



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

**ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE
SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN
CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

Julio Farnesio Paredes Barrios

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE
SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN
CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JULIO FARNESIO PAREDES BARRIOS
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE 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
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Sarmientos Zeceña de Sierra
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
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:

ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS 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.


Julio Farnesio Paredes Barrios



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 03 de septiembre de 2012.
REF.EPS.DOC.1211.09.12.

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

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

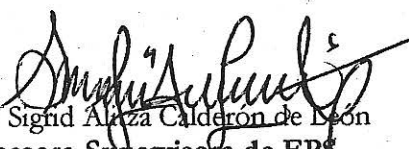
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Julio Farnesio Paredes Barrios**, Carné No. **9516810** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS"**.

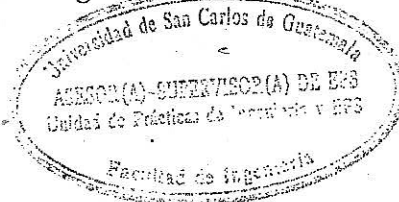
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

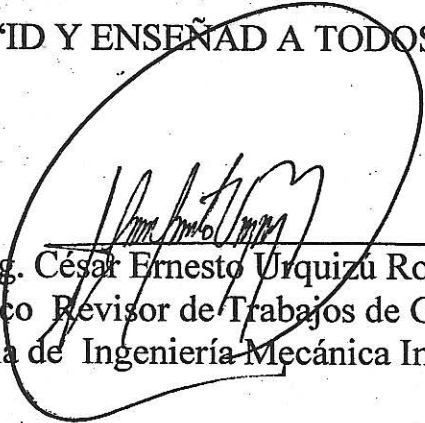


SACdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, presentado por el estudiante universitario **Julio Farnesio Paredes Barrios**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, septiembre de 2012.

/mgp



Guatemala, 03 de septiembre de 2012.
REF.EPS.D.716.09.12

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

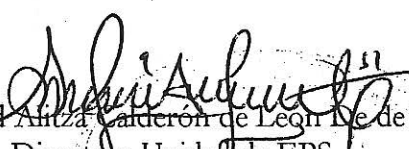
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Julio Farnesio Paredes Barrios** 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 Asesor-Supervisor 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



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 **ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, presentado por el estudiante universitario **Julio Farnesio Paredes Barrios**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, octubre de 2012.

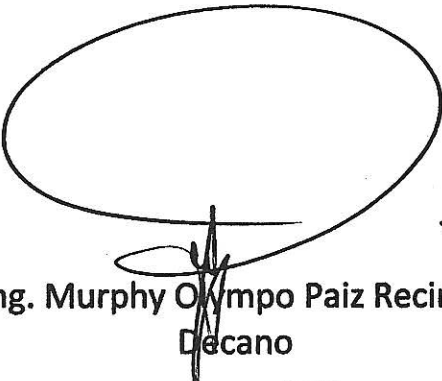
/mgp



DTG. 547.2012

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: **ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, presentado por el estudiante universitario **Julio Farnesio Paredes Barrios**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 31 de octubre de 2012.



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi casa de conocimiento durante muchos años de mi vida.
Mis amigos de la Facultad de Ingeniería	Que no podría enumerar, ni colocar unos porque olvidaría a la mayoría, pero siempre estarán conmigo.
Inga. Marcia Veliz	Por ser una luz importante en mi carrera.
Ing. Hugo Rivera	Por su apoyo incondicional para culminar mi proyecto.
Dirección General de Hidrocarburos del MEM	Por brindarme la oportunidad de especializarme, sobresalir y convertirme en un profesional valioso.
Blue Oil, S. A.	Por creer en mi capacidad como profesional y ayudarme a seguir cosechando éxitos en mi vida laboral.

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la fe, fuerza e inspiración en cada segundo de vida que me ha regalado, para realizar mi sueño como profesional.
- Virgen María** Por tu infinito amor, ternura y dulzura que me ha acompañado en toda mi vida.
- Mi padre** Julio Héctor Paredes Cuyún, por tu amor y orgullo que siempre me demostraste, aunque ya no estés en este mundo terrenal, gracias papa julio.
- Mi madre** Miriam Liliana Barrios Aguilar Vda. De Paredes por ser la mujer que me dio la vida, su amor, cuidados y consejos de la pureza de su corazón.
- Mis hijos** Daniela Patricia Paredes Nájera y Julio José Paredes Nájera por ser los tesoros más grandes que Dios me regalo, para amarlos, respetarlos y formarlos, para su vida futura.
- Mi abuela** Sofía Catalina Aguilar Urbina Vda. De Barrios, por tu incalculable amor e historias que me narras sobre tu vida tan interesante.

Mis Hermanas

Karla Fabiola, Karim Pamela y Leyla Karina, por ángeles en mi vida.

Wendy Nájera

Por tenerme fe y paciencia en que un día realizaría este sueño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Ministerio de Energía y Minas	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.2. Estructura organizacional	1
1.1.3. Dirección General de Hidrocarburos	3
1.1.3.1. Funciones y servicios	5
1.1.3.2. Controles existentes GLP	6
1.2. Marco teórico	9
1.2.1. Metrología	9
1.2.1.1. Definición	9
1.2.1.2. Metrología legal	10
1.2.1.3. Metrología industrial	10
1.2.1.4. Centro Nacional de Metrología	10
1.2.1.5. Calibración y certificación	11
1.2.1.6. Aplicaciones	12
1.2.2. Gas Licuado de Petróleo (GLP)	13
1.2.2.1. Generalidades	13
1.2.2.2. Legislación aplicable	14

	1.2.2.3.	Características.....	16
	1.2.2.4.	Usos	17
1.2.3.		Plantas de almacenamiento y envasado de GLP ..	18
	1.2.3.1.	Generalidades	18
	1.2.3.2.	Organización interna.....	18
	1.2.3.3.	Riesgos asociados al transporte, manejo y almacenamiento	19
	1.2.3.4.	Instalaciones y equipos.....	19
	1.2.3.5.	Mantenimiento	20
	1.2.3.6.	Proceso de envasado de cilindros metálicos portátiles	23
	1.2.3.6.1.	Control peso GLP	24
1.2.4.		Normativa aplicable	25
	1.2.4.1.	Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR	25
	1.2.4.2.	Asociación Nacional de Protección Contra el fuego (NFPA)	26
	1.2.4.3.	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)	26
2.		ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS	29
	2.1.	Antecedentes	29
	2.2.	Situación del mercado nacional de GLP	30
	2.3.	Responsabilidades y obligaciones del Ministerio de Energía y Minas en el control de GLP	32

2.4.	Análisis Dirección General de Hidrocarburos	33
2.4.1.	Departamento de Fiscalización Técnica.....	34
2.4.2.	Auditoría supervisión del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras	36
2.4.2.1.	Equipo de verificación	38
2.4.2.2.	Criterios de aceptación o rechazo de cada cilindro (tolerancia)	38
2.4.2.3.	Documento final actividad	39
2.4.2.4.	Diagrama de flujo auditoría supervisión del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras	39
2.4.2.5.	Ventajas y desventajas	43
2.5.	Diagnóstico.....	43
2.5.1.	Deficiencias de personal	44
2.5.2.	Deficiencias instrumentación y equipo	45
2.5.3.	Deficiencias en capacitación	45
2.5.4.	Deficiencias por cambios organizacionales de gobierno.....	46
3.	IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCEDIMIENTOS DE SUPERVISIÓN DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL CONTROL DEL PESO DE GLP DE LOS CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS DE ENVASADO	49
3.1.	Generalidades	49
3.2.	Alcance del plan nacional de supervisión del peso del Gas Licuado de Petróleo (GLP)	50

3.3.	Conceptos preliminares propuesta	50
3.3.1.	Justificación	50
3.3.2.	Ámbito de aplicación	52
3.3.3.	Ventajas y desventajas.....	52
3.3.4.	Responsables.....	53
3.3.5.	Consideraciones de seguridad durante el procedimiento de supervisión	55
3.4.	Desarrollo propuesta	56
3.4.1.	Procedimiento operativo de supervisión	56
3.4.2.	Procedimiento estadístico de supervisión	58
3.4.2.1.	Diferenciar el sistema de envasado en cilindros metálicos portátiles para GLP	58
3.4.2.1.1.	Tamaño de la muestra general.....	59
3.4.2.1.2.	Tamaño de la muestra especial	59
3.4.2.1.3.	Control del peso promedio.....	62
3.4.3.	Cómo determinar la aprobación de un lote de cilindros	64
3.5.	Simulación de resultados	66
3.6.	Cronograma implementación propuesta.....	68
3.7.	Descripción actividades.....	69
3.7.1.	Presentación propuesta Dirección General de Hidrocarburos.....	69
3.7.2.	Divulgación propuesta	70
3.7.2.1.	Personal de la Dirección General de Hidrocarburos	70

	3.7.2.2.	Empresas comercializadoras de GLP ..	71
	3.7.2.3.	Instituciones gubernamentales	71
	3.7.3.	Capacitación	71
	3.7.4.	Verificación en plantas avance implementación propuesta.....	72
3.8.		Costos	72
	3.8.1.	Costos proyecto	73
	3.8.2.	Costos elaboración e impresión documentos	74
3.9.		Beneficios propuesta	75
3.10.		Procedimiento para el seguimiento de la propuesta.....	76
	3.10.1.	Generalidades.....	76
	3.10.2.	Actividades a corto plazo	76
	3.10.3.	Actividades a mediano plazo.....	77
	3.10.4.	Actividades a largo plazo	78
4.		PLAN DE CONTINGENCIAS	79
	4.1.	Análisis de riesgos.....	79
	4.2.	Riesgo en los procesos	81
	4.3.	Plan de acción	85
	4.3.1.	Guía para la acción.....	85
		4.3.1.1. Reconocimiento de la contingencia	86
	4.3.2.	Notificación de la contingencia	89
	4.3.3.	Acciones a tomar ante la contingencia	92
	4.3.4.	Comunicaciones al exterior durante y/o después de la contingencia	93
	4.3.5.	Reporte de la contingencia	94
4.4.		Estrategia de manejo de contingencias	95
4.5.		Derrames de combustibles, sustancias químicas y/o productos (propano, butano, nafta, diesel, JP-5)	96

4.5.1.	Medidas de mitigación	100
4.5.2.	Explosiones de nubes de gas no confinadas	101
4.5.3.	Rotura en zona de almacenamientos de producto (propano, butano)	102
4.5.4.	Explosiones por accidentes o fallas en equipos bajo presión.....	103
4.5.5.	Las medidas de control exigidas están relacionadas para el caso.....	103
CONCLUSIONES		107
RECOMENDACIONES		109
BIBLIOGRAFÍA.....		111
APÉNDICES		113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama Dirección General de Hidrocarburos.....	4
2.	Centro Nacional de Metrología.....	11
3.	Tipos de tanques para GLP	21
4.	Capacidades de cilindros comercializados en el mercado nacional	24
5.	Demanda de gas licuado de petróleo 2003-2008	30
6.	Gráfica distribución consumo mensual de GLP por capacidad de cilindros metálicos portátiles.....	31
7.	Resumen volumen GLP en cilindros metálicos portátiles	32
8.	Cadena de comercialización de GLP	34
9.	Diagrama de flujo del proceso de fiscalización a plantas de almacenaje y envasado de GLP.....	40
10.	Cuestionario para el personal del Ministerio de Energía y Minas	41
11.	Cuestionario para el personal de las plantas envasadoras de GLP	42
12.	Diagrama Causa-Efecto del peso de Gas Licuado de Petróleo	47
13.	Diagrama de flujo procedimiento estadístico para cilindros de 25 libras	63
14.	Gráfico del control del Incumplimiento en el peso individual, pero aprueba el peso promedio.....	66
15.	Gráfico de control de la aprobación del peso individual, desaprueba el control del peso promedio	67
16.	Gráfico de control sobre la desaprobación del peso individual y desaprueba el control del promedio	68
17.	Cronograma implementación propuesta.....	69

TABLAS

I.	Análisis comparativo Norma COGUANOR 51009-RTCA 23.01.29:05.....	22
II.	Planes de muestreo simple. Método S.....	60
III.	Letras y niveles de inspección	60
IV.	Rango de tolerancia por capacidad de cilindro	64
V.	Costos del proyecto	73
VI.	Resumen tipo material de apoyo	74
VII.	Costos del documento	74
VIII.	Resumen actividades de seguimiento corto plazo	77
IX.	Resumen actividades de seguimiento mediano plazo.....	78
X.	Resumen actividades de seguimiento largo plazo	78
XI.	Reporte de recopilación de información sobre incidente	94

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
ρ	Densidad aparente
GLP	Gas Licuado de Petróleo
° C	Grados Celsius
h	Hora
psi	Libra por pulgada cuadrada
lb	Libras
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
MEM	Ministerio de Energía y Minas

ASME	Siglas en inglés de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanicals Engineers)
ASTM	Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).
API	Siglas en inglés del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute)
SAT	Superintendencia Administración Tributaria
T	Tonelada

GLOSARIO

Calidad	Es la medida en que las propiedades de un bien o servicio cumplen con los requisitos establecidos en la norma o especificaciones técnicas, así como con las exigencias del usuario de dicho bien o servicio en cuanto a su funcionalidad, durabilidad y costo.
Casquetes	Pieza de forma cilíndrica con un extremo semielipsoidal que es resultado de una embutición profunda a partir de un disco de acero.
Cilindro para GLP	Recipiente metálico, con o sin cordones de soldadura, hermético, rellenable, utilizado para almacenar y transportar gas licuado de petróleo, el cual, por su masa y dimensiones, puede manejarse manualmente y cumple con los requisitos del Reglamento Técnico Centroamericano 23.01.29:05. Está formado por los siguientes componentes: cuello protector, válvula, brida, cuerpo cilíndrico y base de sustentación.
Comercialización	Envasado, expendio y consumo de petróleo y productos petroleros.

Comercialización de gas combustible	Actividad de compra y venta de gas combustible a título oneroso en el mercado mayorista y su venta, con destino a otras operaciones en dicho mercado o a los usuarios finales.
Depósito para consumo propio de GLP	Es todo tanque estacionario, autorizado por el ente regulador (MEM), para almacenar GLP, para consumirlo en equipos o en vehículos del consumidor.
Distribuidor	Es toda persona individual o jurídica autorizada para almacenar y suministrar GLP en cilindros, para venta al expendedor, a granel para consumo y carburación.
Especificación técnica	Es un 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)	Es la mezcla formada por hidrocarburos de 3 y 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	Es una actividad mediante la cual se comprueba si el producto final o en proceso, cumple con los parámetros establecido durante el proceso de fabricación.
Norma	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.
Normalización	Actividad encaminada a establecer, respecto a problemas presentes o potenciales, disposiciones para un uso común y repetido, con el objeto de alcanzar un grado óptimo de orden en un contexto dado.

Planta	Es el espacio físico destinado al almacenamiento, transformación de materiales o construcción de objetos de una misma característica.
Reglamento	Documento que proporciona reglas de carácter obligatorio y que ha sido adoptado por una autoridad.
Reglamento técnico	Reglamento que proporciona requisitos técnicos, bien sea directamente, por referencia o incorporando el contenido de un norma, especificación técnica o código de buena práctica.
Tara	Es la masa del envase cilíndrico vacío, incluyendo la masa de la válvula.

RESUMEN

Este trabajo de investigación, 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 control de la masa de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en cilindros metálicos portátiles que actualmente utiliza la Dirección General de Hidrocarburos, que es el ente encargado de regular lo referente al manejo y envasado de GLP, que supervisa que las empresas cumplan con las especificaciones de los reglamentos que se encuentren vigentes. Las instituciones gubernamentales tienen la obligación de servir satisfactoriamente a la población, implementando políticas de Gobierno orientadas al desarrollo de las actividades de forma eficiente.

La finalidad del trabajo es elaborar el diagnóstico e identificar las deficiencias, ya sean por equipo, personal o procedimientos, haciendo uso de las herramientas y conocimientos que proporciona la ingeniería industrial, con esta información elaborar y presentar la propuesta de mejoras adecuada para la correcta supervisión a las plantas de envasado de GLP. Se espera que el presente documento pueda ser utilizado como material de consulta por estudiantes, profesionales e interesados en el tema de la fiscalización del GLP envasado en cilindros.

Actualmente se están implementando regulaciones de carácter regional relacionadas con el manejo, almacenamiento y distribución de GLP, desde el 2006 entró en vigencia el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05.

OBJETIVOS

General

Describir el procedimiento al Plan Nacional de Supervisión del Ministerio de Energía y Minas (MEM), en el control de la masa de Gas Licuado de Petróleo (GLP) de los cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras.

Específicos

1. Determinar las ventajas y desventajas de los procedimientos de control existentes en el Plan Nacional del MEM del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles.
2. Realizar un diagnóstico de las actividades y procesos que se desarrollan en las plantas de envasado de GLP, aplicando herramientas de ingeniería.
3. Presentar la legislación y regulaciones existentes a nivel nacional aplicables a las empresas que tienen planta de envasado de GLP.
4. Desarrollar y proponer los documentos que permitan que el Ministerio de Energía y Minas regule los programas de mantenimiento de las empresas que se dedican al almacenamiento y envasado de GLP en Guatemala.

5. Elaborar un documento que sea de fácil comprensión al personal de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, que presente la metodología propuesta.

INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, a través del Departamento de Fiscalización Técnica, es responsable del control de la cantidad envasada de Gas Licuado del Petróleo en cilindros metálicos portátiles en plantas envasadoras del país. Los procedimientos actuales para llevar a cabo dicho control tienen debilidades que afectan de manera que el consumidor final compra cilindros con menos producto envasado.

