOR DE TEMPERATURA	SDR-SE4
SISTEMA DE FRENO	LÍQUIDO DE FRENOS	SDF-LI1
	ZAPATA	SDF-ZA2
	TAMBOR	SDF-TA3
	PISTÓN	SDF-PI4
SISTEMA DE DIRECCIÓN	VOLANTE	SDD-VO1
	CAJA DE DIRECCIÓN	SDD-CA2
	PIÑÓN HELICOIDAL	SDD-PI3
	GUARDAPOLVOS	SDD-GU4
SISTEMA DE ENCENDIDO	BATERIA	SDE-BA1
	BOBINA	SDE-BO2
	DISTRIBUIDOR	SDE-DI3
	BUJÍAS	SDE-BU4
SISTEMA DE SUSPENSIÓN	EJE DE DIRECCIÓN	SDS-EJ1
	AMORTIGUADOR	SDS-AM2
	MUELLE HELICOIDAL	SDS-MU3
	BARRA DE TORSIÓN	SDS-BA4
SISTEMA DE TRANSMISIÓN	PALIER	SDT-PA1
	CAJA DE CAMBIOS	SDT-CA2
	EMBRAGUE	SDT-EM3
	RUEDA	SDT-RU4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 16: Códigos de ubicación de producto en almacén

CÓDIGO DE UBICACIÓN			
ESTANTE	LADO	FILA	COLUMNA
1	A ó B	1	1 ó 2
1		2	
1		3	
1		4	
2	A ó B	1	1 ó 2
2		2	
2		3	
2		4	
3	A ó B	1	1 ó 2
3		2	
3		3	
3		4	

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera podrán tener codificados los estantes y los productos, y a pesar de no contar con stock, tendrán el espacio disponible reservado para los mismos. De esta manera reduciremos el exceso de tiempo hasta cumplir con el tiempo estándar, de 45 segundos.

A continuación recalculamos el monto total mensual perdido con el rediseño y códigos de almacén.

Tabla N° 17: Costo en ubicación de repuesto con tiempo estándar

Tiempos de desplazamiento en almacén		T. Estándar en segundos	T. Estándar en minutos
TL	60 s	45	0.75
TC	30 s		

MES	DESTINO	H-H pérdidas*/S/. H-H (operarios)	H-H pérdidas*/S/. H-H (mecánico)	H-M pérdidas*/S/. H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-LIMA	0.07	0.09	0.41	0.57
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	0.06	0.08	0.38	0.52
MARZO	TRUJILLO-LIMA	0.07	0.09	0.41	0.57
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	0.06	0.08	0.38	0.52
MAYO	TRUJILLO-LIMA	0.08	0.10	0.49	0.67
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	0.07	0.09	0.41	0.57
JULIO	TRUJILLO-LIMA	0.06	0.07	0.34	0.47
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	0.09	0.11	0.53	0.73
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	0.08	0.10	0.49	0.67
Promedio mensual perdido expresado en soles					0.59

MES	DESTINO	H-H pérdidas*/S/. H-H (operarios)	H-H pérdidas*/S/. H-H (mecánico)	H-M pérdidas*/S/. H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.07	0.09	1.37	1.53
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.07	0.09	1.37	1.53
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.07	0.09	1.37	1.53
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.06	0.08	1.25	1.39
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.08	0.10	1.62	1.81
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.08	0.09	1.50	1.67
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.06	0.08	1.25	1.39
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.07	0.09	1.37	1.53
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.08	0.09	1.50	1.67
Promedio mensual perdido expresado en soles					1.56

MES	DESTINO	H-H perdidas*/S/. H- H (operarios)	H-H perdidas*/S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/. H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.05	0.06	1.07	1.19
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.05	0.06	1.07	1.19
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.04	0.05	0.80	0.89
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.06	0.08	1.34	1.48
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.08	0.09	1.61	1.78
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.08	0.09	1.61	1.78
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.03	0.03	0.54	0.59
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.03	0.03	0.54	0.59
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	0.04	0.05	0.80	0.89
Promedio mensual perdido expresado en soles					1.15

Fuente: Elaboración Propia

El monto total mensual perdido después de realizar la redistribución del almacén asciende a S/ 3.30 soles

4.3 Programa de adquisición de repuestos (Cr4)

El objetivo del área de logística es conseguir que los aprovisionamientos se contraten con los proveedores más convenientes, de manera que los suministros se realicen en el momento oportuno, en la calidad y cantidad necesarias, en las condiciones que más nos interesan y al menor costo posible. Además existe la necesidad de llevar a cabo un análisis riguroso de las características del mercado de proveedores en cuanto a sus peculiaridades comerciales, capacidad técnica de servicio y posibilidades financieras.

