

# EUROGAS, S.A. DE C.V.

## Estudio de Riesgos para instalaciones en operación.

ABRIL 2019.

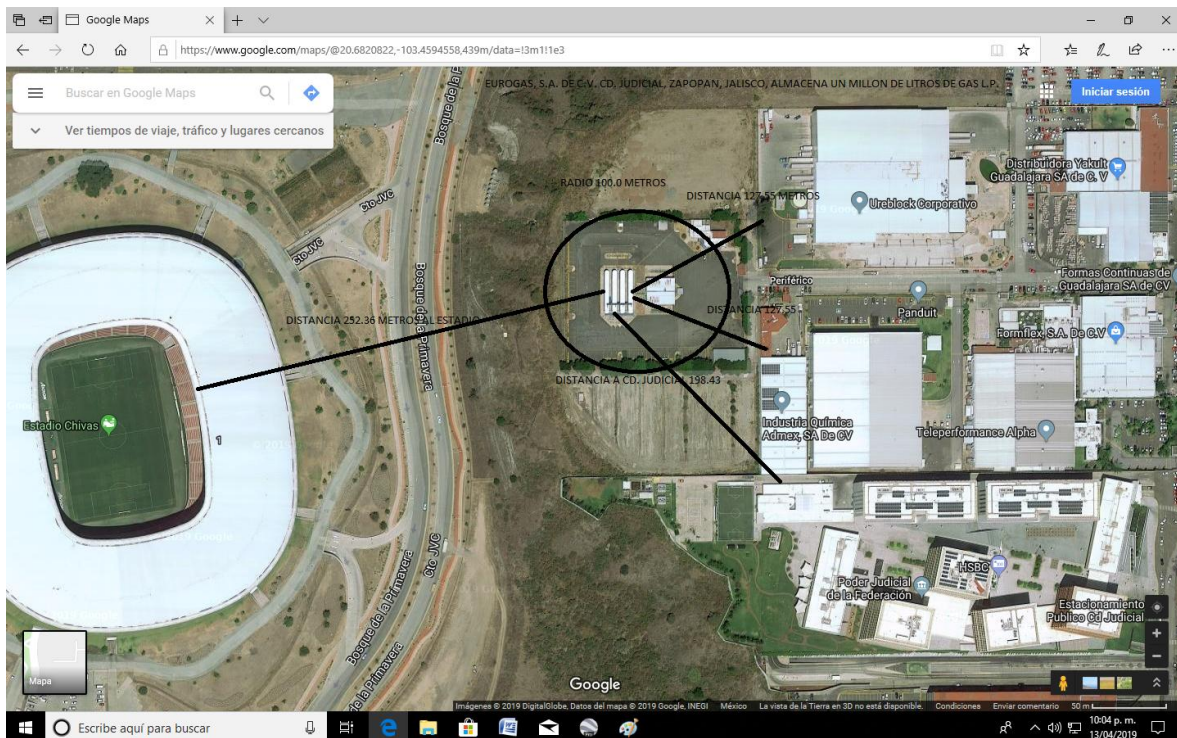


IMAGEN DE LA PLANTA Y DISTANCIA A CENTRO DE POBLACIÓN.

## ÍNDICE

• MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.	3
• PLANOS.	ANEXOS
• MEDIO AMBIENTE QUE RODEA LA INSTALACIÓN.	66
• PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN.	75
• ESTUDIO DE RIESGO DE LA INSTALACIÓN.	90

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INSTALACIÓN  
(información técnica para el análisis de riesgos).**

**La cual demuestra cumplimiento de la norma mexicana**

---

**Memoria Técnico-Descriptiva**  
**Planta de Distribución de Gas L.P.**  
**Título de Permiso**  
**LP/14349/DIST/PLA/2016**

Nombre del Proyecto:  
**“PLANTA CIUDAD JUDICIAL”**

Sección:  
**Civil**

Propiedad de:  
**EURO GAS S.A. de C.V**

Capacidad de Almacenamiento:  
**1'000,000 Litros en cuatro recipientes**

Domicilio:  
**Periférico Poniente No. 1330 Km. 1+300 Lote No. 4 Municipio de Zapopan Estado de Jalisco**

Fecha:

Agosto de 2016

#### Breve Descripción de la Adecuación:

El proyecto obedece a la adecuación de la planta a los lineamientos de la Norma Oficial mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras de operación

#### 1.- Normatividad Aplicable

1.1.- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras de operación.

1.2.-Cumpliendo con los requisitos del Reglamento de Construcción del Municipio de Zapopan, Jalisco

1.3.-Usando como referencia Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de concreto:

Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI-318-89-R92, ACI-318R-89 y ACI-318-71 (American Concrete Institute).

### I.- CUMPLIMIENTO A LA NORMATIVIDAD

#### Especificaciones del proyecto civil

#### Requisitos del predio

- El predio donde está construida la planta de distribución cuenta, como mínimo, con un acceso consolidado que permite el tránsito seguro de vehículos. No existen líneas eléctricas con tensión mayor a 4 000 V, ajenas a la planta de distribución, que crucen el predio de la misma.
- La distancia mínima entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a elementos externos es la establecida en las características constructivas del proyecto civil. La medición se hace desde la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano hasta la pared de la edificación del lugar de reunión.
- Las distancias mínimas medidas conforme a los numerales, tienen una tolerancia de 2%.

#### Urbanización

- a) El terreno de la planta de distribución tiene las pendientes y los sistemas para desalojo del agua pluvial que evitan su inundación. Las zonas de circulación y los estacionamientos de los auto-tanques y vehículos de reparto tienen como mínimo una terminación superficial consolidada.

- b) Las zonas de circulación tienen una amplitud mínima de 3.5 m para que el movimiento de vehículos sea seguro.

#### **Delimitación del predio**

- Por estar en zona urbana, el perímetro de la planta de distribución está delimitado, en su totalidad, por bardas ciegas, de piedra brasa, con una altura mínima de 3 m sobre el NPT, excepto en los accesos de las puertas para vehículos, personas y salidas de emergencia.

#### **Accesos**

##### **Puertas para vehículos y personas**

- Las puertas para personas son parte integral de la puerta para vehículos.
- El claro mínimo de las puertas para vehículos es como mínimo de 6 m.
- Las puertas en la planta de distribución por estar en zona no urbana, con distancia menor de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de carretera federal o estatal, son metálicas.
- La planta de distribución cuenta con una salida de emergencia que conduce a un lugar que facilita el desalojo de vehículos, personas o ambos. Las puertas de dicha salida tienen un claro mínimo de 6.00 m, son metálicas, con altura mínima de 1.80 m.

##### **Para carro-tanques**

- No se cuenta con acceso para carro tanques

##### **Descripción de circulación interior.**

- Se cuenta con área suficiente de circulación en la parte interior de la planta, para la circulación segura de los vehículos de la empresa y personas siendo en su parte más angosta de 12.90 m.
- La terminación superficial del área de circulación es empedrada.

##### **Edificaciones**

- Las edificaciones en el interior de la planta de distribución son materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores.

##### **Características de las construcciones y materiales empleados**

- Las oficinas, bodegas, sanitarios y demás construcciones al interior de la planta están realizadas en muros losas y pisos con material incombustible, siendo los muros de tabique, lozas de concreto con terminación de aplanado de cemento y, pisos de cemento, con ventanas y puertas de estructura metálica.
- Se cuenta con cuarto de servicio en el interior de la planta para el personal de vigilancia.
- Se cuenta con servicios sanitarios.
- Se cuenta con comedor para uso del personal, ubicadas a más de 25.00 m del tanque de almacenamiento.

### **Zona de almacenamiento**

- El piso tiene terminación de concreto y cuenta con un desnivel que permite el desalojo del agua pluvial en esta zona.

### **Bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento**

- En su momento fueron diseñadas de conformidad con un estudio de mecánica de suelos
- Para su cálculo, como mínimo, se consideró que el recipiente de almacenamiento se encuentra lleno con un fluido cuya densidad sea de 1.0 kg/L.
- Permiten los movimientos de dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.
- Los recipientes de almacenamiento están diseñados para ser colocados sobre bases de sustentación tipo cuna por lo que quedan colocados en la parte de la placa de apoyo.

### **La placa de apoyo:**

- a) Cubre un ángulo no menor a 120°.
- b) Tiene un espesor mínimo de 6.35 mm.
- c) Esta soldada al recipiente de almacenamiento, en todo su perímetro, por arco eléctrico, y su cara interior y la del recipiente están cubiertas como mínimo, con un primario anticorrosivo.
- d) Quedar su superficie completamente sobre la base de sustentación.

### **Colocación de recipientes de almacenamiento**

- Entre la placa de apoyo y la base de sustentación se colocó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

### **Escaleras y pasarelas**

- Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, se cuenta con una escalerilla fija, individual.
- Para el acceso a la parte superior de los recipientes de almacenamiento, se cuenta con una escalera fija y permanente, terminada en pasarela. Se tienen dos o más recipientes de almacenamiento colocados en batería, por lo que la pasarela se extiende de forma que permite el tránsito entre ellos. Las escaleras y pasarelas están construidas con material incombustible.
- Las escaleras no son verticales.

#### Nivel de domos de los recipientes de almacenamiento

- Las zonas de líquido tres recipientes de almacenamiento se encuentran interconectadas, por lo que éstos quedan nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado, con una tolerancia máxima de  $\pm 2\%$  del diámetro exterior del recipiente menor.

#### Protección contra impacto vehicular

Los elementos detallados a continuación, pueden ser alcanzados por un vehículo automotor, por lo que están protegidos contra impacto vehicular.

- a) Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento.
- b) Compresores y bombas.
- c) Soportes de toma de recepción.
- d) Soportes de toma de suministro.
- e) Soportes de toma de carburación de autoconsumo, en su caso.
- f) Dique del cubeto de retención, en su caso.

#### Medios de protección

- a) De concreto armado de 20 cm x 20 cm, como mínimo.

#### Plataforma de concreto

- Plataforma de concreto armado con altura no menor de 60 cm sobre el NPT.
- Muretes de concreto armado de 20 cm de espesor mínimo, altura mínima 60 cm sobre el NPT, y espaciados a no más de 1 m entre caras laterales. Es corrido, por lo que permite el desalojo de las aguas pluviales.

#### Ubicación de los medios de protección



- Los medios de protección están colocados cuando menos en los costados de la zona que contenga los elementos a proteger que colinden con la zona de circulación de vehículos.
- Para la toma de suministro, recepción o carburación, ubicada en isletas, los medios de protección están colocados en los lados que enfrentan el sentido de la circulación.

### **Pintura en topes y protecciones**

- Los topes y protecciones están pintadas con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.

### **Trincheras para tuberías**

- Se cuenta con trinchera para tuberías, donde así se requiere
- Las cubiertas de las trincheras son removibles y están formadas con Rejas metálicas.
- Las trincheras cuentan con medios para el desalojo de las aguas pluviales
- Las cubiertas de las trincheras que cruzan zonas de circulación en la entrada y salida de la planta de distribución, así como en la zona de circulación de auto-tanques, semirremolques y vehículos de reparto, están diseñadas para soportar una carga estática de cuando menos 25 kgf/cm<sup>2</sup>.

### **Muelle de llenado para recipientes transportables**

- Construido en una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto.
- Cuenta con un techo de material incombustible que cubra toda el área del muelle.
- Como colinda con el área de carga y descarga de recipientes transportables, en los lados donde se llevan a cabo estas maniobras el techo tiene una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma.

### **Área de carga y descarga de recipientes transportables**

- Construida sobre una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto.
- Los bordes del área de carga y descarga de la plataforma están protegidos con materiales como productos sintéticos ahulados o madera. Los medios para fijar la protección, tales como tornillos, flejes, abrazaderas, etc., no sobresalen del material de protección.
- Cuando el piso del área de carga y descarga presenta un desnivel de  $\pm 20$  cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto, se utilizan medios que igualen los niveles y permitan el manejo seguro de los recipientes transportables entre la plataforma del vehículo y el área de carga y descarga.

- Cuenta con un techo de material incombustible que cubre toda el área y con una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma en los lados donde se realiza la carga y descarga.

### **Zona de revisión de recipientes transportables**

- No se utiliza carda para la limpieza de los recipientes transportables.

La zona de revisión de recipientes transportables cumple con los siguientes requisitos:

- a) No colinda con la zona de circulación vehicular, por lo que no cuenta con protecciones contra impacto vehicular.
- b) Cuenta con piso revestido de concreto.
- c) Su área es como mínimo de 9 m<sup>2</sup>.

### **Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados**

Cumple con los siguientes requisitos:

- a) No está ubicada en el muelle de llenado para recipientes transportables.
- b) Cuenta con piso de material incombustible que evite el contacto directo de los recipientes con la tierra.
- c) Su área es como mínimo de 9 m<sup>2</sup>.

### **Zona de venta al público**

- No cuenta con área de venta al público.

### **Estacionamientos**

- Se cuenta con espacio en el interior de la planta de distribución para vehículos utilitarios y del personal de la planta, donde se cuenta con techos, estos son de materiales incombustibles.
- Los estacionamientos para vehículos de reparto, auto-tanques y semirremolques están en el interior de la planta de distribución y están delimitados por cajones.
- Los cajones están ubicados de manera que los vehículos que se colocan en ellos permiten la salida de cualquier vehículo sin necesidad de mover otro.

- Estas áreas de estacionamiento no obstruyen los accesos ni el funcionamiento del equipo contra incendio, del interruptor general eléctrico, de los accesos a la planta de distribución o de la salida de emergencia.

### Talleres

- Se cuenta con talleres para el mantenimiento de recipientes transportables o de equipos de la planta de distribución, para la reparación de vehículos de reparto o de auto-tanques.
- El taller para reparación de vehículos, es para uso exclusivo de vehículos utilizados de la empresa. No se cuenta con fosas.

### Espuelas de ferrocarril y torre de descarga

- No se cuenta con espuelas de ferrocarril ni torre de descarga.

### Zona de almacenamiento interno de diésel

No se cuenta con zona de almacenamiento interno de Diésel.

### Distancias mínimas entre elementos

La planta de distribución cumple con las siguientes distancias.

**13.1.-**De la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a: Mínima Existente

Límite del predio de la planta de distribución	15 m	27.08 m
Espuela de ferrocarril, riel más próximo	15 m	NO APLICA
Llenaderas de recipientes transportables	6 m	9.45 m
Plataforma del muelle de llenado	5 m	8.95 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables	5 m	8.95 m
Zona de venta al público	15 m	NO APLICA
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15 m	53.01 m
Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución	1.5 m o 1/4 de la suma de los diámetros de ambos tanques, lo que resulte mayor	2.02 m

Piso terminado	1.5 m	2.56 m
Planta generadora de energía eléctrica	25 m	NO APLICA
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25 m	60.52 m
Zona de almacenamiento interno de diésel	25 m	NO APLICA
Boca de toma de carga y descarga de diésel	15 m	NO APLICA
Boca de toma de carburación de autoconsumo	5 m	33.19 m
Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril	12 m	NO APLICA
Boca de toma de recepción y suministro	5 m	6.22 m
Vegetación de ornato	15 m	21.04 m
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento	2 m	2.31 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12 m	40.38 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25 m	56.88 m
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15 m	49.64 m
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques	10 m	44.89 m

**13.2.-**De llenadera de recipientes transportables a:

Mínima    Existente

Zona de venta al público	10 m	NO APLICA
Límite del predio de la planta de distribución	15 m	46.91 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15 m	37.24 m
Boca de toma de recepción, suministro y carburación	5 m	6.04 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12 m	38.96 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den	25 m	47.76 m

hacia la planta de distribución		
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15 m	38.70 m

Para efectos de medición de las distancias, éstas se consideran a partir de la unión entre la manguera y la tubería rígida y hasta el perímetro más próximo de la instalación de que se trate.

**13.3.-**De la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:                      Mínima      Existente

Límite del predio de la planta de distribución	8 m	22.85 m
Zona de venta al público	15 m	NO APLICA
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15 m	34.23 m
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	25 m	45.06 m
Almacén interno de combustible diferente al Gas L.P.	20 m	NO APLICA
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	12 m	37.96 m
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25 m	42.61 m
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15 m	37.45 m

**13.4.-**De bombas y compresores más cercanos a:                      Mínima      Existente

Límite de sus zonas de protección	0.8 m	2.36 m
-----------------------------------	-------	--------

**13.5.-**De soportes de tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diésel a:                      Mínima      Existente

<b>Parámetro</b>		
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5 m	0.50 m

13.6.- Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

Mínima      Existente

Parámetro		
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5 m	NO APLICA

### Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento.

Las distancias mínimas entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de sus recipientes de almacenamiento deben ser las siguientes:

Mínima      Existente

Elemento	Distancia	Distancia
a) Almacén de combustible externo	100 m	NO APLICA
b) Almacén de explosivos	100	NO APLICA
c) Casa habitación	100	NO APLICA
d) Escuela	100	437.43 m
e) Hospital	100	NO APLICA
f) Iglesia	100	NO APLICA
g) Lugar de reunión	100*	174.93 m
h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30	NO APLICA
i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15	NO APLICA

## II.- CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

### Bases de Sustentación de los tanques de almacenamiento

Se tomaron como base para el cálculo las fórmulas siguientes:

W      MY

VI

$$F = \frac{W}{r} + \frac{MY}{r^2} ; dv = \frac{VI}{r^2} ; dm = \sqrt{\frac{M}{r * b}}$$

$$A = I \quad V_c \times J \times b$$

$$M = W \times L^2; \quad A_s = \frac{M}{f_s \times J \times d_m}; \quad \mu = \frac{V_1}{\Phi \times J \times d_v}$$

$$F_c = 0.45 \times f'c$$

En donde:

F = Resistencia del terreno.

W = Carga por soporte.

M = Momento flexionante máximo.

A<sub>s</sub> = Área de varillas

F'c = Resistencia a la ruptura del concreto = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub> = Esfuerzo en el límite de fluencia del acero

$$= 4,000 \text{ Kg/cm}^2$$

f<sub>s</sub> = Resistencia a la tensión del acero = 0.50 x f<sub>y</sub>

$$= 0.50 (4,000) = 2,000 \text{ Kg/cm}^2$$

V<sub>c</sub> = Esfuerzo cortante del concreto = 0.03 x f'c

$$= 0.03 (210) = 6.3 \text{ Kg/cm}^2$$

μ = Esfuerzo de adherencia = 0.05 x f'c = 0.05 (210)

$$= 10.5 \text{ Kg/cm}^2$$

E<sub>c</sub> = Módulo de elasticidad del concreto = 10,000 √f'c

$$= 10,000 \sqrt{210} = 144,914 \text{ Kg/cm}^2$$

E<sub>s</sub> = Módulo de elasticidad del acero = 2,200,000 Kg/cm<sup>2</sup>

N = Módulo de elasticidad equivalente = E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>

K, J = Constantes de cálculo de acuerdo a la resistencia del concreto

y el acero.

$$K = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{N \times f_c}} = \frac{1}{1 + \frac{2,000}{15.18 (94.5)}} = 0.42$$

$$J = 1 - K / 3 = 1 - 0.42 / 3 = 0.86$$

#### Datos de los tanques

Capacidad en Kg.  $H_2O$  250,000 Kg

Tara en Kg. : 42,000 Kg

Peso total en Kg.: 292,000 Kg

Carga por soporte: 146,000 Kg

#### Peso aproximado de la Base:

Densidad del concreto reforzado = 2400 Kg/m<sup>3</sup>

#### Dimensiones:

Columna (3.50 x 0.62 x 1.20) (2,400 K/m<sup>3</sup>) = 6,249.60

Zapata (7.50 x 6.00 x 0.60) (2,400 K/m<sup>3</sup>) = 64,800.00

71,049.60

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5.00 Ton/  $m^2$ , valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado para fines de cálculo.

Carga por soporte + peso aprox. base

Área de la Zapata = \_\_\_\_\_

Resistencia del terreno



$$\text{Área de la Zapata} = \frac{146,000 + 71,049.60}{5,000} = 43.40 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del trapecio} = \frac{(7.50 + 1.20)}{2} \times 3.50 = 15.22 \text{ m}^2$$

V1 = Esfuerzo cortante = Área del trapecio x Resistencia del terreno.

$$V1 = 15.22 \text{ m}^2 \times 5,000 \text{ Kg/m}^2 = 76,100 \text{ Kg.}$$

$$dv = \frac{V1}{Vc \times J \times b} = \frac{76,100}{63,000 \times 0.86 \times 3.50} = 0.35 \text{ m.} + \text{Recub.}$$

**El peralte de la zapata propuesta es de 0.60 m.**

$$M = V1 \times L = 76,100 \times 3.50 = 266,350 \text{ Kg} - \text{m}^2$$

$$fc = .45 \times f'c = 0.45 (210) = 94.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$r = fc / 2 \times J \times k = 945,000 / 2 \times 0.86 \times 0.42 = 170,700 \text{ Kg / cm}^2$$

$$d_m = (M / (r * b))^{1/2} = (266,350 / (170,700 * 3.50))^{1/2} = 0.42 + \text{Recub.}$$

$$d_m = 0.66 \text{ m}$$

**Peralte de la Zapata propuesta es de 0.70 m**

$$M = 266,350 \times 100$$

$$A_s = \frac{M}{F_s \times J \times d_m} = \frac{266,350 \times 100}{2,000 \times 0.86 \times 70} = 221.22 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usando varillas del No. 8} \quad D = 1.905 \quad A = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{No.} = \frac{221.22 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 43.63 = 44 \text{ Varillas No. 8}$$

$$5.07 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 44 \times 5.07 \text{ cm}^2 = 223.08 \text{ cm}^2 > 221.22 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{790}{44} = 17.95 \text{ cm.}$$

44

44 varillas No. 8 @ 25 y 30 cm por acomodo

Se utilizarán varillas del número 6 @ 35 cm. en ambos sentidos.

**Chequeo por adherencia:**

$$\mu = 0.05 \times f_c = 0.05 \times 210 = 10.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V1 = 76,100$$

$$\mu = \frac{V1}{Q \times J \times d_v} = \frac{76,100}{351.12 \times 0.86 \times 70} = 3.60 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\mu = 3.60 \text{ Kg/cm}^2 < 10.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q = \text{No. De varillas} \times \text{perímetro} = 44 \times 7.98 = 351.12 \text{ cm}$$

Esfuerzo cortante sísmico aplicado en la parte superior del soporte (Vs) :

$$V_s = K_1 \times W$$

Donde:

$$K' = \text{Coeficiente sísmico} = 0.10$$

$$W = \text{Carga por soporte} = 146,000 \text{ Kg.}$$

$$V_s = 0.10 \times 146.00 = 14.6 \text{ Ton.}$$

Momento de volteo por sismo (Ms):

$$M_s = V_s \times h$$

Donde:

h = Altura desde el centro de gravedad de todas las cargas.

$$M_s = 14.6 \times 5.38 \text{ m} = 78.54 \text{ Ton-m.}$$

Incremento de la fatiga del terreno más el momento sísmico (F):

$$W \quad MY$$

$$F = \frac{W}{A} + \frac{MY}{I}$$

$$A \quad I$$

Donde:

$$A = \text{Área de la zapata propuesta} = b \times L$$

$$= 7.50 \times 6.0 = 45.00 \text{ m}^2$$

$$MY = \text{Momento de flexión} = M_s \times L/2$$

$$= 78.54 \times 6.00 / 2 = 235.62 \text{ Ton/m}^2$$

$$b \times L^3$$

$$I = \text{Momento de inercia} = \frac{b \times L^3}{12}$$

$$12$$

$$7.50 \times (6.00)^3$$

$$= \frac{\quad}{12} = 135.00 \, m^4$$

**Sustituyendo:**

$$F = \frac{146.00}{45.00} + \frac{235.62}{135.00} = 3.24 + 1.74 = 4.98 \, \text{Ton}/m^2$$

Para verificar que no haya tensiones en la base el valor de F debe ser menor que dos veces el efecto instantáneo (W / A)

$$F \leq 2 (W / A)$$

$$4.98 \, \text{Ton}/m^2 < 2(3.24) \, \text{Ton}/m^2$$

$$4.98 \, \text{Ton}/m^2 < 6.48 \, \text{Ton}/m^2$$

**Agosto de 2016**

---

**Proyectista**

Ing. Jorge Dueñas Kittrell

Cédula Prof. No. 1024155 DGP SEP

---

**Representante Legal**

Efrén Rodríguez Reyes

---

**ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.**

Francisco Javier Orduña Rodríguez

Gerente Técnico

No. de Registro: UVSELP 191-C

LISTADO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD CON LAS QUE CUENTA LA INSTALACIÓN Y QUE MITIGAN EL RIESGO AMBIENTAL DE LA MISMA. (características, cantidad y condiciones).

---

Memoria Técnico-Descriptiva

Planta de Distribución de Gas L.P.

