



FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

---

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE MOTORES  
DE VEHÍCULOS CONVERTIDOS A GLP Y SU INCREMENTO EN LA  
RENTABILIDAD DE LA EMPRESA VISA GAS E.I.R.L.”**

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Guevara Aguilar, Santos Nelson

**Asesor:**

Zelada Mosquera, Danny

Trujillo – Perú

2018

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida y la oportunidad de convertir  
mis sueños en metas.*

*A mi esposa y a mis hijos:*

*A mi esposa por su comprensión y apoyo sostenido para  
la culminación de mis estudios de ingeniería.*

*A mis hijos, por comprenderme y entenderme que  
durante mis estudios; no compartir mi tiempo con ellos  
en los paseos familiares, los fines de semana.*

## EPÍGRAFE

“Tanto si piensas que puedes, como si piensas que no puedes, estás en lo cierto”

(Henry Ford)

## AGRADECIMIENTO

A Dios; por darme salud y felicidad en el transcurrir de mi vida, a mis padres por inculcarme valores, a mi esposa, hijos y hermanos porque son y serán el motor que me impulsan a seguir adelante.

A mi asesor ing. Danny Zelada Mosquera por su apoyo incondicional durante el desarrollo de tesis.

A los colaboradores de la empresa Visa Gas E.I.R.L. que ayudaron a brindar información para la realización de la tesis.

Nelson

## LISTA DE ABREVIACIONES

- **B/C:** Beneficio/Costo
- **DOP:** Diagrama de Operaciones de Proceso
- **DAP:** Diagrama de Actividades de Proceso
- **ECU:** Unidad de Control Electrónico
- **GAV:** Gastos de administrativos y ventas
- **GLP:** Gas Licuado de Petróleo
- **GN:** Gas Natural
- **GNC:** Gas Natural Comprimido
- **GNV:** Gas Natural Vehicular
- **JIT:** Justo a Tiempo
- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- **MTV:** Multiválvula
- **MTTOs:** Mantenimientos
- **MRP:** Plan de Requerimiento de Materiales
- **MAP:** Presión de Múltiple de Admisión
- **OSINERMING:** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
- **TPS:** Sistema de producción Toyota
- **TPM:** Mantenimiento Productivo Total
- **TD:** Tasa de Descuento
- **TIR:** Tasa Interna de Retorno
- **SUTRAN:** Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancía
- **SP:** Sistema Productivo
- **VAN:** Valor Actual Neto

## 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, ponemos a vuestra consideración el presente Proyecto titulado:

**PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE VEHÍCULOS  
CONVERTIDOS A GLP Y SU INCREMENTO EN LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA VISA GAS  
E.I.R.L.**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de junio a diciembre del año 2017, y espero que el contenido de éste estudio sirva de referencia para otras empresas del mismo rubro, proyectos e investigaciones.

---

Bach. Guevara Aguilar, Santos Nelson

## LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

---

Ing. Zelada Mosquera, Danny

Jurado 1:

---

Ing. Alfaro Rosas, Jorge

Jurado 2:

---

Ing. Estela Tamay, Walter

Jurado 3:

---

Ing. Mantilla Rodríguez, Luís

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad el desarrollo de la Propuesta de la Mejora del Área de Mantenimiento de Motores de Vehículos convertidos a GLP y su Incremento en la Rentabilidad de la Empresa Visa Gas E.I.R.L.

Se realizó un estudio analítico en el área de mantenimiento en lo cual se diagnosticó como área crítica; debido a que se dejaban de atender unidades vehiculares por la causa raíz: falta de planificación de compra de repuestos, falta un plan de trabajo y ausencia de capacitación; generando pérdidas monetarias determinando una baja rentabilidad en la empresa.

También se presenta la base teórica en la cual se sustenta el desarrollo de la propuesta; para el planteamiento de la metodología y herramienta de mejora para cada una de la causa raíz. Que garantizarán el control y sostenimiento en el área de mantenimiento de los vehículos convertidos a GLP; con el fin aumentar la rentabilidad en la empresa. La solución propuesta está en función de la aplicabilidad de cada una de las la herramientas para cada causa raíz. Éstas son las que determinarán la evaluación económica y financiera positiva.

Finalmente, y con toda la información contrastada y analizada se presentan los análisis de resultados de incrementar la rentabilidad, a través de la propuesta de mejora del área de mantenimiento de los motores de vehículos convertidos a GLP. Dando como resultado un VAN de S/. 74 115,27 y un TIR 69,72% y un Beneficio /Costo 2.85. Indicadores que sirvieron de análisis para realizar las conclusiones y recomendaciones.



## ABSTRACT

The research has an aim the development of the proposal of the improvement in the engines converted to LPG maintenance area and the profitability increase in Visa Gas company.E.I.R.L.

It was done an analytical study in the maintenance area and it was diagnosed as a critical area; because of some vehicular units were unattended for the root cause: lack of purchasing spare parts planning, a working plan is missing and the lack of training; producing financial losses giving as a consequence a low profitability in the company.

Also, in the theoretical basis is underpinned the propose development: for the methodology planning, improvement tool for each root cause. They will guarantee the control and sustaining in the engines converted to LPG maintenance area; in order to increase the profitability in the company. The solution proposed depends on the applicability of each tool for each root cause. Those are the one which will determine the economical evaluation and positive financial.

Finally, and with this all contrasted and analyzed information the result analysis of increase the profitability are presented through the proposal of the improvement in the engines converted to LPG maintenance. The result is a S/. 74 115,2 VAN, a 69,72% TIR and a 2.85 cost/benefit. Indicators that served as analysis to do the conclusions and recommendations.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
LISTA DE ABREVIACIONES .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO 1.....	17
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS.....	20
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	21
1.7. HIPÓTESIS.....	21
1.8. VARIABLES.....	21
1.9. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.10. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	23
CAPÍTULO 2.....	25
MARCO REFERENCIAL.....	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
2.2. BASE TEÓRICA .....	28
CAPÍTULO 3.....	55
METODOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL.....	55
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	56
3.2. DESCRIPCIÓN PARTICULAR DEL ÁREA DE LA EMPRESA EN OBJETO DE ANÁLISIS.....	59
3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS RAÍCES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO 71	
3.4. DIAGRAMAS ANALÍTICOS DEL PROCESO (REALIDAD ACTUAL) .....	76
CAPÍTULO 4.....	98
SOLUCIÓN PROPUESTA .....	98
4.1. GESTIÓN ESTRATÉGICA .....	99

4.2.	GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS .....	111
4.3.	GESTIÓN POR PROCESOS .....	116
CAPÍTULO 5:.....		129
EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA .....		129
5.1.	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA.....	130
5.2.	EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	132
CAPÍTULO 6.....		135
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		135
6.1.	RESULTADOS.....	136
6.2.	RESULTADOS POR CADA CAUSA RAÍZ.....	137
6.3.	DISCUSIÓN.....	139
CAPITULO 7.....		140
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		140
7.1.	CONCLUSIONES .....	141
7.2.	RECOMENDACIONES .....	141
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		142
ANEXOS .....		144

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. Operacionalización de variable independiente .....	22
Tabla n.º 2. Operacionalización de variable dependiente.....	22
Tabla n.º 3. Obtención de datos .....	23
Tabla n.º 4. Procedimiento de la investigación.....	24
Tabla n.º 5. Gasocentros y Vehículos Convertidos a GLP .....	31
Tabla n.º 6. Propiedades de los gases .....	35
Tabla n.º 7. Línea del tiempo simplificada.....	36
Tabla n.º 8. Matriz de Priorización para la empresa Visa Gas E.I.R.L. ....	73
Tabla n.º 9 Puntaje de priorización.....	73
Tabla n.º 10. Causas de la Baja Rentabilidad Área de Mantenimiento .....	73
Tabla n.º 11: Resumen de Ishikawa del Área de Mantenimiento.....	74
Tabla n.º 12. Identificación de Indicadores de mantenimiento.....	75
Tabla n.º 13. Cambio de filtro de fase gaseosa.....	76
Tabla n.º 14. Cambio de accesorios del riel de inyectores .....	77
Tabla n.º 15. Cambio de sensor de temperatura de reductor .....	78
Tabla n.º 16. Tabla de conmutador de combustible .....	79
Tabla n.º 17. Cambio de sensor MAP.....	80
Tabla n.º 18. Cambio de porta-fusible .....	81
Tabla n.º 19. Cambio de ECU .....	82
Tabla n.º 20. Cambio de bobina de reductor.....	83
Tabla n.º 21. Cambio de mangueras de agua reductor .....	84
Tabla n.º 22. Cambio de niples de agua reductor .....	85
Tabla n.º 23. Cambio de reductor.....	86
Tabla n.º 24. Cambio de diafragmas de reductor .....	87
Tabla n.º 25. Cambio de toma de carga .....	88
Tabla n.º 26. Cambio de cañería de 8 mm.....	89
Tabla n.º 27. Cambio de multiválvula .....	90
Tabla n.º 28 cambio de tanque.....	91
Tabla n.º 29. Cambio de cañería de 6 mm.....	92
Tabla n.º 30. Cambio de sensor de nivel .....	93
Tabla n.º 31. Resumen de tiempos por actividad en minutos .....	93
Tabla n.º 32. Costo de mano de obra de mantenimiento.....	94
Tabla n.º 33. Mantenimientos atendidos en el 2017.....	94
Tabla n.º 34. Mantenimientos atendidos en función a los repuestos cambiados en el 2017 .....	95
Tabla n.º 35. Mantenimientos atendidos y no atendidos en 2017 .....	96
Tabla n.º 36. Matriz de indicadores .....	97
Tabla n.º 37. Pérdidas por repuestos y mantenimiento .....	99
Tabla n.º 38. Pérdida anual por repuestos y mantenimiento .....	100
Tabla n.º 39. Participación de la demanda de la empresa Visa Gas durante los 3 últimos años ..	101

Tabla n.º 40. Método de regresión lineal: Proyección para el año 2018 y 2019.....	101
Tabla n.º 41. Pronóstico de mantenimiento de vehículos convertidos a GLP para el año 2018 ...	102
Tabla n.º 42. Plan de mantenimientos de vehículos convertidos de gasolina a GLP .....	102
Tabla n.º 43. Clasificación del mantenimiento por repuestos y accesorios .....	103
Tabla n.º 44. Plan de mantenimiento de vehículos de acuerdo a su clasificación.....	103
Tabla n.º 45. Repuestos y accesorios por cada tipo de mantenimiento .....	104
Tabla n.º 46. Explosión de repuestos y accesorios .....	105
Tabla n.º 47. Tamaño de lote por cada repuesto y accesorios .....	105
Tabla n.º 48. Requerimiento de repuestos y accesorios .....	106
Tabla n.º 49. Mantenimientos no atendidos para el periodo 2018 .....	109
Tabla n.º 50. Tiempo a utilizar en los mantenimientos a ser atendidos .....	110
Tabla n.º 51. Pérdidas por costos de repuestos y mantenimiento a perder para el periodo 2018.	110
Tabla n.º 52. Costo de pérdida por reproceso.....	111
Tabla n.º 53. Reprocesos de mantenimiento por mes del periodo 2017 .....	112
Tabla n.º 54. Pérdida por reprocesos de mantenimiento.....	112
Tabla n.º 55. Costo de pérdida por reproceso después de la mejora .....	113
Tabla n.º 56. Reprocesos de mantenimiento por mes para el periodo 2018 .....	114
Tabla n.º 57. Pérdida por reprocesos de mantenimiento para el periodo 2018.....	115
Tabla n.º 58. Resumen de tiempos por actividad en minutos .....	116
Tabla n.º 59. Resumen de tiempos optimizados y estandarizados por actividad en minutos .....	117
Tabla n.º 60. Pérdida por falta de un plan de trabajo .....	117
Tabla n.º 61. Mantenimiento I: Mantenimiento y/o cambio de accesorios del riel de inyectores y cambio de filtro de fase gaseosa. ....	118
Tabla n.º 62. Mantenimiento II: Diagnosticar, inspeccionar y/o cambiar sensor de temperatura T° de reductor, MAP, ECU, porta fusibles y conmutador .....	119
Tabla n.º 63. Mantenimiento III: Inspección o cambio de bobinas (MTV y Reductor).....	119
Tabla n.º 64. Mantenimiento IV: Cambio o mantenimiento de reductor, kit de reparación de reductor, niple con o´ring y mangueras.....	120
Tabla n.º 65. Mantenimiento V: Inspección o cambio de toma de carga, multiválvula, tanque, sensor de nivel de MTV y cañerías de 6 y 8 mm de diámetro. ....	121
Tabla n.º 66. Resumen de tiempos estandarizados y optimizados por actividad en minutos .....	121
Tabla n.º 67. Mantenimiento I.....	122
Tabla n.º 68. Mantenimiento II.....	123
Tabla n.º 69. Mantenimiento III.....	124
Tabla n.º 70. Mantenimiento IV .....	125
Tabla n.º 71. Mantenimiento V .....	126
Tabla n.º 72. Primero en llegar primero en servir.....	127
Tabla n.º 73. Tiempo mínimo de procesamiento.....	127
Tabla n.º 74. Tiempo mínimo de entrega.....	127
Tabla n.º 75. Último en llegar primero en servir .....	128

Tabla n.º 76. Aleatorio.....	128
Tabla n.º 77. Resumen .....	128
Tabla n.º 78. Inversión para la propuesta de mejora del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad .....	130
Tabla n.º 79. Otros costos de inversión y depreciación de equipos .....	131
Tabla n.º 80. Costos de reinversión.....	131
Tabla n.º 81. Ahorros por cada causa raíz implementando la propuesta.....	131
Tabla n.º 82. Costos operacionales de las mejoras .....	131
Tabla n.º 83. Información para evaluación económica .....	133
Tabla n.º 84. Estado de resultados.....	133
Tabla n.º 85. Flujo de caja.....	134
Tabla n.º 86. Resumen y participación de costos perdidos actuales y beneficios de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento .....	136
Tabla n.º 87. Resumen del costo perdido actual, costo perdido meta y beneficios por cada causa raíz .....	136
Tabla n.º 88. CR1. Falta de planificación de compra de repuestos .....	137
Tabla n.º 89. CR3. Falta plan de trabajo.....	138
Tabla n.º 90. CR2. Ausencia de capacitación en mantenimiento.....	138

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1. Cadena de valor de hidrocarburos líquidos [4] .....	29
Figura n.º 2 Evolución de precios de combustibles (enero 2009 – abril 2016) [5] .....	30
Figura n.º 3. Concepto actual de mantenimiento [14].....	38
Figura n.º 4 Símbolos del DOP.....	47
Figura n.º 5. Descripción de los símbolos del DAP .....	48
Figura n.º 6 Diseño del DAP.....	49
Figura n.º 7. Organigrama de la empresa Visa Gas.....	58
Figura n.º 8. Tanque de almacenamiento de GLP .....	59
Figura n.º 9. Conmutador .....	60
Figura n.º 10. Toma de carga.....	60
Figura n.º 11. Multiválvula .....	61
Figura n.º 12. Sensor de nivel .....	61
Figura n.º 13. Cañería de 8 mm .....	62
Figura n.º 14. Cañería de 6 mm .....	62
Figura n.º 15. Mangueras reforzadas .....	63
Figura n.º 16. Electroválvulas de GLP .....	63
Figura n.º 17. Reductor - vaporizador GLP .....	64
Figura n.º 18. Filtro .....	65
Figura n.º 19. Sensor MAP.....	65
Figura n.º 20. Inyectores .....	66
Figura n.º 21. Unidad de control electrónico (ECU).....	66
Figura n.º 22 Sistema integrado de instalación a GLP .....	67
Figura n.º 23. Recorrido del GLP líquido hasta el evaporador o regulador de presión .....	68
Figura n.º 24. Kits de instalación a GLP .....	69
Figura n.º 25. Diagrama de flujo .....	70
Figura n.º 26. Ishikawa del área de mantenimiento.....	72
Figura n.º 27. Pareto de la Empresa Visa Gas E.I.R.L. ....	74
Figura n.º 28. Gráfica de la proyección de ventas según el método de regresión lineal. ....	101
Figura n.º 29. Gráfica de costos perdidos y beneficios totales por las causas raíces .....	136
Figura n.º 30. Gráfica del resumen del costo perdido actual, costo perdido meta y beneficios por cada causa raíz.....	137
Figura n.º 31. Gráfica de la causa raíz 1.....	137
Figura n.º 32. Gráfica de la causa raíz 3.....	138
Figura n.º 33. Gráfica de la causa raíz 2.....	138

## INTRODUCCIÓN

El parque automotor de Trujillo se convertido en el más importante del país con una tasa de crecimiento de 6% anual. Aproximadamente cuenta con 360 000 unidades en el mercado trujillano segmentados por autos del alta gama 15%, autos particulares 45%, servicio público 40%; Trujillo está siguiendo línea de una ciudad moderna. Así lo reveló un estudio revelado por ENTA.

Dentro del parque automotor, los vehículos del sector público en especial los taxis, el 99% están convertidos a sistemas a GLP; además tienen aproximadamente 6 000 unidades antiguas que generan más contaminación y tienen un elevado costo de mantenimiento.

Desde ésta base, la perspectiva de la empresa Visa Gas es dar de suma importancia la necesidad de incrementar la rentabilidad en el servicio mantenimiento de los vehículos convertidos a GLP.

En esta tesis se busca identificar cuáles son las principales causas raíces de la baja rentabilidad en el área de mantenimiento de la empresa Visa Gas, así como encontrar la metodología y herramientas necesarias para la solución a cada causa raíz. Además se busca cumplir con los objetivos trazados, para luego centrarse en una descripción de análisis a cada herramienta utilizada en su solución.

En el capítulo I se mencionan los aspectos generales de la empresa, el problema de investigación, lo objetivos general y específicos, como también la hipótesis.

En el capítulo II se describen los planteamientos teóricos, antecedente, base teórica y definición de términos de la investigación.

En el capítulo III se presenta el diagnóstico, análisis de la situación problemática del área de mantenimiento de la situación actual de la empresa; con el fin de determinar una matriz de indicadores.

En el capítulo IV se describe la solución propuesta, en la que se enfoca el desarrollo de las herramientas de mejora, para la solución del problema del área de mantenimiento de los vehículos convertidos a GLP.

En el capítulo V se describe la evaluación económica y financiera donde se analizan los indicadores financieros: valor actual neto, tasa interna de retorno y el costo/ beneficio.

En el capítulo VI se describe el análisis de los resultados obtenidos, en la cual se comparan los costos, beneficios del área de mantenimiento antes y después de hacer la propuesta.

En el capítulo VII Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones del trabajo investigativo.



## **CAPÍTULO 1**

### **GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El hombre para realizar sus trabajos y al utilizar sus utensilios por más simples que parezcan hasta las herramientas, equipos y maquinas más sofisticados necesitan mantenimiento para aumentar la productividad, rentabilidad, etc. Fue hasta 1950 un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto de mantenimiento; recomendaba seguir los cuidados, operación y mantenimiento de máquina de acuerdo al fabricante. Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo".

Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el mantenimiento preventivo era una alternativa costosa. La razón: muchas partes se reemplazaron basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Veinte años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar. El TPM (mantenimiento productivo total) es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo. Primero en Japón y luego comenzó aplicarse en América. Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina. [1]

Con el cambio de política en el Perú a partir del primer gobierno de Alberto Fujimori en los años 1992, el parque automotor creció desmesuradamente; porque se permitió la importación de vehículos usados de las modelos; Tico, Station Wagon, Combi, Custer, etc. hasta diciembre del 2010 derogado por el segundo gobierno de Alan García; convirtiéndose el Perú como uno de los países con el parque automotor más antiguo de Latino América. Durante el gobierno de Alejandro Toledo se impulsó el desarrollo del gas natural, llegando así en setiembre del 2004 a la ciudad de Lima.

Convirtiéndose en el cambio de matriz energética en el Perú; favoreciendo a las industrias, parque automotor, viviendas, electricidad, etc. Cabe indicar que a partir del 2011 se ha incrementado sostenidamente la compra de vehículos nuevos, tendencia a la modernización del parque automotor, siendo la región La Libertad el que más ha crecido después de Lima.

Al paso que van subiendo los precios de la gasolina y el diésel, cada día hay más gente considerando la conversión de sus motores que utilizan gasolina al combustible GNV (Gas Natural Vehicular) o GLP (Gas Licuado de Petróleo). El GNV y GLP son combustibles utilizados en varias partes del mundo hace más de 60 años. Hoy existen miles y miles de autos convertidos de gasolina a GNV o GLP en los EE.UU., Canadá, Italia, Rusia, Argentina,

Venezuela, India y otros países. La conversión es simple, pero las preocupaciones generadas por los usuarios y mecánicos desactualizados causa miedo al momento de tomar la decisión. [ 2]

La empresa Visa Gas E.I.R.L. opera en la ciudad de Trujillo desde el año 2014, autorizado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) como Taller de conversiones de Gas Licuado de Petróleo – GLP y Gas Natural Vehicular-GNV. Debido a la demanda de unidades vehiculares convertidas a GLP en nuestra ciudad; hay muchas unidades vehiculares que no son atendidas en su mantenimiento, pues no fueron convertidos en nuestras instalaciones, haciendo que la empresa perdiera rentabilidad tanto por la falta de repuestos, servicios de mantenimiento y capacitación al personal para la atención a dichas unidades vehiculares; pues no se había implementado programa de actividades de mantenimiento.

Para su desarrollo se cuenta con los equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo esta tarea como lo son computadoras, scanners, analizadores, herramientas, equipos y personal para las labores de mantenimiento entre los que se encuentran técnicos mecánicos y eléctricos.

La empresa en el periodo 2017 con respecto al área de mantenimiento, viene presentando insuficiencia de stock de repuestos - accesorios, falta de personal capacitado y planificación de trabajo, lo que está generando pérdidas:

- Por falta de repuestos - accesorios y de unidades vehiculares no atendidas; en un número de 459 unidades, generando una pérdida anual de S/. 40 409,00 representando un 67 %.
- Por falta de un plan de trabajo, el área de mantenimiento generó una pérdida anual de S/. 18 165,63 representado un 56%.
- Por falta de capacitación al personal el área de mantenimiento generaron una pérdida anual de S/. 3 079,00 representando un 33%.

Por estas razones, nace la necesidad de mejorar el proceso de mantenimiento para el afinamiento de motores de vehículos convertidos a GLP, de tal manera que se incremente la rentabilidad de la empresa, esto con el fin de facilitar las tareas de revisión de los kits de GLP; tratando que la empresa maneje un plan de gestión de mantenimiento.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el impacto de la mejora del área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos GLP en el incremento de la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L.?

## 1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- La información real está basada y proporcionada por la empresa.
- La información de los parámetros de las plantas de revisiones técnicas y de las entidades certificadoras obtenidas a través de MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) es teórico en gran medida, no concuerdan con la realidad.

- Dificultad de acceso a la información en textos bibliográficos, éstos solamente son entregados por la empresa fabricante a los proveedores de equipos completos.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo General

Incrementar la rentabilidad, a través de la mejora en el área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP, de la empresa Visa Gas EIRL.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP.
- Analizar la rentabilidad que generaría la propuesta de mejora de área de mantenimiento de motores los vehículos convertidos a gas.
- Comparar estados de rentabilidad antes y después de la propuesta de mejora del área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a gas.
- Elaborar un programa de actividades para el mantenimiento de los vehículos convertidos a GLP.
- Capacitar a los colaboradores para incrementar las unidades atendidas y mejorar la rentabilidad del mantenimiento.

## 1.5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación está basada en las siguientes justificaciones: académica, social, económica y ambiental que son explicados a continuación.

### 1.5.1. Justificación académica

La presente investigación contribuirá a demostrar la aplicación efectiva de la Ingeniería Industrial para las Áreas de Mantenimiento automotriz , lo cual permitirá mejorar los conocimientos de los estudiantes durante la carrera de Ingeniería Industrial y así mismo puedan consultar esta investigación y utilizarla en proyectos de mejora.

### 1.5.2. Justificación social

En la actualidad con el avance tecnológico, se ve circular por las calles unidades vehiculares nuevas, esto hace mayor aún la gran necesidad de fabricar motores con altas eficiencias a menores costos posibles y de esta manera poder satisfacer la demanda de la población en el transporte.

### 1.5.3. Justificación económica

La presente investigación se justifica por el efecto económico que puede traer consigo la solución al problema de los tiempos perdidos en los servicios de conversión de GLP y GNV, ya que al mejorar la área de mantenimiento; las revisiones técnicas serán programadas para

conservar los parámetros de emisiones contaminantes de los motores y de esta manera reducir los costos por mantenimiento no planificado.

#### **1.5.4. Justificación ambiental**

Es compromiso del estado y responsabilidad de la sociedad utilizar otras energías alternativas como es nuestro caso en GLP-GNV, los cuales han sido aceptado como una energía con un gran potencial de desarrollo, ya que es el combustible alternativo con mejores opciones de desarrollo para su masificación a futuro debido a su abundancia, seguridad, bajo costo, transporte, distribución y el bajo nivel de contaminación que éste genera.

### **1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.6.1. Según el propósito**

Investigación Aplicada

#### **1.6.2. Según el diseño de investigación**

Tipo: No experimental.

Diseño: Longitudinal

### **1.7. HIPÓTESIS**

La mejora del área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos GLP incrementa la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L.

### **1.8. VARIABLES**

#### **1.8.1. Sistema de Variables**

- **Variable independiente.**

La mejora del área de mantenimiento.

- **Variable dependiente.**

Rentabilidad en la empresa Visa Gas E.I.R.L.

## 1.8.2. Operacionalización de Variables

Tabla n.º 1. Operacionalización de variable independiente

Variable	Definición conceptual	Indicadores	Fórmula
La mejora del área de mantenimiento	Conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.	% Personal Capacitado	$\% PC = \frac{\text{Personal Capacitado} * 100\%}{\text{Total de Personal}}$
		% Plan De Trabajo	$\frac{\# \text{ mantenimientos realizados}}{\# \text{ total de mantenimientos}} * 100$
		% Compra de Repuestos	$\frac{\text{Repuestos comprados}}{\text{Requerimiento total de repuestos}} * 100$

Fuente: Elaboración Propia

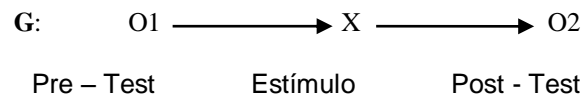
Tabla n.º 2. Operacionalización de variable dependiente

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Fórmula
Rentabilidad en la empresa Visa Gas E.I.R.L.	Como la condición de rentable y la capacidad de generar renta (beneficio, ganancia, provecho, utilidad). La rentabilidad, por lo tanto, está asociada a la obtención de ganancias a partir de una cierta inversión.	Valor actual neto (VAN)	$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1-k)^t}$ <p><math>F_t</math> = flujos de dinero en cada periodo de tiempo  <math>I_0</math> = Inversión Realizada en el momento inicial  <math>n</math> = números de periodos de tiempo  <math>k</math> = tipo de descuento o tipo de interés exigido de la inversión</p>
		Tasa interna de retorno (TIR)	$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n}$ <p><math>F_n</math> = Flujos de efectivo o flujo de caja  <math>n</math> = Números de periodos de tiempo  <math>i</math> = Tasa de descuento o rendimiento</p>
		Beneficio / Costo (B/C)	$B/C = \frac{VAN_{Ingresos}}{VAN_{egresos}}$

Fuente: Elaboración Propia

## 1.9. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación por el diseño es de Pre – Test y Post – Test.



Dónde:

G: Empresa Visa Gas E.I.R.L.

O1: Medición de los indicadores antes de la aplicación del estímulo (X).

X: Estímulo - Propuesta de mejora continua del área de mantenimiento.

O2: Medición de los indicadores después de la aplicación del estímulo (X).

## 1.10. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

### 1.10.1. Técnicas de obtención de datos

Tabla n.º 3. Obtención de datos

Técnicas de Recolección de datos	Instrumentos
Encuesta	Cuestionarios
Entrevista	Cuestionarios
	Guías
Análisis Documental	Ficha de Registro de Datos
Observación	Lista de Chequeo
	Escala de Puntuación

Fuente: Elaboración Propia

### 1.10.2. Técnicas de análisis e interpretación de datos

- Se aplicaran para este trabajo de investigación: diagrama de barras, gráfica simple de barras verticales, circulares, diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto.
- Se procedió a elaborar diagramas de flujo para relacionar los distintos parámetros (variables dependientes) de estudio, para tener un conocimiento en la tendencia de comportamiento en relación con las variables independientes.

### 1.10.3. Procedimientos

El procedimiento que se llevó a cabo para la elaboración de esta investigación son las siguientes:

Tabla n.º 4. Procedimiento de la investigación.

Fase del estudio		Fuente de recolección de datos	Técnicas		Resultados esperados
			Recopilación de datos	Metodología	
1	Evaluación de la situación actual del mantenimiento en la empresa Visa Gas E.I.R.L.	Taller de conversión y mantenimiento de vehículos a GLP	Características técnicas de los kits de GLP vehicular para el mantenimiento	Análisis de la información obtenida de datos históricos mediante cuadros, diagramas de Pareto y gráficos de barras.	Resumen de los vehículos por mantenimiento a GLP en el año 2017.  Proceso actual de mantenimiento.
			Entrevista al encargado de la supervisión de Mantenimiento.		
			Entrevista al personal técnico del taller	Recolección de la información mediante entrevistas.	
2	Elaboración de la mejora al área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L.		Resultados obtenidos en el paso 1.	Plan de capacitaciones  Plan de actividades / Documentación  Requerimiento de materiales	Propuesta de un plan de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L.

Fuente: Elaboración Propia



## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO REFERENCIAL**

## 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación cuenta con los siguientes antecedentes de estudio.

### En el ámbito internacional encontramos los siguientes antecedentes:

- Sánchez Martínez, Abraham; Universidad Nacional Autónoma de México (2014). En su tesis titulada “Instrumentación y Control para la Conversión de un Motor de Combustión Interna a Bi-Combustible”. Facultad de Ingeniería. México. La investigación consiste:

El propósito es informar sobre formas alternativas de bajo costo de implementación con la finalidad de obtener motores duales a partir de un sistema de inyección electrónica. Con las innovadoras ideas acerca de las energías limpias y bajo el principio de contaminar lo menos posible, surge la idea de emplear motores duales que operen con GLP (Gas Licuado del Petróleo) como combustible alternativo a la gasolina; ya que estos se obtienen por métodos menos contaminantes y su huella de carbono es inferior comparado con la gasolina y diésel.