Por esta razón se diseñó un procedimiento apegado a la normativa legal y bajo fundamento técnico que evalúe constantemente el proceso de envasado que las plantas utilizan. Este utiliza las masas reales de los elementos que intervienen (peso cilindro y producto), ya no se utiliza la tara marcada en los cilindros, pudiendo eliminar el caso en que la tara no sea la correcta.

El capítulo 1 presenta los antecedentes generales de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, consideraciones sobre la legislación aplicable en el tema y el marco teórico del estudio que incluye los temas de metrología (definición, aplicaciones), Gas Licuado de Petróleo y las plantas de envasado. El capítulo 2 aborda el desarrollo del diagnóstico a los procedimientos de supervisión del Departamento de Fiscalización de la Dirección General de Hidrocarburos de la masa de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas de llenado.

El capítulo 3 contiene la metodología para la implementación de la propuesta realizada, incluyendo aspectos teóricos y prácticos sobre el tema, entre los que se incluyen el cronograma y los costos de la propuesta, como lo son recursos humano, equipo de oficina, capacitación y otros. Por último se definen las acciones, criterios y de seguimiento a la propuesta presentada, 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 1 de julio de 1907, en la década de los años 40 se creó el Instituto Nacional de Petróleo.

1.1.1. Generalidades

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 la 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. 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 es por departamento de orden jerárquico, con un manejo administrativo del tipo

burocrático, es decir las decisiones siempre vienen del nivel superior hacia los niveles inferiores.

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.

1.1.3. 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 en departamentos de orden jerárquico, con un manejo administrativo del tipo burocrático, es decir las decisiones siempre vienen del nivel superior hacia los niveles inferiores.

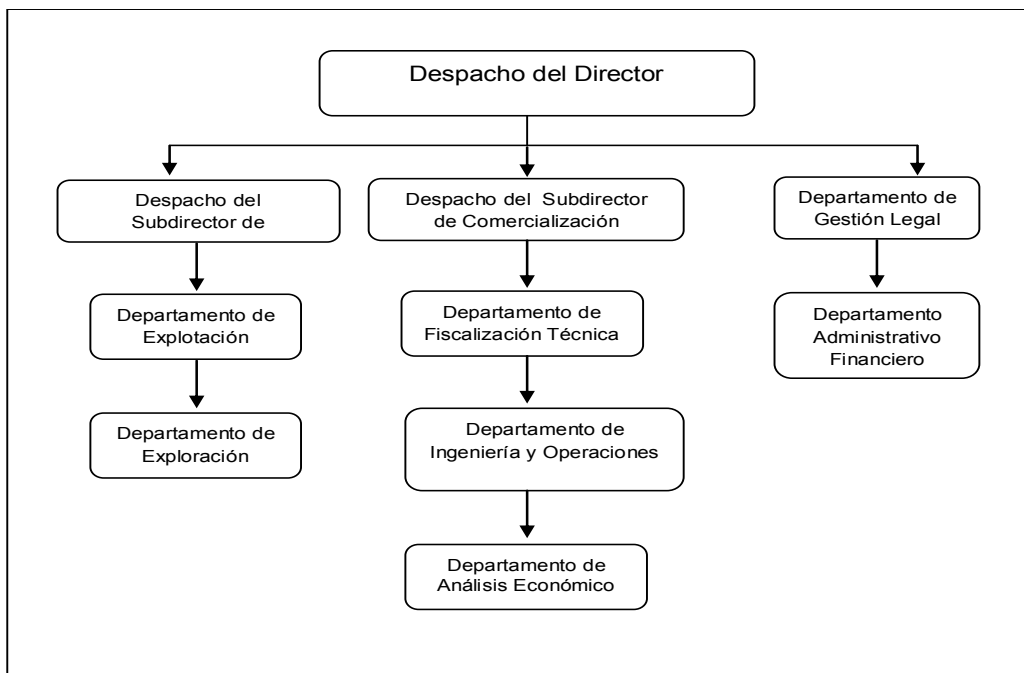
Las principales actividades de la Dirección General de Hidrocarburos, son las de proponer al Ministerio de Energía y Minas, la política petrolera del país, supervisar, controlar y fiscalizar a todas las empresas que se desenvuelven en el subsector de hidrocarburos (construcción y operación de las instalaciones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

Figura 1. **Organigrama Dirección General de Hidrocarburos**



Fuente: elaboración propia.

1.1.3.1. 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.

1.1.3.2. Controles existentes GLP

Como parte de sus atribuciones, el Ministerio de Energía y Minas 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, algunos de estos se presentan a continuación:

- 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.

Los inspectores, funcionarios, asesores y expertos, autorizados por el Ministerio de Energía y Minas, 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.

- Monitoreo del Ministerio de Energía y Minas (MEM), sobre fabricación de cilindros

Consiste en tomar muestras periódicas de los cilindros (de acuerdo al tamaño del lote), luego es trasladada hacia las instalaciones del Laboratorio de Ensayos No Destructivos (24 calle 21-12, zona 12), para evaluar si cumplen con las normas de fabricación. Luego se elabora un informe que se entrega a la Dirección General de Hidrocarburos que posteriormente entrega a las empresas a las que se les hace el análisis. Durante muchos años, se utilizó la Norma COGUANOR NGO 51 009, sin embargo, desde el 2006 entro en vigencia el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05, el cual ha sido creado con la finalidad de mejorar la calidad de los cilindros de la región.

- Auditoría técnica de medidas de seguridad industrial para plantas de almacenamiento y envasado de GLP en cilindros metálicos portátiles

Se realiza cada vez que una planta de envasado y almacenaje de GLP, se supervisa por personal técnicos que laboran para el Departamento de Fiscalización Técnica.

- Inspección de almacenamiento y envasado de GLP

Tiene como fin, verificar que la manera en que el envasado, almacenamiento y comercialización de los cilindros sea la correcta, para esto se debe constatar que la planta opera amparada bajo una licencia de operación, y de ser así, verificar su vencimiento.

- Supervisión para controlar el peso de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras

Presentación de los inspectores del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos a las instalaciones de las

plantas de envasado de gas licuado de petróleo en cilindros metálicos portátiles, con el encargado de la planta o persona que sea asignada para acompañar durante la inspección y verificación de la misma, se debe utilizar el reporte de balance mensual de gas licuado de petróleo, para conocer el promedio de venta de la planta a inspeccionar, y así determinar la cantidad de cilindros (lote) que la planta llena diariamente con GLP para determinar la muestra que se verificará.

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. Metrología

Hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación, es la elección de un método pertinente para un determinado objetivo

1.2.1.1. Definición

La metrología es definida como la ciencia de las mediciones. El inicio de la metrología como se conoce en la actualidad, surge después de la revolución francesa con el decreto por parte de la Asamblea Nacional Francesa, en el que se instituye su sistema nacional de pesas y medidas con la nomenclatura de sus unidades, los múltiplos y submúltiplos. La metrología está constituida por 2 áreas de gran importancia, la metrología legal y la metrología industrial.

1.2.1.2. Metrología legal

Es la parte de la metrología dedicada a las unidades de medida, a los métodos de medición y a los equipos de medición, en lo relativo a las exigencias técnicas y jurídicas reglamentadas, que tienen como fin asegurar la garantía pública en la exactitud de las mediciones. En la metrología legal se identifican las mediciones y los equipos que dentro de un campo específico deben ser regulados y controlados a través de la supervisión metrológica por el estado o por un organismo autorizado y evaluado.

1.2.1.3. Metrología industrial

Es la parte de la metrología relativa a las mediciones en la industria, destinada a asegurar la conformidad con las especificaciones establecidas para los procesos de fabricación del producto. La metrología industrial incluye también las mediciones realizadas en los puntos de inspección y control de la calidad, situados en las diferentes etapas de la elaboración del producto, así como las mediciones realizadas en los laboratorios de ensayo y/o calibración, internos de las organizaciones.

1.2.1.4. Centro Nacional de Metrología

Empezó a operar el 16 de agosto de 2001, en noviembre de 2005 se aprueba la Ley del Sistema Nacional de Calidad según el Decreto 78-2005 del Congreso de la República, que establece el Centro Nacional de Metrología, describe las funciones y actividades propias del centro. Actualmente presta servicios de calibración de: masas de 1 miligramo a 20 kilogramos, balanzas analíticas y semianalíticas, termómetros de líquido en vidrio y de carátula de -20 a 250 grados celcius.

En la figura siguiente, se presenta el edificio donde actualmente se localiza el Centro Nacional de Metrología y su laboratorio.

Figura 2. **Centro Nacional de Metrología**



Fuente: Centro Nacional de Metrología

1.2.1.5. Calibración y certificación

Para los metrólogos el término verificación, se encuentra estrechamente vinculado a la metrología legal, en la que se establece la obligatoriedad de la verificación de un equipo de medición, desde el punto de vista legal y el término calibración se relaciona con la metrología industrial, en la cual la obligatoriedad de la calibración es técnica y se establece por el propio usuario del equipo.

En metrología legal, la verificación de un equipo de medición, es la determinación por medio de pruebas cualitativas y cuantitativas que el equipo de medición cumple con las especificaciones establecidas por las regulaciones legales correspondientes. En la verificación se emite un certificado de verificación, cuyo contenido puede limitarse a la aptitud o no del equipo de medición para ser usado como resultado de la evaluación de la conformidad con respecto a las especificaciones metrológicas.

La calibración de un equipo de medición permite estimar el valor convencionalmente verdadero de una medida materializada o de un material de referencia, los errores de indicación de un equipo de medición y las correcciones, entre otras propiedades metrológicas; los resultados deben informarse a través de un certificado de calibración. Es importante recordar que la calibración de los equipos de medición se debe realizar bajo condiciones ambientales controladas y específicas que varían de acuerdo con el método de trabajo empleado y las normas como ASTM, ANSI e ISO entre otras.

1.2.1.6. Aplicaciones

Los equipos de medición y monitoreo que se deben incluir en el programa de mantenimiento, verificación y calibración; deben estar en función de la criticidad de las características del producto, proceso y materias primas para cumplir con los requerimientos del cliente, ventaja competitiva en el producto o normas internacionales. El alcance de la certificación se limita únicamente a los equipos de medición calibrados, por lo tanto no convalida ni garantiza el funcionamiento de la máquina en donde se encuentra instalado dicho equipo de medición. El alcance es determinado por el ente encargado de llevar a cabo la certificación de la calibración de los equipos de medición.

La confiabilidad de los resultados de las mediciones de los equipos de medición en la metrología industrial, se alcanza; entre otros factores, a través de la calibración periódica de los mismos. Tradicionalmente, los laboratorios de calibración internos y externos, acreditados conforme a los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025, o no acreditados, han garantizado las calibraciones que se requieren dentro de los sistemas de gestión de calidad.

1.2.2. Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Los hidrocarburos, cuyos componentes son hidrógeno y carbono, se presentan bajo tierra tanto en estado líquido como estado gaseoso. Se formaron en el transcurso de millones de años.

1.2.2.1. Generalidades

Cuando grandes masas de materiales orgánicos quedaron atrapadas bajo la tierra, éstas, bajo la acción de altas presiones y temperaturas se fueron transformando en petróleo crudo (hidrocarburo líquido) y en gas natural (hidrocarburo gaseoso). Estos gases se procesan en una planta de refinación, también se obtienen como subproducto de una serie de procesos de refinería.

- El gas natural es una mezcla de hidrocarburos livianos (principalmente metano), que en condiciones de temperatura y presión del yacimiento o del medio ambiente, se encuentra en estado gaseoso.
- El gas licuado de petróleo: es una mezcla de propano y butano, que en condiciones ambientales es gaseoso, pero sometido a presión moderada se convierte en líquido.

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.

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.

- Propiedades físicas
 - Peso específico
 - Densidad relativa
 - Presión de vapor
 - Relación de expansión del GLP de estado líquido a vapor

1.2.2.2. Legislación aplicable

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.

- 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 Guatemala Artículos No. 18,61.
- Código Tributario. Decreto Ley Número 6-91 del Congreso de Guatemala: Artículos No. 18,103, 86, 321.
- Ley del Impuesto al Valor Agregado y sus Reformas. Decreto número 27-92: Artículos Nos. 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 de Timbres Fiscales y Papel Sellado Especial para Protocolos. Decreto número 37-92.
- Ley Orgánica del IGSS. Decreto No. 295 del Congreso de Guatemala.
- Ley de Circulación de Vehículos. Decreto No. 40-95 del Congreso 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.

1.2.2.3. Características

El GLP ofrece a sus usuarios todas las ventajas de un gas, siendo un combustible sin grandes costos de infraestructura. No son necesarias complicadas redes de distribución, puede incluso ser consumido en áreas remotas, llegando adonde el gas natural no puede ser transportado. El suministro está asegurado porque las fuentes de GLP son innumerables en todo el mundo.

Entre las características más importantes del GLP, hay que mencionar que tiene en promedio 114,8 octanos; se licua a baja presión; cuando sale libremente a la atmósfera, se vaporiza.

En estado líquido al tener contacto con la piel, produce quemaduras por frío. Es más pesado que el aire, por lo que las fugas tienden a acumularse en las partes más bajas, pudiendo ser asfixiante en espacios cerrados. Resulta inflamable si se mezcla con una cantidad de aire del 2 al 10 por ciento. No contiene azufre ni plomo, lo que lo convierte en uno de los productos más inofensivos para el medio ambiente. Al ser un combustible limpio, es ideal para aplicaciones que requieran una elevada calidad y exigencia en los procesos de producción.

Otra característica del GLP es que se puede almacenar gran cantidad de energía en un espacio reducido, pues cada kilogramo contiene cerca de 12 000

kilocalorias de energía no tóxica y no corrosiva. La energía que se obtiene del GLP se compara con otras fuentes de energía, así:

- 1 kilogramo de GLP equivale a: 13,9 kWhr de electricidad
1,3 m³ de gas natural
2 kg de carbón de piedra
0,33 galones de Diesel
0,38 galones de gasolina

1.2.2.4. Usos

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

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

1.2.3. Plantas de almacenamiento y envasado de GLP

Una planta de llenado 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.

1.2.3.1. Generalidades

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.

1.2.3.2. 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 100 libras a partir de tanques estacionarios.

1.2.3.3. Riesgos asociados al transporte, manejo y almacenamiento

La evaluación de los riesgos, se realizan 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, deben usar ropa de trabajo adecuada e implementos de seguridad, la ropa de lana está prohibida, dado que tiene facilidad para cargarse estáticamente.

1.2.3.4. 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.

Toda planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo (GLP), en cilindros metálicos portátiles debe contar con las siguientes áreas distribuidas dentro del terreno destinado para la actividad correspondiente:

- 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 despacho.
- Sistema de tuberías internas y de recepción.
- Equipos auxiliares.

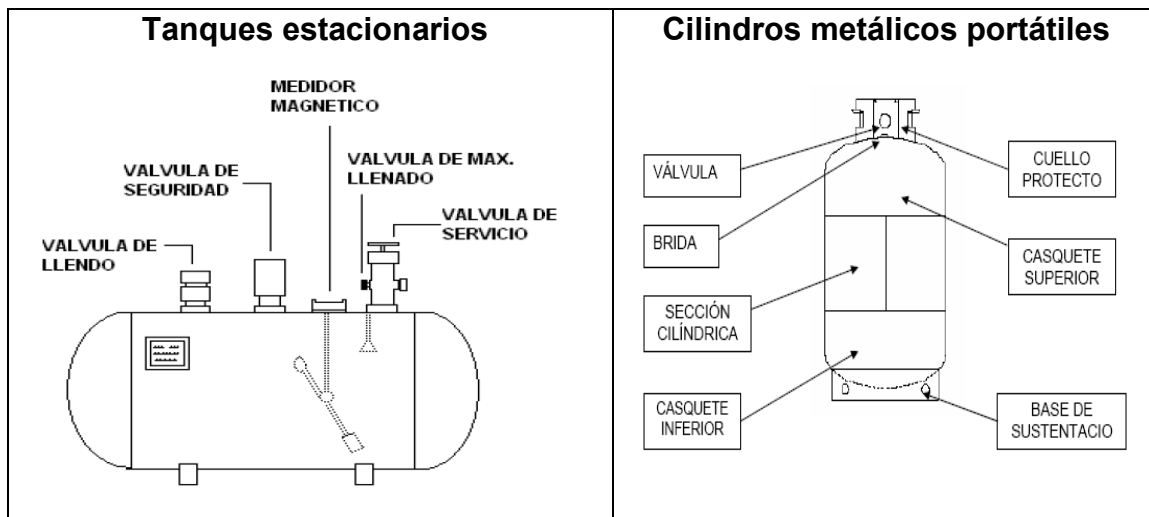
1.2.3.5. Mantenimiento

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 propios de los envases o en su defecto de las instalaciones de la planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo (GLP), es por esa razón que dentro de los mantenimientos que se deben realizar, existen 3 importantes:

- Mantenimiento preventivo, los que se emplean en realizar cambios de elementos funcionales de una manera programada, por medio de revisiones periódicas con el objeto de mantener las máquinas en el mejor estado posible y reducir su probabilidad de fallo.

- Mantenimiento predictivo, es una nueva tendencia derivada del preventivo, ya que la misma está basada en la condición o estado de la máquina, la cual permite anticiparse a la avería de la misma.
- Mantenimiento correctivo, el cual como su nombre lo denota, es el cual las empresas intentan evitar que el mismo requiera que se pare la producción, lo cual repercute en costos, la siguiente figura presenta los tipos de tanques para uso de los consumidores finales.