**Título de Permiso**  
**LP/14349/DIST/PLA/2016**

Nombre del Proyecto:  
**“PLANTA EURO GAS CD JUDICIAL”**

Sección:  
**Sistema Contra Incendio**

Propiedad de:  
**EURO GAS S.A. de C.V**

Domicilio:  
Periférico Poniente No. 1330 Km. 1+300 Lote No. 4 Municipio de Zapopan Estado de Jalisco

Fecha:  
**Agosto de 2016**

**I.- CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVIDAD**

**Especificaciones del proyecto contra incendio**

**Requisitos generales**

- La planta de distribución cuenta con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre todos los recipientes de almacenamiento, y un sistema de hidrantes.
- La activación de las bombas de alimentación a los sistemas de agua contra incendio se efectúa por operación manual.
- Los controles de arranque manual de los sistemas de agua contra incendio están instalados en lugares estratégicos, debidamente señalizados.

**Sistemas de protección por medio de agua.**

- Los sistemas de agua contra incendio son calculados hidráulicamente con base en los criterios establecidos en la norma NOM-001-SESH-2014.

### Cisterna o tanque de agua

- Los sistemas de agua contra incendio son alimentados desde una cisterna y son para uso exclusivo de estos sistemas.
- La capacidad mínima de la cisterna es la que resulta de sumar 21 000 L a la requerida de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 min, tomando como base el recipiente de almacenamiento de mayor superficie en la planta de distribución, calculada de la siguiente manera

El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión directa debe calcularse usando la siguiente expresión:

$$Sm = \frac{3.1416 * D * Lt}{2} * 0.9$$

**Dónde:**

$Sm$  = Superficie mínima a cubrir con aspersión directa [m<sup>2</sup>],

$D$  = Diámetro exterior del recipiente de almacenamiento [m],

$Lt$  = Longitud total del recipiente de almacenamiento incluyendo los casquetes [m].

El agua almacenada representa cuando menos el 95% de la capacidad mínima calculada de la cisterna,

### Equipos de bombeo

El equipo de bombeo contra incendio esta compuesto por una bomba principal y, por una de respaldo.

Principal	Respaldo
Motor eléctrico	Motor de combustión interna

Se utiliza el mismo equipo de bombeo para abastecer simultáneamente tanto al sistema de hidrantes, como al de enfriamiento por aspersión de agua. Por lo que el sistema esta diseñado tomando en cuenta que simultáneamente funciona el sistema de aspersión del recipiente de almacenamiento de mayor área y los ocho hidrantes hidráulicamente más desfavorables de acuerdo a lo siguiente.

### Caudal y presión de bombeo mínimos

- El caudal y presión de bombeo mínimos de cada uno de los equipos está de acuerdo a los requisitos del sistema de agua contra incendio que abastecen.

### Caudal mínimo de bombeo del equipo principal y de respaldo

- Para el sistema de hidrantes: 700 L/min.

Para el sistema de enfriamiento por aspersión de agua: Es el requerido según el cálculo hidráulico para que se cubra con aspersión directa el área usando como base el recipiente de almacenamiento de la planta de distribución que presente la mayor superficie, considerando que por la boquilla hidráulicamente más desfavorable se debe emitir el caudal necesario para aplicar 10 L de agua por minuto a cada metro cuadrado de la superficie del recipiente de almacenamiento cubierto por el cono de agua que hacia él se proyecte desde dicha boquilla.

### **Presión mínima de bombeo**

#### **Sistema de hidrantes**

- La presión mínima de bombeo es la requerida según el cálculo para que, en la descarga del elemento hidráulicamente más desfavorable, se tenga una presión manométrica mínima de:  
Hidrantes: 0.2942 MPa (3 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### **Sistema de enfriamiento por aspersión de agua**

- Es la requerida según cálculo para que, en la boquilla hidráulicamente más desfavorable, se alcancen las condiciones mínimas de caudal ya establecidas; asimismo, se establece de acuerdo con el coeficiente de descarga de la boquilla utilizada y, para el caso de la hidráulicamente más desfavorable, está no es menor a 0.1471 MPa (1.5 kgf/cm<sup>2</sup>).
- El sistema de bombeo alimenta tanto al sistema de hidrantes como al sistema de enfriamiento por aspersión de agua, la presión mínima es la que resulte al calcular el sistema considerando el caudal total conducido.

### **Hidrantes y monitores**

- Los hidrantes cuentan con, una manguera de longitud máxima de 30 m, diámetro nominal de 38 mm (1.5") y las mangueras equipadas con boquilla reguladora que permita surtir neblina.
- El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.
- Las áreas mencionadas quedan dentro del radio de cobertura de los hidrantes.

#### **Sistema de enfriamiento por aspersión de agua**

##### **Aspersores**

- El agua descargada por los aspersores rocía directamente cuando menos el 90% de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento que corresponda.
- Para establecer dicha cobertura, los círculos proyectados por el agua de las boquillas de aspersión sobre el recipiente de almacenamiento se tocan cuando menos en un punto.

**Los aspersores instalados en el sistema de enfriamiento por aspersión son del tipo cono lleno.**



### Válvulas del sistema de aspersión

- La activación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectúa por operación manual remota por lo que están dentro de la zona de almacenamiento.
- Se cuenta con una válvula de bloqueo en cada línea de abastecimiento de agua al sistema de enfriamiento por aspersión de agua en cada uno de los recipientes de almacenamiento.

### Sistema contra incendio compartido entre dos plantas de distribución colindantes.

- No aplica

### Toma siamesa

- Se encuentra instalada en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, una toma siamesa para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna, el agua que proporcionen los bomberos.

### Sistema de protección por medio de extintores

Tipo, capacidad y cantidad mínima de extintores

- Los destinados a la protección de los tableros eléctricos que controlan los motores eléctricos de los equipos de bombeo de Gas L.P., y de agua contra incendio son a base de CO<sub>2</sub>, de cuando menos 4.5 kg de capacidad y se cuenta con un extintor por cada tablero eléctrico.
- Se cuenta con cuando menos 50 kg de polvo químico seco en uno o más extintores de tipo carretilla y, como mínimo, los extintores portátiles indicados en la siguiente tabla con capacidad de cuando menos 9 kg.

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	1 por cada toma
Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma
Tomas de suministro	1 por cada toma
Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas
Fuente de calor del sistema de sellado	1

Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente
Bombas y compresores para Gas L.P.	1 por cada equipo
Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas
Generador de energía eléctrica	NO APLICA
Talleres	1 por taller
Almacenes	1 por almacén
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Patín de recepción	NO APLICA
Caseta del patín de recepción	NO APLICA
Caseta de vigilancia	1

### Colocación de extintores

- Se encuentran colocados a una altura máxima de 1.5 m y mínima de 1.2 m, medida del piso a la parte más alta del extintor.
- Sujetados de tal forma que se puedan descolgar fácilmente para ser usados. Protegidos del sol y de la lluvia.
- Señalizados los lugares en donde están colocados.

### Equipo de protección personal para combate de incendio

- Se cuenta con un gabinete que contiene, el equipo de protección personal para dos personas. Cada equipo consiste cuando menos de: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de *Nomex*, *Kevlar* o materiales equivalentes.
- Cada gabinete está ubicado en un lugar señalado.

### Sistemas de seguridad

## Sistema de alarma

- La planta de distribución cuenta con un sistema de aviso de emergencia mediante alarma sonora que es activada manualmente para alertar al personal de la misma en caso de emergencia.

## Sistema de paro de emergencia

- Los actuadores son accionados a control remoto y son del tipo, neumático. No se utiliza Gas L.P., como fluido para operar el actuador neumático.
- En el sentido del flujo están colocadas las válvulas de cierre de operación manual, la de emergencia y la de exceso de flujo.
- La ubicación del botón que acciona la válvula de paro de emergencia está señalizado.

## CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

### Manejo de agua a presión:

Para el manejo de agua a presión se contará con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

1. La cisterna de seguridad es de 120 metros cúbicos de agua, y tiene medidas de 4.00 x 12.00 metros y profundidad de 2.50. Estos recintos son subterráneos contruidos con concreto armado y cuentan con acceso de personas de 0.70 x 0.70 metros. Cárcamo de succión con medidas de 4.00 x 0.70 metros y profundidad de 0.60 metros. Su llenado se implementa a base de pipas.
2. La caseta de maquinas que se localiza sobre la cisterna con dimensiones en Planta de 4.50 x 5.50 metros y altura de 2.50 metros, cuenta con un acceso para maquinas y/o personal.

Esta caseta está equipada con los siguientes elementos:

- Bomba con motor de combustión de 110 H.P. y gasto de 2,127.70 L.P.M. a 8.2 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Bomba con motor eléctrico de 50 H.P. y gasto de 2,127.70 L.P.M. a 8.2 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 3. Red distribuidora: Esta construida en su ramal principal con tubo de PVC, clase 11.2 Kg/cm<sup>2</sup>. Esta tubería se instaló subterránea a una profundidad de 0.60 metros; la red que alimenta al sistema de enfriamiento de los tanques y a los hidrantes inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 101 mm (4") de diámetro.

Sus ramificaciones cuentan con tubo, accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- 8 hidrantes y el riego por aspersión de cuatro tanques de almacenamiento de Gas L.P.
- Para el enfriamiento de los tanques se cuenta con válvulas de compuerta de accionamiento manual de 76.2 mm (3") de diámetro.
- La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de rociado por cada tanque:

- Los tanques cuentan con tubos de rociado paralelos y transversales al eje del mismo, ubicados simétricamente por la parte superior.
- Estas tuberías son de 51 mm (2") de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo de los tanques con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda la longitud.
- El rociado se hace colocando 76 boquillas aspersoras en cada tanque uniformemente repartidas alineadas a lo largo de la tubería. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno, con un diámetro de  $\frac{3}{4}$  y un gasto de 18.78 LPM a una presión de 3 Kg/cm<sup>2</sup> No. Cat. LL-3/4-HH-60.

5. Sistema de recuperación de agua:

Se tiene, además, un sistema de recuperación de agua en el lado noreste de la zona de almacenamiento, la cual es captada en la cisterna de seguridad. Para retornar esta agua se tiene un equipo de filtración y no se usa equipo de bombeo ya que el agua se recupera por gravedad.

## CALCULO DE CAPACIDADES

A) Capacidad mínima de la cisterna:

- La capacidad mínima de la cisterna, se obtiene del resultado del área en metros cuadrados del recipiente más grande de la Planta con dosificación de agua de 12 litros por minuto por metro cuadrado, la cual permite una operación continua durante 30 minutos.

$$\text{Superficie del tanque más grande} = \frac{\pi \times L \times \varnothing \times 0.90}{2}$$

$$\text{Superficie total} = \frac{3.1416 \times 29.90 \times 3.378 \times 0.90}{2} = 142.77 \text{ m}^2$$

Gasto máximo requerido =  $S \times 10 \text{ lts.} \times 30 \text{ min.}$

$$= 142.77 \times 10 \times 30$$

$$= 42,830.82 \text{ lts.}$$

Capacidad mínima de la cisterna =  $42,830.82 \text{ lt.} + 21,000 \text{ lt.} = 63,830.82 \text{ lt.}$

Gasto por un hidrante: 350 L.P.M.

Simultaneo de 2 hidrantes =  $350 \times 2$

$$= 700 \text{ L.P.M.}$$

Gasto total requerido =  $Q_{asp} + Q_{hid} = 1.427.7 \text{ L.P.M.} + 700 \text{ L.P.M.}$

$$= 2,127.7 \text{ L.P.M.}$$

## CALCULO DE PERDIDAS

Zona de riego – Parte más alejada.

### Pérdidas Dinámicas de Tubería de riego del Tanque.

Tra- mo	Can t	Acces.	Diam	Long. Equiv	Long. eq. Tot. (Ft.)	Flujo		Perd. PSI/100	Pérdida real		
						LPM	GPM		PSI	Kg/cm <sup>2</sup>	Mt.
A-B	2	Codo 90°	2"	5.2	10.4	713.85	188.60	28.8	38.09	2.679	26.79
	1	Red. Bushing	3"-2"	13.6	13.6						
		Tubería	2"	33	108.273						
					<b>132.273</b>						
B-C	1	Tee flujo lat.	3"	15.3	15.3	1427.7	377.2	13.0	6.27	0.441	4.41
	1	Valv. Comp.	3"	1.782	1.782						
	1	Red. Bushing	3"-2"	13.6	13.6						
		Tubería	3"	5.35	17.553						
					<b>48.253</b>						
C-D	3	Codo 90°	4"	10.1	30.3	1427.7	377.2	3.25	12.17	0.856	8.56
	1	Codo 45°	4"	5.4	5.4						
	3	Tee flujo rect	4"	6.7	20.1						

Tra- mo	Cant	Acces.	Diam	Long. Equiv	Long. eq. Tot. (Ft.)	Flujo	Perd. PSI/100	Pérdida real			
------------	------	--------	------	----------------	-------------------------	-------	------------------	--------------	--	--	--

	1	Tee flujo lat.	4"	20.1	20.1						
		Tubería	4"	91	298.571						
					<b>374.471</b>						
Hid 1	1	Valv. angular	2-1 ½"			350	92.47		8.71	0.612	6.12
	1	Manguera	1 ½"								
	1	Chiflon	1 ½"								
F-G	2	Codo 90°	2"	5.2	10.4	350	92.47	6.2	2.91	0.205	2.05
	1	Red. Bushing	3"-2"	13.6	13.6						
		Tubería	2"	7	22.967						
					<b>46.967</b>						
G-G'	1	Tee flujo lat.	3"	15.3	15.3	350	92.47	0.861	1.28	0.09	0.90
		Tubería	3"	40.8	133.865						
					<b>149.165</b>						
Hid 2	1	Valv. angular	2-1 ½"			350	92.47		8.71	0.612	6.12
	1	Manguera	1 ½"								
	1	Chiflon	1 ½"								
F'-G'	2	Codo 90°	2"	5.2	10.4	350	92.47	6.2	2.91	0.205	2.05
	1	Red. Bushing	3"-2"	13.6	13.6						
		Tubería	2"	7	22.967						
					<b>46.967</b>						

G'-H'	1	Tee flujo lat.	3"	15.3	15.3	700	184.94	3.87	13.65	0.96	9.60
	1	Codo 90°	3"	7.7	7.7						
	1	Red. Bushing	4"-3"	8.1	8.1						
		Tubería	3"	98	321.538						
					<b>352.628</b>						
H'-D'	1	Tee flujo rect	4"	6.7	6.7	700	184.94	0.98	2.02	0.142	1.42
	1	Tee flujo lat.	4"	20.1	20.1						
	1	Codo 45°	4"	5.4	5.4						
		Tubería	4"	53	173.893						
					<b>206.093</b>						
D'-E'	1	Tee flujo lat.	4"	20.1	20.1	2127.7	562.14	6.79	3.93	0.277	2.77
	1	Codo 90°	4"	10.1	10.1						
	1	Valv. Check	4"	24.46	24.46						
		Tubería	4"	1	3.281						
					<b>57.941</b>						
<b>TOTAL PERDIDAS DINAMICAS POR FRICCION</b>											<b>70.79</b>

Pérdidas estáticas (por altura) = 4.20 mt.

Nota: En el aspersor, el agua deberá salir con una presión de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>, que equivale a 15 mt. columna de agua; por lo que las pérdidas de carga totales serán:

H = H<sub>e</sub> + H<sub>d</sub> + 15 mt. = 4.20 mt. + 70.79 mt. + 15 mt. = 89.99 mt. columna de agua.

#### Calculo de la potencia del motor de la bomba:

$$\rho \times Q \times H$$

Potencia = ----- = C.F.

$$76 \times E$$

Donde:

$\rho$  = Densidad del flujo = 998 kg/cm<sup>3</sup>

Q = Flujo requerido en m<sup>3</sup>/seg = 0.035

H = Perdidas por fricción de los accesorios

mas presión de trabajo de los componentes en metros

E = Eficiencia del motor de la bomba = 80%

76 = Factor de conversión.

#### Sustituyendo valores:

$$998 \times 0.035 \times 89.99$$

$$\text{Potencia} = \frac{\text{-----}}{76 \times 0.80} = 51.70 \text{ H.P.}$$

$$76 \times 0.80$$

La potencia con que cuenta la bomba es de 50 H.P.

#### Prohibiciones:

Se prohíbe el uso de la planta de lo siguiente:

- Fuego

Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego:

- Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines excepto los de aluminio.
- Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas.
- Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas, para atmósferas de gas inflamable.

#### Rótulos de seguridad

Sin perjuicio de los requisitos de señalización establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008 o la que en su caso la sustituya, en el recinto de la planta de distribución se cuenta con letreros o pictogramas visibles, como se indica en la siguiente tabla:



PELIGRO, GAS INFLAMABLE		MUELLE DE LLENADO, TOMA DE RECEPCIÓN, TOMA DE SUMINISTRO, TOMA DE CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO, UNO POR CADA LADO DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO, COMO MÍNIMO, Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN
SE PROHÍBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS		ACCESOS A LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN, ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN
SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO		ZONAS DE ALMACENAMIENTO, TRASIEGO Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS DE LA EMPRESA Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	LETREROS	MUELLE DE LLENADO, TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN
CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS	LETREROS	COMO MÍNIMO EN LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE ALMACENAMIENTO
SALIDA DE EMERGENCIA		EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LAS PUERTAS
PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA	LETRERO	ZONAS DE TRASIEGO, ALMACENAMIENTO Y DE CIRCULACIÓN
ruta de evacuación	FLECHAS	VARIOS (VERDE CON FLECHAS Y LETRAS BLANCAS)

VELOCIDAD MÁXIMA 10 KM/H		A LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE CIRCULACIÓN
PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO	LETRERO	DE ACUERDO AL PROYECTO CONTRA INCENDIO
VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSION DE AGUA	LETRERO	JUNTO A LA VÁLVULA
GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO	PICTOGRAMA	JUNTO AL GABINETE
BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR	LETRERO	JUNTO A LA VÁLVULA DE PARO DE EMERGENCIA

Como mínimo, existe un letrero o pictograma visible en cada uno de los lugares señalados en la tabla. La ruta de evacuación cuenta con, cuando menos, diez señalamientos.

**Agosto de 2016**

---

**Proyectista**

Ing. Jorge Dueñas Kittrell

Cédula Prof. No. 1024155 DGP SEP

---

**Representante Legal**

Efrén Rodríguez Reyes

---

**ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.**

Francisco Javier Orduña Rodríguez

Gerente Técnico



Memoria Técnico-Descriptiva

Planta de Distribución de Gas L.P.

Título de Permiso

**CONDICIONES MECANICAS DE LOS EQUIPOS EN  
LOS QUE SE ALMACENA EL GAS, L.P., EN LA  
INSTALACIÓN DE EUROGAS, S.A. DE C.V.**

**LP/14349/DIST/PLA/2016**

Nombre del Proyecto:

**“PLANTA CIUDAD JUDICIAL”**

Sección:

**Mecánica**

Propiedad de:

**EURO GAS S.A. de C.V**

Domicilio:

Periférico Poniente No. 1330 Km. 1 + 300 Lote No. 4 Municipio de Zapopan Estado de Jalisco

Fecha:

**Agosto de 2016**

### Breve Descripción de la Adecuación:

La Modificación técnica consiste en:

Adecuación de la Planta de distribución a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras de operación.

## I.- CUMPLIMIENTO CON LA NORMA

### A.- Accesorios y equipo.

El equipo y accesorios que se utilizan para el trasiego de Gas L.P., son resistentes a la acción de este hidrocarburo, y adecuados para las siguientes condiciones de presión y temperatura.

Temperatura de diseño entre -6.6°C y 427°C

Presión de diseño 24.47 kg/cm<sup>2</sup>

El recipiente de almacenamiento, las tuberías y conexiones, el equipo usado para el trasiego del Gas L.P., y todas las estructuras metálicas, están protegidas contra la corrosión del medio ambiente donde se encuentren, mediante un recubrimiento anticorrosivo continuo colocado sobre un primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión.

### B.-Recipientes de almacenamiento

Los recipientes de almacenamiento son del tipo intemperie y en su fabricación cumplió con la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente en su fecha de fabricación. Los recipientes de almacenamiento están sujetos a lo siguiente:

- a) Cuentan con entrada (registro) pasa-hombre
- b) La presión de diseño de los recipientes de almacenamiento no es menor a 1.37 MPa (14 kgf/cm<sup>2</sup>) y están equipado con válvulas de alivio de presión calibradas a 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>) manométricos.
- c) Cuentan con placa de identificación
- d) Cuentan con dictamen para la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años.

### Salidas de líquido

Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento tipo intemperie están ubicadas en su parte inferior

El recipiente de almacenamiento cuenta con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local, que permiten:

- a) Conocer que la fase líquida del Gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.
- b) Indicar el nivel de la fase líquida del Gas L.P. contenido.
- c) Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.
- d) Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

#### Indicador de nivel

El indicador de nivel de líquido es del tipo rotatorio.

#### Manómetros

Instalado precedidos de una válvula de aguja.

#### Del tipo seco.

Registra lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>) o de 0 a 2.75 MPa (0 a 28 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### Termómetros

La medida nominal de su carátula no es menor de 50.8 mm de diámetro y registra temperaturas entre 253.15 K (-20 °C) y 323.15 K (50 °C), con escala graduada en Kelvin o Celsius.

#### C.-Válvulas en el recipiente de almacenamiento

Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son de acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.

Las válvulas internas, de exceso de flujo y de no retroceso son adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### Válvulas de alivio de presión

- Las válvulas de alivio de presión instaladas en el recipiente de almacenamiento están calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Los elastómeros en las válvulas de alivio de presión son resistentes a la acción del Gas L.P.
- Las válvulas de alivio de presión son de capacidad de descarga mayor a 62.5 m<sup>3</sup> estándar de aire por minuto por lo que tienen tubos metálicos de descarga con una longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente.
- Los tubos son de acero al carbono, de cédula menor a la 40, sin costura, y colocados roscados directamente a la válvula o mediante un adaptador.

- La rosca en la válvula está colocada en el diámetro interior, por lo que el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula.
- Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores.
- La válvula de alivio de presión, en donde se coloca el tubo de descarga, cuenta de fábrica con un punto de fractura,
- El cuerpo del aditamento porta múltiple para válvulas con el que, cuenta el recipiente de almacenamiento, es resistente al Gas L.P., y para una presión de trabajo mínima de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### Válvulas en los coples

- Los coples destinados al trasiego de Gas L.P., cuentan con válvulas internas, de exceso de flujo y de no retroceso.
- Las válvulas de exceso de flujo están integradas en válvulas internas, estas últimas están equipadas con actuadores de acción mecánica, hidráulica, con accionamiento remoto.
- Se utilizan válvulas internas, además de las válvulas de cierre manual.

#### Válvulas de exceso de flujo

- El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo de las válvulas internas no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.
- Son adecuadas para una presión de trabajo mínima de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### Válvulas de máximo llenado

Los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas de máximo llenado, éstas cumplen con las siguientes especificaciones:

- a) Están claramente identificadas en el recipiente de almacenamiento con respecto al porcentaje que indican.
- b) Están instaladas directamente a los coples del recipiente de almacenamiento.
- c) Sus elastómeros son resistentes a la acción del Gas L.P.

#### *D.- Pintura de los tanques de almacenamiento.*

Los tanques están pintados en color blanco con un círculo rojo en cada uno de los casquetes, de aproximadamente la tercera parte del diámetro, marcado con colores distintivos y textos no menores de 0,15 m., el contenido, capacidad de agua, número económico y razón social.

#### Evaluación de los recipientes de almacenamiento

Previo a su puesta en operación, se revisó por inspección visual, que los recipientes de almacenamiento no presentan los siguientes daños:

- a) Abolladuras en las placas o en los cordones de soldadura con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma.
- b) Cavidades en las placas o cordones de soldadura con una profundidad mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada

Los recipientes de almacenamiento cuentan con placa de identificación y el dato correspondiente a la presión de diseño del recipiente es legible.

Los recipientes de almacenamiento no han estado expuestos al fuego.

#### **E.- Bombas y compresores**

Son para manejo de Gas L.P.

Los compresores están instalados entre cople flexibles. Las bombas están instaladas con cople flexible en la línea de succión.

#### **Bombas**

- Instaladas precedidas de un filtro en la tubería de succión.
- Cuentan con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería retorna el producto al almacenamiento.

#### **Compresores**

- Cuentan con válvula de alivio de presión.
- Cuentan con tubería de desfogue y la descarga no se dirige a ningún elemento de la planta de distribución.

#### **F.- Medidores**

- Los medidores volumétricos o másicos son como mínimo para la presión de diseño del sistema de trasiego.
- A excepción de los medidores que se encuentren en el múltiple de llenado, los demás están protegidos contra tránsito vehicular.

#### **G.- Sistema de tuberías**

Para la selección de tuberías y accesorios, la temperatura de diseño fue entre 266.55 K (-6.6 °C) y 700.15 K (427 °C).

Los accesorios colocados en la tubería de succión de la bomba soportan como mínimo una presión de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>).



