

93
2 ej'



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANALISIS DE RIESGOS EN EL MANEJO,
TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE GAS
LICUADO DE PETROLEO.**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
PEDRO MANCILLA MARTINEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. ESPERANZA SEGOVIANO AGUILAR



MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ANALISIS DE RIESGOS EN EL MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO (GAS L.P.)

INDICE

	PAGINAS
I. Introducción	2
I.1. Generalidades	4
II. Procesos de obtención de gas L.P. en refinarias del país. Diagramas de flujo. Propiedades.	7
II.1. Características de los componentes de gas L.P.	8
II.2. Refinerías donde se producen los componentes del gas L.P.	10
II.3. Proceso de refinación primaria de petróleo crudo.	12
II.4. Diagramas de flujo y equipo utilizado para la obtención de gas L.P.	14
II.5. Propiedades físicas y químicas.	23
II.6. Tipos de gas L.P.	27
III. Descripción de operaciones de manejo, transporte y almacenamiento.	31
III.1. Introducción	32
III.2. Generalidades de las operaciones.	33
III.3. Medios de transporte.	33
III.4. Descripción de operaciones.	35
III.4.1. Manejo por bombeo.	39
III.4.2. Manejo por diferencia de presiones.	40
IV. Evaluación de riesgos en las operaciones de manejo, transporte y almacenamiento.	41
IV.1. Introducción.	42
IV.1.2. Válvulas de control.	42
IV.2. Métodos de pruebas para válvulas.	46
IV.3. Recepción de la unidad.	48
IV.4. Precauciones en las operaciones con carros-tanque de f.f.c.c.	51
IV.5. Precauciones en las operaciones de descarga por medio de bomba.	57
IV.6. Precauciones en las operaciones de descarga por medio de compresora.	60

IV.7.	Precauciones en las operaciones del llenado de recipientes portátiles.	65
IV.7.1.	Cuidado de básculas.	65
IV.7.2.	Cuidado de recipientes portátiles.	67
IV.7.3.	Riesgos en las operaciones de llenado de recipientes portátiles.	68
IV.7.4.	Cuidados en el procedimiento de reposo de recipientes portátiles.	70
IV.8.	Precauciones en el llenado de recipientes estacionarios.	73
IV.8.1.	Riesgos en el llenado de recipientes estacionarios.	76
IV.9.	Precauciones en el llenado de Autos-tanque en planta de almacenamiento.	83
IV.9.1.	Accesorios de plomería de Autos-tanque.	83
IV.9.2.	Riesgos en las operaciones de llenado de auto-tanques en planta de almacenamiento.	85
IV.10.	Riesgos de Sobrellenado.	88
IV.10.1.	Sobrellenado en recipientes portátiles.	89
IV.10.2.	Sobrellenado en recipientes estacionarios.	91
V.	Método estadístico programado para control de existencias y determinar mermas en el manejo, transporte y almacenamiento de gas L.P.	98
V.1.	Generalidades.	99
V.2.	Seguimiento.	100
V.3.	Método computarizado.	107
V.3.1.	Reporte de gas en tanques de almacenamiento.	108
V.3.2.	Reporte de recepción de autotransportes.	109
V.3.3.	Reporte de existencia de gas en autotanques.	110
V.3.4.	Reporte de movimiento de gas en almacen.	112
VI.	Análisis para la localización y medidas de seguridad para la distribución de planta.	125
VI.1.	Antecedentes.	126
VI.2.	Ubicación, linderos y colindancias.	128
VI.3.	Urbanización.	128
VI.4.	Tanques de almacenamiento.	129
VI.5.	Maquinaria.	130

VI.6.	Tuberías conexiones y mangueras.	130
VI.7.	Controles manuales y automáticos.	131
VI.8.	Tomas de recepción y suministro.	131
VI.9.	Sistema eléctrico.	132
VI.10.	Vías y espuelas de ferrocarril.	132
VI.11.	Edificios y cobertizos.	132
VI.12.	Estacionamiento y talleres para reparación de vehículos.	133
VI.13.	Rotulos, pinturas de protección.	133
VI.14.	Relación de distancias requeridas.	134
VI.15.	Medidas contra incendio.	134
VI.16.	Evaluación de análisis.	135
VI.17.	Localización y Distribución de planta.	137
VII.	Conclusiones.	140
	Anexo No. 1 Descripción del equipo.	151
	Anexo No. 2 Recipientes fijos o estacionarios.	159
	Anexo No. 3 Medidor para Gas L.P.	172
	Anexo No. 4 Pruebas a efectuar en los componentes de una planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P.	175
	Anexo No. 5 Fuegos de gas como combatirlos y prevenirlos.	190
	Anexo No. 6 Plan para evacuación en situación de emergencia.	195
	Anexo No. 7 Tabla de corrección de volumen contra peso específico para Gas L.P.	204
	Anexo No. 7A Tabla de corrección de volumen contra peso específico para Gas L.P.	205
	Anexo No. 8 Tabla de corrección del peso específico a 15 °C para Gas L.P.	206
	Anexo No. 9 Listado de instrucciones de programa de computadora.	207
	Bibliografía	212

CAPITULO I
INTRODUCCION

I.- INTRODUCCION.

A medida que fué aumentando el número de usuarios de Gas Licuado de Petróleo, los introductores de los diversos aparatos de consumo, se vieron en la necesidad de tener que proporcionar el gas que les era demandado; por lo que ellos mismos empezaron a transportar el gas; utilizando para ello diversos medios de transporte.

Al paso del tiempo se presentó la reglamentación para poder realizar el transporte y el suministro de Gas L.P., razón por la cual, las personas que realizaban en ese tiempo dicho trabajo, obtuvieron sus respectivas autorizaciones; sin embargo muchas de estas personas, conocían el gas solamente por lo que la práctica les había enseñado.

Debido a la reglamentación los distribuidores de Gas L.P., tuvieron que informarse de todo lo concerniente para poder cumplir con los reglamentos y a la vez de lo necesario para llevar un control interno de sus ventas.

De acuerdo con el incremento que han tenido las ventas, a través de los años, se ha requerido contar con el personal capacitado para lograr una mejor organización; de tal forma que se ha pretendido llegar a la especialización de puestos, sin embargo, por carecer de dirección técnica adecuada, han hecho del trabajo una monotonía, desconociendo consecuentemente, las técnicas y las soluciones de los problemas que se presentan.

Los dirigentes principales de las diferentes compañías distribuidoras existentes, se han dado cuenta de los problemas que se presentan por no actualizar los conocimientos de sus trabajadores, es por esto que han decidido impartir cursos de capacitación de personal; habiéndose logrado hasta la fecha los resultados perseguidos.

El objetivo de este trabajo es que su contenido podrá utilizarse en cursos de capacitación, mencionando las características principales del Gas Licuado de Petróleo, las que en condiciones de diseño, de trabajo y de seguridad, deben

ser tomadas en cuenta, más aún la forma de obtenerlo; ya que, frecuentemente se observa el desconocimiento que existe al respecto.

Referente al trasiego de Gas, se mencionan los medios de transporte existentes y que actualmente son utilizados; las plantas de almacenamiento y las técnicas utilizadas para el cambio de lugar de un recipiente a otro enfatizando cada una de las operaciones que se realizan siguiendo en cada una los pasos reglamentarios.

Pocas veces es llevado a cabo un control de las existencias de Gas en las plantas de almacenamiento en la forma correcta, pues en ocasiones se carece de un aparato llamado hidrómetro, utilizado para tomar las lecturas correspondientes a los pesos específicos; otras veces, aún obteniendo los pesos específicos por medio de tablas, se desconocen las técnicas, obteniéndose un cierto margen de error por no trabajar con los datos en condiciones estándar; razones por las cuales las lecturas solo podrán ser correctas en los momentos en que sean tomadas pero sin poder servir de base para el cierre o apertura de un día. Es por esta razón que se presenta un modelo de programación para evaluar las mermas en el manejo y almacenamiento de Gas L.P. por día de operación.

Se esperá que este trabajo sirva como guía o libro de consulta, pues es sabido; que en innumerables ocasiones se hace necesario consultar algún manual o libro determinado para poder disipar las dudas o problemas que se les presentan a las personas encargadas de transportar el Gas L.P. a las plantas de almacenamiento y trasiego, y a los encargados de realizar las operaciones en el interior de las mismas; este trabajo se preparó, apegándose a los casos y problemas más comunes y que frecuentemente se presentan.

11.- GENERALIDADES.

El petróleo es un producto natural, mezcla de hidrocarburos naturales, sólidos, líquidos y cuya composición química no es idéntica y sus propiedades físicas varían considerablemente según su procedencia. Generalmente es un líquido oleoso inflamable, de color amarillo oscuro o negro, de olor característico y con densidad entre 0.8 y 0.95. Este producto ha recibido y recibe aún hoy diferentes nombres: Petróleo, Aceite de piedra. (del Latín petroleum, de petra, piedra, y oleum, aceite) Aceite mineral, Nafta de persia, etc.

El petróleo consta de 50-98% de hidrocarburos (parafinas, naftenos, hidrocarburos aromáticos) y el resto materiales orgánicos que contienen oxígeno, nitrógeno, azufre y trazas de compuestos orgánicos metálicos.

El petróleo es conocido desde la antigüedad, hay indicios de que el hombre neolítico y paleolítico emplearon betunes en las construcciones. Los egipcios lo utilizaron en la conservación de momias. Los japoneses usaban aceite de roca para alumbrado hace unos 2000 años. Los chinos parece que hicieron perforaciones en busca de petróleo hacia el año 221. A.C. Herodoto cuenta que los Romanos lo emplearon para el alumbrado. El petróleo es el combustible preferido del siglo XX y se ha convertido en una gran necesidad de la civilización moderna. El valor de sus productos supera el de cualquier otro mineral. Actualmente el 90% del petróleo consumido se destina a la combustión de motores. Puede usarse en estado crudo como aceite de combustión, pero en su mayor parte se refina en sus elementos componentes. Además de los usos mencionados, los derivados se emplean para obtener productos químicos, medicamentos, lacas, disolventes, antisépticos, etc.

LOCALIZACION DEL PETROLEO.- La formación del petróleo es un proceso muy lento. Hasta hace pocos años se creía que todo el petróleo se había formado de rocas anteriores al Plioceno. Sin embargo Smith en 1954 ha conseguido extraer hidrocarburos

parafínicos, nafténicos y bencénicos de sedimentos marinos recientes cuya edad averiguada a partir del carbono 14 da unos 18,000 años. El petróleo se encuentra en rocas sedimentarias; solo en raras ocasiones se ha desplazado hacia rocas ígneas adyacentes. Los yacimientos comerciales se encuentran en arena, conglomerados, calizas y dolomitas porosas. El petróleo se halla en rocas de todas las edades desde el Cámbrico hasta el Plioceno, pero son las capas terciarias las más ricas. El sedimento donde se origina el petróleo se denomina roca madre, una vez formada emigra y se deposita en la denominada roca almacén.

ORIGEN DEL PETRÓLEO.- El origen del petróleo ha sido motivo de numerosas controversias. En la actualidad se admite que tiene un origen orgánico. Cualquier organismo marino, animal o vegetal puede contribuir a la formación de petróleo, pero al material petrolígeno por excelencia es el PLANGTON.

Los microorganismos planctónicos al morir caen al fondo y son enterrados en los sedimentos marinos, empezando su transformación. Esta se realiza en condiciones reductoras pues en medio oxidante la materia orgánica se descompondría en dióxidos de carbono y agua. Como resultado de dicha transformación, verificada por bacterias anaeróbicas, se origina un fango negruzco, "SAPROPEL", considerado como la sustancia madre del petróleo. Las condiciones necesarias para que se forme el "Sapropel" (medio reductor, bacterias anaeróbicas etc.) se dan en cuencas marinas o salobres con aguas estancadas. El paso de Sapropel a Petróleo es muy complejo y en él intervienen procesos bioquímicos e inorgánicos. Parte de la materia orgánica es oxidada, pasando a CO₂ y parte es reducida, originándose hidrocarburos. En realidad este esquema reducido es mucho más complejo. Primero se originan ácidos grasos, que por reacciones de escisión, condensación, ciclación y deshidratación pasan a hidrocarburos. En todas estas reacciones tienen gran importancia el papel que desempeñan las arcillas, pues debido a su poder absorbente ponen en contacto moléculas extrañas

efectuando así una función de catálisis.

De las teorías inorgánicas una de ellas basa su origen en la descomposición química de compuestos minerales a gran presión y temperatura elevada. La otra teoría dice que, el petróleo se encuentra en el centro de la tierra por la concentración de sustancias minerales.

CAPITULO II

PROCESOS DE OBTENCION DE GAS LP. EN REFINERIAS

DEL PAIS. DIAGRAMA DE FLUJO

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

II.1.- CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DEL GAS LP.

A continuación se incluye un cuadro que muestra los hidrocarburos que componen el gas licuado de petróleo (Gas L.P.) y sus temperaturas de ebullición a la presión normal. (1 atm. o sea 760 mm de Hg)

HIDROCARBURO.	TEMPERATURA DE EBULLICION	
Propano	- 103.8 °C	(-155 °F)
Propileno	- 42.2 °C	(-44 °F)
Butano	- 0.5 °C	(-32 °F)
Isobutano	- 11.5 °C	(-11 °F)
Butileno	- 5.0 °C	(-23 °F)

El Etileno, Propileno y Butileno estan presentes unicamente en los gases licuados de petróleo que se obtienen de refinarias mediante procesos de destilación fraccionada. Los otros hidrocarburos se encuentran lo mismo en el gas producto de refineria, como en el que tiene por base el gas natural. Además, pueden estar presentes algunas cantidades de otros hidrocarburos, tales como el Etano, Isopentano y Pentano normal.

La presión de estos gases depende de su composición y temperatura. a 37.7 °C (100 °F) el butano puro ejerce una presión de 2.601 kg/cm² y el propano 12.234 kg/cm².

A la presión atmosférica y a temperaturas menores que su punto de ebullición (-0.5 °C), el butano es liquido y no puede usarse como gas sin la aplicación de calor por medio de equipo de vaporizador especial, o a menos que se le mezcle con las proporciones necesarias de propano o algún otro hidrocarburo cuyo punto de ebullición sea mas bajo, lo que hace descender el punto de ebullición de la mezcla. El punto de ebullición del propano es de -42.2 °C de modo que cambia de liquido a gas cuando se le expone a cualquier temperatura mayor a la citada. Así se utiliza por lo general durante todo el año en climas frios, especialmente para usos domésticos, sin necesidad de vaporizadores.

La gasolina y los compuestos inflamables similares a menos que contengan componentes excepcionalmente ligeros, como propano y butano, permanecen en estado líquido cuando se sacan del recipiente que los contiene, y sólo sufren una evaporación lenta en el aire; en cambio los gases licuados, al salir de su recipiente, cambian con rapidez del estado líquido al gaseoso expandiéndose en una relación de 270 a 1. En ese estado actúan como otros gases inflamables; arderán si están mezclados con aire en la proporción adecuada, y si la mezcla está encerrada, la combustión puede tomar la forma de explosión. Para que sea inflamable o explosivo, el butano deberá ser como mínimo al 1.8% y como máximo al 8.4% de un volumen total cuyo otro elemento sea el aire. Para el propano la proporción mínima es de 2.4% y como máximo 9.5%.

II.2.- REFINERIAS DONDE SE PRODUCEN LOS COMPONENTES DEL GAS L.P.

La producción de gas L.P. en un volumen industrial, se inicia en realidad en el año 1946 por PEMEX, que antes de esa fecha lo venía fabricando en cortas cantidades, que carecían de importancia industrial, en pequeñas plantas de absorción de sus instalaciones de Poza Rica, Tampico, Ciudad Madero y Minatitlán, utilizando como materia prima el gas natural. Antes de la expropiación petrolera, las compañías también lo producían en cantidades limitadas. A partir del año 1946 la producción ha sido aumentada por la fabricación en la refinería de Azcapotzalco y en la planta de absorción de Poza Rica, y se incremento en forma notable en el año 1951, en que empezó a trabajar la refinería de Salamanca.

El aumento en la capacidad productiva de estas tres instalaciones, la modernización de las refinerías de Minatitlán y Ciudad Madero y la instalación de nuevos centros de producción en Mazatlán, Salina Cruz y Guaymas lograron en breve una mucho mayor producción de gas licuado de petróleo.

Como se mencionó anteriormente la producción del petróleo y sus derivados la lleva en forma exclusiva PEMEX. Tal es el caso del gas L.P., que se produce en las instalaciones de Azcapotzalco, Tula, Salamanca, Poza Rica, Minatitlán, Tampico, y Ciudad Madero.

Entre estas, las primeras están ubicadas atendiendo a la importancia del centro de consumo, mientras, que las restantes han sido instaladas en lugares cercanos a la fuente de materia prima. Hay que hacer notar que la producción de gas no es el objeto principal de estas plantas, ya que este combustible no es sino un subproducto en el proceso general de fabricación y por lo tanto, en la ubicación de dichas plantas se ha atendido preferentemente a la importancia de otros artículos tales como las gasolinas.

En el aspecto de inversiones, por tratarse de una empresa

en la que el gas licuado es sólo una línea secundaria de su producción, y que además se obtiene incidentalmente es difícil conocer el capital invertido en esta actividad. Debe de considerarse, por otra parte, que la producción de gas licuado esta subordinada a las necesidades de butano para la elaboración de otros productos de mayor importancia económica, tales como gas-avión, por lo cual unicamente son utilizadas las cantidades remanentes de Butano.

II.3.- PROCESO DE REFINACION PRIMARIA DE PETROLEO CRUDO.

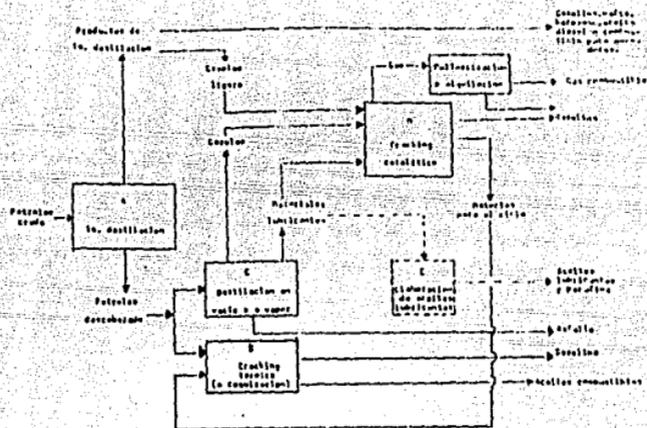
OPERACIONES BASICAS.- Todo el petróleo crudo se somete primero a una destilación a la presión atmosférica, operación conocida con el nombre de "Descabezamiento o Destilación Primaria". El residuo es tratado de tres maneras principales que son: Craqueo, Fabricación de aceites y Fabricación de Asfaltos.

Posterior a la destilación primaria (A), pasa por un Craqueo Térmico (B) sólo, o por Reducción al Vacío (C), Craqueo Catalítico (D) y un Craqueo Térmico (E) como se muestra en el diagrama de bloques de Refinación Primaria de Petróleo Crudo de la figura II.3.1. Finalmente una pequeña porción (3-7%) de la capacidad total de petróleo crudo es tratado para la fabricación de aceites lubricantes (E).

TRATAMIENTO GENERAL.- Los procedimientos de refinación seguidos en diferentes plantas son pocas veces semejantes, porque cada petróleo crudo y cada mercado exige alguna revisión al tratamiento. Sin embargo, hay algunos pasos necesarios y estos se indican en el diagrama de flujo de Procedimientos de Refinación de la figura II.3.2) Este diagrama muestra el tratamiento completo dividido en ocho partes y la relación entre ellas se encuentra indicado en la misma figura, pero no muestra de una manera completa la interdependencia de las unidades.

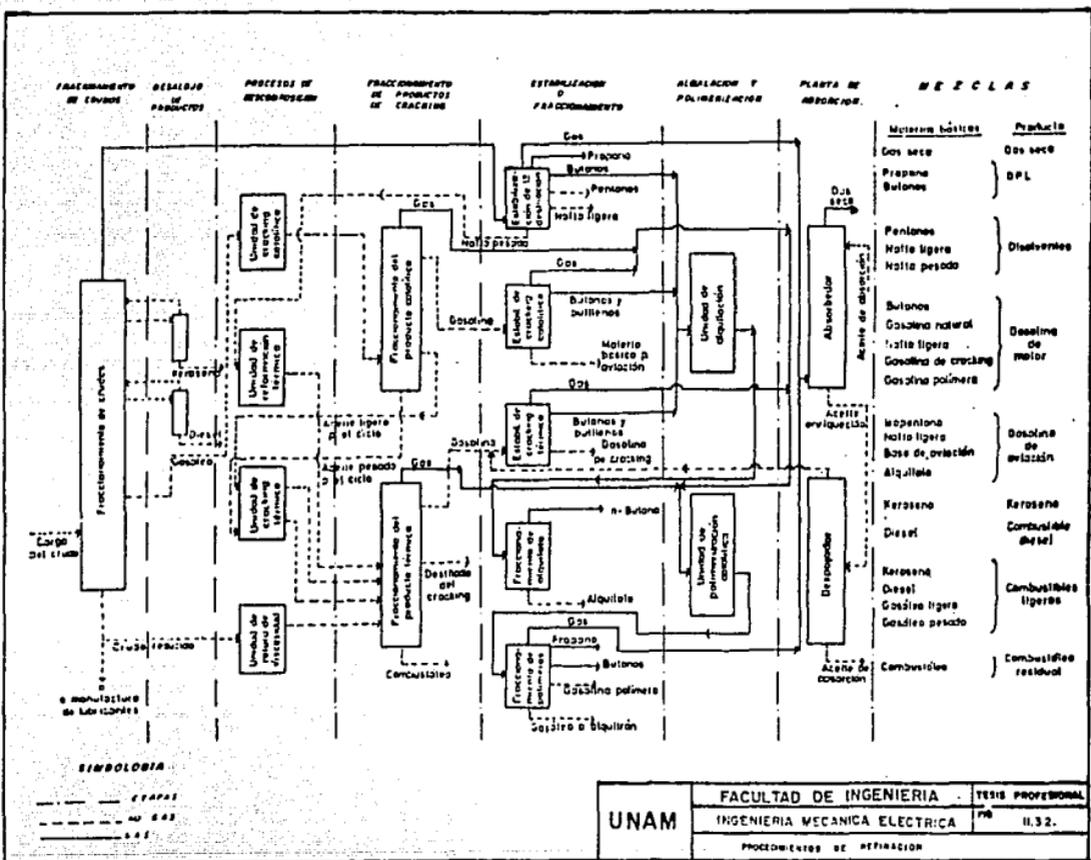
Los gases licuados de petróleo son hidrocarburos o mezclas de hidrocarburos que han sido convertidos al estado líquido bajo presión, para transportarlos, almacenarlos y usarlos eficientemente.

Los gases licuados fueron fabricados originalmente utilizando el gas natural, y el proceso era incidental a la producción de la gasolina natural. Aunque todavía se obtienen grandes cantidades por este procedimiento, el gas natural ya no es la fuente principal. En años recientes las refinerías de petróleo han estado produciendo grandes cantidades de gases



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. 11.3.1.
	REFINACION PRIMARIA DEL PETROLEO CRUDO.	

62



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	PM 11.32.
	PROCEDIMIENTOS DE REFINACION	

licuados de petróleo utilizando hidrocarburos ligeros obtenidos en sus procesos de refinación. En virtud del creciente mercado que encuentran estos gases, se han instalado en muchas refinerías, para aumentar su producción, equipos de los cuales nos ocuparemos más adelante. Todos los hidrocarburos que componen los gases licuados de petróleo son más pesados que el aire, de tal manera que si se escapan del recipiente que los contiene tienden a depositarse en los lugares bajos. Para licuar los gases del petróleo se reduce su temperatura, o se les somete a una presión suficiente, o bien se combinan ambos procedimientos. En estado líquido estos combustibles pueden almacenarse, transportarse y manejarse con facilidad. Para usarlos, se pone en juego la propiedad que tienen de volver al estado gaseoso en cuanto se exponen a la temperatura normal, que excede a su punto de ebullición.

II.4. DIAGRAMA DE FLUJO Y EQUIPO UTILIZADO PARA LA OBTENCION DE GAS LP.

Con el objeto de facilitar el estudio del equipo usado en la industria del gas en su aspecto de producción, habremos de clasificarlo en dos grupos principales, tomando en cuenta el procedimiento de obtención que se sigue (absorción o destilación fraccionada), y que depende de la materia prima de que se parta, sea gas natural, o despuntado proveniente de la destilación primaria del petróleo.

En el primer grupo, es decir, en aquellas plantas que utilizan como materia prima el gas natural, cabe distinguir dos subgrupos según que empleen, una vez absorbidos y recuperados los constituyentes deseados del gas natural, gasolina despropanizada ó gasolina sin despropanizar.