El producto final obtenido es una opción costeable, es decir la inversión requerida en materiales para realizar la adaptación no excede los 3500 pesos por motor (sin contemplar los costos de ingeniería, manufactura, ni el recipiente a presión para almacenar el GLP ni su instalación) por lo que se considera una buena alternativa que se podría implementar a gran escala, una vez que se desarrolle un estudio profundo de finanzas y se discutan las regulaciones que se tengan que manejar en México para poder ser implementado.

- Roncallo Rodriguez, Fernan; Universidad Tecnológica de Bolívar (2009). En su tesis titulada: “Diseño de Montaje y Mantenimiento de Equipos de Quinta Generación (Inyección Secuencial), para la Conversión de Vehículos a Gas Natural”. Facultad de Ingenierías Eléctrica y Electrónica. Cartagena de Indias. Colombia. La investigación consiste:

El desarrollo de este trabajo tiene como fin investigar, documentar, desarrollar e implementar, todo lo referente al montaje de equipos de quinta generación en motores, comenzando por la descripción detallada de cada componente de la instalación y su funcionamiento, el diseño del montaje especificando la ubicación de los componentes en el vehículo a través de medios visuales como fotografías, basándose en normas técnicas y su metodología en el mantenimiento de los equipos.

Esta investigación nos da la oportunidad de conocer más acerca de esta tecnología usada actualmente en vehículos de última generación facilitando así el conocimiento y la capacitación de las personas directamente relacionadas al mundo del Gas Natural Vehicular (GNV).

**En el ámbito nacional encontramos los siguientes antecedentes:**

- Herrera Vera-Tudela, José Alejandro. Pontificia Universidad Católica del Perú (2009). En su tesis titulada: Especificaciones Técnicas de un Taller de Conversión de Vehículos a GNV y GLP. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Perú. La investigación consiste:

La descripción detallada de los procesos principales que se llevan a cabo en el taller de conversiones, tales como la recepción de vehículos, la evaluación de pre conversión, la conversión misma, la prueba de ruta y calibración, los planes de mantenimiento, reparaciones y seguridad, la facturación y la entrega de los vehículos terminados, disminuye el espacio a cometer errores por falta de conocimiento. El objetivo de lo mencionado anteriormente es dejar claro las funciones y los procedimientos que deben seguir cada una de las personas involucradas en el taller de conversiones implementado dentro de un taller automotriz ya existente.

Se definió cuáles serán las tecnologías de los equipos a instalarse en los vehículos para los distintos tipos de conversiones disponibles. Asimismo se detalló una explicación técnica del funcionamiento de las herramientas y equipos que serán utilizados para la conversión y la evaluación de pre conversión de cada auto.

Con una tasa de crecimiento de ventas de estimado de 3% mensual, se pudo proyectar el volumen de ventas para los próximos 5 años. Conociendo los datos de inversión inicial y la proyección de los ingresos y costos directos e indirectos, variables y fijos, según volumen de conversiones realizadas, se obtuvo márgenes positivos de flujo de caja que indican que la inversión sería recuperada durante el primer año de funcionamiento. Finalmente los valores del VPN y el TIR, muestran una alta rentabilidad al realizar el proyecto.

- Valdeiglesias López, Flor de María Lourdes. Universidad Nacional de Ingeniería (2007). En su tesis titulada “Estudio de Factibilidad Económica para la Conversión de Vehículos Gasolineros a Gas Licuado de Petróleo”. Escuela de Post-Grado y Segunda Especialización Profesional en Ingeniería del Gas Natural. Perú. La investigación consiste:

El estudio y análisis para la implementación económica del proyecto de conversión del parque automotriz gasolinero al uso de Gas Licuado de Petróleo (GLP). Previo al análisis propiamente dicho, se muestra un marco teórico detallado para que los usuarios se familiaricen con el lenguaje y los conceptos utilizados durante todo el estudio, luego se muestra en los antecedentes la información básica y de mercado para dar un punto de inicio al trabajo.

El Sector Transporte demanda el 50% del consumo total de derivados de petróleo del país, estando el consumo específico del parque automotor gasolinero en el orden de 3,25 tep/vehículo/año; el cual se considera alto.

Con el mejoramiento de la eficiencia en el uso de la energía en el sector transporte, se contribuye a minimizar el impacto ambiental reduciendo los niveles de emisiones de monóxido

de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) generados por los vehículos de transporte a gasolina.

## **2.2. BASE TEÓRICA**

### **2.2.1. La Industria del Gas Natural en el Perú.**

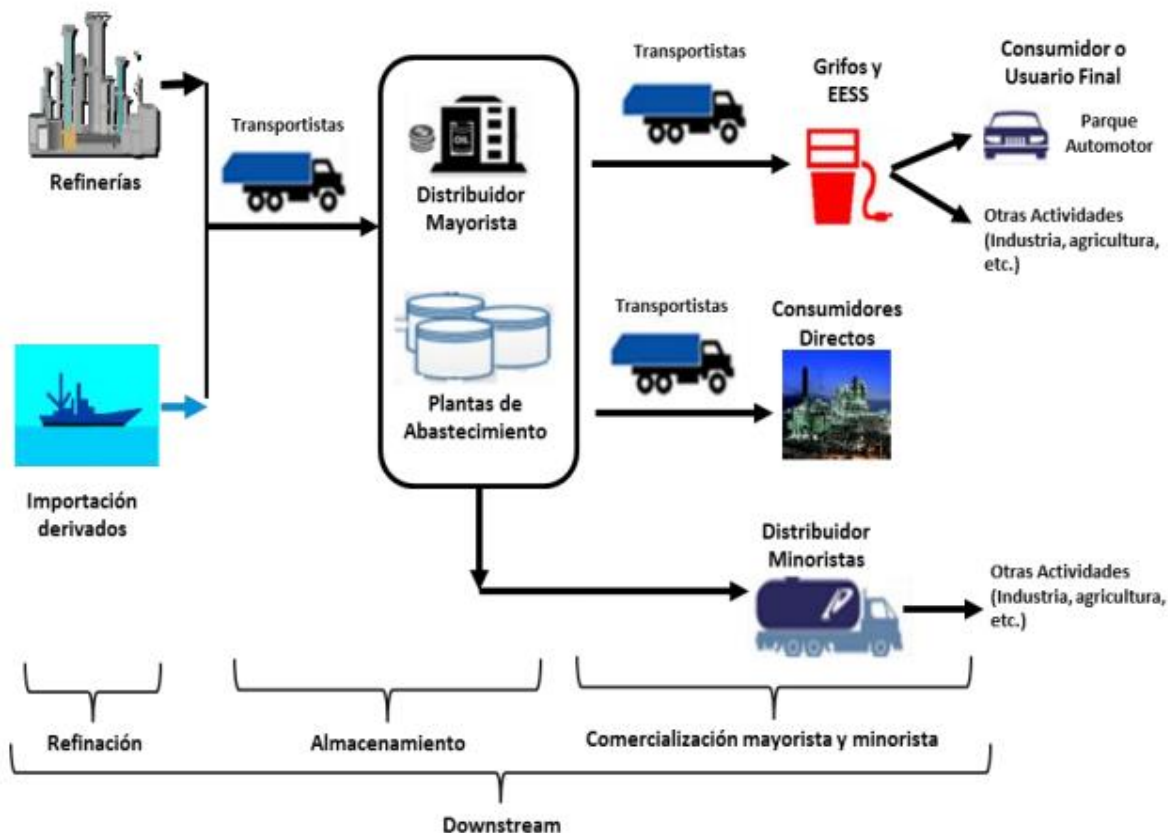
Antes del inicio del Proyecto Camisea (2004) la industria de Gas Natural (GN), en el Perú era incipiente y solo comprendía las zonas de producción del noroeste (Piura) y la Selva Oriental (Ucayali). En dichas regiones se realizaban las etapas de exploración y explotación, de comercialización limitada en el caso de Piura y de consumo propio para la generación eléctrica en Ucayali. No existía, en ninguno de los dos casos, la intervención reguladora de precios por parte del Estado peruano. A partir de agosto de 2004, con el inicio de la operación comercial del Proyecto Camisea, un mayor número de sectores pudo disfrutar de los beneficios del GN en el Perú (residencial, comercial, vehicular, industrial y eléctrico).

Para ello se hizo necesario desarrollar la infraestructura para las actividades de transporte y distribución de GN por red de ductos. Estas actividades tienen características de monopolio natural, por lo que se necesitó la intervención del Estado para regular las tarifas de los servicios de transporte y distribución.

Esto demandó la promulgación de normas legales para regular y promover el desarrollo de la industria, ya que hasta 1999 solo se contaba con la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, y sus reglamentos, que normaban todas las actividades relacionadas con los hidrocarburos en el país, pero no contenían disposiciones específicas para promover las inversiones en GN a gran escala ni normas precisas para el sector. En este sentido, en 1999 se promulgó la Ley N° 27133 (Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural) y su reglamento, que establecían las condiciones específicas para la promoción del desarrollo de la industria del GN en el país. Entre otras cosas, normaron los procedimientos para la fijación de tarifas de estas actividades, así como los aspectos técnicos y de seguridad. [3].

Sobre la base del marco legal creado en los últimos 10 años, Osinergmin ha llevado a cabo los procesos de fijación de tarifas de la Red Principal de Camisea y distribución de GN por redes de ductos para la concesión de Lima y El Callao. Paralelamente, se originaba un cambio en el consumo energético del país debido al desplazamiento en el uso de combustibles, como los petróleos residuales y gasolinas por el GN.

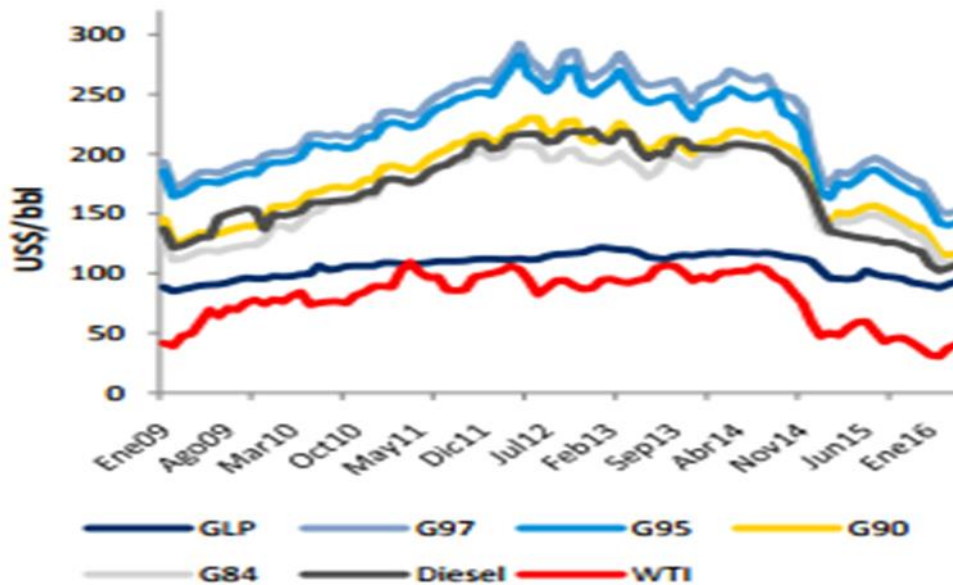
**Figura n.º 1. Cadena de valor de hidrocarburos líquidos [4]**



Fuente: Tamayo et al. (2015). Elaboración: GPA – Osinergmin.

En años recientes, se han desarrollado diversos proyectos de expansión del consumo de GN al interior del país mediante ductos, tales como el caso de la concesión de distribución de Ica y el Gasoducto Sur Peruano. En el Perú a pesar de haber transcurrido 12 años desde la llegada del GNV a Lima los gobiernos solo tuvieron políticas de exportación de GNV vendiendo nuestro gas beneficiando a otros países descuidado la demanda interna de la población. En Trujillo está llegando en GNV vía transportes terrestre; incrementando el precio por metro cubico. Si el traslado fuese por tuberías como debería ser; el costo se reduciría enormemente, con ello se contribuiría y beneficiaría a la masificación en la ciudad de Trujillo.

**Figura n.º 2 Evolución de precios de combustibles (enero 2009 – abril 2016) [5]**



Fuente: EIA y MEM

### 2.2.2. Producción de GLP en el Perú

El Perú se verá obligado a importar gas licuado de petróleo (GLP) de manera permanente a partir del 2016, pues la producción nacional ya no será suficiente para abastecer la creciente demanda de este combustible.

A través de un estudio encargado por Pluspetrol, detalló que actualmente la producción nacional de GLP asciende a 57 mil barriles diarios (50 mil provenientes de Camisea y 7 mil de las refinerías), pero la demanda es de 47 mil barriles al día, con un crecimiento de 11 % anual.

Para el 2016 la demanda de GLP llegaría a unos 55 mil barriles diarios, mientras que la oferta se mantendría estable, lo cual no dejaría márgenes de seguridad para el abastecimiento del combustible ante cualquier eventualidad. Desde el 2015 la demanda de GLP está muy cerca de la oferta, vemos que estamos enfrentando un escenario donde vamos a comenzar a ser importadores estructurales de GLP probablemente desde el 2016, En las ciudades del interior del país el consumo GLP se ha desbordado y a tal punto que la producción nacional no abastecería ante cualquier eventualidad en las refinerías. El parque automotor liviano y sobre todo el de servicio público en la ciudad de Trujillo el 99% funciona con GLP y 1% con GNV. [6]

**Tabla n.º 5. Gasocentros y Vehículos Convertidos a GLP**

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Convertidos GLP	63 000	78 000	89 000	125 000	164 000	184 500	204 500	224 833	245 083
Incrementos		15 000	11 000	36 000	39 000	20 500	20 000	20 333	20 250
Gasocentros GLP	200	250	340	565	609	680	751	788	843
Incremento		50	90	295	44	71	71	37	55
Autos conv. por Gasocentro	315	312	262	221	269	271	272	285	291

Fuente: Con información de: OSINERGMIN [7]

### 2.2.3. Desarrollo del GLP Automotor

La conversión a GLP de vehículos que funcionaban con combustibles surgió como respuesta a dos problemas aparecidos en la década del 80:

Reducir las emisiones contaminantes de los vehículos

Reducir el costo de funcionamiento.

El objetivo que se busca en las conversiones es lograr que el vehículo tenga un funcionamiento seguro, manteniendo los parámetros los más parecidos a los originales, lográndose esto modificando el motor lo menos posible. [7]

### 2.2.4. Características del GLP

Los GLP son una mezcla de hidrocarburos ligeros obtenidos en el proceso de refinado del petróleo, compuestos principalmente por butano y propano en proporciones variables, que suelen ser del orden del 40% de butano y un 60% de propano.

A presión atmosférica su punto de ebullición es de  $-17^{\circ}\text{C}$ . Se almacenan y transportan en forma líquida (de ahí el nombre) aunque van siempre acompañados de una bolsa o cámara de fase gaseosa. El elevado índice de octano y su poder calorífico, superior al de los combustibles líquidos, juntamente con el hecho de que con presiones entre 5 y 15 bares son líquidos, hace que su utilización como sustituto de los combustibles líquidos en vehículos sea viable desde hace ya más de treinta años.

#### a. Composición

Es un combustible que tiene una composición química donde predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, las cuales contienen impurezas principales, como son el propileno o butileno o una mezcla de estos.

Los gases butano y propano, en estado puro, son hidrocarburos del tipo:

- $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ :
- Butano:  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

- Propano: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

#### **b. Obtención**

Las fuentes de obtención de este combustible son las refinerías (destilación del petróleo) y las plantas de proceso de gas natural, las cuales aportan alrededor de un 25% y un 75% de GLP respectivamente.

- **GLP en refinerías:**

Los GLP son hidrocarburos derivados del petróleo. Su nombre, Licuado del Petróleo, proviene de convertir el estado gaseoso en el que se encuentra a presión atmosférica en líquido mediante compresión y enfriamiento, necesitándose 273 litros de vapor de GLP para obtener 1 litro de GLP líquido.

Para su obtención, el petróleo se somete a una operación denominada destilación, mediante la cual se van separando ordenadamente, de acuerdo con sus densidades y puntos de ebullición, los diversos componentes: gasolinas ligeras, kerosenos, butano, propano, gas-oil, fuel-oil y aceites pesados.

Los gases derivados de esta destilación que forman el grupo de los GLP son el butano (40%) y el propano (60%), que se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y su poder calorífico.

- **GLP a partir de gas natural**

La obtención de GLP a partir de gas natural es conocida como proceso de licuefacción del GLP. Dicho proceso es explicado a continuación:

El gas natural está constituido por metano, etano, propano, butano e hidrocarburos más pesados, así como por impurezas tales como el azufre. Este gas se envía a las plantas de proceso. En una primera etapa la corriente de gas pasa por una planta endulzadora, donde se elimina el azufre.

Posteriormente se introduce en una planta criogénica, en la cual mediante enfriamiento y expansiones sucesivas se obtienen dos corrientes: una gaseosa formada básicamente por metano (gas residual) y otra líquida (licuables).

En el proceso siguiente de fraccionamiento, la fase líquida se separa en diferentes componentes: etano, gas LP y gasolinas naturales.

Para facilitar su transporte y almacenamiento, el gas licuado del petróleo que se encuentra en estado gaseoso a condiciones normales de presión y temperatura, se licua y se utiliza a bajas presiones (entre 5 y 9 bar) para así mantenerlo en estado líquido. El almacenamiento se realiza en tanques o en depósitos.

#### **c. Propiedades**

Algunas de sus propiedades más significativas son las siguientes:



- No son tóxicos ni corrosivos, solo desplaza al oxígeno, por lo que no es recomendable respirarlo mucho tiempo.
- No contiene plomo ni ningún aditivo añadido.
- No contiene azufre en su composición.
- Son inodoros e incoloros, sin embargo para detectar su fuga se le añaden sustancias que producen un olor fuerte y desagradable.
- Son más pesados que el aire. En caso de pequeña fuga pueden extenderse por el suelo y los fosos de inspección.
- El GLP es un combustible económico por su rendimiento en comparación con otros combustibles.
- Es excesivamente frío, porque cuando se licua se le somete a muy bajas temperaturas por debajo de los 0°C. Por lo tanto el contacto con la piel produce quemaduras.

#### **d. Características de aplicabilidad**

Los GLP son combustibles aptos para motores de Ciclo Otto, pero estos tienen que someterse a una serie de adaptaciones en el sistema de inyección. También se puede usar en motores diesel transformados, aunque permite utilizar catalizadores de tres vías, con lo que se consigue reducir las emisiones de CO, NOx e hidrocarburos no quemados.

La importancia de la no variabilidad en la calidad del gas suministrado reside en que de esta manera, el fabricante puede poner a punto el vehículo para así alcanzar unos niveles óptimos de seguridad, prestaciones del vehículo y emisiones contaminantes, y que estos niveles se mantengan durante su uso.

El uso del GLP a nivel de autobuses urbanos permite alcanzar, en la actualidad, niveles de emisiones mucho más reducidas que cualquier tecnología avanzada del diesel en los próximos años.

Los GLP destinados al transporte representa el menos significativo de todos sus usos (comercial, agrario, petroquímica, industrial...), pero es que presentaría mayor potencial para poder aumentar la demanda.

Estos, considerados como combustibles alternativos, son utilizados por todo el mundo (Norteamérica, Italia, Francia, España, Oceanía). En España su utilización en automoción ha estado restringida al transporte público (taxis y autobuses).

Si se consideran los motores utilizados con GLP para vehículos destinados al transporte se encuentran una serie de ventajas técnicas frente a otros combustibles, como son:

- Una mezcla homogénea, controlada y bien distribuida con el aire comburente en los cilindros, facilitando así una combustión más completa.

- La combustión del GLP, no genera el tipo de carbón en la cámara de admisión que hace que la vida de las bujías sea menor, por ello la vida útil se prolonga a más del doble de tiempo.
- Los aceites lubricantes del motor se mantienen limpios más tiempo debido a la ausencia de depósitos carbonosos.
- Mayor potencia y un par motor mayor a carga parcial (arranques, aceleraciones, deceleraciones y paradas).

#### **e. Funcionamiento y mantenimiento**

La mayoría de los conductores no notarían la diferencia entre un coche que funcione con gasolina y otro que lo haga con gases licuados del petróleo (GLP). El rendimiento y la potencia de los coches que utilizan GLP son parecidos a los de sus equivalentes de gasolina, y en la práctica se aprecian pocas diferencias entre ambos durante la conducción.

#### **f. Balance energético**

Los gases licuados del petróleo (GLP) siguen siendo una fuente de energía fósil, que tendrá un balance energético diferente dependiendo de si se encuentra de modo natural formando ya parte del crudo o del gas natural, o de si se produce artificialmente mediante procesos de refino.

#### **g. Características medioambientales**

Una de sus ventajas en el aspecto ambiental es la baja tendencia a formar ozono troposférico (prácticamente la mitad que la gasolina) y casi no muestra emisiones de poliaromáticos y aldehídos. Además su contaminación acústica se ve reducida en un 50%, en comparación con el diesel.

La utilización de GLP no genera emisiones de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) culpable junto con los NO<sub>x</sub> de la lluvia ácida, elimina los olores y humos de aceleración característicos de los motores diesel y reduce a niveles mínimos las vibraciones del motor.

En general, las emisiones emitidas (CO, NO<sub>x</sub>, HC, partículas y CO<sub>2</sub>) se ven disminuidas cuando se emplea GLP; la reducción de estas depende de la tecnología del motor (carburación, inyección...). [8]

**Tabla n.º 6. Propiedades de los gases**

Propiedad	Gas Natural	GLP
Composición	90% Metano	60% Propano 40% Butano
Fórmula química	CH <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Gravedad específica	0,60	2,05 1,56
Poder calorífico	9 200 kcal / m <sup>3</sup> (**)	22 244 Kcal/m <sup>3</sup> 6 595 Kcal/lt 11 739 Kcal/Kilo
Presión de suministro	21 mbar (***)	50 mbar
Estado físico	Gaseoso sin límite de compresión Líquido a -160°C y a presión atmosférica	Líquido a 20°C con presión manométrica de 2,5bar
Color/olor	Incoloro/Inodoro	Incoloro/Inodoro
(*)Corresponde a características predominantes de ambos combustibles. (**)Kcal/m <sup>3</sup> : Kilocalorías por m <sup>3</sup> = 4,18684 x 10 <sup>3</sup> J/m <sup>3</sup> (***)mbar(milibar): milésima parte del bar. [9]		

Fuente: Osinerming

### 2.2.5. Ingeniería y gestión de mantenimiento

El concepto base que da lugar a la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área del mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional global [10].

La ingeniería de mantenimiento permite, a partir del análisis y modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las operaciones de mantenimiento, renovar continua y justificadamente la estrategia y, por consiguiente, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo global. También permite la adecuada selección de nuevos equipos con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento (costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción).

La gestión del mantenimiento no es un proceso aislado [11], sino que es un sistema linealmente dependiente de factores propiamente ligados a la gestión del mantenimiento, así como de factores internos y externos a la organización. De hecho, la situación más deseable es la completa integración de la gestión del mantenimiento dentro del sistema [12].

### 2.2.5.1. Evolución del Mantenimiento

**Tabla n.º 7. Línea del tiempo simplificada**

Línea del tiempo simplificada								
1780	1914	1927	1950	1960	1970	1971	1995	A la fecha
CM	MP	SQC	PM	RCM	CMMS	TMP	5S	IC

**Descripción:**

- Mantenimiento Correctivo (CM)
- Mantenimiento Preventivo (MP)
- Control Estadístico de la Calidad (SQC)
- Mantenimiento Productivo (MP)
- Mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM)
- Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (CMMS)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Las cinco Eses (5S's)
- Conservación Industrial (IC) [13]

Fuente: Tesis Rivera UNMSM

### 2.2.5.2. Definición de Mantenimiento

- La norma europea EN 13306,2001 define como la combinación de acciones técnicas, administrativas y de gestión a lo largo del ciclo de vida útil de un equipo, destinada a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida.
- La Norma ISO 14224:2006 3.31, define como la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas incluyendo supervisión, previstas para conservarlo, restablecer un ítem a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida.

**a. Mantenimiento Correctivo o por Fallas**

Se realiza cuándo el equipo es incapaz de seguir operando, es decir, es la intervención cuando los SP o componentes están fallando o han fallado, no teniendo en cuenta intervalos de tiempo, así que la ocurrencia puede ser en cualquier momento (o instante) de tiempo por lo que se deben definir tolerancias de riesgos (incertidumbre), además, requiere de la coordinación de esfuerzos para determinar los recursos necesarios y contribuir a satisfacer la demanda de los trabajos de mantenimiento. Tiene dos dimensiones:

- **De Emergencia**

Son las actividades que se realizan a priori, interrumpe todo lo que está ejecutándose para atender con el mayor apremio la situación en el menor tiempo posible, pues, su omisión impacta negativamente a la empresa.

- **De Urgencia**

No modifica los planes de acción previamente establecidos, iniciándose después de haber concluido lo que está realizándose.

b. **Mantenimiento Preventivo**

Es un mantenimiento totalmente planeado que implica la reparación o reemplazo de componentes a intervalos fijos, efectuándose para hacer frente a fallas potenciales, es decir, ejecuta acciones orientadas a dirimir las consecuencias originadas por condiciones físicas identificables, que están ocurriendo o podrían ocurrir y, conducirían a fallos funcionales de los SP. Tiene dos dimensiones:

- **Con base en las condiciones**

También se conoce con el nombre de mantenimiento predictivo, pues se sostiene en la vigilancia continuada de los parámetros clave que afectan el desempeño al degradar una condición establecida, indicando si algo está fallando. Se lleva a cabo a través de la captura de valores fuera de especificación mediante la sensibilidad, factor elemental en este tipo de mantenimiento, pues analiza los agentes que causan la degradación a nivel de: *efectos dinámicos, efectos de partículas, efectos químicos, efectos físicos, efectos de temperatura y corrosión*; captados por observación directa que incluyen los sentidos (que son imprecisos), o bien, por técnicas avanzadas con tecnología de punta (poseen reducida versatilidad, pues con la alta tecnología se analiza sólo un tipo de efecto).

- **Con base en el uso o en el tiempo**

También se conoce con el nombre de mantenimiento de pronóstico, se lleva a cabo de acuerdo al número de horas de funcionamiento establecidas en un calendario, previamente diseñado, con un alto nivel de planeación. Los procedimientos repetitivos, o como comúnmente se les llama “de rutina”, requieren establecer frecuencias que se ajusten a las necesidades, para ello, se necesitan conocimientos de la distribución de fallas o la confiabilidad del equipo.

c. **Mantenimiento Detectivo o Detección de Fallas**

Se lleva a cabo para verificar o detectar si el SP está funcionando, a través, de los “chequeos funcionales” o “labores para encontrar fallas”. Basado en la búsqueda de fallas ocultas o no revelables (no identificadas), es imperioso hacer hincapié en el hecho de que las fallas ocultas afectan sólo a los dispositivos protectores (de vital importancia para la seguridad de los sistemas complejos y modernos). Implica el análisis de los modos de fallas, que indiquen hallazgos de síntomas señalando, a través de una demostración palpable, la presencia de problemas u oportunidades. La detección de fallas ocultas produce el **Mantenimiento de Oportunidad**, que se caracteriza por intervenir cuando surge la ocasión de mejorar un estado, usualmente,

se presenta durante los paros generales programados de un sistema particular y, realiza tareas conocidas de mantenimiento.

Según el alcance de la intervención, de naturaleza técnica y/o económica, y de acuerdo a los enfoques de mantenimiento antes descritos, pueden ser de:

- **Reparación**

Prescribe el reestablecimiento de los SP y/o sus componentes a un estado de “condición aceptable”, mediante un examen o inspección completa y exhaustiva que determine la ejecución de ajustes para continuar prestando un servicio.

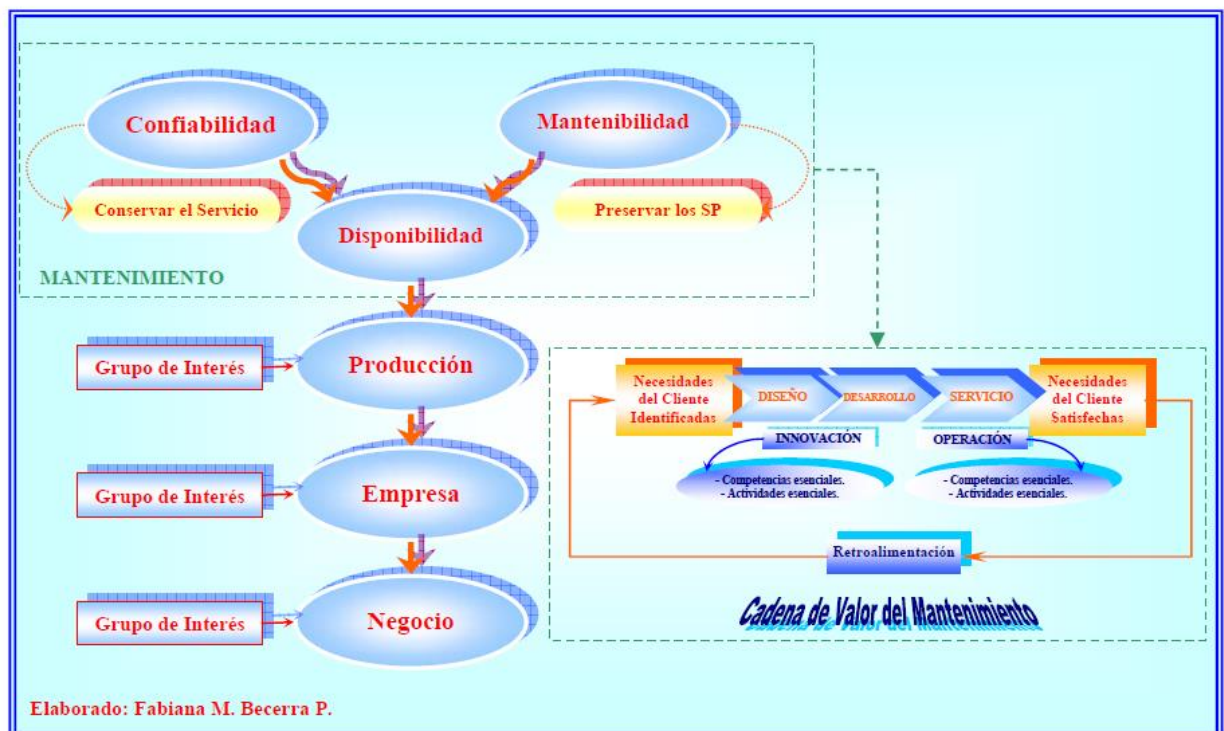
- **Reemplazo**

Implica sustituir el SP o un componente, por otro nuevo o en “condición aceptable”, es decir, es la reposición, cambio o renovación de un SP o componente que interfiera e influya negativamente en el flujo de una operación.