Los accesorios colocados en el resto de las tuberías son como mínimo para una presión de diseño de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

## Materiales

- Las tuberías utilizadas en el sistema de trasiego son de acero al carbono A/SA-53B o A/SA-106B y sin costura, cumplen con la Norma Mexicana NMX-B-177-1990.
- Las tuberías son unidas por conexiones roscadas, bridadas o soldadas por arco eléctrico.
- No se usan tuberías o accesorios de fundición gris.
- Las conexiones son de fundición maleable o fundición nodular.
- Las conexiones roscadas son colocadas en tubería, cédula 80.
- Las roscas en las tuberías cumplen con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-B-177-1990.
- El sellador utilizado en las uniones roscadas es a base de materiales que, de acuerdo a la hoja técnica del fabricante, son resistentes a la acción del Gas L.P. No se utiliza pintura o mezcla de litargio y glicerina como sellador.
- Las tuberías unidas con soldadura son cédula 40.
- Las conexiones soldables son cédula 40.
- Las bridas utilizadas son de fundición nodular o fundición maleable clase 300; adecuadas para una presión de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>), a una temperatura de 338.15 K (65 °C).
- Debido que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C), los pernos o espárragos son A-193 Grado B o A-307 Grado B y, en todos los casos, las tuercas son A-194 Grado 2H.
- Los empaques utilizados en las uniones bridadas son de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988.15 K (715 °C).

## Instalación de las tuberías

### Tuberías sobre el NPT

- Las tuberías están instaladas sobre soportes espaciados a 3 m, como máximo, de modo que se evite su flexión debido a su peso propio y que queden sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.
- Existe un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT de 10 cm, asimismo, hay un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.
- Las tuberías que conducen Gas L.P. están separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías conduit donde la tensión nominal sea menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal sea mayor a 127 V.

#### Tubería en trinchera

- No se cuenta con tubería en trinchera.

#### Tubería subterránea

- No se cuenta con tuberías subterráneas.

#### Prueba e inspección de soldaduras en tuberías

- No aplica puesto que la planta ya estaba en operaciones, antes de la publicación de la presente norma y en la modificación técnica no se realizaron trabajos de soldadura.

#### Revisión de hermeticidad

- No aplica puesto que la planta ya estaba en operaciones antes de la publicación de la presente norma y en la modificación técnica no se realizaron trabajos en tuberías.

#### Código de colores de tuberías

Las tuberías sobre el NPT están pintadas con los siguientes colores:

Tubería	Color
Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas L.P., en fase vapor	Amarillo
Gas L.P., en fase líquida	Blanco
Gas L.P., en fase líquida en retorno	Blanco con bandas de color verde
Tubos de desfogue	Blanco

Tubería eléctrica	Negro
-------------------	-------

Las bandas están pintadas con un ancho no menor a 10 cm y espaciadas no más de 1 m en toda la longitud de la tubería.

#### Accesorios del sistema de tuberías

- Son resistentes al Gas L.P.

#### Indicadores de flujo

- Se cuenta con indicador de flujo en la tubería de descarga de la toma de recepción.
- Los indicadores de flujo son del tipo mirilla de cristal que permita la observación del paso del Gas L.P.
- Son adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### Válvula de retorno automático

- En la tubería de descarga de cada bomba está instalada una válvula de retorno automática.
- Es adecuada para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### Conectores flexibles

- Son metálicos o a base de manguera para Gas L.P., y para una presión de diseño mínima de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>); cuando sus extremos son bridados, las bridas son clase 300.
- Cuando son a base de manguera para Gas L.P., éstas cuentan con cuando menos una capa de refuerzo de fibras textiles; para este tipo de conectores sólo se utilizan las abrazaderas tipo BOSS.
- Su longitud no excede de 1 m.

#### Manómetros

- Están instalados precedidos de una válvula de aguja.
- Son del tipo amortiguados por líquido.

- Registrar lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>).

### Filtros

- Los instalados en la tubería de succión de la bomba son para una presión de trabajo, como mínimo, de 1.7 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>), a temperatura ambiente.
- Su cuerpo es de fundición maleable.

### Válvulas de operación manual

- Las válvulas de operación manual son de globo o de esfera, sus elastómeros son para el manejo de Gas L.P., y sus cuerpos de fundición maleable, fundición nodular o bronce.
- Son adecuadas para una presión de trabajo de, cuando menos, 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).

### Válvulas de relevo hidrostático

- En los tramos de tubería o tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, se instala, entre ellas, una válvula de relevo hidrostático.
- La descarga de estas válvulas no se dirige hacia un recipiente de almacenamiento.
- La presión nominal de apertura de estas válvulas es, como mínimo, de 2.35 MPa (24 kgf/cm<sup>2</sup>) y de 2.84 MPa (29 kgf/cm<sup>2</sup>), como máximo. La presión nominal de apertura está indicada en la válvula.
- Es para el manejo de Gas L.P., y sus cuerpos de acero, o bronce.

### Válvulas de no retroceso y exceso de flujo

- Sus elastómeros son resistentes a la acción del Gas L.P., y sus cuerpos de acero, o bronce.
- El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.
- Son adecuadas para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>), como mínimo.

- Las válvulas de exceso de flujo que se utilizan en las tuberías son apropiadas para su uso en tubería y pueden ser elementos independientes o estar integrados en válvulas internas equipadas con actuador de acción manual, neumático, con accionamiento remoto.

#### **H.- Múltiple de llenado.**

- La tubería que forma el múltiple esta soportada firmemente.
- El múltiple de llenado cuenta con manómetro y con una válvula de operación manual a la entrada.
- La tubería de suministro al múltiple de llenado cuenta a la entrada con válvula de operación manual. En el múltiple se cuenta con un manómetro.

#### **Llenaderas de recipientes transportables**

- Cada llenadera cuenta con una válvula de globo de cierre manual que permite efectuar el cambio de la manguera y esta provista con una válvula de cierre rápido y punta tipo POL o pistola de llenado.
- La punta tipo POL o la pistola de llenado es de material ferroso, por lo que no llega al piso.
- Cada llenadera cuenta con un dispositivo automático de llenado que accione una válvula de cierre al llegar al peso predeterminado.

#### **Básculas o medidores másicos**

##### **Básculas para el llenado**

- Las básculas utilizadas para el llenado de recipientes transportables tienen una resolución de 100 g o menor. Báscula de repeso
- Se cuenta con una báscula de repeso por cada 14 llenaderas o fracción. La báscula es de indicación automática y una resolución de 100 g o menor.
- Todas las básculas de llenado y de repeso están conectadas a tierra.
- Los medidores másicos utilizados para el llenado de recipientes transportables tienen una resolución de 100 g o menor y están conectados a un sistema que evita el sobrellenado del recipiente.

### Sistema de vaciado de Gas L.P.

- Se cuenta con un sistema que permita la extracción de Gas L.P. de dichos recipientes.

### *I.-Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo.*

- El soporte de la toma esta fijo y anclado al piso.
- El soporte es el que se opone y resiste el esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.
- Se cuenta con un separador mecánico
- No se cuenta con puntos de fractura en coples y/o abrazaderas de manguera.
- Obliga la descarga de Gas L.P. hacia arriba.
- No se coloca un punto de fractura en serie con un separador mecánico.
- La ubicación de las tomas es tal que, al descargar un vehículo, no se obstaculice la circulación de otros.
- Se cuenta con una válvula de cierre manual que preceda la boca en donde se conecta la manguera.
- La conexión de la toma está proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos.

### Mangueras y sus conexiones

- Las mangueras cuentan con una capa de refuerzo de fibras textiles.
- Son de materiales resistentes a la acción del Gas L.P. y para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Las mangueras que permanentemente estén conectadas a cualquier toma cuentan en su extremo libre con una válvula de operación manual.

### Tomas de recepción

#### Tomas de recepción para semirremolques.

#### **Cada boca de toma cuenta con:**

- La de líquido, con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado, a no más de 3 m de la boca de toma.
- La de vapor, con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o, como mínimo, con una válvula interna con actuador de tipo neumático.

#### **Tomas de recepción para carro-tanques**

- No se cuenta con tomas de recepción de carro tanque.

#### **Tomas de suministro**

- Tanto en la boca de líquido como en la de vapor, se cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota.

#### **Tomas de carburación de autoconsumo**

La toma, cumple con lo establecido a continuación.

La manguera que se utiliza tiene:

- 1.- Un diámetro nominal máximo de 2.54 cm (1").
- 2.- Una longitud no mayor a 8 m.
- 3.- Cuenta en su extremo libre con válvula de cierre rápido con seguro.

La boca de toma cuenta, con:

- 1.- Medidor volumétrico
- 2.- Válvula de exceso de flujo.

#### **Tomas para buque-tanque**

- No se cuenta con tomas para buque-tanque

#### **J.- Área de colocación de sello de garantía**

- La fuente de calor por no ser Clase I, División 1 está colocada fuera del muelle de llenado, zona de almacenamiento y de la zona de carga y descarga de recipientes transportables, así como a, las distancias indicadas en la Norma

- El equipo utilizado para aplicar el fluido calefactor lo aplica a presión positiva.

## **II.- ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS**

### **1) TANQUES DE ALMACENAMIENTO.**

- a) Esta Planta cuenta con cuatro tanques de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico – horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) Se tienen montados sobre bases de concreto de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- c) Cuentan con una zona de protección que se construyó con muretes de concreto armado de 0.20 mts. de espesor y 0.60 mts. de altura que permiten el desalojo de agua.
- d) Los tanques tienen una altura de 1.80 metros, medidas de la parte inferior del tanque al nivel de piso terminado.
- e) A un costado de los tanques se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también se cuenta con una escalerilla al frente de los tanques, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.
- f) Los tanques, escaleras y pasarela metálica, cuentan con una protección para la corrosión, de un primario inorgánico a base de zinc Marca carboline tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.
- g) Los tanques instalados tienen las siguientes características:

### **4 TANQUES**

Construido por:	CYTSA
Según Norma:	NOM-021/2-SCFI-1993
Capacidad lts. Agua:	250,00 lts.
Año de fabricación:	1998
Diámetro exterior:	3,361.66 mm
Longitud total:	29,896 mm
Presión de trabajo:	14 Kg/Cm <sup>2</sup>



Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semielípticas
Eficiencia:	100%
Espesor láminas cabezas:	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-455
Espesor lámina cuerpo:	16.66 mm
Material lámina cuerpo:	SA-612-A
Coples:	210 Kg/Cm <sup>2</sup>
No. de Serie:	TP-98259 (T-1)
	TP-98258 (T-2)
	TP-98261 (T-3)
	TP-98260 (T-4)
Tara:	42,000 Kg.

**h) Contienen además los accesorios siguientes:**

- Un medidor rotatorio para nivel de líquido Marca Rego Modelo A9095RS de 25.4 mm. de diámetro.
- Un medidor magnético para nivel del líquido (MAGNATEL) mca. Rochester.
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a + 50°C de 12.7 mm. (1/2") de diámetro toma posterior, carátula de 51 mm (2") de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0 a 21 Kg/cm<sup>2</sup>. de 6.4 mm. de (1/4") diámetro toma posterior con carátula de 50.8 mm. (2")
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego modelo 3165 de 6.4 mm. de (1/4") diámetro una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido Marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm. (3") de diámetro, con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.

- Una válvula de exceso de flujo para gas – líquido Marca Rego modelo A7537P4 de 51 mm. (2") de diámetro con capacidad de 568 L.P.M. (150 G.P.M.)
- Una válvula de exceso de flujo para gas - vapor marca Rego modelo A7537 P4 de 51 mm. (2") de diámetro con capacidad de 1472 m<sup>3</sup>/hr (52,000 pies<sup>3</sup>/hr).
- Una válvula de exceso de flujo para gas – vapor Marca Rego modelo A3292-C de 51 mm. (2") de diámetro con capacidad de 1065 m<sup>3</sup>/hr (37,600 pie<sup>3</sup>/hr).
- Una válvula de exceso de flujo para gas – líquido marca Fisher modelo F107 de 51 mm de diámetro con capacidad de 378 LPM. (100 GPM).
- Dos válvulas multiport bridadas Marca Rego, modelo A8574-G de 101 mm. (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad cada una Marca Rego modelo A3149-MG de 64 mm. de (2 ½") de diámetro con capacidad de 260 m<sup>3</sup>/min. cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tiene instaladas en la parte superior de los tanques cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura, además cuentan con puntos de ruptura

## 2) MAQUINARIA:

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego es la siguiente:

<b>a) Bombas:</b>	
<b>Numero.</b>	<b>1</b>
Operación básica:	Carburación
Marca:	Corken
Modelo:	522 EG
Motor eléctrico:	5 C.F.
R.P.M.	520
Capacidad nominal:	151 L.P.M. (40 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (max.)	5 Kg /cm <sup>2</sup>

Tubería de succión:	51 mm. (2")
Tubería de descarga:	51 mm. (2")

#### Numero.

#### 2 y 3

Operación básica:	Llenado de cilindros
Marca:	Corken
Modelo:	1022 EG
Motor eléctrico:	10 C.F.
R.P.M.	500
Capacidad nominal:	427.7 L.P.M. (113 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (max.)	3 Kg /cm <sup>2</sup>
Tubería de succión:	76 mm. (3")
Tubería de descarga:	76 mm. (3")

#### Número:

#### 4

Operación básica:	Carga de autotankes
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGLD3E
Motor eléctrico:	10 C.F.
R.P.M.	640
Capacidad nominal:	427.2 L.P.M. (113 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (max.)	5 Kg /cm <sup>2</sup>
Tubería de succión:	76 mm. (3")
Tubería de descarga:	76 mm. (3")

#### b) Compresores:

## Numero

5

Operación básica:	Descarga de remolques – tanque
Marca:	Corken
Modelo:	490
Motor eléctrico:	15 C.F.
R.P.M.	825
Capacidad nominal:	749 L.P.M. (198 G.P.M.)
Desplazamiento:	61 m <sup>3</sup> /hr
Relación de compresión:	1.49
Tubería de gas – líquido:	76 mm. (3")
Tubería de gas – vapor:	51 mm. (2")

- Las bombas y compresores se encuentran ubicados dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.
- Cada bomba y compresor, junto con su motor, se encuentran cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
- Los motores eléctricos acoplados a las bombas y al compresor son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".
- La descarga de la válvula de purga de líquidos, se encuentra a una altura mínima de 2.50 metros sobre nivel de piso.

### 3) CONTROLES MANUALES, AUTOMÁTICOS Y DE MEDICIÓN.

#### a) Controles manuales:

En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y de bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm<sup>2</sup>, las que permanecerán "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo que se requiera.

#### b) Controles automáticos:

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático para retorno de gas líquido excedente a los tanques de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y esta calibrada para una presión de apertura de 5 a 2.8 Kg/cm<sup>2</sup>. (71 a 39.8Lb/pulg<sup>2</sup>).

#### c)Controles de medición:

En la toma para carburación se instaló un medidor volumétrico de Gas L.P., para el control interno en el llenado de tanques montados en vehículos propiedad de la empresa; el cual tiene las características siguientes:

Marca:	Neptune
Tipo:	4D
Diámetro de entrada:	51 mm
Diámetro de salida:	51 mm
Capacidad:	Máx. 380 L.P.M. Mín. 78 L.P.M.
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm <sup>2</sup>
Registro modelo:	433
Capacidad del totalizador:	99, 999,999 lts.
Capacidad del registro-impresor:	99,999.9 lts.

#### 4)JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LA PLANTA.

- a) Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento es de 1'000,000 de litros agua, misma que se tiene en cuatro recipientes especiales para Gas L.P., tipo intemperie cilíndrico – horizontal, que serán de la Marca CYTSA con capacidad de 250,000 litros agua cada uno.
- b) Capacidad de llenado ó gasto de la probable operación. Experimentalmente se ha determinado que la capacidad de la bomba o bombas deberán satisfacer el llenado máximo y que el flujo no exceda de 30 L.P.M., por recipiente portátil, por lo que un recipiente de 30 Kg. ó 53.57 litros se llenara en 1.79 minutos aproximadamente. En este caso se cuenta con un múltiple de llenado de 24 salidas por lo que requiere un flujo de 720 L.P.M. (190.22 G.P.M.). Las bombas que se encuentran instaladas para satisfacer la demanda en el múltiple de llenado tienen una capacidad nominal de 855.40 L.P.M. (226 G.P.M.). Por lo que se satisface ampliamente el gasto requerido. El gasto restante retornará a los tanques

Para efecto de cálculo, analizaremos el sistema de bombeo más crítico.

- c) Cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga del sistema de bombeo, así como retorno de líquido.

La mecánica de flujo de un sistema conteniendo un fluido encerrado, donde existen diferentes alturas y presiones en sus puntos extremos, se resuelve mediante un balance de energía mecánica de flujo como sigue:

$$X_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{U_1^2}{2g} + W = X_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{U_2^2}{2g} + F + F_c$$

**Donde:**

$X_2 - X_1 = \delta X$  = Altura piezométrica en el sistema

$P_2 - P_1 = \delta P$  = Presión diferencial dentro del sistema

$U_1$  y  $U_2$  = Velocidades en los puntos extremos del sistema.

$g$  = Aceleración de la fuerza de gravedad

= 9.81 m/seg<sup>2</sup>

$w$  = Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba.

$\rho$  = Peso específico del gas-líquido = 509 kg/m<sup>3</sup>

$F$  = Pérdidas por fricción o resistencia de flujo en tuberías.

$F_c$  = Pérdidas por contracción

**En este caso:**

$$U_1 = U_2 \text{ y } F_c = 0$$

**Por lo tanto:**

$\delta P$

$$W = \delta x + \frac{F}{\rho g}$$

$\rho$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema.

El valor de F se ha determinado experimentalmente sumando las longitudes equivalentes de los accesorios instalados en la tubería más la longitud de la tubería misma, también experimentalmente se ha calculado para cada diámetro de tubería y para un gasto volumétrico, el valor de la resistencia al flujo de Gas L.P., por unidad de longitud.

#### Calculo de F (a) en la alimentación de la bomba:

(Del tanque IV a la bomba 2)

Sección	Diámetro	Flujo	Accesorios	Long. Equiv.	Cant.	Long. Tot. (Ft)
A	76 mm. (3")	180 LPM (47.55 GPM)	Válvula de exceso de flujo Mod. A7539V6	90	1	90
			Válvula de bola	10	1	10
			Bushing de menor a mayor	5	1	5
			Long. de la tubería (1.60 mt.)	3.281	1.60	5.25
						110.25
B	101 mm. (4")	180 LPM (47.55 GPM)	Tee flujo recto	7	1	7
			Long. de la tubería (5.38 mt.)	3.281	5.38	17.65
						24.65
C	101 mm. (4")	360 LPM (95.10 GPM)	Tee flujo recto	7	1	7
			Long. de la tubería (5.38 mt.)	3.281	5.38	17.65
						24.65
D	101 mm. (4")	540 LPM (142.65 GPM)	Tee flujo recto	7	1	7
			Long. de la tubería (5.38 mt.)	3.281	5.38	17.65
						24.65
E	101 mm. (4")	720 LPM (190.22 GPM)	Tee flujo recto	7	1	7
			Tee flujo lateral	21	1	21
			Long. de la tubería (5.38 mt.)	3.281	1.40	4.59
						32.59
			Tee flujo lateral	21	1	21

F	101 mm.  (4")	360 LPM  (95.10 GPM)	Válvula de globo	110	1	110
			Filtro y	50	1	50
			Bushing de mayor a menor	11	1	11
			Long. de la tubería (1.29 mt.)	3.281	1.29	4.23
						196.23

Sección	Diámetro	Flujo	Accesorios	Long. Equiv.	Cant.	Long. Tot. (Ft)
---------	----------	-------	------------	--------------	-------	-----------------

#### Resistencia al flujo de la bomba F (b):

Por cada 100 G.P.M., la resistencia al flujo tiene un equivalente de 1 Pie columna de líquido, por lo que :

$$F(b) = 95.1 \text{ G.P.M.}/100 = 0.951 \text{ Pie columna de líquido}$$



A	76 mm.  (3")	360 LPM  (95.10 GPM)	Tee flujo lateral	16	2	32
			Codo 90°	8	1	8
			Válvula check no retroceso	19	1	19
			Long. de tubería (2.70 mt.)	3.281	2.70	8.86
						67.86
B	76 mm.  (3")	720 LPM  (190.22 GPM)	Tee de flujo lateral	16	1	16
			Codo 90°	8	4	32
			Válvula de bola	10	1	10
			Tee flujo recto	5	3	15
			Long. de la tubería (14.50 mt.)	3.281	14.50	47.57
						120.57
C	76 mm.  (3")	600 LPM  (158.52 GPM)	Tee flujo recto	5	1	5
			Long. de la tubería (3.85 mt.)	3.281	3.85	12.63
						17.63
D	76 mm.  (3")	480 LPM  (126.81 GPM)	Tee flujo recto	5	1	5
			Long. de la tubería (2.05 mt.)	3.281	2.05	6.72
						11.72
E	76 mm.  (3")	360 LPM  (95.10 GPM)	Tee flujo recto	5	1	5
			Long. de la tubería (3.85 mt.)	3.281	3.85	12.63
						17.63
F	76 mm.  (3")	240 LPM  (63.41 GPM)	Tee flujo recto	5	1	5
			Long. de la tubería (2.05 mt.)	3.281	2.05	6.72
						11.72
G	76 mm.  (3")	120 LPM  (31.70 GPM)	Tee flujo lateral	16	1	16
			Válvula de bola	10	1	10

			Bushing de mayor a menor	8.2	1	8.2
			Long. de la tubería (5.75 mt.)	3.281	5.75	18.86
						53.06
H	51 mm.	90 LPM	Tee flujo recto	3	1	3
	(2")	(23.78 GPM)	Long. de la tubería (0.05 mt.)	3.281	0.50	1.64
						4.64
I	51 mm.	60 LPM	Tee flujo recto	3	1	3
	(2")	(15.85 GPM)	Long. de la tubería (1.00 mt.)	3.281	1.00	3.281
						6.281
J	51 mm.	30 LPM	Tee flujo lateral	10	1	10
	(2")	(7.93 GPM)	Bushing de mayor a menor	6.4	1	6.4
			Long. de la tubería (1.00 mt.)	3.281	1.00	3.281
						19.681

#### Cálculo de F (d) en la descarga de la bomba:

Sección	Diámetro	Flujo	Accesorios	Long. Equiv.	Cant.	Long. Tot. (Ft)
K	13 mm.	30 LPM	Válvula de globo	10	1	40
	(1/2")	(7.93 GPM)	Válvula de bola	5	1	5
			* Ver cálculo de manguera (1.25mt.) y de válvula de llenado del recipiente			
						45.0

#### Resistencia al flujo en la manguera F(MG)

Se tienen 1.25 mt. de manguera en Ft:

$$1.25 \text{ mt.} \times 3.281 = 4.10 \text{ Ft.}$$

La resistencia al flujo para la manguera de ½" en 50 pies es de 30 PSI, por lo tanto:

$$4.10 \text{ Ft} = \underline{4.10 \times 30} = 2.46 \text{ PSI caída de presión}$$

1 PSI equivale a 4 pies columna de líquido.

$F(MG) = 2.46 \times 4 = 9.84$  pies columna de líquido.

#### Resistencia al flujo en la válvula de llenado del recipiente F(v).

Se tiene una válvula con acoplador de  $\frac{3}{4}$ ", por lo que la caída de presión será de 2.5 PSI.

$F(v) = 2.5 \times 4 = 10$  Pies columna de líquido.

### RESISTENCIA AL FLUJO EN LA TUBERÍA

Sección	Diam. nominal	Flujo	Long. equiv. (Le)	Pres. Col. Liq. por Pie de Tub. ( R )	Pie col. Liq. Total
<b>Admisión</b>					
A	76 mm (3")	180 LPM (47.55 GPM)	110.25	0.004	0.441
B	101 mm (4")	180 LPM (47.55 GPM)	24.65	0.002	0.0493
C	101 mm (4")	360 LPM (95.10 GPM)	24.65	0.006	0.1479
D	101 mm (4")	540 LPM (142.65 GPM)	24.65	0.012	0.2958
E	101 mm (4")	720 LPM (190.22 GPM)	32.59	0.020	0.6518
F	101 mm (4")	360 LPM (95.10 GPM)	196.23	0.006	1.1774
					<b>2.7632</b>

<b>Descarga</b>					
A	76 mm (3")	360 LPM (95.10 GPM)	67.86	0.025	1.6965
B	76 mm (3")	720 LPM (190.22 GPM)	120.57	0.088	10.6102
C	76 mm (3")	600 LPM (158.52 GPM)	17.63	0.068	1.1988
D	76 mm (3")	480 LPM (126.81 GPM)	11.72	0.036	0.4219
E	76 mm (3")	360 LPM (95.10 GPM)	17.63	0.025	0.4407
F	76 mm (3")	240 LPM (63.41 GPM)	11.72	0.013	0.1524
G	76 mm (3")	120 LPM (31.70 GPM)	53.06	0.001	0.0531
H	51 mm (2")	90 LPM (23.78 GPM)	4.64	0.017	0.0789

I	51 mm (2")	60 LPM (15.85 GPM)	6.28	0.008	0.0502
J	51 mm (2")	30 LPM (7.93 GPM)	19.68	0.005	0.0984
K	13mm (1/2")	30 LPM (7.93 GPM)	45.00	0.095	4.275
					19.0761

#### Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(d) + F(mg) + F(v)$$

$$F = 2.7632 + 0.951 + 19.0761 + 9.84 + 10 = 42.6303$$

$$F = 42.6303 \text{ Pies columna de líquido}$$

$$F = 12.99 \text{ metros columna de líquido}$$

#### Carga de altura:

$$\Delta X = X_2 - X_1$$

$$\Delta X = 2.50 - 2.00$$

$$\Delta X = 0.50 \text{ mt. columna de líquido}$$

#### Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de cilindros se considera de 3 kg/cm<sup>2</sup>, valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo.

