



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

**PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS  
MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO  
EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO**

**Willmer Josué Vásquez Santos**

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, noviembre de 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS  
MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO  
EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WILLMER JOSUÉ VÁSQUEZ SANTOS**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## 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:

### **PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 Septiembre 2017.



**Willmer Josué Vásquez Santos**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de julio de 2018.  
REF.EPS.DOC.537.07.18.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Wilmer Josué Vásquez Santos** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201046076, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO.**

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"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zapata  
Asesor-Supervisor de E.P.S.  
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo  
EDSZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de julio de 2018  
REF.EPS.D.256.07.18

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente


Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Wilmer Josué Vásquez Santos** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO** del estudiante **Willmer Josué Vasquez Santos**, CUI No. **1964316621601**, Reg. Académico No. **201046076** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

**"Id y Enseñad a Todos"**



Ing. Julio César Campos Paiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre de 2018  
/aej



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

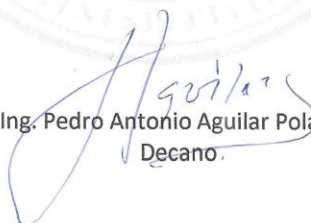


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 456.2018

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, al Trabajo de Graduación titulado: **PLAN DE AHORRO EN CONSUMO DE GAS PARA MONTACARGAS MEDIANTE MEJORAS DE SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO EN PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO**, presentado por el estudiante universitario: **Willmer Josué Vásquez Santos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano.



Guatemala, noviembre de 2018

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por su amor, sus incontables bendiciones y por permitirme finalizar mis estudios.
- Mis padres** Fredy Emilio Vásquez Morales y Nury Leslie Santos Aragón, por su sacrificio, ayuda, paciencia y amor incondicional.
- Mis hermanos** Wellington Emilio y Wingston Guillermo Vásquez Santos, por la ayuda y el apoyo brindado en el trascurso de mi carrera.
- Mi familia** Por su apoyo incondicional.
- Mis amigos** Por la amistad que nos une y por la ayuda brindada.
- A mis compañeros** Por su apoyo brindado.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi alma mater, darme la formación en mi carrera, y ser el centro que me enseñó la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser mi segunda casa y por haberme permitido vivir momentos buenos y darme la experiencia con momentos difíciles.
<b>Mis catedráticos</b>	Por darme los conocimientos necesarios.
<b>PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO</b>	Por haberme dado la oportunidad y el apoyo para realizar el presente proyecto.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.1. Ubicación de la planta.....	1
1.1.2. Historia.....	1
1.1.3. Misión .....	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Valores.....	2
1.1.6. Organización de la empresa .....	3
2. SISTEMA DE DISTRUBUCIÓN DE GAS .....	9
2.1. Descripción del problema .....	9
2.2. Descripción del sistema de distribucion de gas para montacargas.....	9
2.2.1. Cilindro surtidor.....	10
2.2.2. Cilindro extraíble .....	11
2.2.3. Válvulas .....	12
2.2.4. Componentes de medición .....	14
2.2.5. Mantenimiento .....	14

	2.2.5.1.	Mantenimiento correctivo.....	14
	2.2.5.2.	Mantenimiento preventivo.....	16
2.2.6.		Los 5 niveles del mantenimiento.....	17
	2.2.6.1.	Nivel 1 .....	17
	2.2.6.2.	Nivel 2 .....	17
	2.2.6.3.	Nivel 3 .....	18
	2.2.6.4.	Nivel 4 .....	18
	2.2.6.5.	Nivel 5 .....	18
3.		AHORRO ENERGÉTICO .....	21
3.1.		Recomendaciones para ahorro de gas en el sistema de distribución.....	22
3.2.		Cambio de cilindros obsoletos.....	23
3.3.		Cambio de válvulas defectuosas .....	23
3.4.		Prevención de nuevas fugas .....	24
3.5.		Chequeo de equipos .....	24
3.6		Revisión de la infraestructura .....	24
3.7.		Recuperación para la inversión .....	25
4.		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	27
	4.1.	Seguridad.....	27
	4.2.	Equipo de protección personal .....	27
	4.3.	Medidas de seguridad .....	28
	4.4.	Conocimiento del gas propano.....	29
	4.5.	Proceso correcto de llenado de cilindros extraíbles.....	30
	4.6.	Descripción de los equipos del sistema de distribución de gas .....	34
	4.7.	Listado de equipos .....	34
	4.8.	Tanques cilíndricos extraíbles .....	35

4.9.	Tanque cilíndrico surtidor.....	37
4.10.	Bomba volumétrica accionada por motor eléctrico.....	37
4.11.	Balanza de plataforma.....	38
4.12.	Procedimiento de revisión de los equipos encargados de suministros de gas.....	39
4.13.	Rutinas de mantenimiento.....	41
4.14.	Cilindro surtidor.....	41
4.15.	Cilindros extraíbles.....	43
4.16.	Bomba volumétrica.....	44
CONCLUSIONES.....		47
RECOMENDACIONES.....		49
BIBLIOGRAFÍA.....		51
APÉNDICE.....		53
ANEXOS.....		55





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organización de la empresa.....	5
2.	Tipos de cilindros surtidores.....	11
3.	Cilindro extraíble .....	12
4.	Válvulas de un cilindro extraíble .....	13
5.	Costos asociados a la red de distribución de gas para montacargas ...	21
6.	Identificación de propano .....	30

### TABLAS

I.	Estado inicial de los cilindros extraíble en marzo 2017 .....	20
II.	Ahorros potenciales de gas .....	22
III.	Recuperación de la inversión .....	25
IV.	Equipos del sistema de distribución de gas.....	35
V.	Procedimiento de revisión de los equipos. ....	39
VI.	Inspecciones diarias.....	42
VII.	Inspecciones mensuales .....	42
VIII.	Inspecciones semestrales. ....	42
IX.	Inspecciones anuales.....	43
X.	Inspecciones diarias.....	43
XI.	Inspecciones mensuales .....	44
XII.	Inspecciones semestrales .....	44
XIII.	Inspecciones diarias.....	44
XIV.	Inspecciones mensuales .....	45

XV.	Inspecciones semestrales.....	45
XVI.	Inspecciones anuales .....	45

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>At</b>	Atmósferas
<b>°C</b>	Celsius
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>Cc</b>	Centímetros cúbicos
<b>Cil</b>	Cilindro
<b>Gal</b>	Galón
<b>Gpm</b>	Galón por minuto
<b>Glp</b>	Gas licuado de petróleo
<b>PSI</b>	Libra/pulgada <sup>2</sup>
<b>Lbs</b>	Libras
<b>L</b>	Litro
<b>Lpm</b>	Litro por minuto
<b>P</b>	Presión
<b>T</b>	Temperatura
<b>Bar</b>	Unidad de medida de presión
<b>V</b>	Volumen



## GLOSARIO

<b>Caudal</b>	Flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada durante una unidad de tiempo.
<b>Condesado</b>	Transición de la materia cuando pasa de fase gaseosa a fase líquida.
<b>Electricidad estática</b>	Acumulación de un exceso de carga eléctrica (positivas o negativas) en conductor o aislante.
<b>EPP</b>	Equipo de protección personal.
<b>Explosión</b>	Liberación simultánea, repentina y por lo general, violenta de energía calórica, lumínica y sonora.
<b>Inflamabilidad</b>	Característica de los hidrocarburos que indica la mayor o menor facilidad con que estos se autoencienden bajo el efecto de presiones y temperaturas elevadas.
<b>Mantenimiento</b>	La acción que tiene como objetivo preservar o mantener un estado óptimo.

<b>Manómetro</b>	Instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.
<b>OEE</b>	Eficiencia general de los equipos.
<b>Oxidación</b>	Fenómeno químico en el cual se trasforma un cuerpo por la acción de un oxidante, aumentando la cantidad de oxígeno y disminuya el número de electrones.
<b>Presión</b>	Se define como la razón de la fuerza por área.
<b>PSI</b>	Libra por pulgada cuadrada.
<b>Purga</b>	Todo el gas exedente durante el proceso de llenado del cilindro.
<b>Temperatura</b>	Grado o nivel térmico de un cuerpo.