- **Modificación del Diseño**

Se lleva a cabo para hacer que un SP alcance una condición determinada, que sea aceptable en un momento para enfrentar un cambio de capacidad y/o fabricación. Implica el trabajo en equipo, es decir, requiere de la sinergia de varias unidades de la Organización, además introduce mejoras.

**Figura n.º 3. Concepto actual de mantenimiento [14]**



#### **d. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos. En la fábrica ideal, la maquinaria debe operar al 100% de su capacidad el 100% del tiempo.

El TPM es un poderoso concepto que nos conduce cerca del ideal sin averías, defectos ni problemas de seguridad. El TPM amplía la base de conocimientos de los operarios y del personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo para optimizar las actividades de operación y mantenimiento. La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El TPM es una nueva dirección para la producción. El TPM, que organiza a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas. [15]

#### **2.2.6. Introducción al MRP**

Las técnicas del MRP (Materials Requirement Planning) son una solución a un problema clásico en producción: el de controlar y coordinar los materiales para que se hallen a punto, cuando son precisos y al propio tiempo sin necesidad de tener un excesivo inventario.

Según la mecánica del MRP, es posible planificar a partir del Plan Maestro Detallado de Producción (MPS) no solamente las necesidades netas de materiales (interiores y exteriores) sino de cualquier elemento o recurso, por ejemplo: horas trabajo-hombre, horas máquina, contenedores, embalajes, etc. Así se produce paulatinamente la transformación de la Planificación de Necesidades de Materiales en una Planificación de Necesidades del Recurso de Fabricación, que es a lo que responde las siglas del MRP.

### 2.2.6.1. Relación del MRP aplicado al Mantenimiento

Se sabe que MRP es aplicable a cualquier tipo de empresa, en nuestro caso el MRP aplicado al Mantenimiento, formularemos las siguientes preguntas serán:

- ¿Qué tipo de mantenimiento se va a realizar?
- ¿Qué materiales se necesita para realizar el mantenimiento?
- ¿De qué disponemos?
- ¿Qué necesitamos conseguir?

MRP mejora la capacidad organizativa con el fin de competir efectivamente al:

Realizar el mantenimiento con el fin de que la producción no se vea afectada y con ello lograr que nuestros clientes obtengan el producto en el momento oportuno.

Mejorar la productividad. Una mejor planificación a través de MRP permitirá un mejor uso de nuestros recursos disponibles.

En nuestro caso el MRP consta de tres procesos de mejora, necesarios para el planeamiento, control y producción, teniendo en cuenta la capacidad de la empresa. [16]

### 2.2.6.2. Diferencias entre MRP I y MRP II

#### a. MRP I

- Planifica las necesidades de aprovisionarse de materia prima (programar inventarios y producción)
- Basado en el plan maestro de producción, como principal elemento.
- Sólo abarca la producción.
- Surge de la práctica y la experiencia de la empresa (no es un método sofisticado)
- Sistema abierto

#### b. MRP II

- Planifica la capacidad de recursos de la empresa y control de otros departamentos de la empresa.
- Basado como principal punto de apoyo en la demanda, y estudios de mercado.
- Abarca más departamentos, no sólo producción si no también el de compras, calidad, financiero...
- Surge del estudio del comportamiento de las empresas (método sofisticado)
- Sistema de bucle cerrado (permite la mejora continua en cuanto a la calidad de los productos) para, en caso de error replanificar la producción.
- Mejor adaptación a la demanda del mercado.
- Mayor productividad.
- Right First Time (acciones correctas a la primera vez).
- Cabe la posibilidad de realizar una simulación para apreciar el comportamiento del sistema productivo (respecto a acontecimientos futuros)



- Mejora la capacidad organizativa con el fin de aumentar la competitividad.[17]

### c. Método de Regresión lineal

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria **a** cuando **b** toma un valor específico. La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.

Existen medidas de la intensidad de la relación que presentan las variables que son fundamentales para determinar en qué momento es conveniente utilizar regresión lineal.

### 2.2.7. Definición de capacitación

Para poder tener un concepto claro sobre la capacitación, es necesario diferenciarlo del entrenamiento y el adiestramiento. El entrenamiento es la preparación que se sigue para desempeñar una función.

Mientras que el adiestramiento es el proceso mediante el cual se estimula al trabajador a incrementar sus conocimientos, destreza y habilidad.

En cambio, capacitación es la adquisición de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos que van a contribuir al desarrollo del individuo en el desempeño de una actividad. Se puede señalar, entonces, que el concepto capacitación es mucho más abarcador.

La capacitación en la actualidad representa para las unidades productivas uno de los medios más efectivos para asegurar la formación permanente de sus recursos humanos respecto a las funciones laborales que y deben desempeñar en el puesto de trabajo que ocupan.

Si bien es cierto que la capacitación no es el único camino por medio del cual se garantiza el correcto cumplimiento de tareas y actividades, sí se manifiesta como un instrumento que enseña, desarrolla sistemáticamente y coloca en circunstancias de competencia a cualquier persona. Bajo este marco, la capacitación busca básicamente:

- Promover el desarrollo integral del personal, y como consecuencia el desarrollo de la organización.
- Propiciar y fortalecer el conocimiento técnico necesario para el mejor desempeño de las actividades laborales.

Con la finalidad de que los centros de trabajo identifiquen y apliquen los aspectos mínimos necesarios que deben ser considerados para emprender un proceso de capacitación

organizado, que involucre como actividad natural del mismo el dar cumplimiento a las disposiciones legales que se establecen en la materia, las fases sugeridas son las siguientes:

#### **2.2.7.1. Beneficios de la capacitación para las organizaciones**

Entre los beneficios que tiene la empresa con la capacitación se pueden enumerar los siguientes:

- Crear mejor imagen de la empresa
- Mejora la relación jefe subordinado
- Eleva la moral de la fuerza de trabajo
- Incrementa la productividad y la calidad en el trabajo.

#### **2.2.7.2. Beneficios de la capacitación para los trabajadores**

Entre los beneficios que obtienen los colaboradores con la capacitación están:

- Elimina los temores de incompetencia
- Sube el nivel de satisfacción con el puesto
- Desarrolla un sentido de progreso

#### **2.2.7.3. Análisis situacional de la organización**

Al ser las organizaciones laborales entidades económicas destinadas a ofrecer al público usuario productos o bienes, y a obtener en algunos casos beneficio de ello, requieren para su correcto funcionamiento contar con una capacidad efectiva que les permita aprovechar los recursos de que disponen

El éxito de todo centro de trabajo depende en gran parte de la correcta administración de los elementos y recursos con que cuentan.

De manera interna se integra por personas, recursos materiales, financieros, tecnológicos, etc., en donde cada uno de ellos desempeña una función específica, pero a la vez contribuyen a las funciones generales de la unidad ateniendo a un objetivo común; hacia afuera existen factores que afectan su quehacer, éstos se refieren a las condiciones sociales, económicas, culturales, educativas y físicas del contexto.

Considera cada uno de los aspectos anotados, y muchos otros más, debe representar para toda organización el punto de partida en la definición de cualquier proyecto de trabajo que se emprenda.

La función de capacitación se inserta como parte integrante del acontecer cotidiano de las empresas y para cumplir con sus objetivos toma información del medio ambiente y del mismo centro de trabajo.

Por ello, es necesario que antes de tomar alguna decisión al respecto se lleve a cabo un estudio que permita identificar la situación real que en términos generales prevalece en el centro de trabajo.

El análisis situacional, en el esquema que aquí se presenta, constituye la primera fase del proceso capacitador porque define el momento en que se establecen las bases de las actividades posteriores.

Por lo anterior, éste debe reflejar información sobre:

- Misión, objetivos y metas laborales
- Proceso productivo
- Estructura organizacional
- Funciones y líneas de autoridad
- Recursos disponibles
- Clientes y proveedores
- Fuerzas y debilidades

A partir del análisis que realice la empresa de los aspectos antes anotados, se obtendrá información de las dificultades que enfrentan las áreas que la componen.

Los puntos débiles o deficiencias encontradas deben ser cuidadosamente estudiadas a fin de establecer con claridad los problemas que pueden y deben ser resueltos con capacitación

La capacitación al ser una actividad planeada contribuye a preparar y formar al recurso humano que requiere y labora actualmente en una empresa, por lo tanto no todos los problemas pueden ser satisfechos con la misma.

Cuando el diagnóstico de la empresa refleja problemas específicos en cuanto al desempeño laboral de los trabajadores referidos a la inducción, formación, actualización y desarrollo de sus funciones, éstos representan indicadores que guiarán el curso de las acciones de capacitación; por lo que representan la materia de la siguiente fase del proceso.

#### **2.2.7.4. Diagnóstico de Necesidades**

La determinación de necesidades de capacitación es la parte medular del proceso capacitador que permite conocer las deficiencias existentes en una empresa a fin de establecerlos objetivos y acciones a considerar en el plan.

- Síntomas posibles que puedan indicar o sugerir una necesidad de capacitación son:
- Baja producción, normas de rendimiento, utilización de máquinas y equipos
- Aumento en la tasa de accidentes, rotación de personal, ausentismo, desperdicio.
- Aumento en demoras, disputas, quejas de clientes, problemas de reclutamiento.
- Tiempo demasiado prolongado para ejecutar los trabajos o para la utilización de máquinas y equipo.

La capacitación que surja de los problemas anteriores se reconoce como capacitación reactiva, ya que proviene de hechos y dificultades presentes.

Las características del diagnóstico de la empresa permiten flexibilidad en su aplicación, ya que se puede realizar como una revisión periódica, semestral o anual buscando siempre la calidad y confiabilidad de los resultados, los cuales dependerán sustancialmente de la veracidad de la información.

#### **2.2.7.5. Factores que provocan necesidades de capacitación.**

- Expansión de la empresa o ingreso de nuevo empleados
- Trabajadores transferidos o ascendidos
- Implantación o modificación de métodos y procesos de trabajo
- Actualización de tecnología, equipos, instalaciones y materiales de la empresa
- Producción y comercialización de nuevos productos o servicios

Los cambios que efectúe la empresa provocarán futuras necesidades de capacitación, a ésta se le reconoce como capacitación proactiva, ya que se adelanta a los problemas y trata de prever resultados que fortalecerán a la organización.

Sin embargo, independientemente del tipo de necesidad, momento y situación que la genera, los beneficios y resultados a obtener son, entre otros:

- Localización de necesidades reales a satisfacer
- Determinación de perfiles de puesto y/o actualización de los mismos.
- Identificación clara del universo a capacitar, número de trabajadores, áreas y puestos.
- Definición de objetivos y metas concretas factibles de alcanzar
- Estructuración de un programa de trabajo con tareas definida
- Determinación de los recursos que serán necesarios para la realización de las acciones que se programen[18]

#### **2.2.8. Plan de Actividades / Documentación**

La planeación del mantenimiento nos permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria.

Muchos son los beneficios alcanzados al llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control del área de mantenimiento, cito algunos:

- *"Menor consumo de horas hombre*
- *Disminución de inventarios*
- *Menor tiempo de parada de equipos*
- *Mejora el clima laboral en el personal de mantenimiento*
- *Mejora la productividad (Eficiencia x Eficacia)*
- *Ahorro en costos*

La confiabilidad de la industria dependerá de la planeación que se realice con un enfoque de eficiente "Si usted no sabe a dónde va, posiblemente terminara en otro lugar" *Lawrence J. Peter*

### 2.2.8.1. Principios

La planeación del mantenimiento está centrada en la producción, el trabajo es para limitar, evitar y corregir fallas.

La planeación centrada en los procesos, todo mantenimiento debe seguir un proceso preestablecido y planificado según el manual de mantenimiento de la empresa.

El mejoramiento continuo, la planificación ayuda a evaluar y mejorar la ejecución del mantenimiento y la producción en la industria.

### 2.2.8.2. ¿Qué es planear?

Es trazar un proyecto que contengan los puntos siguientes:

- El **Que**: Alcance del trabajo o proyecto. En este punto se plantea una lista de órdenes de trabajo a efectuarse, incluyendo solo las necesarias
- El **Como**: Procedimientos, normas, procesos. Forma a efectuar el trabajo, incluye documentación técnica, procedimientos y maniobras.
- Los **Recursos**: Humanos horas hombre necesarias según especialidades, equipos, herramientas, materiales etc.
- La **Duración**: Tiempo del proyecto o trabajo.

En el mantenimiento básicamente plantaremos estos puntos que estarán en concordancia con los objetivos generales de la empresa.

Todo tipo de trabajo de mantenimiento debe ser evaluado y documentado llevando una descripción de los procesos que sigue el equipo.

### 2.2.8.3. Cronograma.

Es una programación específica de las actividades de mantenimiento en el tiempo. Se puede trazar cronogramas a mediano y largo plazo, proyectando una visión para el desarrollo de la industria en forma efectiva.

### 2.2.8.4. Procesos principales

#### a. Programación

La programación se fundamenta en el orden de realización de las actividades de mantenimiento según los modelos planteados y tomando en cuenta la periodicidad; se basa en el orden en que se deben realizar los mantenimientos según su urgencia, disponibilidad del equipo de mantenimiento y del material necesario.

#### b. Administración de repuestos y materiales.

Se debe tomar en cuenta varios aspectos para una administración efectiva de repuestos y materiales:

Repuestos. En los repuestos a ser almacenados hay que considerar la vida útil del repuesto y el alto costo.

Materiales. Se considera consumibles y partes de uso general.

Para una gestión efectiva se considera un buen control de inventarios y una actualización continua. Además del almacenamiento de los mismos que debe ser en un lugar de fácil acceso, con una buena distribución y centralizado con el fin de movilizar en el menor tiempo posible en caso de mantenimientos emergentes[8] conviene tener en cuenta el beneficio y el valor potencial del repuesto para no asumir riesgos ni un inútil almacenamiento.

También se debe tomar en cuenta los presupuestos y las asignaciones requeridas para la obtención y almacenamiento de estos recursos para que el mantenimiento sea efectivo. En este punto se deben calcular, elaborar y controlar los presupuestos.

### **c. Información**

La información de cada uno de los equipos de la planta deben estar estrictamente detallada; cada uno de los elementos debe tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- Documento informativo básico y fundamental que contiene las características de fabricación de cada equipo o elemento de la industria, este debe contener la siguiente información:
- Instalación de la que forma parte
- Ubicación dentro de la instalación
- Tipo de máquina
- Datos específicos (datos de placa)
- Proveedor y fecha de la compra
- Planos de conjunto y piezas
- Lista y codificaciones de las piezas de repuestos y su respectiva ubicación
- Ficha historial de cada máquina o equipo, que contenga la información de la intervención de mantenimiento de la máquina y sus elementos ordenados cronológicamente.
- Orden de trabajo que contenga la descripción del trabajo a realizar, recursos, aprobaciones y tiempo programado para la ejecución como mínimo.

### **d. Reportes.**

Son documentos que informan el desempeño de los equipos o máquinas dentro de la industria y el modelo de mantenimiento que se le aplica, es decir un informe que se presenta periódicamente y según la cronología en que se aplique el mantenimiento a dicho elemento; permite evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento de equipo y maquinaria.

### **e. Preparación**

Preparar en mantenimiento es asegurar la calidad de trabajo en el área que se aplica el mantenimiento y por ende incide en la confiabilidad de la industria.

La preparación del mantenimiento es un plan en donde se detalla el trabajo a realizar, se verifica órdenes de trabajo, herramientas, búsqueda de información y preparación del recurso humano que intervendrá en el mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento juega un papel importante ya que el verificara con anticipación todos los recursos para el desempeño efectivo de la aplicación del mantenimiento; el mismo buscará al personal idóneo y calificado para el mantenimiento e incluirá en la preparación.

La preparación que se realiza será satisfactoria en la ejecución del mantenimiento; el trabajo en equipo organizado que se llevará acabo son factores motivantes que inciden en la producción. [19]

## 2.2.9. Herramientas de análisis

### 2.2.9.1. Diagrama de operaciones de proceso – D.O.P.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones y materiales que se usan en el proceso de manufactura, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todos los componentes y sub ensambles al ensamble principal, representa en forma esquemática un proceso de producción, utilizando sólo los símbolos de operación, inspección y combinada. Una operación tiene lugar cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente, una inspección tiene lugar cuando la parte se examina para determinar su conformidad con un estándar.

**a. Estructura del D.O.P:** El DOP tiene 3 partes.

- **Encabezado:** Indica el título del diagrama y el tipo de producto que se elabora. Además puede consignar otros datos como fecha, sección, operario, etc.
- **Cuerpo:** Es el diagrama en sí, compuesto por tos símbolos, las líneas verticales y horizontales.
- **Resumen:** Indica el número total Je operaciones, inspecciones y combinadas efectuadas.

**Figura n.º 4 Símbolos del DOP**



Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.9.2. Diagrama de actividades del proceso (D.A.P.)

También conocido como Diagrama de Análisis de Proceso o Diagrama de Flujo de Proceso. Este es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o de un

procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente. El D.A.P. puede efectuarse tanto al material o proceso, al operario o a la maquinaria. Las actividades que se representan en el D.A.P. son la operación, inspección, transporte, demora, almacenamiento y combinada (operación-inspección).

#### a. Estructura del D.A.P.

El DAP tiene las siguientes partes:

- **Encabezado:** En esta sección se colocan los principales datos de la operación en estudio. En este caso, el resumen forma parte del encabezado.
- **Cuerpo o desarrollo:** Es el diagrama en sí. Se numeran todas las actividades y se colocan unas "x" en el lugar correspondiente. Al final las Y se unen con líneas rectas, obteniendo el cursograma.

El D.A.P. se utiliza para eliminar movimientos innecesarios y analizar el proceso. Existe un formato convencional para su elaboración. Los lugares asignados para tiempos, distancias y cantidades en el formato sólo deben ser llenados en los casos que sean aplicables.

#### b. Análisis del D.A.P

En general, el D.A.P. contiene mucho más detalle que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en procedimientos aplicables a una componente o secuencia de trabajo específicos. (ASME, 1972).

**Figura n.º 5. Descripción de los símbolos del DAP**

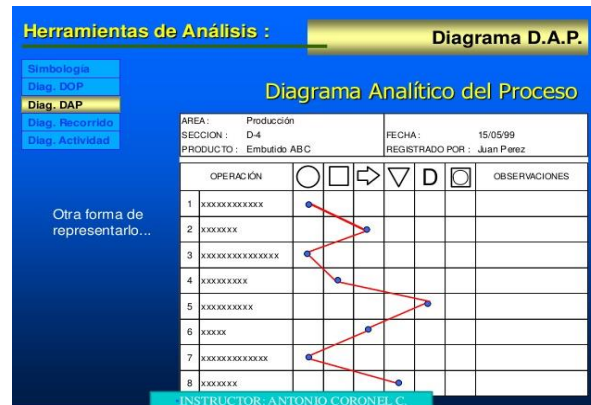
SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	OPERACION	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica , montaje etc.
	INSPECCION	Verifica la calidad, cantidad, En general no agrega valor
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro
	DEMORA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentaneo.
	ALMACEN	Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en un almacen
	COMBINADA	Indica varias actividades simultaneas

Fuente: Solo Industriales.

El D.A.P., igual que el D.O.P., no es un fin, es sólo un medio para lograr un fin. Esta técnica facilita la eliminación o reducción de costos ocultos de un componente. Debido a que muestra con claridad los transportes, demoras y almacenamientos, la información que proporciona puede conducir a la reducción tanto en cantidad como en duración de estos elementos. Además, al registrar las distancias, el diagrama tiene un gran valor para el mejoramiento de la distribución de planta. [20]



Figura n.º 6 Diseño del DAP



Fuente: Herramientas de análisis.

### 2.2.10. Estudio de tiempos

El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Los elementos necesarios para efectuar un óptimo estudio de tiempos:

- Herramientas para el estudio de tiempos
- Selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos
- Delimitación y cronometraje del trabajo
- Cálculo del número de observaciones
- Valoración del ritmo de trabajo
- Suplementos del estudio de tiempos
- Cálculo del Tiempo Estándar
- Aplicación del Tiempo Estándar [21]

#### a. Valoración del trabajo

Es un valor subjetivo que refleja el ritmo del trabajo. Es utilizado para ajustar el tiempo observado a niveles normales, según criterio del analista sobre qué es ritmo normal. La valoración es un factor y se determina así:

$$Valoración = \frac{Ritmo\ observado}{100}$$

Para la determinación del ritmo observado usualmente se utiliza la tabla de Westinghouse, ver anexo n.º 01.

#### b. Tiempo normal

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida o siguiendo a

un ritmo normal un método predeterminado. El tiempo normal se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo normal} = TO * Valoración$$

#### c. Tiempo suplementario

Es el tiempo que se concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea. Los suplementos a concederse en un estudio de tiempos están dados en el anexo n.º 2. Tabla de la O.I.T.

#### d. Tiempo estándar.

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. Su cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo estandar} = TN * (1 + \text{tiempo suplementario})$$

### 2.2.11. Gestión de operaciones

La Gestión de Operaciones (Operations Management en inglés) es la creación, desarrollo y organización de la función de producción con el objetivo de alcanzar ventajas competitivas. La función de producción está definida por la creación, producción, distribución, mantenimiento, etc, de los bienes y servicios generados por una empresa determinada.

La competitividad es la habilidad que tiene una empresa para desempeñarse mejor que su competencia según la percepción de sus clientes. Esto es esencial dado que el concepto de competitividad no es abstracto sino relativo, por ejemplo, una empresa puede ser competitiva en su mercado local pero no así al enfrentar competidores externos que tienen una estructura de costos menor.

Cabe diferenciar dos términos frecuentemente utilizados en el ámbito de la Gestión de Operaciones pero que tienen connotaciones distintas.

Competitividad: Posición relativa en el mercado, no es responsabilidad exclusiva de la Gestión de Operaciones.

Productividad: Productos por unidad de insumo, responsabilidad exclusiva de la Gestión de Operaciones.

Para ser competitivo se debe ser productivo pero la productividad por sí sola no garantiza la competitividad de la empresa.

Los objetivos de la Gestión de Operaciones son producir un bien y/o prestar un servicio específico al mínimo tiempo y costo posible. Si bien dichos objetivos son plausibles, es necesario establecer criterios y parámetros para efectos de evaluación y control. Dicha

evaluación se hace a través de sistemas de gestión integrados y el monitoreo de indicadores de gestión o KPI (Key Performance Indicator o Indicador clave de rendimiento). En este contexto algunos criterios de evaluación son:

- Volumen de la Producción
- Costo (materiales, fuerza de trabajo).
- Utilización (equipo y fuerza de trabajo).
- Calidad y confiabilidad del producto
- Inversión (rendimiento sobre activos).
- Flexibilidad para cambios en el producto. [22]

#### **2.2.11.1. Programación a corto plazo**

La programación a corto plazo puede considerarse como el último eslabón de la planeación de la producción; esta etapa consiste a grandes rasgos en ajustar tareas u operaciones particulares a personas y máquinas específicas. Su horizonte de tiempo está dado en días, horas y minutos; razón por la cual requiere del profesional que la desarrolle, pericia, dinamismo, y practicidad en su ejecución.

El grado de influencia de la programación a corto plazo en los resultados de la compañía es determinante, ya que de ella depende el cumplimiento de los plazos de entrega, factor crítico en la búsqueda de una ventaja competitiva basada en el tiempo.

Los programas a corto plazo convierten lo establecido en la planeación agregada, y los entregables de los planes maestros de producción en asignaciones de cargas y secuencias muy específicas de fuerza laboral, materiales y maquinaria. Su principal objetivo es cumplir con las metas de demanda de acuerdo a la capacidad disponible; una programación a corto plazo puede efectuarse de muchas maneras, el tipo de programación que se utilice para asignar las cargas depende en gran medida del enfoque del sistema productivo, y la secuencia depende de los criterios de programación que primen teniendo en cuenta los factores que afecten el proceso.

#### **2.2.11.2. Fase de la programación: Secuenciación de trabajos**

La base de la programación, tal como ya se mencionó, es la carga o asignación de tareas, de tal manera que en dicha fase pueden identificarse múltiples variables relacionadas con la capacidad del proceso.

La siguiente etapa en el desarrollo de la programación corresponde a la secuenciación, orden o despacho; en esta etapa se define el orden en que deben atenderse las operaciones en cada centro de trabajo. La siguiente pregunta que debe formularse el programador es ¿Qué determina el orden de asignación de mis operaciones?, bueno, pues muchos expertos coinciden en que existen tantas reglas de prioridad como especialistas de programación, sin embargo, las reglas de programación más aplicadas son las siguientes:

Principios de prioridad para la secuenciación de trabajos

PEPS - Primero en entrar, primero en servir (First Come, First Served): El primer trabajo en llegar al sistema se procesa en primer lugar.

TPC - Tiempo de procesamiento más corto (Shortest Processing Time): El trabajo que tenga el tiempo de proceso más corto se procesa en primer lugar.

TPL - Tiempo de procesamiento más largo (Longest Processing Time): El trabajo que tenga el tiempo de proceso más largo se procesa en primer lugar.

FEP - Fecha de entrega más próxima (Earliest Due Date): El trabajo que tenga la fecha de entrega más próxima se procesa en primer lugar.

Los principios o reglas de prioridad no deben confundirse con los criterios de programación, puesto que estos principios proporcionan una secuencia de procesamiento que tendrá unos indicadores de desempeño (criterios de programación), la elección de la mejor secuencia se relacionará con las políticas de la compañía y como se ve afectada en dichos indicadores (tiempos de espera, utilización, retrasos). [23]

### **2.2.12. Valor actual neto (VAN)**

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

Si existen varias opciones de inversión, el VAN también sirve para determinar cuál de los proyectos es más rentable. También es muy útil para definir la mejor opción dentro de un mismo proyecto, considerando distintas proyecciones de flujos de ingresos y egresos. Igualmente este indicador nos permite, al momento de vender un proyecto o negocio, determinar si el precio ofrecido está por encima o por debajo de lo que se ganaría en caso de no venderlo.

Una manera de establecer el VAN es mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VAN} = \text{Beneficio neto actualizado (BNA)} - \text{Inversión}$$

El BNA es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, que ha sido actualizado mediante una tasa de descuento (TD). Esta última es la tasa de rendimiento o rentabilidad mínima que se espera obtener.

$\text{VAN} < 0$  el proyecto no es rentable. Cuando la inversión es mayor que el BNA (VAN negativo o menor que 0) significa que no se satisface la TD.

$\text{VAN} = 0$  el proyecto es rentable, porque ya está incorporado ganancia de la TD. Cuando el BNA es igual a la inversión (VAN igual a 0) se ha cumplido con la TD.

$\text{VAN} > 0$  el proyecto es rentable. Cuando el BNA es mayor que la inversión (VAN mayor a 0) se ha cumplido con dicha tasa y además, se ha generado una ganancia o beneficio adicional. [22]

### 2.2.13. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es un indicador financiero muy parecido al valor actual neto (VAN), pero a diferencia de este no es un indicador de valor sino de rentabilidad.

La TIR es la tasa de descuento de un proyecto de inversión que permite que el beneficio neto actualizado (BNA) sea igual a la inversión (esto es, VAN igual a cero). La TIR es la máxima tasa de descuento que un proyecto puede tener para ser rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VAN menor que cero).

Para hallar la TIR se necesita dos factores clave: el tamaño de inversión y el flujo de caja neto proyectado

Por ejemplo, si un proyecto implica una inversión de S/ 12,000:

Para hallar la TIR empleamos la fórmula del VAN, pero en lugar de hallar el VAN (que reemplazamos por 0), hallaríamos la tasa de descuento:

$VAN = BNA - Inversión$

Así:

$$0 = 4,000 / (1 + i)^1 + 4,000 / (1 + i)^2 + 4,000 / (1 + i)^3 + 4,000 / (1 + i)^4 + 5,000 / (1 + i)^5 - 12,000$$

El resultado es:

$$i = 21\%$$

Es decir, la TIR es 21%.

### 2.2.14. Definición de Términos

**EURO 5:** La Norma Euro 5 es un programa de medidas reglamentarias de la Comisión Europea y aprobadas por el Parlamento Europeo el 22 de mayo de 2007 por el que se establecen los requisitos técnicos para la homologación de los vehículos de motor en lo que se refiere a las emisiones, para evitar que difieran de un estado miembro

**Kit de instalación:** Conjunto de piezas de un objeto o aparato que se venden con un folleto de instrucciones para montarlo con facilidad.

**Mantenimiento:** conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

**Parque Automotor:** El parque automotor está constituido por todos los vehículos que circulan por las vías de la ciudad, entre los que encontramos automóviles particulares, vehículos de transporte público y vehículos de transporte de carga. Su incidencia ambiental está representada en la contribución de contaminantes por tipo de combustible y la circularidad vehicular. Actualmente estas emisiones se han convertido en un problema ha alcanzado

grandes dimensiones, en parte debido al incremento descontrolado de la motorización y las escasos mecanismos de control.

**Rentabilidad:** como la condición de rentable y la capacidad de generar renta (beneficio, ganancia, provecho, utilidad). La rentabilidad, por lo tanto, está asociada a la obtención de ganancias a partir de una cierta inversión.