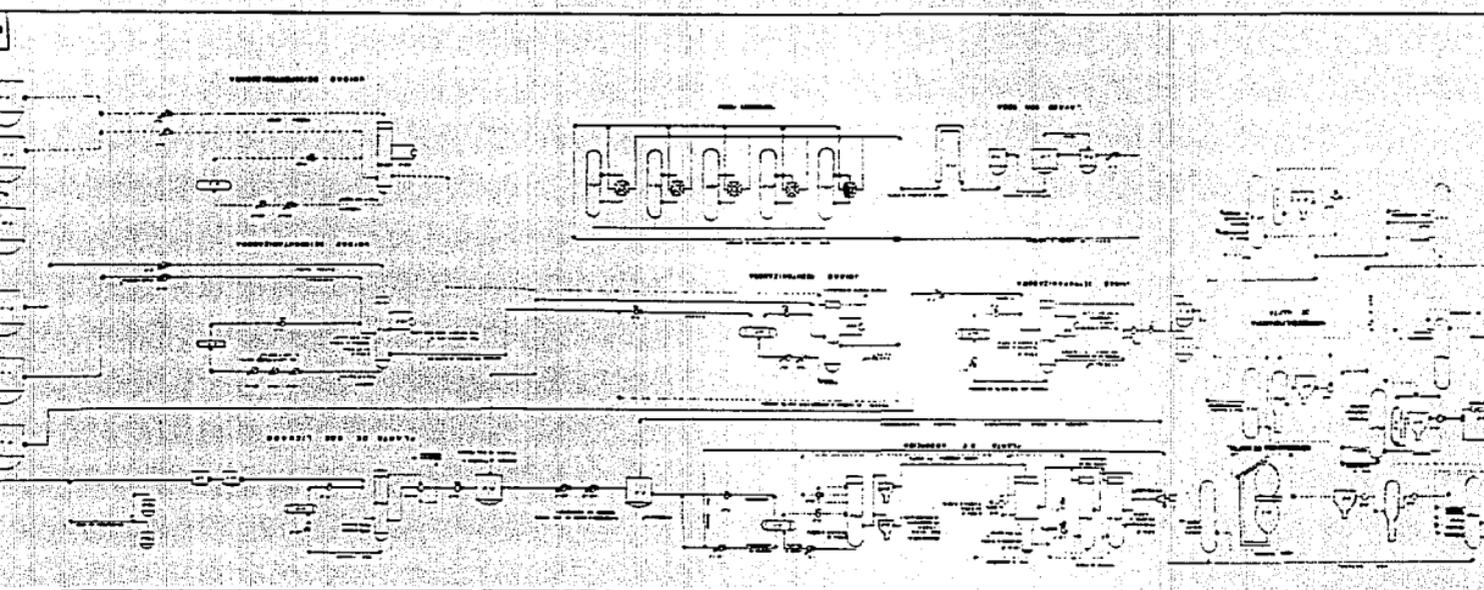
En el diagrama II.4.1 se muestran los equipos principales para la obtención de gas L.P. utilizados en la absorción y la separación de los materiales para la obtención del gas licuado. Las características del equipo corresponden a una planta con capacidad de 151,297 TON/ANO. El equipo es el mismo para ambos subgrupos y consta de:

TT-14, TT-19.- Dos columnas de absorción, en paralelo, con diámetro de 2.0 m. diseñadas para una presión de trabajo de 46.6 kg/cm^2 , empacadas con 28 platos a una distancia de 0.60 m.

TT-9.- Columna separadora de aceites pesados y reabsorbedora. Sección separadora: diámetro 2.43 m. altura 5.78 m.; empacada con cuatro platos a una distancia de 0.60 m. Sección reabsorbedora diámetro 1.21 m.; empacada con 24 platos a una distancia de 0.45 m. La columna esta diseñada para trabajar a una presión de 14.1 kg/cm^2 .

TT-2 - Columna de destilación, empacada con 26 platos a una distancia de 0.60 m., diámetro de la torre 2.73m.

B-3, B-4 -Dos calentadores de la alimentación de la torre



de destilación, que constan de dos serpentines en paralelo, constituidos por 32 tubos de 0.15 m. cédula 80, diámetro interior 0.14 m.; longitud 9.22 m. Cada calentador tiene 24 quemadores distribuidos simétricamente, 12 de cada lado, y proporcionan 10,636,000 cal./hr.

- A-1.- Recompensador de gases no condensados de la columna de destilación.
- CN-1, CN-13.- Equipo de transmisión de calor, constituido por dos condensadores, uno para destilado de la columna de destilación y otro para vapores del recompensador.
- H-8, H-9.- Dos cambiadores de calor, de aceite pesado circulando en la columna separadora contra aceite de absorción del fondo de la columna de destilación.
- E-1.- Enfriador para el aceite de absorción circulando en las columnas absorbedoras.
- P-1, P-2.- Equipo de bombeo compuesto por tres bombas accionadas por motor.

Si se utiliza gasolina depropanizada para la obtención del gas licuado, el material que ha sido absorbido y recuperado en el equipo anterior pasa a una unidad depropanizadora que cuenta con el siguiente equipo:

- TT-11.- Columna depropanizadora de destilación fraccionada, con diámetro de 2.81 m. empacada con 32 platos a una distancia de 0.60 m. y cuatro más a una distancia de 0.76 m.
- RB-1.- Recalentador de la columna depropanizadora; consta de 32 tubos de 0.15 m., cédula 80, diámetro interior de 0.14 m. y longitud de 6.26 m. con 16 quemadores, 8 de cada lado. Proporciona al aceite 4037200 cal./hr.

- T-3, T-13.- Dos tanques de almacenamiento no condensados para la alimentación de la columna depropanizadora.
- A-3 .- Acumulador de reflujo de la columna depropanizadora.
- CN-5 .- Equipo de transmisión de calor constituido por Condensador del destilado de la torre depropanizadora.
- H-11 .- Cambiador de calor alimentación contra fondos de la columna depropanizadora.
- E-2 .- Enfriador de fondos de la columna depropanizadora.
- P-5, P-6 .- Equipo de bombeo compuesto por dos bombas.
- El gas licuado de petróleo es obtenido en otra unidad de destilación fraccionada, a la que se conoce como deisobutanizadora, cuyo equipo se enumera a continuación.
- TT-12 .- Columna deisobutanizadora, de destilación fraccionada, con diámetro de 2.43 m. y altura de 27.99m., empacada con platos en número de 50, distantes 0.45 m. entre si, diseñada para trabajar a 8.44 kg./cm².
- RB-3 .- Recalentador de la columna deisobutanizadora con superficie de calentamiento de 166.6 m². y capacidad de calentamiento de 5X10⁶ Cal./hr.
- A-5 .- Acumulador de reflujo de la columna deisobutanizadora.
- CN-8, CN-9.- Equipo de transmisión de calor constituido por tres condensadores del destilado de la columna con una área de enfriamiento de 693.1 m². y capacidad de enfriamiento de 5134248 Cal./hr.
- CN-10
- E-4.- Enfriador de condensado de la columna con un área de enfriamiento de 19.54 m².
- P-9.- Bomba para reflujo de la columna, accionada por motor.

Si el producto que nos ocupa es obtenido de gasolina sin depropanizar, ésta, obtenida en la planta de absorción, pasa a la llamada planta de gas licuado. El equipo que constituye esta última es la que se menciona a continuación:

- T-2,T-11. - Dos tanques de almacenamiento de gasolina.
- TT-18.- Columna de destilación fraccionada para la obtención de gas licuado de petróleo.
- A-2.- Acumulador de reflujo de la torre.
- CN-2,CN-3.- Equipo de transmisión de calor constituido por Dos condensadores de gasolina provenientes de la planta de absorción.
- CN-4.- Condensador del destilado de la columna.
- H-10.- Cambiador de calor para alimentación contra fondos de la columna.
- P-3.- Bomba de alimentación a la columna de destilación.
- P-4.- Bomba de vapor para reflujo de la columna de destilación.
- L-1, L-3.- Dos columnas de lavado del gas con sosa y plumbito de sodio.
- TM-1,IM-2.- Dos tanques de tratamiento de gas con mercaptano.
- TT-10,T-14.-Dos tanques de almacenamiento de gas licuado de petróleo.
- Si se utiliza como materia prima un desputado proveniente de la destilación primaria del petróleo crudo y de un punto de ebullición máximo de 30-32 °C. el equipo usado es el que se menciona a continuación:
- T-3,T-13.- Dos tanques de almacenamiento de la materia prima usada en la planta de gases.
- TT-10,TT-11.-Cuatro columnas de destilación fraccionada para la separación de los gases (Depropanizadora, Debutanizadora, Deisobutanizadora y Deisopentanizadora.
- RB-1, RB-2.- Cuatro recalentadores correspondientes a cada una de las columnas de destilación.
- RB-3, RB-4.
- A-3, A-4.- Cuatro acumuladores de reflujo,uno correspondiente a cada columna fraccionadora.
- A-5, A-6.
- T-12.- Tanque de sosa.
- L-2.- Tanque lavador de sosa.
- S-2.- Separador de sosa.

PT-1,PT-2.- Cinco tratadores Perco para endulzar butanos y
PT-3,PT-4 pentanos.
PT-5.

Equipo de transmisión de calor constituido por condensadores enfriados por agua y repartidos de la siguiente manera:

- CN-5.- Uno para propano del domo de la columna depropanizadora.
- CN-6,CN-7.- Dos para butanos (normal e iso) del domo de la columna debutanizadora.
- CN-8,CN-9.- Tres para isobutano del domo de la columna deisobutanizadora.
CN-10
- CN-11,CN-12.- Dos para isopentano del domo de la columna deisopentanizadora.

E-2.- Enfriador para butanos y pentanos a tratamiento con sosa.

E-3, E-4.- Un enfriador para cada uno de los productos a
E-5, E-6 almacenamiento.

E-7.
E-8.- Un precalentador de butanos y pentanos a los tratadores Perco.

P-5, P-6.- Equipo de bombeo constituido por seis bombas

P-7, P-8 accionadas por motor.
P-9, P-10.

A continuación se menciona el código y descripción de los equipos del diagrama de la fig. II.4.1.

C O D I G O D E S C R I P C I O N .

- A - 1 Acumulador de reflujo de Torre de Destilación.
- A - 2 Acumulador de reflujo de Torre Fraccionadora de Butanos y Propanos.
- A - 3 Acumulador de reflujo de Torre Depropanizadora.
- A - 4 Acumulador de reflujo de Torre Debutanizadora.
- A - 5 Acumulador de reflujo de Torre Deisobutanizadora.
- A - 6 Acumulador de reflujo de Torre Deisopentanizadora.

	dora.
BL - 1	Balaceador.
B - 1	Calentador de crudo.
B - 2	Calentador de residuo atmosférico.
B - 3	Calentador de Torre de Destilación.
B - 4	Calentador de Torre de Destilación.
B - 5	Calentador de Torre Fraccionadora de residuo atmosférico.
B - 6	Calentador de Torre Fraccionadora de gasolina.
B - 7	Calentador de Torre de Despunte de Pentanos e Isobutanos.
B - 8	Calentador de Torre Hidrosulfuradora de Destilados Intermedios.
B - 9	Calentador de Torre Hidrosulfuradora de nafta
C - 1	Compresor de Gas Natural.
C - 2	Compresor para Hidrógeno.
C - 3	Compresor para Hidrógeno.
CN - 11	Condensador de Torre de Destilación.
CN - 2	Condensador de Gasolina sin Depropanizar.
CN - 3	Condensador de Gasolina sin Depropanizar.
CN - 4	Condensador de Torre Fraccionadora de Butanos y Propanos.
CN - 5	Condensador de Torre Depropanizadora.
CN - 6	Condensador de Torre Debutanizadora.
CN - 7	Condensador de Torre Debutanizadora.
CN - 8	Condensador de Torre Deisobutanizadora.
CN - 9	Condensador de Torre Deisobutanizadora.
CN - 10	Condensador de Torre Deisobutanizadora.
CN - 11	Condensador de Torre Deisopentanizadora.
CN - 12	Condensador de Torre Deisopentanizadora.
CN - 13	Condensador de Vapores no condensados a tanque de condensados.
D - 1	Desalador.
E - 1	Enfriador de aceite absorbente.
E - 2	Enfriador de Butanos y Pentanos.
E - 3	Enfriador de Propano.

- E - 4 Enfriador de Isobutano.
- E - 5 Enfriador de Butano Normal.
- E - 6 Enfriador de Isopentano.
- E - 7 Enfriador de Pentano Normal.
- E - 8 Enfriador en U.
- H - 1 Cambiador de calor de desaladora.
- H - 2 Cambiador de calor de Torre Despunte de residuo atmosférico.
- H - 3 Cambiador de calor de calentador.
- H - 4 Cambiador de calor de Torre Fraccionadora de gasolina.
- H - 5 Cambiador de calor de U. Reformadora de Nafta.
- H - 6 Cambiador de calor de U. Hidrodesulfuradora de destilados intermedios.
- H - 7 Cambiador de calor de U. Hidrodesulfuradora de nafta.
- H - 8 Cambiador de Calor de Torre Flash.
- H - 9 Cambiador de Calor de Torre de Destilación.
- H - 10 Cambiador de Calor de Torre Fraccionadora de Butanos y Propanos.
- H - 11 Cambiador de calor de Torre Depropanizadora.
- L - 1 Lavador con Sosa.
- L - 2 Lavador con Sosa.
- L - 3 Lavador con Litargirio.
- P - 1 Bomba de Torre Absorbedora.
- P - 2 Bomba de Torre de Destilación.
- P - 3 Bomba para gas a planta de Gas Licuado.
- P - 4 Bomba para gas a lavado con sosa.
- P - 5 Bomba para Butanos a Torre Depropanizadora.
- P - 6 Bomba para Propano a Tanque Almacenamiento.
- P - 7 Bomba para Butano y Propano a Planta de Gas Licuado.
- P - 8 Bomba para Butano a Torre Deisobutanizadora.
- P - 9 Bomba para Isobutano a Tanque Almacen.
- P - 10 Bomba para Isopentano a Almacenamiento.
- P - 11 Bomba para gasolina condensada a almacen.

R - 1	Reactor Convertidor.
R - 2	Reactor de Aceites.
R - 3	Reactor de Gasolinas.
R - 4	Reactor de Gasolinas y Diesel.
RB - 1	Recalentador de Torre Depropanizadora.
RB - 2	Recalentador de Torre Debutanizadora.
RB - 3	Recalentador de Torre Deisobutanizadora.
RB - 4	Recalentador de Torre Deisopentanizadora.
RB - 5	Recalentador de Torre de Despunte de Crudo.
S - 1	Separador de Gasolinas.
S - 2	Separador de Sosa.
T - 1	Tanque de almacenamiento de crudo.
T - 2	Tanque de almacenamiento de condensados.
T - 3	Tanque de almacenamiento de despuntado.
T - 4	Tanque de almacenamiento de Propano.
T - 5	Tanque de almacenamiento de Isobutano.
T - 6	Tanque de almacenamiento de Butano Normal.
T - 7	Tanque de almacenamiento de Isopentano.
T - 8	Tanque de almacenamiento de Pentano Normal.
T - 9	Tanque de almacenamiento para Mezclas.
T - 10	Tanque de almacenamiento de Gas L.P.
T - 11	Tanque de almacenamientos de Butanos y Penta- nos.
T - 12	Tanque de almacenamiento de Sosa.
T - 13	Tanque de almacenamiento de Despuntado.
T - 14	Tanque de almacenamiento de Gas L.P.
TM - 1	Tanque de Tratamiento con Mercaptano.
TM - 2	Tanque de Tratamiento con Mercaptano.
TP - 1	Tratador Perco.
TP - 2	Tratador Perco.
TP - 3	Tratador Perco.
TP - 4	Tratador Perco.
TP - 5	Tratador Perco.
TT - 1	Torre de Despunte de crudo.
TT - 2	Torre de Destilación.
TT - 3	Torre fraccionadora de Aceite decantado.

TI - 4	Torre absorbedora de aceite.
TI - 5	Torre Estabilizadora.
TI - 6	Torre Hidrodesulfuradora de Destilados intermedios.
TI - 7	Torre de tratamiento con sosa.
TI - 8	Torre Hidrodesulfuradora de Nafta.
TI - 9	Torre Flash.
TI - 10	Torre Depropanizadora.
TI - 11	Torre Debutanizadora.
TI - 12	Torre Deisobutanizadora.
TI - 13	Torre Deisopentanizadora.
TI - 14	Torre de Despunte de residuo atmosférico.
TI - 15	Torre de despunte de Pentanos e isobutanos.
TI - 16	Torre Fraccionadora de Residuo atmosferico.
TI - 17	Torre Fraccionadora de Gasolina.
TI - 18	Torre Fraccionadora de Butanos y Propanos.
TI - 19	Torre Absorbedora de Aceite.
TI - 20	Torre de Combustoleos.
TI - 21	Torre de Destilacion.

II.5.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

Es necesario conocer las propiedades Físicas y Químicas del gas L.P. principalmente del Propano y del Butano, por predominar en la composición de dicho gas; ya que estas nos ayudarán a conocer mejor su comportamiento; así mismo, se podrá lograr el buen manejo del combustible y se ejercerá el control debido, con la máxima eficiencia y seguridad. (ver tabla II.5.1).

En esta tabla encontramos las características necesarias para conocer los gases Propano y Butano que son los más comunes en la composición del gas L.P., pues cuando no se encuentran en estado puro cada uno de estos se encuentran formando diferentes mezclas entre los dos.

A continuación se describen las propiedades de la tabla II.5.1.

— La composición química se expresa por medio de la fórmula; la cual, nos indica la cantidad de carbono e hidrógeno que contiene cada molécula de estos gases.

— El peso molecular nos indica el peso de cada molécula expresado en gramos/gr. mol.

— El punto de fusión es la temperatura a la cual una sustancia pasa del estado sólido al líquido o viceversa.

— El punto de ebullición de un gas es la temperatura a la cual un gas en estado líquido pasa al estado gaseoso.

— La temperatura Crítica es aquella sobre la cual es imposible licuar un gas mediante la aplicación de presión exclusivamente, cualquiera que sea la cantidad de presión aplicada.

— La presión crítica es la necesaria para licuar un gas, a la temperatura crítica.

— El peso específico es la relación que existe entre su peso y un volumen igual de aire o agua que sea la relación que se busque para líquido o gas.

— El calor específico es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de la unidad de cantidad de sustancia un

grado (fahrenheit o centigrado).

... Calor latente de evaporación es la cantidad de calor que debe proporcionarse a la unidad de cantidad de sustancia en estado líquido, en su punto normal de ebullición, para evaporarla completamente a la misma temperatura.

... Es necesario conocer los límites de inflamabilidad debido a que las sustancias inflamables requieren una cantidad de aire para que se lleve a cabo su combustión. Si el aire es demasiado o escaso la mezcla no arderá. La mezcla de las sustancias inflamables que se encuentran en adecuada proporción, no mayor ni menor que su límite máximo o mínimo de inflamabilidad, se quemarán o explotarán.

... Las temperaturas de la flama presentadas en la tabla de propiedades deben considerarse como teóricas y posibles de alcanzar, bajo condiciones ideales de laboratorio; pero rara vez pueden obtenerse en la práctica ordinaria comercial. Las temperaturas reales de flama alcanzadas, serán probablemente más bajas, dependiendo de la eficiencia del quemador. El porcentaje de gas para formar una mezcla que nos proporciona la máxima temperatura es: para Propano 4.4, para Butano 3.5.

... El límite de octanos de un combustible se deriva de una escala arbitraria midiendo la máxima relación de compresión que puede ser usada en un motor de combustión interna sin detonación audible. El estándar usado es derivado del ISO-OCTAVO puro (octanaje=100) y las propiedades de cualquier otro combustible, pueden definirse comparandolas con las de este anterior.

PROPIEDADES.	PROPANO	BUTANO
Fórmula	C_3H_8	C_4H_{10}
Peso Molecular.	44.09	58.12
Punto de Fusión	-185.8 °C	-138.3 °C
Punto de ebullición	-42.1 °C	-0.5 °C
Temperatura Crítica	96.8 °C	152.0 °C
Presión Crítica (abs)	49.38 Kg/cm ²	38.74 Kg/cm ²
Peso Específico. (Aire = 1)	1.522	2.006

TABLA II.5.1

Peso Especifico (Agua = 1)	0.508	0.584
Calor Especifico a. Presion Constante.	0.0005 Cal./lt. 0.24 Cal./Kg.	0.00063 Cal./lt. 0.255 Cal./Kg.
Calor Latente de Evaporacion.	101.78 Cal./Kg.	91.67 Cal./Kg.
Limite Minimo de Inflamabilidad.	2.30 %	1.90 %
Limite Maximo de Inflamabilidad.	9.50 %	8.40 %
Temperatura de la Flama.	20-43 °C	2059 °C
Octanaje.	125	91
Presión de vapor (Kg/cm ² .)		
a 26.6 °C	8.71	2.18
a 32.2 °C	11.74	3.45
a 90.5 °C	14.49	4.56
Gravedad especifica de liquido (15.5/15.5 c)	0.509	0.582
Coefficiente medio de expan- cion Térmica del liquido:		
hasta 10 °C	0.00145	0.00104
de 10 °C a 43.3 °C	0.00186	0.00122
Punto de abatimiento a: 1 atm. (°C)	-43.3	-1.4
Volumen especifico del gas a: 15.5 °C m/Kg.	0.533	0.412
Gravedad especifica de gas (aire=1) a 15.5 c y 1 atm.	1.52	2.01
Temperatura de ignicion en el aire (°C)	1979.3	1990.5
Porcentaje del gas en el aire para la temperatura maxima de la flama.	4.2 - 4.5	3.3 - 3.4

Velocidad de propagación máxima de la flama en tubo de 25mm, cm/seg.	84.9	87.1
Limites de inflamabilidad en el aire, % del gas en mezcla gas-aire al limite mínimo.	2.4	1.9
a rapidez de propagación máxima de la flama(%).	4.7 - 5.0	3.7 - 3.9
al limite máximo(%)	9.6	8.6
Requerido para combustion completa cm Oz/cm gas.	4.9	6.3
cm aire/cm gas	23.4	30.0
Kg Oz/cm gas	3.6	3.54
Kg aire/kg gas	15.58	15.3

TABLA II.5.1

II. 6.- TIPOS DE GAS LP.

El producto conocido como gas licuado de petróleo puede clasificarse de una manera general en dos grandes grupos, a los que se les denomina con los nombres de Propano y Butano, atendiendo al hecho de ser estos hidrocarburos los que tienen preponderancia en las mezclas. Esta clasificación es sin embargo, muy ambigua; el origen de la materia prima, el propósito y los detalles de utilización juegan un papel importante en la determinación de las características de los productos. Así por ejemplo, existen dos fuentes de abastecimiento, como ya se mencionó anteriormente: Plantas de gasolina natural y refinerías, siendo sus productos tan similares que pueden ser usados indistintamente en la mayoría de sus aplicaciones. A continuación consideraremos someramente cómo su origen puede afectar las propiedades de los productos, seguido de una exposición de los requisitos que ha de llenar según el uso que se le destine.

El gas licuado procedente de gas natural es una mezcla un tanto incierta que consta fundamentalmente de propano, isobutano y butano normal, así como de pequeños porcentajes de etano y pentano. Dependiendo de la localidad de origen, algunos productos pueden contener también apreciables cantidades de ácido sulfúrico y diversos compuestos orgánicos de azufre de punto de ebullición análogo. En el curso del proceso pueden obtenerse normalmente una fracción que tenga 95 a 99% de propano. La composición de la fracción de butano producida conjuntamente está mucho más variable, dependiendo de la cantidad de butano normal que haya sido eliminada de la materia prima original con las gasolinas ligeras, para incorporarla a combustibles para motor. En muchas ocasiones han sido observadas variaciones en la composición que alcanzan: desde un 10% en propano; de 10 a 70% en isobutanos; de 30 a 90% en butano normal; desde un 3% en pentano.

Sin embargo, al producto promedio contiene aproximadamente

5% de propano, 20 a 30% de isobutano y el resto normalmente butano. Por fortuna las propiedades y el comportamiento de los constituyentes que más varían en su ocurrencia son tan similares que pueden no tomarse en cuenta por lo que respecta al uso como combustible. El contenido de azufre de los productos tratados es muy bajo, siendo del orden de 2 a 12 grados por cada 29.317 m³ de material vaporizado.

La materia prima para gases licuados de refinerías es mucho más variable, considerando que la composición se ve afectada enormemente por la magnitud y el tipo de las operaciones de destilación fraccionada que se practican. Como puede suponerse, esta materia prima contiene no solamente los hidrocarburos de la serie de las parafinas sino también los varios derivados olefinicos. El porcentaje de las olefinas llegan a variar de 10 a 40%. Aquí nuevamente, es una fortuna para los usuarios del gas que las olefinas sean tan semejantes a las parafinas en todas las características importantes de combustión. La concentración de compuestos de azufre en el material de refinería es, regularmente, más alta que en el natural, pero la experiencia ha demostrado que un tratamiento adecuado puede dar lugar a productos comparables a los naturales.

El uso que se les destina y el método de utilización provocan algunas restricciones importantes en la composición de los productos. Se ha demostrado en forma definitiva que el gas licuado propio para embotellar debe contener aproximadamente 95% de propano o propileno si se quieren obtener buenos resultados constantemente bajo todas las condiciones climáticas que pudieran presentarse. Este tipo de producto debe también ser usado en las operaciones de mayor escala donde la vaporización va acompañada de destilación simple del recipiente de almacenamiento. El segundo requisito importante en el caso de este producto es que debe estar parcialmente deshidratado. Si la deshidratación no es suficiente pueden originarse problemas considerables en el equipo regulador de presión cuando la temperatura atmosférica

se aproxima al punto de congelación del agua. El tercer requisito se refiere al hecho de que el gas sea fundamentalmente no corrosivo, de tal manera que no provoque deterioro en el equipo. Debido a que los gases son inodoros, los fabricantes siguen la práctica común de añadirle pequeños porcentajes de materiales altamente olorosos con el objeto de disminuir el número de accidentes provocados por escapes en el equipo.