## RESUMEN

Para la realización del proyecto se necesitó información de los equipos que están implicados en el proceso de abastecimiento y distribución, de igual manera el consumo de gas monitoreado mensualmente; por lo que se hizo una recopilación de datos de abastecimiento, los cuales fueron establecidos por la empresa y se hizo un comparativo de horas de trabajo de montacargas para evaluar su rendimiento. Se utilizaron como apoyo las especificaciones del fabricante de cada equipo, este incluye todas las características de diseño de cada uno.

Se realizaron medidas de presión de trabajo en los cilindros encargados de almacenar el gas, para corroborar que se trabajaran con presiones recomendadas por el fabricante, de igual manera se tuvieron parámetros de los equipos que son alimentados por el sistema de suministro y distribución, se planificó un mantenimiento para realizar la corrección de válvulas, manómetros y bomba, se realizó una revisión de la tubería, se verificaron existencias de taponamientos y fugas, se revisó el sistema completo hasta determinar que todos los equipos trabajaran según especificaciones y condiciones óptimas de operación.

Luego de evaluar los equipos se realizó un análisis para determinar si cada uno de estos era el adecuado para que funcionara dentro de la red de uso de gas, para los equipos que no cumplían se propuso a gerencia realizar los cambios necesarios, con los cuales se obtuvieron mejoras de la eficiencia de los equipos.

En la fase final del proyecto se llevó a cabo una capacitación al personal de la planta que se encargan de esta tarea, la cual se enfocó en el uso adecuado de los equipos de suministro, almacenamiento de gas, situaciones de riesgo y cuidados que se deben de tener al manejo de cada uno de éstos, importancia del monitoreo de cada uno de los instrumentos, reporte de situaciones fuera de lo común, los rangos adecuados de operación de los equipos y a quien reportar en caso de detectar un problema en la operación.



# OBJETIVOS

## General

Efectuar el mantenimiento de los equipos y las mejoras en el suministro de planta procesadora de plástico.

## Específicos

1. Elaborar una guía de mantenimiento y buen uso de los equipos implicados en el uso de gas.
2. Describir el funcionamiento de los cilindros de gas, válvulas, bombas y montacargas.
3. Mantener una eficiencia energética mayor a la actual.
4. Establecer que se cumpla la frecuencia de mantenimiento y corrección de fallas para los equipos críticos.
5. Operar los equipos y maquinaria de manera óptima, para que éstos puedan entregar su capacidad de operación de una mejor manera.



## INTRODUCCIÓN

El plan de ahorro de consumo de gas es una serie de actividades a seguir con las cuales se podrá obtener un ahorro energético perceptible para la empresa mediante el buen funcionamiento de sus equipos, buen mantenimiento de los mismos, así como también las charlas y capacitaciones que se les dará al personal sobre el uso y manejo de las herramientas y equipos que deben operar.

Se hará una compilación de información y tareas las cuales se realizan hoy en día, estas tareas de despacho y operación de los equipos para detectar las deficiencias que posee el sistema de distribución de gas para que de esta forma se pueda dar paso a ir elaborando un plan funcional.

Con la elaboración de este plan se espera que la planta lo aplique según lo investigado, ya que de esta forma pueda percibir un ahorro energético beneficioso para su red de distribución de gas y para el funcionamiento de los montacargas.



# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Descripción de la empresa**

A continuación se describen las generalidades de la Planta Procesadora de Plástico.

### **1.1.1. Ubicación de la planta**

La planta procesadora de plásticos se encuentra dentro del casco urbano ubicada en la calzada Atanasio Tzul a la altura del cortijo empresarial en la zona 12 capitalina en el municipio de Guatemala. Cuenta con 40,000 metros<sup>2</sup> de extensión.

### **1.1.2. Historia**

Planta Procesadora de Plástico es una empresa guatemalteca fundada en 1974, durante este tiempo se ha encargado de innovar y mejorar sus procesos de manufactura, logrando aumentar sus requerimientos de producto a diversos clientes a nivel centroamericano, con esto ofrecer alta inocuidad en el producto a través de sus buenas prácticas de manufactura.

Por su alta demanda de producción, Planta Procesadora de Plástico posee controles meticulosos y estrictos de calidad con los cuales se logra tener un control de la producción durante el proceso de fabricación de sus diferentes productos, asimismo, tener la certeza de que los productos que se fabrican siempre sean de primera calidad, ya que a través de los años ha logrado

certificarse a través de FSSC (*Food Safety System Certification*) así como también el cumplimiento del sistema de calidad ISO (Organización Internacional de Normalización) estas certificaciones se han logrado a lo largo de años de esfuerzo, dedicación y disciplina en todos los procesos que la empresa posee.

### **1.1.3. Misión**

Proveer soluciones de empaque a nivel regional, mediante tecnología de punta y un equipo humano competente y comprometido, generando beneficios para nuestros clientes, inversionistas y colaboradores..

### **1.1.4. Visión**

Ser el proveedor más confiable e innovador de empaques.

### **1.1.5. Valores**

- Compromiso

Con el cliente y los productos que reciba, ya que estos deben respetar los más altos estándares de calidad.

- Confianza

Transmitir a los clientes la seguridad y puntualidad de los productos requeridos así como la relación estable y sólida entre cliente-proveedor.

- Integridad:

Transmitirle a los clientes la confianza y el compromiso irrompible en cuanto a negocios y entregas de producto así como mantener buenas relaciones interpersonales con él.

### **1.1.6. Organización de la empresa**

- Gerente de planta

Lidera la coordinación y administración del proceso productivo de la planta, realizando la incorporación de políticas y lineamientos de acuerdo a las tendencias de eficiencia, apoya al desarrollo e implementación de una visión estratégica en la producción de las plantas, para controlar que la producción se realice de manera eficiente y eficaz de acuerdo a los lineamientos dados por la Vice-presidencia.

- Coordinador

Coordinar la realización de las diversas actividades relacionadas con la producción de los requerimientos de los clientes, asegurando la implementación de prácticas y métodos estándares que permitan garantizar los parámetros de calidad, costos y cumplimiento en la entrega de los mismos.

- Supervisores

Programar la gestión de los procesos productivos, administrativos y de mantenimiento relacionados con los procesos de inyección, soplado y compresión, para garantizar que la producción de los requerimientos de los

clientes se hace de manera oportuna y cumplir con los estándares de calidad y eficiencia solicitados por la gerencia de producción.

- Producción

Realizan la operación de la máquina asignada, solicitando el abastecimiento de los insumos necesarios y las verificaciones periódicas de calidad establecidas en los procedimientos para cumplir con la producción y las especificaciones requeridas en los productos.

- Mantenimiento

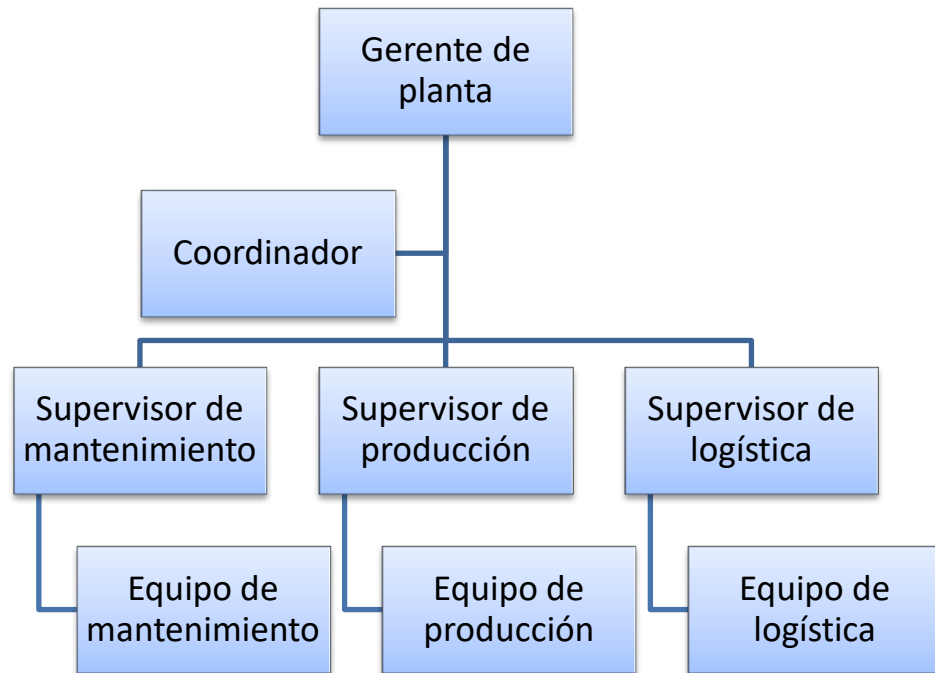
Realizar las actividades de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo que le sean indicadas para apoyar a mantener el proceso de producción en la planta de la manera más eficiente posible.