En consecuencia se mencionan los pasos a seguir para el proceso de satisfacción de las necesidades de la empresa:

- ✓ Determinación de la necesidad del producto y su expresión en calidad, cantidad y plazo de entrega.
- ✓ Investigación para la satisfacción de la necesidad.
- ✓ Adquisición: Responsabilidad de logística en su función de compras.
- ✓ Satisfacción de la necesidad.

Los objetivos básicos de la gestión de compras deben guiar los procedimientos de trabajo. [TEXTO 07]

De acuerdo a la teoría mencionada adjuntamos la lista propuesta para efectuar los cambios de acuerdo al kilometraje de las unidades

Tabla N° 18: Programa de adquisición de repuestos

	Item	Cambio de acuerdo a km
1	Balde de aceite	10,000
2	Cera	10,000
3	Filtro de aceite	10,000
4	Separador de agua / aceite	10,000
5	Bujes de lanza	15,000
6	Limpiador de inyectores	15,000
7	Llanta trasera	20,000
8	Llanta delantera	40,000
9	Eslingas	60,000
10	Amortiguadores	100,000
11	Pastilla de freno	100,000
12	Bujes de suspension	120,000
13	Bujes soporte eje leva	120,000
14	Aros	180,000
15	Balatas	180,000
16	Guardafangos	180,000
17	Patines de freno	180,000
18	Seguros araña	180,000
19	Separadores de llantas	180,000
20	Balancines	240,000
21	Baterias	240,000
22	Cruquetas	240,000
23	Retenes	240,000
24	Tambor	240,000
25	Ejes de leva	360,000
26	Juego de inyectores	360,000
27	Parachoques	600,000

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenida la frecuencia de cambios procedemos a calcular el kilometraje en el cual las unidades deberían efectuar los cambios, por ruta.

Tabla N° 19: Programa de adquisición de repuestos basado en el kilometraje de las unidades

UNIDADES MÓVILES																
Placa tracto	Marca	Km Actual	Fecha	RUTA	Km promedio ida y vuelta	Cambios a los 10 mil km	Cambios a los 15 mil km	Cambios a los 20 mil km	Cambios a los 40 mil km	Cambios a los 60 mil km	Cambios a los 100 mil km	Cambios a los 120 mil km	Cambios a los 180 mil km	Cambios a los 240 mil km	Cambios a los 360 mil km	Cambios a los 600 mil km
T3I-878	SCANIA	335764	01.11.2016	Tru-Lim	1120	344,644	349,644	354,644	374,644	394,644	434,644	454,644	514,644	574,644	694,644	934,644
T4Q-898	MACK	273458	01.11.2016	Tru-Hco	362	283,096	288,096	293,096	313,096	333,096	373,096	393,096	453,096	513,096	633,096	873,096
C8P-756	SCANIA	265862	01.11.2016	Tru-Lim	1120	274,742	279,742	284,742	304,742	324,742	364,742	384,742	444,742	504,742	624,742	864,742
T6J-824	SINOTRUK	153856	01.11.2016	Tru-Hco	362	163,494	168,494	173,494	193,494	213,494	253,494	273,494	333,494	393,494	513,494	753,494
C8P-757	SCANIA	268562	01.11.2016	Tru-Lim	1120	277,442	282,442	287,442	307,442	327,442	367,442	387,442	447,442	507,442	627,442	867,442
D1G-795	INTERNATIONAL	384905	01.11.2016	Tru-Cjb	478	394,427	399,427	404,427	424,427	444,427	484,427	504,427	564,427	624,427	744,427	984,427
T5A-861	ISUZU	203847	01.11.2016	Tru-Cjb	478	213,369	218,369	223,369	243,369	263,369	303,369	323,369	383,369	443,369	563,369	803,369
Item de acuerdo a número de lista						1 al 4	5,6	7	8	9	10,11	12,13	14 al 19	20 al 24	25,26	27

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro podemos observar el kilometraje en el que deben ser efectuados los cambios de acuerdo al número de la lista.

