



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE  
ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PRETRÓLEO) EN EL  
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

**Marvin Rafael Del Valle González**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE  
ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PRETRÓLEO) EN EL  
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARVIN RAFAEL DEL VALLE GONZÁLEZ**  
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

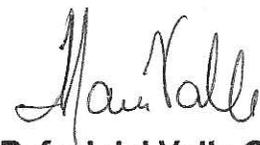
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE  
ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PRETRÓLEO) EN EL  
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2008.



**Marvin Rafael del Valle González**



Guatemala, 03 de septiembre de 2012.  
REF.EPS.DOC.1212.09.12.

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

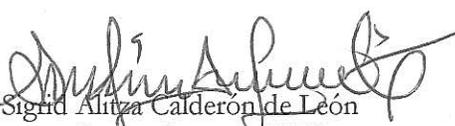
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Marvin Rafael del Valle González**, Carné No. **200212947** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PETRÓLEO), EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Sigrid Alitza Calderon de León  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 03 de septiembre de 2012.  
REF.EPS.D.717.09.12

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PETRÓLEO), EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Marvin Rafael del Valle González** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora-Supervisora de EPS y Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De León  
Directora Unidad de EPS

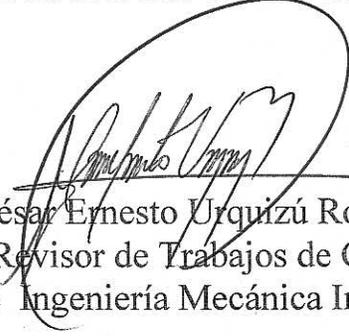


SACdLDdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PETRÓLEO), EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Rafael del Valle González**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



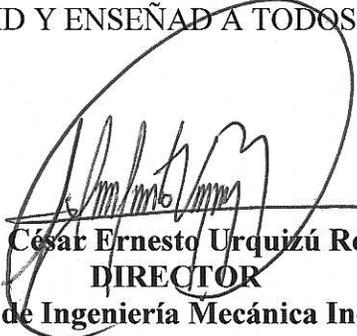
Guatemala, septiembre de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP ( GAS LICUADO DE PETRÓLEO), EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Rafael del Valle González**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



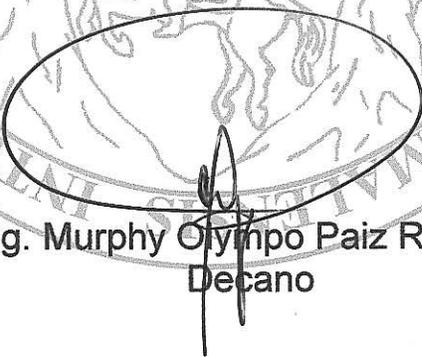
Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PETRÓLEO), EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS,** presentado por el estudiante universitario: **Marvin Rafael del Valle González,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 29 de noviembre de 2012



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por brindarme la oportunidad de vivir y darme la sabiduría para concluir el presente trabajo.
<b>Mis padres</b>	Ya que gracias a su esfuerzo y sacrificio tuve la oportunidad de estudiar y concluir esta carrera.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por todos los conocimientos y experiencias adquiridos durante mi vida universitaria.
<b>Mi asesor</b>	Por todos los consejos y ayuda prestados en la elaboración de este trabajo.
<b>Mis amigos y compañeros de la Facultad de Ingeniería</b>	Por su apoyo y colaboración incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por brindarme siempre lo necesario para desarrollarme como persona y por darme el conocimiento para realizar este trabajo.
- Mis padres** Quienes con sus ejemplos me han instruido desde pequeño para ser un buen ciudadano.
- Mi familia** Por brindarme todo su apoyo y colaboración incondicionalmente.
- Todos mis maestros y catedráticos** Por compartirme sus valiosos conocimientos, su experiencia y los consejos que me brindaron a lo largo de la carrera.
- Mis amigos** Por todos los buenos momentos compartidos.



1.2.2.2.	Legislación aplicable .....	14
1.2.2.3.	Organización interna .....	16
1.2.2.4.	Riesgos asociados al transporte, manejo y almacenamiento .....	17
1.2.2.5.	Instalaciones y equipos .....	18
1.2.2.6.	Mantenimiento.....	19
1.2.2.6.1.	Definición .....	19
1.2.2.6.2.	Generalidades .....	19
1.2.2.6.3.	Tipos .....	20
2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL GESTIÓN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROCARBUROS .....	23
2.1.	Antecedentes .....	23
2.2.	Definición del problema .....	23
2.3.	Análisis Dirección General de Hidrocarburos y plantas de GLP .....	24
2.3.1.	Departamento de Fiscalización Técnica .....	32
2.3.1.1.	Observaciones y entrevistas .....	34
2.3.2.	Descripción del proceso .....	35
2.3.3.	Diagrama causa–efecto del Departamento de Fiscalización Técnica .....	41
2.3.3.1.	Conclusión del diagrama.....	43
2.3.4.	Análisis del resultado.....	43
2.4.	Análisis plantas almacenamiento y envasado de GLP .....	44
2.4.1.	Generalidades .....	45
2.4.2.	Plantas evaluadas .....	45
2.4.3.	Organización.....	47

2.4.4.	Requisitos de operación .....	49
2.5.	Análisis resultados .....	52
2.5.1.	Recursos humanos.....	52
2.5.2.	Instrumentación y equipo.....	53
2.5.3.	Debilidades de capacitación.....	53
3.	PROPUESTA Y SEGUIMIENTO DE GESTIÓN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROCARBUROS .....	55
3.1.	Diseño de propuesta.....	55
3.1.1.	Descripción .....	55
3.1.2.	Base legal .....	56
3.1.3.	Ventajas .....	56
3.1.4.	Características programa de mantenimiento preventivo .....	57
3.2.	Alcance .....	58
3.3.	Beneficios.....	59
3.4.	Responsables .....	59
3.5.	Modificaciones propuestas .....	60
3.5.1.	Documentos requeridos.....	60
3.5.2.	Formulario para el control y supervisión del mantenimiento .....	61
3.5.2.1.	Descripción del formulario.....	63
3.5.3.	Personal.....	65
3.5.4.	Flujograma de fiscalización propuesto .....	67
3.6.	Programa de mantenimiento .....	70
3.6.1.	Definiciones .....	70

3.6.2.	Programación anual de mantenimiento preventivo .....	71
3.6.3.	Manuales de mantenimiento .....	76
3.6.4.	Fichas de trabajo .....	89
3.7.	Análisis de costos .....	95
3.7.1.	Costos de la implementación .....	96
3.7.2.	Costos del proyecto .....	97
3.7.3.	Costos de oportunidad .....	98
3.8.	Beneficios del desarrollo del proyecto .....	98
3.9.	Cronograma .....	98
3.10.	Indicadores .....	103
3.10.1.	Registros sobre auditorias técnicas realizadas por el Ministerio de Energía y Minas .....	103
3.10.2.	Registros cumplimiento de programa de mantenimiento plantas almacenamiento y envasado de GLP .....	104
3.10.2.1.	Formulario supervisión .....	104
3.10.3.	Capacitaciones realizadas personal de Ministerio de Energía y Minas .....	105
3.10.4.	Capacitaciones realizadas personal plantas almacenamiento y envasado de GLP .....	105
3.10.5.	Realización de encuestas a personal y clientes de plantas almacenamiento y envasado de GLP..	106
CONCLUSIONES .....		111
RECOMENDACIONES .....		113
BIBLIOGRAFÍA .....		115

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama del Ministerio de Energía y Minas .....	3
2.	Mapa de ubicación del Ministerio de Energía y Minas.....	5
3.	Organigrama planta de almacenamiento y envasado de GLP .....	17
4.	Tanque de almacenaje .....	27
5.	Tanques de almacenaje y área de llenado .....	30
6.	Área de envasado y área de descarga .....	32
7.	Proceso de fiscalización a plantas de almacenaje y envasado de GLP .....	37
8.	Diagrama de Causa – Efecto .....	42
9.	Flujograma propuesto para el procedimiento de fiscalización a plantas de almacenaje y envasado de GLP .....	68
10.	Encuesta de seguimiento .....	107

### TABLAS

I.	Formulario de supervisión del mantenimiento en plantas de GLP .....	62
II.	Programación anual de mantenimiento preventivo en las áreas de la planta .....	72
III.	Mantenimiento instalaciones generales .....	78
IV.	Mantenimiento de electroválvulas .....	80
V.	Mantenimiento de compresor .....	81
VI.	Mantenimiento de válvulas de alivio .....	82
VII.	Mantenimiento de tanques estacionarios .....	83

VIII.	Ficha para solicitud de orden de trabajo .....	91
IX.	Ficha de trabajo para solicitud de repuestos y materiales.....	92
X.	Ficha de trabajo para el reporte semanal de mantenimiento .....	93
XI.	Ficha de trabajo del registro de historial del equipo .....	94
XII.	Ficha de registro de artículos de almacén .....	95
XIII.	Costos estimados para la impresión y distribución del documento....	96
XIV.	Costos estimados para la ejecución del proyecto.....	97
XV.	Cronograma de implementación de la propuesta y las actividades por mes dentro del MEM .....	99

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>h</b>	Hora
<b>K</b>	Kilogramo
<b>psi</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>t</b>	tonelada



## **GLOSARIO**

### **Especificación técnica**

Documento que establece las características de los productos o servicios tales como niveles de calidad, rendimiento, seguridad o dimensiones. Puede incluir también terminología, símbolos, métodos de ensayo, embalaje, requisitos de marcado o rotulado. Una especificación técnica puede también adoptar la forma de un código de práctica.

### **Gas Licuado de Petróleo (GLP)**

Mezcla formada por hidrocarburos de tres (3) y cuatro (4) átomos de Carbono, predominantemente propano o butano, o ambos, que siendo gaseosa a condiciones normales de presión y temperatura CNPT (101,3 KPa y 25°C) puede ser licuada, convertida en líquido, aplicando presión o enfriamiento, o ambos, para facilitar el almacenamiento, transporte y manejo.

### **Inspección**

Actividad mediante la cual se comprueba si el producto final o en proceso, cumple con los parámetros establecido durante el proceso de fabricación.

<b>Norma</b>	Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado.
<b>Planta</b>	Espacio físico destinado al almacenamiento, transformación de materiales o construcción de objetos de una misma característica.
<b>Reglamento técnico</b>	Reglamento que proporciona requisitos técnicos, bien sea directamente, por referencia o incorporando el contenido de un norma, especificación técnica o código de buena práctica.
<b>DGH</b>	Dirección General de Hidrocarburos.
<b>GLP</b>	Gas Licuado de Petróleo.
<b>MEM</b>	Ministerio de Energía y Minas.
<b>ASME</b>	Siglas en inglés de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanicals Engineers).

<b>ASTM</b>	Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).
<b>API</b>	Siglas en inglés del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute).
<b>SAT</b>	Superintendencia Administración Tributaria.



## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación, fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el Ministerio de Energía y Minas (MEM), con la finalidad de evaluar los procedimientos de gestión de programas de mantenimiento de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP que actualmente utiliza la Dirección General de Hidrocarburos.

La finalidad del trabajo es elaborar el diagnóstico e identificar las deficiencias, ya sean por equipo, personal o procedimientos, que actualmente se tienen en el Ministerio de Energía y Minas sobre la falta de supervisión de los programas de mantenimiento de las plantas de almacenamiento y llenado de GLP, debido a las características físicas y químicas de este producto es necesario que cuenten con programas de mantenimiento que les permitan realizar de mejor manera sus actividades así como reducir el riesgo de accidentes en sus instalaciones.

Para esto se utilizaron las herramientas de ingeniería adecuadas de manera de alcanzar con los objetivos planteados, se espera que el presente documento pueda ser utilizado como material de consulta por estudiantes, profesionales e interesados en el tema.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Gestionar un programa de mantenimiento para plantas de almacenamiento y envasado en el Ministerio de Energía y Minas (MEM).

### **Específicos**

1. Describir la operación y el equipo con que cuentan las plantas de envasado de GLP evaluadas.
2. Identificar la legislación y regulaciones existentes a nivel nacional aplicables a las empresas de almacenaje y envasado de GLP.
3. Realizar un diagnóstico de las actividades y procesos de mantenimiento de las plantas de envasado de GLP, aplicando herramientas de ingeniería.
4. Describir y establecer los pasos que permitan al Ministerio de Energía y Minas regular los programas de mantenimiento de las empresas que se dedican al almacenamiento y envasado de GLP en Guatemala.
5. Describir y ampliar los conceptos sobre el campo del mantenimiento a las empresas comercializadoras de GLP en Guatemala.



## INTRODUCCIÓN

Debido a las características de del Gas Licuado de Petróleo es necesario que las plantas de almacenamiento y envasado que operan en Guatemala cumplan con una serie de requisitos para poder iniciar actividades o renovación de licencia de operación, supervisión que actualmente realiza el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Hidrocarburos.

Por medio de la realización de un diagnóstico de los procedimientos actuales de supervisión, así como visitas a plantas ubicadas en el área metropolitana del departamento de Guatemala, se logró recabar la información que permitió elaborar una propuesta sobre el control de los programa de mantenimiento de estas empresas ante el MEM, como parte de los requerimientos para renovar sus licencia de operación.

En el capítulo uno se presenta los antecedentes generales de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, así como consideraciones legales aplicable al tema, también se desarrolla el marco teórico del estudio con consideraciones sobre el Gas Licuado de Petróleo, programas de mantenimiento en las plantas de envasado. El capítulo dos contiene el diagnóstico a los requisitos de operación y los procedimientos de supervisión de la Dirección General de Hidrocarburos sobre las empresas de manejo de GLP.

El capítulo tres incluye la metodología para la implementación de la propuesta realizada, incluyendo aspectos teóricos, prácticos y cronograma para su implementación. Dentro del capítulo cuatro se definen las acciones de seguimiento a la propuesta presentada así como los indicadores sugeridos para su evaluación, al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Ministerio de Energía y Minas**

La Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, adscrita a la Secretaría de Fomento, fue creada el 01 de julio de 1907, en la década de los años cuarenta se creó el Instituto Nacional de Petróleo.

### **1.1.1. Antecedentes**

Años más tarde en 1978 se emitió el Decreto 57-78 del Congreso de la República, mediante el cual se creó la Secretaría de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear; posteriormente, en 1983 se emite el Decreto 86-83, mediante el cual se nombra Secretaría de Energía y Minas y se amplían al mismo tiempo sus funciones y atribuciones.

Fue elevado a la categoría de Ministerio con el Decreto Ley 106-83; constituido por las áreas de Minería, Energía Nuclear e Hidrocarburos; cuyas funciones son de carácter técnico, posteriormente se crea la Dirección General Administrativa en 1988.

### **1.1.2. Generalidades**

El Ministerio de Energía y Minas es la institución rectora de los sectores energético y minero, que fomenta el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales del país. Conforman un equipo de trabajo multidisciplinario capacitado que cumple con la legislación y la política nacional.

Misión: “Propiciar y ejecutar las acciones que permitan la inversión destinada al aprovechamiento integral de los recursos naturales, que proveen bienes y servicios energéticos y mineros, velando por los derechos de sus usuarios y de la sociedad en general.”

Visión: “Somos la institución rectora de los sectores energético y minero, que fomenta el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales del país. Conformamos un equipo de trabajo multidisciplinario capacitado que cumple con la legislación y la política nacional, propiciando el desarrollo sostenible; en beneficio de la sociedad”.<sup>1</sup>

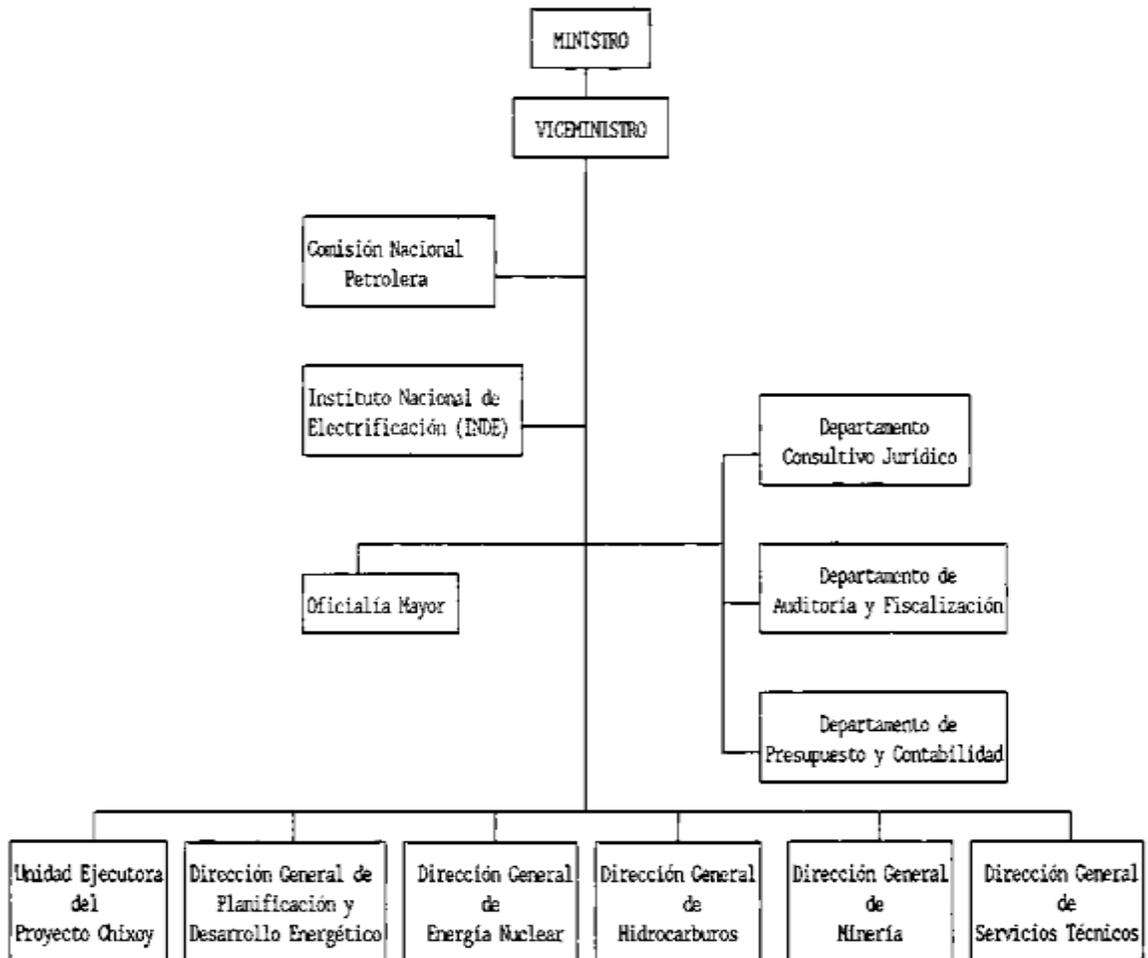
### **1.1.3. Estructura organizacional**

El Ministerio de Energía y Minas presta una diversidad de servicios a través de sus diferentes direcciones, las cuales son: Dirección General de Minería, Dirección General de Hidrocarburos, Dirección General de Servicios Administrativos y Dirección General de Energía. Su estructura organizacional se basa en un modelo funcional, es decir, con autoridad dividida para cada área.