- Logística

Garantizar el abastecimiento de materia prima en cada una de las máquinas, así como seguimiento del producto terminado a bodega, para despachar al cliente de una forma idónea.



Figura 1. Organización de la empresa



Fuente: Planta Procesadora de Plástico.

La planta procesadora de plástico está conformada por varias naves de producción que cuentan con controles de plagas en cada una de ellas mediante empresas subcontratadas que brindan el servicio para salvaguardar la inocuidad en la infraestructura de la misma.

Los servicios periféricos que hacen posible la producción de la planta son: el agua de chiller y torres de enfriamiento encargadas de abastecer 11 extrusoras, 10 sopladoras y 6 compresoras.

Adicionalmente el segundo servicio que la planta necesita es el aire de alta presión (40 bares) que es suministrado por compresores de pistón y el aire de baja presión (18 bares) que es suministrado por compresores de tornillo,

para que sea posible se cuenta con un control de cada uno de estos equipos ya que la demanda es altamente exigente.

Los procesos que la planta lleva a cabo para la transformación de plástico son:

- Inyección

El proceso de inyección comienza desde la deshumidificación de la resina, que se encuentra granulada en forma de pellets, para deshumidificar y secar la resina, ésta debe depositarse a un silo de secado en el cual se controlan las temperaturas y el tiempo de residencia de la misma, por lo regular la resina lleva un tiempo de secado promedio de 6 a 7 horas, según el estado y la humedad que presente previo a ser depositada en el silo, asimismo, las temperaturas a las que la resina se seca oscilan entre los 180 y 200 grados centígrados.

Luego de que la resina ya se encuentra en condiciones para ser fundida, se hace pasar por el tornillo extrusor de la inyectora para que pueda fundirse, este proceso se conoce como extrusión, consiste en un cañón con resistencias eléctricas en su exterior y en su interior posee un tornillo sin fin, las resistencias llegan a temperaturas de 290 grados centígrados logrando así, fundir el material y llevarlo a un estado, en el cual es moldeable y apto para este proceso, cuando se logra obtener estas condiciones en la resina se procede a inyectarla a un molde, en el cual se distribuye la dosis y se forman las preformas para luego ser sopladas.

- Compresión

Este proceso es muy similar al de inyección a diferencia que no necesita llevar a cabo el secado de la resina previo a ser moldeada, ya que por tratarse de polietileno de alta densidad las características permiten manejarlo de una forma más rústica debido a que difícilmente se puedan generar burbujas provocadas por agua o humedad o marcas en el cuerpo de las tapas.

- Soplado

El proceso de soplado comienza desde el ordenamiento de preforma en la tólva de recepción, ya que posteriormente la preforma pasará a través de un horno el cual calentará la preforma según se configure, la configuración del horno dependerá del alto, color y gramaje de la preforma ya que todos estos factores son los que determinarán la demanda de calor, luego de que la preforma se calienta se deposita dentro de los moldes en los cuales una varilla de estirado junto con una tobera llevan a cabo el proceso de soplado de la misma transformando finalmente la preforma en una botella, la botella puede ser transportada vía aérea o por banda para luego ser palletizada y ser distribuida en forma de tarimas.



## **2. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS**

### **2.1. Descripción del problema**

En planta procesadora de plásticos no se cuenta con un plan que esté directamente enfocado a llevar un control riguroso de los equipos implicados en el despacho y distribución del gas, así como de los instrumentos de medición de niveles y los montacargas en sí..

### **2.2. Descripción del sistema de distribución de gas para montacargas**

El sistema de distribución de gas consiste en un cilindro surtidor con capacidad de 10 000 L, de éste cilindro surtidor se abastecen todos los cilindros extraíbles que tienen como función almacenar el gas que los montacargas necesitan para ser utilizados en el trabajo, los cilindros de gas extraíbles pueden ser llenados por peso, con una balanza calibrada, o por volumen, con la medición a través de un regulador fijo de nivel máximo de líquido. No es correcto llenar utilizando solo el medidor flotante magnético.

Los cilindros para montacargas extraíbles también pueden llenarse en el exterior o en una zona de llenado que se encuentre aprobada. Para esto el montacargas debe estar apagado, y con el freno de mano colocado.

En cuanto el cilindro surtidor se encuentra en un nivel del 20 % de su capacidad se solicita una recarga al proveedor, se debe tomar total cuidado en las válvulas y mangueras involucradas en la operación.

Los elementos que forman parte de la red de distribución de gas para montacargas son:

- Cilindro surtidor
- Cilindro extraíble
- Válvulas
- Componentes de medición

### **2.2.1. Cilindro surtidor**

Un cilindro surtidor es un depósito fabricado regularmente de aluminio, su función es almacenar gas propano para luego ser despachado a los cilindros extraíbles de los montacargas, cuentan con manómetros y medidores de nivel para conocer el volumen de gas que contienen, en algunos casos se colocan termómetros para conocer las condiciones climáticas a las que está expuesto, esto como medida de control si se da el caso de una fluctuación de presión dentro del cilindro.

Por la manera de fabricación, existen dos tipos de cilindros surtidores, verticales y horizontales.

Figura 2. **Tipos de cilindros surtidores**



Fuente: Tipos de cilindros surtidores. <http://shoshoneenergy.com/downloads/Dispensing-Propane-Safely-Training-Manual--spanish.pdf>. Consulta: 1 de agosto de 2017.

### **2.2.2. Cilindro extraíble**

Es el cilindro encargado de almacenar el gas que está siendo utilizado por el montacargas como combustible, el cuerpo de los cilindros es, en su mayoría, de aluminio o de algún tipo de aleación de acero, y consta de dos a tres piezas.

Cada cilindro tiene un anillo de apoyo formado por una banda ancha de metal soldada o en ocasiones bronce soldado en la base del extremo no utilizable del cilindro, esta banda es utilizada para proteger la base del cuerpo del cilindro de la corrosión u otros daños y también funciona como soporte.

Las válvulas y los accesorios se encuentran en el extremo utilizable del cilindro, los accesorios se encuentran roscados o soldados en la abertura. La cantidad de aberturas que tenga el cilindro dependerá del uso que se hará del mismo.

Los cilindros portátiles y de intercambio en raras ocasiones tienen más de un accesorio conectado a una rosca para tubos cónicos de 3/4".

Figura 3. **Cilindro extraíble**



Fuente: Cilindro extraíble. <http://www.ingusa.com.mx/tanques-carburacion.php>.

Consulta: 5 de agosto de 2017.

### **2.2.3. Válvulas**

- Válvula interna de exceso de flujo: las válvulas internas que protegen el cilindro contra un exceso de flujo son muy comunes y pueden tener capacidades térmicas y de apagado remoto.

También pueden instalarse tanques de apagado remoto para ofrecer un mayor soporte ante emergencias lejos de la bomba y en el lugar de la transferencia.

- Válvulas de bola: se encargan de controlar el flujo de propano que circula desde el tanque por la tubería. Si la manija de la válvula de bola está en



una posición de forma paralela a la tubería, está abierta. Si está en posición perpendicular a la tubería, la válvula está cerrada.

- Válvulas esféricas: tienen mucha similitud a los grifos de agua. Para abrirlas se debe girar el volante hacia la izquierda y hacia la derecha para cerrarlas. Deben estar totalmente abiertas o totalmente cerradas
- Válvulas de extremos de manguera: se encargan de detener el flujo de propano cuando se efectúa el llenado del contenedor. Estas válvulas son de cierre rápido o de acción rápida, pueden tener un pestillo de seguridad para evitar la apertura accidental cuando la válvula no está conectada para realizar el llenado.