Figura 3. Tipos de tanques para GLP



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Análisis comparativo Norma COGUANOR 51009-RTCA 23.01.29:05**

Característica	Análisis
Clasificación	Cambia la clasificación de los cilindros, porque ahora se agrega a la clasificación de los cilindros de aluminio, y se pone en una sola clasificación, los cilindros fabricados de acero y los fabricados con aleación de acero.
Medidas	En el reglamento RTCA 23.01.29:05, se da ahora una tolerancia mínima y máxima sobre la que pueden variar las medidas de los cilindros.
Relación de llenado	En el nuevo reglamento, se especifica una relación de llenado constante, independientemente del gas que se esté utilizando. En la norma anterior se tenía que comparar con una tabla sobre las distintas relaciones de llenado para cada elemento a utilizar
Capacidad de agua	Ya no se permiten tolerancias en la capacidad de agua de los cilindros, es decir o se cumple con lo que se especifica el nuevo reglamento o los cilindros son rechazados.
Tratamientos térmicos	El proceso de enfriamiento, cambia porque se establece que la temperatura se reduce hasta 220 grados celsius y luego se reduce a la temperatura ambiente, sin utilizar sistemas de enfriamiento forzado, algo que no estaba especificado en el antiguo reglamento.
Acabados del cilindro	Se da la oportunidad de utilizar un tratamiento químico en vez de una película de pintura anticorrosiva. También se da el espesor que debe de tener la pintura anticorrosiva sobre el cilindro
Marcado del cilindro	Los datos de las inspecciones originales y de la primera inspección, son importantes para llevar un control sobre los cilindros y su tiempo de utilización en el mercado.

Fuente: elaboración propia.

1.2.3.6. Proceso de envasado de cilindros metálicos portátiles

Por ser el gas licuado de petróleo una sustancia que se encuentra en recipientes bajo presión, que al contacto con el calor de la atmósfera se vuelve gaseoso y altamente inflamable, se hace indispensable que las operaciones de las instalaciones se lleven a cabo cumpliendo estrictas normas y parámetros de control, así se evitarán desde riesgos menores como problemas de tuberías o accesorios que repercuten en la ineficiencia de los equipos, hasta riesgos mayores como explosiones y/o incendios.

Las actividades regulares en una planta de envasado de GLP durante la fase de operación, son las siguientes:

- Descarga de GLP desde camiones.
- Llenado de cilindros.
- Carga y descarga a granel en camiones tanque y de camiones semirremolque.
- Carga y descarga de cilindros a camiones de reparto a distribuidores.

Los cilindros portátiles metálicos son recipientes herméticos, portátiles, aptos para envasar GLP en las capacidades autorizadas por esta ley, bajo determinadas condiciones de presión y temperatura; y que cumple con especificaciones de normas reconocidas y aceptadas por las del ente que las regula. Para el proceso de envasado (transporte, llenado, acabado, control de peso cilindros, sellado) algunas plantas cuentan con tecnología que les permite

automatizar estas actividades, mientras que otras realizan el proceso de manera semi automatizada.

1.2.3.6.1. Control peso GLP

El objetivo principal del trabajo con un instrumento medidor, es obtener medidas reproducibles y correctas, con independencia del intervalo en que se mide. La exactitud necesaria se deriva de los objetivos de calidad internos para la aplicación, o de las exigencias plasmadas en normas y prescripciones especiales. Factores, como unas condiciones ambientales cambiantes (fluctuaciones de temperatura a lo largo del día), límites de medida internos de la balanza (repetibilidad y linealidad) y la experiencia de la persona que la utiliza, influyen considerablemente sobre el resultado.

Figura 4. **Capacidades de cilindros comercializados en el mercado nacional**

Volumen
20 libras
25 libras
35 libras
40 libras
60 libras
100 libras

Fuente: elaboración propia.

1.2.4. Normativa aplicable

Existen numerosos códigos y normas relativos al manejo del GLP que se aplican en diferentes países, dependiendo de la normativa legal o del criterio de las empresas. En Guatemala las instalaciones para el manejo, almacenamiento y distribución de GLP a distribuidores o usuarios finales, deben cumplir lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano y demás documentación que lo complementen o modifiquen. Para esto se utilizan normas nacionales y de diferentes organismos internacionales (API, UNE, ASTM, ASME, NFPA), a continuación se presentan algunas de estas.

1.2.4.1. Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR

A partir de diciembre de 2005, la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), pasa a formar parte del Sistema Nacional de la Calidad, mediante la publicación del Decreto 78-2005 Ley del Sistema Nacional de la Calidad de fecha 8 de diciembre de 2005. Dentro de los cambios fundamentales de sus funciones, está el hecho pasar a elaborar únicamente normas técnicas, cuya característica primordial es el cumplimiento voluntario, cumpliendo de esta manera con los compromisos adquiridos con la Organización Mundial del Comercio (OMC) en apoyo a la globalización de la economía y de los diferentes tratados comerciales internacionales suscritos por el país.

1.2.4.2. Asociación nacional de protección contra el fuego NFPA

Es una organización norteamericana reconocida internacionalmente que desarrolla normas para proteger a las personas, su propiedad y el medio ambiente del fuego.

- El diseño e instalación de las plantas de almacenamiento y envasado, debe cumplir con las Normas NFPA 58 y NFPA 59.
- Los tanques estacionarios sobre el nivel del suelo y subterráneos, deben cumplir con lo establecido en la Norma NFPA 59, sección 2.4.1 y Sección 2.5.
- Todos los accesorios y equipamiento para tanques de GLP a granel, estará de acuerdo con la Norma NFPA 59, capítulos 4, 5 y 6.
- El estacionamiento de los vehículos que transporten GLP debe cumplir con lo especificado en la Norma NFPA 58, Sección 6-6.2.
- Los sistemas eléctricos deben cumplir con lo especificado en las Normas NFPA 70 y 77.

1.2.4.3. Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)

Es la mayor y más prestigiosa de las asociaciones de Ingenieros Mecánicos del mundo, y tiene un sin número de publicaciones y especificaciones sobre el GLP. Los tanques estacionarios destinados a

contener GLP deberán ser diseñados, contruidos y ensayados de acuerdo con la sección VIII, del Código ASME.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCEDIMIENTO AL PLAN NACIONAL DE SUPERVISIÓN PARA CONTROLAR EL PESO DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS ENVASADORAS EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

2.1. Antecedentes

El Ministerio de Energía y Minas, a través del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, es el ente encargado de velar por la correcta aplicación de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos.

Para conocer la situación actual del procedimiento al Plan Nacional de Supervisión para controlar el peso del GLP en cilindros metálicos portátiles, en las plantas envasadoras en el Ministerio de Energía y Minas, se utilizaron las siguientes técnicas de recopilación de información:

- Revisión bibliográfica
- Visitas
- Entrevistas
- Observaciones personales

La información recabada, sirvió de base para definir y aplicar las herramientas de ingeniería necesarias para realizar el diagnóstico:

- Diagrama de flujo
- Análisis causa efecto
- Gráficas y tablas

2.2. Situación del mercado nacional de GLP

La demanda nacional y regional de GLP va en aumento, debido al crecimiento industrial, al aumento de la población y la necesidad de contar con servicios básicos que le ayuden a tener una mejor calidad de vida, en Guatemala existen 49 plantas envasadoras de GLP en operación, pertenecientes a aproximadamente 22 empresas, siendo Zeta Gas, Grupo Tomza, Dagas, las que manejan el 97 por ciento del mercado. Como se indica en la siguiente figura en el 2008 Guatemala consumió un 1,9 por ciento más que en el 2007.

Figura 5. **Demanda de gas licuado de petróleo 2003-2008**

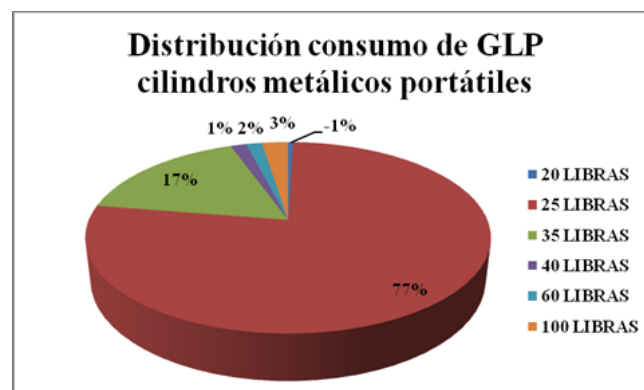


Fuente: elaboración propia.

En Guatemala se envasan aproximadamente 13 800 000 cilindros al año, si se considera este dato en función económica, envasar productos fuera de especificaciones en cuanto a su peso, generan un porcentaje extra de ganancia, en perjuicio de los consumidores finales y por ende de igual manera el estado es afectado por la menor recaudación de impuestos, lo que significa una sobrecarga impositiva para el resto de agentes económicos.

Dentro de la evaluación se realizaron visitas y entrevistas al personal del Ministerio de Energía y Minas y de las Plantas de Almacenamiento y Envasado de GLP, dentro de lo que resalta que la mayor demanda de GLP envasado en cilindros para uso doméstico que consumen los guatemaltecos, son los de 25 libras de capacidad (77 por ciento de 25 libras, 17 por ciento de 35 Libras, el 2,5 por ciento es de 100 libras, el 0,5 por ciento de 20 libras ,el 1,5 por ciento de 40 libras y 1,5 por ciento de 60 libras.), condición que se le dará mayor énfasis en el desarrollo del procedimiento del control de llenado que se realiza en las plantas envasadoras.

Figura 6. **Gráfica distribución consumo mensual de GLP por capacidad de cilindros metálicos portátiles**



Fuente: elaboración propia.

Esta situación y el aumento del número de consumidores (promedio mensual movimiento de cilindros 1 131 997), generan la necesidad de mejorar los procedimientos de supervisión que actualmente utiliza la Dirección General de Hidrocarburos, de manera que el consumidor tenga la garantía de que las empresas que comercializan GLP cumplen con las regulaciones establecidas en Guatemala.

Figura 7. **Resumen volumen GLP en cilindros metálicos portátiles**

VOLUMEN DE CILINDROS POR MES													
VOLUMEN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
20 LIBRAS	7.536	7.072	7.394	7.037	7.422	7.401	8.000	7.728	7.788	8.260	7.956	8.734	92.327
25 LIBRAS	928.429	871.284	910.918	866.914	914.449	911.834	985.579	952.055	959.486	1.017.612	980.128	1.076.021	11.374.708
35 LIBRAS	146.413	137.401	143.651	136.712	144.208	143.796	155.425	150.139	151.310	160.477	154.566	169.688	1.793.785
40 LIBRAS	11.304	10.608	11.091	10.555	11.134	11.102	12.000	11.592	11.682	12.390	11.933	13.101	138.491
60 LIBRAS	7.536	7.072	7.394	7.037	7.422	7.401	8.000	7.728	7.788	8.260	7.956	8.734	92.327
100 LIBRAS	7.536	7.072	7.394	7.037	7.422	7.401	8.000	7.728	7.788	8.260	7.956	8.734	92.327
TOTAL	1.108.754	1.040.509	1.087.841	1.035.290	1.092.059	1.088.936	1.177.003	1.136.968	1.145.842	1.215.258	1.170.494	1.285.012	13.583.966

* Los porcentajes tomados son el 77% de los cilindros en el mercado de gas licuado de petróleo es de 25 libras, 17% de 35 Libras, el 2.5% es de 100 libras, el 0.5% de 20 libras, el 1.5% de 40 libras y 1.5% de 60 libras.

* Los porcentajes que se tienen han sido en base de un análisis estadístico por parte de la sección de gas, ya que ese dato no lo reporta la compañía comercializadora.

* La conversión de galones a libras es de 4.34 libras por galón

* Se tiene un promedio de movimiento de cilindros de 1.131.997 al mes.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

2.3. Responsabilidades y obligaciones del Ministerio de Energía y Minas en el control de GLP

Responsabilidad de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, es fomentar y orientar la participación del sector privado a la comercialización del Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles, velando por que se cumpla con las normas de seguridad, protección del medio ambiente, calidad y peso de despacho, para el consumo nacional de acuerdo a la economía nacional, creando y promoviendo las condiciones adecuadas para el desarrollo ordenado y eficiente del comercio,

para contribuir con ello en una sana competencia que beneficie al consumidor final.

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. 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.

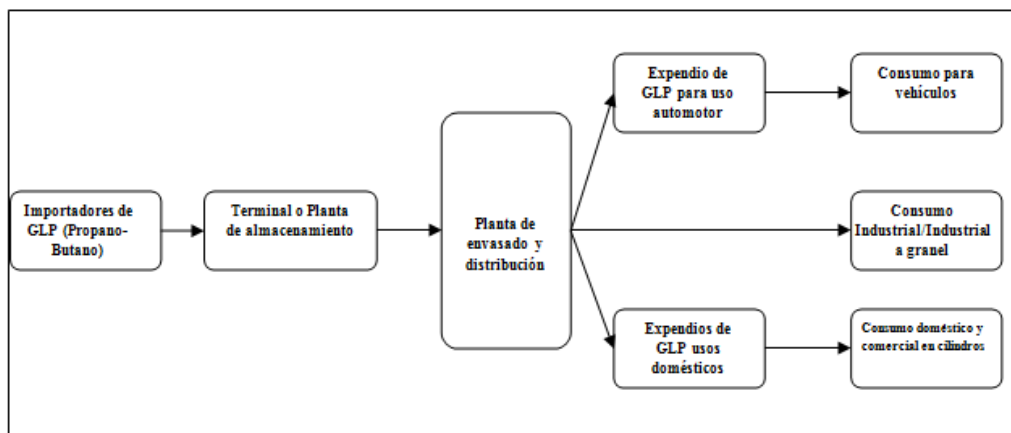
2.4. Análisis Dirección General de Hidrocarburos

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”.

La Dirección General de Hidrocarburos está obligada a verificar que todas las empresas dedicadas al envasado del Gas Licuado de Petróleo en cilindros metálicos portátiles, cumplan con lo estipulado en la Ley de Comercialización de Hidrocarburos y su Reglamento; en cuanto a calidad y cantidad, contrario a ello la dirección deberá imponer la multa correspondiente a la sanción derivada de la infracción incurrida.

La cadena de comercialización de GLP, involucra a diferentes sectores del país; importadores, distribuidores y consumidores, como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 8. Cadena de comercialización de GLP



Fuente: elaboración propia.

2.4.1. Departamento de Fiscalización Técnica

El Departamento de Fiscalización Técnica, es el encargado de programar y establecer los mecanismos de supervisión para el control del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles, para realizar sus actividades tiene la siguiente estructura organizacional:

- Jefatura
- Secretaría
- Sección combustibles líquidos
- Sección transporte de combustibles
- Sección Gas Licuado de Petróleo

La Sección de Gas Licuado de Petróleo supervisa y controla el volumen envasado del Gas Licuado de Petróleo en las plantas, por medio de su personal profesional y técnico, que tiene las funciones y atribuciones siguientes:

- Verificar en plantas de envasado la calidad del GLP en cilindros.
- 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 sus accesorios.

Como se pueden ver las funciones, atribuciones y organización del Departamento de Fiscalización Técnica, indican claramente su responsabilidad en la supervisión de las actividades que realizan las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, así como la atención y seguimiento de las denuncias de los consumidores.

De acuerdo a la información existente y las entrevistas realizadas al personal profesional y técnico del Departamento de Fiscalización Técnica, se observa que ellos son responsables de la supervisión y control de las 49 plantas de almacenamiento y envasado de GLP existentes en Guatemala, así como de verificar el volumen envasado en cilindros metálicos portátiles, para esto deben

tener la preparación y capacitación constante, de manera que pueda cumplir con sus responsabilidades y ejecutar el programa de supervisión.

En la actualidad el mercado nacional de GLP está en aumento, esto significa mayor interés comercial de las empresas que lo distribuyen, lo que genera que surjan nuevas instalaciones para su almacenamiento y envasado, limitando la capacidad de supervisión del personal del Departamento de Fiscalización Técnica.

Producto de las condiciones de su presupuesto, el personal del Departamento de Fiscalización Técnica, puede realizar 1 o 2 visitas por planta al año, estas condiciones no permiten que se realice un verdadero programa de supervisión a las plantas de almacenamiento y envasado de GLP.

2.4.2. Auditoría supervisión del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras

Actualmente el procedimiento para las auditorías que realiza la Dirección General de Hidrocarburos a través del Departamento de Fiscalización Técnica es el siguiente:

- Presentación de los inspectores a las instalaciones de las plantas de envasado de Gas Licuado de Petróleo en cilindros metálicos portátiles, con el encargado de la planta o persona que sea asignada para acompañar durante la inspección y verificación de la misma.
- El tamaño de la muestra total de cilindros a pesar es de diez (10), tomando en cuenta que se deben de supervisar las diferentes capacidades que se envasan en la planta.

- El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, seleccionará al azar la cantidad de cilindros que se encuentran en la plataforma de envasado, listos para ser despachados. En la selección al azar se recomienda tomar al menos un 70 por ciento de cilindros de 25 libras de capacidad de GLP.
- El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, anota en el acta de inspección de almacenamiento y envasado de Gas Licuado de Petróleo, el valor de la capacidad y de la tara marcada en el cuello del cilindro.
- El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, suma la capacidad del cilindro más la tara indicada en el cuello del cilindro, calculando así la masa teórica.
- El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, comprueba la masa real del cilindro (producto más cilindro) en la báscula de verificación, anotando el resultado de la masa real en el acta respectiva.
- El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, realizó lo indicado en el anterior párrafo para cada cilindro de la muestra.
- El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, calcula la diferencia entre la masa teórica menos la masa real de cada cilindro.