**Valor Actual Neto:** Es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto.

**Tasa Interna de Retorno:** Es un indicador financiero que indica la máxima tasa de un proyecto de inversión.

**Mejora Continua:** Es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio.

**Taller Autorizado Conversión a Gas:** Es una empresa que cumple la normativa vigente con Resolución Directoral autorizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL**

### **3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

#### **3.1.1. Razón Social**

VISA GAS E.I.R.L

#### **3.1.2. Reseña Histórica**

VISA GAS E.I.R.L., es una empresa con valores que opera en la ciudad de Trujillo desde el año 2014.

Inicialmente nuestras operaciones en Instalaciones de Sistemas a Gas Vehicular comenzaron en el año 2006 con la empresa MOTOR GAS G E.I.R.L, que en la actualidad se ha convertido en una Entidad Certificadora de Conversión a GLP según Resolución Directoral N° 4481-2014-MTC/15 y RD. N° 5591-2016-MTC/15.

Actualmente contamos con las autorizaciones según Resolución Gerencial Regional N° 1275-2014-GR-LL-GGR/GRTC, la cual autoriza a VISA GAS E.I.R.L. como Taller de conversiones a Gas Licuado de Petróleo GLP y Resolución Directoral N° 4133-2014-MTC/15 donde se nos autoriza como taller de conversión a Gas Natural Vehicular – GNV.

#### **3.1.3. Breve descripción general de la empresa**

VISA GAS E.I.R.L es una empresa con valores. Cuenta con amplia experiencia en el campo profesional de la mecánica automotriz. Nuestros servicios van desde importación e instalación de sistemas a gas con equipos secuenciales de quinta generación, Afinamiento Electrónico con maquina analizadora de gases y Certificaciones a GLP y GNV. Además se cuenta con la infraestructura y equipamiento tecnológico que nos permiten obtener eficiencia máxima en la instalación y potencia en el afinamiento de un motor a GLP, convirtiéndose en la empresa con más prestigio de la Región.

VISA GAS E.I.R.L cuenta con el mismo Soporte Técnico acreditado ante el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, contando con técnicos calificados que se encuentran en constante capacitación con la finalidad de ampliar sus conocimientos y otorgar un mejor servicio acorde a las innovaciones tecnológicas que demanda el mercado.

#### **3.1.4. Actividad en sector económico**

La situación actual del parque automotor es el resultado de las medidas implementadas en la década pasada (liberalización más desregulación del transporte), lo cual generó que en los últimos 10 años el parque automotor experimente un crecimiento inusual en volumen con relación a la demanda y en antigüedad.

En el mercado local actual existen más de 120 talleres de conversión y más de veinte mil vehículos convertidos a sistemas de combustibles gaseosos. Las proyecciones del mercado indican que la cantidad de vehículos convertidos en los últimos años vienen incrementándose. Queda claro que la industria del gas ha tenido un desarrollo progresivo



debido a su importancia social, económica y medio ambiental. Por esto es necesario promover la utilización de los combustibles gaseosos (Gas Natural Vehicular y Gas Licuado de Petróleo) como una alternativa adecuada para el consumo masivo de los trasportes terrestres, haciendo hincapié en su bajo costo, las ventajas ambientales al utilizarlo en lugar de la gasolina o el petróleo, entre otros.

### **3.1.5. Ubicación de la empresa**

Mz E lote 7 Alto Mochica- Trujillo- La Libertad.

### **3.1.6. Misión:**

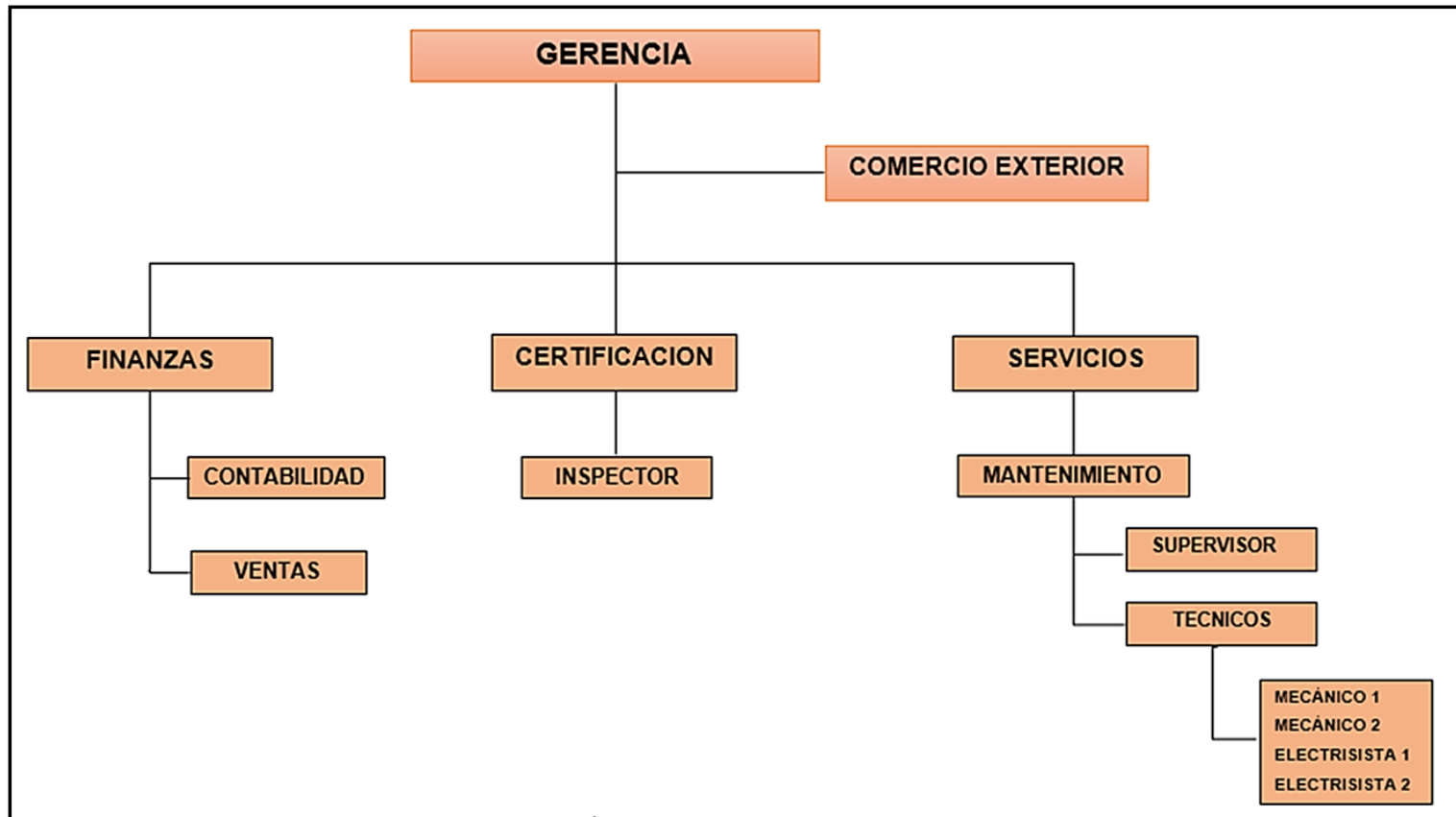
Somos una empresa con valores, competitivos en calidad y eficiencia y comprometidos con el progreso de nuestros clientes.

### **3.1.7. Visión:**

Vender e instalar kits de GLP a concesionarios de vehículos en nuestra Región.

### 3.1.8. Organigrama de la empresa

Figura n.º 7. Organigrama de la empresa Visa Gas



Fuente: Visa Gas

## **3.2. DESCRIPCIÓN PARTICULAR DEL ÁREA DE LA EMPRESA EN OBJETO DE ANÁLISIS**

### **3.2.1. Descripción de los vehículos a convertir GLP**

La determinación para que un vehículo sea convertido a GLP; empieza con una evaluación de pre conversión; es decir inspeccionar la parte mecánica, electrónica y control de emisiones de gases contaminantes de escape; con una máquina analizadora de gases homologada por el MTC. Si la evaluación de pre conversión de la unidad vehicular es correcta, se procede a su recepción para la conversión a GLP.

### **3.2.2. Procedimiento a seguir en una conversión a GLP**

El proceso de conversión de los kits de GLP en la unidad vehicular es los más importante así mismo se encuentra normada los kits de conversión acuerdo a las NTP y el taller, los técnicos deben estar autorizados y registrados en el MTC para la realizar las conversiones y mantenimientos vehiculares.

El Kit de GLP para su instalación consta de los siguientes componentes:

#### **a. Tanque de almacenamiento GLP**

Es el recipiente para almacenamiento de GLP, debe estar instalado de manera fija en la maletera o según el modelo del tanque y del vehículo puede acoplarse en la parte superior o inferior donde va la llanta de repuesto. Cumpliendo con la NTP por seguridad el llenado del tanque es hasta el 80% de su capacidad y es controlado por una pieza llamada multiválvula. La vida útil del tanque es de 10 años; la cual tiene que cambiarse para poder certificarlo la unidad vehicular.

#### **Figura n.º 8. Tanque de almacenamiento de GLP**



#### **b. Conmutador**

Es un dispositivo electrónico que cumple las siguientes funciones: Permite la conexión con la unidad de control electrónico (ECU), conmuta las dos opciones de

cambio de combustible gasolina o GLP y se visualiza el nivel de combustible contenido en tanque de GLP a través de cinco focos Led.

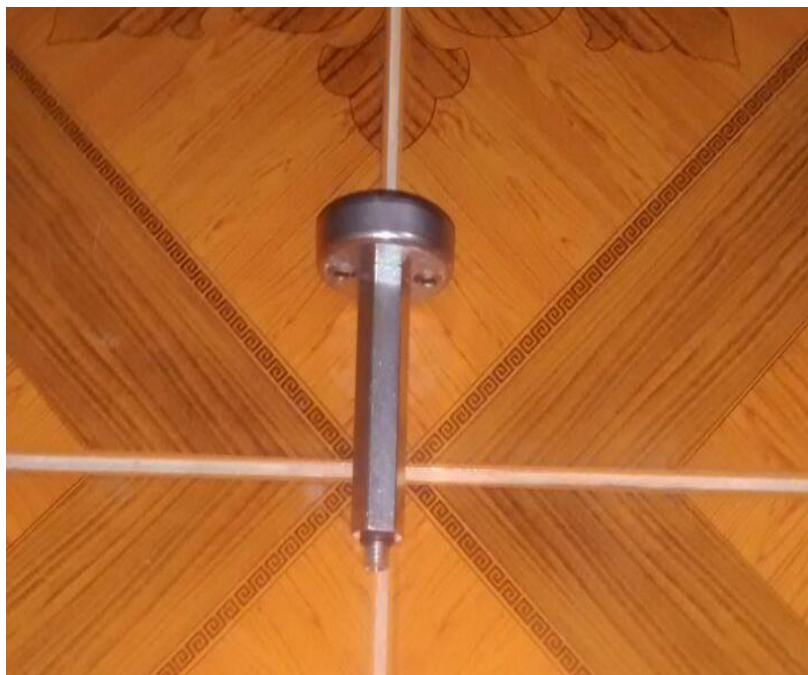
**Figura n.º 9. Conmutador**



**c. Toma de carga y multiválvula**

La función de la toma de carga es llenar el combustible GLP al tanque cuando se abastece del grifo. La toma de carga se acopla al costado de la tapa de gasolina. La multiválvula se instala en la brida del tanque anclados con 6 pernos; cumple con las funciones de seguridad: Controla el llenado de GLP hasta el 80% de la capacidad del tanque a través de una boya, activa la válvula de alivio por exceso de llenado más del 80% de combustible GLP y disipa el GLP hacia el exterior, tiene dos llaves de cierre para cuando se desmonte el tanque del vehículo instalado. Los modelos varían de acuerdo a las formas y dimensiones del tanque.

**Figura n.º 10. Toma de carga**



**Figura n.º 11. Multiválvula**



**d. Sensor de nivel.**

Es un dispositivo electrónico que se ensambla en la parte exterior de la multiválvula; cumple la función de sensar electrónicamente el nivel de combustible en el tanque de GLP para enviar ésta información al conmutador don se visualiza a través de cinco focos led; según los focos encendidos se determinara la cantidad disponible de combustible GLP en tanque.

**Figura n.º 12. Sensor de nivel**



**e. Cañería de 8 mm de diámetro**

Está fabricado de material cobre, revestimiento de polietileno, espesor de pared 2mm para soportar una presión aproximado desde 7 bar hasta 21 bar. Su función es conducir el GLP a través de la toma de carga desde el surtidor del grifo hasta el tanque de almacenamiento del vehículo.

**Figura n.º 13. Cañería de 8 mm**



**f. Cañería de 6 mm de diámetro.**

Está fabricado de material cobre, revestimiento de polietileno, espesor de pared 2mm para soportar una presión aproximado desde 7 bar hasta 21 bar. Su función es conducir el GLP desde el tanque de combustible a través de la multiválvula hasta la electroválvula de GLP y de allí al reductor-vaporizador.

**Figura n.º 14. Cañería de 6 mm**



**g. Mangueras reforzadas.**

Con esta manguera se conecta el reductor-vaporizador con la unidad de inyectores para abastecer el GLP en estado gaseoso, estas mangueras se sujetan con abrazaderas.

**Figura n.º 15. Mangueras reforzadas**



**h. Electroválvulas de GLP**

Dispositivo electromecánico que se instala entre la cañería de 6 mm de diámetro y el reductor-vaporizador. Cumple las siguientes funciones: Filtra las impurezas del combustible GLP a través de un filtro que lleva en su interior, apertura el paso de combustible GLP para el funcionamiento del motor del vehículo cuando el conmutador selecciona la opción GLP, cierra el paso de combustible GLP cuando en el conmutador seleccionan la opción gasolina; a través de la bobina que abre y cierra el pin de la electroválvula.

**Figura n.º 16. Electroválvulas de GLP**



#### i. Reductor-vaporizador GLP

El reductor – vaporizador es un dispositivo controlado electrónicamente por la unidad de control electrónico (ECU), que cumple las siguientes funciones: Reduce la presión de 7 bar aproximadamente que sale del tanque de GLP a presiones de funcionamiento entre 1.2-1.4 bar que llega al riel de inyectores de GLP; esto se consigue por el diseño interior del reductor a través de las cámaras de alta y baja presión ensambladas con diafragmas y con el agua de refrigerante del motor del aire acondicionado que se deriva con tés a través de mangueras de agua para hacer circular el refrigerante en estado caliente hacia el reductor-vaporizador con la finalidad de vaporizar el combustible GLP, sensar la temperatura del refrigerante del motor que fluctúan con parámetros de 60° a 82°C a través del sensor de temperatura del reductor; ésta información electrónica la recibe la unidad de control electrónica (ECU) con la finalidad que una vez llegada a la temperatura de funcionamiento del motor del vehículo pase a la opción de funcionamiento en GLP en forma automática.

**Figura n.º 17. Reductor - vaporizador GLP**



#### j. Filtro.

Este filtro tiene como finalidad impedir el paso de impurezas del GLP en fase gaseosa hasta 2 micras evitando malograr el riel de inyectores de GLP.



**Figura n.º 18. Filtro**



**k. Sensor MAP**

Dispositivo electrónico llamado presión de múltiple de admisión (MAP) que permite sensar parámetros de funcionamiento: Sensa la presión del múltiple de admisión; para determinar las condiciones de aceleración y desaceleración en función del trabajo del motor con el fin de entregar el combustible GLP adecuado a la aceleración. Está conectado con una manguera al múltiple de admisión, sensa la presión del GLP en fase gaseosa del reductor-vaporizador con el fin de ajustar el ingreso de combustible a las condiciones de trabajo del motor. Está conectado con una manguera al riel de inyectores.

**Figura n.º 19. Sensor MAP**



## I. Inyectores

Es un dispositivo electrónico que está programado para trabajar simultáneamente con la unidad de control electrónico (ECU). Tiene como función: Ingresar el combustible de fase gaseosa en forma secuencial, precisa y caudal adecuado a cada uno de los cilindros del motor; acorde a las revoluciones por minuto (RPM) del vehículo. Está conectado al múltiple de admisión.

**Figura n.º 20. Inyectores**



## m. Unidad de control electrónico (ECU)

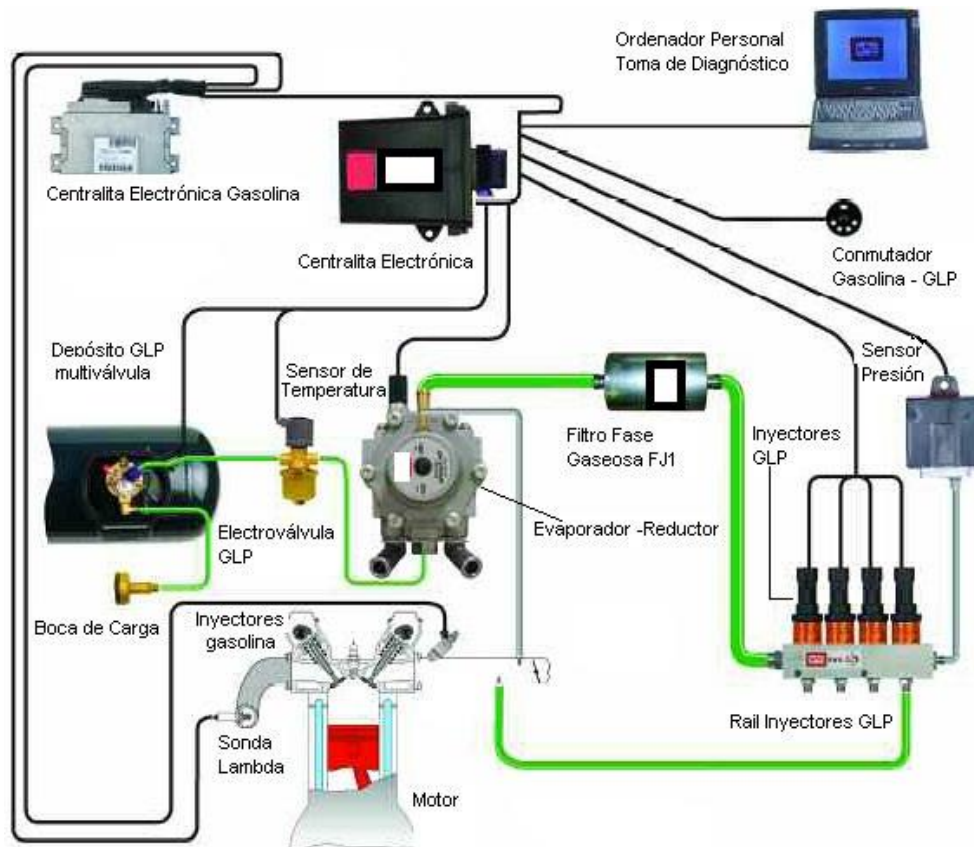
Es un sistema electrónico de última generación acorde con la tecnología desarrollado por los vehículos modernos, tiene como principales funciones: Hardware desarrollado por las compañías de investigación en desarrollo de GLP de última generación. software que permite facilidad en su manejo, comunicación rápida con la ECU- GLP, diagnostica y e identifica los dispositivos a reparar muy rápido, permite programar de forma didáctica. Cableado- Ramal todas sus conexiones están con enchufes con técnica poka yoke con la finalidad de evitar errores.

La ECU es el que permite recibir información electrónica de los sensores, enviar información electrónica a los actuadores de forma precisa en milisegundos con el fin de ser procesada para que los motores de los vehículos trabajen muy eficiente a GLP.

**Figura n.º 21. Unidad de control electrónico (ECU)**



**Figura n.º 22 Sistema integrado de instalación a GLP**



### 3.2.3. Recorrido del GLP desde su carga hasta la combustión en el motor

#### a. Fase Líquida

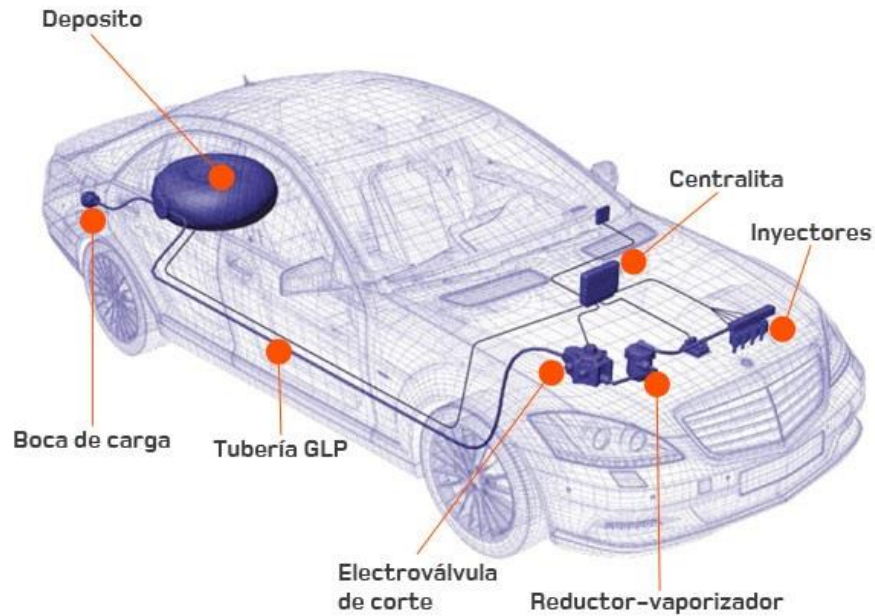
Ésta fase empieza con el llenado de combustible GLP del surtidor del grifo al tanque del vehículo a través de la toma de carga unida con la cañería de 8mm de diámetro, su llenado es hasta un 80% de la capacidad del tanque; dicha capacidad es controlada por la multiválvula que se encuentra montada en la brida del tanque. La multiválvula se encuentra acoplada con la cañería de 6mm de diámetro que permite el recorrido del combustible líquido a la electroválvula; en su interior se aloja un filtro que impide el paso de las impurezas, así filtrado el combustible líquido llega al reductor-vaporizador.

#### b. Fase Gaseosa

El reductor-vaporizador está diseñado para la transformación de fase líquida a fase gaseosa; primero lo reduce la presión del combustible y luego a través del agua caliente del refrigerante del aire acondicionado del motor se hace circular por unión - té al reductor-vaporizador transformándolo en fase gaseosa. En ésta fase el combustible gaseoso es filtrado a través un filtro, continua su recorrido por el sensor de presión del múltiple de admisión (MAP), llega al riel de inyector a presión de funcionamiento con rangos de 1.2-1.4 bar; inyectado el combustible

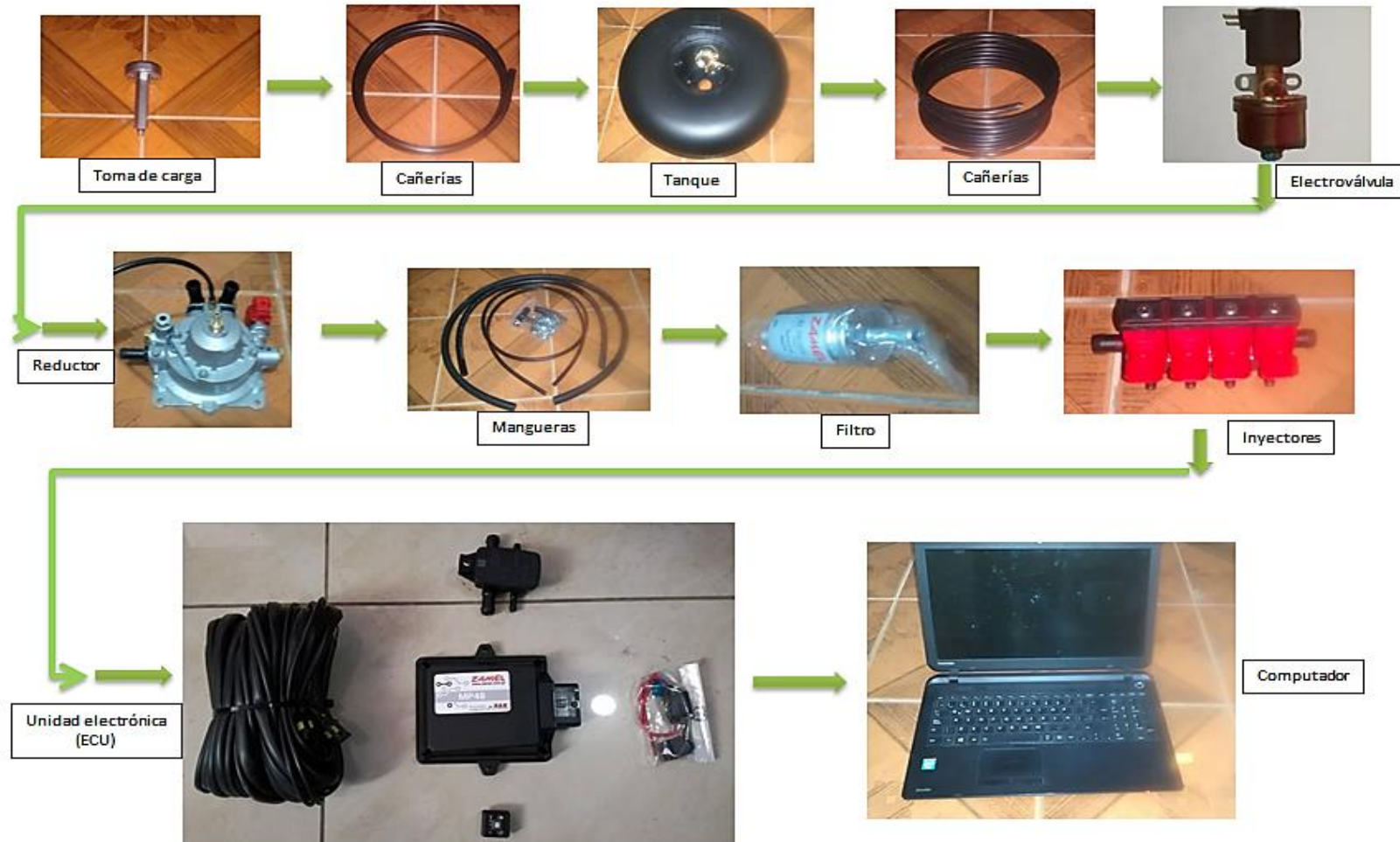
necesario de acuerdo con la revoluciones por minuto (RPM) del motor. Todos éstos dispositivos tanto sensores como actuadores son programados por la unidad de control electrónico (ECU) para su funcionamiento; diseñado con tecnología acorde con autos de última generación.