Figura 4. **Válvulas de un cilindro extraíble**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.4. Componentes de medición**

- Balanza granataria: indican cuándo se alcanzó el peso de llenado correcto de los cilindros y determinan cuándo detener el flujo de propano que ingresa en el cilindro.
- Balanza de plataforma: pueden o no ser digitales, existen de uno a dos brazos. Como todas máquina necesita de tareas de mantenimiento periódico y se deben revisar para garantizar la exactitud según las instrucciones que el fabricante recomienda.

#### **2.2.5. Mantenimiento**

Actividad que se realiza con la finalidad de conservar la calidad del servicio que presentan las maquinas, instalaciones y equipos en condiciones seguras, eficientes y óptimas, se denomina correctivo cuando las actividades son necesarias debido a que la calidad del servicio se perdió, preventivo si se lleva a cabo para evitar que disminuya la calidad del servicio.

##### **2.2.5.1. Mantenimiento correctivo**

Conjunto de tareas que se realizan con la finalidad de corregir los defectos que se van presentando en los equipos y que deben ser reportados al departamento de mantenimiento.

- Características:
  - Costos altos de repuestos y mano de obra.
  - Inventario de repuestos altos, a manera de intervenir fallas imprevistas.
  - Mantenimiento impredecible e inevitable.
  
- Ventajas:
  - No genera gastos fijos.
  - No se necesita programar.
  - Pone en marcha la máquina o equipo luego de su realización.
  
- Desventajas:
  - Tiempos sin producción por fallas repentinas.
  - Fallas correctivas pequeñas que no se intervienen generan fallas mayores.
  - Fallas imposibles de intervenir en situaciones de demanda crítica.

El mantenimiento correctivo puede ejecutarse como el programado y no programado dependiendo de la situación, el mantenimiento no programado acata una reparación de la falla inmediatamente, el mantenimiento correctivo programado acata la intervención de la falla hasta contar con el personal, herramientas y la información necesaria, la ventaja de este último es de llevar a cabo la intervención de acuerdo a las necesidades de producción.

### **2.2.5.2. Mantenimiento preventivo**

El objetivo del mantenimiento preventivo es evitar las averías de maquinaria y equipo interviniendo antes de que se generen. Normalmente su ejecución consiste en la sustitución de piezas antes de su desgaste o de su vida útil. Puede tratarse con acciones de limpieza o lubricación.

Este método permite planificar la intervención, debido a que la máquina o equipo se encuentra trabajando de forma correcta. Se conocen de anticipadamente los recursos necesarios, se planifica un parado programado de tal forma que afecte en lo más mínimo la producción.

- Ventajas:
  - Mayor disponibilidad de la maquinaria.
  - Mayor OEE
  - Mayor productividad.
  - Menor coste en mantenimiento y en reparaciones.
  - Mayor duración de los equipos.
  - Disminución de tiempos muertos, menor cantidad de paros imprevistos.
  - Aumenta la vida útil de las máquinas y equipos.
  - Se puede ejecutar un presupuesto para cubrir costos de mantenimiento.
  
- Etapas de un mantenimiento preventivo:
  - Puntos de revisión.
  - Periodicidad.

- Tiempo de vida de elementos mecánicos.
- Personal necesario.
- Planeamiento de las revisiones.
- Emisión de órdenes de trabajo.
- Tiempo de intervención.

### **2.2.6. Los 5 niveles de mantenimiento**

El mantenimiento ya sea correctivo o preventivo se clasifica mediante 5 niveles que según sea la intensidad de intervención, así será el nivel en el cual se clasifique, los números bajos representan tareas sencillas y rutinarias como ajustes y engrases, los números elevados representan tareas complejas y requieren de personal calificado para la intervención.

#### **2.2.6.1. Nivel 1**

Son las tareas más sencillas indicadas en el manual del fabricante, por lo regular no requieren desmontaje de componentes, no presentan ningún riesgo ni dificultad en la manipulación.

#### **2.2.6.2. Nivel 2**

Se define como operaciones sencillas relacionadas con el cambio de componentes estándar, puede tener relación directa con el mantenimiento preventivo, antes del fallo o correctivo.

### **2.2.6.3. Nivel 3**

Corresponde a intervenciones de mantenimiento correctivo, implica reparación o sustitución de componentes culpables de avería. Puede ser ampliado a preventivo ya que en ocasiones se identifica las causas o motivos que han provocado la intervención.

### **2.2.6.4. Nivel 4**

Implica operaciones complejas de carácter preventivo o correctivo, son llevadas a cabo por personal interno de mantenimiento, son trabajos que requieren una meticulosa dedicación del departamento, deberán planificarse con el objeto de que estos no afecten la producción.

### **2.2.6.5. Nivel 5**

Son acciones confinadas a talleres centrales, en ocasiones las tareas son transferidas a otras empresas con mayor experiencia. Habitualmente intervenciones por subcontratación, beneficia a nivel económico ya que evita disponer de personal especializado para intervenciones muy específicas y esporádicas.

### **3. AHORRO ENERGÉTICO**

La industria debe ser uno de los sectores de la sociedad más involucrados en la cultura del ahorro energético y de recursos, ya que con esto logrará obtener una mayor competitividad en el mercado que se desenvuelve.

La reducción de costes de combustibles en una planta permite tener ahorros muy notorios debido al volumen que se maneja de este recurso.

El objetivo del ahorro energético en este proyecto es reducir el consumo de gas para montacargas basándose en el uso eficiente del mismo y a su vez que todos los equipos involucrados operen en condiciones óptimas, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de gas, utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios

El uso de gas como fuente de energía es una de las principales causas de las emisiones que provocan el efecto invernadero, generando cambios climáticos, una de las formas de impedir las fluctuaciones ambientales, sociales y económicas, relacionadas con el aumento de temperatura, se debe enfocar a reducir el consumo del mismo.

Como parte del ejercicio profesional supervisado se llevó a cabo un estudio y propuesta para la reducción del consumo de gas propano, solucionando deficiencias del sistema de distribución.

Tabla I. **Estado inicial de los cilindros extraíbles en marzo 2017**

<b>Cilindro/ Núm. Montacargas</b>	<b>Fecha de fabricación</b>	<b>Tiempo de uso/ estado</b>	<b>Recomendación</b>
MP 135	Septiembre 2007	9 años, 8 meses, dañado	Reemplazo definitivo
M153	Junio 2007	9 años, 9 meses	Reemplazo
M310	Agosto 2004	16 años, 8 meses, obsoleto	Reemplazo definitivo
M118	Julio 2006	10 años, 8 meses, obsoleto	Reemplazo definitivo
M119	Septiembre 2007	9 años, 8 meses	Reemplazo
M164	Abril 2011	5 años, 8 meses	Cambio de válvulas
MP312	Agosto 2004	Obsoleto	Reemplazo definitivo
MP308	Junio 2007	9 años, 9 meses	Reemplazo
MP309	Febrero 2007	10 años, 1 mes	Reemplazo
M0311	Julio 2008	8 años, 8 meses	Reemplazo
M165	Abril 2011	5 años, 8 meses	Cambio de válvulas
MP307	Febrero 1996	21 años, 1 mes, obsoleto	Reemplazo definitivo
MP306	Enero 2013	4 años, 2 meses	Cambio de válvulas
MP256	Octubre 2006	10 años, 7 meses, obsoleto	Reemplazo definitivo
MP124	Agosto 2007	9 años, 8 meses	Reemplazo
MP362	Julio 2008	8 años, 9 meses	Cambio de válvulas

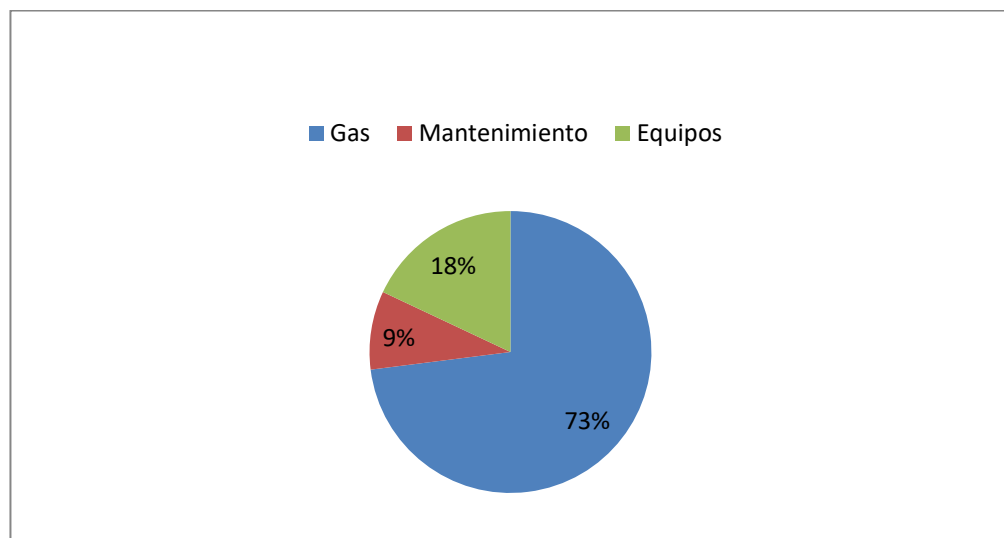
Fuente: elaboración propia.