El mercaptano de etilo es quizás el odorante más usado con este propósito. Un requisito muy importante para un odorante apropiado para gas embotellado combustible es que sea suficientemente volátil para no provocar una formación de residuos en el proceso de destilación simple a que nos hemos referido más arriba. En México al igual que en otros climas donde la temperatura no llega a descender notablemente, puede usarse el butano comercial como gas embotellado para combustible. El gas licuado producido por PEMEX, puede considerarse dentro de esta clasificación, con un contenido en propano de un 30% aproximadamente. Antes de ser mezclado con este último, el butano obtenido en la refinería de Azcapotzalco da el siguiente análisis:

COMPUESTO	PORCENTAJE
Isobutano	de 0 a 3
Butano Normal	de 96 a 99
Isopentano	DE 0 A 3

Como se ha indicado, este butano no se expande así como gas licuado, sino mezclado con el propano obtenido en la misma planta de gases.

Industrialmente, el butano comercial tiene en la actualidad su mayor uso en forma diluida y puede, por tanto ser empleado como medio enriquecedor. Los principales requisitos para este uso, son que sea constante en su valor calorífico y que esté libre de materiales más pesados en una proporción que fuera

superior a simples "trazas" y pudiera provocar complicaciones en los procesos de purificación. De acuerdo con experiencias hechas con varios tipos de vaporizadores, la cantidad máxima permisible de compuesto de mayor punto de ebullición que el butano debe quedar en los límites de 2% a 5%. Por supuesto, dicha cifra podrá variar un poco, de acuerdo con la naturaleza del material pesado, el tipo de vaporizador empleado y la práctica que se siga en el enriquecimiento. Exceptuando esta restricción, la composición de hidrocarburos puede variar en proporciones más o menos grandes, e incluso cantidades apreciables de propano no afectarían el valor calorífico. Para aplicaciones industriales, el producto consta por lo regular de un 90% aproximado de butanos y butilenos. Aún cuando cantidades grandes de azufre pueden ser toleradas en el butano usado con propósitos de enriquecimiento, la cantidad media que se encuentra presente, después de un tratamiento químico apropiado para eliminar las formas más corrosivas de compuestos sulfurosos debe ser casi insignificante.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE OPERACIONES DE

MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

III.1- INTRODUCCION.

Antes de describir las operaciones de manejo Transporte y Almacenamiento es muy importante hacer notar los siguientes puntos:

Toda planta almacenadora de gas L.P. que se diseñe o construya, ya sea planta nueva o cambio de ubicación, deberá dársele cumplimiento íntegramente, a las disposiciones contenidas en el instructivo para la proyección y ejecución de obras e instalaciones relativas a plantas de almacenamiento de gas L.P. (artículo 8 fracción I del reglamento de la distribución de gas)¹.

Las especificaciones, pruebas y características de construcción del equipo que se utilice para el almacenamiento y manejo del gas L.P. en las plantas de almacenamiento, deberán obedecer las normas aprobadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Se consideran incluidos en dichos equipos los recipientes para almacenar gas L.P. y sus accesorios, maquinaria para moverlo por tuberías y mangueras, las conexiones y accesorios manuales y automáticos de control, medición y seguridad.

Todos los recipientes fijos usados en las plantas de almacenamiento, deberán ser construidos bajo diseño de una presión de 14.0 kg/cm^2 de acuerdo con la norma NOM-12-1² y código ASME, sección VIII y de acero que cumpla con las especificaciones ASTM.

El espesor de las placas de acero que forman el tanque deben tener 0.860" de espesor en las placas del envolvente del tanque y 0.630" de espesor en los cabezales.

Estos recipientes deben sujetarse a pruebas periódicas de resistencia según las especificaciones de norma.

Las tuberías usadas en el trasiego de gas serán de fierro cedula 80 y las conexiones para 140 kg/cm^2 o mas.

¹Publicado en el Diario Oficial del 29 de marzo de 1960.

² Ref. 16

Las mangueras usadas en el trasiego de gas deberán ser resistentes a la flama y a la acción del gas L.P. y su presión de ruptura deberá ser de 14.0 kg/cm^2 o mas.

III.2.- GENERALIDADES DE LAS OPERACIONES.

En las plantas de almacenamiento, transporte y suministro de gas licuado de petróleo, se tiene un amplio campo de acción para ver y conocer todas las operaciones de trasiego de gas; así mismo con los lugares en los cuales se debe de empezar a practicar los nuevos conocimientos técnicos y las medidas de seguridad que día con día se van adquiriendo para el buen manejo del gas L.P.

El trasiego de gas L.P. en una planta, se realiza cuando se descarga o se carga un autotanque de transporte (Semi-remolque) o un autotanque de reparto, o al efectuar el llenado de recipientes portátiles o de cualquier otro recipiente especial para contener el gas L.P., que haya sido fabricado bajo las normas de construcción que estan vigentes; por lo tanto, un trasiego de gas es aquel que realizamos al pasarlo de un recipiente a otro.

III.3.- MEDIOS DE TRANSPORTE.

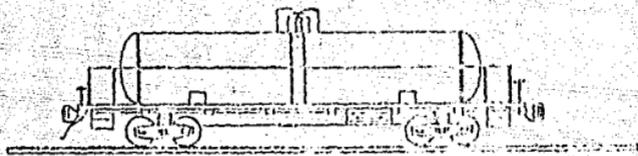
En la actualidad los medios de transporte más comunmente usados son: Carros-tanque de Ferrocarril, Autos-tanque de transporte (Semi-remolques), Autos tanque de reparto, Camiones para reparto de recipientes portátiles.

Los carros-tanque de Ferrocarril (fig. III.3.1) es el medio de transporte que utilizaron los primeros distribuidores del gas licuado de petróleo, para llevarlo a través de grandes distancias; sin embargo, en la actualidad; se han visto desplazados parcialmente por el transporte por carretera, aún cuando hay plantas de almacenamiento que han seguido siendo abastecidas por este medio.

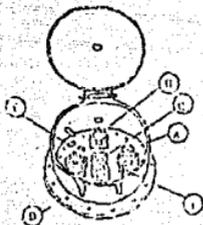
El Auto-tanque para transporte, llamado también Semi-remolque (fig. III.3.2) en la actualidad es el medio que más se utiliza para llevar el gas L.P. de las refineries o de estaciones de gas, a las plantas de almacenamiento, haciendo el transporte por carretera, debido a que es más rápido y resulta ser más económico.

Los Auto-tanques de reparto (fig. III.3.3) tienen como fin principal abastecer de gas L.P. a los usuarios que cuentan con recipientes del tipo estacionario; este medio de transporte, ocurre a las plantas de almacenamiento para ser llenado y posteriormente transportar el gas a cada uno de los domicilios que requieren ser abastecidos.

Los camiones y camionetas de reparto (III.3.4) son los encargados de transportar el gas L.P. en recipientes portátiles previamente llenados en las plantas de almacenamiento y suministro; estos vehiculos llevan un cierto número de recipientes llenos y los va entregando a cambio de los recipientes vacios en los domicilios de los usuarios que requieren de este tipo de combustible.

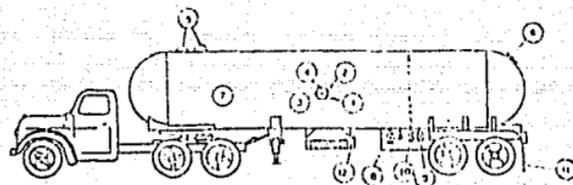


CAJA DE VALVULAS



- A.- VALVULA PARA LLENADO.
- B.- VALVULA PARA VACIO.
- C.- VALVULA DE SEGURIDAD Y CONTROLADO.
- D.- VALVULA PARA CERRADO.
- E.- VALVULA DEL DIBO DE VENTILACION DE INYECTORES.
- F.- DIBO DEL DIBO DE VENTILACION DEL ALBERGADO.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIN 10.31
	CARRO TANQUE DE FERROCARRIL	

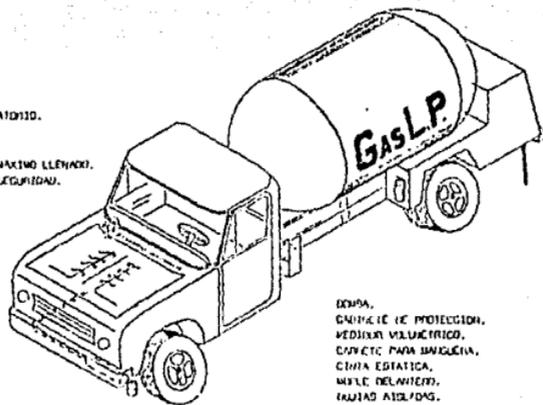


- 1.- MEDIDOR ROTATIVO.
- 2.- MANÓMETRO.
- 3.- TERMOMETRO.
- 4.- VALVULA PARA MANTENER EL FLUIDO.
- 5.- VALVULA DE SEGURIDAD.
- 6.- PASAJEMPRE.

- 7.- MANÓMETRO.
- 8.- VALVULA DE LLENADO.
- 9.- VALVULA PARA LLENADO.
- 10.- VALVULA PARA VENTOSAS.
- 11.- LINEA ESTÁTICA.
- 12.- MANÓMETRO.

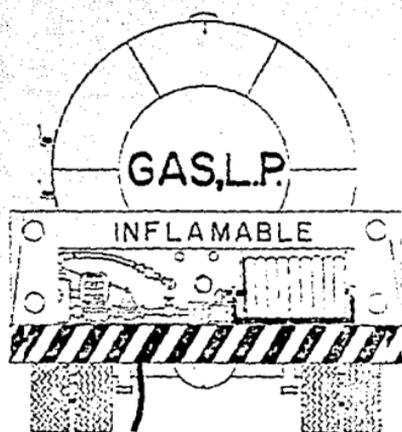
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. II. 3.2.
	AUTO-TANQUE DE TRANSPORTE	

CAMIÓN,
TANQUE,
MEDICIÓN ROTACIONES,
MANÓMETRO,
TERMOMETRO,
VALVULA DE MAXIMO LLENADO,
VALVULA DE SEGURIDAD,
RODAPEDRALAS.

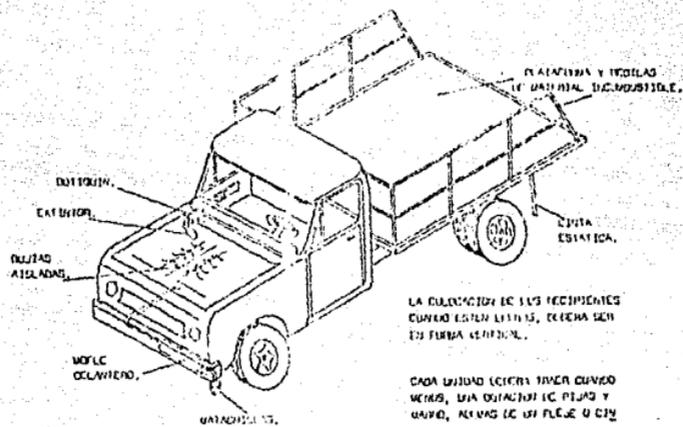


BOQUA,
GRUPO DE PROTECCION,
MEDIDA VOLUMETRICA,
CONJUNTO PARA MANUELA,
CINTA ESTÁTICA,
MUELLE DEL MUELLO,
VALVULO A BOMBAS,
MANIFESTOS,
EXTINTOR,
LUBRICACION.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. III. 3.3.
	AUTO-TANQUE DE REPARTO	



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG III.3.3.A.
	AUTO-TANQUE DE REPARTO.	



LA COLECCIÓN DE SUS RECIPIENTES CUANDO ESTÉN LLENOS, DEBE HACERSE EN FORMA CENTRAL.

CADA UNIDAD DEBE TENER CUANDO MENOS, UNA OSCIACIÓN DE PESO Y GANHO, PARA QUE SE PUEDA USAR EN CUALQUIER SITUACIÓN PARA EMERGENCIAS.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	F70 III: 3.4.
	CAMION DE REPARTO.	

III.4.- DESCRIPCION DE OPERACIONES.

Es el aspecto del almacenamiento del combustible lo que caracteriza a la industria del gas L.P. Este almacenamiento tiene lugar en las instalaciones específicas y características que actúan únicamente como intermediarios entre las zonas de producción y el público consumidor; decir este tipo de compañías no se dedican en México a la producción del gas L.P., sino únicamente al envasado y distribución. Dado que el sistema de distribución del gas L.P. como cualquier otra actividad de la iniciativa privada que afecta el interés y seguridad pública, se encuentra regido por las disposiciones de la dependencia gubernamental correspondiente, en este caso la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; esta es la que ha proporcionado la definición de lo que se debe entender por "Planta de Almacenamiento", siendo la vigente la expedida por el C. Presidente Adolfo López Mateos el 29 de Febrero de 1960 y publicada en el Diario Oficial el 29 de Marzo del mismo año, consignada en el artículo sexto, inciso (a), del "Reglamento de la Distribución del Gas L.P." que al efecto dice:

ARTICULO 60.- "Planta de Almacenamiento" es un sistema fijo y permanente para almacenar Gas L.P., que mediante instalaciones apropiadas haga el trasiego de este, utilizando recipientes adecuados.

Como es evidente, este trasiego o envasado del combustible se efectúa en zonas específicas y apropiadamente delimitadas de la planta, siendo esta la operación más importante, pero no la única que tiene lugar dentro de ella.

En general, todas las plantas de Almacenamiento realizan las operaciones que a continuación se enumeran:

- a) Descarga de Transportes.
- b) Descarga de Carros de Ferrocarril.
- c) Llenado de recipientes portátiles.
- d) Llenado de auto-tanques.

Estas operaciones se realizan en zonas específicas y apropiadas delimitadas de la planta; en general las plantas de

almacenamiento cuentan con las siguientes zonas.

- A) De recepción
- b) De almacenamiento
- c) De Trasiego o llenado
- c.1) A recipientes portátiles
- c.2) A auto-tanques

A continuación se hará una breve descripción de las operaciones y configuración en lo general de ellas, así como de los servicios que prestan en relación con la operación de la planta.

ZONA DE RECEPCION.- Es la parte de la planta destinada a la recepción del combustible en estado líquido que es transportado a ellas en carrostanque de ferrocarril y autotransportes, que hacen el transporte del combustible por carretera. Hasta la fecha este sistema ha sido causa de menor número de accidentes que el sistema de abastecimiento ferroviario.

Existe en la zona del Distrito Federal y suburbios, únicamente una planta que es surtida directamente por gasoducto, siendo la más moderna en su tipo con que se cuenta actualmente; para este caso, la zona de recepción estará considerada como el sistema conductor del combustible desde los límites de batería de la planta a la zona de almacenamiento.

ZONA DE ALMACENAMIENTO.- Es propiamente la zona principal de cualquier planta de almacenamiento, dado que, como ya se mencionó, es el aspecto característico de esta actividad.

En esta zona se encuentran localizados, generalmente colocados en baterías, los recipientes a presión que contienen el combustible en fase líquida, la capacidad de esta zona varía considerablemente con las plantas, tanto en la forma de distribución del almacenamiento, como en las diferentes capacidades de los que integran una misma batería.

ZONA DE TRASIEGO O LLENADO.- Esta es la parte de la planta en la cual se realiza el envasado del combustible en los diferentes tipos de recipientes para su distribución al

público, esta zona puede dividirse en:

- a) Zona de llenado de recipientes portátiles
- b) Zona de llenado a auto-tanques

Debido a las maniobras que se realizan en ambos sitios por razones de espacio; estas casi nunca se encuentran adyacentes en las plantas, aún cuando son pocas en las cuales se aprecia una clara y adecuada separación de ellas.

La zona de trasiego a recipientes portátiles, consiste en un andén elevado construido de manera reglamentaria, ampliamente ventilado y con un sistema de llenaderas automáticas con básculas para la operación de llenado.

La zona de llenado a cargo de auto-tanques por su propia naturaleza, ocupa un área mucho mayor que la dedicada a los portátiles, y utiliza el mismo equipo que el de la zona de carga y descarga de carro-tanques de ferrocarril y trailers, existiendo una imprecisa separación de esta.

NOTA: Cabe hacer notar que el sistema de tuberías de una planta de almacenamiento deben estar pintadas como se indica:

<u>TUBERIA</u>	<u>COLOR</u>
Gas líquido	Rojo
Gas vapor	Amarillo
Retorno gas	Verde
Aire	Blanco
Agua	Azul
Ductos eléctricos	Negro

OPERACIONES EN UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO.- Las operaciones que se verifican en una planta de almacenamiento de Gas L.P. son:

- a) Recepción
- b) Almacenamiento
- c) Traslado
- d) Distribución

Las dos primeras operaciones se realizan simultáneamente; la tercera, se hace en forma independiente, y la cuarta se

realiza fuera de la planta, por ello describiremos las operaciones como sigue:

- a) Recepción y vaciado del combustible en estado líquido, bien sea de autotransportes o carro-tanques de ferrocarril
- b) Llenado de recipientes portátiles
- c) Llenado de autotanques

RECEPCION Y VACIADO.- La operación se lleva a cabo mediante diferencia de presión entre el recipiente del vehículo abastecedor y el de la zona de almacenamiento, fluyendo del primero a este último. La tubería de color amarillo o tubería de vapor es la que conduce el vapor impulsado por la compresora que acusa la diferencia de presión y la tubería de color rojo o tubería de gas en fase líquida conduce este siendo transevasado.

LLENADO DE RECIPIENTES PORTATILES.- Es la operación consistente en transevasar el líquido de los tanques de almacenamiento a los tanques portátiles conectados en las llenaderas del andén utilizando bomba. El líquido se mueve hacia las llenaderas por la tubería de color rojo, mientras que el exceso de gas en fase líquida que no es introducido a los recipientes retorna al tanque por la tubería de retorno de líquido color verde.

LLENADO DE AUTO-TANQUES.- Operación que se realiza transevasando el líquido de la zona de almacenamiento a los auto-tanques, empleando bombas o un sistema bomba compresora, para que la operación sea más rápida (utilizando líneas de igualación de presiones). Aquí el líquido fluye por la tubería de color rojo; y por la verde cuando es el que retorna. La tubería de color amarillo es por donde fluye vapor.

III.4.1.- MANEJO POR BOMBEO.

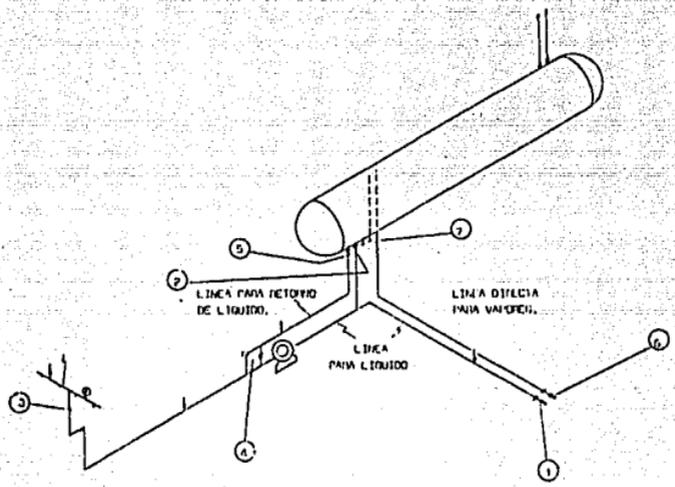
Para descargar un autotanque o carro-tanque de ferrocarril utilizando una bomba, es necesario conectar las mangueras a las tomas de descarga y preparar el sistema de tal forma que sea alimento a la bomba y a la tubería de descarga que llega hasta el tanque fijo al que se hará Trasiego.

Es conveniente mencionar que algunas bombas utilizadas en los sistemas de Trasiego de Gas L.P. tienen poco poder de succión, por lo tanto, es de recomendarse que el diseño y construcción de estas instalaciones, proporcionen una buena alimentación a base de suficiente diametro de tubería, eliminando la restricción que ofrece la tubería y conexiones de escaso diametro.

Es necesario interconectar sus zonas de vapor, logrando con esto mantener un equilibrio de presiones, lo cual nos evita que se cree una presión diferencial entre los recipientes; esto se traduce en beneficios evitando que la bomba sufra forzamientos, o que su trabajo sea más pesado, por estar incrementando la presión en el tanque a llenarse si no existiera la interconexión de vapores.

La maniobra indicada en la figura III.4.1.1 consiste en abrir la válvula de cierre rápido marcada con (No. 1), cerrar la válvula de globo (No. 2) para evitar la salida del gas licuado contenido en el tanque; cerrar la válvula de globo (No.3) impidiendo el llenado de recipientes portátiles; abrir la válvula de globo (No. 5) y abrir las válvulas de cierre rápido (No. 6) y de globo (No.7) para interconectar las zonas de vapores de ambos tanques.

Este tipo de descarga no es el más recomendable, debido a que, con una bomba, unicamente podremos trasegar el gas licuado; de aquí, que un volumen importante de vapor dentro del auto-tanque, no podrá ser recuperado y como consecuencia, tendremos una cantidad de gas sin descargar.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIB III.411.
	INSTALACION PARA DESCARGA CON RONDA.	

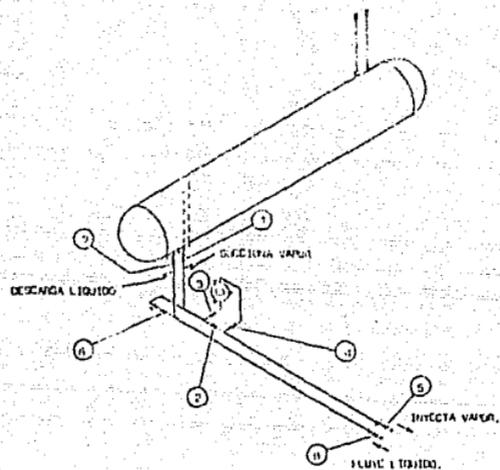
III.4.2.- MANEJO POR DIFERENCIA DE PRESIONES (CON COMPRESORA)

Para llevar a cabo la descarga de un auto-tanque por diferencia de presiones se utiliza una compresora, con la cual se succiona presión del tanque al que se va trasegar el gas que se descargará y se inyecta al autotanque que en ese momento contenga el gas, creandose así un diferencial de presión; el gas contenido en el transporte fluirá hacia el tanque de almacenamiento, con esto estaremos trasegando el gas.

Para hacer más comprensible lo anterior, nos auxiliaremos con la figura III.4.2.1.; después de conectar las mangueras a las tomas de descarga se abren las válvulas de globo (No. 1) y de cierre rápido (No. 3,4 y 5) de la línea de vapores manteniendo cerrada la válvula de globo (No. 2) para evitar el flujo directo de vapores sin pasar por la compresora, se mantiene cerrada la válvula de cierre rápido (No. 6) y se abren la válvula de globo (No. 7) y de cierre rápido (No. 8), con lo cual se permite que el gas licuado fluya del autotanque para ser descargado en el tanque fijo de la planta.

Al terminar de hacer el trasego de líquido, se procede a recuperar el vapor que se encuentre en el auto-tanque; cerrando las válvulas de globo (No. 1) y de cierre rápido (No. 8) y abriendo la válvula de cierre rápido (No. 6), y girando la palanca de la válvula de cuatro vías dos posiciones del compresor, se succionará el vapor del auto-tanque, inyectándolo a la línea de líquido a través de la válvula de cierre rápido (No. 6), entrando por la zona de líquido del tanque de almacenamiento; al hacer contacto el vapor con el líquido se recondensará pasando a este estado, logrando así una descarga más completa, sin incrementar mucho la presión del gas dentro del recipiente.

Este procedimiento comparado con el de recuperación por zona de vapor resulta más adecuado.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. III.4.2.1.
	INSTALACION PARA DESCARGA CON COMPRESOR.	

CAPITULO IV

EVALUACION DE RIESGOS EN LAS OPERACIONES DE MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

IV.1.- INTRODUCCION.

En toda instalación de gas L.P. deben existir medios de control que nos ayuden a corregir, mejorar o dar mantenimiento en cualquier punto de la misma, además de servir como medio de seguridad para prevenir riesgos, dentro de las instalaciones y los alrededores.

Debido al alto riesgo en el manejo del producto, objeto de nuestro estudio se hace necesaria la colocación de equipos fabricados bajo normas aprobadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial en puntos estratégicos de la instalación, ya sea planta de almacenamiento o equipo de transporte, que para nuestro caso son las válvulas.

IV.1.2- VALVULAS DE CONTROL.

Las válvulas de control utilizadas en las plantas de almacenamiento y en los medios de transporte son de diferentes tipos, formas, medidas, usos y marcas; como consecuencia de la diversidad de servicios y necesidades.

Estas válvulas deben de merecer una especial atención por parte de los responsables de su mantenimiento, ya que son grandes los riesgos que se crean al no establecerse programas de revisión y mantenimiento riguroso.

Con la finalidad de conocer de una manera visual los tipos de válvulas de uso más común en los medios de transporte, planta de almacenamiento, recipientes portátiles y recipientes estacionarios éstas se presentan a continuación:

IV.1.2.1.-VALVULAS DE GLOBO ROSADA.

Sirven para el control general de un servicio o para el control simultáneo de dos o más equipos localizados cerca entre sí.

En instalaciones comerciales e industriales se las clasifica como válvulas de cierre general de acción manual y se las ubica en lugares seguros y de fácil acceso. Comercialmente existen de diferentes tipos y medidas como se muestra en las figuras IV.1.2.1.1; IV.1.2.1.2; IV.1.2.1.3; IV.1.2.1.4; IV.1.2.1.5; IV.1.2.1.6; IV.1.2.1.7; IV.1.2.1.8

y IV.1.2.1.9.