**Figura n.º 23. Recorrido del GLP líquido hasta el evaporador o regulador de presión**



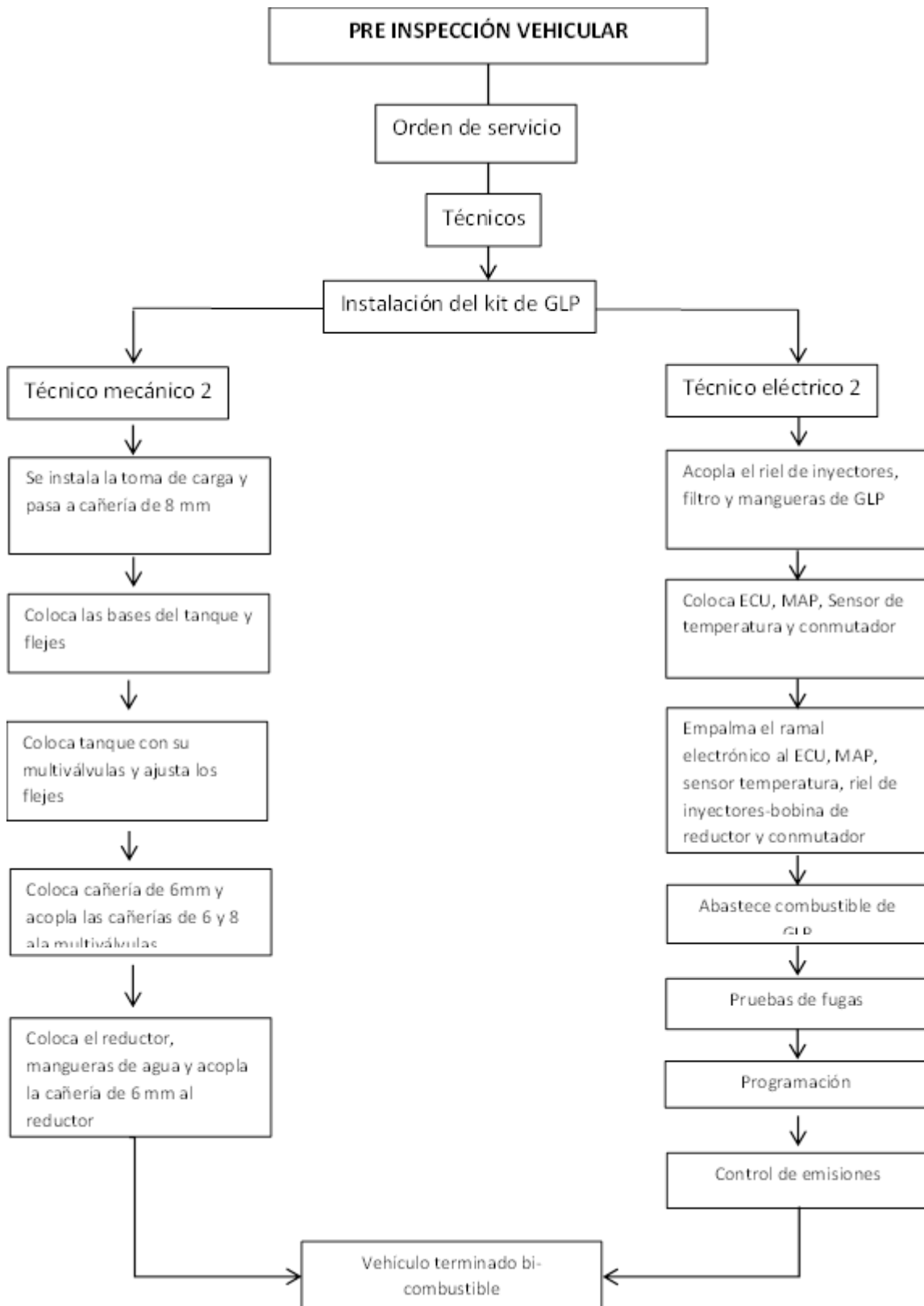
### 3.2.4. Descripción de los kits del Área de Mantenimiento

Figura n.º 24. Kits de instalación a GLP



### 3.2.5. Diagrama de flujo de instalación kit GLP

Figura n.º 25. Diagrama de flujo

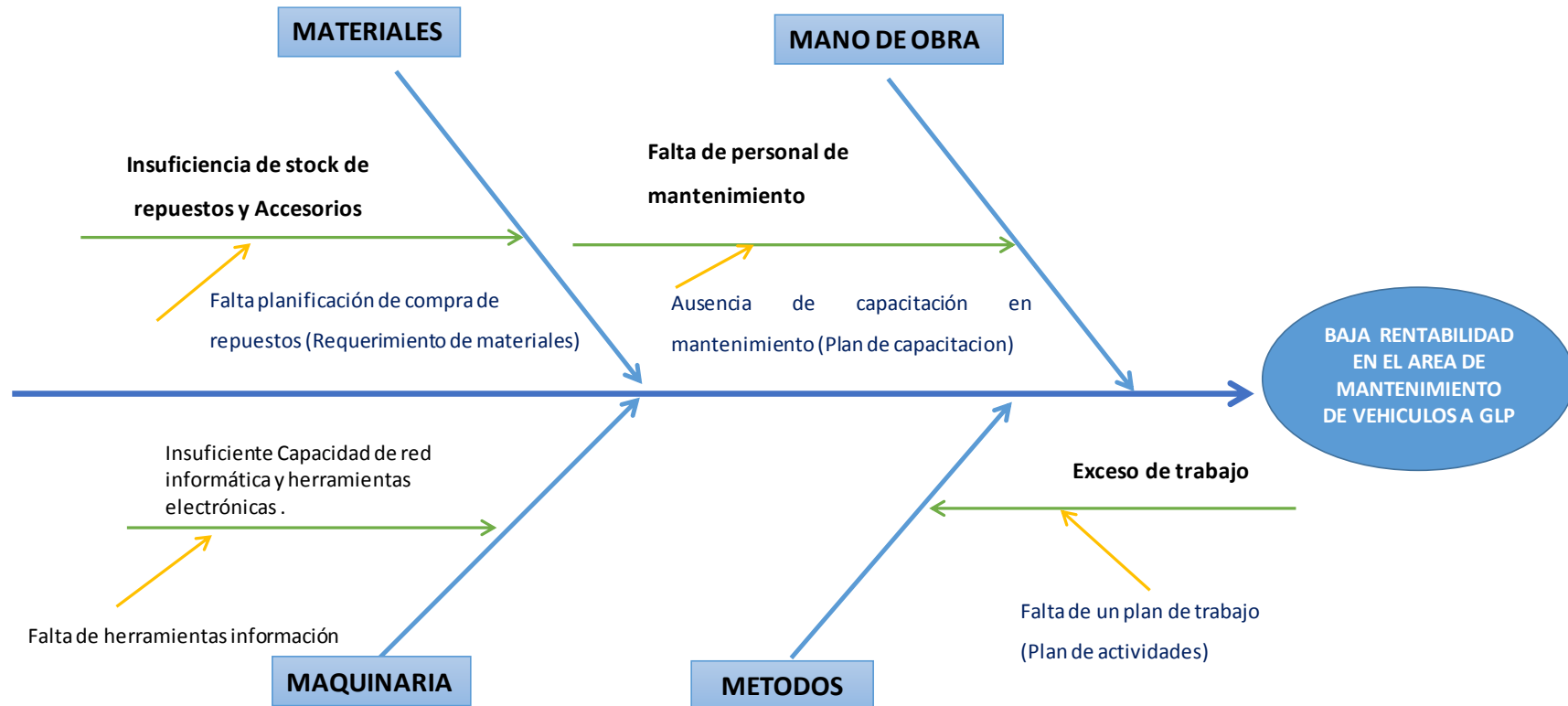


### **3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS RAÍCES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

La problemática está en la baja rentabilidad que presenta la empresa VISA GAS, con respecto al Área de Mantenimiento, el cual se logró identificar las siguientes: Materiales, Mano de Obra y Métodos, llegando de esta manera a las causas raíces, las cuales son las siguientes: Falta planificación de compra de repuestos (Requerimiento de materiales), Ausencia de capacitación en mantenimiento (Plan de capacitación) y Falta de un plan de trabajo (Plan de actividades), como se muestra en el diagrama:

#### **3.3.1. Diagrama de Ishikawa**

**Figura n.º 26. Ishikawa del área de mantenimiento**





### 3.3.2. Matriz de Priorización

Tabla n.º 8. Matriz de Priorización para la empresa Visa Gas E.I.R.L.

Area	causas Resultados encuestas	Mantenimiento			
		CR1. Falta de planificación de compra de repuestos.	CR2. Ausencia de capacitación en mantenimiento.	CR3. Falta de un plan de trabajo	CR4. Falta de herramientas de información
Mantenimiento	Supervisor de servicio.	3	1	3	1
	Inspector técnico.	3	1	2	1
	Técnico mecánico I	3	2	3	2
	Técnico mecánico II	2	2	3	1
	Técnico electricista I	3	1	2	1
	Técnico electricista II	2	2	2	1
<b>Calificación Total</b>		<b>16</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 9 Puntaje de priorización

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

Según la matriz de priorización se determinó las causas más importantes y las cuales se buscará dar solución

A continuación se muestra la clasificación según el diagrama Pareto donde el 80% se considerará relevante:

Tabla n.º 10. Causas de la Baja Rentabilidad Área de Mantenimiento

CAUSA	$\Sigma$ (Influencia según encuesta)	% Influencia de baja rentabilidad	Acumulado	80-20
CR1. Falta de planificación de compra de repuestos.	16	34,04%	34%	85,0%
CR3. Falta plan de trabajo.	15	31,91%	66%	
CR2. Ausencia de capacitación en mantenimiento.	9	19,15%	85%	
CR4. Falta de herramientas de información	7	14,89%	100%	15,0%
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>100,00%</b>		

Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 27. Pareto de la Empresa Visa Gas E.I.R.L.

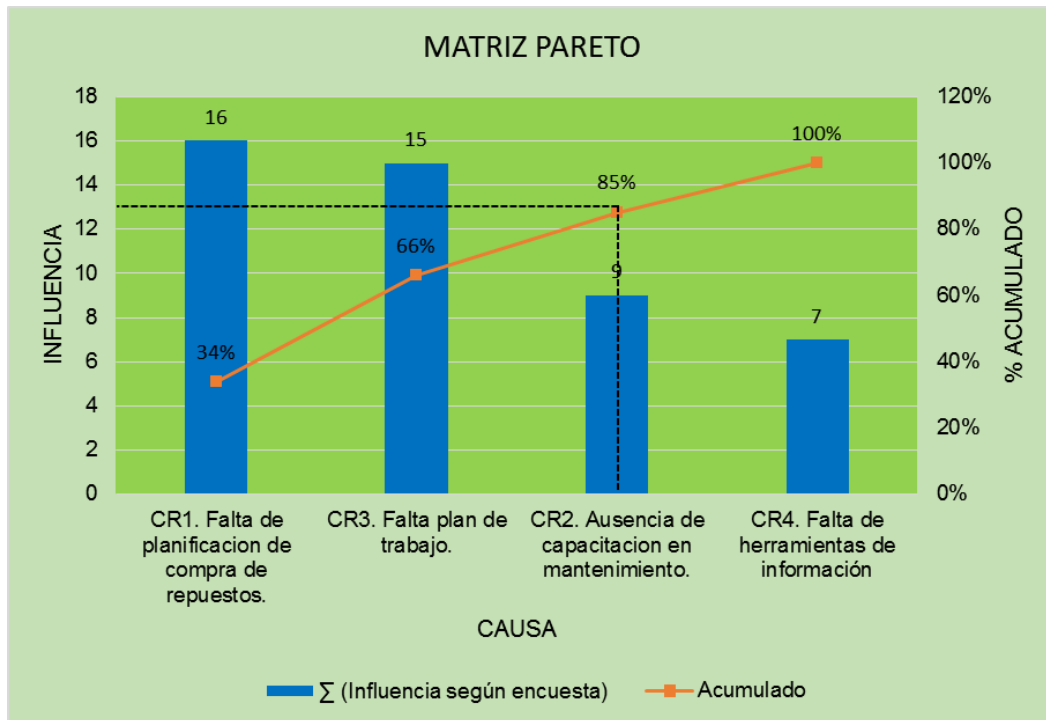


Tabla n.º 11: Resumen de Ishikawa del Área de Mantenimiento

Nº CR	Entorno	Problema	Causa raíz	Puntaje	Descripción
C1	Materiales	Insuficiencia de stock de repuestos y Accesorios	Falta de planificación de compra de repuestos	16	Retraso de Trabajos en el área de mantenimiento por Ausencia de Repuestos
C2	Mano de obra	Falta de personal de mantenimiento	Ausencia de capacitación en mantenimiento	9	Pérdidas de ingresos debido al mal servicio de mantenimiento de las partes del kits de GLP que impide la rentabilidad de la empresa
C3	Métodos	Exceso de trabajo	Falta plan de trabajo	15	No hay métodos de planificación del proceso de mantenimiento de las partes de los kits GLP

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Identificación de los indicadores

A continuación se enlistan las causas raíces que han sido escogidas por el resultado de una priorización de los problemas hallados en esta área de mantenimiento.

**Tabla n.º 12. Identificación de Indicadores de mantenimiento**

<b>Nº CR</b>	<b>Causa raíz</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fórmula</b>
<b>Cr1</b>	Falta de planificación de compra de repuestos	% de compra de repuestos	$\frac{\text{Planificación de comprados}}{\text{Total de planificación de repuestos}} * 100$
<b>Cr3</b>	Falta de un plan de trabajo	%plan de trabajo	$\frac{\# \text{ mantenimientos realizados}}{\# \text{ totla de mantenimientos}} * 100$
<b>Cr2</b>	Ausencia de capacitación en mantenimiento	% de personal capacitado	$\frac{\text{Personal Capacitado}}{\text{Total del personal}} * 100$

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. DIAGRAMAS ANALÍTICOS DEL PROCESO (REALIDAD ACTUAL)

Tabla n.º 13. Cambio de filtro de fase gaseosa

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 01	Hoja N°: 01	RESUMEN						
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Filtro de fase gaseosa		Operación	9min					
		Transporte	1min					
Actividad:		Espera						
Cambio de filtro de fase gaseosa		Inspección	3min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por:	Fecha: 03/07/2017	Material						
Aprobado por: Supervisor	Fecha: 03/07/2017	Total	10					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	⊂	□	▽	Observación
Inspección filtro		1						diagnosticar
Preparar herramientas		1						
Desconectar manguera de GLP		2						
Retirar filtro		1						
Transportar el nuevo filtro al vehículo		1						
Montar el nuevo filtro		1						
Conectar las mangueras de GLP		2						
Inspeccionar el nuevo filtro con el motor encendido		1						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 14. Cambio de accesorios del riel de inyectores**

Diagrama N°: 02		Hoja N°: 02		Operario/material/equipo				
Objeto:		RESUMEN						
Accesorios del riel de inyectores		Actividad	Actual	Prop	Econ			
		Operación	35min					
		Transporte	4min					
Actividad:		Espera						
Cambio de accesorios del riel de inyectores		Inspección	15min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total		29				
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	□	□	▽	Observación
Inspección riel de inyectores		3						
Preparar herramientas		1						
Desconectar mangueras de GLP y enchufes eléctricos		2						
Desmontar riel de inyectores		2						
Transportar a la mesa de trabajo		1						
Limpieza del riel de inyectores		5						
Desarmado de accesorios del riel de inyectores		5						
Transportar los nuevos accesorios a la mesa de trabajo		1						
Acoplar los nuevos accesorios al riel		3						
Montar el riel de inyectores		2						
Acoplar manguera de GLP y enchufes eléctricos		2						
Inspeccionar el nuevo riel con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 15. Cambio de sensor de temperatura de reductor**

Operario/material/equipo								
Diagrama N°: 03		Hoja N°: 03		RESUMEN				
Objeto:				Actividad	Actual	Prop	Econ	
Sensor de temperatura T° de reductor				Operación	13min			
				Transporte	2min			
Actividad:				Espera				
Cambiar sensor de temperatura T° de reductor				Inspección	12min			
				Almacena				
Método: Actual				Distancia				
Lugar: Área de mantenimiento				Tiempo				
Operario: Técnico N° 1				Costos				
				M Obra				
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017				Material				
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017				Total	11			
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar de sensor de T°		3						diagnosticar
Preparar herramientas		1						
Desmontar sensor de T° del reductor		2						
Trasladar el nuevo sensor de T° al vehículo		1						
Montar el nuevo sensor de T° al vehículo		2						
Inspeccionar el sensor de T° con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 16. Tabla de conmutador de combustible**

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 04	Hoja N°: 04	RESUMEN						
Objeto:	Actividad	Actual	Prop	Econ				
Conmutador de combustible	Operación	13min						
	Transporte	2min						
Actividad:	Espera							
Cambiar conmutador de combustible	Inspección	15min						
	Almacena							
Método: Actual	Distancia							
Lugar: Área de mantenimiento	Tiempo							
Operario: Técnico N° 1	Costos							
	MObra							
Compuesto por:	Fecha: 03/07/2017	Material						
Aprobado por: Supervisor	Fecha: 03/07/2017	Total	13					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	⊂	□	▽	Observación
Inspección de conmutador		3						diagnosticar
Preparar herramientas		1						
Desconectar enchufe eléctrico		1						
Desmontar conmutador del tablero del vehículo		2						
Transportar el nuevo conmutador del almacén al vehículo		1						
Montar el conmutador		2						
Enchufar el conmutador eléctrico		1						
Inspeccionar el conmutador con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 17. Cambio de sensor MAP

Operario/material/equipo									
Diagrama N°: 05		Hoja N°: 05		RESUMEN					
Objeto:		Actividad		Actual	Prop	Econ			
Sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)		Operación		5min					
		Transporte		2min					
Actividad:		Espera							
Cambiar sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)		Inspección		20min					
		Almacena							
Método: Actual		Distancia							
Lugar:		Tiempo							
Operario: Técnico N° 1		Costos							
		M Obra							
Compuesto por:		Fecha: 03/07/2017		Material					
Aprobado por: Supervisor		Fecha: 03/07/2017		Total		14			
DESCRIPCION		d	t	○	⇒	⊂	□	▽	Observación
Inspeccionar MAP			5						diagnosticar
Desconectar conector eléctrico			1						
Desmontar MAP			2						
Transportar el nuevo MAP del almacén al vehículo			1						
Montar el MAP			2						
Inspeccionar el MAP con el motor encendido			3						

Fuente: Elaboración propia



**Tabla n.º 18. Cambio de porta-fusible**

Operario/material/equipo								
Diagrama N°: 06	Hoja N°: 06			RESUMEN				
Objeto:	Porta fusible		Actividad	Actual	Prop	Econ		
			Operación	8min				
			Transporte	1min				
Actividad:	Cambiar porta fusible		Espera					
			Inspección	6min				
			Almacena					
Método: Actual			Distancia					
Lugar: Área de mantenimiento			Tiempo					
Operario: Técnico N° 1			Costos					
			M Obra					
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017			Material					
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017			Total	12				
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar porta fusible		2						diagnosticar
Preparar herramientas		1						
Desconectar borne negativo de la batería		2						
Desmontar porta fusible		1						
Transportar el nuevo porta fusible al vehículo		1						
Montar el nuevo porta fusible		1						
Conectar el borne negativo de la batería		2						
Inspeccionar el porta fusible con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 19. Cambio de ECU

Operario/material/equipo								
Diagrama N°: 07		Hoja N°: 07		RESUMEN				
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Unidad de control electrónico (ECU)		Operación	18min					
		Transporte	2min					
Actividad:		Espera						
Cambiar unidad de control electrónico (ECU)		Inspección	35min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M.Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total	23					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar ECU		8						diagnosticar
Preparar herramientas		1						
Desconectar porta fusible		1						
Desconectar el conector del ECU		1						
Desmontar el ECU del compartimento de la cabina		3						
Transportar la nueva ECU al vehículo		2						
Montar la nueva ECU		3						
Enchufar el conector a la ECU		1						
Inspeccionar la nueva ECU con el motor encendido		3						

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 20. Cambio de bobina de reductor

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 08 Hoja N°: 08		RESUMEN						
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Bobina de reductor		Operación	12min					
		Transporte	2min					
Actividad:		Espera						
Cambiar bobina de reductor		Inspección	7min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		MObra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total	22					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar bobinas		6						diagnosticar
Preparar herramientas		2						
Desmontar bobina		3						
Transportar la nueva bobina al vehículo		2						
Montar la nueva bobina		4						
Inspeccionar con motor encendido		5						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 21. Cambio de mangueras de agua reductor**

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 09	Hoja N°: 09	RESUMEN						
Objeto:	Actividad	Actual	Prop	Econ				
mangueras de agua de reductor	Operación	29min						
	Transporte	2min						
Actividad:	Espera							
Cambio de mangueras de agua de reductor	Inspección	4min						
	Almacena							
Método: Actual	Distancia							
Lugar: Área de mantenimiento	Tiempo							
Operario: Técnico N° 1	Costos							
	M Obra							
Compuesto por:	Fecha: 03/07/2017	Material						
Aprobado por: Supervisor	Fecha: 03/07/2017	Total	24					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspección de mangueras		2						diagnosticar
Preparar herramientas		2						
Vaciar el refrigerante del radiador del motor		3						
Desmontar las mangueras		3						
Medir y cortar las nuevas mangueras		3						
Transportar al vehículo		1						
Montar las nuevas mangueras		5						
Llenar el refrigerante al radiador		3						
Inspeccionar las nuevas mangueras con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 22. Cambio de niples de agua reductor**

							Operario/material/equipo		
Diagrama N°: 10		Hoja N°: 10		RESUMEN					
Objeto:				Actividad	Actual	Prop	Econ		
Niples de agua de reductor				Operación	33min				
				Transporte	3min				
Actividad:				Espera					
Cambiar niples de agua de reductor				Inspección	4min				
				Almacena					
Método: Actual				Distancia					
Lugar: Área de mantenimiento				Tiempo					
Operario: Técnico N° 1				Costos					
				M Obra					
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017				Material					
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017				Total		32			
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación	
Inspeccionar niples del reductor		1							
Preparar herramientas		1							
Vaciar el refrigerante del radiador y desconectar mangueras		3							
Desmontar reductor del chasis del vehículo		5							
Transportar el reductor a la mesa de trabajo		1							
Desmontar niples malogrados del reductor		4							
Transportar nuevos niples del almacén a la mesa de trabajo		1							
Colocar los nuevos niples al reductor		3							
Transportar y montar el reductor a la base del chasis		6						Transporte 2min	
Acoplar mangueras de agua		2							
Llenar agua de refrigerante al radiador		3							
Inspección el cambio de niples de reductor con el motor encendido		2						Observar fugas de agua	

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 23. Cambio de reductor

Diagrama N°: 11		Hoja N°: 11		Operario/material/equipo				
Objeto:		RESUMEN						
Reductor		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Actividad:		Operación	31min					
Cambio de reductor		Transporte	2min					
Método: Actual		Espera						
Lugar: Área de mantenimiento		Inspección	9min					
Operario: Técnico N° 1		Almacena						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Distancia						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Tiempo						
		Costos						
		M Obra						
		Material						
		Total	30					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspección de reductor		3						diagnosticar
Preparar herramientas		1						
Vaciar agua de refrigerante del radiador		3						
Desconectar manguera de agua, GLP, niple GLP, cañería GLP, desenchufar sensor de T° y de bobina		5						
Desmontar reductor		3						
Transportar el nuevo reductor al vehículo		1						
Montar el reductor		4						
Conectar mangueras de agua, GLP, cañerías de GLP, enchufar sensor de T° y bobina		4						
Llenar de refrigerante el radiador		3						
Inspeccionar el nuevo reductor con el motor encendido		3						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 24. Cambio de diafragmas de reductor**

Diagrama N°: 12		Hoja N°: 12		Operario/material/equipo				
Objeto:		RESUMEN						
Diafragmas de reductor		Actividad	Actual	Prop	Econ			
		Operación	45min					
		Transporte	4min					
Actividad:		Espera						
Cambiar diafragmas de reductor		Inspección	14min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total		42				
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	◐	◑	▽	Observación
Inspección de reductor		3						diagnosticar
Preparar herramientas		2						
Desconectar manguera de agua, GLP, cañería de GLP, enchufes de sensor de T° y bobina		4						
Desmontar reductor		4						
Transportar a la mesa		1						
Limpieza de reductor		4						
Desarmado de reductor y limpieza de accesorios y retiro de diafragmas averiados		8						
Transportar diafragmas de almacén a la mesa de trabajo		1						
Armar el reductor con sus accesorios y nuevos diafragmas		6						
Montar el reductor en el vehículo		4						
Conectar mangueras de agua, GLP, cañería GLP, enchufes de sensor de T° y bobina		3						
Inspeccionar el montaje del reductor con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia..

Tabla n.º 25. Cambio de toma de carga

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 13 Hoja N°: 13		RESUMEN						
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Toma de Carga		Operación	15min					
		Transporte	5min					
Actividad:		Espera						
Cambio de toma de carga		Inspección	6min					
		Almacenamiento						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico Mecánico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total		18				
DESCRIPCION	d	t(min)	○	⇒	◐	◑	▽	Observación
Inspección de pieza averiada		2						Diagnosticar
Preparación de herramientas		1						
Desmontar de la base de la carrocería		5						
Limpieza de cañería 8mm		1						
Transportar la toma de carga del almacén al vehículo		2						
Montaje de la nueva toma de carga		5						
Inspeccionar el montaje		2						

Fuente: Elaboración propia



Tabla n.º 26. Cambio de cañería de 8 mm

Operario/material/equipo								
Diagrama N°: 14	Hoja N°: 14			RESUMEN				
Objeto:				Actividad	Actual	Prop	Econ	
Cañería de 8mm				Operación	33min			
				Transporte	3min			
Actividad:				Espera				
Cambio de cañería de 8mm				Inspección	6min			
				Almacena				
Método: Actual				Distancia				
Lugar: Área de mantenimiento				Tiempo				
Operario: Técnico N° 1				Costos				
				M.Obra				
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017				Material				
Aprobado por: supervisor Fecha: 03/07/2017				Total	25			
DESCRIPCION	d	t(min)	○	⇒	⊂	□	▽	Observación
Inspeccionar la pieza averiada		2						diagnosticar
Preparar las herramientas		1						
Cerrar válvula de la multiválvula del tanque GLP		1						
Limpieza de uniones de cañería de 8mm en ambos extremos		2						
Desmontar la cañería de 8mm		8						
Medir, cortar y montaje de la cañería de 8mm		8						
Transportar la cañería de 8mm para su montaje		1						
Inspección de la cañería colocada		1						
Apertura de la válvula de la multiválvulas del tanque GLP		1						Control de fugas

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 27. Cambio de multiválvula

Diagrama N°: 15		Hoja N°: 15		Operario/material/equipo				
Objeto:		RESUMEN						
Actividad		Actual	Prop	Econ				
Multiválvula de Tanque GLP		Operación	39min					
		Transporte	3min					
Actividad:		Espera						
Cambiar multiválvula de Tanque GLP		Inspección	5min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por:		Fecha: 03/07/2017						
Aprobado por: Supervisor		Fecha: 03/07/2017						
		Total		29				
DESCRIPCION	d	t(min)	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar que el tanque este vacío		1						diagnosticar
Preparar las herramientas		2						
Desmontar cámara hermética		1						
Limpieza de cañerías de 8mm y 6mm		3						
Cerrar válvulas de la multiválvula del tanque		1						
Desacoplar uniones de las cañerías de 8mm y 6mm		3						
Desmontar multiválvula del tanque de GLP		4						
Trasladar la nueva multiválvula del almacén al vehículo		2						
Montar la nueva multiválvula		4						
Acoplar uniones de cañerías de 8mm y 6mm		4						
Abrir la válvula de la multiválvula del tanque GLP		1						Para llenado de combustible
Colocar la tapa de la cámara hermética		1						
Inspeccionar la nueva multiválvula		2						

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 28 cambio de tanque

Operario/material/equipo								
Diagrama N°: 16	Hoja N°: 16		RESUMEN					
Objeto:	Tanque de GLP		Actividad	Actual	Prop	Econ		
			Operación	32min				
			Transporte	2min				
Actividad:	Cambiar tanque de GLP		Espera					
			Inspección	5min				
			Almacena					
Método: Actual			Distancia					
Lugar: Área de mantenimiento			Tiempo					
Operario: Técnico N° 1			Costos					
			MObra					
Compuesto por:	Fecha: 03/07/2017		Material					
Aprobado por: Supervisor	Fecha: 03/07/2017		Total	39				
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar que el tanque este vacío		2						diagnosticar
Preparación de herramientas		2						
Desacoplar uniones de cámara hermética, cañerías de 8mm , 6mm y multiválvula		5						
Desmontar flejes de sujeción de tanque de GLP		5						
Desmontar tanque de GLP		5						
Transportar el nuevo tanque de GLP al vehículo		2						
Montar el tanque de GLP		5						
Montar flejes de sujeción de tanque de GLP		5						
Acoplar uniones de cámara hermética cañerías de 8mm , 6mm y multiválvula		5						
Inspección de montaje de nuevo tanque		3						Vida útil del tanque 10 años

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 29. Cambio de cañería de 6 mm

Operario/material/equipo								
Diagrama N°: 17	Hoja N°: 17			RESUMEN				
Objeto:	cañería de 6 mm		Actividad	Actual	Prop	Econ		
			Operación	37min				
			Transporte	1min				
Actividad:	Cambiar cañería de 6 mm		Espera					
			Inspección	4min				
			Almacena					
Método: Actual			Distancia					
Lugar: Área de mantenimiento			Tiempo					
Operario: Técnico N° 1			Costos					
			M Obra					
Compuesto por:	Fecha: 03/07/2017		Material					
Aprobado por: Supervisor	Fecha: 03/07/2017		Total	38				
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar de avería		2						diagnosticar
Preparación de herramientas		2						
Desconectar cámara hermética		1						
Cerrar la válvula de la multiválvula del tanque		1						
Desacoplar unión de cañería de 6mm de multiválvula y reductor		3						
Retirar grapas de sujeción de la cañería		5						
Medir y cortar la nueva cañería		5						
Transportar la nueva cañería al vehículo		1						
Montar la nueva cañería con sus grapas de sujeción		10						
Acoplar la nueva cañería a la multiválvula y reductor		5						
Colocar la cámara hermética		1						
Inspeccionar el nuevo montaje de cañería		2						Fugas de combustible

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 30. Cambio de sensor de nivel**

Diagrama N°: 18		Hoja N°: 18		Operario/material/equipo				
Objeto:		RESUMEN						
Sensor de nivel		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Actividad:		Operación	9min					
		Transporte	2min					
Cambiar sensor de nivel		Espera						
		Inspección	7min					
		Almacena						
Método: Actual		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total	15					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspeccionar sensor de nivel		2						diagnosticar
Preparar herramientas		2						
Desconectar cámara hermética		1						
Desmontar conector de sensor		1						
Desconectar sensor de nivel		2						
Transportar el nuevo sensor del almacén al vehículo		2						
Montar el nuevo sensor		2						
Conectar enchufe de cámara hermética		1						
Inspeccionar el nuevo sensor de nivel con el motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 31. Resumen de tiempos por actividad en minutos**

MANTENIMIENTO O ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
Cambio de filtro de fase gaseosa	10
Cambio de accesorios del riel de inyectores	29
Cambiar sensor de temperatura T° de reductor	11
Cambiar conmutador de combustible	13
Cambiar sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)	14
Cambiar porta fusible	12
Cambiar unidad de control electrónico (ECU)	23
Cambiar bobina de reductor	22
Cambio de mangueras de agua de reductor	24
Cambiar niples de agua de reductor	32
Cambio de reductor	30

Cambiar diafragmas de reductor	42
Cambio de toma de carga	18
Cambio de cañería de 8mm	25
Cambiar multiválvula de Tanque GLP	29
Cambiar tanque de GLP	39
Cambiar cañería de 6 mm	38
Cambiar sensor de nivel	15

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 32. Costo de mano de obra de mantenimiento**

**Data de salarios para cálculos**

Salario mínimo vital 1200,00 S./mes

Tipo de cambio 3,26 S./\$

Salarios anuales 12 Régimen MYPE (12 mes).