El estado de los cilindros mostrado en la tabla I fue tal como se encontraron al inicio del Ejercicio Profesional Supervisado, se quiere evitar que trabajen de esta manera ya que esto está generando un mal uso de la energía que se puede obtener del gas propano y asimismo, un desperdicio excesivo del mismo, lo ideal es que todos los cilindros trabajen en sus condiciones óptimas para evitar fugas de gas y lecturas erróneas de instrumentos.

El uso, distribución y manipulación del gas servicio bastante costoso, el consumo de gas es elevado, en comparación al mantenimiento del equipo de suministro. Es ahí donde nace la necesidad de evitar un desperdicio del mismo, entre más se pueda evitar el desperdicio, menor será el gasto que se generará en el presupuesto asignado al gas.

Figura 5. **Costos asociados a la red de distribución de gas para montacargas**



Fuente: Planta Procesadora de Plásticos.

Los ahorros potenciales de gas en una red de distribución se obtienen reduciendo las fugas en las mangueras y cilindros de gas, reduciendo la presión presiones excesivas innecesarias de la bomba, haciendo uso correcto del gas estableciendo rutas para montacargas, ubicando el cilindro distribuidor en un lugar en el cual el montacargas no deba recorrer demasiada distancia, siguiendo los lineamientos de recarga de gas para evitar daños prematuros en los equipos.

Tabla II. **Ahorros potenciales de gas**

100 %	Reducción de fugas por reemplazo de válvulas y cilindros dañados.
90 %	Utilización óptima de gas no sobrellenando tanques extraíbles y manejando adecuadamente los montacargas.
80 %	Optimización de los equipos involucrados en la red de distribución.

Fuente: Planta Procesadora de Plástico.

### **3.1. Recomendaciones para ahorro de gas en el sistema de distribución**

Lo más costoso de un sistema de distribución de gas es la implementación del cilindro distribuidor con su respectiva bomba y todos los sistemas periféricos con lo que se trabaja, durante la operación de la red de distribución, el consumo de gas sufre variaciones las cuales dependen de la carga de producción y del manejo que se le dé a este recurso, un buen manejo y distribución del gas garantiza un ahorro en el presupuesto que se tiene para el mismo.

Lo primero que se debe de hacer es una medición y monitorear el funcionamiento de los cilindros de gas (volúmenes, presiones, estado, entre otros). Pequeños ajustes o cambios en el sistema pueden reducir el consumo del mismo, a continuación se presentan las recomendaciones pertinentes para un ahorro energético:

### **3.2. Cambio de los cilindros obsoletos**

El proveedor de tanques cilíndricos *Manchester Tank INC*, recomienda llevar a cabo una reposición de tanques cilíndricos extraíbles cada 10 años, debido a que el tiempo de vida de los mismos oscila entre los 11 y 12 años, sin embargo, están expuestos a cargas de trabajo bruscas y repetitivas en plantas de producción, las cuales trabajan las 24 horas, sometidos a cargas de abastecimiento continuas provocando pequeños golpes, roces sometimiento a altas temperaturas y desgaste en boquillas de válvulas, entre otros, según el senso que se llevó a cabo existen cilindros que sobrepasan los 10 años y ya no pueden ser recalificados.

### **3.3. Cambio de válvulas defectuosas**

Una fuga de gas en alguna válvula de alivio mal cerrada o defectuosa puede llegar a que el tiempo de utilización del cilindro pueda reducirse en 1/6 de lo que realmente puede llegar a rendir (7,86 litros menos) provocando un consumo extra al mes de Q. 1 556,10 en un mes, en este caso son 4 cilindros los que evidencian necesidad de cambio de las mismas se podrá ahorrar en un mes Q. 6 224,40. La inversión a realizar para un retiro de válvulas antiguas e instalación de válvulas nuevas por cilindro con proveedores locales oscila entre los 250 y 200 quetzales, dicha inversión es recuperada en el primer mes de puesta en marcha de los cilindros reparados.

### **3.4. Prevención de nuevas fugas**

Se debe cumplir las rutinas de revisión en tiempo y en actividades específicas para detectar amenazas hacia el sistema como corrosiones fugas estado de mangueras y válvulas de todos los sistemas involucrados, ya que de no ser así cualquier problema puede causar fugas y pérdida de gas, lo que provocará liberación de este gas al ambiente y menor cantidad disponible de este recurso.

### **3.5. Chequeo de los equipos**

Es importante que todos los equipos trabajen bajo los parámetros operativos de condiciones normales ya que si existe alguna sobrepresión, temperatura elevada o vibración o atrancamiento en el caso de la bomba, puede que exista alguna falla que se deba reparar o que esté causando estas anomalías y hará que los equipos trabajen consumiendo más energía eléctrica o presión de lo que realmente necesitan, generando un consumo más elevado y generando gastos extras.

### **3.6. Revisión de la infraestructura**

Una parte importante de la red de distribución de gas es la infraestructura en la cuál los equipos están ubicados, debido a que una buena infraestructura le brindará los medios ambientales y de resguardo adecuados a los equipos para prolongar su tiempo de vida, haciendo que las inclemencias del tiempo no los afecten comparado a estar totalmente a la intemperie y expuestos a agua prolongada, cambios de temperatura bruscos y humedad.

### 3.7. Recuperación de la inversión

En la tabla III se detalla la recuperación de la inversión.

Tabla III. **Recuperación de la inversión**

Costo extra mensual trabajando el sistema con fallas de valvulas, cilindros en mal estado, negligencias y malas prácticas de recarga de gas.	Q6 224,40
Inversión en cambio de válvulas y cilindros en mal estado (para los 4 cilindros de producción)	Q9 200,00
Tiempo de recuperación de la inversión	1,5 meses
Ahorro mensual (por cilindro)	Q743,00

Fuente: elaboración propia.



## **4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

De naturaleza todos los sistemas mecánicos requieren de diversos puntos de atención para que puedan operar eficientemente, se recomienda invertir en rutinas de mantenimiento preventivo para no caer en generación de costosos por tiempos muertos y reparaciones.

Como en toda empresa certificada el aspecto más importante es la seguridad de sus colaboradores, dentro del plan de mantenimiento se evaluaron los riesgos a los cuales pueden estar expuestas las personas al realizar las diferentes actividades que se estructuraron para cumplir un mejor desempeño y aprovechamiento del sistema de distribución de gas para montacargas.

### **4.1. Seguridad**

Para estar protegido se debe utilizar el equipo de protección que la empresa solicite, por ejemplo.

### **4.2. Equipos de protección personal**

Antes de llevar a cabo cualquier tarea incluida en el plan de mantenimiento, el operador o la persona que se encargará de ejecutar las diferentes actividades deberá estar haciendo uso de su respectivo equipo de protección personal, así como respetar su normativa, entre los equipos que debe utilizar están: equipos de protección de ojos, los equipos de protección respiratorios, las prendas de protección, el equipo de protección eléctrica.

### **4.3. Medidas de seguridad**

- Inspección visual del cilindro previa al llenado:

Previo a llenar, rellenar o cambiar un cilindro de gas para montacargas, es conveniente que se realice una inspección visual para determinar que el cilindro se encuentre en condiciones adecuadas para su uso. Si se detectan algunos de los siguientes problemas durante la inspección, no se debe llevar a cabo el proceso de llenado del cilindro; lo correcto es marcarlo y colocarlo en una zona de seguridad designada afuera.