IV.1.2.2.-VALVULAS DE CIERRE RAPIDO.

Al igual que la válvula anterior tiene las mismas funciones sólo que su accionar es más rápido, con las ventajas siguientes:

- Sirven igualmente como válvula y como tuerca de unión.
- Son de mayor vida útil.
- Diseñada para operar eficientemente en una fracción del lugar requerido por una válvula de compuerta de igual tamaño.
- Ligera en su peso.
- Accesibilidad en la línea.
- Su fabricación puede ser con tapas roscadas soldables o con bridas.
- Cuerpo, bola y vástago con bronce acero al carbón y acero inoxidable. Asientos y sellos en teflón reforzado, Buna-N y Deirín (figs. IV.1.2.2.1; IV.1.2.2.2, IV.1.2.2.3. y IV.1.2.2.3.A).

IV.1.2.3.-VALVULA DE NO RETROCESO.

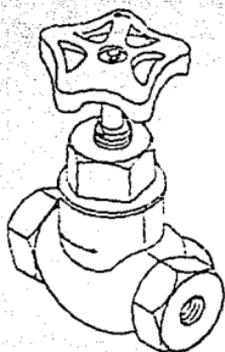
Su función es la de permitir el flujo de líquido en una sola dirección. Son fabricadas en fierro nodular el cuerpo y acero inoxidable los interiores, los sellos son de metal (fig.IV.1.2.3.1.)

IV.1.2.4.-VALVULA DE LLENADO DOBLE RETENCION.

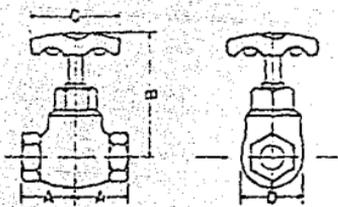
Por esta válvula se efectua la carga del autotanque. Se compone de dos válvulas de cierre de no retroceso. Su construcción es a base de fierro nodular, bronce y aluminio; los interiores son de latón, acero inoxidable; sus sellos de buna-n y metal (fig.IV.1.2.4.1.).

IV.1.2.5.-VALVULAS DE SEGURIDAD PARA TANQUE ESTACIONARIO.

Esta válvula está diseñada principalmente para dividir la presión en los tanques estacionarios para gas L.P.



DIMENSIONES

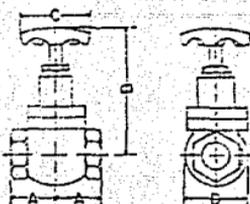


MEDIDA	A	B	C	D
1/2	48	115	85	95
3/4	48	115	85	95

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.1.2.1.1.
	VALVULA DE GLOBO RECTA ROSCADA	

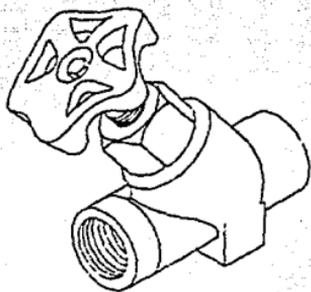


DIMENSIONES

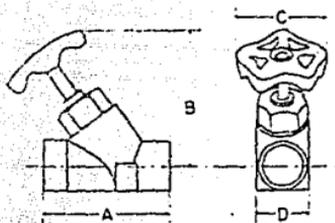


MEDIDA Pulg	mm	A	B ABIERTO	C	D
1-1/4	32	68	185	100	80
1-1/2	38	68	185	100	80
2	51	80	190	100	102

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG IV.1.2.1.2.
VALVULA DE GLOBO RECTA ROSCADA		



DIMENSIONES



MEDIDA	mm	A	B	C	D
1	25	111	120	85	54

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

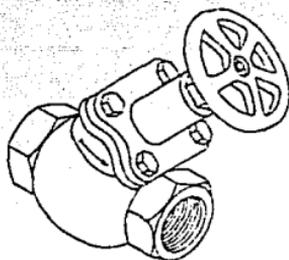
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TESIS PROFESIONAL

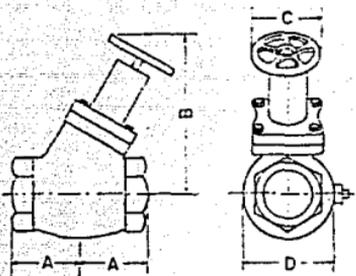
Fig.

1V.1.2.1.3.

VALVULA DE GLOBO ROSCADA INCLINADA



DIMENSIONES



MEJIDA	A	B	C	D
Pulg	120	355	165	185

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

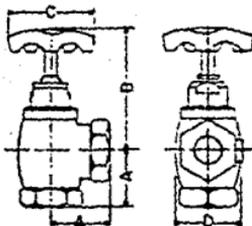
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FR 1V.1.2.1.4.

VALVULA DE GLOBO ROSCADA INCLINADA.



DIMENSIONES



MEDIDA Pulg	mm	A	B	C	D
3/8	10	94	115	95	97
1/2	13	94	115	95	97
3/4	19	94	115	95	97
1	25	94	115	95	97

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

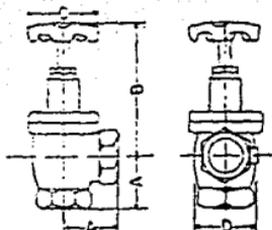
FESIS PROFESIONAL

FIG. IV.1.2.1.5.

VALVULA DE GLOBO POSCADA ANGULAR



DIMENSIONES



MEDIDA Pulg. mm	A	B ABIERTO	C	D
1-1/4 32	78	176	100	80
1-1/2 38	78	176	100	80
2 51	72	183	100	100
3 76	110	300	162	190

UNAM

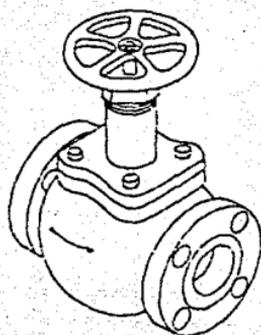
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

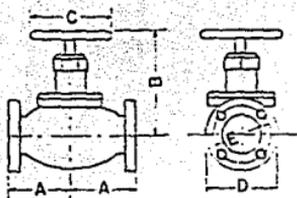
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG. 1.VI.2.1.G.

VALVULA DE GLOBO ROSCADA ANGULAR.

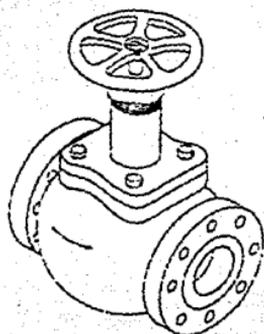


DIMENSIONES

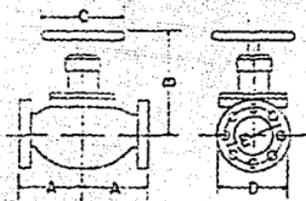


MEC. D.C.	A	B	C	D	E	
Pulg.	mm	mm	mm	mm	mm	
1 1/4	32	90	190	100	117	83
1 1/2	38	92	190	105	127	88
2	51	104	205	100	152	120
2 1/2	64	118	235	162	178	140
3	76	136	235	162	190	152
4	104	144	440	275	229	150

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIB 1V.I.2.1.7.
	VALVULA DE GLOBO BRIDACA	



DIMENSIONES



MEZCLA Tubo	A	B ABICADO	C	D	E
1-1/4 32	83	190	100	130	99
1-1/2 38	93	190	100	156	116
2 51	107	205	100	186	127
2-1/2 64	121	335	162	181	143
3 76	141	335	162	210	169
4 104	152	440	275	254	240

UNAM

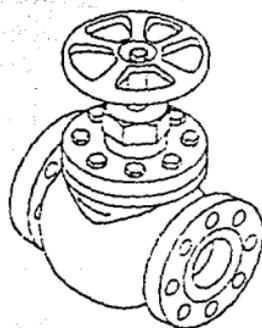
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

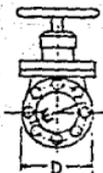
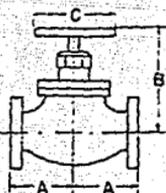
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG. IV.1.2.1.8.

VALVULA DE GLOBO BRIDADA.



DIMENSIONES



DI. NOMB.	MEDIDA Pulg	mm	A	B	ABRILATO	C	D	E
ASA 300	6	153	218	460	295	305	270	
ASA 150	6	153	207	460	295	279	241	
ASA 300	8	203	251	570	404	381	330	
ASA 150	8	203	228	570	406	345	288	

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG. IV.1.2.1.9.

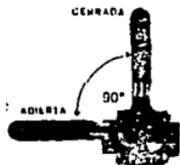
VALVULA DE GLOBO BRIDADA.



Flujo en dos sentidos



Compacta. Ahorra peso y espacio sin válvula saliente



Un cuarto de vuelta
... "abierta" o "cerrada"

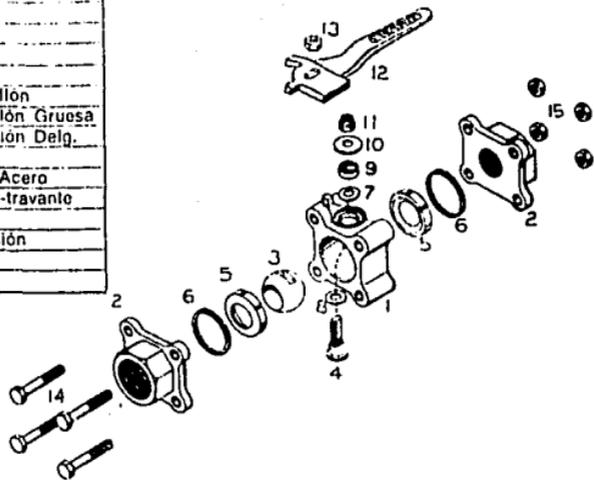


Sin contacto de metal a metal... acción forzante asegura larga vida

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.1.2.2.1.
	VALVULA DE CIERRE RAPIDO.	

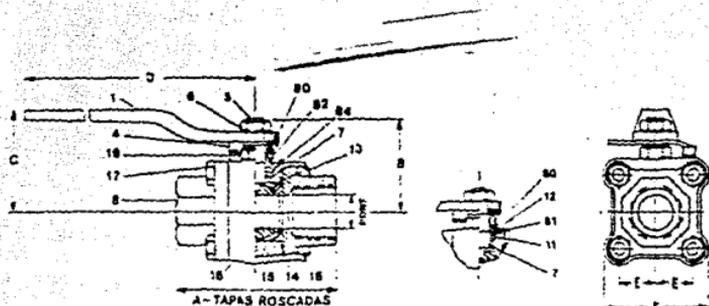
IDENTIFICACION DE PARTES

1	Cuerpo
2	Tapa
3	Bola
4	Vástago
5	Asiento
6	Sello de Teflón
7	Roldana Teflón Gruesa
8	Roldana Teflón Delg.
9	Separador
10	Roldana de Acero
11	Tuerca Auto-travante
12	Maneral
13	Tuerca Presión
14	Tornillos
15	Tuercas



43x

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.1.2.2.2.
	VALVULA DE CIERRE RAPIDO	



DIMENSIONES

TAMANO	A	B	C	D	E	F	PORT	PESO LBS. [*] KGS.
$\frac{1}{2}$ 12mm	$2\frac{1}{2}$ 65	$1\frac{1}{2}$ 38	$1\frac{1}{2}$ 46	$4\frac{1}{2}$ 108	$\frac{1}{2}$ 16	$1\frac{1}{2}$ 44	$\frac{1}{2}$ 11	$1\frac{1}{2}$.565
$\frac{3}{4}$ 19mm	$2\frac{1}{2}$ 71	$1\frac{1}{2}$ 41	$1\frac{1}{2}$ 48	$4\frac{1}{2}$ 108	$\frac{1}{2}$ 19	2 51	$\frac{1}{2}$ 14	$1\frac{1}{2}$.792
1 25mm	$3\frac{1}{2}$ 93	$2\frac{1}{2}$ 55	$2\frac{1}{2}$ 62	$5\frac{1}{2}$ 146	$\frac{1}{2}$ 22	$2\frac{1}{2}$ 60	$\frac{3}{4}$ 21	3 1.359
$1\frac{1}{2}$ 37mm	$4\frac{1}{2}$ 116	$2\frac{1}{2}$ 71	$3\frac{1}{2}$ 79	7 178	$1\frac{1}{2}$ 28	3 76	$1\frac{1}{2}$ 32	8 2.718
2 51mm	5 127	3 76	$3\frac{1}{2}$ 84	7 178	$1\frac{1}{2}$ 33	$3\frac{1}{2}$ 86	$1\frac{1}{2}$ 38	8 3.624

* Pesos aproximados

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG IV.1.2.2.3.
	VALVULA DE CIERRE RAPIDO.	

MATERIALES

No.	NOMBRE	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Maneral	Hierro Maleable	Cromado
4	Placa	Acero Carbón	Cromado
5	Vástago	"	"
6	Tuerca Presión	Acero Carbón	Cadmínizado
7	Rondana Delgada	Teflon Reforzado o Nylon	"
8	Tapa	"	"
11	Sello Vástago	Buna-N o Neopreno	"
12	Separador	Acero Inoxidable 416	"
13	Sellos Cuerpo	"	"

MATERIALES OBTENIBLES

- * Bronce, Acero Carbón, Acero Inoxidable tipo 316
 ** Teflon, Teflon Reforzado, Buna-N y Dextrin.

No.	NOMBRE	MATERIAL	OBSERVACIONES
14	Asientos Cuerpo	"	"
15	Bola	"	"
16	Cuerpo	"	"
17	Tornillo	IAE G1.5	Cadmínizado
18	Tuerca	Acero Carbón	Cadmínizado
19	Tuerca Auto-Traj.	Acero Carbón	Cadmínizado
80	Rondana Acero	Acero Carbón	Cadmínizado
81	Rondana Blanca	Teflon	"
82	Separador	Acero Inoxidable 416	"
84	Rondana Gruesa	Teflon	"

434

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	F10 I V, I 2, 2.3, A.
	VALVULA DE CIERRE RAPIDO	

Su diseño de acción instantánea asegura un mínimo de pérdidas de gas después de descargar, la válvula cierra automática y herméticamente su disco de elastómero. La conexión de entrada es de 19.05 mm (3/4") N.P.T. macho. Altura total de la válvula 87.3 mm (3 7/16"). Presión de apertura 17.58 kg/cm². Capacidad de carga 58.33 m³/min aire (fig. IV.1.2.5.1.).

IV.1.2.6.-VALVULAS DE SEGURIDAD PARA TANQUE DE CARBURACION.

Diseñada para tanques de carburación de autotanques. La pérdida del producto es mínima debido al diseño de acción instantánea. La construcción con resorte en el interior del recipiente permite que en caso de degollamiento la válvula permanezca cerrada. La conexión al tanque es de 25.4 mm (1.0") N.P.T.; altura de la válvula 115.8 mm (4 7/16") (fig. IV.1.2.6.1.).

IV.1.2.7.-VALVULA DE SEGURIDAD PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

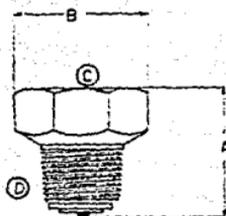
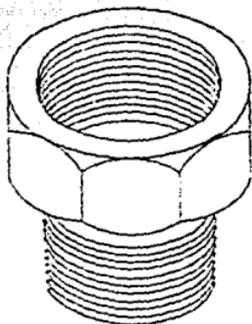
Fabricado en su cuerpo de acero al carbón; los interiores en acero inoxidable, asientos de buna-N. La calibración es de 140 17.5 Kg/cm² (fig. IV.1.2.7.1.).

IV.1.2.8.-VALVULA DE LLENADO.

Estas válvulas están diseñadas para máxima seguridad en el llenado de tanques de almacenamiento de gas L.P. con la caída de presión más baja posible. Combina dos válvulas de no retroceso. El cuerpo superior y el inferior están unidos con una cuerda recta y sellados por medio de un empaque.

La presión del flujo del líquido abre ambas válvulas de no retroceso y estas cierran automáticamente cuando el flujo se detiene, permitiendo la desconexión de la manguera de llenado.

En estas válvulas la de no retroceso superior empuja mecánicamente hacia abajo la de no retroceso inferior, permitiendo el uso de adaptadores para vaciar el tanque. La conexión al tanque es de 19.05 mm (3/4") N.P.T. y conexión a la manguera 44.4mm (1 3/4") cuerda Acme; capacidad aproximada 72 Lts/min (19 GPM) (fig. IV.1.2.8.1.).



DIMENSIONES

	mm	Pulg
A	17.0	0.669
B	14.3	0.563

CONEXION	MEDIDA
C	76.2 mm.
D	(13") NPT

UNAM

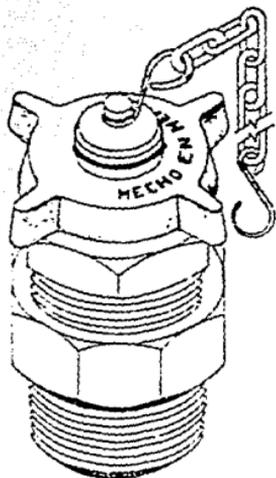
FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TESIS PROFESIONAL

FIG. IV.1.2.3.1.

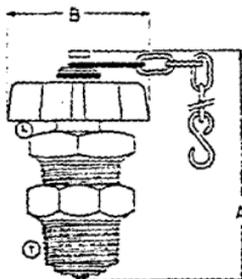
VALVULA DE NO RETROCESO.



DIMENSIONES

A	217.2mm
B	143.4mm

CONDICIONES	MEDIDA
(LINEA) L	3/4" (19.05 mm) GHE
(TANQUE) T	3" (76.2 mm) NPT



CAPACIDAD DE LLENADO.

RETENCION	SEVILLA	DOBLE
220% DIFERENCIAL DE PRESION MANOMETRICA	1040 LN./MIN.	80 LN./MIN.
40% DIFERENCIAL DE PRESION MANOMETRICA	2271 LN./MIN.	1892 LN./MIN.

UNAM

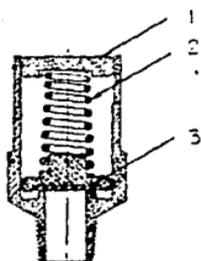
FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TESIS PROFESIONAL

FIG. 1 V.1.2.4.1.

VALVULA DE LLENADO DOBLE RETENCION.



VALVULA SECCIONADA

Nº	DESCRIPCION.
1	TUERCA DE AJUSTE
2	RESORTE
3	ASIENTO

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

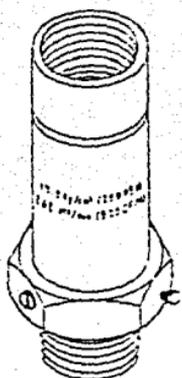
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG. IV.1.2.5.1.

VALVULA DE SEGURIDAD TANQUE ESTACIONARIO

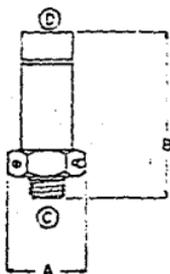


UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.1.2.6.1.
	VALVULA DE SEGURIDAD TANQUE DE CARBURACION	



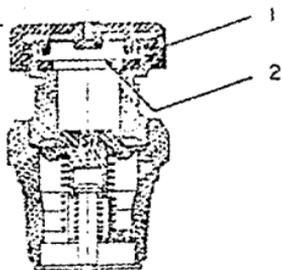
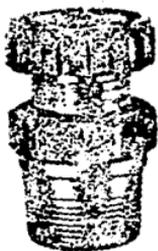
DIMENSIONES:

MEDIDA	A	B
63.5 mm (2 1/2")	267.0 mm.	121.0 mm.



CONEXION	MEDIDA
C	63.5 mm (2 1/2")
D	76.2 mm (3") NPS

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	TIT. IV.1.2.7.1.
	VALVULA DE SEGURIDAD TANQUE DE ALMACENAMIENTO	



VALVULA SECCIONADA

No	DESCRIPCION
1	TAPON DE PLASTICO
2	EMPAQUE DE HULE

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.1.2.8.1
	VALVULA DE LLENADO.	

IV.1.2.9.-VALVULA CHECK-LOCK.

Esta válvula resuelve el problema de vaciado rápido de tanques estacionarios a bajo costo y con el máximo de seguridad. Es una combinación de válvulas de no retroceso y de exceso de flujo, teniendo además tapa adicional roscada para cierre hermético. Su entrada es de 19.05 mm (3/4") NPT macho y salida 19.05 mm (3/4") hembra

IV.1.2.10.-VALVULA DE RETORNO DE VAPORES.

Proporciona capacidad amplia para el retorno de vapores, evitando la presión excesiva que pueden producir las bombas de gran capacidad dentro de los recipientes y facilita la operación de llenado al igualar las presiones dentro del autotanque y el tanque estacionario. Equipado con una cuerda ACME para fácil conexión de manguera. Incorpora una válvula de no retroceso y otra de exceso de flujo. Se mantiene abierta al conectar la manguera y cierra automáticamente cuando esta es desconectada. Conexión al tanque 19.05 mm (3/4") N.P.T.; conexión manguera 31.7 mm (1 1/4") Acme. Capacidad de cierre 116 m³/h (4.100 pie³/h) (fig. IV.1.2.10.1).

IV.1.2.11.-ACOPLADORES PARA VALVULAS.

DE LLENADO.

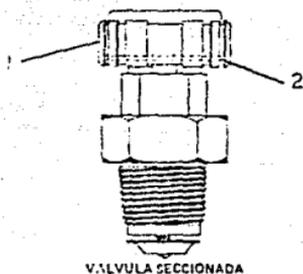
Con cuerda Acme de 44.4 mm (1 3/4"), con tubo de 19 mm (3/4").

DE RETORNO DE VAPORES.

Con cuerda Acme de 31.7 mm (1 1/4") con tubo de 12.7 mm (1/2").

IV.1.2.12.-VALVULA DE SERVICIO.

Diseñada para funcionar en la zona de vapores de los tanques estacionarios. El cuerpo de latón forjado incorpora una válvula de retención y una máxima llenado con tubo de profundidad mediante el cual el operador puede sin peligro determinar rápidamente cuando se ha alcanzado el nivel máximo de llenado. El sellado del vástago al cuerpo de la válvula consiste en un empaque de hule sintético en forma de " V " a



No	DESCRIPCION
1	TAPON DE PLASTICO
2	EMPAQUE DE HULE

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.1.2.10.1.
	VALVULA DE RETORNO DE VAPORES.	

prueba de fugas al expandirse, bajo presión, contra las paredes del bonete y el vástago. El cuerpo de la válvula es de latón forjado, los asientos de nylon. La conexión al tanque 19.05 mm (3/4) N.G.T. La conexión de salida es pol (hembra) (fig. IV.1.2.12.1).

IV.1.2.13.-VALVULAS DE CILINDRO.

Para utilizarse en recipientes portátiles de 4 a 30 kg de capacidad de gas L.P. Debido a su garganta tipo venturi y su gran carrera de vástago que disminuye la turbulencia y la caída de presión a través de la válvula a un mínimo, es posible obtener un aumento de 15% en la velocidad de llenado. El disco cónico del asiento de gran área, deja de girar al entrar en contacto con el asiento de la válvula, evitando el desgaste por fricción.

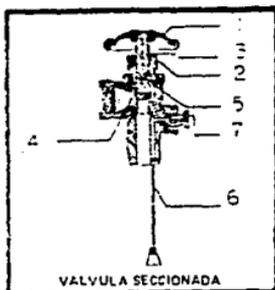
El cuerpo y el bonete de la válvula son de latón forjado, asiento cónico de nylon y empaque " V " de hule sintético para sellado del vástago con el bonete.

Conexión al recipiente 19.05 mm (3/4) N.G.T.; conexión salida "pol" (hembra); presión apertura válvula seguridad = 264 kg/m^2 (375 Lbs/pulg²), velocidad de llenado = 48 Lts/min con caída de presión de 0.70 kg/cm^2 (fig. IV.1.2.13.1).

IV.2.-METODOS DE PRUEBA PARA VALVULAS.

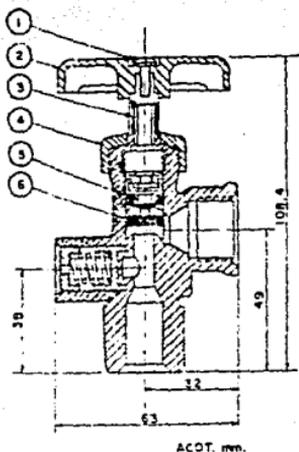
Es muy importante recordar que tanto la planta de almacenamiento como cualquier medio de transporte tienen un factor de riesgo muy alto siendo muy superior en los medios de transporte pues tiene el agravante de circular por vías públicas y quedar estacionados, para cumplir con su cometido, en puntos cercanos donde hay gran concentración de personas y que en caso de un siniestro, las consecuencias serían graves.

Con la finalidad de poder practicar una revisión exhaustiva a estas unidades y a la planta de almacenamiento en su sistema de válvulas, se detalla a continuación los puntos más importantes que se deben tener presentes y que se deben verificar en las válvulas de los medios de transporte y en las válvulas de la planta de almacenamiento.



Nº	DESCRIPCION.
1	MANERAL
2	BONETE
3	ESPIGA
4	V. CIA DE PASTA
5	ARO SELLO
6	TUBO DE PROFUNDIDAD
7	TAPON AVISOR

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	719. IV.1.2.12.1.
VALVULA DE SERVICIO TANQUE ESTACIONARIO.		