---

<sup>1</sup> Departamento de Recursos Humanos, Ministerio de Energía y Minas

Figura 1. Organigrama del Ministerio de Energía y Minas



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

En el marco de lo establecido en la Ley del Organismo Ejecutivo, el Ministerio de Energía y Minas tiene asignadas las siguientes funciones generales:

- Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y

aprovechamiento racional de energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.

- Coordinar las acciones necesarias para mantener un adecuado y eficiente suministro de petróleo, productos petroleros y gas natural de acuerdo a la demanda del país, y conforme a la ley de la materia.
- Cumplir y hacer cumplir la legislación relacionada con el reconocimiento superficial, exploración, explotación, transporte y transformación de hidrocarburos, la compraventa o cualquier tipo de comercialización de petróleo crudo o reconstituido, gas natural y otros derivados, así como los derivados de los mismos.
- Formular la política, proponer la regulación respectiva y supervisar el sistema de exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos y minerales.
- Proponer y cumplir las normas ambientales en materia energética.
- Emitir opinión en el ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.
- Ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.

#### 1.1.4. Dirección General de Hidrocarburos

La Dirección General de Hidrocarburos se ubica en la Diagonal 17 29-78 zona 11, colonia Las Charcas. Tiene una estructura basada en un modelo funcional, con autoridad dividida para cada área.

Figura 2. Mapa de ubicación del Ministerio de Energía y Minas



Fuente: Google Maps - ©2012 Google. Consulta: 15 de mayo de 2012.

Las principales actividades de la Dirección General de Hidrocarburos, son las de proponer al Ministerio de Energía y Minas, la política petrolera del país, supervisar, controlar y fiscalizar a todas las empresas que se desenvuelven en el subsector de hidrocarburos (construcción y operación de las instalaciones petroleras y lo relacionado con los cilindros de GLP), se encarga de velar por el cumplimiento de los requisitos necesarios para la comercialización y circulación de cilindros.

Para el adecuado cumplimiento de sus funciones cuenta con la siguiente estructura orgánica:

- Despacho del director
  
- Despacho del subdirector de Hidrocarburos
  - Departamento de Exploración
  - Departamento de Explotación
  
- Despacho del subdirector de Comercialización
  - Departamento de Fiscalización Técnica
  - Departamento de Ingeniería y Operaciones
  - Departamento de Análisis Económico
  
- Departamento de Gestión Legal
  - Departamento Administrativo Financiero

#### **1.1.4.1. Funciones y servicios**

Las principales actividades de la Dirección General de Hidrocarburos, son las de proponer al Ministerio de Energía y Minas, la política petrolera del país, supervisar, controlar y fiscalizar a todas las empresas que se desenvuelven en el subsector de hidrocarburos.

- Funciones
  - Cumplir y hacer que se cumplan las leyes, reglamentos y estipulaciones contractuales concernientes a operaciones petroleras.
  - Inspeccionar, vigilar, supervisar y fiscalizar las operaciones petroleras, inclusive la determinación de los volúmenes de hidrocarburos y sus calidades.
  - Servir de órgano de información del ministerio, para el inversionista nacional o extranjero.
  - Efectuar los cálculos para monitorear que los precios de los hidrocarburos estén dentro de un rango razonable, tomando en cuenta los factores externos e internos que lo integran.
  - Efectuar, controlar y verificar la liquidación y el pago de regalías, participación en la producción.
  - Estudiar y emitir dictámenes sobre operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos.
  
- Servicios
  - El Archivo Técnico del Departamento de Desarrollo Petrolero, de la Dirección General de Hidrocarburos, brinda información en forma gratuita a las entidades o personas que así lo requieran, específicamente en el área de los hidrocarburos.

- El Laboratorio Técnico presta apoyo a las diferentes Direcciones del Ministerio de Energía y Minas para el control y fiscalización de los hidrocarburos que se comercializan en el país. Además, presta el servicio a empresas y personas particulares que requieran verificar la calidad de sus combustibles.
- También presta apoyo a las diferentes Direcciones del Ministerio de Energía y Minas para el control y fiscalización de los hidrocarburos que se comercializan en el país.
- Presta el servicio a empresas y personas particulares que requieran verificar la calidad de sus combustibles.

#### **1.1.4.2. Legislación existente GLP**

La Constitución Política de la República de Guatemala, establece en sus artículos las funciones que le corresponden al Estado en materia de hidrocarburos, además existen otras regulaciones que se deben aplicar a la construcción y montaje de plantas envasadoras y de almacenamiento, contienen las normas de instalación, características técnicas, pruebas técnicas y forma de operación que deben cumplir los equipos que integran una planta de envasado o centro de almacenamiento.

- Constitución Política 1985 Artículos Nos. 118, 132.
- Código de Comercio Guatemala. Decreto número 2-70 del Congreso de Guatemala: Artículos No. 14, 15, 26, 36 y 368.

- Código de Trabajo. Decreto número 1441 del Congreso de la República de Guatemala Artículos No. 18, 61.
- Código Tributario. Decreto Ley Número 6-91 del Congreso de República de Guatemala: Artículos No. 18,103, 86, 321.
- Ley del Impuesto al Valor Agregado y sus Reformas. Decreto número 27-92: Artículos Números. 03,10, 37, 40, 41.
- Ley del Impuesto Sobre la Renta y sus Reformas. Decreto número 26-92 Artículos No. 04, 38, 39, 72.
- Ley del Impuesto de Solidaridad (ISO) Decreto No. 73-2008.
- Ley Orgánica del IGSS. Decreto No. 295 del Congreso de la República de Guatemala.
- Ley de Circulación de Vehículos. Decreto No. 40-95 del Congreso de la República de Guatemala.
- Ley de Comercialización de Hidrocarburos. Decreto Ley No. 109-97 y su Reglamento General. Acuerdo Gubernativo 522-99. Artículos No. 11, 12, 23, 24, 25, 30, 31, 32.
- Ley de Impuesto a la Distribución de Petróleo Crudo y Combustibles Derivados del Petróleo. Decreto número 38-92. Artículos No. 08, 12 “B”, 15, 16, 16 A.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Departamento de Fiscalización Técnica, Ministerio de Energía y Minas.

#### **1.1.4.3. Regulación, supervisión y control de la Dirección General de Hidrocarburos relativos a GLP**

Como parte de sus atribuciones la Dirección General de Hidrocarburos es el ente regulador del manejo, almacenamiento y comercialización de los hidrocarburos, para el control de las empresas que se dedican a estas actividades existen distintos procedimientos de control.

Los inspectores, funcionarios, asesores y expertos, autorizados por la Dirección General de Hidrocarburos, previa identificación que los acredite como tales, tendrán libre acceso y facilidades para inspeccionar operaciones, instalaciones y equipos relacionados con las actividades y licencias que contempla la Ley y el Reglamento de Comercialización de Hidrocarburos Decreto 109-97 y Acuerdo Gubernativo 522-99.

Los mecanismos de control y supervisión que actualmente tienen que cumplir para operar las plantas de almacenamiento y llenado de GLP:

- Licencia de instalación de terminales y plantas de almacenamiento.
- Licencia de operación de terminales y plantas de almacenamiento.
- Licencia de modificación de instalaciones de terminales y plantas de almacenamiento.
- Licencia de operación de modificación de instalaciones de terminales y plantas de almacenamiento.

- Licencia de instalación de planta de GLP envasado en cilindros portátiles.
- Licencia de operación de planta de GLP envasado en cilindros portátiles.
- Licencia de fabricación o reparación de cilindros para envasar GLP.
- Licencia de exportación de cilindros portátiles o tanques para envasar GLP.
- Monitoreo de la Dirección General de Hidrocarburos sobre fabricación de cilindros.
- Auditoría técnica de medidas de seguridad industrial para plantas de almacenamiento y envasado de GLP en cilindros metálicos portátiles.
- Supervisión para controlar el peso de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras.

## **1.2. Marco teórico**

El correcto planteamiento de un problema de investigación permite definir sus objetivos generales y específicos, como así también la delimitación del objeto de estudio.

### **1.2.1. Gas Licuado de Petróleo (GLP)**

Los negocios industriales deben operar dentro de marcos de seguridad, en especial cuando las características del producto crean en su manipulación, almacenamiento, transporte y uso, mayores situaciones de riesgo.

El GLP, es un combustible excelente, ecológico y versátil, que cuenta con millones de consumidores satisfechos en todo el mundo, preferido para muchas aplicaciones. A continuación se describe el Gas Licuado de Petróleo, sus características, usos y generalidades.

#### **1.2.1.1. Generalidades**

Se denomina Gas Licuado de Petróleo (GLP), a la mezcla de hidrocarburos ligeros derivados del petróleo, mayormente propano y butano, que normalmente son gaseosos a temperatura ambiente y presión atmosférica, y que para su comercialización, son llevados a estado líquido aplicándoles una presión moderada a temperatura ambiente, disminuyendo su volumen en aproximadamente 250 veces facilitando su almacenaje y transporte.

Dentro de las principales ventajas que tiene el uso del GLP sobre otros combustibles, se deben mencionar: limpieza, economía, alto poder calorífico, fácil manejo y transporte, seguridad en su uso, razones por las cuales el uso del GLP es cada vez mayor en el ámbito industrial, comercial y doméstico.

#### **1.2.1.2. Características**

El gas licuado de petróleo en estado gaseoso es más pesado que el aire, por ello en un medio atmosférico, tiende a ocupar las partes bajas. Puede congelar las manos aunque se lleve guantes, por la rápida absorción de calor que requiere para su evaporación.

En estado líquido y temperaturas normales, los GLP están siempre en su punto de ebullición, la más pequeña caída de presión o el más mínimo aumento de temperatura causarán que se vaporicen y se conviertan en gas o vapor. Esta

característica se convierte en crítica sobretodo en las transferencias de líquido de un tanque a otro.

El GLP en estado líquido debe almacenarse en recipientes o tanques herméticos y sometidos a presión. El fluido en un tanque está en equilibrio con la fase gaseosa del GLP sobre la fase líquida del mismo, manteniendo la presión necesaria para que el líquido no se vaporice dentro del tanque.

### **1.2.1.3. Usos**

El GLP es único entre los combustibles comúnmente usados, porque relativamente bajas presiones y temperaturas normales de ambiente puede transportarse y almacenarse en recipientes cerrados, en forma líquida; pero en contacto con el medio atmosférico a relativamente baja temperatura se gasifica aumentando de esta manera su eficacia como combustible.

- En el sector industrial, se destaca el uso del GLP en: metal-mecánica, cerámica, industria alimenticia, textil, cría de aves, galvanizado, laboratorio, agricultura, etc.
- En el sector comercial, se destaca el uso del GLP en: panaderías, locales de expendio de alimentos, lavanderías, etc.
- En el sector doméstico, se destaca el uso del GLP en: viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, edificios, piscinas, saunas, etc., los usos domésticos del gas licuado de petróleo son la cocina, la refrigeración, la calefacción y el alumbrado.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> La seguridad en la distribución y manipulación del G.L.P. REPSOL- YPF.

## **1.2.2. Plantas de almacenamiento y envasado de GLP**

Una planta de envasado de GLP es una instalación de tipo industrial que posee un centro de almacenamiento (tanques para GLP), reservorios de agua contra incendio, bombas, compresores, accesorios, tuberías y todos los equipos relativos y necesarios para la recepción, transferencia, almacenamiento, llenado y manipulación de envases de GLP.

### **1.2.2.1. Generalidades**

Una planta de envasado de GLP es una instalación de tipo industrial que posee un centro de almacenamiento (tanques para GLP), reservorios de agua contra incendio, bombas, compresores, accesorios, tuberías y todos los equipos relativos y necesarios para la recepción, transferencia, almacenamiento, llenado y manipulación de envases de GLP.

En las plantas se maneja un alto volumen de materia prima rotativa, en tanques estacionarios que es fraccionado o envasado en recipientes de fácil manejo para su transportación, uso y manipulación de los usuarios o consumidores.

### **1.2.2.2. Legislación aplicable**

A continuación se presentan las obligaciones a las que está sujeta la envasadora de gas licuado de petróleo; las leyes, decretos, que debe cumplir en la actualidad.

- Constitución Política de la República de Guatemala. 1985.

- Código de Comercio Guatemala. Decreto número 2-70 del Congreso de la República de Guatemala.
- Código de Trabajo. Decreto número 1441 del Congreso de la República de Guatemala.
- Código Tributario. Decreto Ley Número 6-91 del Congreso de la República de Guatemala.
- Ley del Impuesto al Valor Agregado y sus Reformas. Decreto número 27-92.
- Ley del Impuesto Sobre la Renta y sus Reformas. Decreto número 26-92.
- Ley del Impuesto de Solidaridad (ISO) Decreto número 73-2008.
- Ley de Timbres Fiscales y Papel Sellado Especial para Protocolos. Decreto número 37-92.
- Ley Orgánica del IGSS. Decreto número 295 del Congreso de la República de Guatemala.
- Ley de Circulación de Vehículos. Decreto número 40-95 del Congreso de la República de Guatemala.
- Ley de Comercialización de Hidrocarburos. Decreto Ley Número 109-97 y su reglamento general. Acuerdo Gubernativo 522-99.

- Ley de Impuesto a la Distribución de Petróleo Crudo y Combustibles derivados del petróleo. Decreto número 38-92.<sup>4</sup>

### **1.2.2.3. Organización interna**

Como toda empresa formalmente constituida, las empresas comercializadoras de GLP cuentan con una estructura organizativa funcional, de manera que separa el trabajo sobre la base de pasos, procesos o actividades que se llevan a cabo para obtener un determinado objetivo.

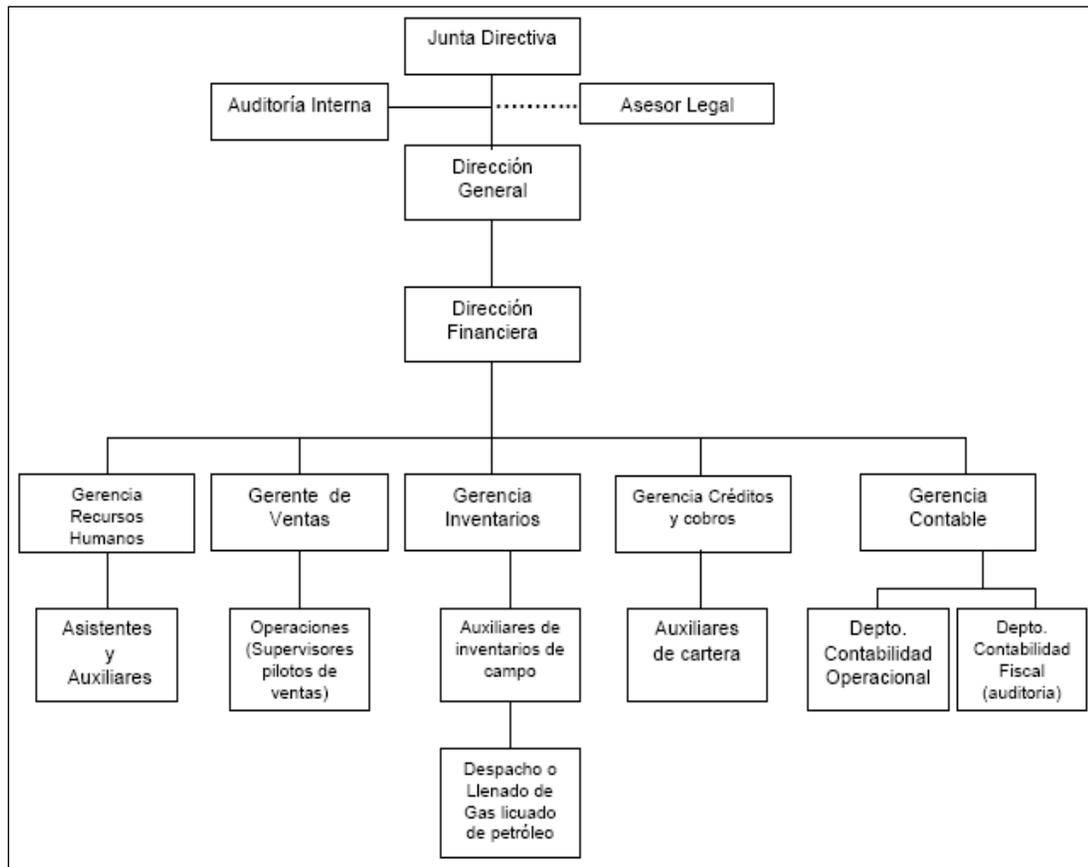
La organización interna y el personal en las plantas de envasado de GLP depende de las características de cada una:

- Planta de Almacenamiento de GLP: instalaciones y equipos estacionarios destinados a recibir y almacenar GLP al por mayor.
- Planta Envasadora de GLP: instalaciones y equipos destinados a envasar GLP en cilindros metálicos portátiles de hasta 45 kilogramos a partir de tanques estacionarios.

---

<sup>4</sup> Dirección General de Hidrocarburos, Departamento de Gestión Legal, MEM.

Figura 3. **Organigrama planta de almacenamiento y envasado de GLP**



Fuente: elaboración propia.

#### **1.2.2.4. Riesgos asociados al transporte, manejo y almacenamiento**

La evaluación de los riesgos se realiza de acuerdo a la criticidad de cada puesto de trabajo, para ello es necesario identificar cuáles son estos riesgos y las acciones que deben tomar para minimizarlos.

Todo el personal debe capacitarse para utilizar y mantener los equipos y herramientas de seguridad personal .y contra incendio.

En las operaciones de carga y descarga de los cilindros portátiles de GLP en los vehículos de transporte, debe evitarse toda forma de impacto al recipiente, por ningún motivo se descargarán estos dejándolos caer directamente al piso. El personal que labora en las áreas productivas debe usar ropa de trabajo adecuada e implementos de seguridad, la ropa de lana está prohibida dado que tiene facilidad para cargarse estáticamente.