- Acta de la inspección: al finalizar la inspección, el acta donde se haga constar las actuaciones, debe ser firmada por el encargado de la planta o la persona a quien éste designe, y el inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos. El original del acta, es para el Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección y la copia de la misma para la planta.

2.4.2.1. Equipo de verificación

El equipo que se utiliza para verificar la cantidad de Gas Licuado de Petróleo, envasado en los cilindros, debe tener las características adecuadas, estar debidamente calibrado y contar con el respectivo certificado de calibración.

Producto de las limitaciones de presupuesto del Ministerio de Energía y Minas, el equipo que utiliza el Departamento de Fiscalización Técnica para sus actividades de supervisión, no es de modelo reciente, además no se cuenta con un programa de calibración permanente, lo que puede afectar los resultados de la supervisión.

2.4.2.2. Criterios de aceptación o rechazo de cada cilindro (tolerancia)

La tolerancia permitida entre la cantidad de Gas Licuado de Petróleo, verificada en el cilindro y la capacidad indicada en el cuello del mismo es:

- Una (1) libra de menos en cilindros de hasta 40 libras de capacidad.
- Dos (2) libras de menos en cilindros de más de 40 libras de capacidad.

Se recomienda que la cantidad de Gas Licuado de Petróleo en el cilindro no sobrepase el 10 por ciento de la capacidad indicada en el cuello del mismo, esto por aspectos de seguridad. Si la cantidad de Gas Licuado de Petróleo envasada en el cilindro verificado cumple con la tolerancia indicada anteriormente, se acepta el cilindro, de lo contrario se rechaza.

2.4.2.3. Documento final actividad

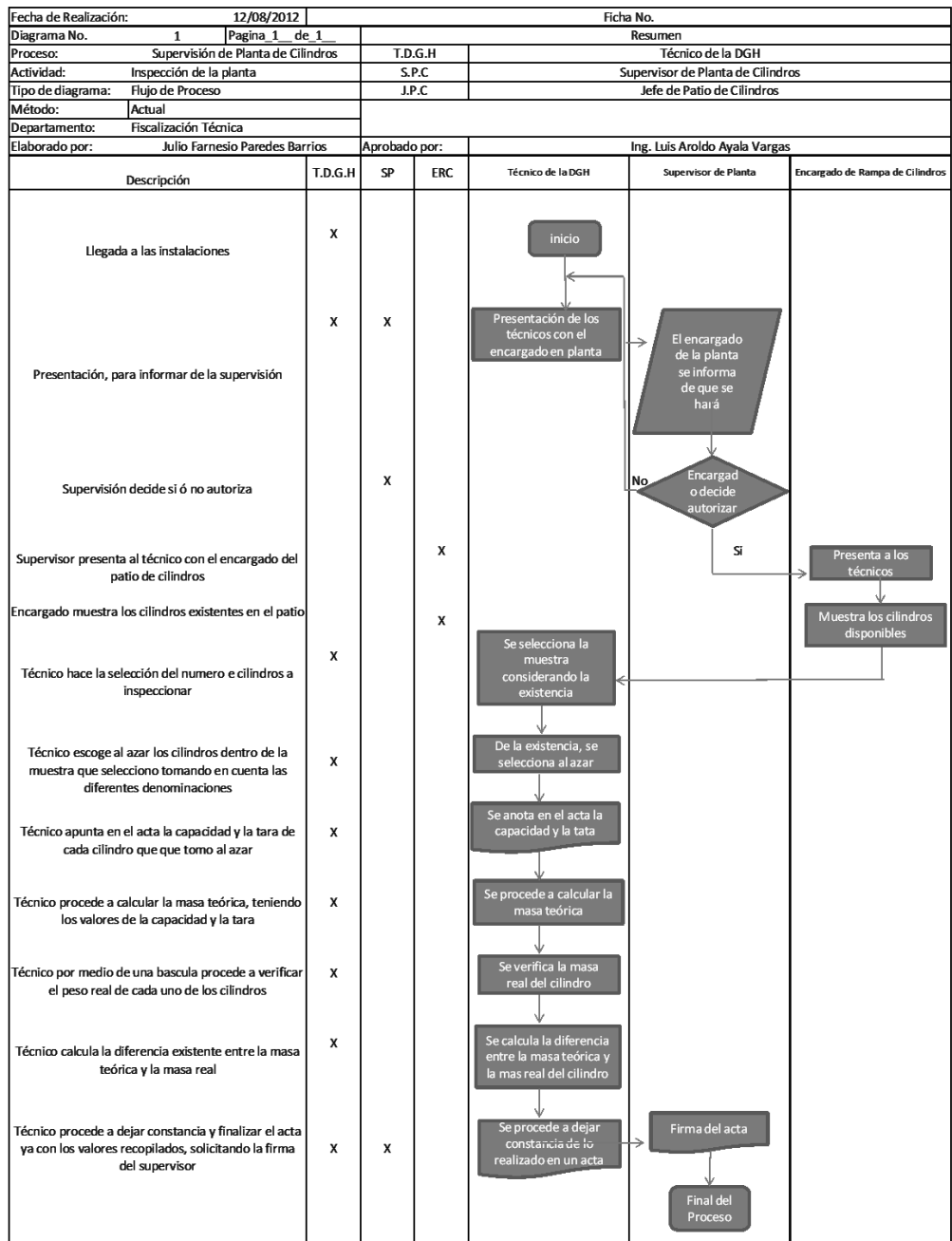
Consiste en un acta, que debe incluir: referencias generales de la planta, nombre de la empresa, número y vigencia de licencia, número de cilindros de diferentes capacidades, número de la báscula que se utilizó para el procedimiento del pesado de los cilindros y la fecha de la certificación de la calibración de la misma.

2.4.2.4. Diagrama de flujo auditoría supervisión del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras

El diagrama de flujo o diagrama de actividades, es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.

En Lenguaje Unificado de Modelado (UML), un diagrama de actividades representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes en un sistema. Un diagrama de actividades muestra el flujo de control general.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de fiscalización a plantas de almacenaje y envasado de GLP



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Cuestionario para el personal del Ministerio de Energía y Minas**

Instrucciones: Nos gustaria conocer que es más importante para usted cuando va a realizar las supervisiones por parte de la Dirección General de Hidrocarburos.

Instrucción: Marque con "X" el recuadro que mejor refleje su opinión acerca de la supervisión.

1. ¿Le parece que los instrumentos que actualmente utilizan para la supervisión del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas, son las necesarias?

Si, porque. No, porque

2. ¿Cree usted que el equipo que actualmente utiliza para la supervisión del control del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas, es el adecuado?

Si, porque. No, porque.

3. ¿Considera que el actual procedimiento de supervisión para contolar el peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas, es el adecuado?

Si, porque. No, porque.

4. ¿Cree que el actual procedimiento esta basado en un método, para el control del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas?

Si, porque. No, porque.

5. ¿Considera usted, que en el Departamento de Fiscalización Técnica se tiene bien definido el alcance del actual procedimiento, para el control del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas?

Si, porque. No, porque.

6. ¿Cree usted que debe de existir una unidad de estudio, que se encargue de definir los objetivos, alcance, diseño de procedimiento, instrumentos y equipo adecuado, para controlar el peso del Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas?

Si, porque. No, porque.

Permitanos darle una respuesta a sus comentarios (información opcional)

Nombre: _____

Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Cuestionario para el personal de las plantas envasadoras de GLP**

Instrucciones: Nos gustaría conocer que es más importante para usted cuando realiza las supervisión en la Planta de envasado de G.L.P.

Instrucción: Marque con "X" el recuadro que mejor refleje su opinión acerca de la supervisión.

1. ¿Le parece que los instrumentos que actualmente utilizan para la supervisión del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas, son las necesarias?

Si, porque. No, porque

2. ¿Cree usted que el equipo que actualmente utiliza para la supervisión del control del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas, es el adecuado?

Si, porque. No, porque.

3. ¿Considera que el actual procedimiento de supervisión para controlar el peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas, es el adecuado?

Si, porque. No, porque.

4. ¿Cree que el actual procedimiento esta basado en un método, para el control del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas?

Si, porque. No, porque.

5. ¿Considera usted, que la entidad para la que labora tiene bien definido el alcance del actual procedimiento, para el control del peso de Gas Licuado de Petróleo envasado en cilindros metálicos portátiles en las plantas?

Si, porque. No, porque.

Permitanos darle una respuesta a sus comentarios (información opcional)

Nombre: _____

Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.5. Ventajas y desventajas

Dentro de las ventajas que la auditoria presenta, es que el consumidor final tenga la certeza de que el contenido de GLP que está comprando, es el que contiene el cilindro portátil, además se aprovecha para verificar el estado físico de los mismos.

Entre las desventajas del método, se pueden mencionar:

- El tiempo que le toma al auditor realizar la supervisión.
- Falta de capacitación del personal del Departamento de Fiscalización, en los temas de GLP y manejo del equipo necesario para la supervisión.
- Se considera que el valor de la tara para un mismo cilindro puede variar hasta en 1,32 libras, por cambios en la válvula, las asas y la pintura. Esto se da con frecuencia, ya que forma parte del mantenimiento del cilindro.
- Por razones de seguridad no está permitido grabar la tara en el cuerpo del cilindro. El grabado es realizado en el asa.

2.5. Diagnóstico

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 se analiza la situación actual. Entre los aspectos utilizados fueron: verificación de los reglamentos utilizados actualmente, así como entrevistas con personal del Ministerio de Energía y Minas.

En agosto del 2005 fue suscrito un Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio de Economía, que es ejecutado por la Dirección General de Hidrocarburos y la Dirección de Atención y Asistencia al Consumidor (DIACO), en él se define un programa anual de inspección y verificación de los instrumentos de medición, utilizado por las estaciones de servicio o gasolineras, plantas de envasado y expendio de GLP, con el objetivo de velar por los intereses de los consumidores y usuarios de las estaciones de servicio o gasolineras, plantas de envasado y expendio de GLP, así como ejercer un efectivo control de la cantidad y calidad de los productos petroleros que ahí se distribuyen.

2.5.1. Deficiencias de personal

Un factor importante, es el no contar con 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, situación que se ha acentuado y agravado, lo que genera un atraso en la ejecución de la misma y no poder seguir brindando un servicio con eficiencia.

De igual manera la falta de personal capacitado y con experiencia en actividades de supervisión y control, provoca que se contrate a personal que no cuenta con estas habilidades, lo que repercute en tiempo para capacitar a la persona que en algún momento se selecciona, o recurriendo a jóvenes que realizan sus prácticas escolares o epesistas que se encuentran realizando su ejercicio profesional supervisado.

Así mismo, el personal de la planta, es personal con mucho tiempo de laborar con mucha experiencia, pero con procedimientos que actualmente ya no son tan confiables, debido a que el mercado de la comercialización de los

cilindros envasados se ha incrementado, de igual manera se acomodan a su puesto y no existe la iniciativa o mejora continua.

2.5.2. Deficiencias instrumentación y equipo

La falta de instrumentación y de equipo, es un factor importante para realizar con mayor eficiencia las actividades de supervisión, considerando que la instrumentación se refiere a que se deben de tomar en cuenta los programas (software) así como aspectos de metrología que reflejen un mejor criterio de aceptación para controlar y regular los muestreos.

El equipo que actualmente utilizan en el Departamento de Fiscalización Técnica para realizar sus actividades de control y supervisión, no es de modelo reciente, y no cuenta con un programa de calibración y mantenimiento adecuado.

De igual forma las plantas envasadoras de GLP en cilindros metálicos portátiles, es poco lo que han invertido en mejorar los instrumentos y equipos, por lo que los existentes ya se han convertido en obsoletos, lo cual repercute en que los mismos, no sean confiables para garantizar un control en el procedimiento de control de la masa despachada por falta de interés de la administración.

2.5.3. Deficiencias en capacitación

Es importante tomar en cuenta los aspectos de capacitación dentro de un departamento que es totalmente técnico, ya que continuamente se están actualizando sistemas, equipos, políticas y normas que se interrelaciona con el cotidiano desempeño de la supervisión en general y específicamente la del

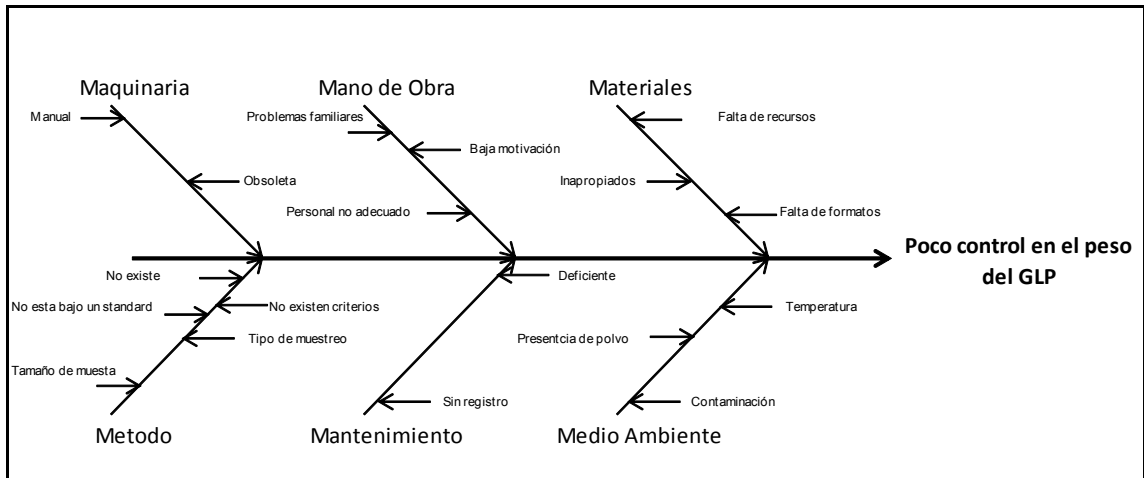
control de Gas Licuado de Petróleo en las plantas envasadoras de cilindros metálicos portátiles, siendo obligación de las instituciones de garantizar y certificar su mano de obra calificada. El personal encargado de realizar las auditorías técnicas del Departamento de Fiscalización Técnica no cuenta con un programa de capacitación específico.

Debido a que las plantas no promueven capacitación en sus empleados, para que los mismos mejoren sus procedimientos, mejoren su rendimiento, siendo más eficientes en su desempeño y se actualicen en función de la demanda de producto que manipulan, es que se genera el problema de que el procedimiento actual no cumple con la principal de comercializar producto bajo controles y procedimientos que garanticen un producto que cumpla con calidad y cantidad.

2.5.4. Deficiencias por cambios organizacionales de gobierno

Dentro de toda dependencia del estado, los cambios organizacionales internos es una de las mayores razones que inciden en las tomas de criterios y decisiones en cuanto al encaminar proyectos de supervisión, debido a que por políticas de intereses se dejan de realizar actividades inherentes a cada departamento que funcionan en la Dirección General de Hidrocarburos, tal es el caso del Departamento de Fiscalización Técnica, que ha tenido varios cambios organizacionales, teniendo como resultado el atraso o el tener que dejar de realizar sus actividades para cumplir con otras políticas de trabajo, es por eso que las instituciones gubernamentales se encuentran en desventaja de la iniciativa privada.

Figura 12. Diagrama Causa-Efecto del peso de Gas Licuado de Petróleo



Fuente: elaboración propia.

Según el diagrama causa y efecto, el problema principal del análisis que se observa, según su causa raíz, es que el actual procedimiento que realiza el Departamento de Fiscalización Técnica, para controlar el peso de Gas Licuado de Petróleo, es que el mismo no está basado en un método, el cual establezca el alcance, objetivos, responsables, el o los procedimientos, las herramientas de evaluación, los equipos de verificación, los criterios y sobre todo la interpretación de los resultados, obteniendo con ello las posibles soluciones y se creen registros, que permitan mejor el proceder de las plantas envasadoras de GLP envasado en cilindros metálicos portátiles.

Así mismo, se presentan otros problemas en cuanto a su administración ya que no cuenta con los recursos económicos para la realización de las inspecciones a las plantas envasadoras de GLP en envases metálicos portátiles, los cuales incurren en el combustible para el vehículo, la falta de vehículos y los viáticos por comisión del técnico inspector de campo; la misma

situación en el gobierno ha propiciado que no se contrate más personal por lo que esta actividad ha recaído en el poco personal con que cuenta la sección generando que la misma no pueda dársele el seguimiento correspondiente.

De igual forma no existen programas de capacitación que favorezcan y enriquezcan el conocimiento de los inspectores en materia de control y seguimiento; la falta de normas para controlar y mejorar las condiciones del trabajo recae en que no existe procedimiento para realizar los controles, utilizando instrumentación, equipo, software y otros elementos que faciliten y recopilen la información.

Por parte de la planta envasadora de GLP en envases metálicos portátiles, la administración no tiene interés en crear una conciencia de que beneficie al consumidor y al estado, ya que ambas no le generan ninguna remuneración alguna, por ende no genera incentivos que impacten en la actualización del personal por lo que el trabajo realizan tal y como lo aprendieron hace ya varios años, por lo que se acomodan al mal desempeño del trabajo, no existen programas de capacitación, por lo que el procedimiento se ha convertido en obsoleto y no se ha actualizado los equipos para realizar el control en la planta.

3. IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCEDIMIENTOS DE SUPERVISIÓN DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL CONTROL DEL PESO DE GLP DE LOS CILINDROS METÁLICOS PORTÁTILES EN LAS PLANTAS DE ENVASADO

3.1. Generalidades

Las instituciones gubernamentales tienen el objetivo de servir satisfactoriamente a la población, implementando políticas de gobierno orientadas al desarrollo de las actividades de forma eficiente, promueven el trabajo en equipo y la apropiada atención al usuario. Un plan de supervisión, se define como la puesta en marcha de un procedimiento que orienta recursos humanos, tecnológicos, financieros y otros, con el objetivo de verificar, controlar, supervisar y/o fiscalizar a sus entidades o administrados en el cumplimiento de las normas, para beneficio de una parte o de toda la población.