En ese sentido procederemos a recalcular los costos por no disponer de un Programa de adquisición de repuestos, posterior a la propuesta de mejora.

Tabla N° 20: Costos estimados mensuales con el programa de adquisición de repuestos

MES	DESTINO	H-H perdidas*S/. H-H (conductor)	H-H perdidas*S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/.H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-LIMA	5.72	14.30	72.4	92.42
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	5.20	14.30	72.4	91.90
MARZO	TRUJILLO-LIMA	5.72	14.30	54.3	74.32
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	5.20	13.00	90.5	108.70
MAYO	TRUJILLO-LIMA	6.76	16.90	108.6	132.26
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	5.72	15.60	108.6	129.92
JULIO	TRUJILLO-LIMA	4.68	13.00	36.2	53.88
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	7.28	14.30	36.2	57.78
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	6.76	15.60	54.3	76.66
Promedio mensual perdido expresado en soles					90.87

MES	DESTINO	H-H perdidas*S/. H-H	H-H perdidas*S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/.H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.84	7.15	123.75	135.74
FEBRERO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.84	7.15	123.75	135.74
MARZO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.84	7.15	123.75	135.74
ABRIL	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.40	6.50	112.5	123.40
MAYO	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.72	8.45	146.25	160.42
JUNIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.28	7.80	135	148.08
JULIO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.40	6.50	112.5	123.40
AGOSTO	TRUJILLO-CAJABAMBA	4.84	7.15	123.75	135.74
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-CAJABAMBA	5.28	7.80	135	148.08
Promedio mensual perdido expresado en soles					138.48

MES	DESTINO	H-H perdidas*S/. H-H	H-H perdidas*S/. H-H (mecánico)	H-M perdidas*/S/.H-M	Total
ENERO	TRUJILLO-LIMA	3.12	5.20	100	108.32
FEBRERO	TRUJILLO-LIMA	3.12	5.20	100	108.32
MARZO	TRUJILLO-LIMA	2.34	3.90	75	81.24
ABRIL	TRUJILLO-LIMA	3.90	6.50	125	135.40
MAYO	TRUJILLO-LIMA	4.68	7.80	150	162.48
JUNIO	TRUJILLO-LIMA	4.68	7.80	150	162.48
JULIO	TRUJILLO-LIMA	1.56	2.60	50	54.16
AGOSTO	TRUJILLO-LIMA	1.56	2.60	50	54.16
SEPTIEMBRE	TRUJILLO-LIMA	2.34	3.90	75	81.24
Promedio mensual perdido expresado en soles					105.31

Fuente: Elaboración Propia

El promedio mensual perdido con la puesta en marcha de la mejora, asciende a S/. 334.66 soles.

4.4 Política para el manejo de unidades móviles (Cr5)

Los instrumentos de la dirección de la empresa son: planificación, organización y control. La planificación es futura y presente. Se trata de alcanzar un desarrollo armonioso y ordenado de todas las actividades de la empresa para que se puedan conseguir los objetivos propuestos. La organización es, por lo

tanto, la condición previa para que lo planificado se convierta en realidad. El tercer instrumento de la dirección empresarial es el control. Todos los responsables de la empresa deberán cuidar, a su nivel, de que se cumplan adecuadamente los objetivos fijados. **[TEXTO 08]**

A continuación se desarrolla la Política para el manejo de unidades móviles.



POLÍTICA PARA EL MANEJO DE VEHÍCULOS

Los conductores de las unidades móviles son responsables de mantener su vehículo en óptimas condiciones mecánicas, mejorando los aspectos de seguridad, calidad e imagen. Además deberán conducir de acuerdo al TEXTO ÚNICO ORDENADO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE TRÁNSITO – CÓDIGO DE TRÁNSITO.

En consecuencia se establecen los siguientes pasos a seguir.