Mecánico		Costo Mes (S/.)	Costo Diario (S/.)	Costo hora (S/.)
Salario mes	30	S/. 1 200,00	S/. 40,00	S/. 5,00
Días laborados	26		S/. 46,15	S/. 5,77
Salario mes		S/. 1 200,00		
Vacaciones	15	S/. 600,00		
Essalud	9%	S/. 108,00		
Salario por cada técnico		S/. 1 908,00	soles/técnico mes	
Salario 2 técnicos	2	S/. 3 816,00	soles mecánicos mes	
Salarios anuales		S/. 45 792,00	soles anuales	
		<b>\$ 14 046,63</b>	<b>\$ anuales</b>	
<b>Costo/hora de mecánicos</b>		<b>S/. 18,35</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 33. Mantenimientos atendidos en el 2017**

2017	
Mes	MTTOs Atendidos
Enero	96
Febrero	84
Marzo	90
Abril	70
Mayo	68
Junio	76
Julio	88
Agosto	60
Septiembre	70
Octubre	82
Noviembre	78
Diciembre	75
<b>total</b>	<b>937</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 34. Mantenimientos atendidos en función a los repuestos cambiados en el 2017

Repuesto y accesorios	Mantenimientos atendidos por meses periodo 2017											
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Reductor	9	10	7	5	4	5	7	9	9	10	6	7
Filtros FLS	20	20	12	20	19	20	17	10	12	17	15	16
Sensor T°, MAP, ECU, portafusibles, conmutador	5	3	5	2	4	10	6	4	8	10	9	5
Sensor nivel MTV	4	1	4	0	1	0	2	1	0	0	2	1
Kit reparación inyectores OMVL	10	11	17	12	10	12	11	8	13	12	9	10
Bobinas	11	10	15	13	7	9	13	8	7	9	11	12
Kit reparación reductor	14	14	8	8	9	11	14	7	6	8	10	9
Niple con o'ring	9	4	10	5	8	7	12	9	7	4	9	6
Multiválvulas	3	5	5	2	1	1	2	2	2	3	2	3
Tanques	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2
Mangueras y cañerías	5	4	3	3	4	1	4	2	3	6	2	4
Tomas de carga	5	1	4	0	1	0	0	0	1	1	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>84</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>68</b>	<b>76</b>	<b>88</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>78</b>	<b>75</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 35. Mantenimientos atendidos y no atendidos en 2017**

<b>2017</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTTOs Atendidos</b>	<b>MTTOs NO Atendidos</b>	<b>TOTAL</b>
Enero	96	31	127
Febrero	84	35	119
Marzo	90	32	122
Abril	70	43	113
Mayo	68	45	113
Junio	76	44	120
Julio	88	43	131
Agosto	60	52	112
Septiembre	70	45	115
Octubre	82	30	112
Noviembre	78	32	110
Diciembre	75	27	102
<b>total</b>	<b>937</b>	<b>459</b>	<b>1396</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla n.º 36. Matriz de indicadores

Nº CR	Causa raíz	Indicadores	Fórmula	Va	Pérdida 1	VM	Pérdida 2	Beneficio	Herramienta de Mejora	Metodología	Inversión
Cr1	Falta de planificación de compra de repuestos	% de compra de repuestos	$\frac{\text{Repuestos comprados}}{\text{Requerimiento total de repuestos}} * 100$	67%	S/. 40 409,00	100,0%	-	S/. 40 409,00	Requerimiento de materiales (MRP)	Gestión estratégica	S/. 2 400,00
Cr3	Falta de un plan de trabajo	%plan de trabajo	$\frac{\# \text{ mantenimientos realizados}}{\# \text{ total de mantenimientos}} * 100$	56%	S/. 18 165,63	98,6%	S/. 259,78	S/. 17 905,85	DAP Optimizado / Procedimientos / Documentación (Formatos) / Instructivos	Gestión por procesos	S/. 4 500,00
Cr2	Ausencia de capacitación en mantenimiento	% de personal capacitado	$\frac{\text{Personal Capacitado}}{\text{Total del personal}} * 100$	33%	S/. 3 079,00	100,0%	S/. -	S/. 3 079,00	Plan de capacitaciones	Gestión de RRHH	S/. 2 100,00

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO 4**

### **SOLUCIÓN PROPUESTA**

## 4.1. GESTIÓN ESTRATÉGICA

La Planeación estratégica de Requerimientos de Materiales - MRP (Material Requirements Planning), es un procedimiento sistemático de planificación de adquisición de componentes para instalación y mantenimiento de vehículos convertidos a GLP, el cual traduce un requerimiento en necesidades reales de repuestos y kit de GLP, en fechas y cantidades. El MRP funciona como un sistema de información con el fin de gestionar los inventarios de demanda dependiente y programar de manera eficiente los pedidos de reabastecimiento ya que son todos importados.

### 4.1.1. Causa raíz n.º 1. Falta de planificación de compra de repuestos

La falta de planificación de compra de repuestos y Kits en Visa Gas, es porque no contamos con un sistema de requerimiento de materiales, para de esa manera planificar los pedidos y mantener un stock de acuerdo a la demanda del mercado. La falta de planificación de compra de repuestos nos está generando una pérdida potencial de clientes y por ende los ingresos por instalación y mantenimiento.

### 4.1.2. Diagnóstico de la pérdida

Como resultado del diagnóstico y evaluación se logra determinar la baja rentabilidad monetaria por la causa raíz que involucra la Gestión Estratégica, siendo un factor sumamente importante para la empresa Visa Gas, dejando de incrementar sus ganancias.

La empresa en la actualidad tiene problemas los cuales están vinculados con las pérdidas debido a la falta de planificación y gestión en lo que respecta a la falta de repuestos.

**Tabla n.º 37. Pérdidas por repuestos y mantenimiento**

Repuesto y accesorios	Pérdida por Costo de repuesto(PCR)	Pérdida por Costo de mantenimiento (PCM)
Reductor	S/. 100,00	S/. 50,00
Filtros FLS	S/. 10,00	S/. 10,00
Sensor T°, MAP, ECU, portafusibles, conmutador	S/. 100,00	S/. 150,00
Sensor nivel MTV	S/. 20,00	S/. 30,00
Kit reparación inyectores OMVL	S/. 30,00	S/. 50,00
Bobinas	S/. 18,00	S/. 10,00
Kit reparación reductor	S/. 25,00	S/. 50,00
Niple con o'ring	S/. 5,00	S/. 15,00
Multiválvulas	S/. 60,00	S/. 40,00
Tanques	S/. 50,00	S/. 80,00
Mangueras y cañerías	S/. 30,00	S/. 40,00
Tomas de carga	S/. 10,00	S/. 15,00

Fuente: elaboración propia

Tabla n.º 38. Pérdida anual por repuestos y mantenimiento

Repuesto y accesorios	Pérdidas por costos de repuestos y mantenimiento período 2016																								
	Enero		febrero		marzo		abril		mayo		junio		julio		agosto		setiembre		octubre		noviembre		diciembre		
	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	
REDUCTOR	S/. 600,00	S/. 350,00	S/. 700,00	S/. 350,00	S/. 500,00	S/. 250,00	S/. 800,00	S/. 400,00	S/. 500,00	S/. 250,00	S/. 600,00	S/. 300,00	S/. 700,00	S/. 350,00	S/. 900,00	S/. 450,00	S/. 600,00	S/. 300,00	S/. 400,00	S/. 200,00	S/. 400,00	S/. 200,00	S/. 400,00	S/. 200,00	S/. 200,00
FILTROS FLS	S/. 40,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 60,00	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 70,00	S/. 70,00	S/. 30,00	S/. 30,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00
SENSOR Tº, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	S/. 400,00	S/. 450,00	S/. 300,00	S/. 450,00	S/. 200,00	S/. 300,00	S/. 200,00	S/. 300,00	S/. 600,00	S/. 900,00	S/. 500,00	S/. 750,00	S/. 300,00	S/. 450,00	S/. 500,00	S/. 750,00	S/. 800,00	S/. 1.200,00	S/. 400,00	S/. 600,00	S/. 300,00	S/. 450,00	S/. 200,00	S/. 300,00	S/. 300,00
SENSOR NIVEL MTV	S/. 0,00	S/. 30,00	S/. 20,00	S/. 30,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 20,00	S/. 30,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 20,00	S/. 30,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 20,00	S/. 30,00	S/. 20,00	S/. 30,00	S/. 30,00
KIT REPARACION INYECTORES OMVL	S/. 60,00	S/. 300,00	S/. 180,00	S/. 300,00	S/. 120,00	S/. 200,00	S/. 150,00	S/. 250,00	S/. 210,00	S/. 350,00	S/. 180,00	S/. 300,00	S/. 150,00	S/. 250,00	S/. 210,00	S/. 350,00	S/. 150,00	S/. 250,00	S/. 60,00	S/. 100,00	S/. 120,00	S/. 200,00	S/. 90,00	S/. 150,00	S/. 150,00
BOBINAS	S/. 108,00	S/. 50,00	S/. 90,00	S/. 50,00	S/. 108,00	S/. 60,00	S/. 126,00	S/. 70,00	S/. 126,00	S/. 70,00	S/. 90,00	S/. 50,00	S/. 54,00	S/. 30,00	S/. 72,00	S/. 40,00	S/. 90,00	S/. 50,00	S/. 108,00	S/. 60,00	S/. 72,00	S/. 40,00	S/. 90,00	S/. 90,00	S/. 50,00
KIT REPARACION REDUCTOR	S/. 50,00	S/. 300,00	S/. 150,00	S/. 300,00	S/. 75,00	S/. 150,00	S/. 125,00	S/. 250,00	S/. 150,00	S/. 300,00	S/. 175,00	S/. 350,00	S/. 225,00	S/. 450,00	S/. 175,00	S/. 350,00	S/. 150,00	S/. 300,00	S/. 100,00	S/. 200,00	S/. 125,00	S/. 250,00	S/. 75,00	S/. 150,00	S/. 150,00
NIPLE CON O'RING	S/. 10,00	S/. 45,00	S/. 15,00	S/. 45,00	S/. 5,00	S/. 15,00	S/. 20,00	S/. 60,00	S/. 15,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 135,00	S/. 25,00	S/. 75,00	S/. 40,00	S/. 120,00	S/. 20,00	S/. 60,00	S/. 10,00	S/. 30,00	S/. 20,00	S/. 60,00	S/. 15,00	S/. 45,00	S/. 45,00
MULTIVALVULAS	S/. 180,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 120,00	S/. 80,00	S/. 120,00	S/. 80,00	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 120,00	S/. 80,00	S/. 120,00	S/. 80,00	S/. 120,00	S/. 80,00	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 120,00	S/. 80,00	S/. 60,00	S/. 60,00	S/. 40,00
TANQUES	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 50,00	S/. 80,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 50,00	S/. 80,00	S/. 50,00	S/. 80,00	S/. 50,00	S/. 80,00	S/. 100,00	S/. 160,00	S/. 160,00
MANGUERAS Y CAÑERÍAS	S/. 60,00	S/. 40,00	S/. 30,00	S/. 40,00	S/. 30,00	S/. 40,00	S/. 90,00	S/. 120,00	S/. 60,00	S/. 80,00	S/. 30,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 80,00	S/. 120,00	S/. 160,00	S/. 30,00	S/. 40,00	S/. 60,00	S/. 80,00	S/. 30,00	S/. 40,00	S/. 30,00	S/. 30,00	S/. 40,00
TOMAS DE CARGA	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 10,00	S/. 15,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 10,00	S/. 15,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 10,00	S/. 15,00	S/. 10,00	S/. 15,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 15,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 1.508,00</b>	<b>S/. 1.625,00</b>	<b>S/. 1.565,00</b>	<b>S/. 1.625,00</b>	<b>S/. 1.298,00</b>	<b>S/. 1.290,00</b>	<b>S/. 1.721,00</b>	<b>S/. 1.640,00</b>	<b>S/. 1.811,00</b>	<b>S/. 2.140,00</b>	<b>S/. 1.720,00</b>	<b>S/. 2.005,00</b>	<b>S/. 1.724,00</b>	<b>S/. 1.875,00</b>	<b>S/. 2.207,00</b>	<b>S/. 2.380,00</b>	<b>S/. 2.080,00</b>	<b>S/. 2.430,00</b>	<b>S/. 1.288,00</b>	<b>S/. 1.435,00</b>	<b>S/. 1.287,00</b>	<b>S/. 1.465,00</b>	<b>S/. 1.100,00</b>	<b>S/. 1.190,00</b>	<b>S/. 1.190,00</b>

<b>PCR</b>	<b>Pérdidas por costos de repuestos (Anual)</b>	<b>S/ 19 309,00</b>
<b>PCM</b>	<b>Pérdida por costo de mantenimiento (Anual)</b>	<b>S/ 21 100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3. Propuesta de desarrollo del modelo MRP

Para la falta de planificación de compra de repuestos se tiene la demanda de las ventas de los últimos 3 años de las empresas de conversión vehicular de gasolina a GLP, con la propuesta de mejora del área de mantenimiento pretendemos incrementar, mantener el 18 % de la participación del mercado en la ciudad de Trujillo, debido a las empresas nuevas que están saliendo en estos últimos años.

**Tabla n.º 39. Participación de la demanda de la empresa Visa Gas durante los 3 últimos años**

VEHÍCULOS	AÑOS		
	2015	2016	2017
Vehículos convertidos a GLP	670	3700	5200
Participación 18 %	121	667	937

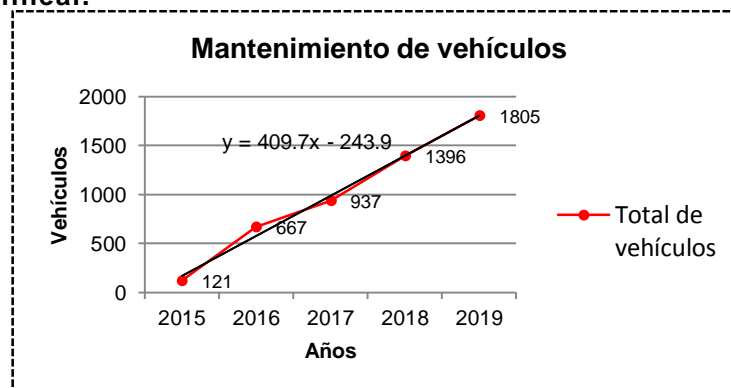
Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 40. Método de regresión lineal: Proyección para el año 2018 y 2019**

	2015	2016	2017	2018	2019
ENERO	0	30	96	138	186
FEBRERO	0	62	84	133	175
MARZO	4	65	90	139	182
ABRIL	6	48	70	106	138
MAYO	10	67	68	107	136
JUNIO	12	84	76	122	154
JULIO	23	76	88	128	161
AGOSTO	16	48	60	86	108
SEPTIEMBRE	20	48	70	96	121
OCTUBRE	16	60	82	119	152
NOVIEMBRE	8	36	78	111	146
DICIEMBRE	6	43	75	111	146
TOTAL	121	667	937	1396	1805

Fuente: Elaboración propia

**Figura n.º 28. Gráfica de la proyección de ventas según el método de regresión lineal.**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 41. Pronóstico de mantenimiento de vehículos convertidos a GLP para el año 2018**

Pronóstico de mantenimientos de vehículos convertidos de gasolina a GLP para el año 2018

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>Vehículos atendidos</b>	138	133	139	106	107	122	128	86	96	119	111	111	<b>1396</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 42. Plan de mantenimientos de vehículos convertidos de gasolina a GLP**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>Vehículos atendidos</b>	138	133	139	106	107	122	128	86	96	119	111	111	<b>1396</b>

Repuesto y accesorios	Vehículos a ser atendidos por meses para el periodo 2018												
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre	
Reductor	15	17	12	13	9	11	14	18	15	14	10	11	
Filtros FLS	24	22	16	25	25	24	22	15	19	20	17	17	
Sensosr T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	9	6	7	4	10	15	9	9	16	14	12	7	
Sensor de nivel MTV	4	2	6	2	2	0	4	2	0	0	3	2	
KIT reparación inyectores OMVL	12	17	21	17	17	18	16	15	18	14	13	13	
Bobinas	17	15	21	20	14	14	16	12	12	15	15	17	
KIT reparación reductor	16	20	11	13	15	18	23	14	12	12	15	12	
Niple con o'ring	11	7	11	9	11	16	17	17	11	6	13	9	
Multiválvulas	6	6	7	4	2	2	4	4	4	4	4	4	
Tanques	1	1	1	0	0	0	0	0	3	3	2	4	
Mangueras y cañerías	7	5	4	6	6	2	6	6	4	8	3	5	
Tomas de carga	5	1	5	0	2	0	0	0	1	2	3	1	
<b>TOTAL</b>	<b>127</b>	<b>119</b>	<b>122</b>	<b>113</b>	<b>113</b>	<b>120</b>	<b>131</b>	<b>112</b>	<b>115</b>	<b>112</b>	<b>110</b>	<b>102</b>	<b>1 396</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 43. Clasificación del mantenimiento por repuestos y accesorios**

Repuesto y accesorios	Mantenimiento
Filtros FLS	Mantenimiento 1
KIT reparación inyectores OMVL	
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	Mantenimiento 2
Bobinas	Mantenimiento 3
KIT reparación reductor	Mantenimiento 4
Niple con o'ring	
Reductor	
Mangueras y cañerías	
Multiválvula	Mantenimiento 5
Tanque	
Tomas de carga	
Sensor de nivel MTV	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 44. Plan de mantenimiento de vehículos de acuerdo a su clasificación**

Tipos mantenimientos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mantenimiento 1	36	39	37	42	42	42	38	30	37	34	30	30
Mantenimiento 2	9	6	7	4	10	15	9	9	16	14	12	7
Mantenimiento 3	17	15	21	20	14	14	16	12	12	15	15	17
Mantenimiento 4	49	49	38	41	41	47	60	55	42	40	41	37
Mantenimiento 5	16	10	19	6	6	2	8	6	8	9	12	11

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 45. Repuestos y accesorios por cada tipo de mantenimiento**

<b>Repuesto y accesorios</b>	Mantenimiento 1	Mantenimiento 2	Mantenimiento 3	Mantenimiento 4	Mantenimiento 5	Total
Reductor				1		1
Filtros FLS	1					1
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador		1				1
Sensor de nivel MTV					1	1
KIT reparación inyectores OMVL	1					1
Bobinas			2			2
KIT reparación reductor				1		1
Niple con o'ring				2		2
Multiválvulas					1	1
Tanques					1	1
Mangueras y cañerías				4		4
Tomas de carga					1	1

Fuente: Elaboración propia



**Tabla n.º 46. Explosión de repuestos y accesorios**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>Vehículos atendidos</b>	<b>138</b>	<b>133</b>	<b>139</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>122</b>	<b>128</b>	<b>86</b>	<b>96</b>	<b>119</b>	<b>111</b>	<b>111</b>	<b>1396</b>
REDUCTOR	15	17	12	13	9	11	14	18	15	14	10	11	159
FILTROS FLS	24	22	16	25	25	24	22	15	19	20	17	17	246
SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	9	6	7	4	10	15	9	9	16	14	12	7	118
SENSOR NIVEL MTV	4	2	6	2	2	0	4	2	0	0	3	2	27
KIT REPARACION INYECTORES OMVL	12	17	21	17	17	18	16	15	18	14	13	13	191
BOBINAS	34	30	42	40	28	28	32	24	24	30	30	34	376
KIT REPARACION REDUCTOR	16	20	11	13	15	18	23	14	12	12	15	12	181
NIPLE CON O'RING	22	14	22	18	22	32	34	34	22	12	26	18	276
MULTIVALVULAS	6	6	7	4	2	2	4	4	4	4	4	4	51
TANQUES	1	1	1	0	0	0	0	0	3	3	2	4	15
MANGUERAS Y CAÑERÍAS	28	20	16	24	24	8	24	24	16	32	12	20	248
TOMAS DE CARGA	5	1	5	0	2	0	0	0	1	2	3	1	20

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 47. Tamaño de lote por cada repuesto y accesorios**

REPUESTO Y ACCESORIOS	Tamaño de Lote
Reductor	30
Filtros FLS	50
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	10
Sensor de nivel MTV	10
KIT reparación inyectores OMVL	30
Bobinas	30
KIT reparación reductor	25
Niple con o'ring	50
Multiválvulas	10
Tanques	5
Mangueras y cañerías	30
Tomas de carga	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 48. Requerimiento de repuestos y accesorios

MES	REPUESTO Y ACCESORIOS	Stock Inicial	Necesario	Ordenado	A Comprar Teórico	# Lotes a comprar	A comprar Real	Stock Final
BIMESTRE 1	REDUCTOR	4	32,000	0	28,000	1	30	2
	FILTROS FLS	10	46,000	0	36,000	1	50	14
	SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	2	15,000	0	13,000	2	20	7
	SENSOR NIVEL MTV	1	6,000	0	5,000	1	10	5
	KIT REPARACION INYECTORES OMVL	0	29,000	30	0,000	0	0	1
	BOBINAS	12	64,000	0	52,000	2	60	8
	KIT REPARACION REDUCTOR	0	36,000	25	11,000	1	25	14
	NIPLE CON O'RING	3	36,000	0	33,000	1	50	17
	MULTIVALVULAS	0	12,000	10	2,000	1	10	8
	TANQUES	1	2,000	0	1,000	1	5	4
	MANGUERAS Y CAÑERÍAS	10	48,000	0	38,000	2	60	22
	TOMAS DE CARGA	1	6,000	0	5,000	1	5	0
BIMESTRE 2	REDUCTOR	2	25,000	0	23,000	1	30	7
	FILTROS FLS	14	41,000	0	27,000	1	50	23
	SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	7	11,000	0	4,000	1	10	6
	SENSOR NIVEL MTV	5	8,000	0	3,000	1	10	7
	KIT REPARACION INYECTORES OMVL	1	38,000	0	37,000	2	60	23
	BOBINAS	8	82,000	0	74,000	3	90	16
	KIT REPARACION REDUCTOR	14	24,000	0	10,000	1	25	15
	NIPLE CON O'RING	17	40,000	0	23,000	1	50	27
	MULTIVALVULAS	8	11,000	0	3,000	1	10	7
	TANQUES	4	1,000	0	0,000	0	0	3
	MANGUERAS Y CAÑERÍAS	22	40,000	0	18,000	1	30	12
	TOMAS DE CARGA	0	5,000	5	0,000	0	0	0

BIMESTRE 3	REDUCTOR	7	20,000	0	13,000	1	30	17
	FILTROS FLS	23	49,000	0	26,000	1	50	24
	SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	6	25,000	0	19,000	2	20	1
	SENSOR NIVEL MTV	7	2,000	0	0,000	0	0	5
	KIT REPARACION INYECTORES OMVL	23	35,000	0	12,000	1	30	18
	BOBINAS	16	56,000	0	40,000	2	60	20
	KIT REPARACION REDUCTOR	15	33,000	25	0,000	0	0	7
	NIPLE CON O'RING	27	54,000	0	27,000	1	50	23
	MULTIVALVULAS	7	4,000	0	0,000	0	0	3
	TANQUES	3	0,000	0	0,000	0	0	3
	MANGUERAS Y CAÑERÍAS	12	32,000	0	20,000	1	30	10
	TOMAS DE CARGA	0	2,000	0	2,000	1	5	3
BIMESTRE 4	REDUCTOR	17	32,000	0	15,000	1	30	15
	FILTROS FLS	24	37,000	0	13,000	1	50	37
	SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	1	18,000	0	17,000	2	20	3
	SENSOR NIVEL MTV	5	6,000	10	0,000	0	0	9
	KIT REPARACION INYECTORES OMVL	18	31,000	0	13,000	1	30	17
	BOBINAS	20	56,000	0	36,000	2	60	24
	KIT REPARACION REDUCTOR	7	37,000	25	5,000	1	25	20
	NIPLE CON O'RING	23	68,000	0	45,000	1	50	5
	MULTIVALVULAS	3	8,000	0	5,000	1	10	5
	TANQUES	3	0,000	0	0,000	0	0	3
	MANGUERAS Y CAÑERÍAS	10	48,000	0	38,000	2	60	22
	TOMAS DE CARGA	3	0,000	0	0,000	0	0	3
BIMESTRE 5	REDUCTOR	15	29,000	30	0,000	0	0	16
	FILTROS FLS	37	39,000	0	2,000	1	50	48
	SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	3	30,000	0	27,000	3	30	3

	SENSOR NIVEL MTV	9	0,000	0	0,000	0	0	9
	KIT REPARACION INYECTORES OMVL	17	32,000	0	15,000	1	30	15
	BOBINAS	24	54,000	0	30,000	1	30	0
	KIT REPARACION REDUCTOR	20	24,000	0	4,000	1	25	21
	NIPLE CON O'RING	5	34,000	0	29,000	1	50	21
	MULTIVALVULAS	5	8,000	0	3,000	1	10	7
	TANQUES	3	6,000	0	3,000	1	5	2
	MANGUERAS Y CAÑERÍAS	22	48,000	0	26,000	1	30	4
	TOMAS DE CARGA	3	3,000	5	0,000	0	0	5
BIMESTRE 6	REDUCTOR	16	21,000	0	5,000	1	30	25
	FILTROS FLS	48	34,000	0	0,000	0	0	14
	SENSOR T°, MAP, ECU, PORTAFUSIBLES, CONMUTADOR	3	19,000	0	16,000	1	10	-6
	SENSOR NIVEL MTV	9	5,000	0	0,000	0	0	4
	KIT REPARACION INYECTORES OMVL	15	26,000	0	11,000	1	30	19
	BOBINAS	0	64,000	0	64,000	1	30	-34
	KIT REPARACION REDUCTOR	21	27,000	0	6,000	1	25	19
	NIPLE CON O'RING	21	44,000	0	23,000	1	50	27
	MULTIVALVULAS	7	8,000	0	1,000	1	10	9
	TANQUES	2	6,000	5	0,000	0	0	1
	MANGUERAS Y CAÑERÍAS	4	32,000	30	0,000	0	0	2
	TOMAS DE CARGA	5	4,000	0	0,000	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Pérdida después de aplicar la mejora

Tabla n.º 49. Mantenimientos no atendidos para el periodo 2018

Repuesto y accesorios	MANTENIMIENTOS NO ATENDIDOS POR MESES PARA EL PERIODO 2018												Total	
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre		
Reductor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtros FLS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sensor de nivel MTV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KIT reparación inyectores OMVL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bobinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KIT reparación reductor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niple con o'ring	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Multiválvulas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mangueras y cañerías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tomas de carga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Total de mantenimientos no atendidos</b>	0
---	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 50. Tiempo a utilizar en los mantenimientos a ser atendidos

MANTENIMIENTO O ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	Mantenimientos no atendidos
Mantenimiento I: Mantenimiento y/o cambio de accesorios del riel de inyectores y cambio de filtro de fase gaseosa.	29	0
Mantenimiento II: Diagnosticar, inspeccionar y/o cambiar sensor de temperatura T° de reductor, MAP, ECU, porta fusibles y conmutador	46	0
Mantenimiento III: Inspección o cambio de bobinas (MTV y Reductor)	21	0
Mantenimiento IV: Cambio o mantenimiento de reductor, kit de reparación de reductor, niple con o'ring y mangueras.	65	0
Mantenimiento V: Inspección o cambio de toma de carga, multivalvula, tanque, sensor de nivel de MTV y cañerías de 6 y 8 mm de diámetro.	59	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 51. Pérdidas por costos de repuestos y mantenimiento a perder para el periodo 2018

Repuesto y accesorios	Pérdidas por costos de repuestos y mantenimiento periodo 2016																							
	Enero		febrero		marzo		abril		mayo		junio		julio		agosto		setiembre		octubre		noviembre		diciembre	
	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM	PCR	PCM
Reductor	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Filtros FLS	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Sensosr T°, MAP, ECU, Portafusibles	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Sensor de nivel MTV	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
KIT reparación inyectores OMVL	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Bobinas	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
KIT reparación reductor	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Niple con o'ring	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Multivalvulas	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Tanques	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Mangueras y cañerías	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
Tomas de carga	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00
TOTAL	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 0,00

Pérdida 2 (Cr1) S/. -

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La gestión de recursos humanos contribuye a que los colaboradores que integran la empresa Visa Gas apoyen al logro de los objetivos. Es una de las principales funciones de la empresa y es por eso que la manera en que la empresa pretende encontrar a los colaboradores más adecuados para cada puesto y para cada momento; que tengan la formación suficiente para desempeñar las tareas que le son encomendadas y desarrollen su trabajo de manera eficiente para alcanzar los fines de la empresa.

La importancia de la gestión de los recursos humanos radica en que actualmente la empresa debe dar respuestas a los cambios tecnológicos en los equipos usados en mantenimiento y para la conversión a GLP.

### 4.2.1. Causa raíz n.º 2. Ausencia de capacitación en mantenimiento

La causa de ausencia de capacitación es observada debido a los múltiples reclamos y quejas de los clientes por mantenimientos deficientes, que generan reproceso generando pérdidas económicas para la empresa.

### 4.2.2. Diagnóstico de la pérdida

El diagnóstico de la pérdida se realizó mediante la contabilización de los reprocesos mes a mes de acuerdo a los repuestos y accesorios cambiados por mantenimiento. A continuación se detalla en las tablas siguientes los montos de la pérdida.

**Tabla n.º 52. Costo de pérdida por reproceso**

Repuesto y accesorios	Pérdida por reprocesos
Reductor	S/. 40,00
Filtros FLS	S/. 10,00
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	S/. 120,00
Sensor de nivel MTV	S/. 25,00
KIT reparación inyectores OMVL	S/. 45,00
Bobinas	S/. 10,00
KIT reparación reductor	S/. 42,00
Niple con o'ring	S/. 12,00
Multiválvula	S/. 35,00
Tanques	S/. 70,00
Mangueras y cañerías	S/. 25,00
Tomas de carga	S/. 10,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 53. Reprocesos de mantenimiento por mes del periodo 2017

Repuesto y accesorios	REPROCESOS DE MANTENIMIENTO POR MES DEL PERIODO 2017											
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Reductor	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Filtros FLS	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
Sensor de nivel MTV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KIT reparación inyectores OMVL	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bobinas	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KIT reparación reductor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Niple con o'ring	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Multiválvulas	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mangueras y cañerías	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tomas de carga	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 54. Pérdida por reprocesos de mantenimiento

Repuesto y accesorios	Pérdida por reprocesos de mantenimiento por mes del periodo 2017											
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Reductor	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. -	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00	S/. 40,00
Filtros FLS	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 10,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 20,00	S/. 20,00	S/. 20,00
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	S/. 120,00	S/. -	S/. 120,00	S/. -	S/. -	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. -	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00
Sensor de nivel MTV	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
KIT reparación inyectores OMVL	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 90,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00	S/. 45,00
Bobinas	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 20,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00	S/. 10,00
KIT reparación reductor	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00	S/. 42,00
Niple con o'ring	S/. 12,00	S/. -	S/. 12,00	S/. 12,00	S/. 12,00	S/. 12,00	S/. 12,00	S/. 12,00	S/. 12,00	S/. -	S/. 12,00	S/. 12,00
Multiválvulas	S/. -	S/. 35,00	S/. 35,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Tanques	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Mangueras y cañerías	S/. 25,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 25,00	S/. -	S/. -
Tomas de carga	S/. 10,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 324,00</b>	<b>S/. 192,00</b>	<b>S/. 369,00</b>	<b>S/. 169,00</b>	<b>S/. 129,00</b>	<b>S/. 289,00</b>	<b>S/. 289,00</b>	<b>S/. 159,00</b>	<b>S/. 279,00</b>	<b>S/. 302,00</b>	<b>S/. 289,00</b>	<b>S/. 289,00</b>

<b>Pérdida anual por falta de capacitación</b>	<b>S/. 3 079,00</b>
--	---------------------

Fuente: Elaboración propia



### 4.2.3. Propuesta de capacitaciones

#### 4.2.3.1. Plan de Capacitación

Las técnicas de capacitación están influidas por la mejora que se desea conseguir, en este caso se desea incrementar los conocimientos, desarrollar habilidades de mantenimiento y desarrollar actitudes con los colaboradores.