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{3 \text{ Kg/Cm}^2 \times 10,000}{509 \text{ Kg/m}^3} = 58.94 \text{ m. col. líquido.}$$

Trabajo mecánico dentro del sistema de carga que tiene que vencer la bomba.

$\Delta P$

$$W = \delta x + \frac{\Delta P}{\rho} + F$$

$\rho$

**Sustituyendo:**

$$W = 0.5 + 58.94 + 12.99$$

W = 72.43 m. col. líquido.

#### **POTENCIA DE LA BOMBA:**

$$\text{Potencia} = \frac{W \times Q \times \rho}{76 \times E} = \text{C.F.}$$

**Donde:**

W = Trabajo mecánico dentro del sistema = 72.43 m. col. líquido.

Q = Gasto o caudal =  $720/60 \div 1,000 = 0.012 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$\rho$  = Peso específico del gas-líquido =  $509 \text{ Kg/m}^3$

76 = Factor de conversión.

E = Eficiencia de la bomba = 75 %

**Sustituyendo**

$$\text{Potencia} = \frac{72.43 \times 0.012 \times 509}{76 \times 0.75} = 7.76 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que cuenta la bomba es de 10 C.F.

Retorno de gas-líquido. Se indicó que para protección de las bombas por sobrecargas, se instaló una válvula automática para relevo de presión diferencial después de cada bomba, calibrada a  $5 \text{ Kg/Cm}^2$  ( $71 \text{ Lb/in}^2$ ).

#### **d) Carga de autos-tanque con bomba:**

Para cargar autos – tanque se cuenta con dos juegos de tomas alimentadas por la bomba cuatro, cuya capacidad es de 427.70 L.P.M. (113 G.P.M.). Por lo que un auto - tanque de 12,500 lts. al 90% de su capacidad se llenará en 26 minutos aproximadamente.

#### e) Carga de tanques para carburación:

Para el llenado de los tanques para carburación de las unidades que son propiedad de la misma empresa (AUTO-ABASTO) se cuenta con una toma de carburación alimentada por la bomba 1 cuya capacidad es de 151 L.P.M. (40 G.P.M.).

#### f) Justificación técnica de la potencia del compresor.

Condiciones de instalación:

Compresor Marca Corken Modelo 490

Motor eléctrico de: 15 C.F.

φ tubería de gas líquido; 76 mm.

φ tubería de gas-vapor; 51 mm.

Para un flujo de Gas L.P., en estado líquido por tubería de 76 mm (3") de diámetro, se recomienda que éste tenga un rango de velocidad de 67 a 265 cm/seg., (dato tomado de "Handbook Butane-Propane Gases") para reducir al mínimo las pérdidas por fricción en las tuberías. Por lo tanto, para transferencia de gas líquido de 749 L.P.M. (198 G.P.M.) seleccionada tenemos:

$$Q = V \times A \quad \text{de aquí: } V = Q / A$$

**Donde:**

Q = Caudal en cm<sup>3</sup>/seg.

V = Velocidad media en cm/seg.

A = Área transversal de la tubería = 47.7 Cm<sup>2</sup>

$$V = 749 \times (1,000/60)/47.7 = 261.7 \text{ cm/seg.}$$

Por lo que estamos dentro de los límites recomendados.

Condiciones de operación iniciales (1) y finales (2): (Según mediciones promedio observadas por el tipo de mezcla de Gas L.P., suministrado por Pemex).

$$P_1 = 7 \text{ Kg/Cm}^2 = 100 \text{ PSI} + 14.7 = 114.7 \text{ PSIA}$$

$$T_1 = 17.5^\circ\text{C} = 63.5^\circ\text{F}$$

$$P_2 = 11 \text{ Kg/cm}^2 = 156 \text{ PSI} + 14.7 = 170.7 \text{ PSIA}$$

$$T_2 = 33.3^\circ\text{C} = 92^\circ\text{F}$$

Relación de compresión (r):

$$r = P_2 / P_1 = 170.7 / 114.7 = 1.49$$

Exponente de compresión (k):

$$k = C_p / C_v = 1.15 \text{ para el Propano}$$

Eficiencia volumétrica (VE):

$$VE = 90\% \text{ (dato tomado de gráficas del fabricante)}$$

Desplazamiento mínimo del pistón (PD):

Para transferir un flujo de 749 L.P.M. (198 G.P.M.) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento de gas-vapor de:

$$PD = (G.P.M. / 7.48) \times r \times VE$$

$$PD = (198/7.48) \times 1.49 \times 0.90 = 35.5 \text{ CFM} = 603 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Velocidad máxima de operación (R.P.M.):

$$\text{R.P.M.} = \frac{PD}{PD/100 \text{ rpm}} = \frac{35.50 \text{ CFM} \times 100}{4.3 \text{ CFM}} = 825$$

(del fabricante, tenemos que para el modelo 490 el valor de PD / 100 R.P.M. = 4.3 CFM).

POTENCIA REQUERIDA (HP):

$$HP = (BHP/10 \text{ CFM}) \times PD \times 1.10$$

$$= 2.65 \text{ BHP/10 CFM} \times 35.50 \text{ CFM} \times 1.10$$

$$= 10.35 \text{ C.F.}$$

(De gráficas Brake Horsepower (BHP) del fabricante se obtiene un valor de BHP = 2.65 con  $k = 1.15$   $r = 1.49$  y  $P_1 = 115 \text{ PSIA}$ ).

La potencia del motor con que cuenta el compresor es de 15 C.F. el cual opera a 825 R.P.M., obteniendo un desplazamiento de 61 m<sup>3</sup>/hr. (36 CFM) y capacidad de 749 L.P.M. (198 G.P.M.)

## 5) TUBERIAS Y CONEXIONES.

### a) Tuberías y conexiones:

Todas las tuberías que se instalaron para conducir Gas L.P., son de acero al carbón cedula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 Kg/cm<sup>2</sup>, donde existen accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140-210 Kg/cm<sup>2</sup> y con tubería de acero al carbón sin costura cedula 80.

Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 30 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Los diámetros de las tuberías a instalar son:**

	Líneas		
TRAYECTORIA	LIQUIDO	RETORNO	VAPOR
De los tanques a tomas de recepción de remolques – tanque	76 y 101 mm.	-----	76 y 51 mm.
De los tanques al múltiple de llenado.	101, 76 y 51 mm.	76 y 51 mm.	-----
De los tanques a tomas de suministro	101, 76 y 51 mm.	76 y 51 mm.	76 y 51 mm.
De los tanques a toma para carburación	101, 76 y 51 mm.	76 y 51 mm.	76 y 51 mm.

En las tuberías conductoras de gas – líquido y en los tramos que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 Kg/cm<sup>2</sup> y capacidad de descarga de 22 m<sup>3</sup>/min. y son de 13 mm. (1/2") de diámetro.



Además, cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc marca Carboline Tipo R.P. 480, y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.

## **6) MULTIPLE DE LLENADO**

Se cuenta con un múltiple de llenado construido con tubería de acero al carbón cedula 40, sin costura, para alta presión de 76 mm (3") de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 21 Kg/cm<sup>2</sup>. Se instalaron a una altura de 2.70 metros y se tiene fijo al techo por medio de soportes especiales. El múltiple consta de seis ramificaciones con cuatro salidas cada una

El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm. (1/2") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm<sup>2</sup>, de 6.4 mm (1/4") toma inferior y carátula de 2 ½ " de diámetro.

## **7) BASCULAS DE LLENADO Y DE REPESO.**

### **a) Básculas de llenado:**

Sobre el muelle de llenado se tienen instalados 24 caudalímetros másicos, mismos que son usados para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, estos caudalímetros másicos están conectados para mejor protección al sistema general de "tierra", para el control de llenado de los cilindros, se cuenta con controles electro-hidráulicos para llenado, los cuales accionan por medio de una válvula solenoide la cual, al llegar al peso deseado cierra una válvula neumática que permite el paso del líquido.

### **b) Básculas de repeso:**

Se cuenta también en el muelle de llenado con dos báscula para repeso de recipientes portátiles, igualmente conectada a "tierra".

### **c) Llenadoras:**

Cada llenadora contará con los siguientes accesorios:

Una válvula de globo de 13 mm (1/2") de diámetro

Una válvula de cierre rápido de 13 mm (1/2") de diámetro

Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm (1/2") de diámetro

Dos abrazaderas macho "PYPESA" de 13 mm (1/2") de diámetro

Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 y 6.4 mm ( ½" x ¼") de diámetro.

#### **d) Vaciado de gas de los cilindros:**

Esta planta cuenta con un sistema para el vaciado de gas de los cilindros portátiles, el cual consta de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada (500 lts.) ubicado junto al muelle de llenado, cuenta con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 metros de altura, usado para desfogar la presión existente del tanque.

Está integrado de tres salidas conectadas al tanque antes mencionado y se colocó sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido de los recipientes. Esta instalación se encuentra ubicada en la parte posterior del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de residuos, es de acero cedula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 Kg/cm<sup>2</sup>, como mínimo, el diámetro de la tubería que va del múltiple de vaciado de residuos al tanque estacionario es de 32 mm. ( 1 ¼"), y el tubo de desfogue de 19 mm (3/4").

Los accesorios existentes son del mismo diámetro de las tuberías en que se encuentran instaladas. Las mangueras que se usan son especiales para Gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y diseñada para una presión de trabajo de 17.57 Kg/cm<sup>2</sup> y ruptura a 140 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **8) TOMAS DE RECEPCION, SUMINISTRO Y CARBURACION.**

- Las tomas de recepción y de suministro de los transportes se encuentran ubicadas por el lado Norte y Sur de los tanques de almacenamiento, respectivamente y la toma de carburación por el lado este.

#### **a) Tomas de recepción:**

- Para la descarga de remolques – tanque se cuenta con cuatro juegos de tomas que están formadas de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para extraer gas – líquido que se conectan a una tubería de 76 mm (3") de diámetro; además está integrado por una boca terminal de 51 mm (2" ) de diámetro, para conducir Gas - vapor que se interconecta a la tubería de 76 mm. (3" de diámetro).
- Las tomas para descargar los remolques – tanque están localizadas al lado Norte de los tanques de almacenamiento y se encuentran a una distancia de 7.50 metros del tanque de almacenamiento más próximo.
- El diámetro de la tubería que conduce gas – líquido es de 76 mm (3") y su boca terminal es de 50.8 mm (2") de diámetro. La tubería que conduce gas – vapor se tiene de 50.8 mm (2") de diámetro.
- En la toma de descarga de remolques – tanque de la toma de gas - líquido se cuenta con indicadores de flujo del tipo aguja, así como también con válvulas de cierre de emergencia de acción neumática, tanto en las tomas de gas – líquido como en las de gas – vapor.

#### **b) Tomas de suministro**

- Como se mencionó, la carga de auto – tanques se efectúa por medio de la bomba B4, teniendo la tubería desde los tanques de 76 mm. (3") y de 101 mm. (4") de diámetro, hasta llegar a la zona de carga, donde se cuenta con dos juegos de tomas, los cuales están formados

cada uno con tubería de 51 mm. ( 2") de diámetro y conservando el mismo diámetro en su boca terminal; la

- tubería que conduce Gas – vapor en esta trayectoria es de 51 mm (2") y de 76 mm (3") de diámetro, conservando el mismo diámetro de 51 mm. (2") en su boca terminal.
- Las tomas para llenado de autos – tanque están localizadas al lado sur de los tanques de almacenamiento y se encuentran a una distancia de 5.00 mt. del tanque de almacenamiento más próximo.
- En las tomas de carga de auto – tanques, se cuenta en la boca de Gas – vapor y en la boca de Gas – líquido con válvulas de cierre de emergencia de acción neumática.

#### c) Toma de carburación:

- Para la carga de tanques montados en vehículos propiedad de la misma empresa, se cuenta con una toma para carburación la cual se localiza por el lado Este de los tanques de almacenamiento, para su mejor seguridad se tiene dentro una zona de protección que esta construida con un machuelo de 0.60 metros de altura y esta ubicada a una distancia de 33.28 metros del tanque de almacenamiento más próximo.
- La carburación para los vehículos de la planta se hace por medio de la bomba B1, para ello se cuenta con una tubería a la descarga de 51 mm (2") de diámetro, hasta llegar al medidor para de allí salir con tubería de 32 mm (1 1/4") de diámetro conservando el mismo diámetro en su boca terminal.
- Todas las tomas cuentan en sus bocas terminales con una válvula de exceso de flujo de cierre automático, dos válvulas de globo recta, un tramo de manguera especial para Gas L.P. y un acoplador de llenado y una válvula automática doble no retroceso (Pull-away), siendo estos accesorios del mismo diámetro de la tubería en que se encuentran instalados y solo en las tomas para gas – liquido se cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presión hidrostáticas de 13 mm ( ½") de diámetro.

#### d) Mangueras:

- Todas las mangueras que se usan para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, construidas con el hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 Kg/cm<sup>2</sup> y una presión de ruptura de 140 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Se cuenta con mangueras en el múltiple de llenado para cilindros y en las tomas de recepción, suministro y carburación, estando estas protegidas contra daños mecánicos.
- Las mangueras cuando no están en servicio sus acopladores quedan protegidas con tapón ACME.

#### e) soportes:

- Las tomas, para su mejor protección, están fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P., los coples soldables que contienen a las abrazaderas cuentan con puntos de ruptura.

**Agosto de 2016**

---

**Proyectista**

Ing. Jorge Dueñas Kittrell

Cédula Prof. No. 1024155 DGP SEP

---

**Representante Legal**

Efrén Rodríguez Reyes

---

**ENTIDAD DE VERIFICACIÓN S.A. DE C.V.**

Francisco Javier Orduña Rodríguez

Gerente Técnico

No. de Registro: UVSELP 191-C

## **DATOS DE EL MEDIO FISICO DONDE SE UBICA LA INSTALACIÓN.**

### **2.3. MEDIO FISICO NATURAL**

#### **2.3.A. Análisis de los Factores Naturales**

##### **2.3.A.1. Topografía**

La topografía del Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" presenta dos tipos de relieves, las semiplanas con pendientes de entre 15 y 30% ubicadas al pie de monte volcánico de la primavera en el límite suroeste del distrito equivalentes al 18% de la superficie del Distrito, las áreas planas con pendientes de entre el 0 al 15% representan el

82% de la superficie total, las cuales Bazant<sup>8</sup> divide en tres rangos de la siguiente manera:

menores al 5% pueden ser aptas para el diseño urbano, pero dado lo plano de ellas, facilitan la recarga de los mantos acuíferos. Por ello es necesario, que dichas áreas sean destinadas para la agricultura o áreas verdes. Las pendientes entre el 5 y 10% cuentan con mejores características y son óptimas para el asentamiento humano. Las superficies con este tipo de pendiente facilitan el escurrimiento y evitan inundaciones. Por último las pendientes entre el 10 y el 15% requieren mayores movimientos de tierra debido a los corte, y así como las pendientes semiplanas, el costo en las obras de urbanización se eleva este tipo de pendiente es la más favorable para el desarrollo urbano ubicadas al centro y norte del Distrito.<sup>9</sup>

### 2.3.A.2. Hidrología

El Distrito se encuentra en la subcuenca Río Blanco, Boca de la Arena-El Bajío, La Venta y una pequeña fracción de la subcuenca Las Tortugas.<sup>10</sup> Los escurrimientos que convergen al sur del Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" se unen en los bordes de la carretera a Nogales, los arroyos que se encuentran al norte del Distrito corren del centro hacia el norte mismos que desembocan en el cañón del Río Grande de la cuenca Río Grande-Guadalajara esta pertenece a la Región Hidrológica RH12 Lerma Santiago.<sup>11</sup>

Los arroyos tienen una longitud de 86.20 m.<sup>12</sup>

### 2.3.A.3. Edafología

La mayor parte de la superficie del Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" está compuesta por Regosol Eútrico, como suelo primario la característica principal del Regosol es presentar poca materia orgánica y están asociados con afloramientos de roca

---

8 Bazant S. Jan (1986). Manual de Criterios de Diseño Urbano. México: Trillas. Pp. 125

<sup>9</sup> CUCSH U de G, H. Ayuntamiento de Zapopan. (2006). Proyecto Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Zapopan, Modelo Digital de Elevación, Zapopan, Jalisco

<sup>10</sup> CUCSH U de G, H. Ayuntamiento de Zapopan. (2006). Proyecto Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Zapopan, Hidrografía, Zapopan, Jalisco

<sup>11</sup> Ceas Jalisco 2010

<sup>12</sup> CUCSH U de G, H. Ayuntamiento de Zapopan. (2006). Proyecto Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Zapopan, Hidrografía, Zapopan, Jalisco

y tepetate (.INEGI, 2008:18)<sup>13</sup>, inservibles para la agricultura pero son suelos recomendables para el desarrollo urbano. Como suelo secundario se presentan el Feozem Háptico<sup>14</sup>, sus características dependen de su profundidad ya que a mayor profundidad y en conjunto con planicies son aptos para la agricultura de riego o temporal con rendimientos altos, a menor profundidad sus limitantes como la roca o cimentaciones causan rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, solo en algunas áreas, particularmente en donde se registran inundaciones. Su uso para el desarrollo urbano debe condicionarse. En los arroyos su lecho está conformado por Fluvisol Eútrico que se caracteriza por estar formado de materiales acarreados por el agua generalmente con una estructura débil o suelta ya que se trata de suelos acarreados por el agua, algunos de los subtipo de presenta capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua en los ríos<sup>15</sup> Predomina la textura media a gruesa con un grado de erosión que varía de ligero a muy alto en todo el Distrito, donde el ligero pierde menos de 10 toneladas de suelo al año, el moderado pierde de 10 a 50, el alto de 50 a 200 y el muy alto pierde más de 200 toneladas de suelo por hectárea al año.<sup>16</sup>

#### **2.3.A.4 Geología**

Se presenta Riolita, Toba Riolítica, Suelos y depósitos aluviales, pertenecientes al periodo Cuaternario y a la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM) <sup>17</sup> su uso es recomendable como material de construcción y para urbanización con mediana y alta densidad.

Debido a que Zapopan y la Zona Metropolitana se encuentran en una zona de riesgo sísmico medio en Jalisco, se presentan peligros por estructuras tectónicas particularmente en el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" se presentan grietas, hundimientos por condiciones geotécnicas y probabilidad de grietas por sufusión.

#### **2.3.A.5. Clima**

El clima en Zapopan es Subhúmedo lluvioso, templado- cálido.

La precipitación promedio anual del municipio de Zapopan es de 917.4 mm. El periodo promedio de lluvia en Zapopan es entre los meses de mayo a octubre; en que se

<sup>13</sup> INEGI(2008). Guía para la interpretación de Cartografía y Edafología. Aguascalientes Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

<sup>14</sup> CUCSH U de G, H. Ayuntamiento de Zapopan. (2006). Proyecto Ordenamiento Ecologico Territorial del municipio de Zapopan, Edafologia, Zapopan, Jalisco

<sup>15</sup> INEGI(2008). Guía para la interpretación de Cartografía y Edafología. Aguascalientes Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

<sup>16</sup> CUCSH, U. d. (2006). Memoria Tecnica, Caracterizacion SubFísico-Biótico. En *Proyecto Ordenamiento Ecologico Territorial del municipio de Zapopan* (pág. 134). Zapopan.

<sup>17</sup> CUCSH U de G, H. Ayuntamiento de Zapopan. (2006). Proyecto Ordenamiento Ecologico Territorial del municipio de Zapopan, Geologia, Zapopan, Jalisco



registran 839 mm de media anual. La época de estiaje es de noviembre hasta mediados de mayo.

Durante el invierno, la zona se encuentra dominada por las masas de aire polar continental, disminuyendo ligeramente las temperaturas y ocasionalmente propiciando lluvia ligera.

En primavera el clima es cálido y semicálido, las temperaturas promedio superan los 22° C y no hay lluvia. Éstas se presentan en el verano y con ellas un descenso de la temperatura, provocando condiciones ambientales cálidas y húmedas. El otoño es semicálido, templado cálido y templado frío, y el invierno templado frío.

En el período de calor, se presenta otra condición de circulación, por lo que los procesos en la región están determinados por una circulación anticiclónica, esto significa que los movimientos del aire son lentos y más estables.<sup>18</sup>

#### **2.3.A.6. Flora y Fauna**

La planicie del Valle de Tesistán está conformada por el bosque tropical caducifolio integrado por pastizal inducido que surge de la vegetación original al ser eliminada (áreas urbanas), esta vegetación está principalmente integrada por encinos, vegetación secundaria o matorral sub inerte, este tipo de vegetación está compuesto por plantas espinosas o inermes que en combinación con vegetación secundaria se encuentran diseminadas, en áreas reducidas. Entre los árboles y arbustos que se pueden encontrar son los siguientes: Maguey mezcalero, Anona de cerro, Cacalosúchil, Pochote Clavellina, Copal, Papelillo, Nopal rastrero, Nopal del cerro, Perritos, Órgano o cardón, Pitayo, Ozote, Palo blanco, Palo Brasil, Guaje, Tepeguaje, Tepemezquite, Guamúchil, Palo de hierro.<sup>19</sup>

#### **2.3.B. Síntesis del medio físico natural**

El Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" está conformado principalmente por pendientes ubicadas dentro del rango del 0 al 15% y del 15 al 30%. El 82% de la superficie del Distrito es plana por lo que es óptima para la agricultura, de ahí la importancia de preservar esta zona como agrícola. Existen asentamientos humanos en zonas de riesgo natural, que presentan fallas geológicas, las cuales por ser de origen ejidal anteriormente se utilizaban para la agricultura.

En el distrito se encuentran superficies de 6 subcuencas hidrológicas, convergen escurrimientos y se localizan al norte algunos arroyos

<sup>18</sup> CUCSH, U. d. (2006). Memoria Técnica, Caracterización SubFísico-Biótico. En *Proyecto Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Zapopan* (pág. 141-151). Zapopan.

<sup>19</sup> CUCSH, U. d. (2006). Memoria Técnica, Caracterización SubFísico-Biótico. En *Proyecto Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Zapopan* (pág. 141-151). Zapopan.

La mayor parte del suelo está conformada por Regosol. Y en cuanto a geología es importante mencionar el riesgo sísmico que existe en la zona así como otros riesgos por estructuras tectónicas.

## 2.4. MEDIO FÍSICO TRANSFORMADO

### 2.4.A. Estructura Urbana y Tenencia de Suelo

Debido a que el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea" se encuentra en la etapa inicial de su crecimiento aun no se identifican unidades urbanas, más bien predominan los usos agrícolas. Dentro del Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" se localizaron 22 ejidos en los cuales se localizan 14 colonias y algunas instalaciones de relevancia que a continuación se describen.

La colonia ubicada en propiedad aún ejidal es Los Ángeles de Nextipac

Tabla 15 Superficie por tipo de propiedad Distrito Urbano ZPN-9

TIPO DE PROPIEDAD	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	% EN DISTRITO
PROPIEDAD EJIDAL	124,850.6	0.17
PROPIEDAD MUNICIPAL	713,719.3	0.97
PROPIEDAD ESTATAL	135,584.1	0.18

Fuente: Elaboración propia. H. Ayuntamiento de Zapopan 2010-201

Tabla 15 Listado de colonias y poblados ubicadas en el Distrito ZPN-9

Anexo a Jardines de Nuevo	Praderas de San Antonio (La	Héroes Nacionales
Rincones de San Antonio	Unidad Militar	Hacienda San Acacio

Rancho Contenido	Hípico	Bajío, El
POBLADOS		
Agujas, Las	Higuerillas	Puerta, La
Bajío, El	Magdalena, La	Puerto Rico
Boca de la Arena	Mojonera	Ratonera, La
Bóveda, La	Ocote, EL	Soledad, La
Crucero de la Base	Ocotera, La	Tres Hermanos
Cruz Verde	Palma, La	Triangulo, El
Cuchilla, La	Palomas, Las	Valle de Guadalupe
Esperanza, La	Plan de Noria	Zapotillo
Goter, La	Pozo Blanco	

Fuente: Elaboración propia. H. Ayuntamiento de Zapopan 2010-2012, Programa Municipal de Desarrollo

#### 2.4.A.1 Asentamientos Irregulares y en Proceso de Regularización

En el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" se localizo un asentamiento irregular sobre los ejidos del Nextipac y Nextipac expropiados.

#### 2.4.B Uso Actual del Suelo

Los usos mencionados en la siguiente tabla son únicamente los que se presentan en el distrito. Para el cálculo de las superficies se tomaron en cuenta solo los predios incorporados oficialmente al suelo urbano municipal; no se contabilizaron las áreas no urbanizadas ni las calles por lo que la superficie total no será igual a la superficie de distrito.