- Antes de poner en marcha alguna unidad, todo conductor debe contar físicamente con licencia de conducir, documento nacional de identidad, tarjeta de identificación vehicular, seguro obligatorio de accidentes de tránsito y certificado de inspección técnica vehicular si así lo requiere.
- Previo a operar la unidad, debe consultar al mecánico si ésta, puede ser puesta en marcha.
- Al momento de conducir una unidad, debe hacerlo con ambas manos en el volante.
- Está prohibido conducir un vehículo en estado de ebriedad, haciendo uso del teléfono celular o bajo los efectos de algún estupefaciente.
- Todos los ocupantes de la unidad móvil deben usar obligatoriamente el cinturón de seguridad.
- Se encuentra terminantemente prohibido, transportar carga o personas ajenas a la organización.
- Los conductores deben respetar el límite máximo de velocidad propuesto por la gerencia (80km/h).
- Cumplir con alguna nueva disposición impuesta por el gobierno nacional.
- Cada conductor debe respetar el tiempo máximo de manejo, propuesto por la gerencia de (8h) seguidas.



Cristian Ampador Gutierrez
Administrador

A través de la implementación de la política esperamos reducir inicialmente un 20% las penalidades incurridas. A través de un Programa de Sensibilización, el cual se propone dure 6 meses, de esta manera garantiremos que todos los propósitos, actividades y lineamientos se llevarán a cabo por parte de los colaboradores dentro de la organización. Los propósitos son:

- ✓ Lograr que todos los colaboradores que integran la Empresa de Transportes Amador S.A.C., entiendan y se comprometan con todos los aspectos mencionados en la política antes mencionada.
- ✓ Crear una cultura entre todos los miembros de la organización.
- ✓ Concientizar a los colaboradores en los costos que se incurren por no seguir los lineamientos planteados.

4.5 Resumen de ahorros e inversión.

4.5.1 Programa de mantenimiento preventivo (Cr1)

En el siguiente cuadro podemos observar el ahorro mensual estimado. Simulando la propuesta del programa de mantenimiento preventivo.

Tabla N° 21: Ahorro mediante el programa de mantenimiento preventivo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	ANTES	DESPÚES	AHORRO
Promedio Mensual perdido	S/.48,614.14	S/.2,430.71	S/.46,183.43
Promedio Total perdido Enero a Septiembre del 2016	S/.437,527.27	S/.21,876.36	S/.415,650.91

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2 Diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes (Cr3)

En el siguiente cuadro podemos observar el ahorro mensual estimado, luego de la simulación de la propuesta de redistribución y reubicación de almacén.

Tabla N° 22: Ahorro mediante la redistribución y reubicación del almacén

DISEÑO ESTANDARIZADO PARA LA UBICACIÓN Y ORDEN DE ALMACENES			
	ANTES	DESPÚES	AHORRO
Promedio Mensual perdido	S/.604.83	S/.3.30	S/.601.53
Promedio Total perdido Enero a Septiembre del 2016	S/.5,443.46	S/.29.73	S/.5,413.73

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3 Programa de adquisición de repuestos (Cr4)

En el siguiente cuadro podemos observar el ahorro mensual estimado, luego de la simulación del programa de adquisición de repuestos.

Tabla N° 23: Ahorro mediante el programa de adquisición de repuestos

PROGRAMA DE ADQUISICIÓN DE REPUESTOS			
	ANTES	DESPÚES	AHORRO
Promedio Mensual perdido	S/.14,384.80	S/.334.66	S/.14,050.14
Promedio Total perdido Enero a Septiembre del 2016	S/.129,463.20	S/.3,011.98	S/.126,451.22

Fuente: Elaboración Propia

4.5.4 Política para el manejo de unidades móviles (Cr5)

Observamos el ahorro estimado mensual, luego de implementar la política.

Tabla N° 24: Ahorro mediante la política para el manejo de unidades móviles

POLÍTICA PARA EL MANEJO DE UNIDADES MÓVILES			
	ANTES	DESPÚES	AHORRO
Promedio Mensual perdido	S/.1,159.67	S/.927.73	S/-.231.93
Promedio Total perdido Enero a Septiembre del 2016	S/.10,437.00	S/.8,349.60	S/-.2,087.40

Fuente: Elaboración Propia

5.5 Inversión para implementación de las propuestas de mejora.

En el cuadro siguiente podemos observar la inversión que se necesita, para poder realizar las propuestas. La inversión asciende a S/. 22,000 mil soles.