El principal objetivo de la mejora es poder expresar las conductas de trabajo deseadas en términos operacionales; la especificación de las conductas debe incluir las acciones y deberes concretos que han de realizarse, y estas especificaciones conductuales constituyen las conductas terminales que serán desarrolladas por medio de la capacitación.

Una vez que el personal se encuentre bien entrenado, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas pues en su mayoría son las que incurren en costos mayores continuamente. El mantenimiento del vehículo a cargo, la instalación (dispositivos mecánicos y electrónicos de GLP), ajustes de piezas mecánicas, la inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del motor del vehículo que funciona a GLP.

Los temas a tratar en las capacitaciones se pueden ver en el Anexo n.º 3. Programa de capacitaciones de mantenimiento, certificación e instalación de vehículos convertidos a gas.

También se tiene un formato de capacitaciones para ser llenado por los asistentes. Ver anexo n.º 4.

#### 4.2.4. Pérdida después de la aplicación de mejora en la CR2

Tabla n.º 55. Costo de pérdida por reproceso después de la mejora

Repuesto y accesorios	Pérdida por reprocesos
Reductor	S/. 40,00
Filtros FLS	S/. 10,00
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	S/. 120,00
Sensor de nivel MTV	S/. 25,00
KIT reparación inyectores OMVL	S/. 45,00
Bobinas	S/. 10,00
KIT reparación reductor	S/. 42,00
Niple con o'ring	S/. 12,00
Multiválvulas	S/. 35,00
Tanques	S/. 70,00
Mangueras y cañerías	S/. 25,00
Tomas de carga	S/. 10,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 56. Reprocesos de mantenimiento por mes para el periodo 2018

Repuesto y accesorios	REPROCESOS DE MANTENIMIENTO POR MES											
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Reductor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtros FLS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sensor de nivel MTV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KIT reparación inyectores OMVL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bobinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KIT reparación reductor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Niple con o'ring	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Multiválvulas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mangueras y cañerías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tomas de carga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 57. Pérdida por reprocesos de mantenimiento para el periodo 2018

Repuesto y accesorios	PÉRDIDA POR REPROCESOS DE MANTENIMIENTO POR MES											
	Enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Reductor	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Filtros FLS	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Sensor T°, MAP, ECU, Portafusibles, Conmutador	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Sensor de nivel MTV	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
KIT reparación inyectores OMVL	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Bobinas	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
KIT reparación reductor	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Niple con o'ring	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Multiválvulas	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Tanques	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Mangueras y cañerías	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Tomas de carga	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>	<b>S/. 0,00</b>

<b>Pérdida anual por falta de capacitación</b>	<b>S/. 0,00</b>
--	-----------------

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. GESTIÓN POR PROCESOS

El mantenimiento y control de cada proceso, o del conjunto de procesos, debe ir a cargo del supervisor de mantenimiento y es él quien toma las decisiones relacionadas con mejorarlo o eliminarlo así como analizar su efectividad y medir su rendimiento. Todos estos criterios relacionados con el control de resultados de los procesos son conocidos como variables de control y es una parte determinante de la gestión basada por procesos.

Este estudio servirá para renovar los diagramas analíticos de procesos anteriores así como para conocer todos los cambios que ha habido, en un período de tiempo limitado, en los procesos.

#### 4.3.1. Causa raíz n.º 3. Falta de un plan de trabajo

No existe un plan de trabajo programado, para poder atender la demanda de mantenimiento de vehículos convertidos a gas, la atención se aplicaba de acuerdo al orden de llegada, generando una demora en la cola de espera, por lo cual muchos clientes no esperaban y se retiraban del taller.

#### 4.3.2. Diagnóstico de la pérdida de la CR3

Tabla n.º 58. Resumen de tiempos por actividad en minutos

Mantenimiento o actividad	Tiempo (min)	Suma de T (min)	Tiempo (H)
Cambio de filtro de fase gaseosa	10	39	0,65
Cambio de accesorios del riel de inyectores	29		
Cambiar sensor de temperatura T° de reductor	11	73	1,22
Cambiar conmutador de combustible	13		
Cambiar sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)	14		
Cambiar porta fusible	12		
Cambiar unidad de control electrónico (ECU)	23		
Cambiar bobina de reductor	22	22	0,37
Cambio de mangueras de agua de reductor	24	128	2,13
Cambiar niples de agua de reductor	32		
Cambio de reductor	30		
Cambiar diafragmas de reductor	42	164	2,73
Cambio de toma de carga	18		
Cambio de cañería de 8mm	25		
Cambiar multiválvula de Tanque GLP	29		
Cambiar tanque de GLP	39		
Cambiar cañería de 6 mm	38		
Cambiar sensor de nivel	15		

**7,10**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 59. Resumen de tiempos optimizados y estandarizados por actividad en minutos**

Mantenimiento o actividad	Tiempo (min)	Tiempo (H)	Tiempo optimizado (H)
Mantenimiento I: Mantenimiento y/o cambio de accesorios del riel de inyectores y cambio de filtro de fase gaseosa.	29	0,48	0,17
Mantenimiento II: Diagnosticar, inspeccionar y/o cambiar sensor de temperatura T° de reductor, MAP, ECU, porta fusibles y conmutador	46	0,77	0,44
Mantenimiento III: Inspección o cambio de bobinas (MTV y Reductor)	21	0,35	0,01
Mantenimiento IV: Cambio o mantenimiento de reductor, kit de reparación de reductor, niple con o´ring y mangueras.	65	1,09	1,04
Mantenimiento V: Inspección o cambio de toma de carga, multiválvula, tanque, sensor de nivel de MTV y cañerías de 6 y 8 mm de diámetro.	59	0,98	1,75
		3,68	<b>3,42</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 60. Pérdida por falta de un plan de trabajo**

Horas	H/Año	Observación
Horas disponibles para mantenimiento(7.11 H/día)	8 873,28	Se usa 53.4 minutos por día para Limpieza
Horas disponibles para mantenimiento optimizado (6.59 H/día)	5 693,76	Se usa 54.6 minutos en promedio para Limpieza + recepción de órdenes y vehículos + Charlas de 5´ y 30 minutos para atención de los mantenimientos no atendidos

Número de mantenimientos anual	1 250
Numero de mantenimientos anual con la optimización	1 549

Horas totales por 4 técnicos mecánicos	9 984
Horas totales por 3 técnicos mecánicos (Optimizado)	7 014
Diferencia del total de horas (# de horas)	2 970
<b>Costo de la pérdida</b>	<b>S/. 18,165.63</b>

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Propuesta de un plan de trabajo optimizado

La propuesta desarrollada para la causa raíz falta de un plan de trabajo es la optimización de los diagramas analítico de procesos o actividades, mediante un estudio de tiempos y aplicando la gestión de actividades a corto plazo.

#### 4.3.3.1. Estudio de tiempos

El gerente de Visa Gas a concluido que la velocidad de las operaciones son regulares y las califica con 95 % (Habilidades: Buena C<sub>1</sub> +0,06; Esfuerzo: aceptable E<sub>2</sub> -0,08; Condiciones: aceptable E -0,03 y Consistencia: promedio D 0,00). Por tanto la valoración es de 0.95. Además el tiempo asignado a los trabajadores de la empresa Visa Gas es de 5 % (hombres) y por trabajos ligeros es de 8 %, no se considera tiempos asociados por demora porque se cuenta con stock de repuestos y accesorios. El tiempo de las actividades está dado en minutos.

**Tabla n.º 61. Mantenimiento I: Mantenimiento y/o cambio de accesorios del riel de inyectores y cambio de filtro de fase gaseosa.**

Tarea	Tiempo observado en ciclos					ΣT	X̄	TN	TS	Desv.
	T1	T2	T3	T4	T5					
Inspección de piezas	4	5	4	4	4	21,35	4,3	4,1	29	0,23
Preparar herramientas	2	2	2	2	2	9,25	1,9	1,8		0,10
Aflojar abrazaderas y desconectar mangueras de GLP, enchufe de inyectores.	2	2	2	2	2	9,40	1,9	1,8		0,10
Retirar filtro y riel de inyectores.	1	1	1	1	1	4,54	0,9	0,9		0,05
Trasportar a la mesa de trabajo las piezas.	2	2	2	2	2	9,73	1,9	1,9		0,11
Limpieza y desarmado del riel de inyectores	4	4	4	4	5	21,24	4,2	4,1		0,24
Cambiar o limpiar y armar accesorios del riel de inyectores	3	3	3	3	3	14,59	2,9	2,8		0,16
Trasportar el nuevo filtro y el riel de inyectores al vehículo	2	2	2	2	2	9,63	1,9	1,8		0,11
Montar el nuevo filtro y el riel de inyectores, conectando y ajustando las abrazaderas y enchufes de inyectores.	4	4	4	4	4	18,90	3,8	3,6		0,20
Inspeccionar el nuevo filtro y el riel de inyectores con el motor encendido.	1,50	2,00	1,70	1,65	1,77	8,22	1,6	1,6		0,09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 62. Mantenimiento II: Diagnosticar, inspeccionar y/o cambiar sensor de temperatura T° de reductor, MAP, ECU, porta fusibles y conmutador**

Tarea	Tiempo observado en ciclos					$\Sigma T$	$\bar{X}$	TN	TS	Desv.
	T1	T2	T3	T4	T5					
Preparar equipo de inspección y herramientas	5	4	4	4	4	22,0	4,4	4,2	46	0,24
Conectar Laptop - pc, escáner al interfaz del vehículo.	5	4	5	5	4	23,0	4,6	4,5		0,26
Inspeccionar parte electrónica del kit de GLP	7	7	7	8	7	36,0	7,2	6,9		0,40
Después de diagnosticar e identificar la pieza electrónica averiada se indicara su cambio o mantenimiento.	15	14	13	14	13	69,0	13,8	13,2		0,75
Cambiar pieza y programar con la Laptop - pc.	3	3	3	2	3	13,2	2,6	2,5		0,15
Inspección del vehículo con prueba de ruta.	8,0	8,0	9,0	8,9	8,0	41,9	8,4	8,0		0,47

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 63. Mantenimiento III: Inspección o cambio de bobinas (MTV y Reductor)**

Tarea	Tiempo observado en ciclos					$\Sigma T$	$\bar{X}$	TN	TS	Desv.
	T1	T2	T3	T4	T5					
Inspeccionar e identificar bobinas averiadas.	5	4	4	4	4	22	4,4	4,2	21	0,24
Preparar herramientas	2	2	2	2	2	9	1,9	1,8		0,10
Desmontar bobina averiada y hacer entrega de la misma al cliente.	4	5	4	5	5	23	4,5	4,3		0,25
Transportar la nueva bobina al vehículo	2	2	2	2	2	9	1,8	1,7		0,09
Montar la nueva bobina	5	5	5	4	5	24	4,7	4,5		0,26
Inspeccionar con motor encendido	1,6	1,7	1,5	1,8	1,6	8,1	1,6	1,6		0,09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 64. Mantenimiento IV: Cambio o mantenimiento de reductor, kit de reparación de reductor, niple con o´ring y mangueras.**

Tarea	Tiempo observado en ciclos					$\Sigma T$	$\bar{X}$	TN	TS	Desv.
	T1	T2	T3	T4	T5					
Inspección del reductor	1,8	1,9	1,7	2,0	1,9	9,25	1,85	1,78	65	0,10
Preparar herramientas	2,7	3,0	2,8	3,0	3,1	14,59	2,92	2,80		0,16
Vaciar el refrigerante del radiador del motor	4,8	4,9	4,3	4,7	4,3	22,96	4,59	4,41		0,25
Desmontar las mangueras de agua, GLP, cañerías de GLP, enchufes del sensor de temperatura y bobina.	4,0	4,6	4,4	4,0	4,4	21,35	4,27	4,10		0,23
Desmontar y trasladar el reductor a la mesa de trabajo.	5,0	5,6	5,4	5,7	5,9	27,60	5,52	5,30		0,31
Limpieza del reductor	4,0	4,1	4,1	4,4	4,6	21,24	4,25	4,08		0,24
Desarmado del reductor y limpieza de accesorios	9,0	8,0	9,2	8,1	8,6	42,90	8,58	8,24		0,47
Retiro de accesorios averiados: Diafragmas, niples con o´ring y mangueras.	2,0	1,9	2,0	1,7	2,0	9,63	1,93	1,85		0,11
Armar reductor con accesorios nuevos	7,3	7,0	7,4	7,1	8,1	36,93	7,39	7,09		0,40
Transportar el reductor al vehículo para su montaje	2,3	2,6	2,7	2,7	2,6	12,85	2,57	2,47		0,14
Montar el reductor y conectar mangueras de agua y de GLP, cañería, enchufes de sensor de temperatura y bobina.	6,9	7,0	7,5	6,4	7,4	35,20	7,04	6,76		0,39
Llenar el refrigerante al radiador	2,4	2,5	2,7	2,8	2,7	13,05	2,61	2,51		0,14
Inspeccionar el montaje del reductor con el motor encendido	4,6	4,0	4,1	4,3	4,5	21,50	4,30	4,13		0,23

Fuente: Elaboración propia



**Tabla n.º 65. Mantenimiento V: Inspección o cambio de toma de carga, multiválvula, tanque, sensor de nivel de MTV y cañerías de 6 y 8 mm de diámetro.**

Tarea	Tiempo observado en ciclos					ΣT	X̄	TN	TS	Desv.
	T1	T2	T3	T4	T5					
Inspección de piezas y accesorios	4,0	3,5	3,6	3,9	3,5	18,4	3,7	3,5	59	0,20
Diagnosticar e identificar piezas y accesorios para su cambio.	7,8	8,3	8,6	8,4	7,4	40,5	8,1	7,8		0,44
Preparar herramientas.	5,0	5,6	5,4	5,7	5,9	27,6	5,5	5,3		0,31
Desmontar según diagnostico la pieza o accesorio averiado.	8,6	8,3	7,4	7,6	7,9	39,8	8,0	7,6		0,44
Transportar a la mesa de trabajo la pieza o accesorio averiado.	3,6	3,2	3,7	3,6	3,4	17,5	3,5	3,4		0,18
Limpieza y desarmado de la pieza en mantenimiento.	8,6	7,6	8,5	8,1	7,5	40,3	8,1	7,7		0,45
Cambio de la pieza o accesorio.	4,0	4,6	4,4	4,0	4,4	21,4	4,3	4,1		0,23
Trasportar la pieza o accesorio al vehículo.	2,3	2,6	2,7	2,7	2,6	12,9	2,6	2,5		0,14
Montaje de la pieza o accesorio nuevo	4,0	4,1	4,7	4,2	4,3	21,3	4,3	4,1		0,22
Inspeccionar la pieza o accesorio con el motor encendido	4,4	4,1	4,2	4,7	4,0	21,4	4,3	4,1		0,23

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 66. Resumen de tiempos estandarizados y optimizados por actividad en minutos**

Mantenimiento o actividad	Tiempo S (min)	
Mantenimiento I: Mantenimiento y/o cambio de accesorios del riel de inyectores y cambio de filtro de fase gaseosa.	29	
Mantenimiento II: Diagnosticar, inspeccionar y/o cambiar sensor de temperatura T° de reductor, MAP, ECU, porta fusibles y conmutador	46	
Mantenimiento III: Inspección o cambio de bobinas (MTV y Reductor)	21	
Mantenimiento IV: Cambio o mantenimiento de reductor, kit de reparación de reductor, niple con o ring y mangueras.	65	
Mantenimiento V: Inspección o cambio de toma de carga, multiválvula, tanque, sensor de nivel de MTV y cañerías de 6 y 8 mm de diámetro.	59	
<b>Pérdida 2 de causa raíz 3</b>	<b>H/AÑO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
Horas disponibles para mantenimiento	6655,0	Se usa 53.4 minutos por día para Limpieza
Horas disponibles para mantenimiento optimizado (7.09 H/día)	6125,8	Se usa 54.6 minutos en promedio para Limpieza
Número de mantenimientos anual	937	
Numero de mantenimientos anual con la optimización	1666	
Horas totales por 4 técnicos mecánicos	7488	
Horas totales por 3 técnicos mecánicos (Optimizado)	7446	
Diferencia del total de horas (# de horas)	42	
<b>Costo de la pérdida</b>	<b>S/. 259,78</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3.2. Diagramas analíticos de procesos optimizados

Tabla n.º 67. Mantenimiento I

ACTIVIDADES OPTIMIZADAS DE MANTENIMIENTO									
Operario/material/equipo									
Diagrama N°: 01		Hoja N°: 01		RESUMEN					
Objeto:				Actividad	Actual	Prop	Econ		
Mantenimiento I				Operación	18 min				
				Transporte	3 min				
Actividad:				Espera					
Mantenimiento y/o cambio de accesorios del riel de inyectores y cambio de filtro de fase gaseosa.				Inspección	6 min				
				Almacena	2 min				
Método: Optimización por combinación y simplificación de actividades y tareas.				Distancia					
Lugar: Área de mantenimiento				Tiempo					
Operario: Técnico N° 1				Costos					
				M Obra					
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017				Material					
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017				Total	29				
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	□	□	▽	Observación	
Inspección de piezas		6						diagnosticar	
Preparar herramientas		2							
Aflojar abrazaderas y desconectar mangueras de GLP, enchufe de inyectores.		2							
Retirar filtro y riel de inyectores.		1							
Trasportar a la mesa de trabajo las piezas.		2						Realizar el transporte en 1 minuto	
Limpieza y desarmado del riel de inyectores		5							
Cambiar o limpiar y armar accesorios del riel de inyectores		3							
Trasportar el nuevo filtro y el riel de inyectores al vehículo		2						Realizar el transporte en 1 minuto	
Montar el nuevo filtro y el riel de inyectores, conectando y ajustando las abrazaderas y enchufes de inyectores.		4							
Inspeccionar el nuevo filtro y el riel de inyectores con el motor encendido.		2							

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 68. Mantenimiento II

				Operario/material/equipo				
Diagrama N°: 02		Hoja N°: 02		RESUMEN				
Objeto:				Actividad	Actual	Prop	Econ	
Mantenimiento II				Operación	28 min			
				Transporte				
Actividad:				Espera				
Diagnosticar, inspeccionar y/o cambiar sensor de temperatura T° de reductor, MAP, ECU, porta fusibles y conmutador				Inspección	18 min			
				Almacena				
Método: Optimización por combinación y simplificación de actividades y tareas.				Distancia				
Lugar: Área de mantenimiento				Tiempo				
Operario: Técnico N° 1				Costos				
				M Obra				
Compuesto por:		Fecha: 03/07/2017		Material				
Aprobado por: Supervisor		Fecha: 03/07/2017		Total	46			
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	□	□	▽	Observación
Preparar equipo de inspección y herramientas		5	●					
Conectar Laptop - pc, escaner al interfaz del vehículo.		5	●					
Inspeccionar parte electrónica del kit de GLP		8						
Después de diagnosticar e identificar la pieza electrónica averiada se indicara su cambio o mantenimiento.		15	●					Realizar el diagnóstico en 7 minutos
Cambiar pieza y programar con la Laptop - pc.		3	●					
Inspección del vehículo con prueba de ruta.		10	●					Realizar la inspección 3

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 69. Mantenimiento III

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 03	Hoja N°: 03	RESUMEN						
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Mantenimiento III		Operación	12 min					
		Transporte	2 min					
Actividad:		Espera						
Inspección o cambio de bobinas (MTV y Reductor)		Inspección	7 min					
		Almacena						
Método: Optimización por combinación y simplificación de actividades y tareas.		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1 y N°2		Costos						
		M Obra						
Compuesto por:	Fecha: 03/07/2017	Material						
Aprobado por: Supervisor	Fecha: 03/07/2017	Total	21					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	◐	◑	▽	Observación
Inspeccionar e identificar bobinas averiadas.		5						diagnosticar
Preparar herramientas		2						
Desmontar bobina averiada y hacer entrega de la misma al cliente.		5						
Transportar la nueva bobina al vehículo		2						
Montar la nueva bobina		5						
Inspeccionar con motor encendido		2						

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 70. Mantenimiento IV

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 04 Hoja N°: 04		RESUMEN						
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Mantenimiento IV		Operación	54 min					
		Transporte	3 min					
Actividad:		Espera						
Cambio o mantenimiento de reductor, kit de reparación de reductor, niple con o´ring y mangueras.		Inspección	7 min					
		Almacena	1 min					
Método: Optimización por combinación y simplificación de actividades y tareas.		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico N° 1		Costos						
		M.Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total	65					
DESCRIPCION	d	t	○	⇒	D	□	▽	Observación
Inspección del reductor		2						diagnosticar
Preparar herramientas		3						
Vaciar el refrigerante del radiador del motor		5						
Desmontar las mangueras de agua, GLP, cañerías de GLP, enchufes del sensor de temperatura y bobina.		5						
Desmontar y trasladar el reductor a la mesa de trabajo.		6						Realizar el desmontaje en 5 minutos
Limpieza del reductor		5						
Desarmado del reductor y limpieza de accesorios		10						
Retiro de accesorios averiados: Diafragmas, niples con o´ring y mangueras.		2						
Armar reductor con accesorios nuevos		8						
Transportar el reductor al vehículo para su montaje		3						
Montar el reductor y conectar mangueras de agua y de GLP, cañería, enchufes de sensor de temperatura y bobina.		8						
Llenar el refrigerante al radiador		3						
Inspeccionar el montaje del reductor con el motor encendido		5						

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 71. Mantenimiento V

		Operario/material/equipo						
Diagrama N°: 05 Hoja N°: 05		RESUMEN						
Objeto:		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Mantenimiento V		Operación	33 min					
		Transporte	7 min					
Actividad:		Espera						
Inspección o cambio de toma de carga, multivalvula, tanque, sensor de nivel de MTV y cañerías de 6 y 8 mm de diámetro.		Inspección	19 min					
		Almacenamiento						
Método: Optimización por combinación y simplificación de actividades y tareas.		Distancia						
Lugar: Área de mantenimiento		Tiempo						
Operario: Técnico Mecánico N° 1		Costos						
		M Obra						
Compuesto por: Fecha: 03/07/2017		Material						
Aprobado por: Supervisor Fecha: 03/07/2017		Total	59					
DESCRIPCION	d	t(mi n)	○	⇒	▷	□	▽	Observación
Inspección de piezas y accesorios		4				●		Diagnosticar
Diagnosticar e identificar piezas y accesorios para su cambio.		10				●		
Preparar herramientas.		3	●					
Desmontar según diagnositto la pieza o accesorio averiado.		10	●					
Transportar a la mesa de trabajo la pieza o accesorio averiado.		4		●				
Limpieza y desarmado de la pieza en mantenimiento.		10	●					
Cambio de la pieza o accesorio.		5	●					
Trasportar la pieza o accesorio al vehículo.		3		●				
Montaje de la pieza o accesorio nuevo		5	●					
Inspeccionar la pieza o accesorio con el motor encendido		5				●		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3.3. Programación de actividades de muy corto plazo

**Tabla n.º 72. Primero en llegar primero en servir**

Nro.	T. Proc.	T. entrega	T. Flujo	Retraso
V1-M1	29	50	29	
V2-M2	46	60	75	15
V3-M3	21	40	96	56
V4-M4	65	90	162	72
V5-M5	59	80	221	141
Tot.			582	283

Resumen	
Tiempo promedio de flujo:	<b>116</b>
Retraso promedio:	<b>57</b>
Cantidad de trabajos tardíos:	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 73. Tiempo mínimo de procesamiento**

Nro.	T. Proc.	T. entrega	T. Flujo	Retraso
V3-M3	21	40	21	
V1-M1	29	50	50	
V2-M2	46	60	96	36
V5-M5	59	80	155	75
V4-M4	65	90	221	131
TOT.			543	242

Resumen	
Tiempo promedio de flujo:	<b>109</b>
Retraso promedio:	<b>48</b>
Cantidad de trabajos tardíos:	<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 74. Tiempo mínimo de entrega**

Nro.	T. Proc.	T. entrega	T. Flujo	Retraso
V3-M3	21	40	40	0
V1-M1	29	50	90	40
V2-M2	46	60	150	90
V5-M5	59	80	230	150
V4-M4	65	90	320	230
TOT.			830	510

Resumen	
Tiempo promedio de flujo:	<b>166</b>
Retraso promedio:	<b>102</b>
Cantidad de trabajos tardíos:	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 75. Último en llegar primero en servir**

Nro.	T. Proc.	T. entrega	T. Flujo	Retraso
V5-M5	59	80	59	
V4-M4	65	90	124	34
V3-M3	21	40	146	106
V2-M2	46	60	192	132
V1-M1	29	50	221	171
Tot.			741	442

Resumen	
Tiempo promedio de flujo:	<b>148</b>
Retraso promedio:	<b>88</b>
Cantidad de trabajos tardíos:	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 76. Aleatorio**

Nro.	T. Proc.	T. entrega	T. Flujo	Retraso	Aleatorio
V5-M5	59	80	59		5
V1-M1	29	50	88	38	1
V2-M2	46	60	134	74	2
V4-M4	65	90	199	109	4
V3-M3	21	40	221	181	3
Tot.			700	401	

Resumen	
Tiempo promedio de flujo:	<b>140</b>
Retraso promedio:	<b>80</b>
Cantidad de trabajos tardíos:	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 77. Resumen**

Método	T. Flujo	T. Prom. Flujo	R. Promedio	Nº retraso
Primero en llegar primero en servir	582	116	57	4
Tiempo mínimo en procesamiento	543	109	48	3
Tiempo mínimo de entrega	830	166	102	4
Último en llegar primero en servir	741	148	88	4
Aleatorio	700	140	80	4

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la programación elegida del mantenimiento a corto plazo, se ha elaborado un formato de programación para el mantenimiento. Ver anexo n.º 5.



## **CAPÍTULO 5:**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA**

## 5.1. INVERSIÓN DE LA PROPUESTA

Para poder implementar la propuesta de mejora, se elaboró un presupuesto tomando en cuenta todas las causas raíces, procesos y colaboradores que estarán involucrados directamente con el desarrollo de las herramientas de mejora.

En los siguientes cuadros se detalla el costo de inversión para reducir cada una de las causas raíces con las herramientas seleccionadas que contribuirán a la rentabilidad de venta y mantenimiento de vehículos instalados a GLP de la empresa Visa Gas.

**Tabla n.º 78. Inversión para la propuesta de mejora del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad**

Nº CR	Causa raíz	Metodología	Detalle	Inversión	Inversión Total por Causa Raíz
Cr2	Ausencia de capacitación en mantenimiento	Gestión de RRHH	Elaboración de plan de capacitaciones	S/. 500,00	S/. 2 100,00
			Descripción de los componentes del kit secuencial a GLP	S/. 300,00	
			Funcionamiento de los componentes del kit secuencial de GLP	S/. 200,00	
			Control de emisiones contaminantes	S/. 400,00	
			Programación de software GLP	S/. 200,00	
			Técnicas de mantenimiento preventivo	S/. 200,00	
			Práctica de temas recibidos	S/. 300,00	
Cr3	Falta de un plan de trabajo	Gestión por procesos	Elaboración de diagramas de actividades	S/. 500,00	S/. 4 500,00
			Elaboración de procedimientos, manual de mantenimiento e instructivos	S/. 2 000,00	
			Mejora de procedimiento e instructivos.	S/. 2 000,00	
Cr1	Falta de planificación de compra de repuestos	Gestión estratégica	Elaboración del MRP	S/. 200,00	S/. 2 400,00
			Implementación de procedimientos e instructivos.	S/. 200,00	
			Compra de sistema de gestión comercial	S/. 2 000,00	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 79. Costos pre operativos y depreciación de equipos**

Máquina o equipo	COSTO	DEPRECIACIÓN
Máquina analizadora de Gases	S/. 18 271,75	S/. 1 827,18
Escaner automotriz	S/. 12 256,50	S/. 1 225,65
Elevador Hidráulico	S/. 9 319,00	S/. 931,90
Instrumentos mecánicos	S/. 7 455,50	S/. 745,55
	<b>S/. 47 302,75</b>	<b>S/. 4 730,28</b>

Fuente: Visa Gas

**Tabla n.º 80. Costos de reinversión**

Detalle	Inversión
Elaboración de plan de capacitaciones	S/. 500,00
Descripción de los componentes del kit secuencial a GLP	S/. 300,00
Funcionamiento de los componentes del kit secuencial de GLP	S/. 200,00
Control de emisiones contaminantes	S/. 400,00
Programación de software GLP	S/. 200,00
Técnicas de mantenimiento	S/. 200,00
Práctica de temas recibidos	S/. 300,00
<b>Total</b>	<b>S/. 2 100,00</b>

Fuente: Visa Gas

**Tabla n.º 81. Ahorros por la mejora de cada causa raíz**

Causa raíz	Ahorro
Falta de planificación de compra de repuestos	S/. 40 409,00
Falta de un plan de trabajo	S/. 17 905,85
Ausencia de capacitación en mantenimiento	S/. 3 079,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 82. Costos operativos de las mejoras**

Costos operativos	Costo
Requerimiento de materiales	S/. 2 201,54
Capacitación en descripción de los componentes del kit secuencial a GLP	S/. 155,94
Capacitación en funcionamiento de los componentes del kit secuencial de GLP	S/. 155,94
Capacitación en programación de software GLP	S/. 77,97
Capacitación en técnicas de mantenimiento	S/. 155,94
Capacitación en control de emisiones contaminantes	S/. 155,94
Práctica de temas recibidos durante la capacitación	S/. 779,71
Alquiler de local para capacitaciones	S/. 2 400,00
<b>Total</b>	<b>S/. 6 082,99</b>

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la siguiente plantilla se desarrolla el flujo de caja (inversión, egresos vs ingresos) proyectado a 5 años de la propuesta. Se considera que en el presente año se realiza la inversión y a partir del próximo año se perciben los ingresos y egresos que genera la propuesta de mejora, además se está considerando una reinversión de capacitación anual a partir del segundo año.