#### **1.2.2.5. Instalaciones y equipos**

Se entiende por instalación el conjunto de aparatos, dispositivos y accesorios encargados de recibir, almacenar y controlar los gases que descarga el vehículo hasta los aparatos de consumo del usuario. La selección del sitio de ubicación de una planta de envasado de GLP se realiza considerando el riesgo potencial a las propiedades adyacentes por algún fuego, incendio o explosión, todo el terreno debe contar con un cerco perimetral que restrinja el paso de particulares a las instalaciones de la planta.

- Oficinas administrativas
- Área de almacenamiento de los cilindros vacíos
- Área de almacenamiento de cilindros llenos
- Área de tanques
- Área de descarga de productos
- Área de envasado y despacho
- Área de despacho
- Sistema de tuberías internas y de recepción
- Equipos auxiliares

### **1.2.2.6. Mantenimiento**

En cualquier planta de almacenamiento y envasado de GLP el mantenimiento de los depósitos, es de vital importancia dentro de las instalaciones, ya que como cualquier empresa que presta un servicio, a través de un producto existen etapas en las cuales se deben reemplazar o cambiar algunos accesorios.

#### **1.2.2.6.1. Definición**

Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, edificios, equipos y accesorios.

#### **1.2.2.6.2. Generalidades**

La misión básica del mantenimiento es la de proporcionar la utilización óptima de la mano de obra, materiales, dinero y equipamiento. Esto se logra a través de:

- Garantizar la disponibilidad ilimitada de instalaciones y equipos
- Preservar las inversiones de capital
- Crear una confiabilidad absoluta en las instalaciones y en los equipos
- Asegurar que el proceso opere dentro de control estadístico
- Reparar y restaurar la capacidad productiva que se haya deteriorado

### 1.2.2.6.3. Tipos

El mantenimiento es importante, y por eso a continuación se mencionaran los diferentes tipos de mantenimiento que aplican a las plantas de envasado de Gas Licuado de Petróleo.

- **Mantenimiento preventivo:** es un sistema de previsión de fallas que, por medio de inspecciones calendarizadas, controladas y previstas, reduce al mínimo el tiempo perdido por falla y avería como la correspondencia económica para la empresa, este tipo de mantenimiento surge por la necesidad observada por rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa.
- **Mantenimiento predictivo:** basado en predecir la falla antes de que esta se produzca. El objetivo es adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas, utilizando herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.
- **Mantenimiento periódico:** el objetivo de este tipo de mantenimiento es cooperar con las acciones de mantenimiento predictivo, mediante constantes y periódicas actividades realizadas a los equipos industriales con el fin de obtener información confiable del funcionamiento en cuestión y así facilitar las acciones de mantenimiento una vez visualizados los problemas que presentará y poder corregirlos antes de que la falla ocurra, acciones de corrección que se pueden programar para realizar cuando no se afecte la producción de la empresa.

- Mantenimiento programable: es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial, se conoce como Mantenimiento Planificado (MP).
- Mantenimiento correctivo: se define como el efectuado a una máquina o instalación cuando la avería se ha producido, para restablecerla a su estado operativo habitual de servicio.



## **2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL GESTIÓN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROCARBUROS**

### **2.1. Antecedentes**

La demanda de GLP va en aumento, debido al crecimiento industrial y de la población, así como la necesidad de contar con servicios básicos que le ayuden a tener una mejor calidad de vida. La demanda regional de GLP muestra una tendencia al crecimiento, en el 2008 Guatemala consumió un 1,9 por ciento más que en el 2007.

En Guatemala existen 49 plantas envasadoras de GLP en operación, pertenecientes a aproximadamente a 22 empresas, siendo Zeta Gas, Grupo Tomza, Dagas, las que manejan el 97 por ciento del mercado. En la siguiente figura se muestra la cadena de comercialización de GLP en Guatemala.

### **2.2. Definición del problema**

El Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Hidrocarburos, es el ente encargado de velar por la correcta aplicación de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos. Actualmente las plantas de almacenamiento y envasado de GLP que operan en Guatemala no tienen la obligación de presentar su programa de mantenimiento anual dentro de los requisitos de operación establecidos.

El diagnóstico tiene el objetivo de identificar la situación actual de la gestión de programas de mantenimiento de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, para la recopilación de la información se utilizaron diferentes técnicas como revisión de documentos y datos históricos, visitas a las instalaciones de cada institución o empresa, entrevistas no estructuradas, observaciones directas.

### **2.3. Análisis Dirección General de Hidrocarburos y plantas de GLP**

La Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas tiene como misión: “Promover el desarrollo racional de los recursos de los yacimientos de hidrocarburos estableciendo una política petrolera orientada a tener mejores resultados en la exploración y explotación de dichos recursos, así mismo propiciar el establecimiento de un mercado de libre competencia en materia de petróleo y productos petroleros, que provea beneficios máximos a los consumidores y a la economía nacional”.<sup>5</sup>

En esta sección se plasma la parte práctica del proyecto, para ello se llevaron a cabo estudios preliminares de las actividades y procesos que se realizan, por medio de visitas a 3 distintas plantas de almacenaje y envasado de GLP, que se presentan a continuación, lo que permitió determinar qué herramientas de ingeniería eran las ideales, así como cuál era la mejor manera de aplicarlas.

Para iniciar se recurrió a un flujograma para describir los procedimientos que se realizan actualmente, posteriormente se recurrió al análisis FODA, el cual se realizó por medio de encuestas, entrevistas y verificaciones personales de los procesos. También se utilizó el diagrama causa–efecto como

---

<sup>5</sup> Dirección General de hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas.

herramienta de ingeniería para analizar y poder lograr soluciones que sean factibles y prácticas.

Las plantas visitadas están ubicadas en el área metropolitana del Departamento de Guatemala, realizan las mismas actividades comerciales, las cuales son presentadas a continuación:

- Empresa A

Surgió por la necesidad del mercado guatemalteco de que existiera una empresa responsable, que garantizara seguridad y un constante mantenimiento de los cilindros y tanques, además de un abastecimiento continuo de los mismos.

- Ubicación: Avenida Petapa 53-01, zona 12.
- Capacidad instalada de 10 500 galones.
- Flota de 22 camiones cisternas con capacidad de 300 000 galones.
- Actualmente cuenta con un 17 por ciento de participación en el mercado nacional de GLP, cuenta con el 12 por ciento del mercado hondureño.
- Brinda total seguridad a los usuarios de los cilindros de gas propano, por eso tiene permanente revisión sobre los recipientes que están en uso.

Es una empresa con más de 70 años de experiencia en la comercialización y distribución de gas propano a nivel Centro Americano. Actualmente cuenta con 5 plantas y 4 bodegas, con las cuales cubre todo el territorio Guatemalteco.

Luego de realizadas las visitas a esta planta se identificó y se puede señalar lo siguiente:

- Existe poco mantenimiento en las estructuras del área de llenado.
- Las tuberías de gas se encuentran corroídas en algunas secciones a lo largo de su recorrido, lo cual reduce el tiempo de vida de las mismas.
- No existen registros de actividades de mantenimiento.
- No cuentan con una planificación anual de mantenimiento.
- Con respecto al tema de seguridad, la empresa brinda seguridad a los usuarios de los cilindros de gas propano, mediante una permanente revisión sobre los recipientes que están en uso.
- Cuando los cilindros se reciben en planta, se seleccionan los que pueden pasar directamente a llenado, por encontrarse en perfectas condiciones tanto el envase como la válvula.

- Los cilindros que presentan alguna falla, tales como válvulas en mal estado, oxidación sobre el envase, cuellos o bases golpeadas, se sacan de la línea y son pasados a talleres para su reparación.
- El procedimiento de inspección se realiza con el fin de determinar si el cilindro por su mal estado se tiene que descartar y por lo tanto sacar de circulación para convertirse en chatarra. Se revisa si el cuello protector de válvula o la base de sustentación, presentan un buen estado físico, de lo contrario, se procede a colocar una nueva pieza.

Figura 4. **Tanque de almacenaje**



Fuente: DAGAS.

- Empresa B

Se dedica desde hace más de 50 años a la comercialización, importación, distribución, almacenamiento y transporte de gas licuado de petróleo, es líder

en México, Centro América y Belice en lo relacionado a transportación, distribución, comercialización y exportación de Gas L.P. Cuentan con un departamento técnico especializado en la asesoría, diseño e instalación de los diferentes tanques estacionarios.

- Ubicación: Planta El Portillo Ave. Petapa 21-02 zona 12.
- Despacha a granel generalmente al comercio e industria.
- Cuenta con 9 tanques estacionarios instalados con una capacidad de 30 000 galones cada uno.
- Puede descargar hasta 12 camiones tanque de 12 000 galones de capacidad diariamente.
- Están destinadas actualmente 8 personas para el mantenimiento.
- Despacho en cilindros que son utilizados por la mayoría de hogares, este es trasportado en recipientes (cilindros) más pequeños para su uso.
- Llenado de cilindros de otras capacidades en sus plantas.

Es una planta muy grande, con un flujo constante de cilindros de gas, camiones que llegan a abastecer el gas y camiones de distribución. Todas las áreas debidamente sectorizadas de manera de no interrumpir algún proceso.

Actualmente respecto al mantenimiento de la planta se ha establecido una revisión general cada 5 años, donde los accesorios como los sellos mecánicos

y las válvulas son cambiadas en su totalidad.

Luego de realizadas las visitas a esta planta se puede señalar lo siguiente:

- Se pudo observar en una de las visitas un paro en la recepción de tanques de abastecimiento, debido a que el compresor se averió, siendo esta parte fundamental dentro del proceso, era imposible entonces realizar esta función. La reparación duro un día entero, con lo cual se tuvo que solicitar el doble de la cantidad de GLP y camiones que son descargados diariamente en la planta.
- Láminas picadas en el techo del área de llenado de cilindros.
- Mangueras del área de descarga en mal estado.
- Rótulos y señalización dañados o en mal estado.
- Válvulas de bola que interrumpen el paso de gas entre las tuberías, con muestras de desgaste.
- No se cuenta con una programación de actividades de mantenimiento.
- No existen registros de tareas ejecutadas en el año, o bien una bitácora de trabajos realizados.
- Falta de pintura en las distintas paredes de la instalación.

Figura 5. **Tanques de almacenaje y área de llenado**



Fuente: TROPIGAS.

- **Empresa C**

Pertenece al mismo grupo empresarial que la empresa B, por lo que realiza las mismas actividades y operaciones que esta.

- Ubicación: Planta Petapa kilometro 14,5 carretera a San Miguel Petapa.
- Cuenta con 3 tanques estacionarios instalados con una capacidad de 66 000 galones cada uno.
- La tubería instalada para el gas LP es de hierro negro con un diámetro de 3 a 4 pulgadas y cédula 80.
- Están destinadas 5 personas para el mantenimiento.

Luego de realizadas las visitas a la planta se identificó y se puede señalar lo siguiente:

- Válvulas de bola que interrumpen el paso de gas entre las tuberías, con muestras de desgaste.
- Mangueras del área de descarga en mal estado.
- Rótulos de prevención y prohibición en mal estado.
- Existen bastantes árboles y plantas dentro de la planta, en lugares cercanos al área de llenado, lo cual no es permitido, pues puede tener relevancia al momento de un incendio o fuego.
- No existen registros de actividades de mantenimiento.
- No cuentan con una planificación anual de mantenimiento.
- El personal de mantenimiento se dedica, en su mayoría, a labores de mantenimiento correctivo.

Figura 6. **Área de Envasado y Área de Descarga**



Fuente: TROPIGAS.

De esta forma se ha identificado que las plantas cuentan con varias deficiencias concernientes al mantenimiento, las cuales en su mayoría son en común, lo cual representa en muchas ocasiones un peligro para la seguridad dentro y fuera de las plantas.

En el siguiente capítulo, se propone la implementación de un plan de mantenimiento y la gestión dentro de la Dirección General de Hidrocarburos para implementar controles al respecto.

### **2.3.1. Departamento de Fiscalización Técnica**

El Departamento de Fiscalización Técnica dentro de sus actividades relacionadas con la supervisión del funcionamiento de las plantas de almacenamiento y envasado de transporte, manejo, almacenamiento y distribución de GLP tiene a su cargo las funciones y atribuciones siguientes:

- Verificar el cumplimiento de las especificaciones de calidad de los productos petroleros almacenados y producidos, así como de los combustibles expendidos en estaciones de servicio, utilizando para ello el Laboratorio del Ministerio, el Laboratorio Móvil o el medio científico idóneo que en el futuro se establezca.
- Verificar en plantas de envasado la calidad del Gas Licuado del Petróleo (GLP) en cilindros.
- Establecer la correcta adopción de medidas de seguridad en plantas de almacenamiento y envasado de GLP.
- Comprobar la cantidad de GLP envasada en cilindros distribuidos en los expendios, así como el cumplimiento de medidas de seguridad aplicadas por éstos.
- Verificar el cumplimiento de especificaciones de seguridad en los cilindros metálicos fabricados localmente o importados.
- Atender denuncias relacionadas con la calidad, cantidad despachada y medidas de seguridad en instalaciones donde se comercialicen productos petroleros.
- Fiscalizar y controlar la emisión y renovación de licencias de operación para expendios de GLP para uso doméstico.
- Supervisar y controlar la calidad de los cilindros portátiles para envasar GLP en las plantas de envasado, para el mantenimiento, retiro y

sustitución de los mismos incluyendo los accesorios de los mismos, principalmente válvulas.

### **2.3.1.1. Observaciones y entrevistas**

Al principio del ejercicio profesional supervisado se realizó un recorrido por las 3 plantas de almacenamiento y envasado de GLP, mencionadas en el punto anterior, de las cuales se puede mencionar El Portillo que se encuentra en la Avenida Petapa, zona 12 y donde se envasa y se distribuye cilindros de gas a granel.

Se realizaron entrevistas no estructuradas a varias personas tanto del Ministerio de Energía y Minas, como de las plantas, en especial al jefe del Departamento de Fiscalización Técnica, jefes de planta y encargados de mantenimiento, esto, para poder determinar las herramientas adecuadas que permiten elaborar el diagnóstico de la problemática actual.

De esta forma se observó diversos aspectos que afectan el poco control y desempeño de labores de mantenimiento tanto administrativas como físicas, los cuales se encuentran en el punto 2.3.5, en la página 29, en el diagrama causa-efecto. A continuación se describen situaciones en común, que fueron identificadas durante estas actividades:

- En las plantas de almacenaje y envasado de GLP, no existen procedimientos establecidos en el aspecto del mantenimiento, no se cuenta con un manual de procedimientos, una bitácora de actividades que se realizan y una planificación anual.

- El jefe de planta, el encargado de las operaciones de mantenimiento y los mecánicos, son quienes realizan rondas de supervisión para detectar inconvenientes y las reparaciones que se deben realizar. Esta afirmación parte de la observación directa, y la explicación misma por parte de un jefe de planta, durante una visita y permanencia en un día de trabajo.
- En las plantas visitadas no hay un mantenimiento preventivo, se observó que hacen paros de producción por arreglar el motor de una máquina el cual hace perder dinero en tiempo.
- Por ejemplo, en el tiempo que se realizaba una visita, se estaba arreglando un compresor de GLP, el paro para realizar esta reparación dura un día, en lo que los mecánicos y técnicos trabajan además previo a esto, un día antes es necesario abastecer todos los tanques estacionarios de almacenamiento de gas, pues no se puede descargar camiones sin el compresor de GLP.

Esta forma de trabajar se debe a la falta de supervisión por parte de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, en donde no existe una regulación que solicite alguna documentación sobre mantenimiento, así como también una descripción de las actividades que se requieren para la verificación de instalaciones de plantas de GLP.

### **2.3.2. Descripción del proceso**

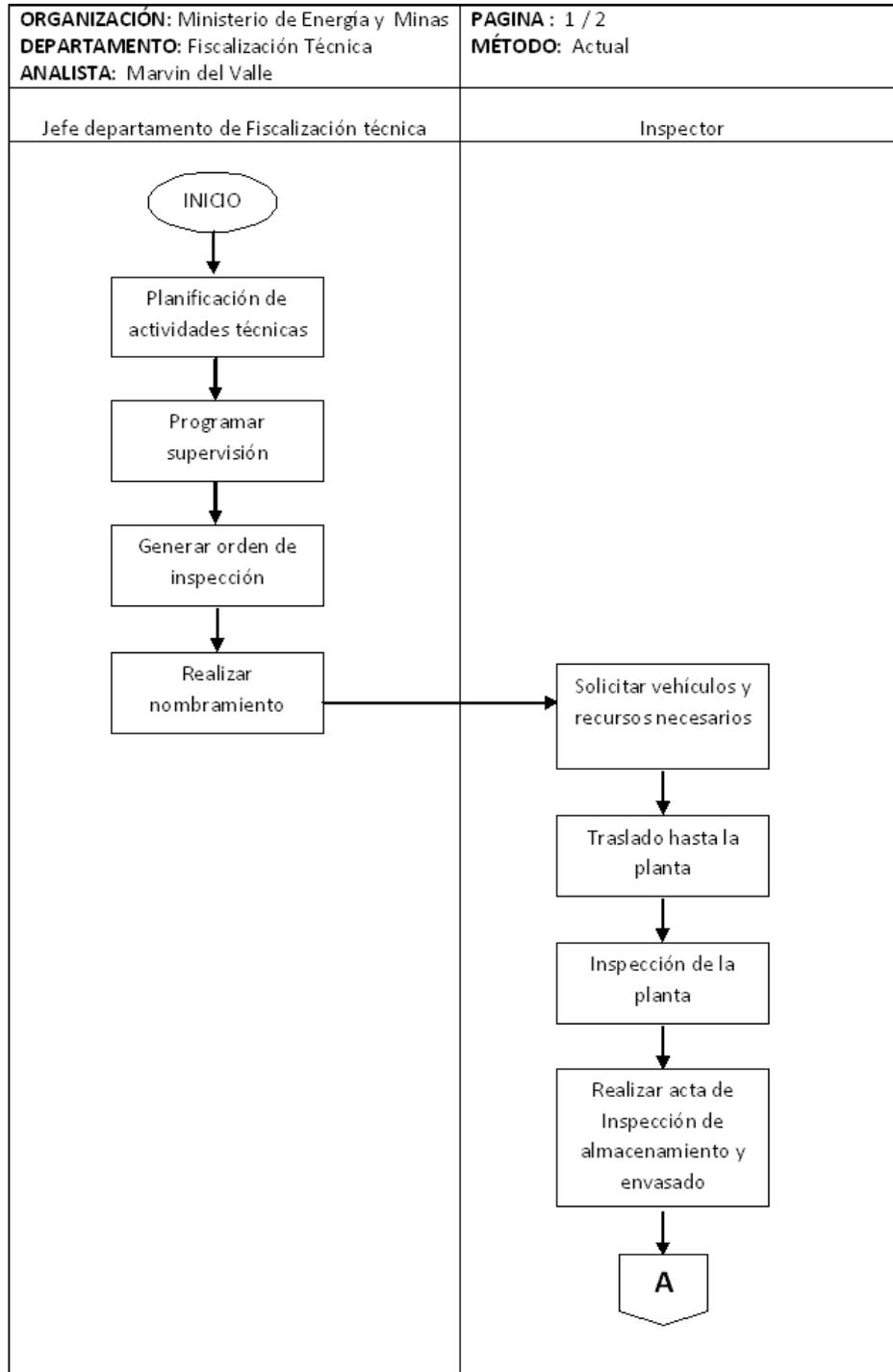
La descripción del proceso actual se muestra como una secuencia de las operaciones realizadas, es decir, desde el momento en que se planifican las actividades hasta que se emite un informe final y se adjunta a un archivo, actualmente existen deficiencias administrativas y falta de seguimiento. La

secuencia se muestra a continuación:

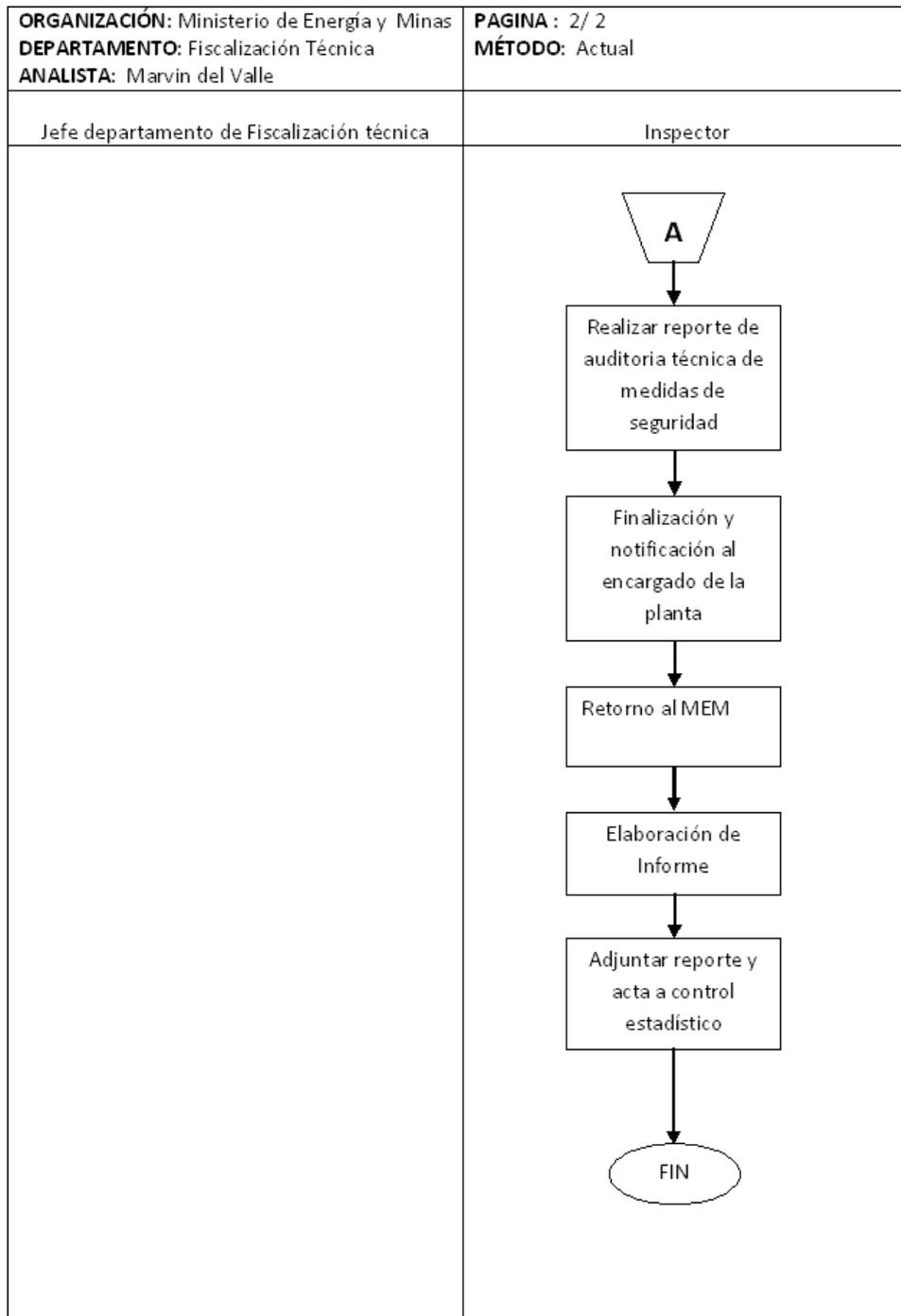
- Planificación de actividades técnicas
- Programar supervisión
- Generar orden de inspección
- Realizar nombramiento
- Solicitar vehículos y recursos necesarios
- Traslado hasta la planta
- Inspección de la planta
- Realizar acta de Inspección de almacenamiento y envasado
- Realizar reporte de auditoria técnica de medidas de seguridad
- Finalización y notificación al encargado de la planta
- Retorno al MEM
- Elaboración de informe
- Adjuntar reporte y acta a control estadístico

La anterior descripción permite ver una secuencia en general de las actividades que se realizan para la ejecución de una visita de inspección, por tal razón, la herramienta que permite describirlo de la mejor manera es un flujo grama, el cual se muestra a continuación:

Figura 7. **Proceso de fiscalización a plantas de almacenaje y envasado de GLP**



Continuación de la figura 7.



Fuente: elaboración propia.

Las actividades y puntos críticos expuestos en el diagrama anterior son los siguientes:

- Planificación de actividades técnicas: se da al inicio, aquí es donde el jefe sección se encarga de dar a conocer las actividades durante el mes, es decir, las tareas a realizar y las regiones a visitar.
- Programar supervisión: esta actividad se refiere a las visitas, a dar a conocer la ruta asignada y definir las plantas a ser inspeccionadas.
- Generar orden de inspección: luego de ser aprobada por el jefe del departamento, aquí es donde se genera y se da por válida la orden.
- Realizar nombramiento: implica entregar la hoja de actividades a la persona nombrada, con todas las especificaciones necesarias para realizar la inspección.
- Solicitar vehículos y recursos necesarios: por medio de un formulario, el técnico inspector se encarga de hacer la solicitud de un vehículo, combustible, viáticos y un piloto de ser así necesario.
- Traslado hasta la planta: es el recorrido y la ruta que se debe realizar para llegar hasta la planta de GLP asignada.
- Inspección de la planta: es una actividad de gran importancia, pues es aquí donde se realiza un recorrido por todas las instalaciones de la planta, para determinar deficiencias o el incumplimiento de alguna de las medidas de seguridad que son requeridas por el MEM.

- Realizar acta Inspección de almacenamiento y envasado: esta es una de las dos actas que debe llevarse a cabo y completarse durante la visita, aquí es donde se deja constancia que la planta esta amparada bajo una licencia de almacenamiento y envasado de GLP, y también se procede a pesar determinada cantidad de cilindros para comprobar su peso e indicar si están en condiciones de comercializarse.
- Realizar reporte de auditoria técnica de medidas de seguridad: aquí se realiza una auditoría detallada de todos los requerimientos de medidas de seguridad industrial establecidas, se realiza las observaciones necesarias, para que de ser necesario, se completen los trabajos requeridos en un plazo de 30 días.
- Finalización y notificación al encargado de la planta: en este paso es en donde en conformidad a la ley de comercialización de hidrocarburos y su reglamento, se procede a firmar y sellar el acta por las dos partes interesadas, dejando una copia a la persona encargada luego de ser leída y ratificada.
- Retorno al MEM: es el recorrido que se realiza de regreso al MEM, luego de realizadas las visitas.
- Elaboración de informe: el técnico encargado, luego de haber realizado la inspección, procede a elaborar un reporte para el jefe de sección sobre las observaciones realizadas y los requerimientos dados a conocer a la parte interesada.

- Adjuntar reporte y acta a control estadístico: la información obtenida es vaciada en una tabla con formato en Excel y las copias de las actas realizadas son archivadas junto con las demás visitas del mes.

Como puede observarse, a partir de generado el nombramiento se procede a realizar el traslado hasta la planta donde dentro de las actividades que se realizan y las actas a completar, no es tomado en cuenta el tema del mantenimiento de la planta, por ello se debe crear un procedimiento adecuado para la verificación de la documentación que se debe requerir y aspectos técnicos sobre el mantenimiento en cada visita programada al momento de la práctica de cada visita de verificación por parte del personal encargado de la planta.

Puede observarse que este es un punto importante ya que a partir de esta actividad se genera los compromisos por parte de las empresas comercializadoras de la entrega de documentación, por ello se debe crear un procedimiento adecuado para la toma de especificaciones técnicas necesarias, y de igual manera, es necesario tener una definición clara de los alcances del proyecto para poder realizar una implementación.

### **2.3.3. Diagrama causa–efecto del Departamento de Fiscalización Técnica**

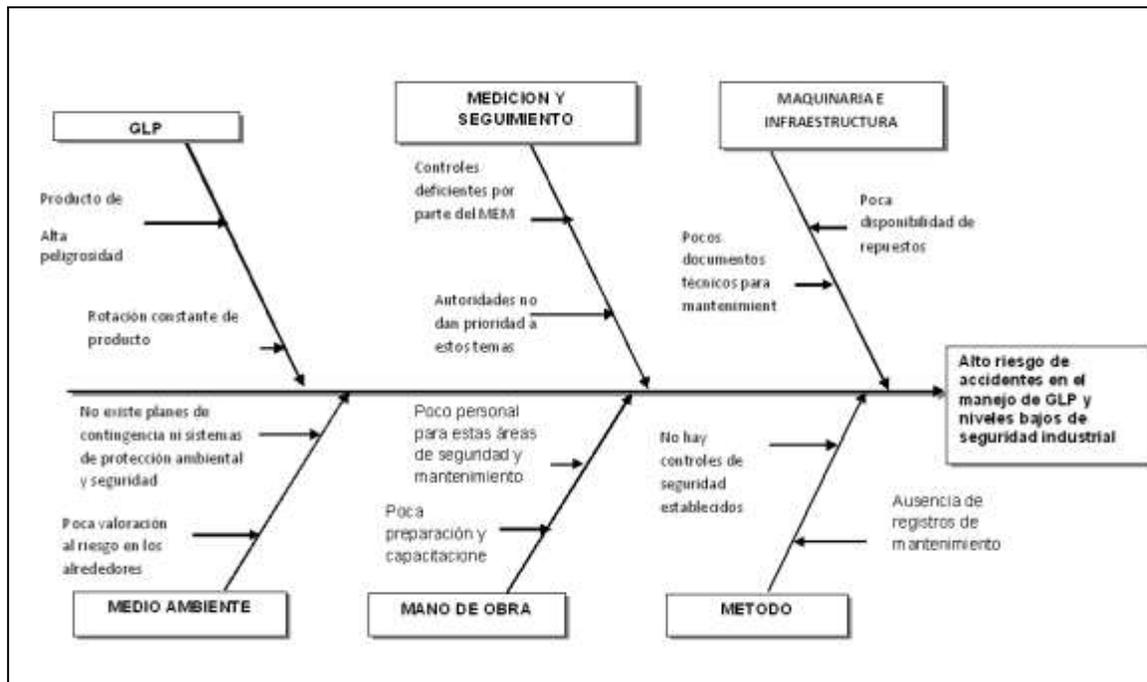
Para poder elaborar este análisis y diagrama, se utilizo la información que se mencionó anteriormente en la página 21, punto 2.3.3 de observaciones y entrevistas, en donde los aspectos y procedimientos de supervisión y control que se llevan a cabo, los que se dejan de hacer y factores externos por parte del departamento de fiscalización determinan el problema existente y es la falta de supervisión del mantenimiento a plantas de almacenamiento y envasado.

El resultado y la utilización de esta herramienta es un diagrama ordenado de posibles causas que contribuyen a un efecto, el cual se ha elaborado en 3 pasos tomando en cuenta el siguiente orden.

- Identificar el problema
- Dibujar y marcar las espinas principales
- Identificar a los candidatos para la causa más probable

A continuación se incluye el diagrama de causa y efecto que identifica algunos de los problemas más comunes que afectan el proceso de fiscalización y supervisión técnica de las plantas de almacenaje y envasado de GLP.

Figura 8. Diagrama de causa – efecto



Fuente: elaboración propia.

### **2.3.3.1. Conclusión del diagrama**

Como cualquier diagrama este proporciona un conocimiento común de la falta de un procedimiento para la evaluación de la conformidad general para llevar a cabo la verificación y seguimiento de las normas oficiales en materia de Gas L.P. Una forma de trabajo carente de información y una legislación que no toma en cuenta el tema del mantenimiento, es claramente visible a cualquier nivel de detalle.

El diagrama causa-efecto proporciona un conocimiento común de un problema complejo como lo es la gestión de un plan de mantenimiento a ser supervisado y requerido por el MEM.

Como se puede ver, la falta de estos procedimientos deja a la deriva el amplio campo del mantenimiento en las plantas de envasado, el que va relacionado con aspectos importantes como la seguridad de los empleados y sus alrededores.

### **2.3.4. Análisis del resultado**

La necesidad de establecer controles es indispensable y necesaria ya que el desempeño de una planta independientemente de la clase de producto, que en este caso es un combustible peligroso, necesita controles diarios y frecuentes no ocasionales, de una forma estructurada y regida por la ley.

Con esto se observa que la falta de una iniciativa que desemboque en un requerimiento para las empresas comercializadoras de un plan de mantenimiento, se debe a una forma de trabajo aun no establecida, a la omisión

de aspectos técnicos importantes y deficiencias en la ley, así como un bajo conocimiento sobre la actividad del mantenimiento en las plantas, para lo cual es necesario la capacitación constante del personal y la necesidad de ampliar los conocimientos sobre el tema.

La implementación de un procedimiento para la supervisión y verificación del cumplimiento de un plan definido de mantenimiento se ha dejado por un lado, dando prioridad a otros proyectos del departamento.

Por otro lado, la falta de recursos es una de las causas principales de este problema, ya que el llevar a cabo procedimientos nuevos, demandan una asignación de recursos, disponibilidad de personal, y la agilización de los trámites.

Con estas características y con la ayuda de herramientas de ingeniería utilizada, se pudieron observar los distintos puntos donde los problemas que se están dando son originados, se conocen los procedimientos actuales y se hace notar la necesidad de implementar controles y registros para poder establecer un método de verificación eficiente y que pueda en realidad ser aplicado.

#### **2.4. Análisis plantas almacenamiento y envasado de GLP**

El GLP se almacena a menos 161 grados centígrados y a presión atmosférica en tanques criogénicos especiales para baja temperatura. El típico tanque de GLP tiene doble pared: una pared externa de hormigón armado, recubierto con acero al carbono.

### **2.4.1. Generalidades**

El análisis de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP y sus actividades de mantenimiento, son parte fundamental del proyecto.

Las plantas visitadas y las compañías a las que pertenecen cuentan con más de 50 años de experiencia en la comercialización de GLP.

El acceso a estas plantas fue por medio del Departamento de Fiscalización Técnica, quienes brindan el apoyo y asesoría para las visitas a las mismas, quienes realizan toda la gestión y se ponen en contacto con las autoridades respectivas para la autorización de ingreso a las plantas.

### **2.4.2. Plantas evaluadas**

Se visitaron tres plantas ubicadas en el área metropolitana del Departamento de Guatemala, las que realizan las mismas actividades comerciales.

Son 3 debido a que cada una representa una empresa diferente, una marca distinta, y tomando en cuenta que las gestiones para poder ingresar a las mismas se hicieron por parte del MEM quienes designaron esta cantidad de accesos para estas plantas.

- Empresa A: surgió por la necesidad del mercado guatemalteco de que existiera una empresa responsable, que garantizara seguridad y un constante mantenimiento de los cilindros y tanques, además de un abastecimiento continuo de los mismos.

- Ubicación: avenida Petapa 53-01, zona 12.
  - Capacidad instalada de 10,500 galones.
  - Flota de 22 camiones cisternas con capacidad de 300 000 galones.
  - Actualmente cuenta con un 17 por ciento de participación en el mercado nacional de GLP, cuenta con el 12 por ciento del mercado hondureño.
  - Brinda total seguridad a los usuarios de los cilindros de gas propano, por eso tiene permanente revisión sobre los recipientes que están en uso.
- Empresa B: se dedica desde hace más de 50 años a la comercialización, importación, distribución, almacenamiento y transporte de gas licuado de petróleo, es líder en México, Centro América y Belice en lo relacionado a transportación, distribución, comercialización y exportación de GLP cuentan con un departamento técnico especializado en la asesoría, diseño e instalación de los diferentes tanques estacionarios.
    - Ubicación: Planta El Portillo ave. Petapa 21-02 zona 12.
    - Despacha a granel generalmente al comercio e industria.
    - Despacho en cilindros que son utilizados por la mayoría de hogares, este es trasportado en recipientes (cilindros) más pequeños para su uso.

- Llenado de cilindros de otras capacidades en sus plantas.
- Empresa C: pertenece al mismo grupo empresarial que la empresa B, por lo que realiza las mismas actividades y operaciones que esta.
  - Ubicación: Planta Petapa kilometro. 14,5 carretera a San Miguel Petapa.

### **2.4.3. Organización**

A continuación se presenta una descripción del personal y funciones de las empresas evaluadas y la información obtenida, para dar a conocer las áreas de trabajo que existen en las empresas comercializadoras y de esta forma, tener una idea más clara de sus actividades.

- Junta Directiva: es la unidad encargada de definir la política general de la empresa, elegir los cuerpos administrativos, conocer aprobar o improbar el estatuto o sus enmiendas conocer aprobar o reprobar los informes financieros, conocer aprobar o reprobar los informes de la dirección general y analizar los resultados de las operaciones. Además es la unidad encargada de informar a la Asamblea General todos los aspectos financieros y administrativos.
- Asesoría Legal: es la unidad encargada de prestar asesoramiento legal cuando lo requiera la dirección y los demás departamentos de la envasadora, preparar proyectos de dispositivos legales, emitir opinión legal respecto a las normas legales que se sometan a su consideración, pudiendo solicitar los alcances técnicos que estime necesario para la mejor comprensión de los temas, efectuar el análisis legal de todas las

iniciativas legales y reglamentarias que se sometan a su consideración, cumplir con otras funciones y atribuciones que le asigne la dirección general.