Tabla 18 Superficie y porcentaje por uso de suelo en el Distrito Urbano ZPN-9

TIPO DE USO	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	PORCENTAJE
ACTIVIDADES EXTRACTIVAS	647,499.77	0.95
AGROPECUARIO	38,739,439.65	57.08
ÁREA SILVESTRE	877,897.52	1.29
BALDIO	1'943,398.15	2.86
COMERCIO	565,734.43	0.83
EQUIPAMIENTO INSTITUCIONAL	8,294,831.66	12.22
ESPACIOS VERDES, ABIERTOS Y		
RECREATIVOS	2,107,495.69	3.11
GRANJAS Y HUERTOS	274,352.87	0.40
HABITACIONAL	2,212,521.29	3.26
INDUSTRIA	1,700,881.60	2.51
INSTALACIONES ESPECIALES	269,131.21	0.40
INFRAESTRUCTURA	245,892.61	0.36
MIXTO	7,901.30	0.01
SERVICIOS	426,844.09	0.63
TURISTICO HOTELERO	199,284.39	0.29

El Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" tiene un 57% de su superficie con un uso agropecuario, a diferencia de la mayoría de los demás distritos que la mayoría de su superficie tiene un uso habitacional.

#### 2.4.B.1 Habitacional

Las viviendas con características de unifamiliares predominan en el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" con 978,842.98 viviendas, seguidas del habitacional jardín. Toda el área ocupada por vivienda tiene una extensión de 2,215,521.29 m<sup>2</sup> que corresponde al 3.26% de la superficie del Distrito.

Tabla 19 Densidad de Viviendas Distrito Urbano ZPN-9

CATEGORIA	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	%
VIVIENDA UNIFAMILIAR	978,842.9	44.19%
VIVIENDA PLURIFAMILIAR HORIZONTAL	424,429.5	19.16%
HABITACIONAL JARDIN	809,248.8	36.53%
<b>SUPERFICIE TOTAL HABITACIONAL</b>	<b>2,215,521.2</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: H. Ayuntamiento de Zapopan 2010-2011

#### 2.4.B.2 Comercio

Solo se encuentra un área comercial en el corredor formado por Av. Aviación, que cubre con un nivel de servicio Distrital, Central y Regional, además de esta vialidad no se identifican áreas comerciales de mayor impacto, aunque uno de sus límites al norte es la Carretera a Tesistán, no se ha convertido en un corredor comercial, por lo menos en dicho tramo.

La relación entre la cantidad de predios y superficie frecuentemente no será similar, ya que mientras más alta es la jerarquía del uso igualmente mayor es su superficie, pero la cantidad de estos es menor, por lo tanto, los comercios vecinales y barriales en el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" se encuentran más presentes en cuanto a cantidad, sobre todo los de intensidad baja (CV1) y alta (CB4). En los

distritales predomina la intensidad baja (CD1) al igual que en los centrales (CC1). Los comercios regionales solo están presentes en 5 predios (ver tabla 20).

#### **2.4.B.3 Servicios**

En el uso de servicios, predomina el servicio distrital de intensidad baja representando el 0.22% con respecto al total de los predios en el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" y

#### **2.4.B.4 Industria**

En el municipio de Zapopan radican 18 parques Industriales de los cuales 4 se encuentran en el Distrito Urbano ZPN-9 "Base Aérea-El Bajío" (ver tabla 23)

Aun fuera de los parques industriales, aisladamente existen industrias grandes e importantes para el desarrollo económico del municipio.

# **PROCEDIMIENTO DE OPERACION DE LA PLANTA.**

## **1.- INTRODUCCION**

En este tipo de plantas se maneja un solo producto, el cual, como una mezcla de GAS PROPANO Y BUTANO, a través de autotransportes equipados especialmente para el traslado de este producto.

Contamos en nuestras instalaciones con tanques de gran capacidad, los cuales nos sirven como almacén de 40,000 a 253,000 de capacidad.

### **1.1.- DEPARTAMENTOS QUE INTEGRAN LA PLANTA.**

#### **A) DESCARGA Y LLENADO**

En esta área trabaja personal altamente calificado, cuyas funciones principales son: Descargar los autotransportes enviados, cargar los auto-tanques propiedad de la empresa, controlar el Gas existente en los tanques de almacenamiento y verificar que todo el equipo existente se encuentre en óptimas condiciones. Estas operaciones deben ser realizadas por un alto sentido de responsabilidad y seguridad.

#### **B) PLATAFORMA.**

Su función principal es de llenar cilindros portátiles siguiendo las normas de seguridad y verificando que este recipiente se encuentre en perfecto estado y que la cantidad y peso sean los correctos.

Además de estas actividades, las personas que laboran en este departamento son responsables de evacuar los residuos de los cilindros, envalvularlos, pintarlos y contar con las dotaciones para cada unidad de reparto.

#### **C) MANTENIMIENTO**

En este departamento se cuenta con personal calificado, el cual se encarga de todo el equipo existente en planta, tanto eléctrico, mecánico, de Gas, de seguridad, etc., que se encuentren en perfectas condiciones de trabajo.

Así mismo, se encargan de darles mantenimiento preventivo y correctivo a las unidades de reparto en sus sistemas mecánicos y de Gas.

## **D) VIGILANCIA**

Este departamento es el encargado de salvaguardar la integridad física del personal, así como los bienes propiedad de la empresa, procurando siempre reflejar una buena imagen de la misma.

## **E) ADMINISTRATIVO**

**CAJERO:** Recibe el efectivo generando por las ventas del día, ya sea en cilindros o tanques estacionarios, depositando este mismo inmediatamente en la caja de seguridad de maroma para ser llevado al banco a través del Servicio Panamericano de Protección.

## **2.- DEFINICIONES**

**GAS L.P., (Licuado de Petróleo).**- El Gas L.P., es un producto que al someterse a presión se transforma en líquido, estado en el cual se facilita su transportación y almacenamiento, el cual al contacto con el medio ambiente vuelve a su estado gaseoso. Su composición química es: Gas Propano-Butano y algunas impurezas como el propileno y butileno.

**PLANTA DE ALMACENAMIENTO.**- lugar fijo y adecuado para almacenar Gas L.P., el cual cuenta con instalaciones apropiadas para efectuar el trasiego de este, utilizando recipientes adecuados.

**AUTOTRANSPORTE.**- Vehículo que cuenta con un tanque de gran capacidad (de 40,000 a 50,000 Lts.) el cual tiene el equipo necesario para transportar el gas de las instalaciones a las plantas de almacenamiento.

**AUTOTANQUE.**- Vehículo que cuenta con tanque de menor capacidad que el autotransporte ( de 5,500 a 18,000 Lts.), el cual cuenta con el equipo necesario para transportar el Gas con mayor seguridad, de las plantas de almacenamiento a los consumidores.



**TANQUES DE ALMACENAMIENTO.-** Recipiente fabricado de acuerdo a la norma NOM-021/1/SCFI-1993, colocado sobre bases de sustentación, a una altura de 1.80 Mts., equipado con una carátula magnética de medición (MAGNATELL); Un medidor rotativo (ROTOGAUGE); Válvulas de seguridad (MULTIPOINT); Manómetro, termómetro, purgas de máximo llenado y tanto en las tuberías de entrada como de salida con válvulas de exceso de flujo y válvulas de cierre rápido, además están conectados a tierra para evitar problemas con descargas eléctricas o rayos.

**EQUIPOS DE TRASIEGO.-** Bombas y compresores fabricados para el manejo de Gas L.P., acoplados a motores eléctricos a prueba de explosión. Entre los accesorios que lo integran, está la válvula de relevo hidrostático, indicador de flujo, Manómetro de presión y filtros.

**LINEAS DE LIQUIDOS.-** Esta tubería como su nombre lo dice, sirve para transportar el Gas en forma de líquido, ya sea del autotransporte a nuestro almacén o de nuestro almacén a los auto-tanques. Esta se encuentra pintada de blanco, instalada a una altura mínima de 15 cm., del piso, contando con válvulas de seguridad colocadas estratégicamente y calculadas para que funcionen cuando la presión exceda de 17.5 Kg/cm<sup>2</sup> al mismo tiempo, y con el fin de aislar los tanques de almacenamiento de las tomas de descarga o llenado según sea el caso, cuentan con válvulas que pueden ser de globo, esfera o cierre rápido, manuales y/o automáticas.

**LINEAS DE VAPOR.-** Al igual que las de líquido son cédula 80, y como su nombre lo dice, transporta el Gas en forma de vapor, reuniendo todas sus características, solo que éste está pintado de color amarillo y sirve para sacar o meter presión a las unidades y lograr así llenarlas o descargarlas según sea el caso.

**LINEAS DE RETORNO.-** Estas al igual que las anteriores, están echas con tubo de hierro cédula 80, se encuentran pintadas de color blanco con bandas verdes y solo existen en el área de llenado de auto-tanques. Siendo su objetivo principal retornar aquel Gas excedente, resultado de la capacidad de bombeo y la recepción del auto-tanque, cuando el primero sea mayor que le segundo.

**MANGUERAS.-** Existen dos clases de mangueras, una para líquido y otra para vapor, la primera se identifica por tener 2 " de diámetro, mientras que la segunda tiene 1 ¼ " , están fabricadas para resistir presión máxima de 140 Kg/cm<sup>2</sup>, contando ambas en sus extremos con una válvula de cierre rápido y un acoplador.

**MUELLE DE LLENADO.-** Plataforma construida en su totalidad con materiales incombustibles con 2 escaleras, techo apropiado para que exista ventilación que se divide en zonas de descarga, carga, eliminación de residuos, envalvulando y pintura y cuyo piso está libre de imperfecciones. Su borde está protegido con tablones de madera para evitar chispas. Sus múltiples de llenado, en todos sus elementos son para alta presión y están conectados al sistema de tierra.

### **3.- OPERACION.**

#### **a) DESCARGA DE AUTOTRANSPORTES.**

**Al ingresar este a la planta los pasos a seguir son los siguientes:**

- El operador entrega la documentación a vigilancia, donde se verifica que el destino sea el correcto, una vez certificado lo anterior, sellan la hora de llegada fecha de cada una de las hojas del tráfico y registran sus datos en FORMATO GL-BIT- VI 001 bitacora diaria de entradas y salidas de Autotransportes a descarga. Por su parte el vigilante checará que el tubo de escape tenga su mata chispas. Así como que no traiga ningún objeto extraño rodeando todo el autotransporte. Hecho esto, regresan sus papeles al conductor y permiten la entrada a las instalaciones, en caso de existir tomas desocupadas, en caso contrario se le pedirá aguardar turno fuera y los papeles al conductor y permiten la entrada a las instalaciones, en caso de existir tomas desocupadas, en caso contrario se le pedirá a guardar su turno fuera y los papeles se entregan al descargador. Toda vez que entra el autotransporte a las instalaciones, solo el conductor podrá ir dentro de la cabina, y si existen más personas, éstas deberán aguardar fuera de las instalaciones.

- Ya dentro de las instalaciones, el conductor se deberá dirigir al descargador para que le asigne la toma en que se estacione. Después de lo cual le entregará sus papeles si los lleva consigo.

- Toda vez que el transporte este en posición de descarga, el plantero deberá realizar las siguientes operaciones:

- \* Verificación de su destino y procedencia
- \* Colocación de trancas, ganchos de seguridad y conexión a tierra.
- \* Tomar presión, porcentaje y capacidad de autotransporte.

- \* Se purgan las válvulas de líquido.
- \* Conectar mangueras de líquido y la de vapor.
- \* Si la presión del transporte es menor que la del almacén:

Abrir válvula de vapor para igualar presiones, pero si es mayor, se abren lentamente las válvulas de líquido para que no se chequen, descargando así por gravedad hasta igualar presiones.

- Una vez que tenemos igualdad de presiones tanto en el almacén como en el autotransporte:

- a) Revisar el compresor que el nivel de aceite sea el correcto.
- b) Purgar el compresor para verificar que en la línea de vapores no exista líquido.
- c) Verificar la posición de las válvulas de 4 vías y las válvulas de cierre rápido en la línea de vapor, para que la presión del compresor llegue al autotransporte o autotransportes a descargar.

Hecho el paso anterior, hace funcionar el compresor para que mediante el aumento de gas vapor dentro del autotransporte se desplace el líquido hacia los almacenes.

- Es importante que en cuanto se inicie la descarga, con ayuda de las válvulas de aguja, las cuales se encuentran en las líneas de líquido, se tome una muestra de Gas en el hidrómetro, con el fin de verificar la temperatura, presión y densidad del Gas L.P., de cada transporte que se descargue.

- Hecho todo lo anterior, se procederá de la siguiente manera:

- a) Todos los datos obtenidos se deberán registrar en las formas correspondientes.
- b) Periódicamente verificar el funcionamiento del compresor y que el Gas líquido que esté fluyendo normalmente a través de las mangueras, sea correcto.

Así mismo, cuando se crea transcurrido el tiempo de descarga, mediante las válvulas de aguja, ver si lo que está pasando a través de las mangueras todavía es gas líquido, pero si lo que sale es vapor, el transporte se considerará descargado.

- Verificar que no existe líquido en las válvulas de descarga del autotransporte, a través de la purga existente en cada una de ellas.

- Verificar la no existencia de Gas en el autotransporte con el medidor de nivel (magnatel).

- Hecho lo anterior, si el autotransporte ya no contiene líquido, se procederá a cerrar las válvulas de cierre rápido, apagar el compresor para invertir las palancas de flujo de vapor, volviendo a hacer funcionar el compresor, sacando así la presión existente en el transporte. Se desconectan las mangueras líquido, se purgan las válvulas de líquido para verificar que tiene sólo presión. Cuando la presión en el tanque es de 2 ½ Kg/cm², la operación de descarga ha terminado, desconectando la manguera de vapores quitando ganchos de seguridad, conexión a tierra y las trancas.
- Ya por último, los documentos del conductor, conocidos como tráficos, se sellan anotando en ellos hora de arribo, hora de salida. la fecha y la firma de descargador, entregándole sólo las hojas 1 y 2, quedándose con la última y la copia de la factura si es que la trae.
- Para salir el autotransporte de la planta, el vigilante deberá verificar que el autotransporte ha sido descargado mediante el medidor de nivel (magnatel), verificando esto, le da paso y registra la hora de salida, la fecha, el porcentaje y la presión.

### **LLENADO DE AUTOTANQUES**

- Al ingresar un auto-tanque a la planta, ésta deberá hacer un alto total frente a la caseta de vigilancia, e indicar al vigilante el porcentaje de Gas que contiene su unidad, el vigilante anotará esto en la FORMATO FOR-GL-VIG-001 el cual contendrá además, el nombre de cada conductor por unidad, la hora de arribo y el porcentaje respectivo.
- Toda vez que el conductor llegue al área de llenado, el ayudante deberá bajar de la auto-tanque para ayudarlo a estacionarse correctamente, con el fin de evitar accidentes.
- El llenador tomará la lectura en el medidor- rotativo del porcentaje de gas con que llega, colocará la tranca conectará a tierra la auto-tanque valiéndose del borne de bronce y colocará el gancho de seguridad.
- Se conectan las mangueras, primeramente la de vapor (1 ¼ " Ø ), abriendo la correspondiente válvula con el fin de igualar la presión del tanque a la del almacén, hecho esto se conecta la válvula de líquido ( 2" Ø ), abriéndose lentamente para que la válvula de exceso de flujo existente en la tubería no choque obstruyendo el llenado.
- Se verificara nivel del auto-tanque por medio de medidor magnatel el cual nos indicara en porcentaje del unto-tanque.
- El llenado de auto-tanques, se efectúa a través del bombeo, para lo cual la capacidad de una bomba sirve para llenar dos pipas al mismo tiempo, por lo cual cuando solo hay una, se tendrá que abrir la válvula de retorno colocada sobre la bomba, donde inicia la tubería color verde, de tal forma que el Gas excedente retorne al almacén.

- Frecuentemente se deberá verificar que tanto el Gas como el vapor estén fluyendo normalmente, así mismo, revisa el porcentaje para evitar que un descuido este se pase del 90% y se tenga que traspalear o regresar al almacén el Gas excedente.
- Una vez lleno se desconecta la bomba o se abre el retorno según sea el caso, para poder cerrar las válvulas, hecho esto se abrirá la purga colocada en el acoplador de la válvula de líquido, para que salga del Gas confiando en éste, mientras esto sucede se verificar el porcentaje de llenado, hecho esto ya no deberá estar saliendo Gas ni presión por la purga del acoplador (en caso contrario, cerrar ésta y hablar al personal de mantenimiento ya que indica que las válvulas de la pipa no cierran y por ningún motivo se desconectará sin las precauciones necesarias). Si ya no sale presión se procederá a desconectar ambas mangueras, quitar conexión a tierra, gancho de seguridad y tranca.

## PAPELERIA

- **FORMATO DE LLENADO:** El llenador deberá llenar todos los campos del FORMATO FOR-GL-LL-001 de llenado de auto-tanques por cada viaje que se efectúe;
- **SALIDA.-** Una vez que el auto-tanque esté lleno, se elabora FORMATO FOR-GL-ZI-SA-001 anotando características del Gas, capacidad de la auto-tanque al 100%, el número de la auto-tanque, la fecha y su firma. (Esto se efectuará toda vez que sea llenada alguna auto-tanque).
- **LIQUIDACION.-** Esta forma será entregada al operador del auto-tanque con la siguiente información: el número de la auto-tanque, la fecha, las lecturas del medidor inicial y final, firmando como responsable.

## c) MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES PORTATILES.

- Plataforma construida en su totalidad con materiales incombustibles con 2 escaleras, techo apropiado para que exista ventilación libre y que se divide en zonas de descarga, carga, eliminación de residuos, envalvulando y pintura, cuyo piso esta libre de imperfecciones. Su borde está protegido con tablones de madera para evitar chispas. Sus múltiples de llenado, en todos sus elementos son para la alta presión y están conectados al sistema de tierra.

## d) MANTENIMIENTO (GAS)

- Realizar la programación del mantenimiento preventivo en la planta.
- Realizar la programación del mantenimiento preventivo en las unidades de reparto.

- Efectúan pruebas en los equipos de seguridad existentes en la planta dichas pruebas se deben asentar en el FORMATO FOR-GL-SIS-001 de sistema contra incendios la revisión de aspersión y hidrante se debe llenar en el FORMATO FOR-GL-HI-001 se deberá llenar FORMATO FOR-GL-EXT-001 formato de revisión de extinguidores; se deberá llenar FORMATO FOR-GL-DET-001 de detector de humo, también se llenara FORMATO FOR-GL-PR-001 de pruebas de alarmas, se debe llevar FORMATO-BIT-OCU-001 bitácora ocular diaria de las unidades de reparto y estacionario llenadas por el operador antes de salir a venta.

### **MANTENIMIENTO (AUTOMOTRIZ)**

- Efectúan reparaciones menores.
- se deberá llenar bitácora de las reparaciones efectuadas a las unidades en el taller.
- En caso de reparaciones mayores, mandan la unidad al taller y cuando es regresada esta, verifican que la reparación esté hecha a satisfacción, caso contrario, ésta será regresada como reclamación.

### **e) VIGILANCIA**

Sus principales funciones son:

- Ver que ninguna persona ajena a la planta entre a las instalaciones sin debida autorización.
- Checar la puntualidad del personal, reportando al jefe inmediato todas aquellas personas que lleguen después de 10 minutos.
- Proporcionar a visitantes, proveedores, vendedores, inspectores, etc., un gáfete de visitantes y elaborar una orden de ingreso, los cuales serán entregados a la salida de éstos con la orden de ingreso firmada por la persona que los atendió.
- No permitir el acceso a empleados fuera de las horas normales de trabajo, salvo con autorización.
- Deberá revisar en horas no hábiles y días festivos el orden y detectar fallas posibles como lámparas fundidas, fugas de agua, etc.
- Deberá llevar un control estricto de las entradas y salidas de vehículos propios o ajenos que entren o salgan de la empresa.
- Controla la salida de Gas de la planta en autotransporte, auto-tanques, camionetas, etc., mediante controles como salida de Gas, lectura de medidor magnatél, etc.

- Así mismo controla la salida o entrada de material o equipo, verificando cada movimiento, valiéndose de la salida de materiales o la factura según sea el caso.
- Evitar que los vehículos se manejen dentro de la planta a una velocidad superior a los 10 Km./Hr. debiendo obligarlos a hacer alto total al entrar o salir de la planta, manteniendo las banderolas abajo.
- Deberá revisar sin excepción los bultos, maletines, valijas, etc., de aquellas personas ajenas al grupo y que por algún motivo quiera ingresar a ésta.
- Tomar las medidas que crea pertinentes en caso de emergencia.
- Todo el tiempo deberán apegarse al manual de vigilancia vigente.

#### **f) LIQUIDADORES.**

- Recibir de los operadores de auto-tanque la liquidación del día, revisando que tanto las lecturas del medidor como los litros vendidos coincidan.
- Corregir errores en notas de ventas, tanto por importes, números de cuenta, domicilios, nombre del cliente.
- Elaborar un reporte diario desglosando las ventas de crédito, contado, carburación, servicio medido y separar las pruebas hechas en el equipo.

#### **g) REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD**

Dentro de las instalaciones de la planta se deberán guardar las siguientes normas:

- No fumar tanto en la planta, como al encontrarse en alguna de las unidades de la empresa.
- Si desconoces alguna operación, no la realices, debes de preguntar antes de realizarla y llevarla a cabo única y exclusivamente cuando se haya entendido al 100%.
- No permitir que se desconecte el tractor del tanque dentro de la empresa, en el caso de los autotransportes.
- Queda estrictamente prohibido realizar reparaciones en las áreas de llenado y de descarga.

- Queda estrictamente prohibido el realizar reparaciones a vehículos, pasar corriente afuera del taller de mantenimiento, y en especial en las cercanías al área del tanque.
- Nunca deberá quedar un tanque de almacenamiento a un porcentaje de llenado mayor de 90%, ni hacer trabajar el equipo de bombeo cuando exista un porcentaje menor al 5%.
- Todo el tiempo deberán portar el equipo de seguridad, en horas de trabajo.
- Está prohibido el paso al área del tanque, carburación, descarga, suministro y andén de llenado a todo personal ajeno a la operación.
- En caso de taller mecánico, con alguna reparación que implique o se corra el riesgo de producir chispas, siempre se deberá verificar que no se tenga una atmosfera explosiva en el lugar.
- No recargar cilindros en malas condiciones.
- Queda estrictamente prohibido hablar por celular en el área de descarga, suministro, carburación y plataforma.
- En caso de una contingencia, todo el personal deberá seguir al pie de la letra todas las indicaciones proporcionadas por los brigadistas de la empresa.
- En caso de una contingencia se deberán de seguir los pasos marcados en el plan de emergencias.
- Todo empleado o persona de nuevo ingreso, sin excepción alguna, recibirá el Curso Elemental de Gas L. P.
- Toda persona sin excepción alguna deberá portar su gafete de identificación al ingresar a las instalaciones de la planta (y deberá de esta visible durante todo el tiempo que permanezca en la empresa).
- Cualquier persona que ingrese a la planta, deberá ser plenamente identificada en el registro de visitas y autorizada su entrada por jefaturas correspondientes.
- Ningún vehículo, ya sea de reparto, jefaturas o visitantes, podrá exceder la velocidad máxima permitida en el interior de la planta, que es de 10 km/hr.



- Queda prohibido soldar o realizar cualquier tipo de flama o chispa dentro de la planta de almacenamiento, salvo algún arreglo o cambio de algún accesorio, previa autorización con Permiso de Trabajo (Permiso de soldadura, Permiso de cambio de válvulas).
- Queda prohibido a todo el personal, activar las alarmas neumáticas o eléctricas, de no ser para señalar alguna emergencia.
- Toda persona que active las alarmas sin necesidad, por jugar o por falsa alarma, será sancionada según sea el caso.
- Ningún vehículo deberá pasar corriente a otro vehículo en el interior de la planta, los vehículos sin corriente se deberán reportar al departamento de Mantenimiento automotriz para ser remolcados a un lugar seguro.
- Todo trabajador en Gas L. P. al entrar a laborar a la empresa, se le proporcionara su Equipo de Protección Personal (EPP) por lo que es obligatorio su uso al estar laborando.
- Al trabajador que se le sorprenda laborando sin el Equipo de Protección Personal será sancionado según sea el caso.
- Sera obligatorio para todo el personal, el capacitarse en el uso del Equipo de Emergencia, por lo que deberá asistir a los simulacros de incendio que realiza frecuentemente la empresa.
- La empresa realizara simulacros de emergencia frecuentemente, por lo que el personal deberá participar activamente para tener un mejor resultado del evento, tomándolo con la seriedad que requiere el saber qué hacer en caso de emergencia.
- El departamento de mantenimiento realizara inspecciones acorde al programa de trabajo preestablecido, esto según el formato interno de la planta, asegurándose de que se encuentra en óptimas condiciones de operación.
- Cualquier trabajador deberá reportar inmediatamente cualquier falla que note en el equipo de operación, reportándolo al personal de mantenimiento.
- Es obligatorio asegurar todo vehículo que descargue o cargue Gas L. P., con cuñas que atoren las llantas al realizar la maniobra, así como estar conectado el cable de tierra para evitar un chispazo por la electricidad estática.