La propuesta elaborada plantea realizar el control del peso individual de cada cilindro (cilindro por cilindro) y también controlar el peso promedio, es decir, 2 controles en paralelo a una misma variable, el peso. Consiste en un procedimiento elaborado para proteger la economía de los consumidores, independientemente de los beneficios propios de su aplicación.

3.2. Alcance del plan nacional de supervisión del peso del Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Cuando en una institución pública, se lleva a cabo un plan de supervisión, sin un análisis adecuado del marco técnico, legal, logístico y presupuestario, puede resultar en un fracaso, truncándose el mismo o cuando menos incurrir sobre costos al usar equipos inadecuados, capacidades técnicas insuficientes o procedimientos sancionadores engorrosos, aún cuando el procedimiento sobre el que descansa sea el correcto.

3.3. Conceptos preliminares propuesta

El plan nacional de supervisión del peso del Gas Licuado de Petróleo, incluye a todas las plantas envasadoras de GLP en cilindros metálicos portátiles que cuenten con las licencias de operación vigentes emitidas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.

3.3.1. Justificación

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, realizando los controles necesarios para supervisar constantemente los cilindros que se llenan en las plantas envasadoras de GLP debidamente autorizadas.

Para la elaboración de la propuesta, referente al control de la cantidad de GLP envasada en cilindros metálicos portátiles en las plantas, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si solo se controlara el peso individual, las plantas envasadoras podrían decidir disminuir considerablemente el peso promedio despachado, hasta muy cerca del límite otorgado por norma.
- De controlarse el peso con la información de la tara, resultaría impráctico por razones operativas y de seguridad. Asimismo, se puede alterar el valor de la tara, soldando elementos metálicos en la base de los cilindros o cambiándoles las asas.
- La única manera de conocer que la tara ha sido alterada, es trasegando el contenido y verificando el peso del envase vacío, con lo que se volvería al método de trasiego.
- Algo importante a considerar, es que el parque de cilindros, es muy variado en su antigüedad, en su manufactura, así como en sus dimensiones, y lo es también en las válvulas, lo que dificulta tener un valor único para la tara.
- Presencia de un mercado negro de cilindros, producto del contrabando que existe.

Por lo tanto, la propuesta presenta los procedimientos para controlar el peso individual de cada cilindro (cilindro por cilindro) y también controlar el peso promedio (dos controles en paralelo a una misma variable), en las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, que operan en Guatemala.

Entre los antecedentes consultados sobre el método propuesto, se mencionan los siguientes: en México y El Salvador, no se encontró evidencia de que se haya ejecutado plan nacional alguno; en Ecuador, Bolivia y Argentina, tienen normado las tolerancias para el peso individual por cilindro, no encontrándose nada respecto al promedio. Colombia y Chile, tienen normado las tolerancias del peso del recipiente o tara, que contiene al gas licuado. En el Perú existen estudios que han analizado la implementación de este método de control del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles.

3.3.2. Ámbito de aplicación

La propuesta es aplicable en todas las plantas de almacenamiento y envasado de GLP a nivel nacional, regula los estándares técnicos y operativos de los operadores y de sus operaciones, con la finalidad de comprometerlos a garantizar una sana aplicación de los procesos establecidos dentro de las plantas, fomentando un servicio de calidad, reduciendo los errores y por ende evitando las malas prácticas.

Los grupos de interés identificados son: los consumidores, envasadores, autoridades políticas, institución supervisora, opinión pública.

3.3.3. Ventajas y desventajas

La implementación de los procedimientos de control brindará mejoras a la situación actual de supervisión, en el control del peso de GLP de los cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras en Guatemala, ayudará a verificar que los cilindros tengan el contenido de acuerdo a lo establecido. Analizando estos casos:

- Si solo se controlará el peso individual, las plantas envasadoras podrían decidir disminuir considerablemente el peso promedio despachado hasta muy cerca del límite otorgado por norma.
- De controlarse el peso con la información de la tara, resultaría impráctico por razones operativas y de seguridad. Asimismo, se puede alterar el valor de la tara soldando elementos metálicos en la base de los cilindros o cambiándoles las asas.
- Además se tendrán los siguientes beneficios al implementar la propuesta en el procedimiento de supervisión:
 - Proteger los intereses de los usuarios, respondiendo a sus consultas y reclamos.
 - Estimular la innovación. El regulador debe crear el ambiente apropiado para el crecimiento y desarrollo del servicio.
 - Modificar la estructura de la industria. Por ejemplo, facilitando la entrada de nuevas empresas para fortalecer el nivel de competencia.
 - Garantizar reglas equitativas a todos los competidores, es decir, entre las nuevas empresas y las ya existentes.

3.3.4. Responsables

La Dirección General de Hidrocarburos, es la encargada de velar por que se efectúen los controles necesarios para supervisar constantemente la masa

de los cilindros que se llenan en las plantas envasadoras de GLP debidamente autorizadas, este procedimiento se hace a través del personal del Departamento de Fiscalización Técnica, que es el encargado de programar y establecer los mecanismos de supervisión para el control de la masa en los cilindros.

- Grupo de trabajo para realizar las inspecciones en las plantas de envasado.
 - Un inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, responsable del grupo de trabajo.
 - Un 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
 - Balanzas calibradas y masa patrón certificada.
 - Computadoras de mano o Hand Pc.
 - Vehículo para trasladar al equipo de trasiego y al personal

3.3.5. Consideraciones de seguridad durante el procedimiento de supervisión

Previo a realizar la supervisión en la planta envasadora de GLP, en cilindros metálicos portátiles, el personal del Departamento Técnico de Fiscalización de la Dirección General de Hidrocarburos, debe conocer que está manipulando GLP y que los cambios de presión pueden producir fugas, que en combinación con el aire producen mezclas inflamables o explosivas. Por ello se debe tener estricto cuidado en la supervisión; por lo que se debe considerar lo siguiente:

- Delimitar la zona de llenado mediante conos de seguridad.
- Tener los extintores convenientes en las condiciones adecuadas.
- Bajo ninguna circunstancia se debe el equipo de llenado y las balanzas sin conectarlos con la puesta a tierra de las plantas.
- La operación del llenado de cilindros, debe ser realizado sólo por el personal de experiencia de la planta envasadora.
- Evitar el uso de celulares o radios u otros equipos que puedan producir calor. De ser necesario su uso, dejarlos lejos de la zona de llenado.

El personal del Departamento de Fiscalización Técnica, debe estar atento a cualquier acto o condición insegura que pueda terminar en accidente, así como también, velar por el uso de los implementos de seguridad.

3.4. Desarrollo propuesta

Se propone una metodología para que la Dirección General de Hidrocarburos a través del Departamento de Fiscalización Técnica; diseñe, ejecute y gestione su plan de supervisión y control del peso de GLP en cilindros metálicos portátiles, tomando en cuenta que el escenario propuesto que permita alcanzar el objetivo de control y el alcance del mismo. A continuación, se presenta el procedimiento propuesto para el control del peso del GLP, en cilindros metálicos portátiles.

3.4.1. Procedimiento operativo de supervisión

El control de la masa neta de cilindros de GLP, en las plantas de envasado será de tipo muestral, tomando muestras aleatorias para realizar el control de acuerdo al programa de supervisión interno de la Dirección General de Hidrocarburos. Para la verificación del contenido neto en las plantas de almacenamiento y envasado se seguirá el siguiente procedimiento:

- Inicia cuando el inspector del Departamento de Fiscalización Técnica, se presenta en la planta envasadora asignada sin previo aviso. El supervisor se identifica con su carné de la Dirección General de Hidrocarburos, solicitando el ingreso.
- En la planta, el inspector ubica el área de llenado de cilindros así como el personal que lo apoyará en la supervisión, para lo cual se coordinará con el personal de la planta. Asimismo, explica en términos simples en que consiste el control al encargado de la planta o a la persona que se designe para ello, haciéndole entrega de una copia del acta para la supervisión del peso de los cilindros envasado con GLP.

- En caso que el personal de la planta envasadora niegue el ingreso, o el inspector haya esperado más de 10 minutos sin poder ingresar y/o tener las facilidades para realizar su labor, se levanta un acta, indicando tal hecho con la frase no permitió la supervisión y seguidamente se describe el motivo. Dicha acta deberá ser firmada por el responsable o encargado de la planta envasadora con quien se entiende la problemática, en caso de negativa a firmar, se deja constancia de este hecho, firmando el documento como testigo, el personal técnico que acompaña al inspector, todo ello para tomar las medidas de sanción, según lo estipulado en la Ley de Comercialización de Hidrocarburos y su Reglamento.
- Luego, el inspector procede a realizar el procedimiento estadístico y llena el acta de supervisión, indicando el resultado del control al peso promedio y al peso individual. El acta deberá de ser firmada por el responsable de la planta supervisada en señal de conformidad. Si el lote supervisado desaprueba el control del peso promedio, se procede a ejecutar una medida cautelar de inmovilización a los cilindros que conforman el lote, usando para ello marchamos de seguridad. Esta medida no se aplica si la planta solo desaprueba el control al peso individual. Luego se realiza el procedimiento de aprobación del lote de cilindros evaluado.
- Una vez concluida la supervisión, el inspector elabora un informe de la visita, en el cual adjunta copia del acta respectiva, fotografías y otros documentos pertinentes. Si la planta desaprueba cualquiera de los controles, el inspector le crea un informe técnico con el que la Dirección General de Hidrocarburos le iniciará un procedimiento de sanción.

3.4.2. Procedimiento estadístico de supervisión

La estadística es comúnmente considerada como una colección de hechos numéricos expresados en términos de una relación sumisa, y que han sido recopilado a partir de otros datos numéricos.

3.4.2.1. Diferenciar el sistema de envasado en cilindros metálicos portátiles para GLP

El inspector del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos, determinará el tamaño del lote a ser supervisado, según sea el caso:

- Plantas envasadoras de GLP en cilindros metálicos portátiles, con sistema de envasado automatizado: el tamaño del lote será el equivalente a la producción de 30 minutos en la etapa final y lista para su comercialización hasta un máximo de 400 cilindros.
- Plantas envasadoras de GLP en cilindros metálicos portátiles, con sistema de envasado no automatizado: el tamaño del lote se considerará al número de cilindros que se encuentran listos para su comercialización.
- Procedimiento de muestreo
 - El inspector tomará al azar de la línea de envasado, una muestra representativa de cilindros metálicos portátiles, conteniendo GLP del mismo tipo, los mismos que serán debidamente identificados.

- Se debe proceder a tomar 2 muestras en forma independiente del lote de cilindros a inspeccionar:

Muestra general

Muestra especial

- Una vez separados los cilindros de la muestra, se procederá a numerarlos en forma correlativa con un marcador de tinta indeleble para su control.

3.4.2.1.1. Tamaño de la muestra general

Al lote de cilindros a inspeccionar, se le aplica la tabla I de la Norma IEC 410 o la Norma ISO 2859-1, con un nivel de inspección general I, de esta forma se obtiene el tamaño de la muestra general, la cual debe someterse a inspección visual conforme a lo especificado en el numeral 10.1 del RTCA y verificar la tolerancia permisible de la tara.

3.4.2.1.2. Tamaño de la muestra especial

Al lote de cilindros a inspeccionar se le aplica la tabla I de la Norma IEC 410 o la Norma ISO 2859-1, con un nivel de inspección especial II, de esta forma se obtiene el tamaño de la muestra especial.



A continuación se presentan las tablas necesarias para determinar el tamaño de la muestras, según el nivel de inspección (normal o exhaustivo).

Tabla II. **Planes de muestreo simple. Método S**

L e t r a	Tamaño de la muestra
B	3
C	4
D	5
E	7
F	10
G	15
H	20
I	25
J	35
K	50
L	75
M	100
N	150
P	200

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Letras y niveles de inspección**

T a m a ñ o d e l l o t e	Niveles de inspección		
	I	I	I
2 a 8			C
9 a 15			D
16 a 25			E
26 a 50			F
51 a 90			G
91 a 150			H
151 a 280			I
281 a 500			J
501 a 1200			K
1201 a 3200			L
3201 a 10000			M
10001 a 35000			N
35001 a 150000			P
150001 a 500000			
500001 en adelante			

Fuente: elaboración propia.

* Tomar 20 para un lote de 281 a 400 (H), ó 25 para un lote de 401 a 500 (I).

Las anteriores tablas ayudan a determinar el número de la muestra que se desea inspeccionar, en función de la población que en un momento determinado se desee verificar y la misma será representativa en función de los niveles de inspección de variables, se establezca.

- Control del peso individual
 - Se procede a determinar el peso de cada uno de los cilindros, obteniéndose el peso lleno (cilindro más contenido).
 - Seguidamente se colocan los cilindros en el equipo de trasiego, se retira el contenido y se procede al pesado de los cilindros vacíos, obteniéndose el peso vacío (igual presión interna y atmosférica).
 - El peso o contenido neto de GLP de cada cilindro, se determina por diferencia:

$$\text{Peso neto de GLP} = \text{Peso lleno} - \text{Peso vacío}$$

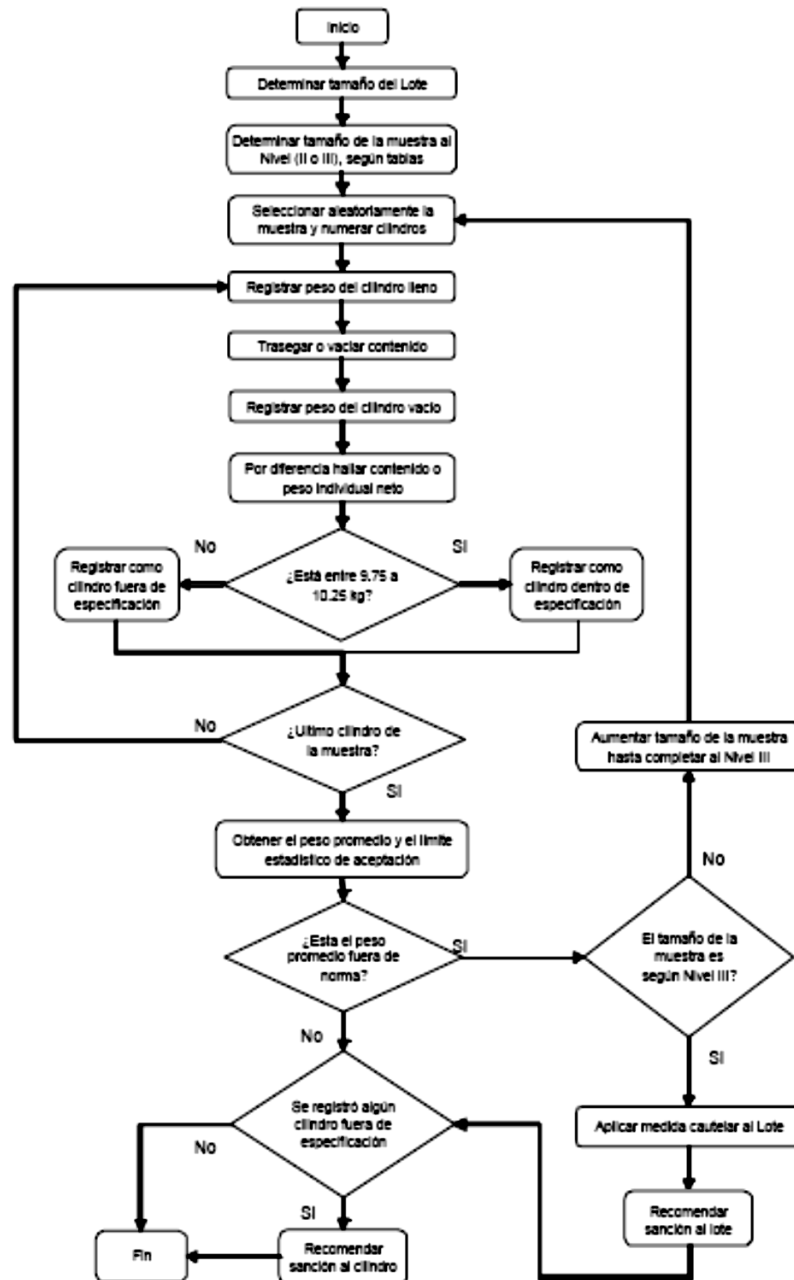
- Se califica como aceptable aquellos cilindros cuyo peso neto se encuentra dentro del rango establecido, caso contrario, se los califica como no aceptables.
- Los valores de los pesos netos son registrados en el acta y servirán para el control del peso promedio.

3.4.2.1.3. Control del peso promedio

Los datos de los pesos netos (individuales), sirven para obtener el peso promedio de la muestra y el límite estadístico de aceptación, cuyos valores serán comparados a efectos de establecer si el lote es aceptado o no. (ver detalles en simulación de resultados del presente trabajo).

De acuerdo a las condiciones actuales y las mejoras propuestas, a continuación se presenta el diagrama de flujo, para el procedimiento estadístico de supervisión para cilindros de 25 libras (mayor demanda en Guatemala), aplicado a plantas de almacenamiento y envasado de GLP.

Figura 13. Diagrama de flujo procedimiento estadístico para cilindros de 25 libras



Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Cómo determinar la aprobación de un lote de cilindros

Se deben de definir, los criterios para aceptar o rechazar el peso promedio y para aceptar o rechazar el peso individual.