Los problemas que pueden evitar que se vuelva a llenar un cilindro incluyen:

- Grietas o fugas.
- Protuberancias o abolladuras.
- Válvulas defectuosas.
- Dispositivos de seguridad defectuosos o con filtraciones.
- Válvula del cilindro, válvula de protección y anillos de apoyo del cilindro dañados.
- Recalificación vencida.
- Evidencias de abuso físico, daños excesivos por fuego, calor, oxidación o corrosión.

Los cilindros de acero que han sido sometidos a fuego deberán ser recalificados, reacondicionados y reparados, en el caso de los cilindros de aluminio dañados por el fuego no se deben volver a usar.



#### 4.4. Conocimiento de gas propano

El propano es un gas altamente inflamable, de baja toxicidad. Se cataloga como un asfixiante simple que tiende a desplazar el oxígeno en un ambiente contaminado. En caso de inhalación de grandes cantidades puede llegar a producir: sueño, mareos, euforia, ansiedad, espasmos o narcosis.

Algunas de sus propiedades son:

- Punto de inflamación: -104 °C
- Temperatura de auto ignición: 450 °C.
- Límites de explosividad: inferior 2,1 %. Superior 9,5 %. Forma mezclas explosivas con el aire entre estas concentraciones.
- Límite de exposición ocupacional: asfixiante simple.
- Umbral de olor: propiedad de advertencia buena cuando contiene mercaptano
- odorante.

Los síntomas de la deficiencia de oxígeno son:

- Concentraciones del 12 al 16 % de oxígeno en el aire: pulso y respiración acelerados, incoordinación muscular.
- Concentraciones del 10 al 14 % de oxígeno en el aire: euforia, fatiga anormal.
- Concentraciones del 6 al 10 % de oxígeno en el aire: náuseas, vómito, pérdida de conciencia.
- Concentraciones de oxígeno por debajo del 6 %: convulsiones, colapso y muerte

Los anteriores efectos son temporales y cesan con la administración de oxígeno o simplemente respirando bastante aire fresco.

Figura 6. **Identificación de propano**

**Pictograma:**

Gas inflamable.

UN 1075



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 3853: *Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP. Icontec.*

#### **4.5. Proceso correcto de llenado de cilindros extraíbles**

Existen dos métodos por los cuales se puede llevar a cabo el llenado de cilindros de gas extraíbles para montacargas, dependiendo de los recursos y la viabilidad de la empresa se llenarán por peso o por volumen.

- Llenado de cilindros de montacargas por peso:

Se deben seguir los siguientes pasos para determinar el peso total de un cilindro lleno:

- Revisar la capacidad de agua (WC, por sus siglas en inglés) y el peso tara (TW, por sus siglas en inglés) estampados en el cilindro o el collarín protector.
- Determinar la capacidad de propano con la siguiente fórmula:  
capacidad de agua (lb) x 0,42 = capacidad de propano (lb).
- Sumar el peso tara y la capacidad de propano para determinar el peso total del cilindro lleno.

Para llenar un cilindro por peso, se deben seguir los siguientes pasos:

- Preparación y conexión
  - Asegurarse que todas las válvulas del cilindro estén cerradas.
  - Fijar la plataforma de la balanza en el peso total del cilindro lleno, incluyendo el peso de la manguera y el accesorio.
  - Colocar el cilindro en la balanza.
  - Seleccionar el adaptador de extremo de manguera adecuado para la válvula del cilindro.
  - Quitar la tapa protectora de la válvula.
  - Conectar el cilindro.
  - Inicio del llenado
  - Iniciar operación de la bomba.
  - Si se está usando una válvula de servicio, se debe abrir la válvula del extremo de la manguera y después debe abrirse lentamente la válvula de servicio.

- Finalización de llenado
  - Al llegar al peso objetivo, se debe cerrar la válvula del extremo de la manguera.
  
- Desconexión del cilindro
  - Apagar la bomba si no se están llenando otros cilindros.
  - Asegurarse de que la válvula de servicio esté cerrada.
  - Aflojar la conexión y esperar que los líquidos que queden se purguen.
  - Luego de purgar, se debe desconectar el adaptador del extremo de la manguera.
  
- Inspección final
  - Revisar el peso del cilindro lleno.
  - Detectar si existen fugas.
  - Coloque de nuevo las tapas y los tapones de las válvulas correspondientes.
  - Si el cilindro posee una válvula de llenado, coloque nuevamente la tapa.
  - Reemplazar las tapas o los tapones que falten.
  
- Llenado de cilindros de montacargas por volumen:

Previo al llenado de cilindro por volumen, se debe confirmar que el cilindro se pueda llenar de ese modo. Luego debe abrirse y cerrarse la válvula de

drenaje del regulador fijo de nivel máximo de líquido para estar seguro de que el vapor se purgue.

Si no sale vapor, es posible que la válvula se encuentre bloqueada y deba reabrirse para que el regulador funcione de una forma correcta. Nunca se debe llenar un cilindro por volumen si el regulador está dañado o no funciona.

- Preparación y conexión
  - Asegurarse de que todas las válvulas del cilindro estén cerradas.
  - Seleccionar el adaptador de extremo de manguera adecuado para la válvula de llenado.
  - Quitar la tapa protectora de la válvula.
  - Conectar el cilindro.
  - Abrir la válvula de purga del regulador fijo de nivel máximo de líquido. Si en caso.

Se genera niebla al abrir el regulador, hay que detenerse debido a que el cilindro ya está lleno.

- Inicio del llenado
  - Iniciar operación de la bomba.
  - Abrir el regulador fijo de nivel máximo de líquido.
  - Si se está usando una válvula de llenado, debe abrirse lentamente la válvula del extremo de la manguera.
- Finalización de llenado

- En el momento en que aparezca niebla blanca alrededor del regulador fijo de nivel máximo de líquido, se debe cerrar inmediatamente la válvula del extremo de la manguera.
- Cerrar la válvula de purga del regulador fijo de nivel máximo de líquido.

Si no se cierra el flujo de propano ágilmente, se sobrellenará el cilindro. Un cilindro sobrellenado puede liberar propano si aumenta la temperatura, lo que representa un riesgo de incendio y de lesión para las personas que estén cerca.

- Desconexión del cilindro
  - Apagar la bomba si no se está llevando a cabo el llenado de otros cilindros.
  - Aflojar la conexión y esperar que los líquidos que queden se purguen.
  - Luego de purgar, se debe desconectar el adaptador del extremo de la manguera.

#### **4.6. Descripción de los equipos del sistema de distribución de gas**

Para conocer de una mejor forma el plan de mantenimiento propuesto, se detallarán los datos técnicos y funcionamiento de los equipos involucrados en el sistema de distribución.

#### **4.7. Listado de equipos**

En la tabla III se realiza un listado de equipos del sistema de aire comprimido.

Tabla IV. Equipos del sistema de distribución de gas

<b>Listado de equipos del sistema de aire comprimido</b>	
<b>Cilindros de gas extraíbles:</b>	
<b>Núm.</b>	<b>Capacidad (L)</b>
1	36,3
2	47,2
3	47,2
4	36,3
5	47,2
6	47,2
7	36,3
8	36,3
9	36,3
10	47,2
11	47,2
12	36,3
13	47,2
14	36,3
15	47,2
16	36,3
<b>Cilindro de gas surtidor:</b>	
<b>Núm.</b>	<b>Capacidad (L)</b>
1	10 000
<b>Bomba volumétrica:</b>	
<b>Núm.</b>	<b>Capacidad (Lpm)</b>
1	8
<b>Balanza de plataforma:</b>	
<b>Núm.</b>	<b>Capacidad (Lbs)</b>
1	1 000

Fuente: elaboración propia

#### 4.8. Tanques cilíndricos extraíbles

Tanques cilíndricos de acero de capacidades de 47,2 y 36,3 litros con sus respectivas válvulas de llenado, llenado máximo, seguridad, vaciado, acoplador y medidor flotador o manómetro. Cilindros de alta eficiencia, estas

unidades son llenadas con gas propano para luego acoplarse a los montacargas y surtirlos del mismo, permitiendo usarse en periodos de 12 horas de operación constante.