- El departamento de mantenimiento checara el buen funcionamiento de la toma siamesa en común acuerdo con el H. Cuerpo de Bomberos.
- Por ningún motivo se deberá instalar extintores en una altura superior de 1.50 mts. basándose del maneral hacia el piso, sin obstruir el acceso a los mismos.
- La Comisión de Seguridad e Higiene, será la encargada de vigilar que todas las medidas de prevención de accidentes sean respetadas, por lo que se reunirá para hacer evaluaciones del Equipo de Seguridad, así como de las condiciones del medio ambiente laboral y los actos inseguros del personal, tomando las medidas correctivas según sea el caso.
- El presente reglamento es OBLIGATORIO para todo el personal, por lo que su incumplimiento o negligencia al mismo será sancionada según sea el caso.
- Queda estrictamente prohibido el acceso al sistema de bombas contra incendio a toda persona no autorizada para operar dicho equipo, por lo que esta área se declarara restringida.
- Por ningún motivo podrá el personal de plataforma o de reparto, fumar o hacer cualquier tipo de flama o chispa en el interior de los vehículos ni a bordo de los mismos.
- Ninguna persona podrá abrir válvulas, líneas de Gas o interruptores de las mismas, si no está autorizadas para ello.
- Por necesidad de una estricta seguridad en el manejo de vehículos, no podrán manejarlo quienes no cuentan con licencia de manejo.
- Todo trabajador tiene la obligación de mantener sus áreas de trabajo y herramientas en perfecto estado de operación y limpieza, debiendo reportar de inmediato a las Jefaturas cuando tenga fallas en su equipo de trabajo para su inmediata reposición.
- No podrá laborar ningún trabajador con ropa de telas sintéticas dentro de las áreas de llenado, carruseles y áreas de trasiego.
- Queda prohibido obstruir las entradas y salidas, pasos de tránsito vehicular, así como las salidas de emergencia.
- Todo vendedor de cilindros antes de retirarse de la empresa deberá constatar que todas las válvulas de los cilindros cargados en su vehículo queden perfectamente cerradas.

- Los repartidores de auto-tanques así como de cilindros, reportaran fallas tanto mecánicas como accesorias, por la tarde, para que en la mañana no se tenga ningún contratiempo.
- Es responsabilidad del Chofer así como del Ayudante el mantener su vehículo en óptimas condiciones, tanto de limpieza como mecánicas.
- Los encargados de la isleta carga y descarga, y muelle de llenado están obligados a reportar cualquier anomalía que encuentren inmediatamente para su arreglo inmediato.
- Los autotransportes se someterán a los reglamentos de operación en la descarga, incluyendo la entrega de llaves al plantero o descargador.
- Se deberá realizar una revisión visual de la vigencia del extintor del autotransporte, así como también de la carrocería, para poder detectar traiga consigo un posible artefacto extraño, y su matachispas.
- Respetar todos los señalamientos colocados en la planta.
- Se prohíbe cargar carburación personalmente, ya que existe una persona responsable para realizar dicha maniobra.

## **QUE HACER EN CASO DE UN ACCIDENTE EN LA PLANTA**

### **I.- CUANDO ES UNA FUGA DE GAS CON AUSENCIA DE FUEGO.**

#### **- Se activará el apartado, que**

- Dirigirse a la válvula de la línea que este alimentando la fuga y cerrarla.

- Apagar todo tipo de motor tanto de la unidades como eléctricos, pilotos de la estufa del comedor y boiler, y en general cualquier fuente de ignición. Al mismo tiempo en esta operación notificar a vigilancia para que active la alarma y acuda todo el personal existente en esta operación, siendo el vigilante el encargado de notificarle al cuerpo de bomberos de así requerirse, y de necesitarse pedir ayuda a los compañeros para acordar el área de la planta no permitiendo la circulación en una área de 100 mts., a la redonda.

- Solicitar ayuda al departamento de mantenimiento, para que traten de controlar la fuga si esta continuase, y además corten la corriente eléctrica en toda el área de llenado y descarga. Si la fuga es de grandes proporciones, se deberá desconectar el switch general de la planta.

- En el caso de cortar completamente la corriente eléctrica, notificar al departamento de mantenimiento automotriz, para estén listos en caso de requerirse el motor de combustión interna del sistema de hidrantes vs. Incendio. ( Ellos deberán encenderlo en caso de así necesitarse).
- Como prevención, colocarse en los hidrantes más cercanos y sacar mangueras del gabinete, y solo en caso de que se inicie algún fuego, hacer funcionar estos, junto con los aspersores, para evitar un sobre calentamiento en los tanques de almacenamiento.
- En caso de que lleguen los bomberos, permitir que ellos tomen las medidas que crean pertinentes, y no obstaculizar sus funciones, dándoles todas las facilidades para ello.

## **II.- EN CASO DE INCENDIO:**

- Dirigirse a la (s) válvula (s) de la(s) que este(n) alimentando la fuga y cerrarla.
- Solicitar ayuda al departamento de mantenimiento para que traten de controlar la fuga en caso de que esta continuase, y al mismo tiempo, notificar al vigilante para que suene la alarma y notifique al cuerpo de bomberos de así requerirse.
- En caso de un fuego pequeño, auxiliarse de los extintores del área, para extinguir el fuego, pero si éste no es controlado y pasa a ser de proporciones mayores, accionar el sistema contra incendios en posición para que funcionen los aspersores (enfriando los tanques de almacenamiento), y dirigirse al hidrante más cercano, auxiliando siempre por otro compañero en el manejo de válvulas y posteriormente el manejo de la manguera.
- Siempre esté pendiente de la dirección con que sopla el viento, ya que éste debe de estar de nosotros hacia el fuego. Caso contrario nos podría prender.
- En caso de llegar los bomberos, permitir que sean ellos los que controlen el fuego, auxiliándolos en lo que se necesite.

# ESTUDIO DE RIESGOS DE LA INSTALACIÓN. “EUROGAS, S.A. DE C.V. – CD. JUDICIAL”. ABRIL DEL 2019.

## **VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes.**

El uso del Gas Licuado del petróleo en nuestro país fue considerado como signo de modernidad en su momento. Fue parte del cambio de cultura de una sociedad rural a una sociedad urbana. El uso de este energético fue popularizándose a finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta, fechas que coinciden con el desarrollo definitivo de los centros urbanos más importantes de nuestro país. Antes de esas épocas, se solía cocinar y calentar los hogares a base de petróleo y leña, y los procesos industriales utilizaban combustibles líquidos y carbón, mientras que los vehículos utilizaban únicamente combustible líquido.

Las innegables ventajas que ofrece el gas LP, aunado a su mayor disponibilidad, así como al desarrollo de aparatos domésticos e industriales que lo pueden utilizar como fuente de calor, ha permitido que su uso haya registrado un crecimiento extraordinario y que en un porcentaje cercano al 100%, la mayor parte de los procesos de calentamiento doméstico tengan como base el gas LP.

Como consecuencia de su utilización, el transporte e inventarios de este energético tiene hoy en día enormes dimensiones, siendo el riesgo proporcional a tales dimensiones.

**Uno de los antecedentes más dramáticos de los riesgos asociados al gas LP que existen en el ámbito mundial, es el accidente ocurrido en la localidad conocida como San Juan Ixhuatepec en la zona conurbana de la Ciudad de México, en las primeras horas del día 18 de noviembre de 1984. En este accidente se vieron involucrados millones de litros de gas LP que ocasionaron una zona de destrucción con un radio de aproximadamente 500 metros. En esa ocasión varios tanques sufrieron el fenómeno BLEVE, incluidas las esferas de alto volumen. Se vieron involucrados los siguientes equipos y cantidades de gas, L.P.**

- **esferas de 2,400m<sup>3</sup>**
- **4 esferas de 1,600m<sup>3</sup>**
- **4 cilindros de 270m<sup>3</sup>**
- **14 cilindros de 180m<sup>3</sup>**
- **21 cilindros de 36m<sup>3</sup>**
- **6 cilindros de 54m<sup>3</sup>**
- **123 cilindros de 45m<sup>3</sup>**

**Y los lugares mas críticos alcanzaron los 800 metros de distancia, lo cual demuestra el poder de estos eventos de desastre en función de la cantidad almacenada de gas, L.P. en la instalación a analizar se involucran los siguientes equipos:**

- **4 tanques de almacenamiento horizontal del capacidad 250,000.0 litros de gas, L.P. cada uno al 100%.**
- **La zona de cilindros que maneja aproximadamente 100 de ellos.**

La opinión más aceptada es que el accidente se originó por la fuga masiva del gasoducto que alimentaba la instalación. La nube formada se expandió y alcanzó un punto de ignición; la explosión resultante dañó los equipos adyacentes que a su vez derramaron sus respectivos contenidos agravando el fuego.

Este accidente, el mayor a nivel mundial donde se haya involucrado gas LP, ha sido ejemplo de lo que se debe evitar al manejar este producto. Como resultado de una toma de conciencia sobre el riesgo en el manejo de los materiales peligrosos, se han emitido una serie de reglamentos y normas tendientes a una prevención efectiva de accidentes en la industria del gas LP, mismas reglamentaciones que han regido el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la instalación.

En otro accidente catastrófico ocurrido en Algeciras, España, en julio 11 de 1978, un Autotanque lleno con LP estalló en las cercanías de un centro de recreación al aire libre. Los gases inflamables procedentes del camión, que circulaba en ese momento, encontraron una fuente de ignición lo que ocasionó que las flamas alcanzaran, en retroceso, al propio autotanque, mismo que estalló por el fenómeno de BLEVE, provocando la muerte a un gran número de personas y ocasionando todo tipo de lesiones a muchos más.

A nivel del Estado de Jalisco, se han tenido varios accidentes en los que ha estado involucrado el gas LP, tanto a nivel de usuarios como en las propias instalaciones de almacenamiento y distribución. Ninguno de esos accidentes han tenido, afortunadamente, dimensiones catastróficas, aunque se han sufrido daños importantes, incluyendo fatalidades, así como pérdidas económicas considerables.

## **VI.2. Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, Identificación de Riesgos.**

La identificación de los posibles riesgos relacionados con la operación de la instalación utilizó la técnica "Estudios de Riesgo y Operabilidad", también conocida como HAZOP por sus siglas en inglés.

### **Jerarquización de riesgos**

Para la determinación de los diferentes tipos de riesgo, se realizó un estudio tipo HAZOP (Hazard and Operability Analysis) cuya metodología se expone en el Anexo antes mencionado. Mediante dicho estudio se determinaron las operaciones que representaban una mayor posibilidad de accidente.

En los siguientes párrafos se hace un desglose de los riesgos:

El riesgo básico de instalaciones de esta naturaleza es la posibilidad de un escape del gas hacia la atmósfera, con la consiguiente consecuencia de fuego y explosión. Los escapes de gas pueden darse como consecuencia de las siguientes causas:

- 1. Choque del autotanque con otro vehículo, con un objeto fijo o volcadura y fuga de gas**
- 2. Fuga por falla en válvulas de seguridad del autotanque**
- 3. Fuga por falla en accesorios del autotanque**
- 4. Fuga por falla en contenedor del autotanque**
- 5. Fuga por falla en válvulas de relevo del tanque de almacenamiento debido a nivel o presión excesiva**
- 6. Fuga por Falla en accesorios del tanque de almacenamiento**
- 7. Fuga por falla en bombas por falta de líquido en la succión**
- 8. Fuga por falla en la carga y descarga por válvulas cerradas**

- 9. Fuga por falla en arranque equivocado de una bomba durante mantenimiento**
- 10. Fuga por falla en paro de bombas por fallas en la energía eléctrica**
- 11. Fuga por falla en mangueras (ruptura)**
- 12. Fuga por falla en llenado excesivo del tanque de combustible**
- 14. Fuga por ruptura de mangueras**
- 15. Fuga por sobrellenado de cilindros**
- 16. Fuga por falla en el cuerpo del cilindro o de la válvula**

### **VI.3. Determinación de los radios potenciales de afectación.**

La modelación de los eventos peligrosos requiere la aplicación de una metodología que incluye varias etapas o pasos. Previamente, es necesario especificar el significado de una serie de términos utilizados en modelación.

Definición de Términos Usados en la Determinación Cuantitativa de Riesgos

Peligro: Una condición química o física que tiene el potencial de causar daños a las personas, propiedades o medio ambiente.

Incidente: La pérdida de contención de un material peligroso o energía.

Secuencia de Eventos: Una secuencia específica no planeada compuesta de eventos iniciales e intermedios que pueden conducir a un incidente.

Evento Iniciador: Es el primer evento de una secuencia de eventos.

Evento Intermedio: Un evento que propaga o mitiga el evento inicial durante una secuencia de eventos.

Consecuencia: Una medición de los efectos esperados resultantes de un incidente.

Zona Afectada: Para un incidente que produce una emisión tóxica, es el área sobre la cual la concentración en el aire iguala o sobrepasa algún límite establecido de afectación



a la salud. Para la emisión de algún vapor inflamable, será el área sobre la cual un incidente produce efectos basados en algún criterio de onda de sobrepresión. Para un incidente que produzca efectos de radiación térmica, será el área donde se manifiesten determinados daños por dicha radiación.

**Probabilidad:** Una medición de la posibilidad esperada o frecuencia de ocurrencia de un evento. Esta puede ser expresada como frecuencia (eventos/año) o como probabilidad (adimensional).

**Riesgo:** Una medición de las lesiones o fatalidades producidas por un evento o de las pérdidas económicas, expresadas en términos de su probabilidad y magnitud.

**Análisis de Riesgo:** El desarrollo de una estimación cuantitativa del riesgo basado en una evaluación ingenieril y en técnicas matemáticas para combinar estimados de consecuencias de incidentes y frecuencias.

**Evaluación del Riesgo:** El proceso mediante el cual los resultados de un análisis son utilizados para tomar decisiones remediales.

La modelación de los riesgos probables incluyen las siguientes etapas: (1) Determinación de Peligros Potenciales; (2) Determinación de las Probabilidades de Ocurrencia; (3) Determinación de las Consecuencias; (4) Determinación del Riesgo.

**Determinación de los Peligros Potenciales.-** Para cubrir esta etapa, se hizo el estudio HAZOP que determina, mediante una revisión del diagrama de flujo del proceso y de las variables que intervienen en el mismo, de los peligros potenciales.

Aquí se definen los incidentes posibles de acuerdo a un análisis ingenieril de la instalación y sus sistemas de operación. En las siguientes tablas se muestran los concentrados del análisis que se realizó a la instalación.

**Determinación de las Probabilidades de Ocurrencia.-** Una vez definidos los riesgos probables, se hace un análisis probabilístico para definir las posibilidades que existen de

que los eventos definidos sucedan. Este análisis se realiza mediante un estudio denominado Fault Tree Analysis (Análisis de Árboles de Falla) el cual se describe en el anexo 6 del presente estudio. En éste, se hace un secuenciamiento lógico tipo Booleano, de los eventos que conducen a una falla, en este caso es una emisión de materiales peligrosos, asignándose a cada evento una probabilidad basada en la literatura, el análisis o la experiencia.

Determinación de las Consecuencias.- Una vez que se han definido los posibles escenarios de falla y su probabilidad, se hace una cuantificación de los flujos emitidos a la atmósfera y su patrón de dispersión aplicando para ello, diversos modelos de determinación de derrames de líquidos, de nubes y plumas de gases, que toman en cuenta las características de la sustancia emitida, las condiciones atmosféricas y las circunstancias en que se dá la emisión. Para este fin, se utilizó el programa Automated Resource for Chemical Hazard Incidence Evaluation que permite evaluar los riesgos para los alrededores a consecuencia de una emisión. Para efectos de los gases considerados en este estudio, se utilizó una estabilidad atmosférica tipo A por las condiciones del equipo dentro de recintos cerrados.

En las páginas subsecuentes se hace una descripción de cada uno de los posibles escenarios de riesgo que se identificaron y se evaluaron. A continuación se incluyen los formatos HAZOP correspondientes, los Árboles de Falla correspondientes, los esquemas que muestran las Consecuencias a esperarse, y las Tasas Promedio de Fatalidad resultantes del análisis.

#### Análisis HAZOP de la Operación

Se determinaron, mediante análisis HAZOP, los Peligros Potenciales, es decir, se identificaron los eventos más significativos en cuanto a sus posibilidades de ocurrencia y la magnitud de sus consecuencias. El resumen del análisis mencionado se presenta en forma tabulada para cada una de las situaciones identificadas. A partir del HAZOP se definieron los diversos escenarios.

### **Determinación de las Probabilidades de Ocurrencia de Eventos**

Se cuantificaron las Probabilidades de Ocurrencia de los Peligros Potenciales identificados por el análisis HAZOP, utilizando consideraciones reportadas en la literatura especializada.

### **Tránsito de Autotanques (Choque o Volcadura con Fuga e Ignición) (movimientos de carga y descarga al interior de la planta).**

No se tienen, a la fecha, estadísticas validadas en materia de accidentes a transportes de materiales peligrosos, por lo tanto, para dar una idea de la magnitud de tales accidentes, se tomaron estadísticas del Materials Transportation Bureau de los Estados Unidos, mismo que reporta que, entre 1973 y 1983, se tuvo un promedio anual de 10,289 eventos de esa naturaleza.

Por otra parte, una probabilidad ampliamente aceptada de accidentes con autotanques que manejan materiales peligrosos ( Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedure; USFEMA) es de que ocurren  $2 \times 10^{-6}$  accidentes / milla recorrida.

Por lo que toca a la probabilidad de que uno de esos accidentes conduzca a una fuga del líquido, la misma fuente estima que ocurre el 20% de las veces. En cuanto a la distribución de esas fugas, por su magnitud y la cantidad derramada, la misma fuente estima que 60% de las veces se emiten a la atmósfera 1,000 galones por un orificio de 0.5"; el 20% de las veces se emiten 3,000 galones por un orificio de 1"; y el 20% se emiten 10,000 galones por una fractura mayor.

En forma más específica, un análisis realizado por Croce, et al (1982) sobre autotanques que transportan LP, encontró una distribución de derrames de acuerdo a dos tipos básicos de transportes: con capacidad menor a 7,000 galones, y con capacidad mayor a 7,000 galones. La siguiente tabla muestra la distribución encontrada por Croce:

Tabla 12. Distribución de Probabilidades por Derrames en Transporte de Autotanques

Dimensión del Derrame (gal)	Probabilidad, %A -T menor a 7000(gal)	Probabilidad, %A -T mayor a 7000 (gal)
< 100	49	44
100 – 1000	18	19
– 1000 5000	27	12
– 5000 10000	61	25

Los rangos de ambas distribuciones son similares por lo que, para efectos de este estudio, se tomarán los valores de la segunda columna de la tabla con las suposiciones de que la fuga de hasta 1,000 galones ocurre por un orificio de 0.5”; la fuga entre 1,000 y 5,000 galones sucede por una abertura de 1” y la fuga mayor a 5,000 galones ocurre por una fractura de 2”.

Las condiciones para evaluar la probabilidad de fuego y/o explosión debido a accidentes en el transporte toman en cuenta un recorrido de 336 Km. aproximadamente, desde la estación de suministro hasta la Planta de Almacenamiento en estudio, equivalentes a 208.8 millas; un autotanque de 11,889 galones; y una frecuencia de 356 viajes por año.

Por otra parte, considerando la naturaleza volátil del gas LP, su peso específico mayor al del aire, las condiciones del tráfico, y la abundancia relativa de fuentes de ignición en las carreteras y calles, es razonable suponer que en el 30% de los casos, un derrame de gas LP terminará en llamas, formando un jet o en forma de una nube inflamable.

Tabla 13. Fugas en Transportes (Frecuencias Básicas)

Derrame, gal	Orificio, pulgadas	Frecuencia, evento/ milla
< 100	0.5	$2.6 \times 10^{-7}$
100 – 1000	0.5	$1.1 \times 10^{-7}$
– 1000 5000	0.5	$1.72 \times 10^{-8}$
> 5000	0.5	$21.5 \times 10^{-7}$

Dado que una cantidad menor a 100 galones no representa un peligro sustancial, sólo se considerarán las restantes para los análisis posteriores. Asimismo, se tomaron los límites superiores de cada rango como la cantidad derramada.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos tomando en cuenta todos estos factores, expresando los resultados en probabilidades de fuego y explosión por año.

**Tabla 14. Frecuencias de Fugas por Transporte Estación de Suministro  
- Planta de Almacenamiento**

Derrame, gal Escenario	Frecuencia, eventos/milla	Millas/año	Frecuencia eventos/año
100 – 1000	$1.1 \times 10^{-7}$	2871	$2.9 \times 10^{-4}$ AF-01m
1000 – 5000	$7.2 \times 10^{-8}$	2871	$2 \times 10^{-4}$ AF-01n
> 5000	$1.5 \times 10^{-7}$	2871	$4.3 \times 10^{-4}$ AF-01º

Fugas de Gas por Válvulas de Seguridad del Autotanque. Los autotanques están equipados con válvulas de seguridad que pueden fallar de dos modos diversos: El primero involucra una sobrepresión del autotanque debido a un agente externo. En el caso del tránsito de estos vehículos, es muy remoto que exista un factor de tal naturaleza. La única posibilidad viable es que se sobrepresione el tanque por fuego externo. El segundo caso de apertura de válvulas de seguridad se presenta por falla mecánica de las propias válvulas. En este evento, las probabilidades quedan expresadas en el escenario, con un valor de  $2.4 \times 10^{-3}$  / año. En este caso se supone una corriente de gas con orificio de salida de 25.4 mm (1") de diámetro.

La corriente de gas puede tener dos destinos: formar un jet de flamas inmediatamente después del evento, o formar una nube que, alcanzando una concentración explosiva, estalle en alguno de los puntos de su trayectoria al encontrar una fuente de ignición.

### **Falla Mecánica de los Accesorios del Autotanque**

El autotanque tiene diversos accesorios necesarios para poder cargarlo y descargarlo. Cuenta con válvulas, bridas y línea de llenado, válvulas, bridas y línea de presurización

y salida de gases, instrumentos de medición de nivel, temperatura y presión, así como válvulas de seguridad.

Cualquiera de estos elementos tienen probabilidades de una falla estructural. Por lo general, las probabilidades de este tipo de eventos son bajas, sin embargo, deben tomarse en cuenta para la realización de un análisis completo. En el presente caso, se considera que una fuga por estos accesorios podrá estar constituida por LP en fase gas y en fase líquida, dependiendo del accesorio defectuoso. La emisión se manifestaría a través de un orificio con un diámetro equivalente a 12.7 mm ( $\frac{1}{2}$ "); estas probabilidades suman un total de  $1.9 \times 10^{-4}$  / año.

### **Falla Mecánica del Recipiente del Autotanque**

Existe una cierta probabilidad de falla espontánea de un recipiente debido a defectos en la placa de acero o problemas desarrollados a lo largo de la vida por la corrosión interna o "cracking" de los tanque. Estos problemas involucran a los materiales debido a la concentración de esfuerzos u otros agentes.

La probabilidad estimada de un evento de esta naturaleza es del orden de  $3 \times 10^{-6}$  /año. En este caso se considera que el gas escapa en fase líquida a través de un orificio con un diámetro equivalente a 12.7 mm ( $\frac{1}{2}$ "). El escenario AF -01c de la

### **Carga y Descarga de Autotanques de Suministro ( Ruptura de Mangueras de Fase Líquida).**

La descarga de autotanques en la planta es uno de los momentos más vulnerables en la operación de este tipo de instalaciones debido a varios factores:

Una gran masa de LP involucrada

- Uso de mangueras
- Intervención humana sujeta a errores
- Equipo no fijo susceptible de moverse.

Todos los factores anteriores, en forma aislada o combinada, pueden conducir a una fuga cuya manifestación más probable es la emisión de gas por mangueras y su posterior ignición.

En lo que respecta a los autotanques de suministro, se estima una venta promedio de gas LP equivalente a 672,708 l/mes, lo que implica una frecuencia de 356 operaciones de descargas por año, considerando que se utilizan autotanques de 45,000 litros para reponer el inventario. Las probabilidades de una ignición por fuga de mangueras resultan del orden de  $7.1 \times 10^{-2}$  / año. Se considera que la emisión es en fase líquida, a la tasa que resulte por un orificio de 25.4 mm (1").

### **Emisión por Falla de la Válvula de Seguridad por Sobrepresión**

En lo que respecta a las fallas por válvulas de seguridad, el incidente se presentaría por una falla mecánica del accesorio o por mala calidad de la pieza, esta ocurrencia una de las de mayor dimensión, debido a la presión a la que se someten. El escenario que muestra esta posibilidad para autotanques de 45,000 l, con valor de  $1.1 \times 10^{-1}$  / año, donde se implican cantidades importantes de gas.