- Dirección General: es la unidad encargada de la ejecución de todas las políticas y estrategias, para lo cual planifica, organiza, integra, dirige y controla los recursos de la envasadora. Es responsable del óptimo funcionamiento de todo el aparato administrativo como también, alcanzar los objetivos y metas establecidos por la envasadora de gas licuado de petróleo.
- Auditoría Interna: es la encargada de la evaluación continua de los procesos operacionales, para que se realicen de la mejor manera y así alcanzar la efectividad, en cuanto minimizar costos, evitar la duplicidad de esfuerzos, establecer medidas de control y proporcionar información efectiva y eficiente a la dirección general.
- Dirección Financiera: es la unidad encargada de la ejecución de las políticas y estrategias definidas por la dirección general en todo lo relacionado a las operaciones financieras contables de la envasadora de esta manera tiene relación directa con todas las gerencia para solicitar la información que se refiera como por ejemplo:
  - Gerencia Recursos Humanos, ventas, inventarios, créditos cobros y la gerencia contable.
- Gerencia de Recursos Humanos: es la unidad encargada del reclutamiento de personal para que todas las áreas cuenten con el personal adecuado para el desarrollo de las funciones de cada

departamento, además se encarga de los cálculos de pago de salarios, prestaciones laborales y otros.

- Gerencia de Ventas: es la unidad encargada de vender el gas licuado de petróleo a los diferentes puntos del país, atendiendo directamente a los clientes, crear estrategias de venta y así poder cumplir cada mes con la meta establecida de venta.
- Gerencia de Inventarios: esta unidad se encarga de hacer los pedidos directamente del gas licuado de petróleo para así poder mantener existencia del producto en cada una de las plantas de distribución y de sus diferentes denominaciones como lo es la venta a granel, o en cilindro de diferentes denominaciones, se encarga de informar a la dirección general del movimiento del producto.
- Gerencia de Créditos y Cobros: esta unidad se encarga de llevar control de todos los créditos y cobros que se realicen en la envasadora, así mismo de promover políticas de cobro como concesión de créditos.
- Gerencia Contable: esta área es la encargada de llevar cuenta y razón de todas las operaciones de la envasadora como los ingresos y egresos que se encuentren debidamente contabilizados.

#### **2.4.4. Requisitos de operación**

De acuerdo a lo indicado en la Ley de Comercialización de Hidrocarburos (Decreto No. 109-97 Congreso de Guatemala) es obligación del Estado orientar la comercialización de los productos petroleros que se importen o produzcan internamente para el consumo nacional y el adecuado desarrollo de la

Economía Nacional. En esta ley se agrupan y ordenan todas las disposiciones relacionadas con la comercialización de hidrocarburos.

- Artículo 29. Otras licencias: debe tramitarse ante la Dirección, la licencia respectiva para efectuar las siguientes actividades:
  - Construir y modificar terminales de almacenamiento, refinerías, plantas de transformación, sistemas de transporte estacionario, estaciones de servicio, expendios de GLP y depósitos para el consumo propio.
  - Importar, construir y reparar cilindros para el envasado de GLP, así como el montaje, mantenimiento y reparación de equipo para utilizar GLP en automotores.
  - Calibrar tanques estacionarios de almacenamiento, auto-tanques y equipo de despacho o surtidores.
  - Almacenamiento temporal, envasado y trasiego.
  
- Artículo 39. Otras infracciones: para los efectos de esta Ley, también se considerarán como infracciones las siguientes:
  - Construir y modificar instalaciones, así como efectuar operaciones de importación, refinación, transformación, almacenaje, depósito para consumo propio, expendio, envasado, trasiego, transporte y exportación de petróleo o productos petroleros, sin poseer la respectiva licencia.

- Importar, construir y reparar cilindros para envasado de GLP, así como el montaje, mantenimiento y reparación de equipo para utilizar GLP en automotores; sin poseer la respectiva licencia.
- No cumplir con las especificaciones de calidad establecidas por el Ministerio en la nómina de productos, para la importación, producción y expendio de los productos petroleros.
- Adulterar los productos petroleros para su comercialización.
- Vender menos contenido o cantidad de productos petroleros, de acuerdo a las unidades de medición legalmente establecidas.
- Tener en existencia para la venta, petróleo o productos petroleros y negarse sin causa justificada a venderlos; así como, ejecutar prácticas que den origen al acaparamiento de los mismos y a consecuencia de lo cual, se produzca escasez ficticia y distorsión de precios.
- No colocar el marchamo o tapón de seguridad que garantice el contenido de los hidrocarburos envasados para su comercialización.
- No colocar en lugar visible, los precios de venta al público de los productos petroleros en estaciones de servicio y expendios de GLP.
- Alterar la tara o capacidad de los depósitos de hidrocarburos, el depósito de los camiones cisternas o el de los cilindros de condensados o GLP, colocando doble fondo o utilizando cualquier otro artificio con la misma finalidad.

- No proporcionar la información y documentación solicitada por la Dirección, de acuerdo a lo prescrito en esta ley y su reglamento.
- Contaminar el ambiente por derrames, emisión de sustancias, gases o vapores nocivos que puedan originarse en las operaciones de refinación, transformación y de la cadena de comercialización de petróleo y productos petroleros.
- No cumplir con las demás disposiciones de esta ley y su reglamento.

## **2.5. Análisis resultados**

Constituye una etapa fundamental del proceso de evaluación pues proporciona los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones de acuerdo a los objetivos de este trabajo, se recolecta la información necesaria y analizar la situación actual. Entre los aspectos utilizados fueron: verificación de los reglamentos utilizados actualmente así como entrevistas con personal de la Dirección General de Hidrocarburos.

### **2.5.1. Recursos humanos**

El recurso humano es un factor clave dentro de cualquier empresa, por lo que no contar con el personal suficiente para realizar las diferentes actividades que se desarrollan dentro de la Dirección General de Hidrocarburos y específicamente en el Departamento de Fiscalización Técnica ocasiona una serie de situaciones negativas para las actividades de supervisión, teniendo que recurrir a recargar más labores al personal, lo que genera un atraso en la ejecución de la misma y no poder seguir brindando un servicio con eficiencia.

La falta de un programa de capacitación y actualización permanente del personal que permita un mejor dominio del tema, se contrata a personal que no ha tenido ninguna relación con procedimientos de supervisión lo que repercute en tiempo para capacitar a la persona que en algún momento se selecciona.

### **2.5.2. Instrumentación y equipo**

El mundo se encuentra en un constante desarrollo de tecnología, la falta de instrumentación y de equipo para la realización de las funciones de supervisión, dentro de lo que se puede mencionar computadoras portátiles, sistema de ubicación satelital GPS, cámara fotográfica, entre otros, es un factor importante que afecta la realización de las actividades con mayor eficiencia, por tanto, es necesario que se mantenga la actualización en lo que a equipo e instrumentos se refiere.

### **2.5.3. Debilidades de capacitación**

Actualmente no existe un plan de capacitaciones para el personal, por consiguiente esto representa una debilidad para la Dirección General de Hidrocarburos. Lo que no permite aumentar conocimientos, habilidades y actualizarse dentro del campo del GLP o sus aplicaciones.

Debido a las características de las actividades que se desarrollan en la Dirección General de Hidrocarburos es importante tomar en cuenta los aspectos de capacitación para el personal, continuamente se están actualizando sistemas, equipos, políticas y normas que se requieren en el desempeño de las actividades de supervisión y control que la Dirección General de Hidrocarburos realiza, como la supervisión y control de Gas Licuado de Petróleo en las plantas de almacenamiento y envasado.

Una de las mayores dificultades que se manejan en la Dirección General de Hidrocarburos es el cambio constante de personal debido a razones de políticas, lo que afecta las decisiones y programas que se implementen teniendo como resultado el atraso o la suspensión del trabajo.

### **3. PROPUESTA Y SEGUIMIENTO DE GESTIÓN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROCARBUROS**

#### **3.1. Diseño de propuesta**

Las actividades y propuestas de mejora se describen en este capítulo, para esto se toma en cuenta el diagnóstico y situación actual realizado en el capítulo anterior, además, son descritas actividades de seguimiento para la evaluación del desarrollo del programa y las visitas de inspección a plantas.

##### **3.1.1. Descripción**

La presente propuesta tiene por objeto fijar los procedimientos para la gestión de Programas de Mantenimiento de las Plantas de almacenamiento y envasado de GLP en la Dirección General de Hidrocarburos, los que se realizarán cuando se desarrolle una auditoria técnica de medidas de seguridad industrial para plantas de almacenamiento y envasado de GLP en cilindros metálicos portátiles, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Comercialización de Hidrocarburos (Decreto No. 109-97 Congreso de Guatemala).

De manera que todas las personas individuales o jurídicas que se encuentran dentro de la cadena de comercialización de hidrocarburos quedan obligadas a permitir que los inspectores tengan libre acceso y facilidades para inspeccionar y fiscalizar los procedimientos de envasado.

### **3.1.2. Base legal**

La Ley de Comercialización de Hidrocarburos y su Reglamento faculta a la Dirección General de Hidrocarburos a fiscalizar y controlar todo lo concerniente al origen o procedencia, calidad y cantidad exacta del Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles que se comercializan en el país.

- Ley de Comercialización de Hidrocarburos. Decreto No. 109-97 Congreso de la República de Guatemala.
- Reglamento Interno Dirección General de Hidrocarburos. Acuerdo Ministerial No. 180-2006 Ministerio de Energía y Minas.

### **3.1.3. Ventajas**

El mantenimiento preventivo es de suma importancia dentro de cualquier tipo de empresa en la cual exista equipo sujeto a trabajo de operación continuo, como es el caso de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP. Un programa de mantenimiento representa gastos de personal, repuestos, materiales, lubricantes, etc., pero que a largo plazo son más favorables y bajos que los que resultan del equipo en condiciones defectuosas.

Permite conocer con anticipación las actividades a realizar, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente, los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro próximo, sin interferir con las tareas de producción.

### **3.1.4. Características programa de mantenimiento preventivo**

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. Se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento.

- Se debe contar con el manual de uso y mantenimiento original de los equipos, si no disponer de alguno similar.
- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano.
- Comenzar de inmediato la creación de un historial de averías e incidencias.
- Establecer una lista de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- Establecer un plan de lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Actuar de la misma forma con los todos sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc. Para establecer los plazos exactos de limpieza y/o sustitución de los filtros, nos ayudará revisarlos y comprobar su estado de forma periódica.

- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc., los fabricantes suelen facilitar un número de horas aproximadas o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un *stock* mínimo para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.

### **3.2. Alcance**

La demanda de GLP en Guatemala va en aumento debido al crecimiento industrial y de la población (en el 2008 consumió un 1,9 por ciento más que en el 2007), en Guatemala existen 49 plantas envasadoras de GLP en operación, lo que genera la necesidad de la supervisión en sus actividades de operación y mantenimiento.

La Dirección General de Hidrocarburos, es el ente encargado de velar por la correcta aplicación de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos, actualmente las plantas de almacenamiento y envasado de GLP que operan en Guatemala no tienen la obligación de presentar su programa de mantenimiento anual dentro de los requisitos de operación establecidos, lo que dificulta la supervisión del Departamento de Fiscalización Técnica.

### **3.3. Beneficios**

Las empresas se enfrentan constantemente a un mundo cambiante y dinámico, por tal razón se debe mantener una política permanente de adecuación y cambio para estar en capacidad de responder a las nuevas expectativas y necesidades, en los actuales momentos han entendido la importancia que tiene el mantenimiento, debido a las siguientes razones:

- Tecnificación del mantenimiento y la metodología en la planificación del mismo.
- Alto costo de penalización por indisponibilidad del equipo.
- Posición en el mercado, debido a la influencia con respecto a las variables de volúmenes de producción y la calidad final del producto.

### **3.4. Responsables**

Para la implementación de la propuesta se sugiere que se aprovechen las Auditorías Técnicas de Medidas de Seguridad Industrial para plantas de almacenamiento y envasado de GLP en cilindros metálicos portátiles, que actualmente realiza la Dirección General de Hidrocarburos, este procedimiento se hace a través del Departamento de Fiscalización Técnica.

- Estos formatos de Auditorías Técnicas de Medidas de Seguridad se pueden encontrar en el Apéndice 1 y 2 de este documento.
  - Recurso humano.

- Inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, responsable del grupo de trabajo.
- Técnico en control de peso neto, encargado de la operación del llenado de cilindros.
- Un operario de la planta, encargado de asistir al técnico y al inspector.
- Recursos tecnológicos:
  - Computadoras de mano, *Hand held*, o *tablet*.
  - Vehículo para trasladar al equipo de trasiego y al personal

### **3.5. Modificaciones propuestas**

Se refiere al cambio en los procedimientos, hasta ahora seguidos en las de plantas almacenamiento y embasado de Gas Licuado de Petróleo (GLP), objeto de este trabajo de investigación.

#### **3.5.1. Documentos requeridos**

El encargado de la planta deberá presentar los siguientes documentos al momento de realizarse la inspección:

- Programa anual de mantenimiento, presentado en MEM.
- Bitácora de mantenimiento.

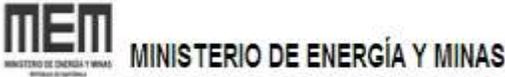
- Informes de actividades de mantenimiento realizadas por empresas externas.

El programa anual de mantenimiento puede encontrarse en el punto 3.6 de este capítulo, el cual representa una de las propuestas sugeridas para el proyecto, así mismo la bitácora de mantenimiento y los informes de actividades de mantenimiento se encuentran dentro del plan de mantenimiento, en sus respectivos formatos y fichas sugeridas, donde se debe anotar toda la información requerida conforme el desarrollo de las actividades.

### **3.5.2. Formulario para el control y supervisión del mantenimiento**

De acuerdo a los objetivos y actividades planteadas se elaboró un formato para uso de los inspectores técnicos de la Dirección General de Hidrocarburos durante la realización de la supervisión y control de los programas de mantenimiento de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, y así determinar el cumplimiento o incumplimiento de las normas para el buen funcionamiento de la planta. Como herramienta para la inspección del mantenimiento y actividades realizadas en las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, se creó el siguiente formulario:

Tabla I. **Formulario de supervisión del mantenimiento en plantas de GLP**

				
INTERESADO: _____		FECHA : _____		
UBICACIÓN: _____		HORA: _____		
MUNICIPIO: _____		TELÉFONO: _____		
DEPARTAMENTO: _____		No. DE LICENCIA: _____		
<b>LISTA DE CHEQUEO DE REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO</b>				
REQUERIMIENTOS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	CORRECTO	INCORRECTO	ACCIONES	OBSERVACIONES
<b>SOLICITAR</b>				
Libro Bitácora (Actualizado para el control de actividades)				
Certificados de pruebas hidrostáticas a tanques estacionarios				
Constancias de capacitaciones realizadas a empleados				
Libro bitácora de revisión de extintores				
<b>VERIFICAR</b>				
acciones correctivas y emergencias atendidas a alguno de los siguientes equipos y/o accesorios				
<b>TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS</b>				
Estado general de las tuberías				
Estado de los apoyos y protecciones en las plataformas				
Estado y funcionamiento de válvulas y accesorios de los recipientes				
Funcionamiento de mecanismos de control de nivel				
Estado de mangueras para GLP				
<b>BOMBAS Y COMPRESORES</b>				
estado y funcionamiento de bombas y compresores.				
<b>DISPOSITIVOS DE ALIVIO</b>				
Estado de dispositivos de alivio sobre superficie.				
Estado de dispositivos de alivio entre válvulas de bloqueo.				
<b>RECIPIENTES Y TANQUES</b>				
Estado e instalación de recipientes y tanques				
<b>ÁREA DE TRASIEGO</b>				
Estado general de área de trasiego de GLP				
_____ NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL INSPECTOR DE LA DGH		_____ NOMBRE Y No. DE CÉDULA DE LA PARTE INTERESADA		_____ FIRMA Y SELLO

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.2.1. Descripción del formulario

Cada sección del formato debe ser completado por el inspector encargado de ejecutar la supervisión, por esta razón se describen cada una de las secciones que lo componen.

El cuidado para llenar el formulario de cada rutina es muy importante, pues así no se descuidan detalles que hacen al mantenimiento más efectivo.

Por esta razón se ha estimado conveniente describir cada una de las partes que constituyen el formato de las rutinas, para luego determinar los pasos a seguir.

- Encabezado sirve para identificar la planta física, solicita la siguiente información:
  - Interesado (nombre de la planta)
  - Fecha
  - Hora
  - Ubicación
  - Municipio
  - Departamento
  - Teléfono
  - No. De licencia
  
- Registro de pasos de rutina, se solicita la siguiente información:
  - Requerimientos.
  - Equipos.

- Actividades de mantenimiento.
  - Casillas, que deben ser marcadas con un cheque, cada vez que se inspecciona una planta.
  - Acciones.
  - Observaciones.
- Firmas y registro de datos: se deberá detallar la siguiente información:
    - Nombre, firma y sello del inspector
    - Fecha de realización
    - Nombre, firma y sello de la parte interesada
    - Firma y sello de encargado del MEM
- Material: cada hoja de inspección tiene incorporado una lista de actividades, requerimientos y equipos, mínimos que un técnico necesita para realizarla. Esto no limita que para casos especiales se necesite revisar otros aspectos.
- Observaciones: en el reverso del formato de cada rutina se incluye un espacio para que cada vez que sea realizada la inspección, se escriban las observaciones pertinentes sobre el estado y funcionamiento del equipo.

Pasos a seguir para la elaboración del formato:

- Buscar la hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- Preparar el material, las herramientas, el equipo y los repuestos necesarios para ejecutar la rutina.

- Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el equipo.
- Llenar el encabezado del formato.
- Hablar con el operador para detectar fallas en el funcionamiento del equipo.
- (Ejecutar una prueba de funcionamiento junto con el operador si es posible).
- Ejecutar paso por paso las instrucciones indicadas en el formato, señalando con un cheque después de ejecutar cada paso.
- Nota: si existe algo inusual o que merezca anotarse, registrarlo en el espacio para observaciones al reverso de la hoja.
- Si el problema indicado por el operador no ha sido corregido, anotarlo en observaciones para que el jefe de mantenimiento pueda programar una visita para brindar el mantenimiento correctivo.
- Regresar la hoja al departamento de mantenimiento para la firma de aceptación.