- Ventajas

- Caudal permanente (eficiencia volumétrica).
- Presión constante.
- Fácil montaje/desmontaje.
- Fácil llenado/vaciado.
- No produce ruido.
- Bajo mantenimiento.
- Posee dispositivos de seguridad.

- Características de operación

- Presión de trabajo 16,54 BAR ( 240 PSIG)
- Corriente de operación 0 V
- Enfriamiento No es necesario
- Capacidad de fluido 47,2/36,3 Lt (12,46/9,58 Gal)
- Nivel de ruido 0 dBA
- Consumo de lubricante No requiere
- Consumo eléctrico 0 kW/h

- Dimensiones y peso

- Alto 60/46,17 cm. (23,62/18,17 Pulg)
- Radio 15,82 cm. (6,22 Pulg)
- Peso 10/12 Kg (22.04/26,45 Lbs)



#### 4.9. Tanque cilindrico surtidor

Tanques cilíndricos de acero con capacidad de 10 000 litros con su válvulas de control de flujo y mangueras. Cilindro de alta eficiencia, esta unidad es llenada con gas propano para luego abastecer a los cilindros extraíbles y surtirlos del mismo, se llena 2 veces a la semana.

- Ventajas
  - Caudal permanente (eficiencia volumétrica).
  - Presión constante.
  - Unico montaje.
  - Fácil llenado/vaciado.
  - No produce ruido ofensivo.
  - Bajo mantenimiento.
  - Posee dispositivos de seguridad.
  
- Especificaciones
  - Largo cm (pulg) 250 (98,42)
  - Radioo cm (pulg) 113 (44,5)
  - Presión Interna max. Bar (Psig) 300 (300)
  - Temperatura max de exposición 80 °C

#### 4.10. Bomba volumétrica accionada por motor eléctrico

Bomba de desplazamiento positivo accionada por un motor eléctrico encargada de llevar el propano desde el cilindro surtidor a los cilindros extraíbles trabajando en conjunto con las válvulas de control de flujo, tuberías

de acero forjado, valvula de derivación de retorno y dispositivos de cierre de emergencia para la detención del flujo de gas en caso se dispare alguna válvula o surge algún imprevisto.

- Ventajas

- Flujo constante
- Bajo consumo de energía eléctrica
- Fácil operación
- Posee dispositivos de seguridad
- No genera ruido ofensivo
- Montaje/desmontaje sencillo

- Especificaciones

- Voltaje de operación 220VCA
- Potencia (Hp) 3
- Frecuencia (Hz) 50
- Conexiones (pulg) 1

#### **4.11. Balanza de plataforma**

La balanza con plataforma indica el momento cuando se alcanzó el peso de llenado establecido de los cilindros, también determinan cuándo detener el flujo de propano que ingresa en el cilindro extraíble.

- Ventajas

- Fácil operación

- Bajo consumo de energía eléctrica
  - No genera ruido ofensivo
  - Montaje/desmontaje sencillo
  - Facilita el llenado de cilindros
  - Calibración rápida
- Especificaciones
    - Voltaje de operación (V) 110 VAC
    - Amperaje (mA) 1 500
    - Condiciones ambientales 0-40 °C/10-80 % H.r
    - Capacidad (Lb) 1 000
    - Incertidumbre (Lb) ±0,01

**4.12. Procedimiento de revisión de los equipos encargados de suministro de gas**

En la tabla V se detalla el procedimiento de revisión de equipos.

Tabla V. **Procedimiento de revisión de equipos**

<b>PLANTA PROCESADORA DE PLÁSTICO</b>	
Equipo de protección obligatorio	
Lentes y guantes de lona	
Equipo de protección requerido	
Botas punta de acero	
Casco	

Continuación de la tabla V.

Manga larga
Mascarilla
Acceso a la estación de despacho de gas
Solicitar llave la cual está en bodega de repuestos de planta (solicitarla al supervisor de bodega de turno).
Al ingresar revisar que todo el equipo necesario esté a la mano y que los sistemas de seguridad se encuentren en su lugar (extintores, alarma y válvulas de bloqueo).
En caso de baja presión de suministro
Revisar que la bomba de despacho esté energizada.
Revisar que la bomba se encuentre en modo de automático.
Revisar que todas las válvulas se encuentren en posición abierta.
Revisar que no existan quiebres en mangueras y el estado del revestimiento de la misma se encuentre en óptimas condiciones.
Revisar la presión en el manómetro de la válvula de llenado.
<b>Si las condiciones anteriores se cumplen y la presión de los manómetros es menor a 240 Psi indica un estado de disponibilidad por parte del cilindro extraíble, lo que se debe de hacer es lo siguiente:</b>
Verificar la posición de la válvula de derivación de retorno, ya que esta válvula protege la bomba, la tubería y las mangueras de presión excesivamente alta cuando las válvulas del extremo de la manguera están cerradas y la bomba en funcionamiento, la posición debe ser en dirección al despacho del cilindro extraíble y no al cilindro surtidor.

Continuación de la tabla V.

<p>Revisar la presión de salida de la bomba mediante el indicador de flujo, si esta condición no se cumple, escuchar cuidadosamente si la bomba está en operación y asegurarse que esté funcionando.</p> <p>En este momento el sistema de suministro se encuentra completamente listo para el despacho por lo que lo único que restringe el flujo de gas es la válvula de llenado.</p> <p>Si aun así la presión del sistema no es mayor a 200 Psi en la red de distribución, el caso debe de ser verificado y corregido.</p>
<b>Revisión de cilindros extraíbles y sus válvulas</b>
<p>Los aspectos a revisar en los cilindros son: grietas o fugas, protuberancias, abolladuras graves o cortes, válvulas defectuosas, dispositivo de seguridad defectuoso o con filtraciones, válvula del cilindro, válvula de protección y anillos de apoyo del cilindro dañados, recalificación vencida, evidencia de abuso físico, daño por fuego o calor u oxidación o corrosión excesivos.</p>

Fuente: elaboración propia.

#### **4.13. Rutinas de mantenimiento preventivo**

A continuación en las tablas V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV Y XV se describen las rutinas de mantenimiento preventivo en la Planta Procesadora de Plástico.

#### **4.14. Cilindro surtidor**

Las rutinas de mantimientto para el cilindro surtidor se detallan en la tabla VI.

Tabla VI. **Inspecciones diarias**

<b>Diarias</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Verificación de presión	1
Verificación de temperatura	1
Nivel del fluido	1
Observar el funcionamiento correcto de los medidores.	1
Revisión de que no existan fuentes de ignición cercanas (mínimo 25 metros)	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Inspecciones mensuales**

<b>Mensuales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Análisis de fugas	1
Análisis del estado de la manguera	1
Verificación del estado del extintor	1
Verificación del estado de válvulas	1
Verificación de la pintura	1
Verificación de marcas de óxido	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Inspecciones semestrales**

<b>Semestrales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Prueba de ferografía (bomba)	2
Calibración de instrumentos	2
Cambio de abrazaderas de mangueras	2
Ajustes del regulador de presión.	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Inspecciones anuales**

<b>Anuales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Verificación de dispositivos de seguridad	1
Verificación de agrietamiento	1
Verificación y recalificación	1
Revisión de la conexión a tierra	1

Fuente: elaboración propia.

#### 4.15. **Cilindros extraíbles**

Las rutinas para los cilindros extraíbles se detallan en las tabla siguientes.

Tabla X. **Inspecciones diarias**

<b>Diarias</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Verificación de presión	1
Verificación de temperatura	1
Nivel del fluido	1
Observar el funcionamiento correcto de los medidores.	1
Evidencia de abuso físico, daño por fuego o calor	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Inspecciones mensuales**

<b>Mensuales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Revisión de fugas	1
Análisis del estado de recalificación	1
Verificación del estado de válvulas	1
Verificación de volumen interno	1
Verificación de marcas de óxido	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Inspecciones semestrales**

<b>Semestrales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Prueba de ferrografía	2
Calibración de instrumentos	1
Calibración de válvulas	1
Análisis de fugas	1

Fuente: elaboración propia.