Se hace la consideración de que, intervienen eventos contribuyentes, tales como la fuga e ignición de LP, por falla del compresor, con un valor de  $2.9 \times 10^{-2}$  / año.

Emisión por Carga de Autotanques de 12,000 l. En lo que respecta a la carga de autotanques, las fallas contribuyentes provienen de la ruptura de mangueras con un número de operaciones de carga igual a 936, para este caso, con un valor de  $7.4 \times 10^{-2}$ /año.

### **Almacenamiento (Emisión por Válvulas de Seguridad del Tanque Debido a Falla Mecánica y Presión Excesiva)**

Las válvulas de relevo del tanque de almacenamiento pueden abrirse por falla mecánica de las mismas o por causa de una sobrepresión durante las maniobras de descarga. El primer motivo es similar al enunciado en el caso de fugas en el transporte siendo las probabilidades, en este caso, del orden de  $2.4 \times 10^{-3}$  / año, tomando en consideración que se cuentan con 4 válvulas. La falla mecánica sólo se da en una de ellas con un orificio de salida de 64 mm (2 ½"). La corriente de gas puede tener dos destinos: formar un jet de flamas inmediatamente después del evento, o formar una nube que, alcanzando

una concentración explosiva, estalle en alguno de los puntos de su trayectoria al encontrar una fuente de ignición.

En cuanto al segundo motivo, una sobrepresión en el tanque de almacenamiento es posible por sobrellenado dejando poco espacio para absorber la vaporización por calor entrante procedente del ambiente. En el segundo caso, se considera una fuga en fase gas con un orificio de salida equivalente a cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½") cada una, un valor de  $2.1 \times 10^{-2}$  / año.

### **Emisión por accesorios del tanque y tuberías por falla mecánica.**

El tanque está equipado con una serie de tuberías, válvulas y conexiones (roscadas y bridadas) susceptibles de fallar. Se consideran todas las tuberías de la planta como fuente probable de emisión, aunque es importante hacer la distinción entre las que manejan LP en fase gas y en fase líquida. En el último caso, la emisión es considerablemente mayor que en el primero, debido a la diferencia de densidades entre ambas fases. Se consideran, en forma separada, las emisiones por uniones bridadas o roscadas, tramos de tubería rígida y válvulas de toda la planta. Se considera que todos estos aditamentos, en el momento de falla, emiten gas a través de aberturas irregulares, cuyo diámetro equivalente promedio es del orden de 0.5". Las condiciones rugosas del orificio creado constituyen, por si mismas, limitantes del flujo.

Las probabilidades sumadas de fugas por accesorios y su consiguiente ignición son de  $6.4 \times 10^{-4}$  / año para la fase líquida. En cuanto a la fase gas, la probabilidad es del orden de  $2.2 \times 10^{-3}$  / año. La emisión se supone que se realiza a través de un orificio de 2".

La ocurrencia de una ignición del tanque de almacenamiento por fallas de bombas, autotanques y compresor, con un valor de  $2.3 \times 10^{-4}$ .

### **Plataforma de Expendio de Cilindros Portátiles (Derrame por ruptura de manguera)**

Las operaciones de llenado de cilindros implica la conexión y desconexión de mangueras para el llenado de los mismos. Estas operaciones implican una cantidad menor de gas, sin embargo la frecuencia de cargas es mucho mayor que en los casos anteriores. En la Planta de



almacenamiento que aquí se estudia se llenan cilindros de diferentes capacidades. Así, se tienen cilindros de capacidad pequeña de 20, 30 y 45 Kg, los cuales resultan en una frecuencia promedio anual de 87,554/año. La probabilidad para este evento resulta de  $4.2 \times 10^{-2}$ / año.

### **Fuga por Sobrellenado del cilindro.**

Para este tipo de eventos, resulta similar al sobrellenado del tanque del vehículo, los resultados de probabilidad para este evento resulta de  $5.3 \times 10^{-2}$ / año.

Fuga por falla mecánica del cilindro o de la válvula.

En este tipo de fallas intervienen la emisión de gas con ignición por falla mecánica del material del cilindro, se muestra el valor resultante con una frecuencia de ignición de  $6 \times 10^{-4}$ / año.

## **VI.4. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en planos a escala.**

La siguiente etapa en el análisis global de riesgos es la determinación de las consecuencias que pueden darse como producto de los escenarios definidos en las etapas anteriores. Se calcularon las Consecuencias resultantes de los Peligros Potenciales cuyas probabilidades se obtuvieron en el paso previo.

En este volumen se presentan los reportes obtenidos del programa de modelación empleado para el cálculo de consecuencias en cada uno de los escenarios.

En cada uno de los escenarios descritos es necesario considerar dos maneras en las que puede evolucionar la emisión:

**Ignición Inmediata.-** Se considera que la emisión se encuentra inmediatamente con una fuente de ignición y que la salida del gas se convierte en una antorcha encendida de dimensiones proporcionales al tamaño de la fuga.

Ignición Retardada.- Se puede considerar que la ignición ocurre después de que se haya establecido una nube del gas en la dirección del viento. El requisito indispensable para que una nube estalle estando sin confinar es que la masa acumulada en ella sea mayor a aproximadamente de 454 Kg.

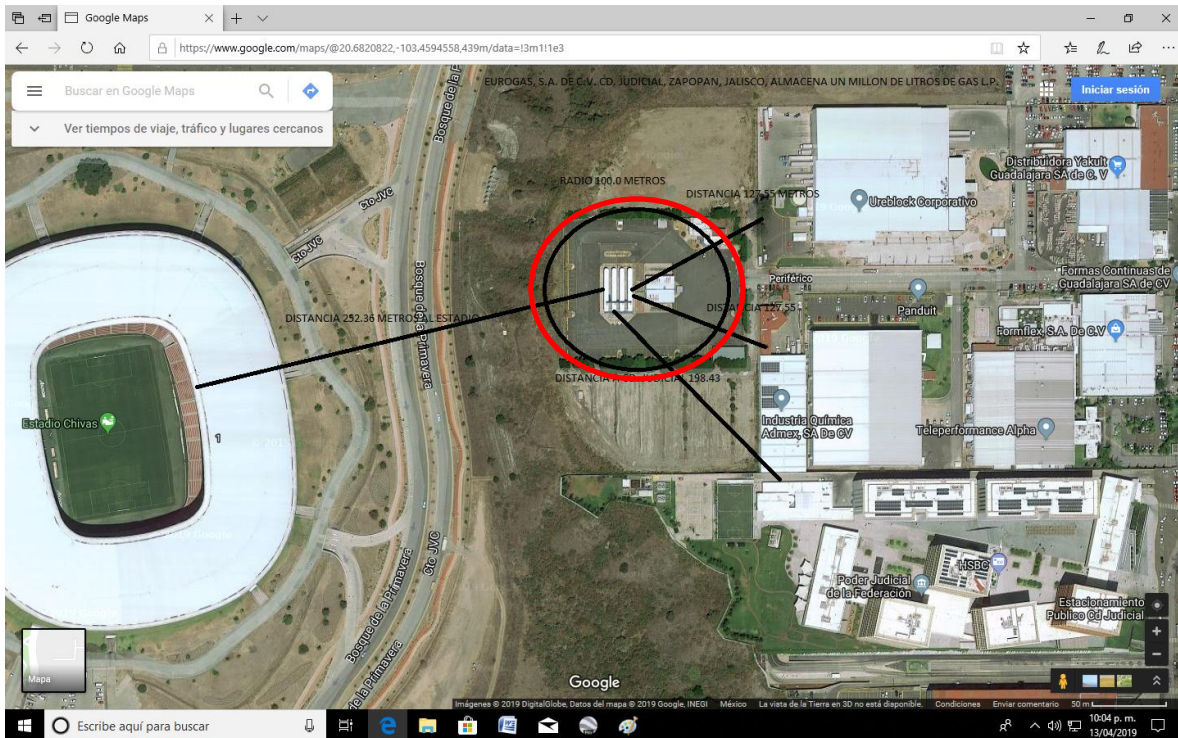
## Consecuencias por Tránsito de Autotanques.

### Choque o Volcadura con Fuga e Ignición

Se sumaria las consecuencias que pueden resultar de una fuga e ignición del autotanque durante su tránsito a la planta. La primera sección muestra los factores involucrados; la segunda proporciona las características de un jet de flamas, en caso de que este llegue a formarse y la tercera sección muestra las dimensiones de una nube de gas inflamable. En el caso del derrame de 1,000 y 5,000 galones, la explosión de la nube es poco probable porque la masa de la nube gaseosa que se forma no alcanza los 454 Kg que, de acuerdo a investigaciones, se requiere para que ocurra la deflagración. Para la construcción de la tabla se tomaron en cuenta las cantidades extremas de cada categoría de derrame mostradas en la Tabla 13.

Tabla 15. Consecuencias de Incendio en Autotanque en Tránsito

ESCENARIO	AF-01m	AF-01n	AF-01o
Cantidad, gal	100-1000	1001-5000	5001-10000
Probabilidad de fuego o explosión / año	8.2 x 10 <sup>-3</sup>	5.4 x 10 <sup>-3</sup>	1.1 x 10 <sup>-2</sup>
Diámetro de orificio, pulg.	1	1	2
Tasa de descarga, Kg/min	6.8	255.2	1020.7
Duración de la descarga, min	30	30	22.3
DIMENSIONES DEL JET DE FLAMAS			
Longitud de las flamas, m	6.4	12.8	25.6
Zona de seguridad, m	12.8	25.6	50.9
FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE @ LFL			
Longitud en dirección del viento, m	54.6	115.2	243.5
Ancho máximo de zona de riesgo, m	27.4	57.6	<b>121.9</b>
Gas en nube, Kg / ¿explosión?	14/no	117.8/no	993.9/sí



Zona de riesgo por explosión “Consecuencias de Incendio en Autotank en Tránsito”.

## Fugas de gas LP por falla mecánica de válvulas de seguridad, accesorio y tanque

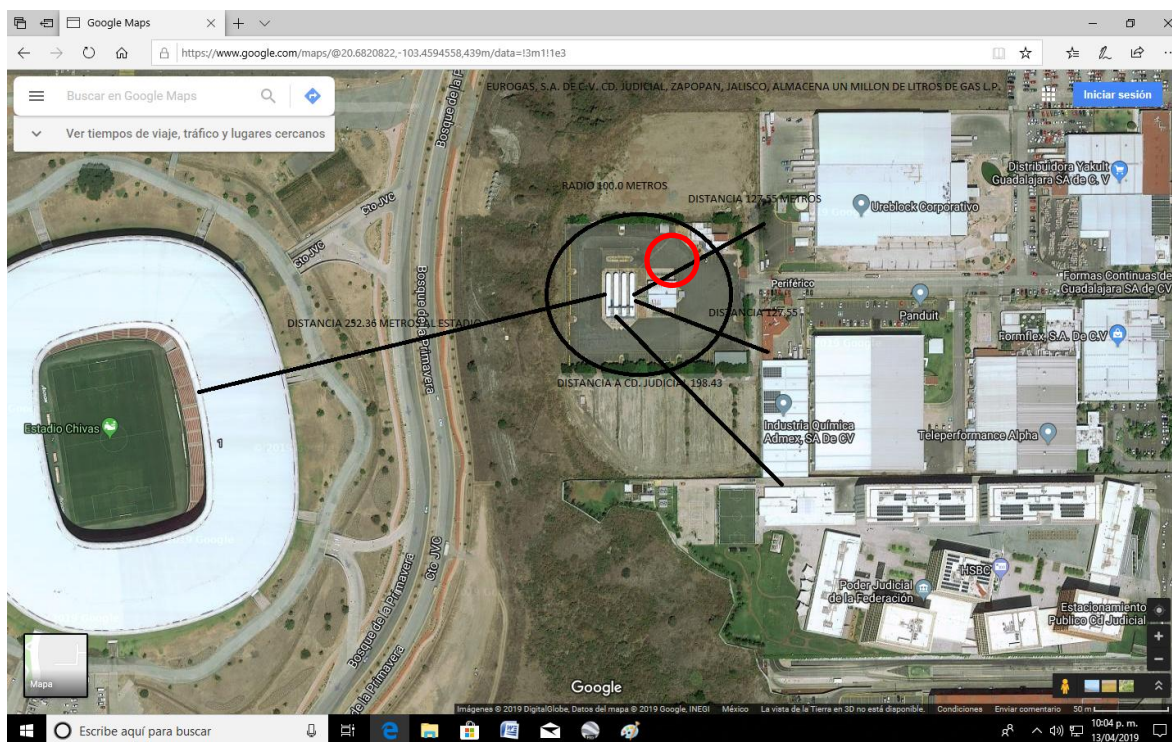
En la Tabla 16 se muestran los resultados descritos ahí, referentes a las fallas mecánicas que se pueden suscitar en el autotank durante su traslado desde la planta de almacenamiento a la planta.

Se tomó en cuenta el escenario de fuga por falla mecánica de la válvula de seguridad donde se simula una fuga a través de orificio con diámetro equivalente a 25 mm (1”) ya que se considera que la válvula de seguridad, al fallar por defecto, lo hace abriendo una vía de escape con ese diámetro. Los otros dos escenarios restantes se refieren a fugas por orificios de 25. mm (½”) en fase líquida. Se incluyen aquí, fugas por defecto de accesorios (bridas, válvulas, tuberías e instrumentos de medición), así como la fuga del propio casco del tanque en soldadura o en placa.

Tabla 16. Consecuencias por falla mecánica de accesorios en auto tanque en tránsito.

FACTORES ESCENARIO	AF-01b	AF-01c	AF-01d
Probabilidad de ignición / año	$2.4 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-6}$	$1.9 \times 10^{-4}$
Diámetro de orificio, pulg.	1	0.5	1
Tasa de descarga, Kg./min.	23.6	5.9	23.6
Duración de la descarga, min.	30	30	30
DIMENSIONES DEL JET DE FLAMAS			
Longitud de las flamas, m	12.8	6.4	12.8
Zona de seguridad, m	25.6	12.8	25.6
FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE @ LFL			
Long. en dirección del viento, m	32.0	15.24	32.0
Ancho máx. de riesgo, m	16.0	7.62	<b>16.0</b>
Cantidad de gas en nube, Kg.	3/no	2.6/no	3/no

Consecuencias por falla mecánica de accesorios en auto tanque en tránsito.



### Consecuencias por Descarga de Autotanques de Suministro (Rotura de mangueras de fase líquida).

La operación de descarga de autotanques es una de las actividades de mayor riesgo dentro de una instalación de gas debido a que se involucran múltiples factores que pueden, individualmente, conducir a una emisión considerable.

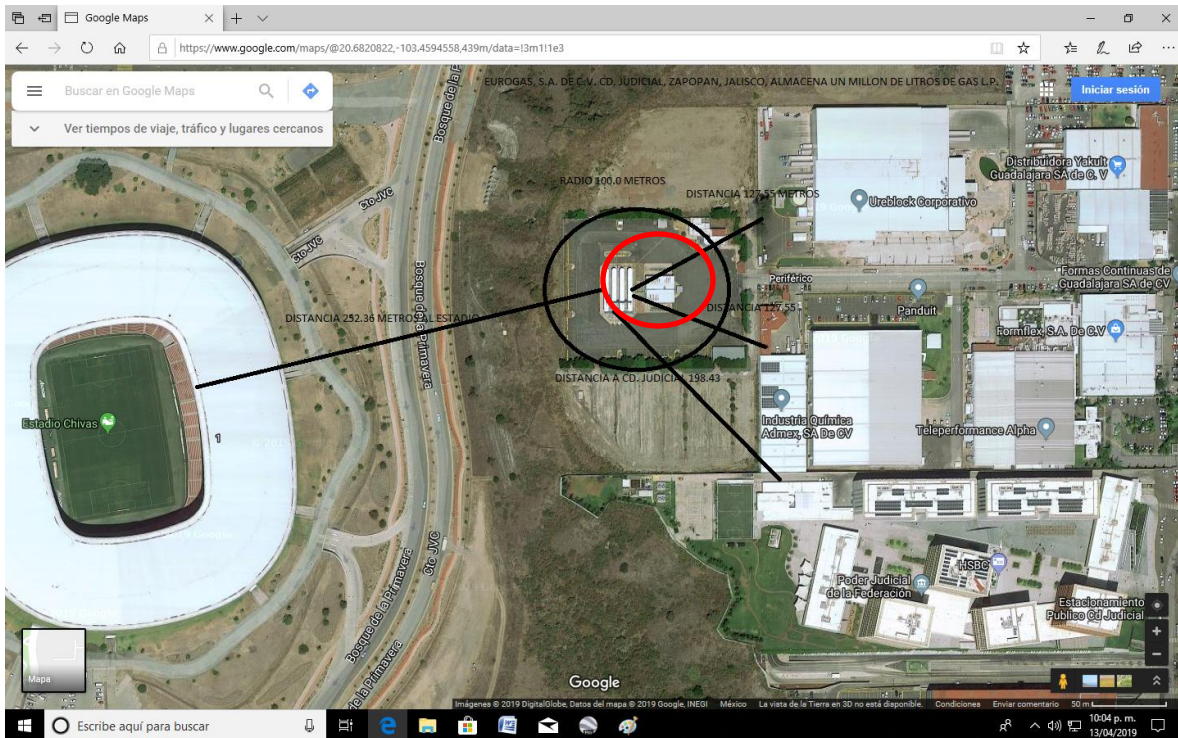
En forma particular, las mangueras son los puntos de mayor vulnerabilidad. Las consecuencias varían, dependiendo de la clase de fase que se modele. En estos casos, se presenta sólo el estado líquido. La condición de mayor riesgo está constituida por el gas LP en fase líquida, hecho que implica la emisión de una gran masa a la atmósfera a una tasa muy elevada, dada la alta presión de vapor del propano, misma a la que se suma la presión de descarga de la bomba utilizada para transferir la carga del autotanque.

Debido a que se tienen operaciones de descarga del autotanque de suministro en fase líquida, se presentan dos escenarios posibles, cada uno con sus propias características. En la Tabla 17 aparece el escenario a considerarse durante las operaciones de descarga de autotanques como es la ruptura de manguera durante la descarga.

Tabla 17. Consecuencias de Fuga de Gas LP durante la Carga y Descarga de Auto-tanques

FACTORES ESCENARIO	AF-02-1a	AF-02-1b	AF-02-2a	AF-02-2b
Probabilidad de ignición / año	$7.1 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-1}$	$2.9 \times 10^{-2}$	$17.4 \times 10^{-2}$
Diámetro de orificio, pulg.	1	0.5	0.5	1
Tasa de descarga, Kg./min.	99.9	63.8	99.9	99.9
Duración de la descarga, min.	30	30	30	30
DIMENSIONES DEL JET DE FLAMAS				
Longitud de las flamas, m	12.8	6.4	12.8	12.8
Zona de seguridad, m	25.6	12.8	25.6	25.6
FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE @ LFL				
Long. en dirección del viento, m	69.5	54.6	69.5	<b>69.8</b>
Ancho máx. de riesgo, m	34.7	27.4	34.7	34.7
Cantidad de gas en nube, Kg.	28.1/no	14.0/no	28.1/no	28.1/no





Consecuencias de Fuga de Gas LP durante la Carga y Descarga de Auto-tanques

### **Consecuencias por Fugas en Almacenamiento (Emisión por válvulas de relevo del tanque debido a nivel o presión excesiva)**

La emisión de las válvulas de seguridad del tanque de almacenamiento ocasionaría la formación de una nube con un fuerte impulso vertical. Los resultados de una emisión de esta naturaleza tendrían dos posibles caminos: la formación de un jet de flamas o la formación de una nube con una concentración suficiente para encenderse si encuentra un punto de ignición en su trayectoria.

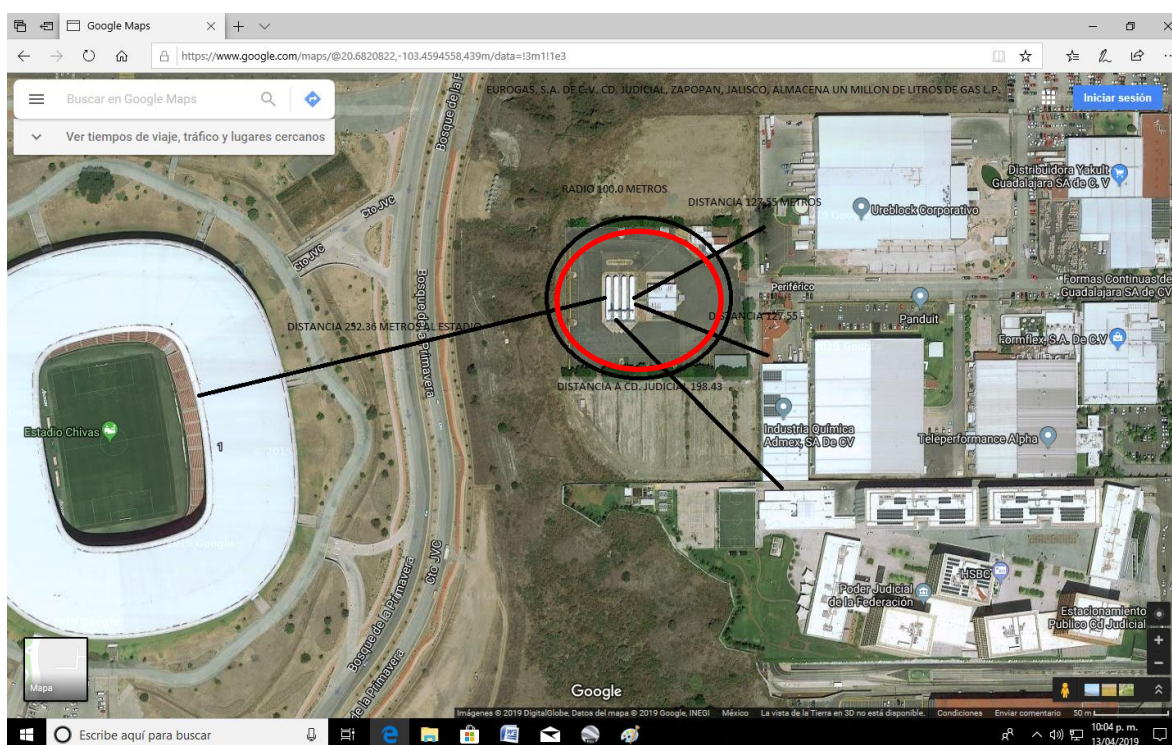
### **Emisión por accesorios del tanque y accesorios de las tuberías por falla mecánica.**

Las consecuencias de una fuga por accesorios y tuberías relacionadas con el tanque de almacenamiento. Es de hacerse notar las diferencias entre los dos posibles escenarios: el que maneja gas en forma líquida, y el que lo maneja en forma condensada. Para la fase gas se considera que la fuga ocurre por un orificio de 19 mm (3/4") de diámetro y la fase líquida ocurrirá por un orificio de 12.5 mm (1/2"). La Tabla 18 muestra los valores resultantes de la simulaciones correspondientes.