- El peso promedio de la muestra, deberá corresponder como mínimo a su contenido nominal, o cuando es ligeramente menor, al que se obtenga de aplicar el límite estadístico superior de confianza, para la medida de la muestra, con un valor de 0,005.
- El contenido neto (peso individual) obtenido de cada una de las muestras no podrá ser menor al 2,5 por ciento para los cilindros de 20 libras, 25 libras, 35 libras, 40 libras, 60 libras; y del 1 por ciento para el recipiente de 100 libras de los contenidos netos nominales establecidos.
- Por razones de seguridad, ningún recipiente podrá tener contenido de Gas Licuado de Petróleo mayores al 2,5 por ciento del contenido neto nominal, para recipientes de 20, 25, 35 y 40 libras; y de 1 por ciento para los recipientes de 60 y 100 libras.

Tabla IV. Rango de tolerancia por capacidad de cilindro

Capacidad (Lbs.)	Tolerancia	(+)	(-)
20	0.5	20.5	19.5
25	0.625	25.625	24.375
35	0.875	35.875	34.125
40	1	41	39
60	1.5	61.5	58.5
100	2.5	102.5	97.5

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

De acuerdo al método utilizado, se tienen las siguientes alternativas para aceptar o rechazar:

- Alternativa 1: aplicar prueba de hipótesis de aceptación doble. El lote aprueba bajo 2 condiciones: que el peso promedio (aceptación por variables) y el peso individual de los cilindros de la muestra (aceptación por atributos), pasen los controles. Analizando respecto a la aceptación por atributos, se desprende que el nivel de calidad aceptable es cero (NCA = 0 por ciento), estando el lote desaprobado con tan solo un cilindro no conforme, lo que significa que por un cilindro rechazado de la muestra, se dedujera que el peso promedio de la planta, sea menor al peso que debería contener el cilindro, lo que afectaría a las empresas de manera directa.
- Alternativa 2: aplicar prueba de hipótesis de aceptación simple. El lote aprueba con solo 1 condición: que el peso promedio (aceptación por variables) apruebe el control. Por lo tanto, el peso individual no se aplicaría para tomar una decisión sobre el lote supervisado. El control del peso individual queda como un control paralelo e independiente que busca picos en la producción, (positivos o negativos) capaces de afectar la seguridad o la economía de la población.

Siendo la alternativa 2 la más factible, fue la que se utilizó en la presente propuesta; considerando que el rechazo del lote se origina cuando se determina que el peso neto medio de GLP, es menor a 25 libras (se optó por una prueba de hipótesis unilateral).

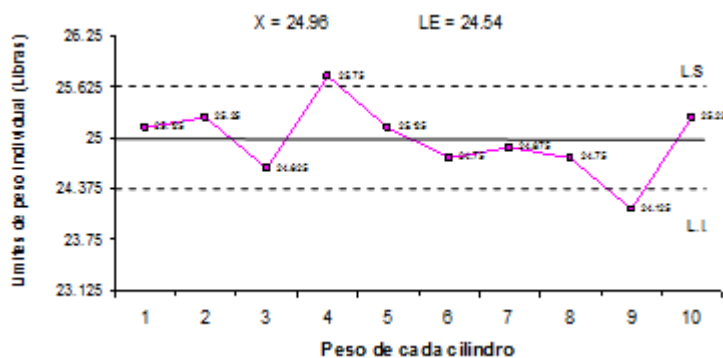
El control del peso individual, queda como un control paralelo e independiente que busca picos en la producción (positivos o negativos) capaces

de afectar la seguridad o la economía de la población. Una desaprobación del control del peso individual significaría errores en el procedimiento de envasado, personal no capacitado, balanzas y equipos defectuosos o métodos inadecuados o inexistentes de control de calidad. Una desaprobación del peso promedio significaría que la planta tiene una política de envasar de menos, es decir con dolo.

3.5. Simulación de resultados

Las gráficas siguientes muestran los cuatro posibles resultados de un control con una muestra de tamaño, 10 cilindros de 25 libras de capacidad. Para dicho fin, se considera que el control del peso individual tiene como límites 25,625 y 24,375 libras, aprobando los cilindros que se encuentren dentro de este rango; y que el control del peso promedio (\bar{x}), tiene al Límite Estadístico (LE) como referencia, aprobando cuando $\bar{x} \geq LE$. La gráfica siguiente muestra que el valor 4 (25,75 libras) está fuera de especificación, al estar su peso excediendo el valor límite de 25,625.

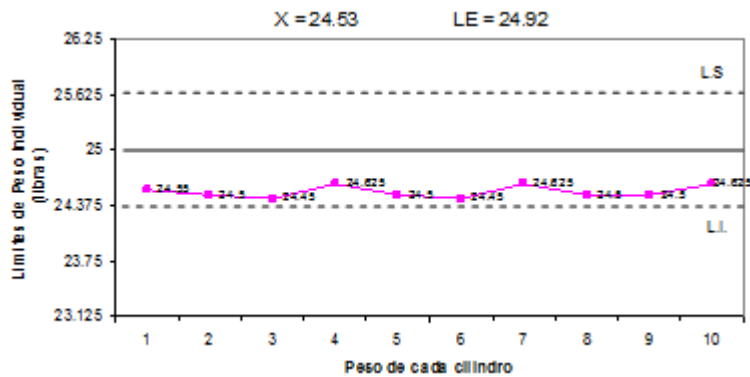
Figura 14. **Grafico del control del Incumplimiento en el peso individual, pero aprueba el peso promedio**



Fuente Ministerio de Energía y Minas.

Sucede lo mismo, pero en sentido inverso para la muestra 9 (24,25 libras), por lo que desapruueba el control del peso individual. Sin embargo, el promedio ($x = 24,96$) es mayor al límite estadístico ($LE = 24,54$), por lo que el peso promedio es aprobado.

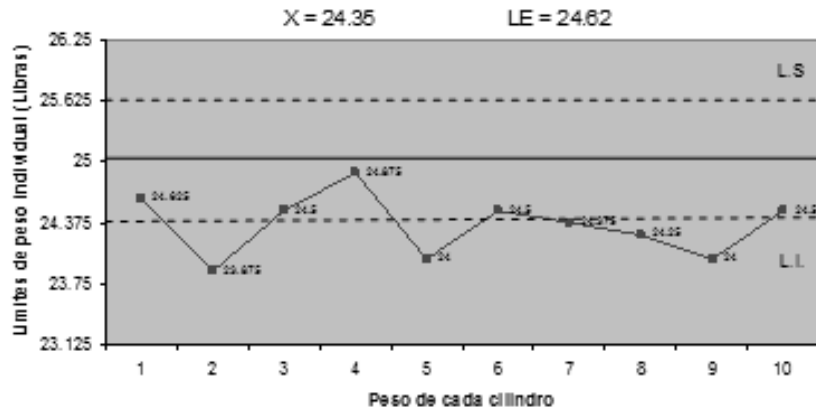
Figura 15. **Gráfico de control de la aprobación del peso individual, desapruueba el control del peso promedio**



Fuente Ministerio de Energía y Minas.

En la gráfica anterior, se observa que ninguno de los pesos individuales está fuera de los límites, sin embargo existe una clara intención de envasar con peso menor a 25 libras, y que queda demostrado al ser $x = 24,53$ menor al $LE = 24,92$. De esta manera, se aprueba el control del peso individual y se desapruueba el control del peso promedio.

Figura 16. **Gráfico de control sobre la desaprobación del peso individual y desaprueba el control del promedio**



Fuente Ministerio de Energía y Minas.

La gráfica anterior, muestra el caso en el que buena parte de los pesos que componen la muestra, salen de los límites de especificación. El peso promedio, también es desaprobado al resultar $\bar{x} = 24,35$ que es menor al $LE = 24,62$.

La gráfica siguiente, muestra el caso cuando el peso promedio, se encuentra fluctuando en torno a las 25 libras, y además todos los cilindros están dentro de los límites establecidos. Es de esperar, estos casos en plantas envasadoras que tienen sistemas de control estadístico de calidad, mantenimiento de equipos y mejoramiento continuo de procesos.

3.6. Cronograma implementación propuesta

Un cronograma es, en gestión de proyectos, una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final.

Figura 17. Cronograma implementación propuesta

Actividad	Año 1												Año 2			
	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	Mes 14	Mes 15	En adelante
Presentación propuesta DGH	■															
Aprobación propuesta MEM		■														
Generación/adquisición Software		■	■													
Elaboración material de apoyo			■	■												
Divulgación propuesta					■	■	■	■	■	■	■					
Capacitación					■	■	■	■	■	■	■	■				
Verificación en plantas información							■	■	■	■	■	■				
Implementación propuesta														■	■	■
Realización de auditorías														■	■	■
Seguimiento propuesta																■

Fuente: elaboración propia.

3.7. Descripción actividades

Se mencionan los pasos para poder implementar la propuesta, en ella se incluye desde la divulgación hasta las instituciones gubernamentales y la capacitación hacia las plantas envasadoras.

3.7.1. Presentación propuesta Dirección General de Hidrocarburos

Después de elaborada la propuesta, se presentará a las autoridades de la Dirección General de Hidrocarburos para su conocimiento y discusión, para su aprobación por el Ministerio de Energía y Minas. Las autoridades después de su aprobación fijaran los plazos para la implementación de los nuevos

procedimientos de supervisión en las plantas de almacenamiento y llenado de GLP.

3.7.2. Divulgación propuesta

Es responsabilidad de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas a través del Departamento de Fiscalización Técnica, fomentar y orientar la participación del sector privado a la comercialización del GLP creando y promoviendo las condiciones adecuadas para el desarrollo ordenado y eficiente del comercio. La Dirección General de Hidrocarburos, deberá implementar todas aquellas actividades necesarias para la divulgación de la propuesta a los sectores involucrados en la cadena de comercialización de GLP (autoridades, importadores, distribuidores y consumidores).

3.7.2.1. Personal de la Dirección General de Hidrocarburos

Después de su aprobación, se dará a conocer por las autoridades al personal del Departamento de Fiscalización Técnica, dado que ellos son los encargados de la supervisión, para esto la Unidad de Capacitación del MEM, programará y realizará un taller sobre el tema, donde se entregara información impresa y en formato electrónico sobre la nueva metodología, así como de los aspectos relacionados con su implementación.

3.7.2.2. Empresas comercializadoras de GLP

Durante el primer año, después de la aprobación de la propuesta, la Dirección General de Hidrocarburos, informará de manera amplia a las empresas responsables del manejo, transporte, almacenamiento y comercialización de GLP, sobre el nuevo procedimiento de supervisión. Realizarán de manera conjunta con la Gremial de Expendedores de GLP, conferencias para dar a conocer la nueva metodología de supervisión.

Para esto, la Dirección General de Hidrocarburos facilitará información impresa y en formato electrónico; sobre la nueva metodología, así como de los aspectos relacionados con su implementación. Es responsabilidad de las empresas, informar y capacitar a su personal sobre el nuevo método de supervisión.

3.7.2.3. Instituciones gubernamentales

Durante el primer año, después de la aprobación de la propuesta, la Dirección General de Hidrocarburos informará de manera amplia a las instituciones gubernamentales relacionadas con el manejo, transporte, almacenamiento y comercialización de GLP, para esto la Dirección General de Hidrocarburos, facilitará información impresa y en formato electrónico; sobre la nueva metodología, así como de los aspectos relacionados con su implementación.

3.7.3. Capacitación

Tendrá como objetivo, describir cómo fue elaborado el actual procedimiento para controlar el peso del gas licuado comercializado en cilindros

y de las implicaciones que tuvo para la puesta en marcha del Plan Nacional de Supervisión del Peso del GLP en cilindros en las plantas envasadoras.

En el primer año, después de la aprobación de la propuesta, el Departamento de Fiscalización Técnica a través de la Unidad de Capacitación del Ministerio de Energía y Minas, implementará un programa de capacitación que cubra aspectos teóricos, administrativos así como en el uso del software necesario, este debe cubrir a los sectores involucrados en la cadena de comercialización de GLP (autoridades, importadores, distribuidores y consumidores).

3.7.4. Verificación en plantas avance implementación propuesta

En el segundo semestre, después de la aprobación de la propuesta, el Departamento de Fiscalización Técnica, verificará el estado de conocimiento del personal de las plantas sobre la nueva metodología de supervisión para el control de la masa de GLP en cilindros metálicos portátiles a implementarse.

3.8. Costos

Para la mayoría de las actividades, consideradas en la propuesta, se cuenta con el personal y la logística necesaria para su realización, sin embargo se necesita contar con el material de apoyo para la realización de los talleres, conferencias y visitas.

3.8.1. Costos proyecto

Se incluyen los que se relacionan con la ejecución del programa de supervisión cuando este implementado, los costos utilizados son directos, ya que todo lo cubre el Ministerio de Energía y Minas por el Departamento de Fiscalización Técnica.

Sin embargo, no se puede asignar una cantidad exacta para cada una de las actividades, pues estas varían dependiendo de ubicación de cada planta y la programación interna del Departamento de Fiscalización Técnica. A continuación se presenta el detalle de los costos del proyecto.

Tabla V. **Costos del proyecto**

Descripción	Cantidad
Viáticos inspector (DFT)	Por cada planta visitada ubicada en el interior
Viáticos piloto (DFT)	Por cada planta visitada ubicada en el interior
Depreciación vehículo (DFT)	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

3.8.2. Costos elaboración e impresión documentos

Se refiere a la elaboración y reproducción del material de apoyo para la implementación de la propuesta, para esto, es necesario que la Dirección General de Hidrocarburos elabore y reproduzca los siguientes documentos:

Tabla VI. **Resumen tipo material de apoyo**

Tipo de documento/ Descripción contenido	Total copias	Formato de presentación
Documento con información general, base legal y técnica, metodología de aplicación del método de supervisión propuesto, máximo 5 hojas.	250	Impreso y CD
Documento con ejemplo práctico del método de supervisión propuesto, máximo 5 hojas.	250	Impreso y CD

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla, se presentan los costos de los materiales necesarios para la implementación de la propuesta.

Tabla VII. **Costos del documento**

Insumos	Cantidad (unidad)	Precio Unitario (Q)	Total (Q)
Papel (Hojas)	1250	0,10	125,00
Tinta de impresión	1250	0,25	312,50
Folders	250	1,00	250,00
CDs	250	3,00	750,00
Total			Q 1 437,50

Fuente: elaboración propia.

3.9. Beneficios propuesta

Perjuicio a la población de implantarse un procedimiento inadecuado de control

Perjuicio anual Q/. 27 003 322,50

Beneficio económico Q/. 16 201 993,50

- Beneficio económico para la población al recibir un peso más justo

¿Qué sucedería si en el caso de los cilindros de 25 libras, no se aplica el límite estadístico (especificación) y solo se opta por sancionar a las plantas cuyos cilindros inspeccionados tienen menos de 24,375 libras o más de 25,625 libras?. Se podría esperar lo siguiente:

- Las plantas podrían decidir envasar en cada cilindro 24,375 libras de GLP (margen que estaría dentro de la ley) en lugar de las 25 libras nominales, es decir 0,625 libras de menos por cilindro.
- Si se considera que en el 2008 se envasaron aproximadamente 10 626 000 millones de cilindros de 25 libras (1) , en tan solo un año el perjuicio para la población sería de más de 27 millones de quetzales de ganancia para la planta.

Si se toma en cuenta que en el 2007 se envasaron aproximadamente 13 537 800 millones de cilindros de 25 libras (2), se podría decir que la mejora del peso promedio en relación al 2008, significaría más de 16 millones de quetzales en beneficio para los usuarios.

$0,625 \text{ lb / cilindro} * 10\,626\,000 \text{ cilindros / año} * 2,54 \text{ quetzales / libras GLP}$

0,04 lb / cilindro * 10 626 000 cilindros / año * 1,01 quetzales / libras GLP

3.10. Procedimiento para el seguimiento de la propuesta

Actualmente la evaluación forma parte importante del proceso de normalización, ya que contribuye al mejoramiento de la calidad por parte de las plantas envasadoras.

3.10.1. Generalidades

A continuación se presenta la metodología para el seguimiento de la propuesta, se sugieren acciones a corto, mediano y largo plazo; las que servirán para analizar los avances alcanzados y los cambios que se harán en caso necesario en el futuro.

3.10.2. Actividades a corto plazo

Son las que se realizarán durante el primer año, después de aprobada la propuesta por parte de la Dirección General de Hidrocarburos, es responsabilidad del Departamento de Fiscalización Técnica nombrar a la persona responsable de la ejecución y seguimiento de las actividades programadas.

Tabla VIII. **Resumen actividades de seguimiento corto plazo**

Actividad	Responsable control	Tipo control	Medio de control
Presentación propuesta DGH	Delegado DFT	Verificar que la propuesta se entregue de acuerdo a lo establecido	Informe a DGH
Aprobación propuesta MEM	Delegado DFT	Verificar aprobación propuesta	
Generación/adquisición <i>Software</i>	DGH, delegado DFT	Verificar proceso administrativo interno MEM	
Elaboración material de apoyo	Delegado DFT		
Divulgación propuesta	DGH, inspectores técnicos DTF, delegado DFT	Verificar que se realicen las actividades programadas	Visitas a plantas, informe a DGH
Capacitación	DGH, empresas GLP, delegado DFT	Verificar que se realicen las actividades programadas	Visitas a plantas, informe a DGH
Verificación en plantas estado información propuesta	Empresas GLP, inspectores técnicos DTF, delegado DFT	Entrevistas y uso de cuestionario	Inspecciones técnicas en plantas, informe a DGH

Fuente: elaboración propia.