#### **4.16. Bomba volumétrica**

Las rutinas para los mantenimientos de la bomba volumétrica se describen en las tablas XIII, XIV y XV.



Tabla XIII. **Inspecciones diarias**

<b>Diarias</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Comprobación de ruido	1
Comprobación de vibraciones	1
Inspección visual del equipo	1
Verificar los ajustes del equipo	1
Verificar presión.	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Inspecciones mensuales**

<b>Mensuales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Limpieza de interruptores	1
Revisar impulsor	1
Revisar cuerpo y carcasa	1
Verificar funcionamiento manual/automatico	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Inspecciones semestrales**

<b>Semestrales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Verificar alarmas	1
Reemplazo de fusibles	1
Realizar ciclos de calibración	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Inspecciones anuales**

<b>Anuales</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de personas</b>
Inspeccionar componentes eléctricos deteriorados o sobrecalentados	1
Reemplazar componentes eléctricos deteriorados o sobrecalentados	1
Comprobación de parámetros eléctricos	1
Pruebas de arranque	2

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. El cambio de cilindros obsoletos es necesario para eliminar el riesgo ya notificado por los fabricantes de cilindros de gas extraíbles.
2. El cambio de válvulas defectuosas ayudará a eliminar fugas que puedan generarse por mal estado o maltrato de las mismas.
3. El mantenimiento adecuado y las buenas prácticas de llenado de cilindros generarán menores mermas en cada procedimiento que se realice, haciéndolo de forma adecuada y con la atención puesta totalmente en lo que se está realizando.
4. El buen estado de los equipos permitirá que todas las tareas involucradas en la distribución y manejo del gas estén menos expuestas a riesgos de liberación de material al ambiente y prevención de incidentes.
5. La capacitación del personal y las competencias que tengan los encargados de realizar las tareas de distribución y manejo del gas garantizarán que se están llevando a cabo todos los procedimientos de forma correcta y segura tanto para los equipos como para la integridad del operador.



## RECOMENDACIONES

Gerente General:

1. Cambiar los cilindros de gas obsoletos ya que cumplieron con el tiempo de vida al cual fueron diseñados, ya que las condiciones en las que se encuentran representan alto riesgo.

Operadores de montacargas:

2. Cumplir correctamente con los procedimientos de llenado de los tanques extraíbles, así como el mantenimiento de la red de distribución garantizará la reducción de gastos innecesarios debido al desperdicio que se genera en la operación de relleno de los cilindros.
3. Aplicar los conocimientos adquiridos y las normas a seguir de los procedimientos de relleno de cilindros y mantenimiento de la red de distribución de gas.

Departamento de Mantenimiento:

4. Llevar a cabo las rutinas de mantenimiento de forma correcta ya que con esto se evitará la operación de los equipos de forma insegura e ineficiente.
5. Cambiar las válvulas que presentan defectos en los cilindros que aún no han cumplido su tiempo de vida ya que son las causantes de fugas

de gas probocando que el cilindro no pueda retener la cantidad de litros indicada en la nomenclatura de diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fábrica Nacional de Oxígeno S.A. *Manejo y distribución de gases. Manual de seguridad.* AGA-FANO.
2. Fundación Mapfre. *Manual de Seguridad en el Trabajo.* España. 788. p.
3. Norma Técnica Colombiana NTC 3853: *Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP.* Icontec. 1996.
4. Planta Procesadora de Plásticos, Guatemala. *Registros de salidas de gas para montacargas de almacén 325-R-BOD-013.*





## APÉNDICE

### Apéndice 1. **Cálculo de salidas de gas**

El cálculo de salidas de Gas de almacén se llevó a cabo según los registros del mismo en los cuales se encuentra detallado mes a mes cuántos galones de combustible consumen los montacargas de la planta.

El cálculo de 1/6 de gas fugado de los cilindros se llevó a cabo de la siguiente manera: se llenó un cilindro de 47,2 litros que presentaba fuga de gas y se dejó sin ser utilizado durante 12 horas que es lo que normalmente le dura el cilindro a un montacargas en operación normal, luego se purgó todo el gas en otro recipiente aforado y éste logró captar 39,3 Litros lo que denota que es 1/6 del contenido de gas lo que se pierde por fugas.

El cálculo de pérdida económica se llevó a cabo de la siguiente manera:

7,86 Litros perdidos cada 12 horas por cilindro.

$7,86 \times 2 = 15,73$  litros perdidos al día.

15,83 Litros= 4,15 galones al día.

$41,5 \text{ galones} \times \text{Q } 12,50 = 51,87$  quetzales diarios.

$\text{Q } 51,87 \times 30 \text{ días} = \text{Q } 1\ 556,1$  al mes.

Continuación del apéndice 1.

Q 1 556,1 X 4 (número de cilindros con fuga) = Q. 6 224,40 Quetzales mensuales.

Fuente: elaboración propia.

# ANEXOS

## Anexo 1. Recalificación

### Recalificación

Todos los cilindros recargables deben recalificarse regularmente. Generalmente, la recalificación no se realiza en los puntos de distribución y debe estar a cargo de personal capacitado de las instalaciones registradas en el DOT.

Significado de las marcas de recalificación:

- La fecha ("DATE", en inglés ) sin una letra indica que la siguiente recalificación debe realizarse dentro de 12 años.
- La letra "S" después de la fecha indica que el cilindro debe recalificarse dentro de los siete años a partir de la fecha de la marca.
- La letra "E" después de la fecha indica que la recalificación debe realizarse dentro de los 5 años a partir de la fecha de la marca.
- En el cilindro figura la última fecha de recalificación. Los cilindros que no estén calificados NO deben volver a llenarse. Pero deberán marcarse y colocarse en un área segura específica.

Tener conocimientos sobre la fabricación, los componentes y las marcas del cilindro lo ayudará cuando deba volver a llenar los cilindros de los clientes de manera segura.

MÉTODOS DE RECALIFICACIÓN DE CILINDROS	
EXPANSIÓN HIDROSTÁTICA EXTERNA	
LETRA MARCADA	PRÓXIMA RECALIFICACIÓN
<b>NINGUNA</b>	<b>12 AÑOS</b>
DATE 10/05	DATE 10/17
HIDROSTÁTICA INTERNA	
LETRA MARCADA	PRÓXIMA RECALIFICACIÓN
<b>S</b>	<b>7 AÑOS</b>
DATE 10/05 S	DATE 10/12 S
INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA	
LETRA MARCADA	PRÓXIMA RECALIFICACIÓN
<b>E</b>	<b>5 AÑOS</b>
DATE 10/05 E	DATE 10/10 E

Continuación del anexo 1.



Daño por fuego



Cilindros con marca "CONDEMNED"



Válvula dañada



Mancha de amoníaco anhidro



Válvulas e indicadores cubiertos con pintura

## Continuación del anexo 1.

### Marcas del cilindro

Las **marcas del cilindro** son obligatorias según el DOT e incluyen información, como código de diseño de especificación, peso tara (TW, por sus siglas en inglés) del cilindro, **capacidad de agua** (WC, por sus siglas en inglés) en libras, nombre del fabricante y fecha de prueba. La información debe ser legible. Las marcas deben ser claras y permanentes, y deben estar en el collarín o el cuerpo del cilindro.

El **código de diseño** se especifica con un número y una o más letras. La presión de servicio se indica en libras por pulgada cuadrada de manómetro (psig, por sus siglas en inglés). Un ejemplo de una marca sería DOT-4BA240. El término "4BA" indica que es un cilindro soldado (serie 4) de aleación de aceros (serie BA). El número "240" indica que la presión de servicio es 240 psig.

El peso tara es el peso del cilindro vacío pero incluye el peso de las válvulas. El peso tara se usa cuando el cilindro se llena por peso y siempre se debe revisar antes del llenado. Los cilindros con la misma capacidad de agua pueden tener diferentes pesos tara, por lo que cada cilindro debe pesarse individualmente.

Si encuentra un cilindro con XXX sobre el número de especificación del DOT o con la marca "CONDEMNED" en el hombro, la cabeza o el collarín, apártelo y notifique a su supervisor. Estos cilindros no se deben rellenar ni poner de nuevo en uso.



Fuente: Dispensing Propane Safely Training Manual Spanish.