Tabla 18. Consecuencias de Fuga de Gas LP en Tanques de Almacenamiento

FACTORES ESCENARIO	AF-03-1a	AF-03-1b	AF-03-1c	AF-03-2a	AF-03-2b
Probabilidad de ignición / año	2.4 x 10 <sup>-3</sup>	2.1 x 10 <sup>-2</sup>	5.5 x 10 <sup>-4</sup>	2.2 x 10 <sup>-3</sup>	2.3 x 10 <sup>-4</sup>
Diámetro de orificio, pulg.	2.5	5	0.5	0.75	1
Tasa de descarga, Kg/min	147.3	589.1	100.8	13.3	99.9
Duración de la descarga, min	30	30	30	30	30
DIMENSIONES DEL JET DE FLAMAS					
Longitud de las flamas, m	32.0	63.7	6.10	9.75	12.8
Zona de seguridad, m	63.7	127.1	12.8	19.2	25.6
FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE @ LFL					
Long. en dirección del viento, m	85.6	181.1	69.8	23.5	69.5
Ancho máx. de riesgo, m	43.0	<b>90.5</b>	35.1	11.9	34.7
Cantidad de gas en nube, Kg.	50.7/no	426.3/no	28.5/no	1.3/no	28.1/no

Consecuencias de Fuga de Gas LP en Tanques de Almacenamiento



Llenado de Cilindros Portátiles



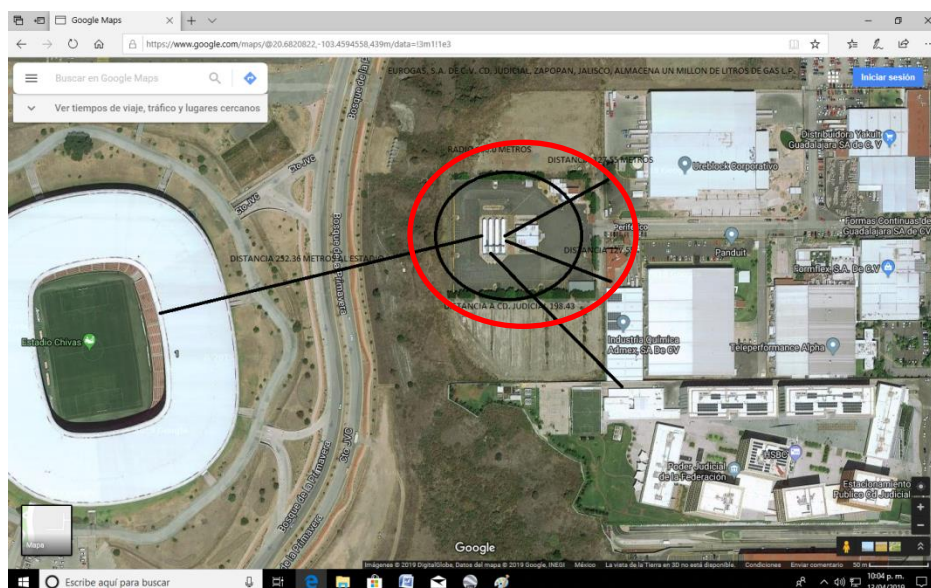
En la Tabla 20 se muestran las consecuencias de una fuga y posterior ignición en el área de llenado de cilindros portátiles. Se muestran los resultados de los tres escenarios siguientes:

- 1.- Ignición por ruptura de mangueras.
- 2.- Ignición por sobrellenado de cilindros
- 3.- Ignición por falla mecánica del cilindro

**Tabla 20. Consecuencias de Fuga de Gas LP en Muelle de Llenado de Cilindros Portátiles**

ESCENARIO FACTORES	AF-05a	AF-05b	AF-05c
Probabilidad de fuego o explosión / año	$4.2 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$6 \times 10^{-4}$
Diámetro de orificio, pulg.	1	0.2	0.5
Tasa de descarga, Kg/min	99.9	1.48	63.7
Duración de la descarga, min	30	20.4	0.471
DIMENSIONES DEL JET DE FLAMAS			
Longitud de las flamas, m	12.8	3.35	6.4
Zona de seguridad, m	25.6	6.4	12.8
FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE @ LFL			
Longitud en dirección del viento, m	69.5	7.3	126.8
Ancho máximo de zona de riesgo, m	34.7	3.7	<b>152.1</b>
Cantidad de gas en la nube, Kg / ¿explosión?	28.1/no	0.05/no	30.4/no

**Consecuencias de Fuga de Gas LP en Muelle de Llenado de Cilindros Portátiles**





**En los siguientes párrafos se determinan las zonas de alto riesgo y las zonas de amortiguamiento cuando se presenta un siniestro en las diferentes actividades ya descritas con anterioridad.**

En el caso de la radiación térmica, se considera que en los diversos escenarios, el fenómeno de incendio se presenta como una antorcha (jet) vertical con las dimensiones determinadas por el programa de modelación. La zona de alto riesgo se determina donde la radiación térmica es de 5 KW/m<sup>2</sup> y la zona de amortiguamiento donde la radiación térmica es de 1.4 KW/m<sup>2</sup>.

Para calcular la radiación térmica, se toma el área de la antorcha calculada por el modelo y se simula un cilindro con un radio  $R_p$  equivalente a un octavo del área. A este cilindro se le aplican las siguientes ecuaciones de flux de calor:

$$E_p = -0.313 TB + 117 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$E_p$  = Potencia efectiva de emisión, Kw/m<sup>2</sup>

TB = Punto normal de ebullición, ° F

El valor de  $E_p$  calculado para el propano es de 127.17 KW/m<sup>2</sup>

Este valor se introduce en las siguientes dos ecuaciones para los niveles de 5 kw/m<sup>2</sup> y 1.4 kw/m<sup>2</sup> de las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento respectivamente1:

$$X_5 = 0.3 (0.3048)^{-1} (R_p) (E_p^{0.57}) \quad \text{Ecuación 2}$$

$$X_{1.4} = 0.43 (0.3048)^{-1} (R_p) (E_p^{0.57}) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$X_5, X_{1.4}$  = distancia a los niveles de 5 y 1.4 kw/m<sup>2</sup>, respectivamente, m

$R_p$  = radio de la antorcha, m

$E_p$  = 127.17 kw/m<sup>2</sup> para el gas LP

En las siguientes tablas se presentan las zonas de afectación:

Tabla 21. Zonas de Afectación en Tránsito de Autotanques

RADIACIÓN TÉRMICA

Escenario	AF-01b	AF-01c	AF-01d	AF-01m	AF-01n
Longitud de las flamas, m	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8
Radio de las flamas, Rp, m	4.53	2.26	4.53	2.26	4.53
Radio de alto riesgo, m	21.8	10.9	21.8	10.9	21.8
Radio de amortig., m	31.3	15.7	31.3	15.7	31.3

Tabla 22. Zonas de Afectación en Carga y Descarga de Autotanques

RADIACIÓN TÉRMICA

Escenario	AF-02-1a	AF-02-1b	AF-02-2a	AF-02-2b
Longitud de las flamas, m	12.8	6.4	12.8	12.8
Radio de las flamas, Rp, m	4.53	2.26	4.53	4.53
Radio de alto riesgo, m	31.3	10.9	21.8	21.8
Radio de amortiguamiento	64.8	15.7	31.3	31.3

Tabla 23. Zonas de Afectación en Tanques de Almacenamiento

RADIACIÓN TÉRMICA

Escenario	AF-03-1a	AF-03-1b	AF-03-1c	AF-03-2a	AF-03-2b
Long. de las flamas, m	32.0	63.7	6.4	9.75	12.8
Radio de flamas, Rp, m	11.3	22.6	2.26	3.45	4.53
Radio de alto riesgo, m	54.6	109.0	10.9	16.6	21.8
Radio de amortig., m	78.3	157.0	15.7	23.9	31.3

Tabla 25. Zonas de Afectación en Muelle de Llenado de Cilindros Portátiles

RADIACIÓN TÉRMICA

Escenario	AF-05a	AF-05b	AF-05c
Longitud de las flamas, m	12.8	3.35	6.4
Radio de las flamas, Rp, m	4.53	1.19	2.26

Radio de alto riesgo, m	21.8	5.72	10.9
Radio de amortiguamiento, m	31.3	8.2	15.7

En lo que se refiere al fenómeno de explosión, se encontró un escenario en el que la concentración del gas rebasaría el promedio de explosividad (1.9 % en volumen), éste se presenta en el área de transporte de gas LP en autotankes de 45, 000 litros de capacidad. El escenario corresponde al Derrame de 11,889 galones de gas LP en transporte de autotankes de 45,000 lt por choque con objeto o volcadura. Para tomar en cuenta una fuga incipiente y la posible ignición, se modelará una explosión considerando que los escenarios contienen una masa de gas equivalente al nivel de límite alto de explosividad para el propano a presión atmosférica.

La ecuación que se aplica para determinar la onda expansiva de una explosión, utiliza la equivalencia del gas a una masa de TNT mediante la siguiente relación:

$$m_{TNT} = \frac{m_{GAS} \cdot HC}{Y_f} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$m_{TNT}$  = masa equivalente de TNT, lbs

HC = calor de combustión bajo, kcal/Kg

$m_{GAS}$  = masa del gas en el escenario @ 15% (UEL), lb

$Y_f$  = rendimiento explosivo del combustible

Una vez que se determina la masa equivalente de TNT se calcula la distancia a la que se propaga una onda expansiva a diferentes valores de sobrepresión, para el caso de gas LP (la norma establece una sobrepresión de 1 lb/pulg<sup>2</sup> (0.34 Kg/cm<sup>2</sup>), para la zona de alto riesgo y de 0.5 lb/pulg<sup>2</sup> (0.17 Kg/cm<sup>2</sup>), para la zona de amortiguamiento), mediante la siguiente ecuación:

$$X = (m_{TNT})^{0.33} \exp[3.5031 - 0.724 \ln(O_p) + 0.398 (O_p)^2] \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

X = distancia alcanzada por una sobrepresión dada, ft

Op = valor de sobrepresión, lb/plg<sup>2</sup>

2 FEMA, EPA, DOT; Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures

3 FEMA, EPA, DOT; Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures

El calor de combustión del gas LP, es de 11,700 kcal/Kg y el factor de explosión es de 0.03. Aplicando los valores anteriores a las Ecuaciones 4 y 5, se obtienen los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

#### **VI.5. Análisis y evaluación (Valoración del Riesgo).**

Se determinó, donde fue aplicable, la dimensión del riesgo combinando probabilidades, consecuencias y densidades de población de las áreas de afectación. La dimensión se expresa mediante la Tasa Promedio de Efectos Adversos o de fatalidad (TMF) para cada escenario en particular. Este valor, será el que posibilite la comparación del grado de riesgo entre las diferentes situaciones. La ecuación que permite calcular la TMF es la siguiente:

$$TMFi = fi \cdot Ni$$

Donde:

TMFi = Tasa promedio de efectos adversos en el incidente i

fi = Frecuencia de ocurrencia del incidente i en el escenario objeto de estudio

Ni = Número de fatalidades esperadas del incidente I

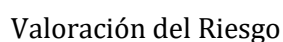
Los valores que resultan con este índice se refieren a posibles víctimas dentro de un contexto global, sobre todo entre la población abierta. No todos los eventos que se han discutido pueden conducir a víctimas fatales, sólo algunos de ellos pueden tener esa letalidad, sin embargo, no se descarta que eventos particulares, como una fuga y el consiguiente flamazo, puedan producir alguna víctima fatal como consecuencia de que alguien se encuentre en el lugar preciso del siniestro, pero en lo general, el índice no indica el grado de riesgo dentro de un grupo determinado de población.

#### **Valoración del Riesgo por Tránsito de Autotanques**

Los resultados de un accidente ocurrido durante el transporte de gas LP varían de acuerdo a la gravedad de las fugas y a las circunstancias en que ocurra dicho evento. Cada una de

**Tabla 26. Zonas de Riesgo y Amortiguamiento para los Escenarios de Explosión**

Escenario	AF-01o
Masa de gas @ 15% de concentración, Kg	993.9
Masa equivalente de TNT, Kg	666.0
Radio de alto riesgo, m	86.5
Radio de amortiguamiento, m	135.0



117

escenario en particular. Este valor, será el que posibilite la comparación del grado de riesgo entre las diferentes situaciones. La ecuación que permite calcular la TMF es la siguiente:

$$TMFi = fi \cdot Ni$$

Donde:

TMFi = Tasa promedio de efectos adversos en el incidente i

fi = Frecuencia de ocurrencia del incidente i en el escenario objeto de estudio

Ni = Número de fatalidades esperadas del incidente I

Los valores que resultan con este índice se refieren a posibles víctimas dentro de un contexto global, sobre todo entre la población abierta. No todos los eventos que se han discutido pueden conducir a víctimas fatales, sólo algunos de ellos pueden tener esa letalidad, sin embargo, no se descarta que eventos particulares, como una fuga y el consiguiente flamazo, puedan producir alguna víctima fatal como consecuencia de que alguien se encuentre en el lugar preciso del siniestro, pero en lo general, el índice no indica el grado de riesgo dentro de un grupo determinado de población.

**Tabla 27. Valoración de Riesgo por Incendio en Transporte y Accesorios de Autotanques**

#### ÁREAS DE AFECTACIÓN

ESCENARIO	AF-01b	AF-01c	AF-01d	AF-01m	AF-01n	AF-01o
Radio de alto riesgo, m	2.18E+01	1.09E+01	2.18E+01	1.09E+01	2.18E+01	9.87E+01
Área de Afectación, m <sup>2</sup>	1.50E+03	3.75E+02	1.50E+03	3.75E+02	1.50E+03	3.06E+04
TASA MEDIA DE FATALIDAD						
Densidad de pob., personas/ha	1.20E-03	1.20E-03	1.20E-03	1.20E-02	1.20E-02	1.20E-02
Probabilidad	2.40E-03	3.00E-06	1.86E-04	8.2E-04	5.4E-04	1.1E-04
TMF, fatalidades/año	4.32E-03	1.35E-06	3.34E-04	3.69E-03	9.71E-03	4.04E+00
Años transcurridos por fatalidad	232	NS	299.0	271.0	1.03	2.48

#### Valoración del Riesgo por Descarga de Autotanque

En lo que se refiere a la densidad de población, debido a que las áreas de alto riesgo quedan dentro de los límites de la planta de almacenamiento, se considera que la única población afectada corresponde a los trabajadores de la propia Planta, haciendo las

operaciones correspondientes, la densidad de población toma un valor de  $1.5 \times 10^{-3}$  personas por m<sup>2</sup>.

Tabla 28. Valoración del Riesgo por Descarga de Autotanques

ÁREAS DE AFECTACIÓN

ESCENARIO	AF-02-1a	AF-02-1b	AF-02-2a	AF-02-2b
Radio de alto riesgo, m	3.13E+01	1.09E+01	2.18E+01	2.18E+01
Área de afectación, m	3.08E+03	3.75E+02	1.50E+03	1.50E+03
TASA MEDIA DE FATALIDAD				
Densidad de pob. personas/m	1.500E-03	1.5E-03	1.50E-03	1.50E-03
Probabilidad eventos / año	7.05E-02	1.07E-02	2.88E-02	7.37E-01
TMF, fatalidades/año	3.26E-01	6.01E-02	6.47E-02	1.66E-01
Años transcurridos por fatalidad	3.07	16.6	15.4	6.04

Valoración del Riesgo por Fugas en Almacenamiento

Las TMF correspondientes para este caso se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 29. Valoración del Riesgo por Fallas en Tanque de Almacenamiento

ÁREAS DE AFECTACIÓN

ESCENARIO	AF-03-1a	AF-03-1b	AF-03-1c	AF-03-2a	AF-03-2b
Radio de alto riesgo, m	5.46E+01	1.09E+02	1.09E+01	1.66E+01	2.18E+01
Área de afectación, m <sup>2</sup>	9.37E+03	3.71E+04	3.75E+02	8.70E+02	1.50E+03
TASA MEDIA DE FATALIDAD					
Densidad pob. per./m <sup>2</sup>	7.4E-04	7.4E-04	7.4E-04	7.4E-03	7.4E-03
Prob. eventos / año	2.40E-03	2.14E-03	5.51E-04	2.19E-03	2.30E-04
TMF, fatalidades/año	1.66E-02	5.88E-01	1.53E-04	1.41E-02	2.58E-03
Años trans./fatalidad	60.1	1.7	NS	70.9.	NS

Muelle de Llenado de Cilindros Portátiles

En la Tabla 31 se muestran las consecuencias de una fuga y un jet de flamas en dicha área.

Sumario de la Valoración del Riesgo

Los valores obtenidos para las TMF en cada uno de los escenarios se resumen como sigue: La TMF total para toda la Instalación tiene un valor de 2.85 E +00 fatalidades por año, que es igual a tener un accidente con lesionados o fatalidades cada 4.2 meses

aproximadamente, esta valoración resulta alta, debido a la gran cantidad de operaciones de carga y descarga, así como la distancia recorrida en el transporte de autotanques.

Tabla 31. Valoración del Riesgo por Jet de Flamas en Muelle de Llenado de Cilindros

**ÁREAS DE AFECTACIÓN**

ESCENARIO	AF-05a	AF-05b	AF-05c
Longitud del Jet de Flamas, m	2.18E+01	5.72E+00	1.09E+01
Area de afectación, m <sup>2</sup>	1.50E+03	1.03E+02	3.75E+02
<b>TASA MEDIA DE FATALIDAD</b>			
Densidad de población, personas/ m <sup>2</sup>	1.10E-03	1.10E-03	1.10E-03
Probabilidad eventos / año	4.20E-02	5.25E-02	6.00E-04
TMF, fatalidades/año	6.92E-01	5.94E-02	2.47E-03
Años transcurridos por fatalidad	1.44	16.8	404.0

**Tabla 32. Sumario de Valoración de Riesgos**

Escenario TMF	Años transcurridos	TMF
Transporte de autotanques	2.37E+01	4.22
Carga y Descarga de Autotanques	1.62E+00	61.6
Tanques de Almacenamiento	1.65E-00	60.6
Autoabasto	2.97E-01	337.0
Muelle de Llenado de Cilindros	1.33E-00	75.4
<b>TMF Total de la Planta de Almacenamiento</b>	<b>1.61E+01</b>	<b>6.23</b>

**Comparación de Resultados con Otras Actividades Industriales**

A fin de tener una idea del grado de riesgo de la planta de almacenamiento, se hace una comparación con los resultados obtenidos en giros diferentes de tal forma que se pueda ver, en términos relativos, los riesgos que conlleva. La siguiente tabla resume las comparaciones:

Tabla 33. Comparación con Otras Actividades Industriales

- Empresa de ensamble de aparatos sensores electrónicos. Tiene gas natural y 1400 empleados  
1.0 x 10<sup>-3</sup>



- Empresa fabricante especializada en una componente automotriz. Tiene gas LP y 400 empleados 1.0 x 10-2
- Empresa almacenadora y distribuidora de gas LP medio volumen y medidas de seguridad especializadas 3.7 x 10-1
- Empresa química de producción de sales de cobre natural y baja densidad de empleados 5.9 x 10-5
- Planta de almacenamiento y Suministro de Gas LP, Alto volumen de almacenamiento y una gran distancia recorrida para la reposición del inventario de gas LP 2.58
- Almacenes Distribuidores de la Frontera, S.A. de C.V., manejo de sustancias químicas a altas presiones 37.25
- **EUROGAS, S.A. de C.V., 6.23**

Como puede observarse de la comparación anterior, la empresa EUROGAS, S.A. de C.V., tiene una TMFF media comparada con otro tipo de empresas ello es debido a la cantidad de operaciones de cargas y descargas y llenado de cilindros portátiles, donde es necesario tomar medidas de seguridad adecuadas, de acuerdo a lo que se establece en la siguiente sección de este estudio.

#### **VI.5.- Interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas.**

Los cuales corresponden al transporte de gas LP en autotanques y por sobrepresión del tanque de almacenamiento, respectivamente. En ambos casos, resultaría conveniente la evacuación total de la Planta o de la zona en donde se presente el incidente, por lo que es necesario aplicar medidas preventivas que incluyan los siguientes aspectos.

#### **VI.6. Recomendaciones Técnico - Operativas resultantes (Medidas de seguridad intrínsecas)**

La medida de seguridad intrínseca privilegiada es el cambio de una sustancia peligrosa por una menos peligrosa, sin embargo, en el caso de la propia combustión para todo tipo de procesos domésticos o industriales, no existe una alternativa más efectiva desde el punto de vista de abatimiento de la contaminación que el gas LP por su facilidad para quemarse completamente y la limpieza de su combustión en cuanto a contaminantes. Por otra parte, la amplia experiencia que se tiene, en el ámbito mundial, en sistemas de carburación a gas LP, hace que la selección de este material sea más favorecida, aún sobre la alternativa de quemar gas natural.

Dado que la sustitución de la sustancia no es posible, la siguiente medida de mitigación intrínseca es la localización de las instalaciones en lugares con ninguna o baja densidad de población. En el caso de la Planta de almacenamiento en estudio, los terrenos libres de población aldeanos la hacen viable.

### **Medidas de seguridad en el diseño**

Las Plantas de almacenamiento de gas LP se construyen, operan y mantienen bajo la supervisión y normatividad de la Secretaría de Energía en el ámbito federal, y bajo la supervisión de los Subcomités de Prevención y Verificación, a niveles estatales y municipales, así como bajo los lineamientos, en cuanto a su ubicación, de los Planes Directores de Desarrollo Urbano en aquellos municipios en que existen. En el anexo digital se presenta el contenido de la norma que gobierna los requisitos técnicos para diseño y construcción de plantas de almacenamiento y distribución de gas LP.

### **Medidas de seguridad a través de procesos de administración de riesgos**

Las medidas de seguridad de tipo administrativo incluyen la actualización y uso de Procedimientos Estándares de Operación, Manuales de Entrenamiento, Procedimientos de Emergencia, Procedimientos de Trabajo en Áreas Peligrosas y Procedimientos de Investigación de Incidentes, entre otros. Además de lo anterior, se realizan auditorías de seguridad periódicas por parte de la Secretaría de Energía la autoridad regulatoria correspondiente y por el Sub-Comité de Prevención y Verificación (SPV).

La empresa EUROGAS, S.A. de C.V. cuenta con un manual de operaciones en materia de seguridad para el buen funcionamiento de la Planta de Almacenamiento.

### **Recomendaciones técnico operativas.**

Las medidas técnicas operativas resultantes del análisis de los riesgos potenciales se pueden sumarizar en los siguientes aspectos:

- Transporte de material en horario de 0 a 6 horas.

- Monitoreo constante de las condiciones de operación, particularmente de la presión. Este monitoreo debe incluir la calibración periódica y documentada de todas las válvulas de seguridad y de las válvulas de relevo hidrostático.
- Procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo oportunos y eficientes, y monitoreo periódico de fugas en todo el sistema de tuberías.
- Capacitación y procedimientos oportunos de respuesta de emergencia en casos de fugas. La profesionalización y el equipamiento del personal en los aspectos de emergencias debe ser una labor continua y permanente, sobre todo ante los problemas de rotación de personal que experimentan, de manera crónica, las empresas de la ciudad.

#### **VI. 7.- Reporte del resultado de la última auditoría de seguridad.**

El último informe de auditoría 2019 marca todo en buen estado de funcionamiento.

#### **VI.8. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.**

Las áreas que se protegerán en caso de un conato de incendio, son todas aquellas que puedan tener dicho conato, su protección es de acuerdo al riesgo que presenten, siendo la zona de almacenamiento la que tiene mayor riesgo.

#### **Accesorios de Protección:**

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los que son adaptados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma, se cuenta además con trajes de Nomex para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio; y un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

#### **Extintores**

a) Extintores manuales: Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se encuentran instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 Kg. de

capacidad cada uno, en los siguientes lugares y una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros, medidas desde el piso a la parte más alta del extintor.

- Dos en el muelle de llenado
- Uno junto al tablero eléctrico (bióxido de carbono)
- Dos en oficinas
- Tres en el estacionamiento para vehículos de reparto
- Uno en la caseta de equipo contra incendio
- Uno en el servicio sanitario
- Uno en las tomas de recepción y suministro
- Uno en las bombas
- Cuatro en la zona de almacenamiento
- Dos en taller
- Uno en compresor

b) **Extintor de carretilla:** Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 Kg. de polvo químico seco, el cual se encuentra localizado enfrente de los servicios sanitarios.

**Alarmas:** Las alarmas instaladas son del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica CA 127V.

**Comunicaciones:** Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a los bomberos, a la policía y a las unidades de rescate correspondientes, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

Manejo de agua a presión : Para el manejo de agua a presión se cuenta con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

#### **1. Cisterna.**

**2. Caseta de máquinas** se encuentra localizada a un costado de los tanques-cisterna con dimensiones en Planta de 2.00 x 2.0 metros y altura de 2.50 metros, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal. Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

**Bomba centrífuga para aguas acoplada a motor de combustión.**

**Bomba centrífuga para aguas.**

**3. Red distribuidora**, construida con tubo de PVC, Clase 11.2 Kg/cm<sup>2</sup> y accesorios y conexiones de fierro fundido Clase 8.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

Dos hidrantes y el riego por aspersión de los tanques de Gas L.P.

Para el enfriamiento del tanque, se cuenta con válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm. (4") de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

**Tubería y elementos de rociado para el tanque:**

Los tanque cuentan con un tubo de rociado paralelos al eje del mismo formando un anillo, ubicados simétricamente por arriba. Estas tuberías son de 51 mm. de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería colocando 16 boquillas por tanque. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo cono recto con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

**VI.9.- Medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la instalación.**

Entrenamiento del personal:

Una vez en marcha el sistema contra incendio, se procedió a impartir un curso de entrenamiento del personal, que abarcó los siguientes temas:

1. Posibilidades y limitaciones del sistema.
2. Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
3. Uso de manuales.

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.

- Uso de accesorios de protección
- Uso de los medios de comunicación
- Evacuación de personal y desalojo de vehículos
- Cierre de válvulas estratégicas de gas
- Corte de electricidad
- Uso de extintores
- Uso de hidrantes como refrigerante
- Operación manual del rociado a tanques
- Ahorro de agua

**b) Mantenimiento general:**

Puntos a revisar:

Acciones diversas y su periodicidad

Mantenimiento preventivo a equipos y agua

Mantenimiento correctivo y agua

Rutas de traslado de los materiales involucrados que se consideren de alto riesgo.

El gas LP es transportado siguiendo especificaciones establecidas en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos publicado en el Diario Oficial de la Federación, así como en las normas locales tanto estatales como municipales en materia de riesgo ambiental establecidas por las autoridades competentes.

## **CONCLUSIONES.**

- Se muestra los radios de afectación en el plano de ubicación de la instalación y se observa que no alcanzan los sitios poblados como el estadio Akron o Cd. Judicial.
- Las medidas de seguridad disminuyen el riesgo presente en la instalación.
- La planta de almacenamiento de gas cumple con la norma de diseño para este tipo de instalaciones por lo que intrínsecamente es segura.

Elaboro:

Ing. José Luis Servín Calderón.

Mega Éxito Empresarial – Consultores Ambientales.

Abril del 2019.