3.10.3. Actividades a mediano plazo

Son las que se realizarán durante el primer año de implementación de la propuesta, se realizarán de acuerdo a la programación establecida. Son responsabilidad del delegado del Departamento de Fiscalización Técnica y los inspectores del Departamento de Fiscalización Técnica, se debe contar con el apoyo del personal de las empresas distribuidoras de GLP.

Tabla IX. **Resumen actividades de seguimiento mediano plazo**

Actividad	Responsable control	Tipo control	Medio de control
Capacitación	Empresas GLP, DGH, delegado DFT	Verificar que la propuesta se entregue de acuerdo a lo establecido	Visitas a plantas, auditorías técnicas, informe a DGH
Verificación en plantas información	Inspectores técnicos DTF, delegado DFT	Entrevistas y uso de cuestionario	
Implementación propuesta	Empresas GLP, DGH, delegado DFT	Verificar que la propuesta se implemente de acuerdo a lo establecido	
Realización de auditorías	Inspectores técnicos DTF, delegado DFT		

Fuente: elaboración propia.

3.10.4. Actividades a largo plazo

Son las que se realizarán a partir del segundo año, después de la implementación de la propuesta y la realización de las auditorías del Departamento de Fiscalización Técnica, de acuerdo al cronograma de implementación presentado.

Tabla X. **Resumen actividades de seguimiento largo plazo**

Actividad	Responsable control	Tipo control	Medio de control
Evaluación implementación propuesta	Empresas GLP, DGH Inspectores técnicos DTF	Departamento Técnico de Fiscalización	Recopilación de estado de auditorías, control número de quejas consumidores, análisis de encuestas y cuestionarios
Evaluación quejas de consumidores		Departamento Técnico de Fiscalización, DIACO, consumidores (uso de cuestionario)	
Evaluación plantas de almacenamiento y envasado de GLP		Departamento Técnico de Fiscalización, Empresas GLP (uso de cuestionario)	

Fuente: elaboración propia.

4. PLAN DE CONTINGENCIAS

4.1. Análisis de riesgos

Las plantas envasadoras de GLP (gas licuado de petróleo) son los lugares en donde se almacena y se envasan cientos de libras, de éste combustible en cilindros metálicos portátiles en diferentes denominaciones, para su posterior comercialización hacia las personas, comercios e industria.

Los principales integrantes en la industria del GLP, son los importadores, fabricantes de equipos e instaladores, almacenadoras, transportistas, autoridades competentes, quienes tienen toda la responsabilidad en el campo de la seguridad.

Estas operan con diversos tipos de riesgos, asociados a los productos que manejan y a la cantidad de equipos que operan coordinadamente dentro de un espacio, a veces limitado.

Adicionalmente se debe considerar la existencia de diversas áreas: de tanques de almacenamiento, llenado de cilindros, plataforma de estibación de cilindros, carga, circulación de vehículos y oficinas administrativas.

Las características físico-químicas del GLP lo convierten en un producto que generan riesgos, en su almacenamiento, transporte, manejo, uso e incluso residuo (mala combustión).

Desde el punto de vista físico, hay que distinguir los dos estados en los que se presenta: como líquido dentro del recipiente presurizado y como gas al contacto con el ambiente.

En ambos estados, existe un buen conocimiento del comportamiento del producto y de la tecnología para su control, por lo que los aspectos relacionados con la seguridad, están muy desarrollados.

A continuación se hace un breve repaso a algunos peligros inherentes:

- El principal peligro potencial del GLP, es el fuego. Esto deriva de su característica de alta inflamabilidad y en casos extremos puede combinarse con la característica de presión; que conduce el fenómeno Explosión de Vapores en Expansión y Líquidos en Ebullición (BLEVE).
- También puede surgir un peligro potencial en el punto de consumo, si los productos de la combustión no se dispersan en la atmósfera, y se permite la acumulación de monóxido de carbono (CO). Los métodos de ventilación influirán en la dispersión del CO.
- El esnifado de GLP, esto es; la inhalación intencionada del vapor de GLP, a parte de la capacidad asfixiante que tiene, puede tener un efecto narcotizante, que podría llegar a producir lesiones.
- El GLP líquido puede causar quemaduras, si se pone en contacto con la piel.
- El propano con un punto de ebullición bajo, puede ser más peligroso en este aspecto que el butano, el cual, en condiciones frías, es más lento en

evaporarse y dispersarse. O siendo el vapor de GLP más pesado que el aire, puede en caso de escape, acumularse en espacios reducidos y en zonas bajas. Los métodos de ventilación, influirán en el movimiento y la dispersión del vapor de GLP.

- Un escape de GLP líquido, es considerado mucho más peligroso en cuanto a que al convertirse en fase gaseosa (vapor), su volumen se multiplica por un factor superior a 200. Siendo más pesado que el aire, el vapor tenderá a posarse próximo al suelo con el riesgo de que poder encontrar una fuente de ignición, mientras se mantiene dentro de sus límites de inflamabilidad.
- El GLP líquido, tiene un alto coeficiente de expansión térmica, y por lo tanto, los envases y los depósitos, deberán tener un espacio vacío que permita la expansión del líquido cuando incrementa la temperatura.
- El GLP, es un líquido incoloro e inodoro y no es fácilmente visible en su estado gaseoso. Por ello se adiciona un odorizante distintivo antes de su distribución. En aplicaciones especiales que requieren un GLP inodoro, como son aerosoles propulsores, se deben adoptar otras medidas alternativas de seguridad.

4.2. Riesgo en los procesos

En las áreas de proceso, los riesgos están asociados a pérdidas por roturas, en recipientes, líneas, y equipos mecánicos para movimiento de fluidos (bombas, compresores, sistemas de refrigeración, calentadores, hornos, etc.).

El grado de peligrosidad de cada incidente, depende de la cantidad de gas involucrado y de si, se produce o no inflamación de la pérdida. Son factores importantes (entre otros) en la evaluación de los escenarios de riesgo:

- La posibilidad de propagación a equipos vecinos.
- La presencia de máquinas con accionamiento eléctrico, en media o alta tensión.
- La presencia de instrumentación alimentada eléctricamente distribuida en toda la instalación.
- La existencia de zonas con diferentes presiones de diseño interconectadas, de acuerdo a las necesidades de proceso. El manejo de contingencias en estas instalaciones se basa en:
 - Detección temprana.
 - Reacción automática inmediata.
 - Confinamiento del área en emergencia.
 - Evacuación de los hidrocarburos de zonas vecinas en riesgo.
 - Aplicación del rol de emergencia aplicable a cada situación por el personal debidamente entrenado.

Y se instrumenta a través de:

- Distancias de seguridad entre áreas funcionales y entre equipos dentro de cada área, que atenúan las interacciones en caso de incidentes.

- Instalación de válvulas seccionadoras de emergencia, (*emergency shutdown valves*), que al accionar, dividen las instalaciones en sectores, limitando la cantidad de GLP. contenidos en cada sector, y evitando la circulación de fluidos, con lo que el escape queda confinado al área afectada. Estas válvulas tienen operadores de tipo hidráulico o neumático, independientes, de manera que su funcionamiento está garantizado ante fallas de la energía, son accionadas en forma redundante, desde un panel local o desde la sala de control, y en ciertos casos por los sistemas automáticos de protección.
- Sistemas de detección temprana de incidentes, distribuidos en la instalación, que dan alarma a la sala de control y accionan automáticamente, elementos de seguridad, en los casos más críticos.
- Ejecución de las instalaciones eléctricas, siguiendo las normas para ambientes con presencia de GLP inflamables, de acuerdo con una adecuada clasificación de áreas e instalando los elementos de protección aconsejados para este tipo de servicio.
- Instalación de protección ignífuga, sobre todos los elementos que pudieran ser sometidos a la acción de llamas por escapes encendidos.
- Instalación de una red contra incendio, cubriendo todas las instalaciones de forma que esté asegurada, la disponibilidad de un caudal de agua suficiente y los medios para aplicarla a los equipos según lo establecido por las normas.

- Instalación y recalibración periódica de válvulas de seguridad; por sobrepresión, en todos los equipos y líneas que lo requieran.
- Disponer en sitio de elementos portátiles de seguridad y protección personal, para intervención en siniestros, en cantidad y variedad adecuada para cubrir los incidentes posibles en la planta y los sitios de producción.
- Disponer en sitio de facilidades de atención sanitaria, con medios para cubrir las necesidades corrientes, y para emergencias, teniendo en cuenta el aislamiento del lugar y la cantidad de personal residente.
- Disponer en sitio de elementos de evacuación rápida de lesionados, o enfermos que requieran atención mayor o recuperación prolongada.
- Mantener un manual de procedimientos y rol de emergencias, actualizado.
- Mantener programas de entrenamiento de todo el personal, tanto en las funciones de operación normal, como en la cobertura de emergencias, incluyendo simulacros periódicos.

En el caso de la operación de las plantas de GLP, se evalúan las áreas de riesgo, para minimizar la ocurrencia de contingencias. En este tipo de operación se pueden identificar cuatro grupos de áreas de riesgo:

- Naturales: incluyendo terremoto, tormentas eléctricas y tsunamis.

- Derrames de combustibles, productos químicos y/o producto (propano, butano).
- Provocados por acción externa: incluyendo terrorismo, movimientos ambientales, robos, etc.
- Transportes.
- Operación en planta: incluyendo escape de GLP no incendiado, escape de GLP incendiado, escape de GLP incendiado en zona de tanques (riesgo de BLEVE), explosiones de nubes de gases no confinados, rotura de compresores, rotura en área de entrada y estabilización, rotura en los trenes de enfriamiento, rotura en el sistema de calentamiento de aceite, incendio en los tanques de almacenamiento atmosférico, presurizados y/o refrigerados, fuga de gases en líneas de conducción de producto, incendio (en general), explosión (en general), accidentes personales y a terceros, etc.

4.3. Plan de acción

Una guía para la acción, es una lista de verificaciones de los deberes y respuestas que un encargado o responsable de una tarea o un grupo operativo puede utilizar en forma fácil e inmediata.

4.3.1. Guía para la acción

Cuando se produce una contingencia en una planta de envasado de GLP, la máxima probabilidad de ocurrencia está asociada con la operación, por lo

que el personal directamente involucrado en ella, debe reconocerla, medirla y dar rápida respuesta a la misma. De ahí que el entrenamiento (suma de conocimientos adquiridos y habilidades desarrolladas), sea la clave para una rápida respuesta ante una contingencia. La rapidez de respuesta, reduce generalmente la gravedad de las mismas, o mitiga el daño, o circunscribe el impacto al medio.

Sólo en contados casos de ocurrencias catastróficas, donde el daño es producido en forma instantánea, el daño inicial ya está planteado en su totalidad, pero las consecuencias secundarias se pueden minimizar a través de una rápida respuesta.

La secuencia para el inicio de acción del grupo de respuesta es:

4.3.1.1. Reconocimiento de la contingencia

El reconocimiento del tipo de contingencia, se desarrolla a través del entrenamiento constante, y el liderazgo efectivo del jefe del grupo de respuesta. Este liderazgo se manifiesta realizando reuniones formales e informales, sobre los tipos de riesgos de la operación, el origen, tipo y forma de evitarlos o prevenirlos.

A los efectos de favorecer el rápido reconocimiento de una contingencia, las mismas se clasificarán teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Capacidad y habilidad de manejar la situación con recursos propios de la compañía.
- Potencial de agravamiento de la situación.
- Número de contingencias ocurridas y la extensión de sus daños.

- Probabilidad de atraer el interés externo.
- Grado de requerimiento de involucrar agencias, entes o instituciones externas.

De acuerdo a los factores anteriormente mencionados, las contingencias podrán clasificarse en:

Nivel 1

- Contingencia que no tiene efectos fuera del sitio.
- Poca probabilidad de involucramiento por parte de agencias, entes o instituciones externas.
- Poca probabilidad de atraer el interés externo.
- Posibilidad de manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta propios del lugar de ocurrencia.

Nivel 2

- Contingencia que ocurre en el sitio, pero que tiene algunos efectos fuera del área en cuestión.
- Contingencia que tiene lugar fuera del sitio.
- Requiere del involucramiento por parte de agencias, entes o instituciones externas.
- Puede atraer el interés externo.
- Posibilidad de manejo de la contingencia a partir de planes de respuesta y planes de contingencias propios del lugar de ocurrencia.

Nivel 3

- Contingencia grave que ocurre en el sitio o fuera de él.
- Requiere el accionar de un amplio rango de recursos de la compañía.
- Puede requerir el involucramiento por parte del gobierno, oficina central de la compañía o corporación, agencias, entes o instituciones externas.
- Amplia implicancias técnicas, públicas y/o personales.
- Alta probabilidad de atraer el interés externo.
- Manejo de la contingencia, a partir de planes de respuesta y planes de contingencias propios del lugar de ocurrencia, más el aporte de entidades zonales, estatales y/o nacionales.

A continuación se enumeran cómo se clasificarán las contingencias que en este plan de contingencias se consideran:

Nivel 1

- Tormenta eléctrica.
- Derrame de combustibles, productos químicos y/o productos (propano, butano, nafta, diesel y/o JP-5) de hasta 500 litros.
- Rotura de compresores.
- Rotura en los trenes de refrigeración.
- Rotura en área de entrada y medición.
- Rotura en el sistema de calentamiento de aceite.
- Fuga de gases en líneas de conducción de productos.
- Accidentes personales y a terceros.

Nivel 2

- Tumulto, revuelta, movimientos ambientales, robos, terrorismo, etc.
- Transporte terrestre y fluvial
- Pequeño incendio.
- Derrame de combustible y/o productos químicos (entre 500 y 2000 litros).
- Rotura en el área de almacenamiento de GLP.
- Escape de GLP no incendiado.
- Escape de GLP incendiado.
- Incendio en los tanques de almacenamiento de productos (atmosféricos, presurizados y/o refrigerados).

Nivel 3

- Tsunamis.
- Terremoto.
- Derrame de combustible y/o productos químicos (> 2000 litros).
- Escape de GLP incendiado en zona de tanques – Posibilidad de BLEVE.
- Explosiones de gas no confinado.

4.3.2. Notificación de la contingencia

En el caso de contingencias operacionales, sean del tipo que fueren, siempre se deben notificar al personal designado en el plan de contingencia y ser reportadas a la superioridad. En el caso que por cualquier causa no se pueda dar aviso inmediato de la ocurrencia de la contingencia, o que se produzca una demora en la notificación, se debe dejar encomendado a alguien dicha notificación. Cabe aclarar, sin embargo, que la acción tiene prioridad sobre la notificación.

Adicionalmente deberá informarse el curso de acción a tomar una vez producido y el porqué de la misma, así como elementos a emplear para combatirlo, su uso y limitaciones.

A partir del momento en que una situación anormal es detectada, se deberá proceder como sigue:

- Evaluación preliminar: el encargado o jefe de la planta de envasado de GLP, analizará la consistencia de la información disponible del evento;
- Verificación del evento: el encargado o jefe de la planta de envasado GLP, según el resultado de la evaluación preliminar del punto anterior, ordenará al operador de campo la inspección de área en cuestión;
- Alarma de emergencia: su accionamiento será manual y únicamente por instrucción del encargado o jefe de la planta de envasado GLP. La misma será accionada durante 1 minuto.
- Convocatoria de la brigada de seguridad: el encargado o jefe de la planta de envasado GLP, convocará vía radio de planta a los integrantes de la brigada de seguridad.
- Para el caso particular de los integrantes de la brigada de seguridad no presentes en planta, y si la magnitud del evento lo justifica, los mismos serán convocados vía telefónica.
- El encargado o jefe de la planta de envasado GLP, convocará al personal: según la magnitud del evento.

- El encargado o jefe de la planta de envasado GLP, dará aviso a las autoridades correspondientes.
- El encargado o jefe de la planta de envasado GLP, procederá nuevamente con la nómina de personal previsto en función de la magnitud del evento en desarrollo.
- El encargado o jefe de la planta de envasado GLP, solicitará recursos externos adicionales: si la magnitud del evento y/o el desarrollo del mismo en el tiempo hacen aconsejable.
- Aviso de evacuación: si las características del evento hacen aconsejable, a criterio del encargado o jefe de la planta de envasado GLP, la evacuación del personal no interviniente con la brigada de seguridad, el responsable de acciones informará a la seguridad de la planta para que éste proceda a dirigir a dicho personal hacia el exterior de la planta.
- El encargado o jefe de la planta de envasado GLP, avisará a las autoridades y entidades que sea necesario dar aviso en forma inmediata, éste debe ser un aviso breve y concreto, preferentemente vía telefónica. Brindará solamente información verificada y evitará transmitir datos provenientes de presunciones o especulaciones. En general, la información básica a suministrar será:
 - Identificación de la compañía.
 - Nombre del informante.
 - Evento bajo desarrollo.
 - Hora de inicio.

- Estimación de la finalización (si esta información estuviera disponible).
- Las personas y los números de contacto relacionados con el presente plan de contingencias, se adjuntan en el apéndice I.

4.3.3. Acciones a tomar ante la contingencia

La acción a tomar por la brigada de seguridad, de la planta de envasado de GLP, tiene como objetivo iniciar una cadena de tareas, de acuerdo al tipo de contingencia, para:

- Minimizar los daños a las personas, bienes de la compañía y/o al medio ambiente.
- Mitigar los efectos negativos que puedan producirse como consecuencia de la ocurrencia de la contingencia.
- Circunscribir el área de afectación debido a la contingencia.
- Retornar a la operación normal.
- Reducir costos asociados con la ocurrencia de la contingencia;
- Informar a la superioridad, comunidad (si correspondiera) y los entes gubernamentales que correspondan respecto de la ocurrencia de la contingencia.