PZA No.	DESCRIPCION
1	TORNILLO VOLANTE
2	VOLANTE
3	VASTAGO
4	ESTOPERO
5	AROSSELLO
6	PORTA VASTAGO

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	710. 1.V.1.213.1
	VALVULA DE SERVICIO TANQUE PORTATIL.	

VALVULA DE SEGURIDAD.-Sirve para descargar vapor a la atmósfera cuando la presión dentro del tanque es mayor que las resistencias de sus resortes. Es una protección para el recipiente. Si esta válvula tiene más de cinco años de vida, o no se le ha practicado pruebas en ese lapso, se procederá de la siguiente manera: se desconectará y limpiará su resorte y su vástago, de preferencia con cuerda o cepillo de alambre. Si se observa con resorte fracturado o con picaduras, se sustituirá por una nueva.

Si su resorte y vástago visualmente se encuentra en buenas condiciones, se probará para determinar si opera a la presión marcada en su placa de características y en caso contrario se sustituirá.

Se anexan diagramas (figs. IV.2.1.; IV.2.2.; IV.2.3). donde se detalla el sencillo equipo que se requiere para probar las válvulas de seguridad y que además tiene otras aplicaciones útiles en la planta de almacenamiento.

VALVULA INTERNA.- Esta válvula que alimenta a la bomba tiene dos características:

- a) opera como válvula de apertura y cierre.
- b) en posición de apertura funciona como válvula de exceso de flujo.

Para poder probar su función como válvula de exceso de flujo, se hace lo siguiente: con el autotanque o tanque de planta contenido solamente vapor (para disminuir riesgos), se procede a abrir totalmente la válvula de la manguera de entrega, comprobándose la operación correcta de la válvula.

Se recomienda que esta prueba se practique siguiendo todas las operaciones necesarias al purgar gas a la atmósfera.

VALVULA DE LLENADO DOBLE CHECK.-Por esta válvula se efectúa el llenado del autotanque. Esta compuesta de dos válvulas de cierre de no retroceso, armada así originalmente de fábrica.

En algunos autotankes se tiene instalada una válvula de globo, siendo así, únicamente puede contarse con una válvula de no retroceso. Para probar esta válvula lo más práctico es

hacerlo con agua jabonosa aplicada en su boca, notándose la ausencia de fugas y por consiguiente su buen cierre.

Su instalación siempre deberá ser directamente al cople del tanque, cuando menos un "No retroceso sencillo" y el primero que recibe el acoplador podrá retirarse cuando se instale niple o válvula de globo.

VALVULA DE RETORNO DE VAPORES.-Se utiliza durante el llenado del autotanque, para retorno de vapores cuando el llenado se efectúa con compresora.

Consta de una válvula de no retroceso y de una válvula de exceso de flujo. Para la prueba de la primera se cubrirá de agua jabonosa la boca y la ausencia de fuga, nos comprobará de su asiento hermético. Para la prueba de la segunda se instalará el acoplador que neutraliza el "check" y se abrirá la válvula de globo de la manguera, provocándose un flujo de gas-vapor que hará que se cierre la válvula comprobándose así su buen estado. En caso negativo en cualquiera de las dos pruebas, se deberá reemplazar la válvula.

VALVULA DE RETORNO DE LIQUIDO.-Es una válvula de no retroceso y por ella se introduce al tanque el gas líquido en retorno cuando opera la válvula de retorno automático (BY-PASS). Para probar su hermeticidad al paso de gas del interior del tanque al exterior, se requiere de purgar la línea, desconectar ésta junto a la válvula y probar su buen cierre y hermeticidad con agua jabonosa. Para mayor seguridad al efectuar esta prueba, el autotanque solamente debe contener gas-vapor.

IV.3.RECEPCION DE LA UNIDAD.- Tanto el carro de ferrocarril como el autotransporte son recipientes móviles para transportar gas de un punto a otro.

Aún cuando por sus características el ferrocarril únicamente puede moverse por vía y el transporte por carretera, sus finalidades son las mismas.

Ambas unidades se llenarán en las refinerías o en las terminales de carga y serán descargadas en las plantas de almacenamiento.

Para evitar confusiones, se hablará de "la unidad" cuando pueda ser cualquiera de ellas.

Al recibirse la unidad, el jefe de planta o el encargado de hacerlo, deberá revisar en el caso del ferrocarril, que los sellos se encuentren en la tapa y ver su capacidad según las marcas en los costados, y al revisar con la varilla de profundidad, establecer lo más aproximadamente posible, la capacidad de gas contenido en la unidad.

—Si es un transporte se deberá de revisar su capacidad con el medidor rotativo, estimando lo más aproximadamente posible la cantidad de litros de contenido.

—Debera al mismo tiempo conocerse la capacidad de los tanques de almacenamiento de la planta, así como el porcentaje a que se encuentran llenos antes de iniciarse las maniobras de descarga para poder determinar en qué tanque se puede recibir el gas sin sobrellevarlos.

—Si la descarga se hace durante la noche y no se cuenta con un buen alumbrado, se deberán usarse lámparas eléctricas manuales del tipo " a prueba de explosión ".

—Jamás debe permitirse el uso de lámparas de flama abierta o eléctricas que no sea del tipo mencionado.

—Una vez que se haya formulado el reporte que corresponde a la entrada de la unidad a la planta y se hayan tomado las lecturas de sus medidores de nivel, el propio vehículo, siguiendo la instrucciones precisas que para el propósito del encargado de la planta, se colocará junto a la torre de descarga correspondiente.

PRECAUCIONES EN LAS OPERACIONES CON EL AUTOTRANSPORTE.

Una vez que haya quedado colocado el autotransporte en el lugar adecuado, se procederá como sigue:

- a) Apagar las luces, el motor y cualquier otro equipo eléctrico.
 - b) Colocar frenos de mano o seguridad, además se pondrán cuñas en las llantas para evitar así movimiento accidental.
 - c) Conectar el transporte a tierra en el punto que se señale.
 - d) Conectar las mangueras de líquido y vapor en ese orden, tras lo cual se asegurará mediante las pruebas necesarias de que no existen fugas.
 - e) El encargado pondrá en marcha el equipo de bombeo y vigilará que la descarga se lleve a cabo hasta el límite apropiado, de acuerdo con las disposiciones contenidas en el reglamento de la distribución de gas y las que reciba de sus superiores; asegurándose que ninguno de los tanques que reciben el gas pueda quedar excedido en el llenado.
 - f) El procedimiento de descarga deberá ser hecho de acuerdo con lo indicado anteriormente.
 - g) Una vez terminada la descarga, el encargado desconectará las mangueras, y así también se desconectará la tierra, quitarán las cuñas y se cerciorará de que no haya quedado ninguna fuga en el vehículo.
 - h) El chofer, antes de arrancar el motor, verificará que no haya fugas de gas próximas al vehículo y evitará acelerar demasiado el motor al ponerlo en marcha.
- Una vez llevado a cabo todo lo anterior, el vehículo se moverá hacia la zona de pavimento nivelado, para que se lleve a cabo la revisión correspondiente que de origen

al reporte de salida respectivo.

- Es responsabilidad del encargado de la planta que al vigilar al cargar y descargar gas de los transportes, los motores de estos, no estén funcionando.
- Está prohibido fumar o encender cualquier clase de fuego a bordo del vehículo o cerca de los tanques, tanto cuando el vehículo esté dentro de la planta como cuando está fuera de ella, igualmente queda prohibido estacionar los transportes cerca de fuego, y también lo está transportar personas ajenas a la tripulación.
- Es responsabilidad del chofer de cada unidad, el vigilar que se eviten daños innecesarios a las mangueras, por fricción con pisos y bardas, etc. y el informar al encargado de la planta cuando note daño apreciable en la manguera para que se sustituya.
- Igualmente es de su responsabilidad el exigir se proporcione servicio adecuado de mantenimiento al vehículo y sus accesorios mecánicos o eléctricos.
- Está terminantemente prohibido revisar motores, acumuladores, frenos, etc., y hacer reparación de cualquier índole en las áreas de torre de carga y descarga.
- El estacionamiento de los transportes dentro de la planta, una vez terminadas sus labores, se hará precisamente en las zonas destinadas a ese propósito.

IV.4.-PRECAUCIONES EN LAS OPERACIONES CON CARROS TANQUES DE FERROCARRIL.-Una vez que el carro tanque ha quedado en el sitio preciso en que permanecerá durante la descarga, deben apretarse sus frenos, colocando además, cuñas de madera contra

las ruedas delanteras y traseras, para evitar cualquier movimiento.

—Revisar los letreros extremos del carro tanque que indica el producto contenido. Si indica otro producto que no sea gas L.P., no continuar con el procedimiento de descarga. Hacer saber de inmediato al jefe de planta y esperar instrucciones.

—Si el escape del ferrocarril en que se encuentra el carro esta dentro del terreno de la planta, cerrar la puerta de entrada, colocando por fuera un letrero de buen tamaño, con caracteres bien visibles pintados de rojo que indique " CARRO TANQUE CONECTADO ".

—Si el escape es público o por alguna razón no puede cerrarse la puerta, deberán de colocarse letreros de mayor tamaño, sobre caballetes de madera en ambos extremos del carro, y a distancia prudente. En estas condiciones, la tripulación de cualquier tren que se acerque sobre el escape tendrá aviso oportuno.

— Verificar que el sello de la caja de válvulas esté intacto; en caso de no estarlo avisar al jefe de la planta.

— Buscar, visualmente, fugas en la caja de válvulas o cualquier señal de daño, tanto en la caja como en el carro. Si se encuentran señales de perjuicio, motivado por cualquier causa, avisar al proveedor, para que sean proporcionadas instrucciones tanto por lo que toca a la descarga como por lo que hace al movimiento del carro una vez vacío, para ser reparado el daño.

— Conectar alambre a tierra entre el extremo de la tubería

de la planta y el marco de fierro del carro-tanque, para evitarla posibilidad de una descarga estática.

- Antes de desconectar el carro, llevar a cabo nueva revisión para asegurarse de que no existen llamas, desperdicios quemándose, vehículos moviéndose, o cualquier otra fuente de ignición en el área de descarga, a fin de que se cancele la posibilidad de incendio si se produce fuga de gas.
- Asegurarse de que el tanque almacenador que va a recibir el gas contenido en el carro tanque, sea el adecuado para tal propósito, según se esté recibiendo propano o mezcla.
- Cambiar el programa de trabajo de la planta con el objeto de evitar pérdidas de tiempo e interferencias con la descarga.
- A fin de evitar pérdidas de líquido vapor durante la descarga, así como riesgos provenientes de esas fugas, abrir las válvulas del tanque o tanques de almacenamiento que recibirán el contenido del carro, y las válvulas correspondientes en la tubería, tanto de líquido como de vapor, para cerciorarse de que el sistema esté hermético. Únicamente dejar cerradas las válvulas de líquido y vapor de la columna de descarga de carros tanque. Una vez que se verifique que no hay ninguna fuga o que se haya corregido lo necesario, volver a cerrar todas las válvulas.
- Quitar el sello de la caja de todas las válvulas del carro, levantar cuidadosamente la tapa para evitar daños

- en las bisagras. Asegurarse de que todas las válvulas del carro estén cerradas, a fin de evitar fugas de gas al quitar los taponés de las bocas de dichas válvulas.
- Si se encuentra cualquier accesorio dañado, o con fugas, o en condición no satisfactoria, colocar en el accesorio dañado una etiqueta señalando y describiendo el defecto. Si el diseño está provocando fuga, solicitar instrucciones al proveedor y pedir que tome en cuenta la circunstancia.
 - Quitar la tapa del tubo para termómetro, e introducir un termómetro especial, debidamente protegido, para determinar la temperatura del contenido a fin de manejar con exactitud el inventario y precisar las pérdidas en que se incurra en la descarga. El termómetro debe permanecer en ese lugar algunos minutos. Mientras tanto continúan con las operaciones.
 - Destornillar la tapa protectora del tubo de medición y colocarla dentro de la caja de válvulas, para que no se pierda o caiga sobre algún operario que esté bajo el carro.
 - Verificar que el empaque del tubo de medición no tenga fuga. Si la tiene, apretar el tornillo de lubricante, si no es suficiente, subir ligeramente la tuerca de empaque para evitar la fuga continua de gas.
 - Abrir el cierre del tubo de medición, cuidando de colocarse de modo que el tubo no golpee en la cara, en caso de que salga demasiado rápido.
 - Abrir el seguro del tubo, deslizándolo hacia el centro

de la tapa; sacar el tubo aproximadamente 30 cms; abrir la válvula de purga del tubo permitiendo la salida de una pequeña corriente de líquido. Apuntar la salida de la válvula de purga de modo que el líquido no caiga en la cara, manos o ropa.

- Deslizar el tubo hacia arriba hasta dejar salir líquido; lentamente volver a introducirlo en el tanque hasta que salga líquido nuevamente. Cerrar la espitia y tomar nota escrita del número señalado por el indicador de nivel. Ese número está en el mismo tubo. Esta operación debe repetirse hasta que se esté seguro de que la medición es correcta.
- Al suceder esto, cerrar la espitia, meter el tubo completamente y asegurarlo en su lugar, para evitar dañarlo en caso de golpearlo, estando fuera, o por la fuerza del viento o de otras causas.
- El número señalado por el indicador de nivel indica las pulgadas de vacío; y este dato es indispensable tomarlo con toda precisión, para calcular (mediante el uso de la tabla correspondiente al carro tanque de que se trate), el contenido real que se está recibiendo.
- Aflojar cuidadosamente los tapones de tubería de las válvulas de vapor y líquido del carro tanque, permitiendo que salga cualquier presión que pueda haber, antes de quitar totalmente los tapones a fin de evitar lesiones en las manos en caso de que las válvulas tengan fugas.
- Conectar las mangueras de líquido y vapor en las válvulas del carro tanque, abriendo estas muy poco y

- lentamente para que se ejerza en las mangueras la presión del carro.
- Verificar que las conexiones, uniones y mangueras no tengan fuga. Si hay fuga, cerrar las válvulas del carro y apretar o volver a hacer las conexiones repitiendo la operación hasta que todas las conexiones estén correctas y sin fugas. Siempre que se esté trabajando en la manguera, uniones o conexiones, las válvulas del carro y de la torre o punta de manguera deben de estar cerradas. Esta es una buena medida de prevenir accidentes.
 - Sacar el termómetro que debió haber permanecido en el fondo del tubo cuando menos diez minutos; registrar la lectura. Si el termómetro está seco, vaciar en el tubo ciego del termómetro una cantidad adecuada del líquido anticongelante (aprox. 1/2 litro), " **NUNCA PONER AGUA EN EL TUBO DEL TERMOMETRO** "
 - Nunca remover el termómetro de su tubo por más tiempo que el necesario para obtener una lectura rápida pero exacta, si procede así reducirá el efecto de la temperatura atmosférica.
 - Registrar por escrito la lectura de la temperatura, para evitar errores. Si es posible llevar a cabo la lectura de la temperatura dos veces.
 - Utilizando la válvula del tubo de muestreo, o de cualquier válvula de la tubería de descarga que sea apropiado para esta finalidad, tomar muestras en hidrómetro del gas que se va a recibir, para determinar su peso específico y temperatura observada en el

termómetro del hidrómetro. Si se observa una densidad corregida a temperatura estándar menor a 0.508 o mayor a 0.584 NO DESCARGAR hasta estar seguros del contenido. Pedir instrucciones específicas al jefe de planta.

—Asegurarse que el tanque que va a recibir el gas por descarga sea el adecuado para ello según sea la clase de gas que ya contenga, para evitar formar mezclas que le puedan significar problemas, o bien precisamente para hacer mezclas que nos interesen.

IV.B.-PRECAUCIONES EN LAS OPERACIONES DE DESCARGA POR MEDIO DE BOMBA.

—Abrir sólo un poco las válvulas de salida de líquido de la unidad. Es preferible descargar los carros tanque usando dos válvulas para obtener mayor rapidez de descarga y reducir la posibilidad de que se cierren las válvulas de exceso de flujo.

—Usar la línea de vapor (equilibrio de presión) sólo si la presión en el tanque almacenador es mayor que la existente en la unidad; en esta forma se ahorrará energía eléctrica y se reducirá el desgaste de la bomba y el motor.

—Durante todo el tiempo que la presión en la unidad sea mayor que la existente en el tanque de almacenamiento, mantener cerrada la línea de vapor, pero una vez que la presión dentro del tanque de almacenamiento sea menor que la que haya en la unidad, abrir dicha línea.

—Abrir despacio, completamente, las válvulas de líquido de la unidad, enseguida, abrir lentamente todas las

demás válvulas de la tubería de líquido que conducirá a éste al tanque de almacenamiento, procediendo desde la unidad hacia el tanque almacenador. Cuando llegue a éste, abrir su válvula lentamente, asegurándose de no abrirla demasiado al principio, si la presión en la unidad es mayor que la del tanque almacenador; pues si se abre completamente, las válvulas de exceso de flujo de la unidad pueden cerrar.

—Si las válvulas de exceso de flujo cierran, es necesario cerrar las válvulas manuales de líquido de la unidad, manteniéndolas cerradas hasta que abran los "checks" de las válvulas de exceso de flujo, una vez que esto suceda, volver a abrir lentamente las válvulas de líquido y continuar con la descarga.

—Si la presión dentro de la unidad es mayor que la del tanque almacenador, se establecerá el flujo de líquido entre ambos, aún sin cerrar la bomba; una vez que la velocidad de la corriente del líquido (que se puede vigilar en el "ojo de buey" marcador visual de flujo de líquido) se reduzca, abrir las válvulas de vapor y poner a trabajar la bomba.

—Controlar la velocidad del flujo del líquido para evitar que las válvulas de exceso de flujo se cierren, usando para ello la válvula de globo de entrada al tanque almacenador, la cual puede cerrar tanto como sea necesario.

Es necesario una permante atención en este trabajo, pues si se llegara a cerrar las válvulas de exceso de flujo de la

unidad y no hubiera vigilancia, se podrá causar grave daño a la bomba, por trabajar en seco.

Al quedar establecida la corriente de líquido, el operario debe de continuar verificando con la vista y el oído que la operación siga efectuándose en forma satisfactoria, y que no se presenten fugas u otros incidentes que la entorpezcan. Para ello debe de permanecer cerca, listo para detener al momento, toda la operación si esta llega a necesitarse.

La vigilancia constante permite hacer frente oportunamente a cualquier circunstancia inesperada, lo que aumenta la seguridad general de las operaciones.

Durante el trabajo de descarga, el operario debe estar verificando los niveles del o de los tanques de almacenamiento, y sus presiones, así como el nivel de la unidad (tubo de medición o medidor rotativo) para determinar el avance de la descarga, y evitar daños mecánicos a la bomba si hay pérdida de succión, así como para impedir el sobrellenado o sobrepresión del o de los tanques de almacenamiento.

La vigilancia en el " ojo de buey " permite ver con toda oportunidad cuando se ha vaciado el líquido de la unidad; esta circunstancia puede confirmarse abriendo lentamente la válvula de muestreo.

Una vez que la unidad quede vacía, se parará la bomba y se cerrarán todas las válvulas de la planta y de la unidad.

—Si la planta no tiene compresora, es necesario determinar y anotar por escrito la presión existente en la unidad, para precisar la cantidad de gas que dejará de recibirse por regresarse en forma de vapor en la propia unidad.

—Si para todas las operaciones de la planta de almacenamiento se usa bomba exclusivamente, es necesario estudiar la conveniencia de usar compresora. Esta máquina permite recuperar muy buena parte del gas que en forma

de vapor queda en la unidad, y que no puede succionar la bomba; el hecho de no extraer ese vapor, significa una pérdida de consideración cada vez que se descarga una unidad. Con la recuperación que se logre, la compresora se paga sola.

—Desconectar las mangueras asegurándose que todas las válvulas hayan quedado cerradas y los tapones en su sitio.

—Revisar que la herramienta, mangueras y equipo utilizado en la descarga, se coloquen en su sitio, y que no haya obstáculo para el movimiento de la unidad.

IV.6.-PRECAUCIONES EN LAS OPERACIONES DE DESCARGA POR MEDIO DE COMPRESORA.—Como se detalló en el capítulo anterior, la operación con compresora se basa en utilizar la presión diferencial que mediante la compresora se establece entre la unidad y el tanque almacenador. La compresora succiona el vapor del tanque almacenador y lo descarga en la zona de vapor de la unidad.

En esas condiciones se reduce la presión en el tanque almacenador y se aumenta en la unidad. La presión diferencial necesaria variará entre 0.3 kg/cm^2 , a 1.0 kg/cm^2 , dependiendo principalmente de la longitud de las tuberías de descarga, diámetro de la tubería usada y la potencia de la compresora.

Usualmente se requiere de 3 o 4 horas para descargar una unidad de 40,000 lbs usando una presión diferencial de 0.3 a 0.6 kg/cm^2 . La descarga con bomba requiere de más tiempo. Sin embargo, si la presión diferencial se eleva demasiado, cerrarán las válvulas de exceso de flujo en las salidas del líquido de la unidad.

Una vez que se haya determinado el volumen del líquido contenido por la unidad, y se haya tomado la temperatura, y se haya efectuado el muestreo, después de haberse hecho todas las conexiones necesarias en las líneas de vapor y de líquido, se

procederá como se indica a continuación:

- Al igual que la descarga con bomba, es preferible descargar la unidad usando dos válvulas de líquido para obtener mayor rapidez y reducir la posibilidad de que cierren las válvulas de exceso de flujo.
- Abrir despacio las válvulas de líquido en la unidad, hasta dejarlas totalmente abiertas; enseguida abrir todas las demás válvulas en las tuberías de líquido, procediendo desde ésta hasta llegar al tanque almacenador. La válvula del tanque almacenador debe de abrirse lentamente.
- Si se deja demasiado abierta al principio, la válvula del tanque almacenador, puede cerrar las válvulas de exceso de flujo de la unidad, si la presión contenida por éstas es mayor que la del tanque almacenador.
- Si dichas válvulas de exceso de flujo cierran, deben cerrarse las válvulas manuales del líquido en la unidad y conservarse cerradas hasta que se escuche que los seguros de las válvulas de exceso de flujo abran, tras lo cual las válvulas manuales pueden reabrirse lentamente y continuar con la operación.
- Si la presión de la unidad es mayor que la que hay en el tanque almacenador, no es necesario usar al principio la tubería de vapor, y por lo tanto, sus válvulas pueden mantenerse cerradas. Sin embargo, tan pronto como la velocidad de flujo del líquido se reduzca, debe usarse dicha tubería de vapor por lo cual deben abrirse sus válvulas e iniciar la operación de la compresora teniendo la llave de cuatro pasos de esta en la posición

adecuada, para que el flujo de vapor se haya succionado del tanque almacenador a través de la compresora hasta llegar a la unidad.

—En esas condiciones, se estará reduciendo la presión dentro del tanque almacenador y aumentando la existente en el carro tanque, lo que mantendrá la corriente de líquido desde la unidad hasta el tanque de almacenamiento.

—No permitir que la presión en la unidad llegue a ser tan alta que abra las válvulas de descarga de seguridad. Cada una tiene anotada en su cuerpo el número de libras por pulgada cuadrada a que abren las válvulas de seguridad.

—Cuando la unidad esté vacía de líquido, cerrar las válvulas de la tubería de la unidad.

Invertir la dirección de la corriente de vapor (a modo que la compresora succione de la unidad y descargue en el tanque de almacenamiento), por medio de la válvula múltiple que está instalada en el entubado de la compresora. La recuperación de vapor de la unidad debe hacerse burbujeando en la zona de líquidos para evitar elevar la presión en el tanque almacenador.

Para recuperar el vapor que hay en la unidad, dejar que siga trabajando la compresora hasta que la presión dentro de la unidad se reduzca hasta ser de 10 a 15 libras por pulgada cuadrada (manómetro) $0.7 \text{ a } 1.0 \text{ kg/cm}^2$.

Cuando se llegue a esa presión, parar la compresora y cerrar todas las válvulas.

Seguir extrayendo vapor de la unidad resultaría incostrable por el consumo de corriente eléctrica y tiempo de personal.

Acto seguido, desconectar la unidad siguiendo el procedimiento que se detalla en seguida:

—Dejar escapar lentamente a la atmósfera el líquido o vapor contenido en las mangueras que conectan la toma de descarga con la unidad, tanto de líquido como de vapor.

—Esta operación debe de hacerse desde un punto suficientemente alto, para evitar que se formen en el suelo o cerca de este, concentraciones de líquido o de vapor. Es conveniente que las mangueras queden libres de líquido o vapor para evitarles daños por excesiva presión. El escape puede hacerse por medio de válvula especial con que deben contar cada manguera para este objeto; si no la tiene, aflojar muy lentamente la conexión con la válvula de la unidad, como todas las demás deberá de estar cerrada.

—Desconectar ambas mangueras, tapar sus extremos y colgar las mangueras en soportes especiales para evitarles daños y para impedir que haya escapes de gas a la atmósfera cuando estén en uso.

Los taponos de las válvulas de líquido y de vapor de la unidad deben colocarse en su sitio, bien apretadas; en el caso de carros tanque de ferrocarril la tapa protectora del tubo de medición debe ajustarse en su lugar, a fin de dejar el carro listo para su movimiento por ferrocarril.

—Cerrar la tapa de la caja de válvulas del carro y asegurarla. Si se usa plataforma móvil para subir a la unidad, quitarla y colocarla en su lugar acostumbrado, en que no signifique estorbo ni peligro. Quitar las cuñas y los letreros de " CARRO TANQUE CONECTADO ", y guardarlas para usarlas con el próximo carro tanque que se descargue. Invertir las letras " PELIGRO " e " INFLAMABLE " de que está provisto cada unidad a fin de que la vista quede su dorso en blanco, indicando " CARRO VACIO ".