Tabla N° 25: Inversión para la implementación de la propuesta de mejora

COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA	
Pago especialista	10000
Compra de 4 estantes	2400
Señalización e instalación de estantes	600
Programa de sensibilización	9000

Fuente: Elaboración Propia

Luego de estimar el ahorro mensual por cada causa raíz y de costear la inversión, procederemos a realizar el análisis financiero.

5.6 Programa de sensibilización.

El programa de sensibilización, debe ser dictado por un consultor externo, experto en calidad y mantenimiento, se estima que el tiempo mínimo en el cual debe ser expuesto al personal, debe ser como mínimo de 6 meses, en charlas

de 1 hora, durante 3 días por semana, considerando el desconocimiento del mismo.

El programa de sensibilización debe contener información sobre:

- ✓ La importancia del Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Métodos simplificados, para determinar costos ocultos no visibles, provocados por utilizar Mantenimiento Correctivo.
- ✓ Sensibilizar a los colaboradores, en cuanto a la Política para el manejo de unidades móviles.
- ✓ Redistribución y reubicación de almacenes.

Tabla Nº 26: Cronograma para el Programa de Sensibilización

ACTIVIDADES	AÑO 2016																											
	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL							
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Sensibilizar al personal en cuanto a la Política de unidades móviles	■	■	■	■																	■	■	■	■	■	■	■	■
Métodos para determinar costos ocultos					■	■	■	■																				
Definición e importancia del mantenimiento Preventivo									■	■	■	■																
Redistribución y reubicación de almacenes													■	■	■	■												

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN

ECONÓMICA

FINANCIERA

5.6 Análisis Financiero

MESES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS TOTALES		S/. 206,719.03	S/. 219,629.03	S/. 218,629.03	S/. 193,591.03	S/. 196,819.03	S/. 206,334.03	S/. 208,323.03	S/. 204,335.03	S/. 218,425.03	S/. 215,440.48	S/. 216,457.98	S/. 216,088.03
Programa de mantenimiento preventivo		S/. 46,183.43											
Diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes		S/. 601.53											
Programa de adquisición de repuestos		S/. 14,050.14											
Política para el manejo de unidades móviles		S/. 231.93											
INGRESOS POR OPERACIONES		S/. 145,652.00	S/. 158,562.00	S/. 157,562.00	S/. 132,524.00	S/. 135,752.00	S/. 145,267.00	S/. 147,256.00	S/. 143,268.00	S/. 157,358.00	S/. 154,373.45	S/. 155,390.95	S/. 155,021.00
EGRESOS TOTALES		S/. 122,662.00	S/. 125,556.00	S/. 127,256.00	S/. 119,864.00	S/. 120,574.00	S/. 124,695.00	S/. 123,264.00	S/. 121,668.00	S/. 127,694.00	S/. 128,276.68	S/. 128,931.73	S/. 129,325.56
EGRESOS VARIABLES		S/. 90,652.00	S/. 93,546.00	S/. 95,246.00	S/. 87,854.00	S/. 88,564.00	S/. 92,685.00	S/. 91,254.00	S/. 89,658.00	S/. 95,684.00	S/. 96,266.68	S/. 96,921.73	S/. 97,315.56
COSTOS OPERATIVOS		S/. 90,652.00	S/. 93,546.00	S/. 95,246.00	S/. 87,854.00	S/. 88,564.00	S/. 92,685.00	S/. 91,254.00	S/. 89,658.00	S/. 95,684.00	S/. 96,266.68	S/. 96,921.73	S/. 97,315.56
COSTOS FIJOS		S/. 32,010.00											
SALARIOS (PERSONAL ADMINISTRATIVO)		S/. 8,000.00											
SALARIOS (CONDUCTORES Y ESTIBADORES)		S/. 20,000.00											
ALQUILER DE LOCAL (LIMA)		S/. 2,210.00											
SERVICIOS BÁSICOS		S/. 1,800.00											
SALDO OPERATIVO		S/. 84,057.03	S/. 94,073.03	S/. 91,373.03	S/. 73,727.03	S/. 76,245.03	S/. 81,639.03	S/. 85,059.03	S/. 82,667.03	S/. 90,731.03	S/. 87,163.80	S/. 87,526.25	S/. 86,762.46
COSTOS DE INVERSIÓN	S/. 22,000.00												
PAGO ESPECIALISTA	S/. 10,000.00												
COMPRA DE 4 ESTANTES	S/. 2,400.00												
SEÑALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE ESTANTES	S/. 600.00												
PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN	S/. 9,000.00												