### **3.5.3. Personal**

El funcionamiento de las plantas envasadoras de GLP estará a cargo de personas de reconocida capacidad técnica, quienes deberán contar con conocimientos específicos relativos al manejo de GLP, que incluirán:

- Características de los gases: sus propiedades como, expansión, presión, densidad y difusión, y sus magnitudes, como presión, volumen y temperatura.
- Propiedades del GLP: poder calorífico, comportamiento, características y todo lo que lo describa.
- Su obtención: producción de GLP, transporte y distribución.
- Especificaciones que debe cumplir: de acuerdo a normas internacionales, su composición y mezcla con butano.
- Comparación del GLP con otras fuentes de energía: beneficios y aspectos relacionados con seguridad y medio ambiente.
- Envases: materiales, dimensiones y especificaciones.
- Normas técnicas: relacionadas al manejo de GLP, instalación y operación de plantas.
- Funcionamiento de una planta de almacenamiento y envasado: procesos productivos y su comercialización.
- Pruebas de estanqueidad: pruebas a tanques de almacenaje estacionarios, las cuales pueden ser cada 10 años.

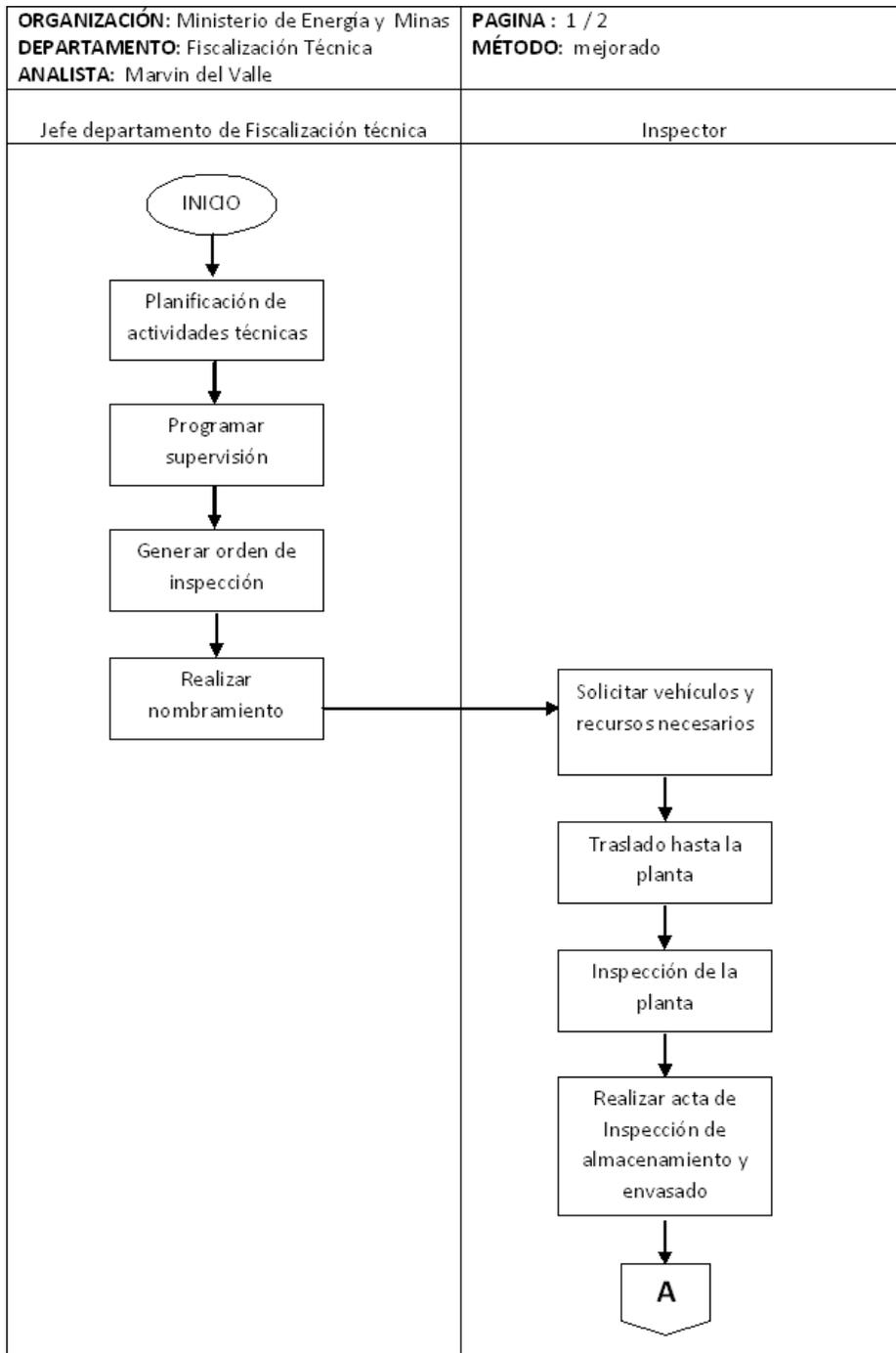
### **3.5.4. Flujograma de fiscalización propuesto**

Flujograma propuesto para el procedimiento de fiscalización a plantas de almacenamiento y envasado de GLP:

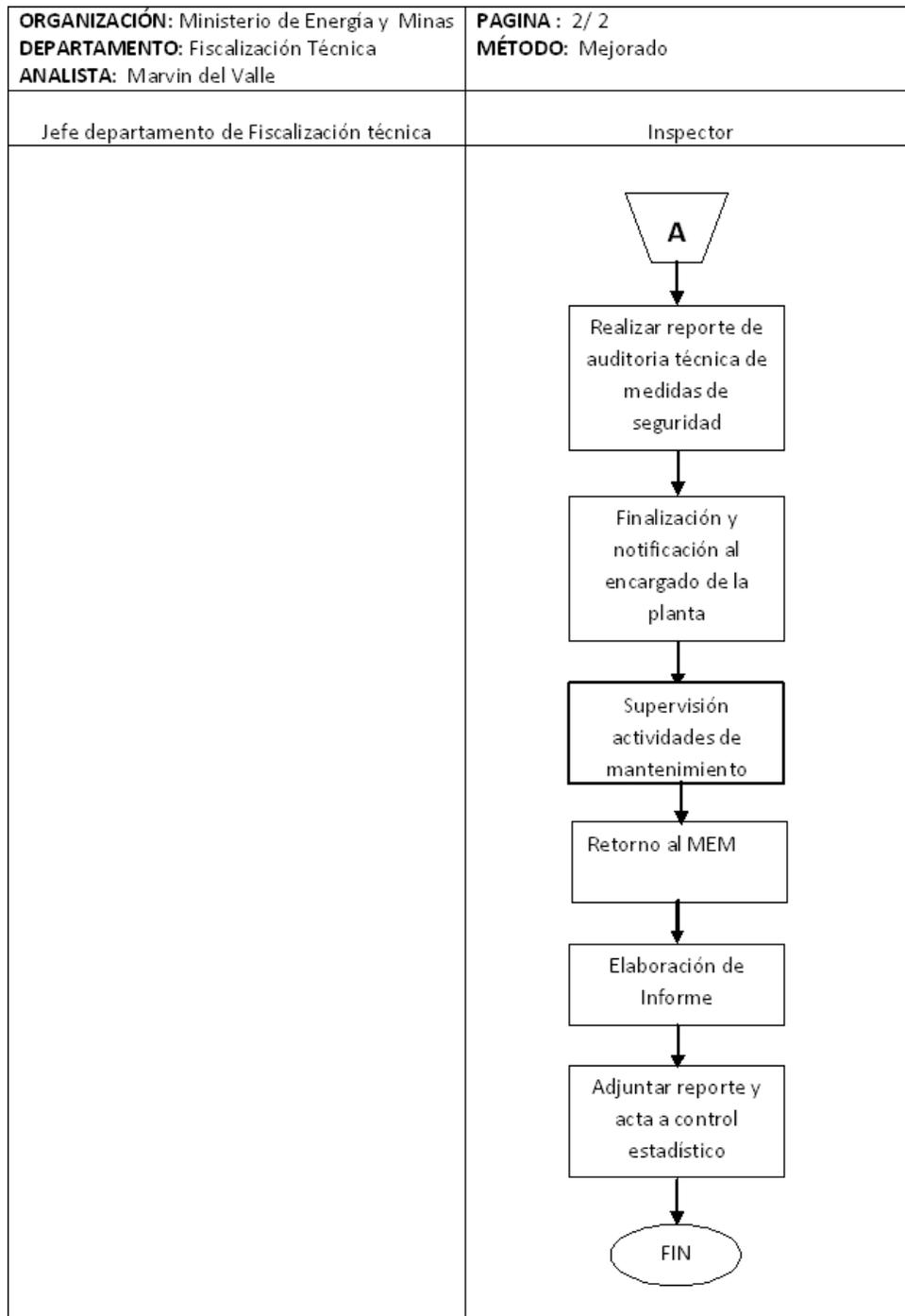
- Planificación de actividades técnicas
- Programar supervisión
- Generar orden de inspección
- Realizar nombramiento
- Solicitar vehículos y recursos necesarios
- Traslado hasta la planta
- Inspección de la planta
- Realizar acta de Inspección de Almacenamiento y Envasado de GLP
- Realizar reporte de auditoria técnica de medidas de seguridad
- Realizar reporte de actividades de mantenimiento
- Finalización y notificación al encargado de la planta
- Retorno al MEM
- Elaboración de informe
- Adjuntar reporte y acta a control estadístico

En este diagrama se encuentra ya una actividad adicional, que consiste en realizar el reporte de actividades de mantenimiento, el cual, como parte de la propuesta se debe llevar a cabo durante las visitas de inspección.

Figura 9. **Flujograma propuesto para el procedimiento de fiscalización a plantas de almacenaje y envasado de GLP**



Continuación de la figura 9.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

### **3.6. Programa de mantenimiento**

Como propuesta para las plantas de almacenaje y envasado de GLP, específicamente el Departamento de Mantenimiento se presenta el programa de mantenimiento a seguir, como parte fundamental de la gestión por parte de la Dirección General de Hidrocarburos, ante la necesidad de implementar controles sobre el tema.

Existe una serie de conceptos para definir el mantenimiento. En el caso específico de las plantas de almacenaje y envasado de GLP, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- El riesgo en el manejo de GLP.
- No existen dos plantas idénticas en organización, personal y control.
- En las plantas de GLP existe una gran variedad de equipos y diversos proveedores.
- La capacidad instalada de almacenamiento de GLP y distribución de cilindros es distinta en cada planta.

De todo esto se concluye que no existe un sistema único de mantenimiento, pero sí un conjunto de actividades con fines comunes.

#### **3.6.1. Definiciones**

La inspección es una actividad sistemática de verificación periódica de las estructuras, equipos, etcétera, que sirve para detectar condiciones que puedan causar su interrupción o deterioro excesivo. Se mencionan otros conceptos tales como:

- Servicio. Realización de acciones rutinarias orientadas a mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento y a prevenir desperfectos de mayor envergadura y costo. Entre estas actividades están las siguientes: lubricación, ajustes, limpieza, reemplazo de pequeñas partes, pintura, arreglo de jardines, etcétera.
- Reparaciones. Restauración o reemplazo de las partes defectuosas o gastadas, identificadas ya sea por inspecciones o por interrupciones de la operación, para ponerlas en buenas condiciones de funcionamiento.
- Modificación. Alteración de la configuración o diseño original de partes de un equipo o estructura o cambio material con miras a reducir el costo y aumentar la eficiencia.
- Sustitución. Instalación de unidades nuevas en lugar de las existentes, que se han vuelto obsoletas y que muchas veces se tornan antieconómicas o ineficaces debido al uso excesivo, o generan costos elevados de mantenimiento por su mal funcionamiento.

El programa de mantenimiento constituye una sistematización de todas las actividades y estrategias destinadas a prevenir los daños. Su objetivo básico es garantizar la disponibilidad de la instalación.

### **3.6.2. Programación anual de mantenimiento preventivo**

Para poder llevar a cabo una planeación anual de actividades, es necesaria la utilización de una planeación como la siguiente, en el cual cada una de las actividades a detallar son las descritas en las rutinas de mantenimiento para cada área o equipo.

Tabla II. Programación anual de mantenimiento preventivo en las áreas de la planta

Area	Equipo/accesorio	Actividad	enero – febrero		marzo-abril		mayo-junio		julio-agosto		sept- octubre		nov- diciembre		Suma de horas	TOTAL		
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4			5	6
DESCARGA DE CAMONES		SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
	Compresor de gas	M. preventivo																2
	Mangueras	M. inspección y revisión																4
	Mangueras	M. preventivo																1
TANQUES DE ALMACENAJE	Instrumentos de medición	M. preventivo																1
	Superficie interior	M. inspección																2
	Superficie exterior	M. preventivo																4
	Conexiones y accesorios	M. preventivo																4
	Válvulas de globo	M. preventivo																4
	Válvula de seguridad	M. preventivo																8
	Válvula de llenado	M. preventivo																1
	Regulador de alta	M. preventivo																2
	Termómetro	M. preventivo																2
	Medidor de gas	M. preventivo																2
BASCULAS DE LLENADO	Plataforma de pesaje	M. preventivo																2
	Electroválvula	M. preventivo																4
	Mangueras	M. preventivo																4
	Garita principal	verificar operatividad																0
EXTINTOR																	1	
																	1	
																	6	
																	8	





En la programación anterior, se deberá detallar:

- Año en el que se ejecutará el programa anual (casilla superior izquierda).
- Colocar un número correlativo a cada actividad.
- En la columna correspondiente a actividad se detallará las tareas a realizar, si son un mantenimiento preventivo, una inspección, ajustes, etc.
- En la columna de área, se coloca los distintos sectores o grupos en los que se divide la planta y a los cuales se ejecutará alguna tarea de mantenimiento.
- En la columna Equipo/Accesorio, deberá describirse cada uno de los equipos o accesorios involucrados en el funcionamiento de cada área, y a los cuales es necesario una programación dentro del mantenimiento
- En el cuerpo central del formato se encuentra un cronograma, sobre él se deberán marcar las casillas de la fila de los meses y semanas, en las que se realizarán las actividades que se programan para las diferentes áreas y equipos de mantenimiento.
- En la columna de suma de horas, se debe colocar la cantidad de horas que se necesitan para realizar la actividad correspondiente
- Registrar suma de horas total, dependiendo la frecuencia de las actividades a lo largo del año.

- Registrar suma de rutinas, esto representa la cantidad y las distintas actividades que se toman en cuenta para el área o equipo.
- Registrar el nombre del técnico responsable de ejecutar cada una de las actividades.
- En la parte inferior del formato está destinada para escribir el nombre del responsable de que se ejecute el programa y la firma.
- En el total se anotará la suma de todas las horas planificadas y la suma de las rutinas que se programaron.

### **3.6.3. Manuales de mantenimiento**

Los manuales son procedimientos de trabajo que se preparan para ayudar al personal de mantenimiento. Se elaboran teniendo en cuenta los catálogos de los equipos suministrados por el fabricante y la experiencia de los técnicos.

Descripción de las actividades de mantenimiento:

Contiene las actividades de mantenimiento que se deben realizar con cada equipo, con la finalidad de eliminar o disminuir los problemas más frecuentes que provocan el paro de una o varias máquinas.

Estas actividades se obtienen de los manuales de los fabricantes, de la experiencia de los trabajadores, etcétera, y tienen una duración anual o bienal, según se vaya comprobando su grado de eficiencia y aplicabilidad.

Para poder llevar un control del mantenimiento en las plantas de GLP se tiene que tomar en cuenta, todas y cada una de las áreas básicas que componen una planta, es decir todos sus equipos, instalaciones, dispositivos, mecanismos y elementos de seguridad que garanticen un buen desempeño de sus funciones.

En base a las necesidades de cada planta en general y los aspectos principales de mantenimiento de plantas industriales, se realizó una clasificación y una descripción de las actividades de mantenimiento para cada equipo y área según la distribución de la planta, tomando en cuenta cada uno de los equipos y ambientes involucrados.

Se propone la utilización de un formato para la ejecución de una rutina de mantenimiento para cada equipo, o sea, la relación de acciones a realizar para un mantenimiento preventivo, el cual es presentado de la siguiente forma:

- Instalaciones generales

Tabla III. **Mantenimiento instalaciones generales**

**RUTINA DE MANTENIMIENTO**

Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente.

Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área

**Instalaciones generales**

LAMPARAS E ILUMINACION		Status	Observaciones	Frec
1	Realizar control visual			Diario
2	Limpieza externa			6 meses
3	Retirar pantalla o difusor, y limpiar el polvo acumulado			6 meses
4	Revisar bombillas y/o tubos neón		cambio cuando sea necesario	Diario

PINTURA , PAREDES Y PUERTAS		Status	Observaciones	Frec
1	Realizar control visual			Diario
2	Pintar paredes perimetrales		pintar antes de ser necesario	1 año
3	Pintar área administrativa, paredes y puertas		pintar antes de ser necesario	2 años
4	Pintar bordes, estructuras metálicas y áreas generales		pintar antes de ser necesario	1 año

LIMPIEZA DE TECHOS		Status	Observaciones	Frec
1	Realizar control visual			Mes
2	Limpiar laminas , barrer hojas de arboles y basura			6 meses
3	Barrer techos y retirar objetos o basura			6 meses
4	Limpiar y/o destapar caidas de agua y canales			1 año

PINTURA CAMINAMIENTOS Y AREAS RESTRINGIDAS		Status	Observaciones	Frec
1	Limpiar, barrer y desocupar toda el área de tráfico			Diario
2	Pintar con pintura de tráfico todos los caminamientos, pasos peatonales y parqueos			8 meses
3				mensual

ROTULOS		Status	Observaciones	Frec
1	Inspección visual del estado fisico		cambiar si es necesario	Diario
2	Limpiar polvo y suciedad			mes
3	Ajustar tornillos y bases donde se instalaron			6 meses

Continuación de la tabla III.

BANOS		Observaciones	Frec
1	Limpieza general		Diario
2	Pintura paredes y puertas		6 meses
3	Cambio de cortinas de regaderas		3 meses
4	Inspección de grifos y llaves	cambiar cuando sea necesario	3 meses
5	Revisión de fugas en tuberías de agua	reparar daños o cambio accesorio	Diario

PUESTA A TIERRA		Observaciones	Frec
1	Probar la resistencia, verificando mediciones que no superen los 5 ohm		1 año
2	Revisar terminales, tornillos y limpieza		3 meses

EXTINTORES		Observaciones	Frec
1	Inspección visual de estado general y limpieza		Diario
2	Revisión y ajuste de bases donde están colocados		3 meses
3	Revisión de la presión del manómetro	contactar proveedor si esta vacío	Diario
4	Revisión de fechas de carga de polvo químico	cambio y envío a llenado si se necesita	1 mes

**Nota:** Este reporte deberá ser completado por el técnico encargado de realizar el mantenimiento preventivo al equipo.

**Observaciones:**

---



---



---



---

Fuente: elaboración propia.