El operario debe revisar toda la unidad, a fin de ver que el trabajo esté hecho totalmente y que este libre para su movimiento. En seguida debe notificar a sus oficinas para que se documente vacío la unidad según instrucciones que se hayan recibido del remitente.

Notas importantes.

- Nunca forzar las válvulas y conexiones
- No permitir que personas desconocedoras del manejo de la planta de almacenamiento intervengan en las operaciones de descarga.
- Por ningún motivo deben quitarse ni las válvulas ni las tuercas de empaque de las válvulas y del tubo de medición. En caso de que sea necesario aflojar las tuercas de empaque, por encontrarse las válvulas demasiado apretadas, aflojar las tuercas lo menos posible, una vez abierta la válvula volver a apretar.
- Nunca usar llave Steelson para abrir las válvulas. Generalmente están provistas de manijas redondas, pero

si no las tiene, debe usarse una llave inglesa.

—Cualquier parte de la unidad que se encuentre en mal estado, debe de marcarse con etiquetas de lámina, detallando exactamente el defecto encontrado, antes de documentar la unidad; hacerlo saber de inmediato al encargado de la planta.

IV.7.-PRECAUCIONES EN EL LLENADO DE RECIPIENTES PORTATILES.

El llenado de recipientes portátiles deberá de realizarse bajo una estricta vigilancia y cumpliendo con lo establecido en los artículos No.59, 60, 64 y 68 del reglamento de distribución de gas:(publicado en diario oficial del 29 de marzo de 1960) se controlará por peso, cuidando no rebasar el llenado permisible para las diferentes capacidades de los recipiente, de acuerdo con la tabla señalada por el artículo 70 del reglamento.

Las plantas de almacenamiento de gas cuentan con un muelle de llenado para cilindros portátiles. En él se hacen todas las maniobras de llenado de cilindros.

Se encuentran en el muelle de llenado, tuberías de gas en estado líquido con sus válvulas de control, válvulas de seguridad y un manómetro que nos permite conocer la presión dentro de la línea. En casi todos los muelles de llenado se encuentran también líneas de retorno para que la bomba no se force al suspender o disminuir el llenado.

Siempre debe haber básculas en los muelles; en algunas plantas hay para el llenado así como para el reposo. Las básculas de reposo deben ser siempre del tipo de mayor precisión, por lo que deben de ser tratadas con mayor cuidado.

IV.7.1.-CUIDADO DE BASCULAS.

Las básculas de los muelles de llenado están expuestas a tierra, agua, polvo y otras materias, ya que deben encontrarse al aire libre y protegidas únicamente por un techo, por lo que deben ser limpiadas frecuentemente.

Para limpiar una báscula debe levantarse la plataforma,

quitar toda tierra y basura que se encuentre abajo de ella, así como limpiar con un cepillo todas sus partes. Deberán seguirse siempre las instrucciones del fabricante, ya que existen muchos tipos y muchos mecanismos diferentes.

Las barras o carátulas de lectura, deberán mantenerse limpias para poder ver con facilidad la indicación del pilón sobre la barra o la lectura de la aguja indicadora en la carátula.

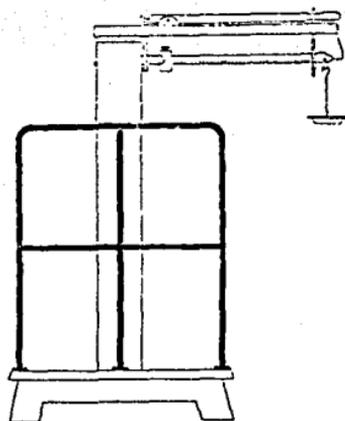
Las pesas y los aretes deberán estar siempre limpios y sin golpes que puedan disminuirle su peso. Los pilones no deben ser golpeados, ya que esto afectaría su peso, desprendiéndole pequeñas cantidades de material.

Una vez limpia la báscula y todos sus accesorios, debe de vigilarse que no se pongan cosas extrañas sobre la plataforma o que se impidan el movimiento de la barra (fig.IV.7.1.1.).

Las básculas deberán de ser ajustadas de la siguiente manera:

- a) Sin nada en la plataforma, la barra o aguja indicadora debe de marcar "0".
- b) De no ser así debe ajustarse el mecanismo.
- c) Poner una tara maestra limpia en la plataforma, y ajustar con la barra a la capacidad de la tara. Debe procederse de la misma manera hasta la capacidad máxima de la báscula, agregando taras maestras, y revisando su lectura. En caso de que la báscula no coincida en todos sus puntos con las taras maestras, deberá ser revisada por un mecánico experto.

Todas las básculas, pesas maestras, y pesas auxiliares de las básculas, deben ser verificadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Pesas y Medidas.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG - IV. 7. 1. 1.

BASCULA PARA LLEADO DE TANQUES PORTATILES.

IV.7.2.-CUIDADO DE RECIPIENTES PORTATILES.

Se tiene generalmente tres capacidades de cilindros fabricados de acuerdo con la norma DGN-X-5-1973* (anexo No. 1) y son de 20 kg, 30 kg y 40 kg.

Las partes de un cilindro son:

Base de arillo de sustentación

Fondo

Cuerpo

Tapa, que lleva generalmente una brida soldada

Válvula de servicio

Protector de válvula

La válvula de servicio debe tener válvula de seguridad.

La válvula de seguridad consiste en un sistema de asiento y resorte que está calibrado de fábrica, y que sólo debe ser ajustado en la fábrica o en un taller especializado.

Existen diferentes sistemas de cambio de válvulas de servicio a los cilindros.

Al cambiar la válvula de servicio a un cilindro debe cuidarse siempre que la salida de la válvula quede ajustada hacia el orificio del protector. De otra manera no podrá ser llenado ni usado.

Para protección de la vida de los trabajadores y de la duración de los cilindros, el camión que descargue cilindros debe de acercarse totalmente hasta el muelle de llenado.

Los cilindros deben bajarse rodando sobre su base, en posición vertical y no aventarlos.

Los cilindros fuera de norma, golpeados o que se vean en malas condiciones deben de ser retirados del servicio inmediatamente.

Debe revisarse el fondo del cilindro para ver si no está excesivamente oxidado.

Los recipientes afectados por fuego, nunca deben ser llenados. Es necesario raspar en algunos cilindros para encontrar la tara. Si en este momento se marca visiblemente la

* Ref. 16

tara con crayón o pintura, facilitará en mucho el llenado y reposo de cilindros.

El movimiento de los cilindros en el muelle de llenado debe ser rodándolos en su posición vertical y no arrastrándolos, ya que un golpe de fierro contra una piedra puede sacar una chispa que enciende el gas que puede haber en el ambiente.

Debe revisarse fondo y protector del recipiente para ver que no contengan lodo u otras materias que puedan cambiar la tara.

Los cilindros deben ser pintados cuidadosamente ya sea con pistola de aire o brocha, y muy especialmente debe pintarse el fondo para evitar la oxidación.

Si una válvula pierde el bonete, deben usarse estacas cónicas inmediatamente. Las estacas cónicas deben tenerse siempre en el lugar que permitan tomarlas más fácilmente para poder taponar la fuga de la válvula.

Adentro de un cilindro lleno o semi-lleno siempre tenemos líquido o vapor a menos que haya sido vaciado totalmente y limpiado su interior con agua o con vapor de CO_2 .

Si en un cilindro que está en posición horizontal se abre la válvula de seguridad o la válvula de servicio, escapará gas en estado líquido.

Un cilindro en posición vertical al abrir la válvula de servicio escapará vapor de gas.

Nunca usar zapatos con estoperoles o con clavos metálicos, ya que pueden producir una chispa en los lugares en donde haya gas en la atmósfera.

Nunca usar tenis o huarache, ya que un cilindro puede caer sobre un pie y fracturar un dedo. Usar zapato duro con tacón de hule, con suela cosida, y de preferencia zapato con puntera de acero abajo del cuero.

Nunca debe pintarse sobre lámina oxidada, ya que la pintura se caera y seguirá la corrosión.

IV.7.3.-RIESGOS EN LAS OPERACIONES DE LLENADO DE RECIPIENTES PORTATILES.

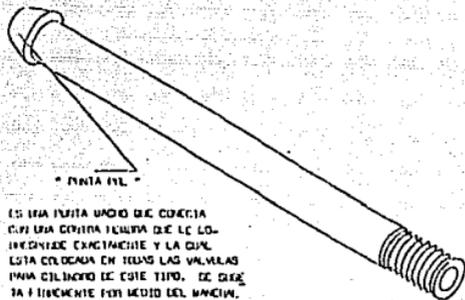
El camión que debe descargarse, deberá acomodarse junto al muelle de manera que la plataforma de carga quede al ras del

muelle.

Los cilindros deberán de ser bajados en posición horizontal y no aventarlos. Tener en cuenta los puntos indicados en el apartado de cuidado de cilindros hasta llevarlos a la báscula.

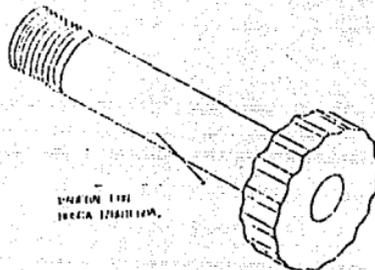
- Abrir las válvulas de globo de los tanques de almacenamiento que permitan la salida de líquido.
- Abrir la válvula de retorno de líquido del tanque.
- Revisar que las válvulas por donde debe de pasar el gas para llegar al muelle y llenaderas estén todas abiertas.
- Abrir la válvula del múltiple del llenado.
- Arrancar la bomba. Si no está llenado en ese momento, el retorno manual o automático abrirá, y al hacerlo evita que se dañe la bomba.
- Desconectar o bloquear el mecanismo de la báscula para que no se dañe.
- Revisar la tara del tanque y marcarla visiblemente.
- Meter el cilindro rodando la base a la báscula.
- Conectar mecanismo de la báscula.
- Cargar en la barra o en las barras la tara del tanque, más el contenido a llenarse.
- Revisar la punta pol larga (ver fig. IV.7.3.1.) observando que los anillos de empaque de la punta estén en buenas condiciones y revisar la rosca. Si la rosca se encuentra dañada habrá fugas, si está muy dañada podrá desprenderse causando grave daño al operario.
- Conectar punta pol y a partir de ese punto es requisito obligatorio el uso de guantes.

V.9



* PUNTA FIL *

ES UNA PUNTA MUY DELGADA QUE CONECTA
 CON UNA CORONA FUERTE QUE LE CO-
 INCIDE EXACTAMENTE Y LA QUE
 ESTA COLGADA EN TODAS LAS VALVULAS
 PARA COLGADA DE ESTE TIPO. SE CREA
 YA FORTEMENTE POR MEDIO DEL MACHIN.
 QUE EN ESTE CASO SIEMPRE ES DE NICKEL.



* CORONA FUERTE *

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV.7.3.1.
PUNTA POOL		

- Abrir la válvula del cilindro y la válvula de punta de la manguera.
- Conectar el automático si es que se usa. Si no se usa, deberá observarse cuidadosamente cuando llegue la barra al fiel.
- Durante el llenado, deberá ponerse jabonadura a las válvulas para observar si no tienen fugas. En caso de tenerla deberán retirarse inmediatamente de las básculas y marcarse adecuadamente para su reparación.
- Si se utiliza automático, este se botará en el momento en que se llegue al peso correcto, siempre y cuando el mecanismo del automático esté ajustado adecuadamente.
- Cerrar la válvula de punta de manguera.
- Cerrar la válvula de cilindro y observar con jabonadura que la válvula cerrada no tiene fugas.
- Desconectar la punta por y sacar el cilindro rodando sobre su base, y pasarlo a su báscula de reposo.

IV.7.4.-CUIDADOS EN EL PROCEDIMIENTO DE REPESO DE LOS RECIPIENTES PORTATILES.

Una vez que los cilindros han sido llenados, debe siempre tenerse la precaución de comprobar que contienen la cantidad de gas que corresponde a la capacidad de cada uno de ellos. Para esto se utilizarán las básculas de reposo, y debe de seguirse los siguientes puntos:

- El cilindro debe ser medido rodando sobre su base a la plataforma de la báscula.
- Si la báscula es de lectura directa, la báscula indicará

la tara más el contenido.

- Si la báscula tiene barra de destare, podrá ajustarse para el contenido de los recipientes y entonces deberá marcar la tara grabada en el recipiente.

En caso de haber menos gas del que corresponde, deberá seguirse el procedimiento siguiente:

- a) Conectar la punta por y seguir las precauciones indicadas en el llenado de cilindros.
- b) Observar en la carátula o en el indicador de la báscula, que el cilindro marque ahora un peso adicional por la manguera de reposo, o sea que la lectura que obtenemos significa igual a la tara del cilindro, más gas contenido, más peso de la manguera.

Por ejemplo:

Tara	=	24.400 kg
Gas contenido	=	19.000 kg
Peso de manguera	=	2.000kg
Total	=	<u>41.000 kg</u>

- c) Abrir la válvula del cilindro y posteriormente la válvula de punta de manguera.
- d) Deberá cerrarse la válvula de cierre rápido de la punta de la manguera en el momento en que la báscula nos marque que el cilindro ya tiene el contenido total adecuado, por ejemplo:

Tara =	20.400 kg
Gas contenido =	20.000 kg
Peso de manguera =	2.000 kg
Total =	<u>42.000 kg</u>

- e) Cerrar la válvula del cilindro y desconectar punta pol larga.
- f) Observar en la carátula, o en el sistema de indicación de la báscula que el recipiente contiene lo adecuado.
- g) Sacar el cilindro de la báscula rodando sobre su base, pasándolo al lugar donde pueda ya cargarse a los camiones o camionetas para su reparto.

Si el cilindro contiene mayor cantidad de gas en su interior de la que debe tener, no debe enviarse así a los camiones, ya que constituye un peligro muy grave por que puede abrirse la válvula de seguridad, y tirar líquido además de otros problemas.

El gas no debe tirarse al aire, ya que también es peligroso, además que significa tirar dinero, por lo que debe de seguirse el procedimiento siguiente:

- a) Retirar el cilindro de la báscula rodando sobre su base.
- b) Utilizando una manguera de punta punta pol larga en los dos extremos, y con una llave de paso, conectar un extremo de esta manguera a la válvula del cilindro sobrellenado.
- c) Conectar la otra punta de la manguera a la válvula de otro cilindro vacío.
- d) Abrir las válvulas de los dos cilindros.
- e) Invertir el cilindro sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el cilindro al cual se va a pasar el gas. Por gravedad o diferencia de alturas, el gas pasará de un cilindro a otro.
- f) Después de un tiempo prudente, tan largo como la

cantidad de sobre llenado, cerrar la válvula de paso en la manguera.

- g) Enderezar el cilindro que estaba sobrellenado.
- h) Cerrar las válvulas de los dos cilindros.
- i) Desconectar la manguera de la válvula del cilindro que estaba sobrellenado.
- j) Pasar el cilindro a la balanza siguiendo las mismas precauciones indicadas con anterioridad, si faltara gas, completarlo como se indica.¹

IV.6.-PRECAUCIONES EN EL LLENADO DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS

Se entiende por recipiente fijo o estacionario, el envase de acero fabricado por soldadura, destinados a contener gas licuado de petróleo cuya densidad a 15.5 °C esté comprendida entre 0.504 y 0.584 y que por su diseño y construcción satisfaga las las especificaciones que se establezcan.

Su fabricación obedece a la norma de oficial de calidad para recipientes de gas L.P. tipo no portátil DGN-X-12-1969² y su especificación queda comprendida en el tipo I en donde la presión de diseño deberá ser de 1 400 kg/cm² y se destinará a contener gas L.P. de alta presión, cuya presión no exceda de 123 kg/cm² @ 37.8 °C (ver anexo No. 2).

En general todos los tanques no portátiles quedan englobados en la siguiente clasificación:

- a) Almacenadores.- Destinados a almacenar gas L.P. en las plantas.
- b) Estacionarios
 - Tipo intemperio.- Diseñados para trabajar al aire libre.
 - Tipo subterráneo.- Diseñado para ser enterrado.

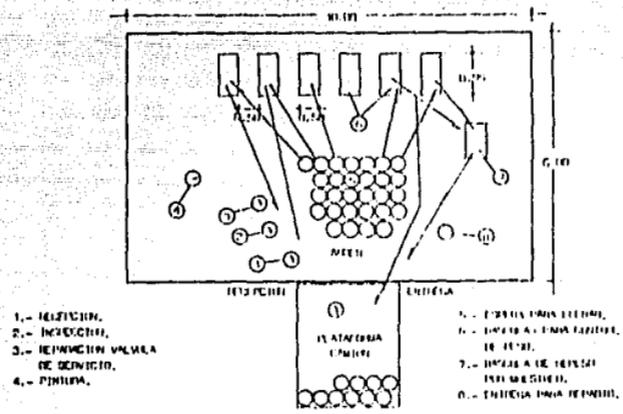
¹ SE ANEXA DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO ACTUAL DE LLENADO DE TANQUES PORTATILES (FIG. IV.7.4.1. Y IV.7.4.2.)

² REF. 10

DISCRETE No. HOJA No. 1 de 1		RESUMEN			
PRODUCTO:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA	
GAS S.P.	OPERACION	10			
ESTACION EN RECIPIENTES PORTATILES	TRANSPORTE	7			
ACTIVIDAD: LLENADO	ESPERA	1			
METODO: ACTUAL	INSPECCION	5			
LUGAR: NIVELES DE LLENADO	ALMACENAMIENTO	1			
OPERARIO (S) SUPERVISOR MANTENIMIENTO	DISTANCIA	15.5 M.I.			
ESTACION LLENADO	TIEMPO	255 Seg.			
	TOTAL				
DESCRIPCION	UNIDAD	TIEMPO	UNIDADES	OBSERVACIONES	
NEW NÚM DE FABRICANTE	VAR.	1	1	EN PLAN DE DATOS	
REVISAR VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1		
REVISAR P. COMP. DE MANTEN. Y EQUIPAMIENTO	VAR.	1	1	EN PLAN DE DATOS	
A APLICACION VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1	CUANDO SE REQUIER.	
REVISAR VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1	CUANDO SE REQUIER.	
ACEPTAR TUBOS	VAR.	1	1		
REVISAR P. COMP. DE MANTEN.	VAR.	1	1	EN PLAN DE DATOS	
A APLICAR MANTEN. Y EQUIPAMIENTO	VAR.	1	1	CUANDO SE REQUIER.	
REVISAR P. COMP. DE MANTEN.	VAR.	1	1	CUANDO SE REQUIER.	
TARJAS DE SERVICIO	VAR.	1	1	VALVULA CON GRABO.	
A LLENADO DE MANTEN.	VAR.	1	1	EN CASO NECESARIO	
VALVULA SERVICIO	VAR.	1	1	CUANDO SE REQUIER.	
ESPERAR TUBO PARA LLENADO	VAR.	1	1		
SUBIR COLINDADO A LA BACILLA	VAR.	1	1		
CONECTAR MANIVELERA DE LLENADO	VAR.	1	1		
MONTEAR DE LA VARA DE BACILLA	VAR.	1	1		
REVISAR VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1	EN COLIND.	
REVISAR VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1	EXTIENDO MANIVELERA	
REVISAR VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1	CON MANIVELERA	
QUEDAR EQUILIBRIO DE VARA DE BACILLA	VAR.	1	1		
REVISAR EL LLENADO	VAR.	1	1	VAL. CIERRE RAP.	
REVISAR VALVULA DE SERVICIO	VAR.	1	1		
REVISAR MANIVELERA DE LLENADO	VAR.	1	1		
BALZA COLINDADO DE BACILLA	VAR.	1	1		
LLEVARLO A CRILLA DEL NIVEL	VAR.	1	1		
ESPERAR A QUE LO EMPLEEN EN CAMBIO.	VAR.	1	1		
TOTAL	15.5	255	10	2	

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIS 14.7.4.1.
	DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL.	

7.2



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. IV. 7.4.2.
	DIAGRAMA: LLENADO DE RECIPIENTES PORTATILES.	Aerot: mts

c) Transporte.- Diseñados y utilizados en auto-tanques de reparto, remolques y semi-remolques.

d) Para carburación.- Montados sobre el vehículo para abastecerlo con gas L.P. como combustible.

Debido al riesgo tan elevado que existe al manejar este combustible, los tanques están provistos de accesorios de seguridad, los cuales se detallan a continuación:

a) Válvula de llenado.

Permite el llenado del tanque (debe de ser de doble retroceso).

b) Válvula de retorno de vapor.

Permite igualar presiones entre el auto-tanque y el tanque a llenar; esta válvula es opcional en algunas capacidades (debe ser combinada, exceso de flujo y no retroceso).

c) Válvula de seguridad.

Protege el tanque si se eleva excesivamente la presión; puede ser de resorte interno o de resorte externo.

d) Válvula de máximo llenado.

Indica el máximo nivel de líquido a que se debe llenar un tanque (puede estar incorporado a la válvula de servicio o separado de esta).

e) Válvula de servicio.

Permite la salida del gas para el uso del consumidor. Puede ser de los siguientes tipos según su uso.

1) En el tanque de carburación, permite la salida del líquido. Esta válvula debe tener exceso de flujo (es

opcional la válvula de servicio de vapor para el tanque).

- 2) En tanques intemperie o subterráneos, permite la salida de vapor de gas (no debe tener exceso de flujo, pero si puede tener incorporada la válvula de máximo llenado).

f) Medidor.

Indica el porcentaje de gas en estado líquido que contienen los tanques. Puede ser rotativo con válvula de purga, o de flotador con aguja magnética.

En los tanques tipo subterráneo debe ser precisamente de tipo magnético.

g) Manómetro.

Indica la presión dentro del tanque. En tanques con capacidad de 500 lts o más es obligatorio.

h) Válvula de vaciado.

(Check lock) Usando un acoplador especial permite la salida de líquido del tanque.

Debe de entenderse por línea de llenado a la instalación de tubería y accesorios que parte de la toma de llenado ubicada en el límite del predio hasta el lugar en donde se encuentra el tanque estacionario.

Las líneas de llenado pueden ser dobles cuando se utilizan para llenado y retorno de vapores, o sencillas cuando se utilizan para el llenado del tanque.

La línea doble constará de los siguiente:

— Directamente al tanque; acoplador de llenado y acoplador de vapores, que convierte la rosca ACME a rosca de tubo.

—Válvulas de control, se utilizarán cuatro válvulas, dos

junto a los acopladores y dos junto a las válvulas de llenado y de retorno de vapor.

—Válvula de llenado de "no retroceso" que permite la entrada de gas.

—Válvula de retorno de vapores con exceso de flujo, que se llevará el paso del gas, si este fuese excesivo.

—Válvula de purga que permite sacar algo del gas líquido de la línea.

—Válvula de seguridad para protección de la tubería del líquido. Puede utilizarse en vez de la válvula de seguridad y válvula de purga, una válvula de servicio de cilindro que tenga válvula de seguridad integral.

—Si la línea es sencilla, únicamente tendrá los siguientes accesorios:

- Acoplador de llenado
- Válvula de control. Se utilizarán dos, una junto al acoplador y otra junto a la válvula de llenado.
- Válvula de llenado de doble retroceso.
- Válvula de seguridad para protección de la línea.
- Válvula de purga.

También en este caso, puede utilizarse la válvula de servicio de cilindro con válvula de seguridad integral.

IV.8.1.-RIESGOS EN EL LLENADO DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS.

Al presentarse un autotanque a llenar un tanque estacionario, puede encontrarse con cualquiera de las causas siguientes:

A) Que el tanque es nuevo y se va a llenar por primera vez.

- B) Que el tanque es usado, está vacío y se va a llenar por primera vez en el domicilio actual.
- C) Que el tanque venga siendo usado en el domicilio en que se encuentra, pero esté vacío por haberse quedado sin gas el usuario.
- D) Que el tanque esté en servicio y todavía contenga algo de gas.

Por lo que toca a la forma de llenar el tanque se pueden encontrar los siguientes casos:

- E) Que se conecte el tanque directamente al autotanque con la manguera.
- F) Que por existir líneas de llenado, la conexión del tanque debe hacerse al extremo de dicha línea de llenado.

En todos los casos deben seguirse las siguientes reglas:

- a) Estacionar el vehículo en lugar apropiado para efectuar la maniobra de llenado.
- b) Colocar freno de mano.
- c) Si es de noche encender los cuartos o luces intermitentes.
- d) Colocar retrancas en las llantas (obligatorio en todos los casos aunque el piso esté nivelado).
- e) Colocar letreros preventivos a 50 mts de la parte delantera y trasera del autotanque.
- f) Notificar al cliente que se le va a surtir gas.
- g) Extender mangueras.

GASO A

Tanque nuevo y se va a llenar por primera vez.

Deben seguirse las siguientes reglas:

A.a) Purgar por la válvula de servicio la presión de aire que trae el tanque (esta presión de aire las ponen las fábricas para probar que no existen fugas). Avisar previamente al usuario lo que se va a hacer para que no se alarme al oír el escape del aire.

A.b) Al efectuar la operación anterior deben de estar seguros de que lo que se está escapando, es precisamente aire y si notan olor a gas, suspender inmediatamente esta maniobra e investigar tomando las precauciones debidas.