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS		S/. 206,719.03	S/. 219,629.03	S/. 218,629.03	S/. 193,591.03	S/. 196,819.03	S/. 206,334.03	S/. 208,323.03	S/. 204,335.03	S/. 218,425.03	S/. 215,440.48	S/. 216,457.98	S/. 216,088.03
GAV		S/. 32,010.00											
COSTO VARIABLE		S/. 90,652.00	S/. 93,546.00	S/. 95,246.00	S/. 87,854.00	S/. 88,564.00	S/. 92,685.00	S/. 91,254.00	S/. 89,658.00	S/. 95,684.00	S/. 96,266.68	S/. 96,921.73	S/. 97,315.56
UTILIDAD		S/. 84,057.03	S/. 94,073.03	S/. 91,373.03	S/. 73,727.03	S/. 76,245.03	S/. 81,639.03	S/. 85,059.03	S/. 82,667.03	S/. 90,731.03	S/. 87,163.80	S/. 87,526.25	S/. 86,762.46
IMPUESTOS (2%)		S/. 1,681.14	S/. 1,881.46	S/. 1,827.46	S/. 1,474.54	S/. 1,524.90	S/. 1,632.78	S/. 1,701.18	S/. 1,653.34	S/. 1,814.62	S/. 1,743.28	S/. 1,750.53	S/. 1,735.25
INVERSIÓN	-S/. 22,000.00												
UTILIDAD NETA	-S/. 22,000.00	S/. 82,375.89	S/. 92,191.57	S/. 89,545.57	S/. 72,252.49	S/. 74,720.13	S/. 80,006.25	S/. 83,357.85	S/. 81,013.69	S/. 88,916.41	S/. 85,420.52	S/. 85,775.73	S/. 85,027.21

COSTO DE OPORTUNIDAD 13%

VAN S/. 471,102.35

TIR 382%

INGRESOS		S/. 206,719.03	S/. 219,629.03	S/. 218,629.03	S/. 193,591.03	S/. 196,819.03	S/. 206,334.03	S/. 208,323.03	S/. 204,335.03	S/. 218,425.03	S/. 215,440.48	S/. 216,457.98	S/. 216,088.03
EGRESOS		S/. 124,343.14	S/. 127,437.46	S/. 129,083.46	S/. 121,338.54	S/. 122,098.90	S/. 126,327.78	S/. 124,965.18	S/. 123,321.34	S/. 129,508.62	S/. 130,019.96	S/. 130,682.25	S/. 131,060.81

VAN Ingresos S/. 1,238,996.43

VAN Egresos S/. 745,894.08

B/C 1.66

Fuente: Elaboración Propia

La Propuesta de mejora nos arroja el Valor Actual Neto (VAN) de S/. 471,102.35 soles, lo cual supera a la inversión inicial, esto significa que la propuesta es económicamente viable. Además, obtenemos una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 382%, esto significa que el proyecto es rentable.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y

DISCUSIÓN

6.1 Resultados

EMPRESA: EMPRESA DE TRANSPORTES AMADOR S.A.C.

ÁREAS: MANTENIMIENTO, ADMINISTRACIÓN

PROBLEMA: COSTOS OPERATIVOS ELEVADOS

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCION	INDICADOR	FORMULA	ACTUAL	META	OBTENIDO	HERRAMIENTA
Cr1	Falta de un Programa de Mantenimiento Preventivo	% De sobrecosto por mantenimiento	$\left(\frac{\text{costo real}}{\text{Costo total estimado mensual}} - 1\right) * 100\%$	39.20%	20%	1.96%	Programa de Mantenimiento Preventivo
Cr3	No existe un diseño estandarizado para la ubicación y orden de almacenes	% Tiempo para ubicación de repuesto	$\frac{\text{Tiempo real para ubicación de repuesto}}{\text{Tiempo estándar para ubicación de repuesto}} * 100\%$	1208.89%	604.44%	100.00%	Método de las 5S/Rediseño y códigos de ubicación de almacén
Cr4	No existe un Programa de adquisición de repuestos	% Costo de compras no programadas	$\left(\frac{\text{Costo de compras no programadas}}{\text{Costo total estimado mensual}} - 1\right) * 100\%$	11.60%	5.80%	0.27%	Programa de Adquisición de repuestos
Cr5	Inexistente Política para el manejo de unidades móviles	% Existencia de política para el manejo de unidades móviles	$\frac{\text{Política para el manejo de unidades móviles}}{\text{Total de políticas esperadas}} * 100\%$	0.00%	100%	100%	Política para el manejo de unidades móviles