- Electroválvulas

Este procedimiento toma en cuenta las siguientes secciones relacionadas con el ajuste y mantenimiento de las electroválvulas y sus componentes. Considerando intervenciones en algunos períodos de tiempo.

Tabla IV. **Mantenimiento de electroválvulas**

**RUTINA DE MANTENIMIENTO**

Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente.  
Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área.

**Electro válvulas**

INSPECCIONES		Stat us	Observaciones	Frec
1	Realizar control visual de fugas			1 año
2	Realizar control visual de vibraciones			1 año
3	Realizar control de calentamiento			1 año
4	Limpieza y lubricación			1 mes

SOLENOIDE		Stat us	Observaciones	Frec
1	Revisión y prueba del desplazamiento del núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de aire			1 año

LIMPIEZA DE PARTES		Stat us	Observaciones	Frec
1	Puede realizarse por inmersión en nafta y pincel o cepillo de limpieza			1 año
2	Sopletear con aire a presión limpio y seco			1 año
3	Repetir la operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo de las partes			1 año

FRENTE DE CONTACTO DEL TRAGANTE Y NUCLEO MOVIL		Stat us	Observaciones	Frec
1	Realizar una limpieza con nafta y remover la suciedad por sopleteado con aire a presión limpio y seco.			1 año
2	No utilizar herramientas mecánicas como limas o puntas, pues pueden modificar las superficies metálicas y alterar el funcionamiento del conjunto.			1 año

RESORTES Y O'RINGS		Stat us	Observaciones	Frec
1	Por nada se deben alterar los resortes del conjunto tragante pues estos están calibrados para la función específica dentro de márgenes muy estrechos			1 año
2	Realizar inspección visual de o'rings			1 año
3	Los anillos o'rings deben deslizarse hasta su posición y no rolados. Esto último elonga la parte interna de los mismos modificando sus características			1 año

MANGUERAS		Observaciones	Frec
1	inspección visual de fugas		Diario
2	Limpieza general y ajuste de conectores		1 mes

**Nota:** Este reporte deberá ser completado por el técnico encargado de realizar el mantenimiento preventivo al equipo.

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

- Compresor de gas

Los compresores son parte fundamental del proceso diario dentro de la planta, se debe por tanto tener un control de su funcionamiento, realizando las actividades de inspección, ajustes y limpieza, además se recomienda tener los repuestos necesarios como sellos, aceite, cojinetes y otros.

**Tabla V. Mantenimiento de compresor**

**RUTINA DE MANTENIMIENTO**

Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente.  
Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área.

**Compresor de gas**

INSPECCIONES, AJUSTES Y LIMPIEZA		Status	Observaciones	Frec
1	Realizar control visual de fugas			diario
2	Realizar control visual de vibraciones y temperatura en marcha			diario
3	Revisar caja de mando			1 año
4	Realizar mantenimiento a los pulsantes			6 meses
5	Limpieza externa a la caja de mando			6 meses
6	Realizar mantenimiento al motor (hacer limpieza a los canales de ventilación, cuerpo del motor externamente, caja de conexiones y tubo flexible usando aire comprimido, solvente dieléctrico y ajustar tornillos)			6 meses

EJES, COJINETES Y ENGRANAJES		Status	Observaciones	Frec
1	Lubricar ejes, cojinetes y engranajes		cambiar si es necesario	6 meses
2	Realizar control visual de vibraciones, temperatura y ruido		cambiar si es necesario	6 meses

MOTOR		Status	Observaciones	Frec
1	Medir temperatura del motor			mes
2	Verificar nivel de aceite del motor –reductor			Cada Semana
3	Verificar camisa de la bomba y tornillos sinfin (desgaste-juego), se lavan las piezas			1 año

ACEITE Y SELLOS		Status	Observaciones	Frec
1	Limpieza de sellos contra fugas			6 meses
2	Extraer el codo de salida de aceite de la caja de engranajes.			6 meses
3	Revisar tubería de entrada y salida de aceite, revisar los tornillos que sostienen la brida de la bomba			6 meses

**Nota:** Este reporte deberá ser completado por el técnico encargado de realizar el mantenimiento preventivo al equipo.

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

- Válvulas de alivio

Este procedimiento toma en cuenta las secciones relacionadas con el ajuste y mantenimiento de las válvulas de alivio y sus componentes. Considerando intervenciones en algunos períodos de tiempo y pruebas de funcionamiento.

Tabla VI. **Mantenimiento de válvulas de alivio**

RUTINA DE MANTENIMIENTO				
Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente. Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área.				
VALVULA DE ALIVIO				
INSPECCIONES, AJUSTES Y LIMPIEZA				
		<b>Statu</b>	<b>Observaci</b>	<b>Frec</b>
		<b>s</b>	<b>ones</b>	
1	Realizar control visual de fugas			Diari o
2	Limpieza externa			Sem anal
3	Detectar cualquier filtración o daño exterior de la válvula o a sus de accesorios conexión.			Sem anal
PRESION AJUSTADA				
		<b>Statu</b>	<b>Observaci</b>	<b>Frec</b>
		<b>s</b>	<b>ones</b>	
1	Inspección y control de cada línea, verificando su presión de ajuste y así poder determinar su confiabilidad operativa			6 mes es
DESARME Y PRUEBA				
		<b>Statu</b>	<b>Observaci</b>	<b>Frec</b>
		<b>s</b>	<b>ones</b>	
1	El desarmado de la válvula de inmediato, verificando los daños y reemplazándolas partes dañadas (repuestos) que pudieran interferir con una adecuada operación			6 mes es
2	Armar y ejecutar la prueba de presión constatando que la válvula aliviará y cerrará a las presiones indicadas			6 mes es
TAPAS, ESCAPES Y VENTEOS				
		<b>Statu</b>	<b>Observaci</b>	<b>Frec</b>
		<b>s</b>	<b>ones</b>	
1	Examinar los escapes o venteos para verificar que estén adecuadamente protegidos para evitar el ingreso y acumulación de agua, suciedad, etc.			15 días
2	Los orificios o conductos de drenajes que previenen la acumulación de agua deberán permanecer abiertos			Sem anal
<b>Nota:</b> Este reporte deberá ser completado por el técnico encargado de realizar el mantenimiento preventivo al equipo.				
<b>Observaciones:</b> _____ _____				

Fuente: elaboración propia.

- Tanques estacionarios

En esta rutina se toma en cuenta las acciones relacionadas con la inspección, mantenimiento y pruebas de los tanques y sus componentes. Considerando intervenciones en diversos períodos de tiempo, ya que para los tanques estos pueden ser a corto o muy largo plazo.

Tabla VII. **Mantenimiento de tanques estacionarios**

**RUTINA DE MANTENIMIENTO**

Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente.  
Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área.

**Tanques estacionarios**

INSPECCIONES		Statu s	Observaciones	Frec
1	Realizar control visual de fugas			Diario
2	Realizar control visual de tuberías			Diario
3	Inspección y limpieza de instrumentos de medición			1 año
4	Limpieza y lubricación			1 año
5	Pintura de cubierta exterior			1 año
6	Inspección y ajuste de tornillos y fijaciones			1 año

SISTEMA DE ASPERSION		Statu s	Observaciones	Frec
1	Limpiar tuberías, válvulas, cargadores y soportes			6 meses
2	Pintar tuberías, cargadores y bases o soportes			1 año
3	Probar funcionamiento del sistema			1 mes

PRUEBAS		Statu s	Observaciones	Frec
1	Realizar prueba hidrostática de los tanques			10 años
2	Realizar prueba neumática de fugas			1 año
3	Inspección minuciosa del estado de corrosión en la superficie interior por la Entrada de Hombre, previa limpieza			1 año

CISTERNA		Statu s	Observaciones	Frec
1	Inspección visual del tanque, depósito y nivel de agua			Diario
2	Limpieza interior de cisterna			6 meses
3	Revisión y limpieza de llaves de paso, flote y tubería			6 meses
4	Desmontar y limpiar la válvula de pie			6 meses

**Nota :** Este reporte deberá ser completado por el técnico encargado de realizar el mantenimiento preventivo al equipo

Fuente: elaboración propia.

- Como realizar el mantenimiento

Los cuadros anteriores proporcionan no solo la información necesaria sobre las tareas y pasos que se deben ejecutar para cada área o equipo, sino que también se pueden utilizar como una lista de chequeo y una guía con los pasos necesarios, además con la misma se puede dejar registros, llevar controles y hacer las observaciones o reportes necesarios sobre los hallazgos que se puedan presentar.

Se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Buscar la hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- Preparar el material, las herramientas, el equipo y los repuestos necesarios para ejecutar la rutina.
- Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el equipo.
- Llenar el encabezado del formato.
- Hablar con el operador para detectar fallas en el funcionamiento del equipo (ejecutar una prueba de funcionamiento junto con el operador si es posible).
- Ejecutar paso por paso las instrucciones indicadas en el formato, señalando con un cheque después de ejecutar cada paso (no olvide leer las recomendaciones al pie de página del formato).

- Si el problema indicado por el operador no ha sido corregido, anotarlo en observaciones para que el jefe de mantenimiento pueda programar una visita para brindar el mantenimiento correctivo.
- Regresar la hoja al departamento de mantenimiento para la firma de aceptación.
- Nótese que para que estos pasos puedan darse, la rutina debe haber sido previamente programada.

#### Descripción de los controles Periódicos

Todo lo presentado y plasmado anteriormente, se puede encontrar nuevamente en una forma corta en las siguientes descripciones:

- Decenales - Tanques

Cada diez años contados a partir de la fecha real de la prueba hidráulica anterior se deberá someter el recipiente a un ensayo integral para verificar su aptitud para continuar en servicio, el que, como mínimo, consistirá en:

- Puesta fuera de servicio e inertizado.
- Inspección minuciosa del estado de corrosión, mediante control visual de las superficies, interior (si posee entrada de hombre) y exterior, previa limpieza. En el caso de recipientes enterrados o terraplenados, deberán ser ensayados sobre la superficie, a efectos de cumplir con el requisito de la inspección visual de la superficie exterior.

- Verificación de espesores mediante ultrasonido, en los vértices de una cuadrícula de veinte centímetros (20 centímetros) de lado sobre toda la superficie del recipiente.
- Verificación del estado de las conexiones para accesorios.
- Verificación analítica de tensiones según volumen.
- Prueba hidráulica, según código de fabricación.
- Control de asentamiento de bases según volumen.
- Verificación, calibración y armado de todos los accesorios.
- Prueba neumática de fugas.
- Inertizado y puesta en servicio.

Este ensayo será conducido por un profesional matriculado con incumbencia en la materia.

La aprobación de este ensayo será certificada por una Empresa Auditora de Seguridad debidamente habilitada por El Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Hidrocarburos, la que dejará constancia de lo actuado en las respectivas Actas de Inspección.

- Bianuales - Válvulas de seguridad y alivio hidrostático

Se tiene que controlar cada dos (2) años el correcto funcionamiento y calibración de las válvulas de seguridad.. Se debe dejar constancia de cada operación efectuada según lo dispuesto anteriormente acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma. Así mismo la fecha de ensayo deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida al cuerpo de cada una de las válvulas.

- Anuales - Válvulas de exceso de flujo y puestas a tierra

Se debe controlar cada año el correcto funcionamiento de las válvulas de exceso de flujo, verificándose que el corte se produzca a la menor presión posible de tanque. Se dejará constancia de cada operación efectuada acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma.

Se debe controlar cada año la resistencia de las puestas a tierra de toda la instalación, verificándose que la medición no supere los cinco (5) ohms Se dejará constancia de cada operación, acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma.

- Semestrales – Mangueras para GLP

Cada seis (6) meses se debe someter las mangueras de GLP a un ensayo integral para verificar su aptitud para continuar en servicio. Se dejará constancia de cada operación efectuada acompañada de la correspondiente rúbrica del responsable técnico de la firma. Así mismo la fecha de ensayo deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida a cada una de las mangueras en uno de sus extremos.

- Mensuales – Presostatos

Se tiene que controlar cada mes el correcto funcionamiento del presostato para corte del compresor por presión mínima en tanque pulmón de GLP, para el caso de plantas que cuenten con este equipamiento. Se dejará constancia de cada operación efectuada, así mismo la fecha de ensayo deberá ser grabada en una placa de material inalterable, adherida al cuerpo presostato.

- Periodicidad variable

Los elementos de la planta no contemplados en los párrafos precedentes, se verificarán con la frecuencia indicada por el fabricante, según lo dispuesto en el Manual de Mantenimiento de cada cual.

#### Limpieza y cuidado de planta

Como regla general:

- Deberá mantenerse el predio libre de pastos, malezas, elementos y combustibles de cualquier naturaleza.
- Los carteles deberán permanecer legibles.
- No se admitirá utilizar la planta como depósito de ningún material.
- Deberá preverse cortafuego (espacio libre alrededor de la planta) en lugares en cuyo perímetro externo se encuentren malezas o árboles secos que puedan generar un incendio o daños por caída de estos últimos.

#### **3.6.4. Fichas de trabajo**

Para que el programa de mantenimiento cumpla las actividades, se debe elaborar fichas de trabajo que contemplen las órdenes, los materiales y repuestos, para finalmente reportar y hacer un historial de los equipos. Esto servirá para retroalimentar el programa de mantenimiento. Entre los principales tipos de fichas, están los siguientes:

- Orden de trabajo

Depende del plan en el que se especifican los cambios, reparaciones, emergencias, etcétera, que serán atendidos por el equipo. Esta orden será solicitada por el jefe de turno y aprobada por el encargado de mantenimiento. Debe tenerse en cuenta que ningún trabajo podrá iniciarse sin la respectiva orden y sin que las condiciones requeridas para dicha labor hayan sido verificadas personalmente por el encargado. Para esto se debe tener en cuenta la siguiente jerarquía:

- Emergencia. Son aquellos trabajos que atenten contra la seguridad de la planta, averías que significan grandes pérdidas de dinero o que pueden ocasionar grandes daños a otras unidades. Estos trabajos deben iniciarse de forma inmediata y ser ejecutados de forma continua hasta su completa finalización. Pueden tomar horas extra.
- Urgente. Son trabajos en los que debe intervenir lo antes posible, en el plazo de 24 a 48 horas después de solicitada la orden. Este tipo de trabajos sigue el procedimiento normal de

programación. No requiere sobretiempos, salvo que ello sea solicitado explícitamente por la dependencia correspondiente.

- Normal. Son trabajos rutinarios cuya iniciación puede ser de tres días después de solicitada la orden de trabajo, pero pueden iniciarse antes, siempre que exista la disponibilidad de recursos. Sigue un procedimiento normal de programación.
- Permanente. Son trabajos que pueden esperar un buen tiempo, sin dar lugar a convertirse en críticos. Su límite de iniciación es aproximadamente dos semanas después de haberse solicitado la orden de trabajo.
- Sigue la programación normal y puede ser atendido en forma cronológica de acuerdo con lo programado.

A continuación se muestra el ejemplo de una ficha de “orden de trabajo” donde se debe anotar el código del equipo, la sección de trabajo, el número de actividad que se debe realizar, la prioridad (emergencia, urgente, etcétera), la fecha, la mano de obra, los materiales, etcétera.

Tabla VIII. **Ficha para solicitud de orden de trabajo**

Nombre de la empresa:			Orden de trabajo No.:			Fecha:	
Número de actividad:	Solicitada por:		Aprobado por:			Turno:	
Código del equipo:			Especifique trabajo por realizar			Equipo:	
Sección:							
Prioridad:	Emergencia		Naturaleza de la inspección	Eléctrica	Preventivo		
	urgente			Mecánica	Inicio		
	Normal			Auxiliar	Terminado		
	Permanente						
Especificaciones del trabajo por realizar	Mano de obra				Materiales Utilizados		
	Trabajo realizado por:	tiempo:	Salario:	Costo:	Descripcion :	Unitario	Relativo
Costo de mano de obra				Costo de materiales:		Costo total:	
Revisado				Observaciones			
Jefe de mantenimiento				Jefe de turno			

Fuente: elaboración propia.

- Solicitud de repuestos y materiales

Para proveer de materiales y repuestos al personal de mantenimiento, se elabora una ficha denominada “Solicitud de repuestos y materiales”, donde se solicita a almacén estos insumos.

Esta ficha servirá para llevar un control adecuado de repuestos y materiales. Va acompañada de la orden de trabajo.

A continuación se muestra un ejemplo de ficha de “Solicitud de repuestos y materiales”, donde se debe anotar el número de solicitud, la fecha, el turno, el código del equipo, la sección y la descripción de los repuestos o materiales que se pide.



Tabla X. **Ficha de trabajo para el reporte semanal de mantenimiento**

Nombre de la empresa: .....					
Fecha	Código del equipo	Orden de trabajo n.º	Trabajo que realizó	Materiales	Costos

Fuente: elaboración propia.

- Historial del equipo

Después de intervenir cada equipo, se registra en la ficha Historial del equipo la fecha, los servicios y reposiciones realizadas, los materiales usados, etcétera. Esta ficha también servirá para controlar la operación y calidad de modificar el programa de mantenimiento.

La cantidad de estas fichas dependerá del número de equipos con que cuente la planta de almacenaje y envasado de GLP. A continuación se presenta un ejemplo de la ficha “Historial del equipo”.

Tabla XI. **Ficha de trabajo del registro de historial del equipo**

Nombre de la empresa:.....				
Equipo:.....		Código del equipo:.....		
Fecha	Orden de trabajo n.º	Descripción de los servicios y reposiciones realizados	Materiales utilizados	Responsable de turno

Fuente: elaboración propia.

- Almacén de repuestos

Es importante tener un registro de control de materiales para conocer lo siguiente:

- Qué se debe tener en *stock*
- Cuándo hacer un pedido de repuestos
- Cómo codificarlos para uso

Para ello se debe elaborar una ficha que sirve para tener un registro de artículos que se encuentran en almacén. Asimismo, servirá para tener un almacén seguro y eficaz de materiales, repuestos, etcétera.



Los costos que se obtuvieron fue la totalidad del proyecto así como mejoras en las inspecciones que realizaran los inspectores para mejores instalaciones y la seguridad en cada una de ellas.

### 3.7.1. Costos de la implementación

La implementación consiste en la elaboración de una campaña de divulgación sobre las nuevas disposiciones a seguir. Para esto es necesaria la redacción de un documento informativo el cual será entregado a cada planta de almacenaje y envasado de GLP.