Para la evaluación económica se ha determinado un costo de oportunidad de 20 %, calculado con el dato riesgo Perú de 1.26 % en el mes de Marzo y la proyección de la inflación para el año 2018 de 2,8 %. **(Ver anexos N° 6; 7 y 8)**

Con lo cual se desea obtener una tasa de interés por parte del inversionista de 15 %. Según fórmula:

$$COK = (1 + T) * (1 + I) * (1 + R) - 1$$

Dónde:

T= Tasa de interés del inversionista

I= Inflación

R= Riesgo país

**Tabla n. ° 83. Información para evaluación económica**

<b>Ingresos por la propuesta:</b>	Ventas y ahorros
<b>Egresos por la propuesta:</b>	Costos operativos (Mat, MO, CI), Gastos administrativos y ventas, Depreciación, Intereses, Amortización de capital, Inversión inicial.
<b>Horizonte de evaluación</b>	Años

<b>Inversión total:</b>	<b>S/. 56 302,75</b>
<b>(Costo oportunidad) COK:</b>	<b>20%</b>
<b>Periodo de evaluación:</b>	<b>5 años</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n. ° 84. Estado de resultados**

<b>año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos		S/. 61 393,85	S/. 64 463,54	S/. 67 686,72	S/. 71 071,05	S/. 74 624,60
Costos operativos		S/. 6 082,99	S/. 6 387,14	S/. 6 706,50	S/. 7 041,82	S/. 7 393,91
Depreciación activos		S/. 4 730,28	S/. 4 730,28	S/. 4 730,28	S/. 4 730,28	S/. 4 730,28
GAV		S/. 608,30	S/. 638,71	S/. 670,65	S/. 704,18	S/. 739,39
Utilidad antes de impuestos		S/. 49 972,28	S/. 52 707,41	S/. 55 579,29	S/. 58 594,77	S/. 61 761,02
Impuesto a la renta (29.5 %)		S/. 14 741,82	S/. 15 548,69	S/. 16 395,89	S/. 17 285,46	S/. 18 219,50
Utilidad después de impuestos		S/. 35 230,46	S/. 37 158,72	S/. 39 183,40	S/. 41 309,31	S/. 43 541,52

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 85. Flujo de caja**

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Utilidad después de impuestos		S/. 35 230,46	S/. 37 158,72	S/. 39 183,40	S/. 41 309,31	S/. 43 541,52
Más depreciación		S/. 4 730,28	S/. 4 730,28	S/. 4 730,28	S/. 4 730,28	S/. 4 730,28
Inversión	S/. -56 302,75		S/. -2 100,00	S/. -2 100,00	S/. -2 100,00	S/. -2 100,00
	<b>S/. -56 302,75</b>	<b>S/. 39 960,73</b>	<b>S/. 41 889,00</b>	<b>S/. 43 913,68</b>	<b>S/. 48 139,59</b>	<b>S/. 48 271,80</b>

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Flujo neto de efectivo</b>	<b>S/. -56 302,75</b>	<b>S/. 39 960,73</b>	<b>S/. 41 889,00</b>	<b>S/. 43 913,68</b>	<b>S/. 48 139,59</b>	<b>S/. 48 271,80</b>

VAN	S/. 74 115,27
TIR	69,72%

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos		S/. 61 393,85	S/. 64 463,54	S/. 67 686,72	S/. 71 071,05	S/. 74 624,60
Egresos		S/. 21 433,11	S/. 22 574,54	S/. 23 773,04	S/. 25 031,46	S/. 26 352,81

VAN Ingresos	S/. 199 362,63
VAN Egresos	S/. 69 957,34
<b>B/C</b>	<b>2,85</b>

Fuente: Elaboración propia

Se logra percibir que se obtiene una ganancia al día de hoy de S/. 74 115,27, una tasa interna de retorno de 69,72 % y un beneficio costo de 2,85 es decir por cada sol invertido, se obtienen s/. 1,85 soles de ganancia.

## **CAPÍTULO 6**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 6.1. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el área de mantenimiento de vehículos convertidos a GLP que tienen un costo perdido actual y a la vez se detalla el costo perdido meta de la propuesta, véase en la siguiente tabla n.º 86., anexo a continuación.

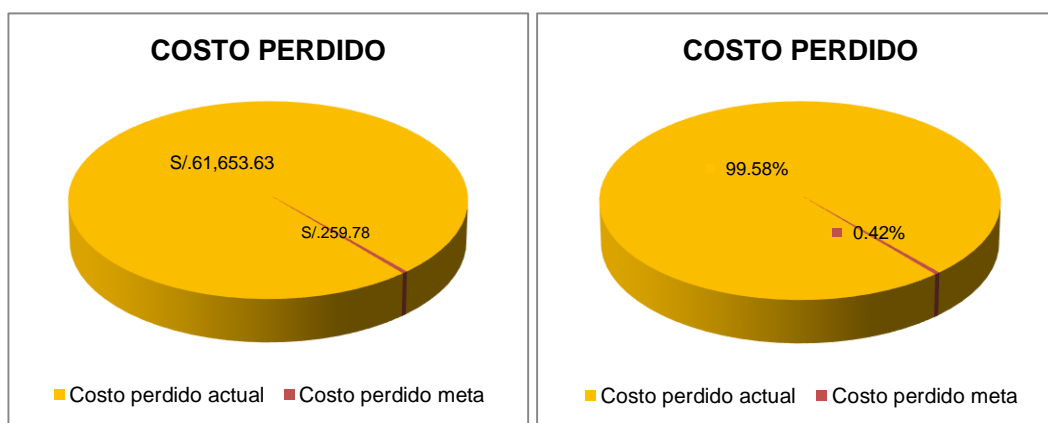
Del mismo modo se puede apreciar el beneficio obtenido por el desarrollo de la propuesta para dar solución a las causas raíces de la baja rentabilidad en el área de mantenimiento de los vehículos convertidos a GLP en la empresa Visa Gas.

**Tabla n.º 86. Resumen y participación de costos perdidos actuales y beneficios de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento**

Costo perdido actual	Costo perdido meta	Beneficio	Costo perdido actual	Costo perdido meta	Beneficio
S/. 61 653,63	S/. 259,78	S/. 61 393,85	99,58%	0,42%	99,16%

Fuente: Elaboración propia

**Figura n.º 29. Gráfica de costos perdidos y beneficios totales por las causas raíces**



Fuente: Elaboración propia

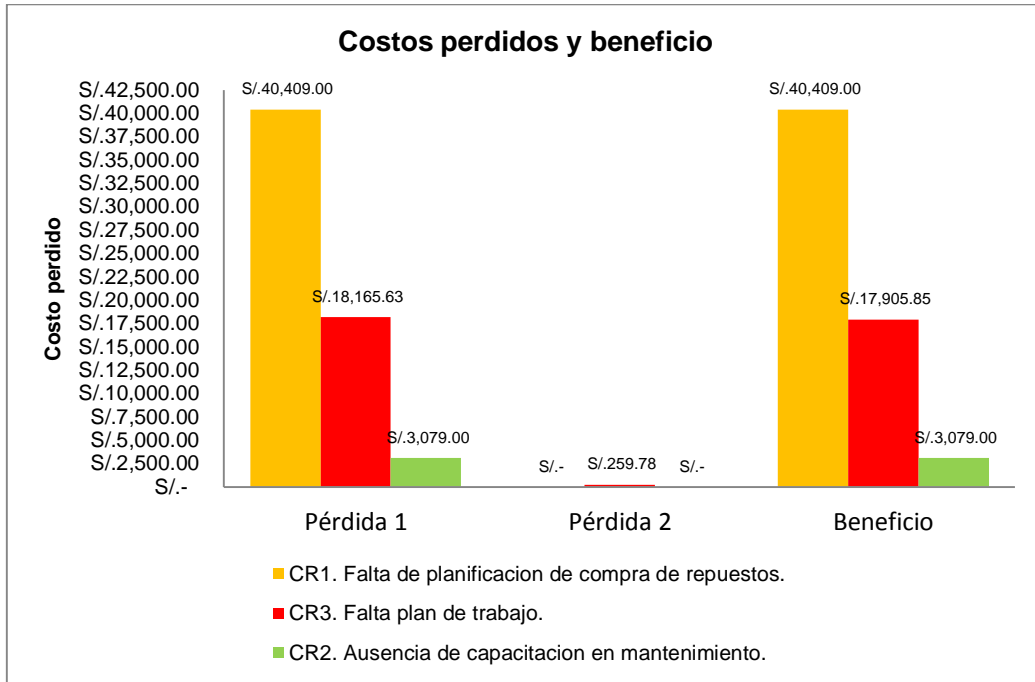
**Tabla n.º 87. Resumen del costo perdido actual, costo perdido meta y beneficios por cada causa raíz**

Causa raíz	Pérdida 1	Pérdida 2	Beneficio
CR1. Falta de planificación de compra de repuestos.	S/. 40 409,00	S/. -	S/. 40 409,00
CR3. Falta plan de trabajo.	S/. 18 165,63	S/. 259,78	S/. 17 905,85
CR2. Ausencia de capacitación en mantenimiento.	S/. 3 079,00	S/. -	S/. 3 079,00
<b>Total</b>	<b>S/. 61 653,63</b>	<b>S/. 259,78</b>	<b>S/. 61 393,85</b>

Fuente: Elaboración propia



Figura n.º 30. Gráfica del resumen del costo perdido actual, costo perdido meta y beneficios por cada causa raíz



Fuente: Elaboración propia

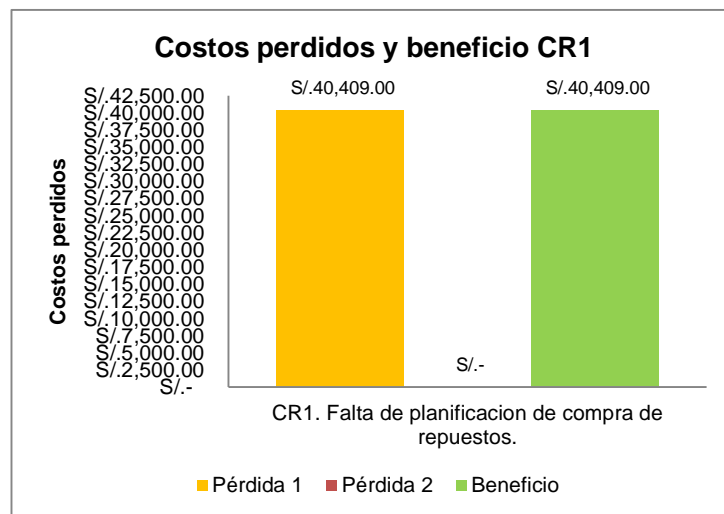
## 6.2. RESULTADOS POR CADA CAUSA RAÍZ

Tabla n.º 88. CR1. Falta de planificación de compra de repuestos

Causa raíz	Pérdida 1	Pérdida 2	Beneficio
CR1. Falta de planificación de compra de repuestos.	S/. 40 409,00	S/. -	S/. 40 409,00

Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 31. Gráfica de la causa raíz 1



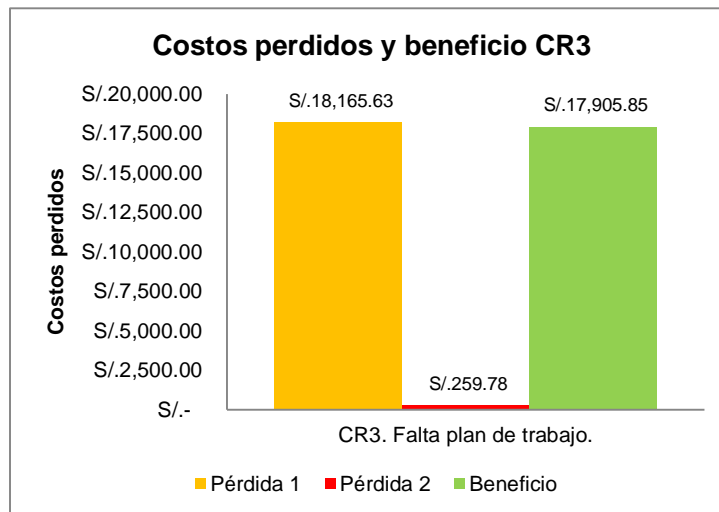
Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 89. CR3. Falta plan de trabajo**

Causa raíz	Pérdida 1	Pérdida 2	Beneficio
CR3. Falta plan de trabajo.	S/. 18 165,63	S/. 259,78	S/. 17 905,85

Fuente: Elaboración propia

**Figura n.º 32. Gráfica de la causa raíz 3**



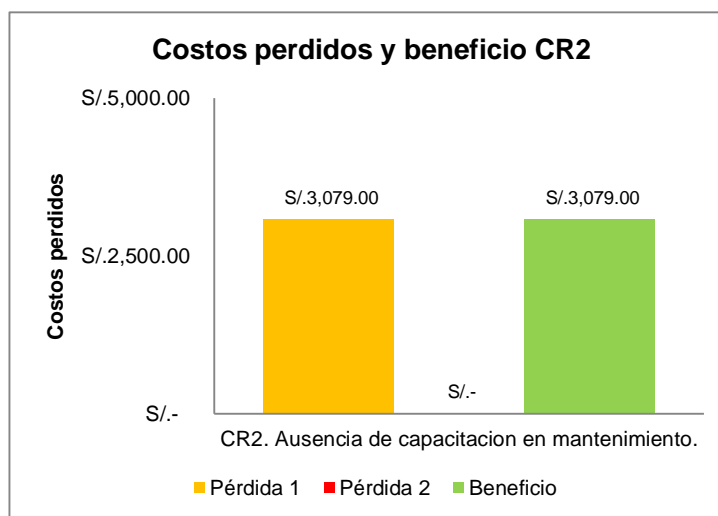
Fuente: Elaboración propia

**Tabla n.º 90. CR2. Ausencia de capacitación en mantenimiento.**

Causa raíz	Pérdida 1	Pérdida 2	Beneficio
CR2. Ausencia de capacitación en mantenimiento.	S/. 3 079,00	S/. -	S/. 3 079,00

Fuente: Elaboración propia

**Figura n.º 33. Gráfica de la causa raíz 2**



Fuente: Elaboración propia

### 6.3. DISCUSIÓN

Como se ha observado durante el desarrollo de las diferentes herramientas de mejora aplicadas en las potenciales causas raíces con el fin de minimizar o eliminar las pérdidas después de haber concluido con la propuesta planteada para el área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP, y de esa manera incrementar la rentabilidad de la empresa Visa Gas.

En los estudios preliminares realizados en el área de mantenimiento se contabilizó una pérdida de s/. 61 653,63 soles, las cuales después de hacer las mejoras aplicando las herramientas de ingeniería, se obtiene una pérdida de s/. 259,78 nuevos soles. Todo esto nos ha generado un beneficio de s/. 61 393,85 nuevos soles, demostrando de esta manera que la rentabilidad de la empresa Visa Gas si se puede incrementar.

A partir de los estudios encontrados, aceptamos que las conversiones de vehículos de gasolina a GLP, es de alta rentabilidad; además que el motor a Bi-combustible GLP es una energía limpia, que reduce el impacto de la contaminación ambiental.

Los resultados tienen coherencia con los que sostienen: Sánchez Martínez, Abraham – México (2014), Roncallo Rodríguez, Fernan – Universidad Tecnológica de Bolívar (2009), Herrera Vera-Tudela, José Alejandro - Pontificia Universidad Católica del Perú (2009), Valdeiglesias López, Flor de María Lourdes - Universidad Nacional de Ingeniería (2007); quienes señalan las pocas modificaciones que se requieren para la conversión de vehículos de gasolina a GLP, la alta rentabilidad de por el crecimiento progresivo de los vehículos convertidos a gas y los test de impacto en relación a la disminución de emisiones de gases contaminantes en el medio ambiente.

Pero los autores no mencionan la existencia de los procesos de mantenimiento de los repuestos o accesorios que conforman el kit de conversión de los motores de vehículos a GLP, después de su instalación. Dichos procesos y planes de mantenimiento permitirán tener menos emisiones contaminantes, mayor vida útil de las piezas y el motor, permitiendo un flujo de mantenimiento programado en los vehículos y así mejorando la rentabilidad del área de mantenimiento.

## **CAPITULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 7.1. CONCLUSIONES

- Se observa que en la realidad actual se contabilizó una pérdida de s/. 61 653,63 soles y después de la propuesta de mejora, solo se tendrá una pérdida de s/. 259,78 soles en el área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP.
- Mediante la propuesta de mejora en el área de mantenimiento de los motores de los vehículos convertidos a GLP, se logró obtener una rentabilidad positiva. Se logró minimizar y/o eliminar las diferentes pérdidas potenciales, generando un mayor beneficio para la empresa automotriz de conversiones a gas. La propuesta de mejora; haciendo uso de las diversas herramientas como MRP, plan de capacitaciones, diagrama analítico de procesos optimizado mediante el estudio de tiempos y la gestión por actividades a corto plazo nos genera un beneficio de s/. 61 393,85 soles.
- Económicamente la propuesta es muy rentable obteniéndose resultados positivos como el valor actual neto de s/. 74 115,27 y una tasa interna de retorno de 69,72 % y un beneficio costo de 2,85; es decir que por cada sol invertido se tendrá una ganancia de 1,85 soles y de acuerdo a la demanda de mantenimientos se logró determinar el costo promedio de inversión de s/. 56 302,75 soles del requerimiento de repuestos para el año 2018.
- Se realizó un programa de actividades a corto plazo para evitar las colas y mejorar la atención de los clientes; determinando que la mejor atención es aplicando el tiempo mínimo en procesamiento para los mantenimientos de los vehículos convertidos a GLP.
- Se realizó el plan de capacitaciones para los colaboradores para mejorar y optimizar tiempos en los procesos y así aumentar las unidades atendidas.

## 7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un mantenimiento productivo total con la finalidad mejorar la gestión de mantenimiento.
- Aplicar nuevos programas de ventas, marketing, servicio post ventas, control histórico de clientes para aumentar la rentabilidad.
- Mantener o mejorar el programa de capacitación de los colaboradores con el fin de valorarlos y no tener reprocesos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] [http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)
- [2] <http://www.widman.biz>
- [3] [http://www.osinehrgmin.gobpe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/industria-gasnatural-Peru.pdf](http://www.osinehrgmin.gobpe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/industria-gasnatural-Peru.pdf)
- [4] [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/RAES/RAES-Hidrocarburos-Marzo-2016-OEE-OS.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Hidrocarburos-Marzo-2016-OEE-OS.pdf)
- [5] [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Reportes\\_de\\_Mercado/RSMMH-I-2016.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Reportes_de_Mercado/RSMMH-I-2016.pdf)
- [6] <http://rpp.pe/economia/economia/peru-sera-importador-de-glp-desde-el-2016-ante-creciente-demanda-noticia-810671>
- [7] <http://glp.perueventos.org/10-glp/44-el-mercado-de-glp-en-el-peru>
- [8] <https://gnvblog.wordpress.com/2012/02/16/caracteristicas-de-los-gases-licuados-del-petroleo-glp/>
- [9] <http://svrgart07.osinerg.gob.pe/webdgn/contenido/diferencias-fisico-quimicas-gn-glp.html>
- [10] A. Arata y L. Furlanetto. "Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento". RIL Editores. 1ª Edición. Santiago, Chile. p. 924. 2005. ISBN: 9562844331. [ Links ]
- [11] L.M. Pintelon and L.F. Gelders. "Maintenance management decision making". European Journal of Operational Research. Vol. 58, Issue 3, pp. 301-317. 1992. ISSN: 0377-2217. [ Links ]
- [12] S.G. Vanneste and L.N. Van Wassenhove. "An integrated and structured approach to improve maintenance". European Journal of Operational Research. Vol. 82, Issue 2, pp. 241-257. Abril 1995. ISSN: 0377-2217. [ Links ]
- [13] [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtualData/Tesis%20para%20marcaci%C3%B3n%20\(para%20Inform%C3%A1tica\)/2011/rivera\\_re/borrador/convertidas%20pdf/Capitulo%201.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtualData/Tesis%20para%20marcaci%C3%B3n%20(para%20Inform%C3%A1tica)/2011/rivera_re/borrador/convertidas%20pdf/Capitulo%201.pdf)
- [14] <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf>
- [15] [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_44\\_176\\_10\\_295.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf)
- [16] [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Tesis/Ingenie/Tiburcio\\_R\\_V/cap1.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Tesis/Ingenie/Tiburcio_R_V/cap1.htm)
- [17] <https://www.gestiopolis.com/sistemas-mrp/>
- [18] <http://www.rrhh-web.com/capacitacion.html>
- [19] <http://www.monografias.com/trabajos101/programa-mantenimiento-industrial/programa-mantenimiento-industrial.shtml#ixzz4xIE1VokB>

[20] <https://es.scribd.com/document/293010119/Herramientas-de-Analisis-de-Procesos>

[21] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

[22] <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/>

[23] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/programaci%C3%B3n-a-corto-plazo/>

## ANEXOS

### Anexo n.º 1. Tabla de Westinghouse

#### CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

## *SISTEMA WESTINGHOUSE*

<u><i>HABILIDAD</i></u>			<u><i>ESFUERZO</i></u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente
<u><i>CONDICIONES</i></u>			<u><i>CONSISTENCIA</i></u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente



## Anexo n.º 2. Tabla O.I.T.

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos<sup>1</sup>

### 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES


	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4

### 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4		4	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración intensa</b>		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b> (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			<b>G. Ruido</b>		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	<b>H. Tensión mental</b>		
<b>D. Mala iluminación</b>			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	<b>I. Monotonía</b>		
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16	0		Trabajo muy monótono	4	4
8	10		<b>J. Tedio</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

<sup>1</sup> Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

### Anexo n.º 3. Programa de capacitaciones de mantenimiento, certificación e instalación de vehículos convertidos a gas.

 <b>PROGRAMA DE CAPACITACIONES DE MANTENIMIENTO, CERTIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE VEHÍCULOS CONVERTIDOS A GAS</b>										Código:
										Versión: 1
										F. Aprob.: 3 de 3
It	Temario	Objetivo	Empresa / Expositor	Material	Áreas Asistentes	Fecha Programada	Nº Total De Personas	Fecha Real	Nº Pers. Capacitadas	Estado
01	Descripción de los componentes del kit secuencial a GLP	Conocer las partes de cada componente del kit secuencial a GLP	Catagas S.A.C. / Roberto Palomino Gamboa	Manuales y presentación (ppt)	Mantenimiento	mar-18	3			Programada
					Certificaciones	mar-18	1			Programada
					Instalaciones a GLP	mar-18	2			Programada
02	Funcionamiento de los componentes del kit secuencial de GLP	Conocer el funcionamiento y montaje de los kit secuencial de GLP	Catagas S.A.C. / Roberto Palomino Gamboa	Manuales, presentación (ppt) y componentes de kit	Mantenimiento	mar-18	3			Programada
					Certificaciones	mar-18	1			Programada
					Instalaciones a GLP	mar-18	2			Programada
03	Programación de software GLP	Aprender el funcionamiento del programa para la calibración del vehículo convertido a gas.	Catagas S.A.C. / Roberto Palomino Gamboa	Laptop e interface USB, presentación (ppt) y práctica..	Mantenimiento	mar-18	3			Programada
					Certificaciones	mar-18	1			Programada
					Instalaciones a GLP	mar-18	2			Programada
04	Técnicas de mantenimiento preventivo	Prevención y buen funcionamiento de los componentes del vehículo a gas.	Catagas S.A.C. / Roberto Palomino Gamboa	Manuales de mantenimiento y presentación (ppt)	Mantenimiento	mar-18	3			Programada
					Certificaciones	mar-18	1			Programada
					Instalaciones a GLP	mar-18	2			Programada
05	Control de emisiones contaminantes	Conocer el funcionamiento de la máquina analizadora de gases y la normativa actual de los Límites máximos permitidos de contaminantes del aire.	Z. Fleishman y CIA. S.A.C. / Joseph Sánchez Varias	Manuales y parámetros del MTC, presentación (ppt) y práctica..	Mantenimiento	jul-18	3			Programada
					Certificaciones	jul-18	1			Programada
					Instalaciones a GLP	jul-18	2			Programada
06	Práctica de temas recibidos	Poner en práctica los conocimientos adquiridos en las capacitaciones anteriores	Visagas / Roberto Palomino Gamboa	Unidad vehicular a instalar, kits, laptop, etc	Mantenimiento	jul-18	3			Programada
					Certificaciones	jul-18	1			Programada
					Instalaciones a GLP	jul-18	2			Programada
<b>% Cumplimiento</b>								<b>0%</b>		

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo n.º 4. Formato de capacitaciones**

		<b>ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN EN LA EMPRESA VISA GAS</b>		
		<b>AREA DE MANTENIMEINTO</b>		
TEMA	Instalaciones y Mantenimiento a GLP			
FECHA	N°HORAS		FORMATO N°	
NOMBRE DEL CAPACITADOR			EMPRESA	
N°	<b>Actividades</b>			
N°	<b>Apellidos y nombres de los capacitados</b>	N° DNI	<b>FIRMA</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>			<b>Total de personas capacitadas</b>	
			<b>5</b>	
<b>Responsable del registro</b>			Firma	

### Anexo n.º 5. Programación de mantenimiento

	PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO EMPRESA VISA GAS			
	Mantenimiento:			
Placa		kilometraje		
Vehiculo		fecha		
Nº	Nombre de la tarea	Duracion	Comienzo	Fin
observaciones				
firmas				
cargo	supervisor		tecnico responsable	

## Anexo N°. 6. Proyección de inflación para el año 2018

De acuerdo con la encuesta que aplica el BCR a los analistas económicos, la inflación sería del 2.8% en el 2018 y del 2.7% en el 2019. Para el sistema financiero, se ubicaría en 2.8% en el 2018 y también en el 2019, siempre por debajo del rango meta, que va del 1% al 3%.

### Encuesta de Expectativas Macroeconómicas: Inflación

(%)

	Encuesta realizada al:		
	31 Jul.2017	31 Ago.2017	30 Set.2017
<b>Analistas Económicos 1/</b>			
2017	2,8	2,8	3,0
2018	2,8	2,8	2,8
2019	2,5	2,7	2,7
<b>Sistema Financiero 2/</b>			
2017	2,8	2,8	2,8
2018	2,8	2,6	2,8
2019	2,6	2,8	2,8
<b>Empresas No financieras 3/</b>			
2017	3,0	3,0	3,0
2018	3,0	3,0	3,0
2019	3,0	3,0	3,0

1/ 30 analistas en julio, 31 en agosto y 29 en setiembre de 2017.

2/ 24 empresas financieras en julio, 24 en agosto y 26 en setiembre de 2017.

3/ 353 empresas no financieras en julio, 358 en agosto y 379 en setiembre de 2017.

FUENTE: *Semana Económica .com*

**Anexo n° 7. Tabla de riesgo país: desde 02/01/2018 hasta 16/03/2018**

FECHA	VALOR	VARIACION	VALOR %	COK	COK%
15/03/2018	126	1,61%	1,26%	0,19709572	20,00%
14/03/2018	124	1,64%	1,24%		
13/03/2018	122	1,67%	1,22%		
12/03/2018	120	1,69%	1,20%		
09/03/2018	118	-2,48%	1,18%		
08/03/2018	121	2,54%	1,21%		
07/03/2018	118	0,85%	1,18%		
06/03/2018	117	0,00%	1,17%		
05/03/2018	117	-3,31%	1,17%		
02/03/2018	121	-1,63%	1,21%		
01/03/2018	123	6,96%	1,23%		
28/02/2018	115	5,50%	1,15%		
27/02/2018	109	-0,91%	1,09%		
26/02/2018	110	-3,51%	1,10%		
23/02/2018	114	2,70%	1,14%		
22/02/2018	111	0,00%	1,11%		
21/02/2018	111	0,91%	1,11%		
20/02/2018	110	1,85%	1,10%		
16/02/2018	108	-2,70%	1,08%		
15/02/2018	111	-5,93%	1,11%		
14/02/2018	118	0,85%	1,18%		
13/02/2018	117	1,74%	1,17%		
12/02/2018	115	-0,86%	1,15%		
09/02/2018	116	10,48%	1,16%		
08/02/2018	105	8,25%	1,05%		
07/02/2018	97	-8,49%	0,97%		
06/02/2018	106	-4,50%	1,06%		
05/02/2018	111	13,27%	1,11%		
02/02/2018	98	0,00%	0,98%		
01/02/2018	98	-1,01%	0,98%		
31/01/2018	99	0,00%	0,99%		
30/01/2018	99	0,00%	0,99%		
29/01/2018	99	1,02%	0,99%		
26/01/2018	98	-2,97%	0,98%		
25/01/2018	101	3,06%	1,01%		
24/01/2018	98	0,00%	0,98%		
23/01/2018	98	1,03%	0,98%		
22/01/2018	97	0,00%	0,97%		
19/01/2018	97	1,04%	0,97%		
18/01/2018	96	-3,03%	0,96%		

17/01/2018	99	1,02%	0,99%		
16/01/2018	98	1,03%	0,98%		
15/01/2018	97	0,00%	0,97%		
12/01/2018	97	0,00%	0,97%		
11/01/2018	97	1,04%	0,97%		
10/01/2018	96	2,13%	0,96%		
09/01/2018	94	-5,05%	0,94%		
08/01/2018	99	-1,98%	0,99%		
05/01/2018	101	-2,88%	1,01%		
04/01/2018	104	-1,89%	1,04%		
03/01/2018	106	0,00%	1,06%		
02/01/2018	106	-4,50%	1,06%		

Fuente: Ambito.com

### Anexo N°. 8. Margen de utilidad neta del área de mantenimiento de la empresa Visa Gas E.I.R.L.

Utilidad	Año			
	2014	2015	2016	2017
Utilidad neta	4324.60	12465.11	<b>16387.56</b>	24380.42
% Utilidad neta de inversión total	3.26	9.85	<b>12.54</b>	<b>15.00</b>

Fuente: Empresa Visa Gas E.I.R.L.