- Analizar la ocurrencia de la contingencia, aprender respecto de la misma para evitar su repetición y entrenar al personal involucrado para asegurar el adecuado manejo de la misma en una potencial futura ocurrencia.

4.3.4. Comunicaciones al exterior durante y/o después de la contingencia

Las comunicaciones que se lleven a cabo, durante y después de ocurrida la contingencia, en caso que ésta alcance los niveles 2 ó 3, deben ser llevadas a cabo siempre en forma interna a la compañía de envasado de GLP, a través de las personas debidamente autorizadas, podrá realizar comunicaciones externas referidas a la ocurrencia de la contingencia, siguiendo los canales adecuados que hayan sido establecidos por el representante para tales casos.

Adicionalmente y en caso que así se requiera o en caso que sea de necesidad, la compañía podrá designar una persona en el lugar de ocurrencia de la contingencia a realizar comunicaciones fuera de la compañía.

De acuerdo a lo establecido por la legislación vigente, las autoridades y entes que serán informados oportunamente y cuando corresponda, son:

- Ministerio de Energía y Minas (MEM).
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).
- Policía Nacional Civil (PNC).
- Bomberos Voluntarios o Municipales.
- Gobernación.

Las personas y los números de contacto de las entidades externas a las que haya que realizar alguna comunicación relacionados con el presente plan de contingencias, y/o la ocurrencia de una contingencia, se adjuntan en el apéndice I.

4.3.5. Reporte de la contingencia

La ocurrencia de cualquier contingencia, disparará automáticamente una investigación, la que culminará con la elaboración de un reporte interno, cuyo formulario se presenta a continuación:

Tabla XI. Reporte de recopilación de información sobre incidente

A) FECHA Y HORA	Fecha y hora en que ocurrió el Incidente		Avistado Hora:	Reportado Hora:
B) CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura	Dirección Viento	Lluvia	Terreno
C) UBICACION DEL INCIDENTE	Ubicación. Línea. Punto de explosivos		Latitud	Longitud
D) TIPO	Natural		Externo	Operación
E) ORIGEN				
F) CAUSA POSIBLE				
G) AFECTADOS	Nombre y tipo de afección			
H) EQUIPO	Lista			
I) AMBIENTE	Area estimada		Otra información	
J) ACCION TOMADA	Descripción			
K) ACCION PROPUESTA				
L) RECOMENDACIONES				
M) INFORMADO A	Nombre, Cargo, Ubicación y Fecha		Nombre, Cargo, Ubicación y Fecha	

Informado por: _____
Nombre
Cargo
Firma

Locación: _____ Fecha: _____

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

Para los casos que se requiera realizar informes o reportes para una o varias autoridades gubernamentales, entes externos, comunidades, etc., se emplearan los formatos establecidos por estas entidades, si así lo requirieran.

4.4. Estrategia de manejo de contingencias

En la presente sección, se realiza una descripción general de las acciones a ser tomadas ante la ocurrencia de las contingencias de mayores riesgos.

- Terremotos, en caso de ocurrencia se deberá realizar.
 - Evacuación al lugar de reunión.
 - Conteo de personal.
 - Búsqueda de accidentados.
 - Evaluación de daños a edificios y equipos.
 - Revisión de sistema eléctrico.
 - Revisión de sistema de cañerías y alcantarillas.
 - Reparación de daños.
 - Comunicar a su superior inmediato o a quien éste designe.

- Tormentas eléctricas, en caso de ocurrencia se deberá.
 - Apagar el generador y/o equipos electrónicos, si está en un sector de trabajo, etc.
 - Ubicar las linternas de mano.
 - Hacer una copia de seguridad de la información electrónica que sea importante.
 - Reportar la ocurrencia a su superior inmediato o a quien éste designe.

- Mantener al personal en los puestos de trabajo.
- Proveer las instalaciones con adecuada puesta a tierra y pararrayos.
- Entrenar a su personal la acción en caso de esta contingencia.

4.5. Derrames de combustibles, sustancias químicas y/o productos (propano, butano, nafta, diesel, JP-5)

La factibilidad de contener un derrame y recuperar el mismo está dado por su ubicación y el caudal del mismo, la velocidad de dispersión, el medio de transporte y las condiciones climáticas de la zona, y la evaporación en esa época del año. Para ello se deberá:

- Considerar la velocidad de contaminación, comparando con el tiempo total necesario para movilizar el o los equipos de respuesta, con sus correspondientes equipos, materiales y productos.
- Determinar la velocidad de afectación y el tiempo posible de contacto con dispersores, como cursos de agua. Evaluar de acuerdo a la época del año y los factores climáticos imperantes en la zona.
- Consultar con los mapas de la zona y establecer los lugares de monitoreo y control de dispersión.
- Establecer prioridades para optimizar la utilización de personal y herramientas necesarias para todas las fases de limpieza.

- Evaluar el tiempo de respuesta y el tiempo necesario de tareas a desarrollar de los equipos de respuesta con el correspondiente material de remediación.
- Escape GLP no incendiado, en caso de ocurrencia se deberá:
 - Proceder rápidamente al cierre de todas las válvulas de las cañerías, que entran y salen de los recipientes dado que como los vapores de GLP son más pesados que el aire pueden, por efecto de brisas, pendientes, etc., desplazarse grandes distancias.

Evitar todo tipo de fuego en las cercanías y el accionamiento de elementos eléctricos que puedan producir la ignición de los vapores.

Rociar con agua para ayuda a disipar el gas (utilizar este medio tan pronto como sea posible).

Reconocer con la mayor rapidez y exactitud posible de los parámetros medioambientales existentes a momento de producirse el hecho y las predicciones para horas futuras, tales como:

- Velocidad y dirección del viento.
- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Precipitación – pluviometría.
- Insolación.
- Cobertura del cielo a través de estaciones meteorológicas.

- Favorecer la dispersión del gas, removiendo cercas o reparos u otras obstrucciones a fin de ventilar todo lo posible el lugar e intensificando la acción para dispersar por medio de los vientos.
- Cerrar y mantener vigilada el área hasta que se hagan ensayos con un medidor de gas combustible (explosímetro), el cual determinará si los vapores inflamables están presentes en porcentajes peligrosos, en función del límite inferior de explosividad del GLP.
- Escape de GLP incendiado, en caso de ocurrencia se deberá:
 - Para fuegos menores
 - Controlar el incendio con extinguidores y cerrar las válvulas de cañerías que entran y salen de recipientes, las que estén comprendidas en la zona donde se originó la pérdida.
 - Si las válvulas de cierre son inaccesibles debido a las llamas, es factible empujar la llama con niebla de agua o reducir su intensidad a los efectos de permitir el cierre de las válvulas.
 - El operador se acercará al fuego bajo protección de agua pulverizada, y ropa protectora adecuada, siendo muy importante controlar que el flujo de agua no sea interrumpido. Para fuegos mayores.

- Si algunas estructuras son expuestas a las llamas o están cerca de ella, protegerlas con chorros de agua o en forma de rociado para prevenir el deterioro de las mismas.
- Es de destacar que la falla de los soportes constituye el mayor peligro de esta situación, ya que puede prevenir la caída de cañerías a tanques y consecuentemente el derrame de líquido, agravándose considerablemente la situación.
- Si el sistema de cañerías y tanques está suficientemente refrigerado con agua y el incendio no implica mayor riesgo, no se deberá extinguir el fuego hasta que las pérdidas sean eliminadas.
- La combustión controlada del gas licuado de petróleo, es una práctica aceptada en combate de incendio y el rociado intenso de tanques y tuberías, permitirá que el producto se consuma sin peligro de explosión.

Escape de GLP incendiado en zona de tanques (posibilidad de BLEVE), BLEVE es una palabra formada por las cinco primeras letras de la frase en inglés: *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*, o sea, la Explosión de los vapores que se expanden al hervir un líquido.

Se define a la BLEVE como la ruptura – en 2 o más pedazos – de un recipiente, con proyección y grandes desplazamientos de dichos pedazos, producida por un tipo de explosión especial que se da en determinadas circunstancias, a saber:

- Que el líquido este sobrecalentado (la temperatura de ebullición a 1 atm bastante menor que la temperatura a la que se encuentra la masa de líquido).
- Que se origine una caída abrupta de presión (ej.: rotura de recipiente).
- Que se produzca, nucleación espontánea, es decir evaporación en masa del GLP.

4.5.1. Medidas de mitigación

Para evitar la producción de este fenómeno, se pueden utilizar diversos métodos.

Evacuación del producto antes que el tanque pueda fallar, (limitación de la presión): para ello si el tanque afectado por el fuego tiene poca cantidad de producto, es posible evacuar la cantidad de líquido antes de que pueda fallar. Esta operación si bien es factible, no es una operación práctica, dado que el área de tanques es una sola, por lo que es poco probable que solo un recipiente sea el afectado y por las razones invocadas en el siguiente punto.

Refrigeración (limitación de la temperatura): refrigerado el recipiente afectado y sus 2 tanques laterales con agua de rociado e hidrantes, apuntando a la zona afectada del recipiente, la cantidad de GLP que contiene el tanque, actúa también como refrigerante, demorando la ruptura del recipiente. En cambio, si la llama esta aplicada a la parte superior del tanque; donde solo hay vapor de GLP, la refrigeración con agua deberá ser muy intensa.

El tiempo de ocurrencia de una BLEVE, puede ser del orden de 8 minutos, por lo que deber actuarse en forma rápida y con los medios adecuados ante una emergencia.

Dentro de los métodos modernos, la re calibración de las válvulas de seguridad, configura el procedimiento más sencillo para evitar una BLEVE. En función del producto obtenido, debe estudiarse con profundidad este tema y adoptar la presión de calibración de la válvula compatible con esta teoría y con el caudal exigido en Normas NFPA.

Aplicar medidas pasivas de protección, tales como poseer una adecuada red de incendio, válvulas de bloqueo y calibrado de las válvulas de seguridad. Medidas activas de protección incluyen roles de emergencia, enfriamiento, operación con válvulas, apagado de llamas, etc.

En caso que una llama dé sobre un tanque, siempre tratar de extinguirse la llama, refrigerando el tanque y operando las válvulas de bloqueo implicadas, todo esto en forma simultánea.

4.5.2. Explosiones de nubes de gas no confinadas

Si se produce un escape de GLP no incendiado, y no se pueden adoptar las medidas indicadas para ese caso con rapidez, puede formarse una nube de gas de grandes dimensiones. Por ser su densidad superior al aire, la propia masa de gas puede ejercer sobre sí misma un efecto de confinamiento, similar al de un recipiente. La ignición diferida de esta nube, da lugar a una deflagración. El confinamiento provoca la acumulación de gases que da lugar a una explosión denominada explosión de nube de gas no confinada (en inglés UVCE: Unconfined Vapor Cloud Explosion). De allí la importancia que tiene

diluir con medios adecuados, la nube en forma rápida, lo que podría traer aparejada a lo sumo una deflagración donde no se originan sobrepresiones importantes que pueden afectar las instalaciones.

En caso de ocurrencia, se deberán adoptar los medios de seguridad ya comentados:

- Aviso de emergencia.
- Delimitación de zona afectada.
- Cierre de válvulas de bloqueo.
- Parada de las operaciones.
- Actuación de personal capacitado para diluir la nube.

4.5.3. Rotura en zona de almacenamientos de producto (propano, butano)

Diseñar un sistema de distribución de agua para incendio en forma de anillo, que permita a través del almacenaje de agua, tener 4 horas de funcionamiento a la capacidad normal máxima de los equipos de bombeo. Al respecto, contar con bombas de reserva de agua diseñadas, de acuerdo a la NFPA 20. Además de los hidrantes y monitores previstos, se instalan, sistemas de rociado fijos que cumplen con la NFPA 115, de modo de prevenir una posibilidad de BLEVE, rociando con 10 litros por metro cuadrado por minuto tanto el tanque afectado como la mitad de los 2 tanques inmediatos al tanque afectado. Dichos sistemas pueden ser actuados automática y manualmente ante una emergencia.

En caso de ocurrencia se deberá:

- Accionar los sistemas (automática o manualmente) de hidrantes, monitores, rociado de tanques, espuma, etc., que sean necesarios para sofocar el incendio.
- Aislar el tanque de las restantes líneas de producto de modo de tratar de limitar el problema.

4.5.4. Explosiones por accidentes o fallas en equipos bajo presión

Dentro de los riesgos mayores asociados a la operación de la planta, se encuentra como se mencionó el almacenaje de GLP. Al respecto hay paquetes de software que permiten calcular el área de afectación en caso de BLEVE generando:

- Radiación.
- Onda expansiva.
- proyectiles.

4.5.5. Las medidas de control exigidas están relacionadas para el caso

A continuación se mencionan las medidas a tomar en el caso de suceder una BLEVE, y estas se mencionan de acuerdo a la ubicación del suceso.

- Por localización dentro de planta
 - Cantidad de almacenaje por unidad.
 - Topografía del lugar.
 - Acceso para respuesta a emergencia.
 - Disponibilidad de servicios necesarios.

- Por diseño
 - Distancias mínimas de seguridad.
 - Válvulas de alivio de presión sin válvula de bloqueo entre tanque y válvula de seguridad.
 - Válvulas de corte (*Shutoff*) tan cerca del tanque como sea posible.
 - Todas las válvulas de corte deben cerrar al ser operados remotamente o automáticamente.
 - Sistema de refrigeración
 - Bases de hormigón diseñadas para la zona y considerando acciones sísmica, vientos, cargas de prueba hidráulica y dilatación del tanque y de las cañerías de conexión.
 - Bombas con doble sello.
 - Detección de gases en la zona.
 - Personal entrenado en tareas normales y en emergencias.
 - Mantenimiento adecuado.
 - Construcción segura ASME (Sección VIII – Div 1).
 - Equipamiento eléctrico dosificado de acuerdo al área.
 - Control de fuentes de ignición.
 - Orientación de los recipientes.
 - Piso libre de materiales combustibles.

- Densidades de llenado.
- Válvulas de llenado.

En caso de ocurrencia, las acciones a adoptar serán:

- Equipamiento
 - Defensas activas: rociado, cortinas de agua.
 - Bombas que manejan inventarios críticos de GLP con doble sello.
 - Sistema de detección de gases, tipo *Open Path* para el parque de almacenaje y puntuales para el de bombas.
 - Válvulas de corte de accionamiento remoto.
- Gestión
 - Mantenimiento.
 - Normas de permiso de trabajo (en frío, en caliente, excavaciones, eléctrico, ingreso a recipientes, etc).
 - Procedimientos escritos de operación y mantenimiento (tipo ISO 9000 y 14000 y BS 8800).
 - Calificación de contratistas.
 - Capacitación específica.
 - Prohibición de circulación de vehículos en parque de tanques.
 - Entrenamiento de Brigada de Emergencia.
 - Simulacros de riesgo de fuego, incendio, sismo, etc.
 - Programa de auditorías externas e internas.

CONCLUSIONES

1. El proyecto va a mejorar y actualizar el Plan Nacional de Supervisión, para Controlar el Peso del Gas Licuado de Petróleo en cilindros metálicos portátiles en las plantas envasadoras, en el Ministerio de Energía y Minas.
2. Con el diagnóstico se demostró que el método actual tiene deficiencias, las cuales se mejora con la implementación, los procedimientos y controles que se describen dentro del presente proyecto.
3. Realizar el procedimiento estadístico, utilizando un sistema con base a una normativa que establecen los parámetros e instrumentos de control, los cuales deben de ser utilizados para garantizar que los recipientes sean envasados con el contenido de masa que por sus características cumplan.
4. Mejorar el desempeño de los inspectores responsables de verificar que los cilindros que se comercializan, estén dentro de los parámetros de aceptación en beneficio de la población.
5. Motivar a las plantas envasadoras a que logrando establecer los procedimientos adecuados en beneficio del consumidor, esta acción beneficiaría ya que se aseguraría la mayor demanda posible.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar que las metas a mediano plazo, de la aceptación del nuevo procedimiento del Plan de Supervisión para Controlar el Peso del Gas Licuado de Petróleo, cumplan con las expectativas esperadas.
2. Fomentar campañas de concientización a la iniciativa privada, para que la misma anime a una competencia de mejor rendimiento en el producto despachado.
3. El Departamento de Fiscalización Técnica, debe de considerar solicitar el aporte de organizaciones internacionales, de una unidad de trasiego de GLP, con la finalidad de establecer un patrón de comparación del contenido de un cilindro de GLP en una balanza.

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 de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Mecánica Industrial. 2007. p. 140.
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. p. 145.
3. GUEVARRA GRANJA, Alejandro; VINUEZA, Juan Gabriel. *Diseño mecánico de una Planta de almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo de 16000 Toneladas métricas de capacidad*. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ingeniería Mecánica. 2005. p. 130.
4. MORRIS, Alan. *Principios de mediciones e instrumentación*. México: Prentice Hall, 2002. p. 280.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
DIRECCION GENERAL DE HIDROCARBUROS
DEPARTAMENTO DE FISCALIZACION TECNICA

REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO

**RTCA 23.01.29:05 RECIPIENTES A PRESION.
CILINDROS PORTATILES PARA CONTENER GLP.
ESPECIFICACIONES DE FABRICACION.**

APROBADO MEDIANTE RESOLUCION No. 152-2005 (COMIECO-XXXIII) DEL
CONSEJO DE MINISTROS DE INTEGRACION ECONOMICA Y PUBLICADO
EN EL DIARIO DE CENTROAMERICA EN FECHA 20 DE DICIEMBRE DE 2005
EN CUMPLIMIENTO DEL ACUERDO MINISTERIAL No. 0747-2005 DEL 14 DE
DICIEMBRE DE 2005.