A.c) Si todo está correcto y el tanque ha sido purgado, seguir las reglas siguientes:

- 1.- Si es posible avisar al operador del auto-tanque el porcentaje del líquido y la capacidad del tanque que se va a cargar.
- 2.- Colocar aditamento protector en la válvula de llenado, para caso de emergencia si falla la válvula de llenado al desconectar. Este aditamento puede ser el adaptador "Rego" o una válvula de globo con acoplador.
- 3.- Abrir válvula de máximo llenado.
- 4.- Conectar manguera o mangueras si se usan las dos.
- 5.- Abrir válvulas del auto-tanque, líquido y vapor si es que se van a utilizar las dos mangueras, si no, únicamente la del líquido.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 6.- Abrir válvulas de manguera de líquido y de vapor cuando esta se use.
- 7.- Conectar embrague de bomba y regular aceleración en motor para que el bombeo sea efectivo.
- 8.- Cerciorarse de que el gas está llegando al tanque.
- 9.- Cerciorarse de que la válvula de servicio queda cerrada, avisándolo al usuario y anotarlo en la remisión para que lo firme el propio usuario; dicha válvula deberá de quedar cerrada hasta que la compañía mediante la persona adecuada, ponga el tanque en servicio.

CASO B

Tanque usado vacío y se va a llenar por primera vez en el domicilio actual.

Deben de seguirse las siguientes reglas:

- B.a) Picar con el dedo la válvula de llenado para cerciorarse de que el tanque contiene presión de gas.
- B.b) Si la válvula no ofrece resistencia, puede ser que haya sido sacada la presión con anterioridad, o bien que el tanque alguna fuga, o tiene algún defecto en cualquiera de sus válvulas, por lo tanto **NO DEBE SER LLENADO.**
- B.c) Si la válvula ofrece resistencia, quiere decir que el tanque está cargado de presión y puede recibir gas, en este caso, seguir las reglas 1 al 9 para llenado de tanques nuevos.

CASO C

Tanque usado pero vacío por haberse quedado sin gas el usuario:

Deben seguirse las siguientes reglas:

C.a) Cerrar la válvula de servicio.

C.b) Seguir las reglas marcadas de 1 a 8 para llenado de tanques nuevos.

C.c) Avisar al cliente que el tanque se queda cerrado para que lo ponga en servicio la persona indicada.

C.d) Si es edificio, exigir del encargado o administrador que se firme la nota en donde conste que se ha dejado cerrada la válvula de servicio del tanque hasta que la persona indicada por la compañía ponga nuevamente el tanque en servicio.

CASO D

Tanque en servicio y todavía contenga algo de gas.

Deben de seguirse las siguientes reglas:

D.a) Visualizar la cantidad de líquido que tiene el tanque, cerciorándose de que tiene cupo para recibir gas.

D.b) Seguir las reglas marcadas con los números del 1 al 8 para llenado de tanques nuevos.

CASO E

El llenado se hace directamente al tanque con la manguera del auto-tanque.

Se tomarán las siguientes precauciones:

E.a) Se verá que la trayectoria de la manguera se haga a la intemperie o por lugares seguros, nunca por habitaciones o por lugares ocupados por público (restaurantes o similares). Si no hay lugar adecuado para tender la manguera al tanque no debe ser llenado y debe pedirse instrucciones a la compañía.

E.b) En caso de que los sitios que recorrerá la manguera sean adecuados, se tenderá esta viendo que quede protegida al máximo contra cualquier clase de daños.

E.c) Si el tanque se encuentra en la azotea o sitio similar, se afianzará debidamente la punta de la manguera a la cuerda que se vaya a usar y se levantará la manguera con todo cuidado, viendo que no roce la punta con ningún objeto.

E.d) Se tendrá el debido cuidado para evitar que la manguera roce con el perfil, lo que puede originar daños de consideración.

CASO F

Existe línea de llenado y la conexión del tanque debe hacerse al extremo de dicha línea.

Tomaran las siguientes precauciones:

F.a) Colocar escalera cerca de la línea de llenado cerciorándose que quede asegurada.

F.b) Abrir válvula de globo de la punta de la línea de llenado y picar con el dedo la válvula de llenado.

F.c) Si la válvula de llenado no ofrece resistencia a la presión del dedo, quiere decir que está descargada; por lo tanto, o tiene fuga o está desconectada en algún

punto. En este caso NO DEBE LLENARSE EL TANQUE.

F.d) Si la válvula de llenado ofrece resistencia a la presión del dedo, quiere decir que la línea está cargada de líquido o de presión, por lo tanto si puede utilizarse.

F.e) Conectar mangueras o válvula de llenado, (en estos casos no se requiere conectar el aditamento protector o la válvula de globo adicional que se usa en lugar de ese aditamento antes de la manguera).

F.f) Durante toda la maniobra de carga, el operador no debe separarse del vehículo, vigilando que dicha maniobra se está llevando a cabo correctamente.

En todos los casos, una vez que el tanque ha sido llenado al 85 % como máximo, el ayudante cerrará la válvula de punta de manguera o de final de línea de llenado, para evitar que siga entrando gas líquido en el tanque e inmediatamente usando señal convenida, avisar al operario del auto-tanque para que este suspenda el bombeo.

Después de haber efectuado el llenado de un tanque:

- a) Suspender el bombeo.
- b) Cerrar válvulas del auto-tanque.
- c) Bajar aceleración o parar el motor.
- d) Cerrar válvulas de mangueras y de líneas de llenado.
- e) Desconectar mangueras (no retirar aditamento protector cuando se haya conectado).
- f) Si se utilizó adaptador de seguridad desconectar de este primero la manguera, después purgar el líquido atrapado en el adaptador. Si al efectuar la purga se notara que el líquido continúa saliendo, eso indicara que está fallando la válvula de llenado; por lo tanto

no deberá retirarse el adaptador de seguridad dando aviso de inmediato a la planta

g) Recoger mangueras, cuerdas, letreros y retrancas.

Antes de poner el vehículo en movimiento, el operador o su ayudante deberán caminar una vuelta completa alrededor de su vehículo para cerciorarse que no han olvidado alguna herramienta o existe algún riesgo al poner el vehículo en movimiento.

IV.9.-PRECAUCIONES EN EL LLENADO DE AUTO-TANQUES EN LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO.

IV.9.1.-Accesorios de plomería de auto-tanques.

Debe de entenderse por accesorios de plomería de un auto-tanque al conjunto de válvulas, tapones, mangueras, filtros, e instrumentos de medición con que cuentan los auto-tanques

La plomería y la colocación de estos accesorios así como el tipo y cantidad de ellos que se utilizan en auto-tanques, deben diseñarse y escogerse a manera de obtener la operación más eficiente y segura.

Tapones.-Deben usarse tapones de bronce para su mayor resistencia, además que deben ser usados con empaque.

Válvulas.-Sirven para controlar el paso del gas de uno a otro punto dentro de la línea. Se dividen en automáticos y manuales.

De no retroceso.-Sólo permiten el paso del gas en una sola dirección.

De exceso de flujo.-Cuando la descarga o salida por esta válvula es mayor que la capacidad calculada, se cierra automáticamente no permitiendo el paso de gas.

De retorno de vapor.-Permite el paso de vapor al auto-tanque; puede ser de exceso de flujo o de no retroceso, según su uso.

De seguridad.-Sirve para descargar vapor a la atmósfera cuando la presión dentro del auto-tanque es mayor que la resistencia de sus resortes. Es una protección para el recipiente.

Medidor rotatorio.-Es un tubo de profundidad variable que permite conocer el porcentaje de líquido en el tanque.

Manómetro.-Nos permite conocer la presión de gas en el tanque.

Termómetro.-Nos indica la temperatura del gas.

Válvula de 85% de máximo llenado.-Son válvulas similares a las de tubo de profundidad, una al 85% y la otra al 90% , nos permite saber cuando el llenado de un auto-tanque ha llegado al 85% y al 90% para suspender el llenado.

Bomba.-Nos permite sacar gas del auto-tanque para llenar los tanques de los usuarios.

Conectores flexibles.-Permiten el movimiento natural por flexión del chasis del camión en las tuberías de gas.

Retorno Automático.-Permite que los excesos de bombeo puedan regresar al tanque. Cuando se cierran las válvulas y la bomba continúa funcionando, regresa el gas al auto- tanque protegiendo la bomba.

Medidor.-Están formados de tres partes:

- a) eliminador de vapores.
- b) medición.

c) regulador diferencial.

Valvula de relevo hidrostático.-Es una protección adicional en la línea de gas si la presión en la línea sube, actuará como una válvula de seguridad.

Carrete.-Sirve para tender y recoger la manguera con facilidad puede ser manual, eléctrica o de resorte; sencillo, para manguera de líquido o doble para manguera de líquido y vapor.

Constan de una válvula y acoplador de líquido o vapor. Es el medio para conectar al tanque del usuario y llenar.

Manguera de vapor.- Es conveniente usarla para proteger la bomba y permitir un llenado más rápido.

IV. 9.2.-RIESGOS EN LAS OPERACIONES DE LLENADO DE AUTO-TANQUES EN PLANTA DE ALMACENAMIENTO.

El flujo del gas líquido será siempre de tanque de almacenamiento a auto-tanque; y el flujo de gas en fase de vapor retornará del auto-tanque al tanque de almacenamiento.

Para el sistema de llenado podrá utilizarse compresor o bomba, indistintamente o juntos, según el sistema establecido en la planta.

En caso de utilizarse únicamente la bomba, deberá haber siempre una tubería para igualar presiones entre el auto-tanque y el tanque de almacenamiento.

Además de la bomba y compresora, tenemos como partes indispensables, el tanque de almacenamiento y el auto-tanque, que deberá estacionarse precisamente en el punto indicado por el responsable de la planta, junto a la torre de carga.

- El chofer deberá parar el motor; cerrando el switch de ignición.

- Poner Velocidad y freno de mano.
- Colocar retrancas atras y adelante de las llantas, aún en el caso de que no haya ningún desnivel en el terreno.
- De ser posible virar la dirección para que una rueda se apoye en la banquetta o protección de concreto de la torre de carga.
- Conectar el vehiculo a tierra, para evitar descargas de electricidad estática.

A partir de este punto es requisito indispensable el uso de guantes.

- Quitar tapones de válvulas con las herramientas adecuadas y con la precaución del caso.
 - Utilizar los empaques adecuados en los acopladores de líquido y vapor.
 - Conectar mangueras a los acopladores, tanto de líquido como de vapor, ajustándolos para evitar fuga de gas.
 - Por ser muy peligroso, está estrictamente prohibido cargar un autotanke fugando vapores a la atmosfera por la línea de retorno de vapor.
 - Se deberá abrir las válvulas de líquido y vapor del tanque de almacenamiento, cuidando especialmente las instrucciones que se hayan dado acerca de los tanques que deben permanecer abiertos o cerrados.
- Se verificará que no exista fuga alguna en los tramos de tubería que queden cargados; de haber fugas se reparara lo necesario antes de continuar la operación. Esto se hara conforme se vayan abriendo las válvulas que se mencionan enseguida:
- abrir válvulas de la torre.

- abrir válvulas de punta de manguera si estas existen.
- abrir válvulas de líquido y vapor del auto-tanque.
- Colocar el medidor rotativo a el 80% o abrir la válvula de 85%, en este caso el medidor rotativo podrá colocarse al 90%.
- El jefe de planta indicará si es necesario purgar la compresora.
- Arrancar compresora, bomba o ambos, con lo cual se inicia el llenado del auto-tanque.
- Durante toda la maniobra deberá permanecer junto al vehículo el operario indicado por la planta.
- Al llegar el gas a 90% se cerrará la válvula de purga del medidor rotativo, válvulas del auto-tanque, de punta de manguera y de torre.
- Suspender inmediatamente bomba o compresora.
- Para desconectar las mangueras deberá previamente purgarse al aire (ya sea con la válvula de purga del auto-tanque o de punta de torre), el gas contenido en ellas, en el tramo comprendido entre las válvulas; una vez hecho esto se procederá a desconectar las mangueras.
- Las mangueras deberán ser colocadas en los lugares adecuados, no permitiendo que permanezcan en el suelo.
- Colocar los tapones de bronce en los acopladores de la válvula de llenado y retorno de vapores.
- Desconectar el vehículo de tierra.
- Cerrar las válvulas de líquido y vapor de los tanques que se hayan utilizado, así como las válvulas del sistema que no sea indispensable que permanezcan abiertas de acuerdo con

las indicaciones de la planta.

- Recojer las retrancas de las llantas y colocarlas en su lugar.
- Es indispensable que el chofer tenga como costumbre, dar una vuelta completa alrededor de su autotanque para revisar que no existan fugas, ni haya mangueras, o conexiones de tierra conectadas al autotanque y para observar que no haya dejado retrancas olvidadas.

IV. 10.-SOBRELLENADO.- Los riesgos que se detallarán más adelante han sido vividos por muchos operarios y repartidores de gas que se han encontrado en situaciones difíciles y peligrosas, creadas por el sobrellenado de un tanque, cuyas experiencias detallamos a continuación en forma ordenada.

En todos los tanques para gas L.P. al estar llenos a su capacidad NETA MAXIMA, debe quedar un espacio sin líquido (zona de vapor), para evitar peligro.

El calor origina la expansión o dilatación de los cuerpos. Las botellas de refrescos, nunca se llenan hasta arriba. El espacio que se deja vacío en ellas, está ocupado por aire en los refrescos "sin gas", y por gas carbónico en los demás.

En esas condiciones, la botella está sujeta sólo a la presión que pueden desarrollar el aire o el gas carbónico, con elevación de su temperatura; el líquido tiene un lugar que puede ocupar al expandirse. Si una botella se llenara hasta arriba, permitiendo que el líquido llegará hasta la corcholata, quedará con un sobrellenado total. Con cualquier aumento que sufrirá la temperatura del líquido, éste tendrá que expandirse y la botella reventará.

Tanto en estado líquido como en estado de vapor, el gas L.P. (ya sea propano, butano o mezcla), también se expande con el calor. Por cada 3°C (tres grados centígrados que aumente la temperatura del líquido, su volumen aumenta casi 1.0% (uno por ciento).

IV. 10.1 SOBRELLENADO EN RECIPIENTES PORTATILES.- Un cilindro portátil que haya sido llenado correctamente, no podrá sobrellenarse sólo por el calor del sol, aún en condiciones de un día muy caluroso.

Si la temperatura del propano contenido en un tanque de 45 Kg. llega hasta 40°C, todavía quedará en el cilindro una zona de vapor de poco más de 11 lts. (poco más de 10% de su capacidad total en litros).

Si su temperatura sube hasta 70°C, todavía quedará en el cilindro una zona de vapor de un poco más de $1\frac{1}{2}$ litros (aproximadamente el 15% de su capacidad total en litros). A pesar de esa temperatura no hay sobrellenado, porque el cilindro se llenó correctamente.

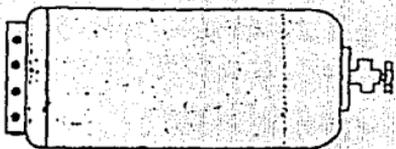
En cambio si a un cilindro se le inyecta más gas del correspondiente a su capacidad, le quedará una zona de vapor menor que la correcta, o de plano, no le quedará ninguna si el líquido llega hasta la válvula. figura(IV.10.1.1)

En el cilindro No.2, la zona de vapor podrá ser ocupada por el líquido totalmente al expedirse éste como consecuencia del calor solar que absorba.

Una vez que eso suceda, estará como el cilindro número 3, y cualquier nuevo aumento de temperatura de líquido, creará Presión hidrostática, y hará abrir la válvula de seguridad, si funciona.

Los cilindros se pintan de color aluminio brillante (esmalte) para que absorban la menor cantidad de calor posible, y así evitar el aumento de la temperatura del líquido. Es conveniente que los cilindros estén siempre bien pintados, por esta razón, y no sólo para dar un buen aspecto.

Cuando la válvula de seguridad abre, en un cilindro sobrellenado; dejará escapar gas en estado líquido, que inmediatamente tomará calor del ambiente y se convertirá en vapor.



1

LLENADO CORRECTAMENTE



2

SOBRELLENADO



3

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TESIS PROFESIONAL

FID. MO. I.

SOBRELLENADO DE RECIPIENTES PORTATILES.

El vapor que así se forme tendrá un volumen varios cientos de veces más grande que la cantidad de líquido escapado.

Como se ve, es más peligroso el escape de líquido que el escape de vapor; por eso queda prohibido transportar acostados los cilindros llenos, pues al estar en esa posición, si llega a abrir su válvula de servicio o su válvula de seguridad, lo que dejará escapar será líquido y no vapor.

El vapor formado por el escape de líquido, una vez que se mezcle en forma suficiente con aire, podrá causar un flinazo o una explosión, si entra en contacto con una llama o con una chispa o con cualquier otra fuente de combustión.

La válvula de seguridad abre cuando la presión (ya sea de vapor o hidrostática) dentro del recipiente, es mayor que la fuerza del resorte. Al abrir deja escapar gas L.P. en fase de vapor o de líquido en cantidad suficiente hasta que la presión en el interior del tanque es menor que la fuerza del resorte; al llegar ese momento, el resorte cierra nuevamente la válvula.

Por lo tanto si la válvula de seguridad funciona correctamente evita que existan dentro del cilindro presiones muy altas que podrían causar que este se rompiera subitamente, explotando y dejando escapar de un solo golpe todo su contenido, lo que a su vez podría ser seguido de incendio o explosión de ese gas.

Si funciona correctamente, como se mencionó, la válvula de seguridad debe cerrar automáticamente una vez que la presión dentro del tanque llega a ser menor que la fuerza del resorte de la propia válvula.

Como se ve, cualquier sobrellenado crea muchos peligros como:

- Incendio o explosión del gas que deje escapar la válvula de seguridad.
- Si la válvula de seguridad está defectuosa o pegada, y por lo tanto no abre, el tanque podría romperse por no resistir una elevada presión hidrostática, con consecuencias graves.
- Si la válvula de seguridad, después de abrir por el aumento de presión, al bajar ésta no cierra por algún defecto (como rotura del resorte), continuará dejando escapar todo el gas que contenga el tanque, cuyo gas podrá incendiarse o explotar.

El incendio o la explosión de gas puede causar la muerte o lesiones de muchas personas, así como también daños a las construcciones.

Si al momento del reposo de un cilindro se encuentra que está sobrellenado, quitarle gas en cantidad suficiente y devolverlo a la báculo de llenado para que después de que se complete su contenido, pase nuevamente por la de reposo.

Para quitar gas al cilindro seguir los puntos relacionados en el apartado IV. 7.4

IV.10.2.- SOBRELLENADO DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS.- Cuando se presente la situación de sobrellenado de un tanque estacionario, independientemente de actuar de inmediato en la forma que sea adecuada en cada caso de sobrellenado, el repartidor o el ayudante de repartidor debe avisar sin dilación a la planta, informando en detalle lo que haya pasado y lo que hayan hecho, y particularmente el porcentaje a que haya quedado el estacionario.

La planta enviará a una persona especializada para que se haga cargo de la situación una vez que la tripulación del

autotanque haya tomado las primeras medidas.

SOBRELLENADO PARCIAL (sigue pasando vapor por la válvula de servicio). Si el tanque no ha quedado totalmente lleno al ser sobrellenado, es decir, que habiendo quedado a algo menos del 100%, por su válvula de servicio continua pasando vapor a la tubería de servicio y por lo tanto a los aparatos, porque el nivel de líquido no llega a la altura de la abertura inferior de la propia válvula de servicio conviene proceder como sigue:

- a) Desconectar la manguera de líquido y la de vapor si se usó, cerrando todas sus válvulas y dejando abierta la válvula de servicio.
- b) Sugerir al consumidor que encienda todos sus aparatos, a manera de reducir el nivel del líquido en el tanque, por el consumo que se haga.
- c) Avisar a la planta, dándole todos los detalles del caso y particularmente el porcentaje a que quedo el tanque, su capacidad, el número y tipo de los aparatos que queden encendidos.
- d) Quedarse en el sitio y proceder como lo ordene la planta, ya sea esperar hasta que llegue el operario especializado, o bien si la planta decide que se retire, hacerlo.

SOBRELLENADO TOTAL.- Si el tanque ha quedado totalmente lleno al ser sobrellenado, o bien el llenado haya sido hecho a tan alto porcentaje de la capacidad del tanque, que deba temerse el sobrellenado total por un incremento de temperatura, aun pequeña, en ambos casos puede pasar gas en fase líquida por la válvula de servicio al regulador, tubería y aparatos conviene proceder como sigue:

- a) Cerrar de inmediato la válvula de servicio del propio tanque, para evitar que el gas llegue en fase líquido a los aparatos del usuario y notificar a este para que cierre todas las llaves de aparatos y que apague los pilotos, procurando evitar alarma innecesaria.
- b) La manguera de llenado de líquido debe desconectarse, cerrando previamente todas las válvulas correspondientes.
- c) Dejar conectada la manguera de vapor (y la tubería de retorno si la tiene) y abiertas sus válvulas. Si al llevar a cabo la maniobra de llenado no se utilizó la manguera de vapor, al determinar que existe sobrellenado total o casi total, debe conectarse y abrir sus válvulas, para evitar la creación de presión hidrostática, ya que por la manguera regresará al autotanque el líquido que exceda a la capacidad total del tanque, al expandirse por incremento de temperatura. Así se evitará que sea necesario que funcione la válvula de seguridad, y por lo tanto se evitará también escape gas en estado líquido a la atmósfera.
- d) En esas condiciones se mantendrá el sistema hasta que llegue la persona especializada, enviada por la planta, que deberá encargarse de la situación.
- e) Lo anterior implica que el personal del autotanque no debe retirarse del domicilio en que se encuentre el tanque estacionario, a manera de que esté pendiente del desarrollo del asunto, hasta que reciba instrucciones de la persona especializada que envíen de la planta.
- f) La persona especializada decidirá y ordenará la desconexión de la manguera y/o tubería de retorno de vapor del

autotanque y el retiro de este del domicilio de que se trata, para que continúe sus labores, y si además conecta a la tubería de servicio quemadores de alto consumo ya sea de vapor o de líquido, que alivien la situación rápidamente, o si se toma alguna otra medida complementaria.

- g) También podrá dicha persona tomar otras disposiciones que sean aconsejables, según las circunstancias que intervengan en el caso.

Como ejemplo, podrá retirarse líquido del tanque utilizando la válvula check lock, si el tanque cuenta con ella dicha persona esta familiarizada con sus características y funcionamiento. Sin embargo muchas veces no puede utilizarse por estar localizada en la parte inferior del tanque, y a escasa altura de las patas de este, a menos que después de conectar lo necesario, se haga la maniobra requerida para levantar el tanque a una altura suficiente y sea posible así trabajar con la válvula del check lock.

- h) También se puede retirar líquido del tanque utilizando para ello la válvula de servicio del tanque sobrellenado, "virando" el propio tanque para que dicha válvula quede conectada a la zona donde se encuentra el líquido.

En todos los casos conviene que se eliminen riesgos, haciendo que se apaguen todos los quemadores y pilotos y que no se accionen interruptores eléctricos, tanto en la construcción de que se trate, como las que se encuentren en las colindancias, para evitar chispas.

Todas estas maniobras representan trabajo que, por el riesgo que se involucra, debe ser hecho con el mayor cuidado y entendimiento de la situación.

Generalmente será el técnico responsable de la planta, o una

persona especialmente adiestrada por él para atender ese tipo de problemas, quien se hará cargo de la situación, por lo tanto con todos los conocimientos y elementos suficientes para ello.

Si por su corta capacidad, el tanque sobrellenado no tiene válvula de retorno de vapor, la manguera de vapor se conectará a la válvula de servicio para obtener el mismo resultado; es decir, para que el líquido que exceda a la capacidad total del tanque, regrese al autotanque.

Para ese propósito, es necesario conectar primero al adaptador hembra, un adaptador macho con rosca ACME, al cual se le haya soldado una punta pol con su correspondiente tuerca.

j) Una vez que todos el sistema haya regresado a la normalidad, avisario al usuario y asegurarse de que quedan prendidos los pilotos.

Es importante hacer notar que por la manguera de llenado de líquido (y en su caso por la tubería correspondiente) NO puede regresar líquido al autotanque por la existencia de válvulas de no retroceso existentes en el sistema recipiente-tuberías-manguera; por lo tanto es inútil el que quede conectada.

Muchas instalaciones del gas estacionario carecen de la tubería de retorno de vapor. Por lo anterior es recomendable la existencia de la misma para atender los casos de sobrellenado que se pudiesen presentar.

Particularmente es necesaria la tubería de retorno cuando el tanque estacionario está instalado en la azotea de un edificio de muchos pisos, ya que puede ser que la manguera de vapor no tenga la longitud suficiente para alcanzarlo desde el autotanque, y en otras ocasiones no sea posible subirla con seguridad y rápidamente hasta ese sitio.

O bien cuando el tanque, aunque esté al mismo nivel que el autotanque, se encuentre demasiado alejado de este y la manguera no sea lo suficientemente larga para alcanzarlo, o que para lograrlo tuviera que pasar por sitios en que está prohibido hacerlo, por razones de seguridad.

Para solucionar el sobrellenado, es inútil hacer uso del

tubo de purga de la línea de llenado de líquido, pues el gas que escaparía por ella sería exclusivamente el contenido por la tubería de llenado de líquido, y en cuanto se alivie la presión en esta, la válvula de llenado de líquido del tanque cerrará, pues se trata de una válvula doble de no retroceso.

Es altamente peligroso purgar el tanque a la atmósfera, utilizando la válvula de purga del medidor de nivel rotatorio a la válvula de servicio, si no se sabe hacer este trabajo con las precauciones necesarias.