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro podemos observar que inicialmente, teníamos indicadores muy elevados, la gerencia junto con administración al ver el estado de los mismos propusieron reducir como mínimo a la mitad, es por eso que nuestros indicadores meta son la mitad de los actuales, el único que presenta un 100% es la política ya que no existía. Sin embargo, los indicadores obtenidos son mejores con respecto a los propuestos por la organización, reduciendo el sobre costo a S/ 2430. 71 soles, reduciendo el tiempo de ubicación de repuesto al estándar de 45 segundos y el costo de compras no programadas a S/ 334. 66 soles.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- De acuerdo al objetivo de la investigación, se logró reducir los sobre costos operativos, de 39.20% a 1.96%. A través de la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- El diagnóstico de la situación actual de la Empresa de Transportes Amador S.A.C., dio como resultado una suma total perdida mensual estimada de S/. 64, 763.44 mil soles.
- Mediante un diagrama de Ishikawa se pudieron identificar las causas raíces del problema de investigación.
- La propuesta de mejora redujo la suma perdida mensual estimada a S/. 3696.31 soles.
- Finalmente, se evaluó la viabilidad económica-financiera de la propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo, lo cual arrojó un VAN de S/. 471,102.35 mil soles y un TIR de 382%, así concluimos que la propuesta de mejora es rentable para la Empresa de Transportes Amador S.A.C.

7.2 Recomendaciones

- ✓ Implementar el Programa de Mantenimiento Preventivo para aumentar la rentabilidad de la organización.
- ✓ Capacitar al personal en los conceptos de Mantenimiento Preventivo para facilitar la identificación de costos ocultos en cada fase de las operaciones de la empresa.
- ✓ Implementar un Programa de Seguridad y Salud Ocupacional, con el fin de mantener y mejorar la salud de los trabajadores.
- ✓ Establecer un MOF, involucrando la participación de los colaboradores, para evitar insatisfacción del cliente interno.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS:

- [**TEXTO 01**] GONZALES FERNANDEZ, Francisco Javier. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado 2º edición. Fundación Confemetal. 2005. Madrid - España.
- [**TEXTO 02**] GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Ediciones Diaz de Santos S.A. 2010. Madrid - España.
- [**TEXTO 03**] DUFFUAA, Salih O. & RAOUF, A. & DIXON CAMPBELL, John. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Editorial LIMUSA S.A. 2000. México – D.F.
- [**TEXTO 04**] GARCÍA GARRIDO, Santiago. Operación y Mantenimiento de Centrales de Ciclo Combinado. Ediciones Diaz de Santos S.A. 2008. Madrid – España.
- [**TEXTO 05**] REY SACRISTAN, Francisco. Las 5S. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo. Fundación Confemetal. 2005. Madrid – España.
- [**TEXTO 06**] ANAYA TEJERO, Julio Juan. Almacenes. Análisis, diseño y organización. Esic Editorial. 2008. Madrid – España.
- [**TEXTO 07**] FERRÍN GUTIÉRREZ, Arturo. Gestión de stocks en la logística de almacenes 2º edición. Fundación Confemetal. Madrid – España.
- [**TEXTO 08**] LAFUENTE MAQUEDA, Javier. Cuadernos de dirección estratégica y planificación. Ediciones Diaz de Santos S.A. 1996. Madrid – España.

Direcciones Electrónicas

[URL 01] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Planes y Presupuestos.

<http://www.proviasnac.gob.pe/frmPlanesyPresupuestos.aspx?idMenu=718>

[URL 02] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Plan Estratégico Sectorial Multianual Sector Transportes y Comunicaciones 2012 – 2016.

<https://www.mtc.gob.pe/images/banners/documentos/PESEM.pdf>

[URL 03] Mantenimiento Preventivo.

http://es.slideshare.net/blacksaturn/mantenimiento-preventivo-1819125?qid=e1622c86-420e-424c-a103-7d87e44ab646&v=&b=&from_search=2