Para la redacción de la documentación para informar a los encargados de las plantas, el costo aproximado es de Q 3.00 por cada documento, con tiempo de 2 meses para unir toda la información obtenida y redactarla que presentamos a continuación.

Tabla XIII. **Costos estimados para la impresión y distribución del documento**

<b>Insumos</b>	<b>Cantidad (unidad)</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Papel (Hojas)	150	Q 0,10	Q 15,00
Tinta de impresión	150	Q 25,00	Q 37,50
Folders	150	Q 1,50	Q 225,00
<b>Total</b>			<b>Q 277,50</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2. Costos del proyecto

Es el análisis de todo lo que se necesita para elaborar el documento informativo, que se lleva aproximadamente 2 meses, a continuación en la siguiente tabla de costos.

Tabla XIV. **Costos estimados para la ejecución del proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Viáticos inspector	Por cada planta visitada ubicada en el interior
Viáticos piloto	Por cada planta visitada ubicada en el interior
Depreciación vehículo	Por cada viaje o salida del vehículo
Costo de gasolina (galones)	Por la cantidad de kilómetros recorridos durante la inspección

\*Nota: programa de visitas a realizar a un total de 49 plantas, costos de acuerdo a la ubicación de cada planta.

Fuente: elaboración propia.

No se puede asignar una cantidad exacta para cada una de las actividades, pues estas varían dependiendo de las distancias los días, y planeación que se tenga para cada una de las inspecciones, el costo de la gasolina también es variable. Los costos utilizados son directos ya que todo lo cubre el Ministerio de Energía y Minas por el Departamento de Fiscalización Técnica.

### **3.7.3. Costos de oportunidad**

Los costos de oportunidad son aquellos que se tienen por la realización del proyecto, y que se pudieran invertir en otra situación. El costo de oportunidad para la gestión de un programa de mantenimiento conlleva las pérdidas resultantes de la no adaptación a las nuevas disposiciones, así como los beneficios para las empresas de tener un mantenimiento preventivo por lo cual el Ministerio de Energía y Minas se vería en la incapacidad de evaluar estos resultados.

### **3.8. Beneficios del desarrollo del proyecto**

La implementación de las normativas que se gestionan para la implementación de un programa de mantenimiento, dará un mejor control a las plantas de almacenamiento y envasado de GLP y ayudará a verificar que las instalaciones y equipos que se utilizan para el desempeño de sus actividades cumplan con la reglamentación y medidas de seguridad.

### **3.9. Cronograma**

En gestión de proyectos, es una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final. Un diagrama de Gantt que puede proporcionar una representación es el software Primavera.

Tabla XV. **Cronograma de implementación de la propuesta y las actividades por mes dentro del MEM**

No.	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13
1	Proceso administrativo evaluación, aprobación propuesta.	■												
2	Aprobación de recursos y presupuesto establecido		■											
3	Entrega propuesta Departamento de Fiscalización Técnica.		■	■										
4	Campaña divulgativa implementación propuesta			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Programa de capacitación personal MEM			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	Programa de capacitación personal Plantas			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Seguimiento propuesta													

Fuente: elaboración propia.

El anterior cronograma muestra cada uno de los pasos a seguir durante la gestión e implementación del programa. A continuación la descripción de cada uno:

- Proceso administrativo evaluación, aprobación propuesta

Como primer paso se procede a evaluar la propuesta final, por parte de las autoridades encargadas en la Dirección General de Hidrocarburos, quienes se encargan de ejecutar el programa.

- Aprobación de recursos y presupuesto establecido

Este paso es fundamental, pues aquí se asignan los recursos económicos, materiales y el personal que se necesita para la ejecución del proyecto. Si bien lo que se busca es aprovechar todos los recursos y la logística existente de manera que los costos sean mínimos, es necesario que se apruebe el presupuesto determinado.

- Entrega propuesta Departamento de Fiscalización Técnica

Luego de aprobado el programa y el presupuesto, éste es entregado al jefe del Departamento de Fiscalización Técnica, quien se encarga de dar inicio a las actividades, trasladando toda la información a las personas correspondientes y brindando el apoyo necesario.

- Campaña divulgativa implementación propuesta

Esta campaña consiste, en la realización del material y actividades necesarios para hacer entrega a cada una de las autoridades de las plantas y

empresas comercializadoras, a manera de que estén enterados de las nuevas disposiciones y tareas que deben realizar y puedan estar preparados al momento de iniciar las inspecciones.

- Programa de capacitación personal MEM

Las capacitaciones son una parte fundamental dentro del programa, estas darán la preparación necesaria al personal del Departamento de Fiscalización Técnica para afrontar las nuevas atribuciones que les serán encomendadas, obteniendo así un mayor conocimiento sobre el tema. Las capacitaciones serán periódicas, de esta forma se irá avanzando cada vez mas en el tema.

- Seguimiento propuesta

Luego de implementado el programa, es necesario realizar actividades de seguimiento para esto, se ha elaborado un formulario con preguntas sobre servicio y desempeño de las actividades de los inspectores del Departamento de Fiscalización Técnica, las cuales serán completadas por el personal encargado de las plantas de almacenaje y envasado de GLP. Esta encuesta de seguimiento se encuentra ubicada en el apéndice de este documento.

- Seguimiento propuesta

- Generalidades

Todas las actividades pueden medirse con parámetros que enfocados a la toma de decisiones son datos para monitorear la gestión y evaluarla frente a sus objetivos, metas y responsabilidades. Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya

magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso.

Establecer un sistema de indicadores involucra los procesos operativos y administrativos de las Plantas de Almacenamiento y Envasado de GLP (dependiendo de las características de cada planta). Para la construcción de indicadores de gestión son considerados los siguientes elementos:

- La definición: expresión que cuantifica el estado de la característica o hecho que quiere ser controlado.
- El objetivo: es lo que persigue el indicador seleccionado. Indica el mejoramiento que se busca y el sentido de esa mejora (maximizar, minimizar, eliminar, etc.). El objetivo en consecuencia, permite seleccionar y combinar acciones preventivas y correctivas en una sola dirección.
- Los valores de referencia: el acto de medir es realizado a través de la comparación y esta no es posible si no se cuenta con un nivel de referencia para comparar el valor de un indicador.
- La responsabilidad: clarifica el modo de actuar frente a la información que suministra el indicador y su posible desviación respecto a las referencias escogidas.
- Los puntos de medición: definen la forma cómo se obtienen y conforman los datos, los sitios y momento donde deben hacerse las mediciones, los medios con los cuales hacer las medidas,

quiénes hacen las lecturas y cual es el procedimiento de obtención de las muestras.

- La periodicidad: define el período de realización de la medida, cómo presentan los datos, cuando realizan las lecturas puntuales y los promedios.
- El sistema de procesamiento y toma de decisiones: el sistema de información debe garantizar que los datos obtenidos de la recopilación de históricos o lecturas, sean presentados adecuadamente al momento de la toma de decisiones.

### **3.10. Indicadores**

Para efectos de seguimiento a la propuesta realizada se recomiendan los siguientes indicadores, para esto es necesario que los responsables en cada caso generen la información necesaria y se lleven los registros históricos de acuerdo a cada indicador.

#### **3.10.1. Registros sobre auditorias técnicas realizadas por el Ministerio de Energía y Minas**

Como parte de sus funciones y responsabilidades el MEM debe llevar los controles necesarios para evaluar sus actividades administrativas, generando los registros históricos necesarios.

### **3.10.2. Registros cumplimiento de programa de mantenimiento plantas almacenamiento y envasado de GLP**

Las plantas de almacenamiento y llenado de GLP deben contar con un libro bitácora actualizado semanalmente para la supervisión y mantenimiento de las instalaciones y equipos con los que se presta el servicio. Este debe ser presentado cada vez que sea requerido por los representantes del Ministerio de Energía y Minas.

#### **3.10.2.1. Formulario supervisión**

De acuerdo a lo indicado se utilizará el formulario presentado anteriormente, para lo que se propone la siguiente metodología de uso:

- Buscar la hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- Requerir y revisar los documentos necesarios para la inspección.
- Llenar el encabezado del formulario.
- Verificar el grado de cumplimiento del programa anual de mantenimiento de la planta.
- Verificar cada actividad de mantenimiento registrada en la bitácora, por medio de observación personal en cada caso.
- Verificar y completar cada uno de las secciones del formulario.
- Identificar situaciones fuera de lo normal dentro de la operación y mantenimiento de la Planta de almacenamiento y envasado de GLP, las que se anotaran en el espacio para observaciones al reverso del formulario.
- Regresar la hoja al departamento de mantenimiento para la firma de aceptación.

### **3.10.3. Capacitaciones realizadas personal de Ministerio de Energía y Minas**

Como parte de sus funciones y responsabilidades el MEM debe promover la actualización y capacitación continua de su personal a través de los medios que considere adecuados, para esto deberá llevar un registro de estas actividades indicando:

- Tipo de actividad
- Institución o empresa organizadora
- Responsable capacitación
- Duración
- Contenido

### **3.10.4. Capacitaciones realizadas personal plantas almacenamiento y envasado de GLP**

Cada empresa deberá de registrar y acreditar las capacitaciones recibidas por su personal, indicando lo siguiente en cada caso:

- Tipo de actividad
- Institución o empresa organizadora
- Responsable capacitación
- Duración
- Contenido

### **3.10.5. Realización de encuestas a personal y clientes de plantas almacenamiento y envasado de GLP**

De manera programada se deberán efectuar encuestas al personal y clientes de las empresas que distribuyen GLP con el objetivo de conocer aspectos que no son posibles de evaluar durante las inspecciones técnicas.

Como herramienta para el seguimiento del trabajo de supervisión del programa de mantenimiento en las plantas de GLP, se creó la siguiente encuesta de servicio:

Figura 10. Encuesta de seguimiento

Instrucciones: Nos gustaría conocer qué es más importante para usted cuando recibe visitas de verificación por parte de la Dirección General de Hidrocarburos.

Sin repetir números, por favor anote en cada característica un número del 1 al 5, donde 1 es la característica más importante y la 5, menos importante.

CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	Importancia
<b>CINCO MINUTOS DE CRÍTICA PARA SERVIRLE MEJOR</b> Su opinión es muy importante para mejorar nuestros servicios. La información será confidencial.	
Elementos tangibles: Que los verificadores presenten identificación, emitida por autoridad competente, y claridad de los oficios, notificaciones, actas, circunstanciadas, etc. que utiliza la Dirección General de Hidrocarburos.	
Confiable: La habilidad de los inspectores para realizar la visita de verificación de forma segura, precisa y apegada a derecho.	
Capacidad de respuesta: La disposición de los inspectores para ayudarme y realizar la visita de verificación con rapidez.	
Profesionalismo y seguridad: El conocimiento y trato amable de los inspectores y su habilidad para transmitir un sentimiento de confianza durante la visita de verificación.	
Atención: El cuidado y atención individualizada que los inspectores me dan durante la visita de verificación.	

*Por favor conteste con sinceridad las siguientes preguntas*

Instrucción: marque con "X" el recuadro que mejor refleje su opinión acerca de la visita de verificación

**Transparencia**

1. ¿Le han solicitado dinero, recompensa, obsequio, o requisitos adicionales en la visita de verificación?

Sí, Por favor, díganos el nombre del servidor público  No, pase a la pregunta 2

2. ¿Se le presentaron problemas en la realización de la visita de inspección?

Sí, ¿qué problemas?  No, pase a la siguiente sección

**Díganos qué tan de acuerdo está usted con cada una de las afirmaciones mencionadas a continuación**

**ES MUY IMPORTANTE QUE AL CALIFICAR LA VISITA DE VERIFICACIÓN, NO CONSIDERE LOS HALLAZGOS ENCONTRADOS, SINO ÚNICAMENTE EL DESEMPEÑO DE LOS INSPECTORES.**

Instrucción: marque con "X" el recuadro que mejor refleje su opinión acerca de la visita de verificación

Aspectos a evaluar	1. Totalmente en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Regularmente de acuerdo	4. De acuerdo	5. Totalmente de acuerdo
<b>Identificación y medios de comunicación</b>					
1. Al inicio de la visita los inspectores se identificaron con credencial oficial expedida por el MEM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Los verificadores explicaron el objeto y alcance de las visitas de inspección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Los oficios, notificaciones, actas, circunstanciadas, etc. que utiliza la Dirección General de Hidrocarburos son claros y fáciles de entender.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Confiable</b>					
1. Los inspectores realizaron la visita de inspección en la fecha programada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Los inspectores realizaron la visita de inspección demostrando profesionalismo y experiencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Continuación de la figura 10.

3.Los oficios, notificaciones, actas circunstanciadas, etc, que utiliza la Dirección General de Hidrocarburos son claros y fáciles de entender.	<input type="checkbox"/>				
<b>Confiablez</b>					
1.Los inspectores realizaron la visita de inspección en la fecha programada.	<input type="checkbox"/>				
2.Los inspectores realizaron la visita de inspección demostrando profesionalismo y experiencia.	<input type="checkbox"/>				
3.Los inspectores informaron los incumplimientos detectados en la visita y el tiempo que tengo para manifestar lo que a mi derecho convenga y ofrecer pruebas con relación a los hechos contenidos en el acta circunstanciada.	<input type="checkbox"/>				
<b>Capacidad de respuesta</b>					
1.Los inspectores informaron cuándo concluiría aproximadamente la visita de inspección.	<input type="checkbox"/>				
2.Los inspectores realizaron la visita de verificación con rapidez.	<input type="checkbox"/>				
3.Los inspectores siempre se mostraron dispuestos a orientarme para el cumplimiento de la normativa aplicable.	<input type="checkbox"/>				
4.Los inspectores siempre estuvieron disponibles para responder a mis preguntas.	<input type="checkbox"/>				
<b>Profesionalismo y seguridad</b>					
1.Los inspectores tuvieron los conocimientos suficientes para contestar las preguntas que les hago.	<input type="checkbox"/>				
2.Los inspectores fueron siempre amables y atentos.	<input type="checkbox"/>				
3.El comportamiento de los inspectores me transmitió confianza.	<input type="checkbox"/>				
<b>Atención</b>					
1.Los inspectores me brindaron atención personalizada durante la visita de inspección.	<input type="checkbox"/>				
2.Los inspectores me informaron el procedimiento para llevar a cabo la visita de inspección.	<input type="checkbox"/>				

Continuación de la figura 10

3. Estoy satisfecho con la explicación que me proporcionaron los inspectores acerca de los problemas y soluciones derivados de la visita de verificación.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Reconocimientos y recomendaciones	
1. ¿Qué fue lo que más le agradó de la visita de inspección?	
<input type="text"/>	
2. ¿Qué fue lo que más le desagradó de la visita de inspección?	
<input type="text"/>	
3. ¿Le gustaría reconocer por su labor al inspector de la Dirección General de Hidrocarburos ?	
<input type="checkbox"/> Sí, <input type="checkbox"/> No,	
<input type="text"/>	
4. ¿Qué debemos cambiar para servirle mejor?	
<input type="text"/>	
Permítenos darle una respuesta a sus comentarios (Información opcional)	
Nombre	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>
Correo electrónico	<input type="text"/>

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Las plantas de GLP, son plantas que trabajan en el manejo de un combustible peligroso, por tanto, se necesita controles estrictos y frecuentes, de una forma estructurada y regida por la ley.
2. La Constitución Política de la República de Guatemala establece en sus artículos las funciones que le corresponden al Estado, en materia de hidrocarburos. Adicionalmente existe otras regulaciones como la Ley de Comercialización de Hidrocarburos y la Ley de Impuesto a la Distribución de Petróleo Crudo y Combustibles Derivados del Petróleo.
3. Al momento de iniciar con la elaboración de un diagnóstico actual, fue necesario obtener información, para lo cual se utilizó diferentes técnicas como la revisión de documentos y datos históricos, visitas a instalaciones de cada empresa comercializadora, entrevistas no estructuradas y la observación directa, para posteriormente poder elaborar los diagramas y el diagnóstico del tema.
4. La elaboración de una lista de chequeo que permita a los técnicos e inspectores del MEM tomar decisiones cotidianas con un criterio sistemático orientado a mantener principalmente la seguridad en estas plantas, es uno de los pasos importantes para el proyecto, dando paso a dictámenes que autoricen las operaciones y el libre desempeño de las plantas de GLP.

5. Existe un bajo conocimiento sobre la actividad del mantenimiento en las plantas, para lo cual es necesario la capacitación constante del personal y la necesidad de ampliar los conocimientos sobre el tema.
  
6. La mejora constante de la capacitación profesional del personal mediante planes de formación anuales por parte de las empresas comercializadoras y el mejoramiento continuo son herramientas que permiten renovar los procesos administrativos, permiten que las organizaciones sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a sobresalir en el mercado.

## RECOMENDACIONES

1. Para efectos de un mejor control en el sistema de gestión propuesto, es necesario desarrollar un software que integre todos los procedimientos a desarrollar en las diferentes áreas.
2. Es importante que se lleve un control en la reducción de los costos producto de los programas de mantenimiento en cada planta, con el fin de tomarlo como parámetro comparativo.
3. Se debe establecer la secuencia de operaciones a seguir para ejecutar cada visita de inspección, ya que, de esta forma, es mas fácil adiestrar al personal encargado y obtener mejores resultados.
4. Aplicar las recomendaciones de capacitación al personal encargado del desarrollo del proyecto y dar seguimiento a su desempeño.
5. Hay que darle un seguimiento continuo a las inspecciones, no solo dejarlo empapelado ya que las prácticas seguidas ayudarán a una mejora continua en el tema del control del mantenimiento a plantas de envasado y almacenamiento de GLP.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIAZA GARCÍA, Ángel Arnoldo. *Diagnóstico y rediseño de los procesos de fabricación de cilindros en CILCASA, en relación al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05*. Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 131 p
2. GÓMEZ HERNÁNDEZ, Bárbara Sucel. *Auditoría operacional por ciclos de transacciones en una envasadora de Gas Licuado de Petróleo (GLP)*. Tesis Contadora Pública y Auditora. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2009. 146 p.
3. GONZÁLEZ, Carlos; ZELENY VÁZQUEZ, José. *Metrología*. México: McGRAW-HILL, 1995. 692 p.
4. Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Istmo Centroamericano: diagnóstico de la Industria Petrolera*. México: CEPAL, 2005. 131 p.
5. Ministerio de Energía y Minas. Dirección General de Hidrocarburos. *Manual de funciones y descripción de puestos*. Guatemala: MEM, Dirección General del Hidrocarburos, 2008. 86 p.