Sólo una persona capacitada y entrenada especialmente para ello puede ser autorizada por sus superiores específicamente para llevar a cabo una purga en esa forma, si las circunstancias del caso, juzgadas por el funcionario responsable de la empresa lo permiten.

En todo caso, la purga deberá hacerse lentamente, tomando en cuenta si existe o no viento suave o fuerte que disipe el gas, su dirección, los lugares donde pueda llegar el gas, las condiciones del sitio en que esté localizado el tanque, etc, y sólo en la cantidad indispensable para evitar la creación de presión hidrostática dentro del tanque.

Es muy importante saber que para estos casos, que por cada 3.0 °C (tres grados centígrados) que aumente la temperatura del gas L.P. en estado líquido, el volumen de este aumentará casi 1.0 % (uno por ciento).

Para atender casos de sobrellenado es aconsejable que cada autotanque cuente con un pequeño cilindro de capacidad de 20.0 kg bien equipado, usándolo en la forma y con los elementos recomendados en la fig. (IV.10.2.1)

Si ello no es posible, es aconsejable, como mínimo que se cuente con una camioneta de servicio de fugas, con ese equipo, además de herramienta apropiada para estos casos.

Sin embargo, debe recordarse que el uso de este recipiente en muchos casos sólo evitara la creación de presión hidrostática en el tanque.

Si cuando se alcance la normalidad es la hora de mayor calor, lógicamente no podrá aumentar ya el volumen del líquido y por lo tanto no se presentará de nuevo la condición de sobrellenado.

Si es de noche, o temprano por la mañana, debe puede presentarse nuevamente por el calor creciente del sol, en las horas siguientes, a menos de que se haya consumido o retenido gas en cantidad suficiente para evitar un nuevo sobrellenado.

Las graves contingencias que se originan en un sobrellenado pueden traducirse en:

- a) Flamazo, incendio, explosión, pérdida de vidas, lesiones a personas y daños a la propiedad.
- b) Responsabilidad económica para la empresa, que tendrá que pagar los daños, así como las sanciones que le impongan las autoridades competentes.
- c) Responsabilidad penal para la persona responsable del sobre llenado, con probable pérdida de la libertad, además del posible peligro de estar entre las personas que perdieron la vida o sufran lesiones.

Si afortunadamente se atiende con inteligencia, eficacia y oportunidad el caso de sobrellenado y por eso no sobrevienen accidentes, las situaciones que menos pueden suceder son que:

- a) El cliente y muchas otras personas sufran alarma y molestias.
- b) Se pierda tiempo del autotank, de la camioneta y del personal de servicio y dinero del gas que no se cobrará al cliente.
- c) El culpable se hace merecedor de sanción por el riesgo en que se ha incurrido.

C A P I T U L O V
METODO ESTADISTICO PROGRAMADO PARA CONTROL
DE EXISTENCIAS Y DETERMINAR MERMAS EN EL
MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GAS
L.P.

V.1.- GENERALIDADES.

Es necesario llevar un control siempre que se piense en corregir, mejorar y formular nuevos planes en cualquier tipo de empresa, además de servir como un medio de previsión.

En un control ante todo hay que distinguir:

a) El establecimiento de los medios de control.

Teniendo como principal medio de control de existencias y mermas; el medidor volumétrico que tienen instalado los autotanques de reparto. Esta compuesto de tres partes; eliminador de vapores, regulador diferencial y la parte más importante; la unidad de medición. Se considera así porque al paso de un gasto "Q" este se registra en un contador mecánico de engranes que puede ser calibrado de acuerdo con el desgaste que presentan las partes que lo constituyen. Es precisamente el punto de la calibración, el parámetro de mayor peso; para el método programado de control de existencias; porque un medidor que entregue litros de más al cliente representa pérdidas a la empresa, mientras que un medidor que entregue litros de menos al cliente representaría el tener problemas con el mismo y las autoridades.

El anexo No. 3 nos detalla la descripción del medidor volumétrico.

b) Las operaciones para obtener y concentrar los datos.
(diseño de formatos)

c) La interpretación y valoración de resultados.

d) La utilización de resultados.

En este caso el control es necesario llevarlo sobre las existencias de Gas L.P. que se tengan en una planta para almacenamiento y suministro.

Lo anterior, dicho de otra manera significa realizar un inventario o inventariar las existencias en almacén, realizando este control día a día para así poder programar los pedidos de gas a las refinerías además cuidando de que estos inventarios no desciendan más allá del nivel mínimo (promedio

de ventas diario), pues esto traería como consecuencia el aumento de costos causados por el agotamiento de existencias, involucrando:

a) Las ventas no realizadas por carecer de gas.

b) El costo elevado de fletes, al solicitar varios transportes a la vez.

c) Las demoras sufridas por estar en función del suministro de las refinerías.

Para el control de existencias deberá primeramente obtenerse, la demanda media diaria que se tenga; sabiendo que actualmente Petroleos Mexicanos cuenta con depósitos para abastecer la demanda de las compañías distribuidoras de Gas L.P. y de acuerdo a la zona autorizada para realizar la distribución, efectúa el suministro, tomando en cuenta las solicitudes de compra que hacen cada una de las compañías repartidoras del combustible ya mencionado.

En este caso, la distribución de gas, se ha llegado a considerar como servicio público, razón por la cual Petroleos Mexicanos trata de no demorar el suministro, excepto en los casos de fuerza mayor, en los cuales es escasa la producción de gas.

Actualmente la Secretaría de Comercio, por criterio permite como capacidad mínima de almacenamiento, el equivalente a la demanda de tres días, por lo tanto las solicitudes de compra se hacen para abastecer las plantas de almacenamiento diariamente de acuerdo a la demanda media diaria que se tenga.

V.2.-SEGUIMIENTO.-Conociendo las características, propiedades físicas y químicas y el manejo de Gas L.P., debemos enfocarnos a conocer: la maquinaria, el equipo y los accesorios de medición y seguridad, los recipientes y también la literatura necesaria que nos proporcione los datos y procedimientos adecuados para realizar un buen control de existencias de gas licuado de petróleo.

En una planta podemos encontrar además de los tanques de almacenamiento de la misma, carro-tanques de ferrocarril, transportes o semi-remolques, autos tanque de reparto y

recipientes portátiles, conteniendo Gas L.P. todos ellos; lo cual significa una existencia en el interior de las plantas para almacenamiento y por lo tanto, estarán sujetas a control. Aún después de conocer la capacidad de almacenamiento total de la planta, es necesario saber cuantos recipientes portátiles se tienen, en sus diferentes capacidades y la capacidad total que pueden contener estos, decidir cuando habrá que tomar en cuenta el contenido de los transportes y de los autotanques, cuando estos estén por salir de dicha planta y se requiere conocer las existencias.

Para realizar este trabajo, se deben recabar todos los datos posibles, según sea el tipo de los recipientes que contengan el Gas L.P. en cuestión.

Se sugiere recabar cuando menos los datos siguientes:

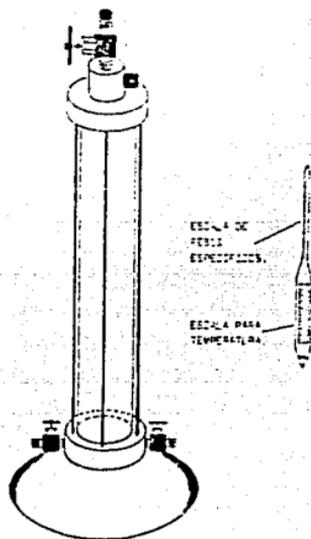
- a) Temperatura del producto dentro del tanque.
- b) Presión manométrica dentro del recipiente.
- c) Porcentaje de llenado en volumen.
- d) Peso específico del gas contenido.

Algunos recipientes están equipados con instrumentos de medición que nos proporcionan tres de estos datos (a, b, c), sin embargo para conocer el peso específico de gas, generalmente tendremos que recurrir al uso del hidrómetro con el cual obtenemos un peso específico observado y su temperatura. (figura V.2.1).

El hidrómetro es un aparato de medición destinado a determinar el peso específico de los gases licuados de petróleo; lo constituye un recipiente transparente hecho de un material plástico llamado "Lucite" y de una varilla colocada en su interior llamada Areómetro, la cual lleva grabada una escala indicadora con los diferentes pesos específicos.

El Areómetro flotará cuando se introduzca en el recipiente del hidrómetro alguna muestra de gas en estado líquido, indicándonos el nivel, el peso específico en la escala graduada.

Incorporado al Areómetro, se encuentra un termómetro, el cual nos indicará la temperatura del producto muestreado en el



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG V.2.1.
	HIDROMETRO O AEROMETRO	

hidrómetro, este también puede tener integrado un manómetro del tipo "Burdon" con graduación en Kg/cm^2 , utilizado para medir la presión manométrica dentro del recipiente.

Cuando se hayan obtenido estos datos, es necesario transformarlos a condiciones estándar (15.5°C), debido a que los gases licuados de petróleo pueden variar sus características físico-químicas obedeciendo a las leyes de los gases.

Existen también tablas para conocer el peso específico de las diferentes mezclas de Gas L.P. las que se podrían aplicar cuando se carezca o no se tenga a la mano el hidrómetro; sin embargo, es de hacerse notar, que estas no son muy exactas y que para su uso se requiere conocer la presión y la temperatura a la cual se encuentra el gas en cuestión. (tabla V.2.2).

Para hacer más clara la descripción del control de existencias es conveniente ver el siguiente ejemplo:

Una planta para almacenamiento, transporte y suministro de Gas L.P. cuenta con tres tanques fijos, dos autotanques y 70 recipientes portátiles de varias capacidades; los datos de estos tanques son los siguientes:

A.- Tanque No. 1.- La capacidad es de 63,500 Lts. de agua al 100 %; al 63 % de llenado observado, la presión manométrica dentro del tanque es $4.1 \text{ kg}/\text{cm}^2$, la temperatura del producto dentro del recipiente 25°C , el peso específico de la muestra en el hidrómetro es de $0.56 \text{ kg}/\text{lt.}$ y la temperatura dentro del hidrómetro es 27°C .

B.- Tanque No. 2.- La capacidad es 42,350 Lts. de agua al 100 %; al 57 % de llenado observado, la presión manométrica dentro del tanque es $6.3 \text{ kg}/\text{cm}^2$, temperatura del producto dentro del recipiente 25°C , el peso específico de la muestra en el hidrómetro es $0.538 \text{ kg}/\text{lt.}$ y la temperatura

TEMPERATURA	PUNTO DE FUSION												TEMPERATURA
-10°C	2.4	2.2	1.95	1.75	1.5	1.3	1.05	0.7	0.35	0.15	-	-	-10°C
0	3.0	2.75	2.5	2.25	2.0	1.75	1.5	1.15	0.75	0.5	-	0	
+10	5.6	5.2	4.7	4.3	3.8	3.35	2.8	2.25	1.7	1.1	0.65	+10	
20	7.6	7.1	6.5	6.0	5.35	4.75	4.1	3.4	2.65	1.9	1.1	20	
30	10.1	9.45	8.7	8.0	7.3	6.65	5.7	4.8	3.9	2.9	1.9	30	
40	12.1	11.3	10.5	9.7	8.7	7.9	6.6	5.4	4.2	2.9	1.9	40	
50	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	7.5	6.2	4.9	3.5	2.1	50	
60	16.0	14.8	13.5	12.2	10.8	9.3	7.8	6.3	5.0	3.5	2.1	60	
PESO ESPECIFICO	0.960	0.955	0.950	0.945	0.940	0.935	0.930	0.925	0.920	0.915	0.910	PESO ESPECIFICO	

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	F10 V.2.2.
	TABLA DE EQUIVALENCIAS.	

dentro del hidrómetro es 27°C.

C) Tanque No. 3.- La capacidad es 38,000 Lts. de agua; se encuentra al 85 % de llenado observado, la presión manométrica dentro del tanque es 5.3 kg/cm², la temperatura del producto dentro del recipiente es 24°C, El peso específico de la muestra en el hidrómetro es 0.550 kg/Lt. y la temperatura del gas dentro del hidrómetro es 25°C.

D.- Autotanque No. 1.- Su capacidad es 6,500 Lts. de agua; al 25 % de llenado observado, la presión manométrica dentro del tanque es 5.1kg/cm², la temperatura del producto dentro del recipiente es 24°C, el peso específico de la muestra en el hidrómetro es 0.550 kg/lit la temperatura del gas dentro del hidrómetro es 25°C.

E.- Autotanque No. 2.- Su capacidad es 12,000 Lts. de agua; contiene el 82% de llenado observado; la presión manométrica dentro del tanque es 3.0 kg/cm². la temperatura del producto dentro del recipiente es 22 C., el peso específico de la muestra en el hidrometro es 0.570 kg/lit. y la temperatura del gas dentro del hidrómetro es 24°C.

F.- Se tienen 10 recipientes portátiles para 45 kg. de Gas L.P. cada uno de ellos conteniendo su llenado máximo permisible.

G.- 40 recipientes portátiles para Gas L.P. de 30 kg. de capacidad, conteniendo su llenado máximo permisible.

H.- 20 recipientes portátiles para 20 kg. de capacidad conteniendo Gas L.P., se llenaron al máximo permisible

OBTENER:

- 1.- La capacidad total en litros de agua de los tanques de almacenamiento.
- 2.- La capacidad total del Gas que se puede almacenar en los tanques fijos de planta y autotanques.
- 3.- La capacidad total de gas que se tiene en la planta en condiciones estandar.

RESPUESTAS:

1.- Tanque No. 1	63,500	Litros de agua.
Tanque No. 2	42,500	Litros de agua.
Tanque No. 3	38,000	Litros de agua.
Total de tanques fijos	143,850	Litros de agua.
Autotanque No. 1	6,500	Litros de agua.
Autotanque No. 2	12,000	Litros de agua.
Total en Autotanques	18,500	Litros de agua.
Capacidad total	162,350	Litros de agua.

- 2.- Según la tabla para llenados máximos permisibles con Gas L.P. que aparece en el Art. 70 del Reglamento para la Distribución de gas, en los tanques a la intemperie mayores de 5,000 litros tenemos:

	Lts. agua	Kg. Gas	Lts.Gas
A.- El 45% y el 89.4% de 63,500	es	28,575 y	56,769
B.- El 45% y el 89.4% de 42,350	es	19,057 y	37,860
C.- El 45% y el 89.4% de 38,000	es	17,100 y	33,972
D.- El 45% y el 89.4% de 6,500	es	2,925 y	5,811
E.- El 45% y el 89.4% de 12,000	es	5,400 y	10,728
Suma total		73,057 y	145,140

Estos resultados se obtuvieron tomando los porcentajes para gas propano de peso específico 0.509 kg/lt. por ser el gas de más alta presión que pudieramos tener.

La cantidad total de Gas L.P. que podriamos almacenar en esta planta en tanques fijos y autotanques es:

73,057 toneladas o 145,140 litros de gas Propano.

3.- Para obtener la capacidad total de gas que tenemos en toda la planta se procederá de la siguiente forma:

- a).- Se ordenan los datos recabados del producto contenido en el tanque.
- b).- Se adjuntan los datos obtenidos por medio del hidrómetro.
- c).- Se obtiene el peso específico real; utilizando la tabla correspondiente (anexo No. 7A) se hace coincidir la columna vertical del peso específico observado con el renglón horizontal de temperatura observada. ambos datos obtenidos por medio del hidrómetro.
- d).- Se busca el factor de corrección de volumen (anexo No.7) utilizando el peso específico real y la temperatura del producto contenido en el tanque de almacenamiento, haciendo corresponder la columna vertical del peso específico con el renglón horizontal de la temperatura.
- e).- A continuación se multiplica el factor de corrección de volumen por el volumen observado, para obtener el volumen real en litros el cual si se multiplica por el peso específico, nos dará el peso real del producto.

APLICACION:

A.- Peso específico real 0.574 kg/lt.

Factor de corrección de volumen 0.980

Volúmen real = 40,005 lts X 0.980 = 39,204.9 litros.

Peso real del producto = 39,204.9 lts X 0.574 kg/lt.

=22,503.6 kg.

B.- Peso específico real. 0.533 kg/lt.

Factor de corrección de volúmen 0.978

Volúmen real = 31,621.7 lts.

Peso real del producto = 23,608.4 lts. X 0.553 kg/lt.

=13,055.4 kg.

C.- Peso específico real. 0.563 kg/lt.

Factor de corrección de volúmen 0.979

Volúmen real = 31,621.7 lts

Peso real del producto = 17,803.0 kg.

D.- Peso específico real 0.562 kg/lt.

Factor de corrección de volúmen 0.981

Volúmen real = 1,594.1 litros.

Peso real del producto = 895.8 kg.

E.- Peso específico real 0.580 kg/lt.

Factor de corrección de volúmen. 0.987

Volúmen real 9,712 lts.

Peso real del producto = 5,633.0 kg.

F.- Se tienen 10 recipientes con 45 kg en cada uno, lo cual suma un total de 450 kg.

G.- En 40 recipientes portátiles se tienen 30 kg. en cada uno, lo que equivale a 1,200 kgs en total.

H.- 20 recipientes portátiles para 20 kg de capacidad cada uno contienen gas sumando un volúmen total de 400 kgs.

Si sumamos los resultados obtenidos, tenemos: que esta

planta tiene almacenados, al momento del inventario 61.94 Tons. o bien esto es el inventario total. (tabla V.2.3)

El inventario en los tanques fijos será la suma de los resultados de los incisos A, B, C de la pregunta No. 3, siendo igual a 53.36 Tons.

Si se suman los resultados obtenidos para los incisos A, B, C de la pregunta No. 2, sabremos que la capacidad de almacenamiento permitida para esta planta es de 128.601 litros de Gas L.P. o 64.73 Tons.

Si la demanda media diaria fuera de 21.0 Tons. la planta de almacenamiento debería ser abastecida diariamente por un transporte de 40,000 lts. de capacidad al 90% o sea 36,000 lts, aproximadamente 18,0 Tons. durante cinco días, de tal forma, que para el sexto día se programará la recepción de dos transportes de la misma capacidad.

Si a la capacidad de almacenamiento permitida (64.74 Ton.) le restamos el inventario que tenemos en los tanques fijos (53.36 Ton.), obtendremos la capacidad libre para almacenamiento distribuida en tres tanques fijos. Con esto podemos ver que en caso de que llegara un transporte conteniendo 18.0 Tons. de gas; Aun en este momento no podría ser descargado, por no tener capacidad para ello.

V.3.METODO COMPUTARIZADO (Descripción del método).

Como se ha visto, las empresas distribuidoras de gas L.P., en su mayoría, llevan el control de sus existencias por medio de formas similares a las de la figura V.2.3

Los cálculos son realizados en su mayor parte con ayuda de

TABLA DE INVENTARIO

FECHA:

TABLAS PLAS		AUTOS-TABLA		RECIBOS POTENCIALES		CAPACIDAD EN LITROS		CAPACIDAD EN GALONES		PORCENTAJE DE LEVANTAMIENTO		PRESION ESTIMO DEL RESERVUO		TEMPERATURA CENTRAL DEL RESERVUO		PRES ESTIMADO DEL RESERVUO		TEMPERATURA EN EL RESERVUO		PRES ESTIMADO EN EL RESERVUO		FACTOS DE CUMPLIMIENTO DE VALORES		VALORES REALES		PRES REALES	
Nº	Nº	Nº	Lts.	Gal.	%	Kgs./Pulg.	Pulg.	°C	Pulg.	°C	Pulg.	°C	Pulg.	°C	Pulg.	°C	Pulg.	Pulg.	°C	Pulg.	°C	Lts.	Gal.	Kgs.	Pulg.	°C	Pulg.
1			67,500		63	4.1	15	0.763	27	0.134	0.920	13,201.0	22,503.0														
1			42,370		57	6.1	25	0.731	22	0.153	0.970	7,601.4	13,055.4														
1			39,000		65	5.3	23	0.750	26	0.150	0.970	11,671.7	17,053.0														
1			6,100		22	5.1	24	0.730	25	0.147	0.963	1,504.1	895.0														
1			12,000		62	3.0	22	0.700	24	0.160	0.970	9,712.0	5,633.0														
				45																							
				10																							
				20																							
CANTIDAD TOTAL EN LITROS																									51,940.0		

DAÑOS Y LEJUNIAS
 Por el CENAPAS (P):

Medio Agosto 1961

(C-12)

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG. V.2.3

TABLA DE INVENTARIO

lápiz, papel y una calculadora de escritorio. Si tomamos en cuenta la elevada cantidad de operaciones a realizar y la repetitividad de las mismas, esto en función de las variables que manejamos (num. de tanques de almacenamiento, de autotanques de reparto, de autotransportes recibidos, etc.), se hace necesario la utilización de una base de datos y archivos para disminuir de manera considerable el tiempo de elaboración de los reportes relativos al control del gas en la planta de almacenamiento y los autotanques de reparto, y posibles errores de cálculo.

El método que se propone, va más allá de la elaboración de las operaciones aritméticas, ya que nos permite conocer al término de un día de labores los datos siguientes:

- 1) Existencia de gas en los tanques de almacenamiento.
- 2) Cantidad de gas recibido de transportes o carros-tanque de ferrocarril.
- 3) Existencia de gas en los autotanques de reparto.
- 4) Informe general de todos los movimientos de gas por día.

De acuerdo con esto, el programa se divide en cuatro partes los que a continuación se detallan.

V.3.1.-REPORTE DE GAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Este reporte contempla las lecturas tomadas por la persona encargada de los movimientos de gas en la planta, por medio del medidor rotatorio con que cuenta cada tanque de la planta.

Se estableció que la primera toma de lecturas de los tanques debe hacerse a las 6:00 am, puesto que ya tendremos en ese momento todos los autotanques de reparto cargados y los autotransportes ya descargados. Así iniciaremos los movimientos del día con las lecturas tomadas.

La segunda toma de lecturas se hará al filo del medio día, la razón por la que se hace esto es para confirmar si los datos tomados anteriormente fueron correctos, además de que se

considerarán los autotransportes ya descargados hasta ese momento, los cuales se capturarán en el reporte, asentando los datos relativos a la compañía transportadora, lugar de procedencia, peso específico del gas (tomado con una prueba en el hidrometro), así como los kilos netos que marca la revisión enviada por la refinería donde fue pesado el autotransporte.

Con los datos de los porcentajes se calcula la existencia por cada tanque de almacenamiento así como la existencia total de los tanques de almacenamiento.

Con los datos de los transportes se obtiene una diferencia que sumada a la existencia de las 6:00 am nos debe de ajustar con la existencia del medio día.

Se contempla también la posibilidad de que, por permanecer la planta llena al 90 % de su capacidad total, existan autotransportes pendientes por descargar donde sólo se asentará los datos de la compañía transportadora, lugar de procedencia, kilos netos y el peso específico del gas contenido.

V.3.2.-REPORTE DE RECEPCION DE AUTOTRANSPORTE.

En lo que respecta a este reporte se contemplan todos los datos relativos a la descarga de los autotransportes.

La parte medular del reporte la encontramos en los datos correspondientes a los kilos netos con que fue pesado en la refinería, el autotransporte y el peso específico del gas que contiene. Al realizar la relación entre los kilos netos por el peso específico se obtendrá la cantidad de litros físicos que contiene el autotransporte y que se procederá a descargar.

Los otros datos de interés son la capacidad total del tanque del autotransporte y el porcentaje de llenado de este al llegar a la planta. Al efectuar la relación entre estos datos obtendremos la cantidad total de litros según el porcentaje de llenado.

Este dato y el de litros físicos nos dan un margen de comparación entre las cantidades físicas reales siendo la más importante la que se obtiene con los kilos netos por el peso

especifico.

El resto de los datos que se contemplan en este reporte son la fecha con que fue remitido el autotransporte, procedencia, compañía transportadora, No. de embarque, nombre del transportista, No. de tanque.

En relación a los datos de entrada y salida los datos a registrar son: hora de entrada, presión (kg/cm^2), porcentaje de llenado.

V.3.3.-REPORTE DE EXISTENCIA DE GAS EN AUTOTANQUES.

El objeto de este reporte es conocer día con día los litros de gas que se administran a los autotanques y con base en la eficiencia a que trabaje el medidor volumetrico, saber si el autotanque regala o no gas al cliente. Con estos datos se cuantifica día con día la cantidad de gas que se obtiene como ganancia para la planta por concepto de tener trabajando los medidores volumétricos de los autotanques dentro de las tolerancias marcadas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Los datos que se manejan en este reporte son:

Porcentaje de salida.- Se anota el porcentaje de gas con que sale el autotanque a realizar su recorrido de venta.

Porcentaje de llegada.- Se anota el porcentaje de gas con que llega el autotanque a la planta después de su recorrido de venta.

Porcentaje de carga.- Se anota el porcentaje de gas con el que quedan llenos los autotanques después de haber sido cargados y quedar listos para la salida del siguiente día de operaciones.

Total de porcentaje cargado.- Esta columna nos indica la diferencia entre el porcentaje de llenado y el

porcentaje de carga.

Capacidad del autotanque.- Es un dato que se mantendrá constante a lo largo del mes de operaciones y es la capacidad del autotanque al 100 %.

Total de litros cargados.- Se obtiene de realizar del producto del total del porcentaje cargado por la capacidad del autotanque.

Existencia física.- Se obtiene de realizar el producto entre porcentaje de carga y capacidad del autotanque.

Totalizador inicial.-Es la cantidad que aparece en el medidor volumetrico del autotanque y que sirve para llevar un consecutivo y acumulativo de litros vendidos. Conjuntamente con la lectura del totalizador final se obtiene la cantidad de litros extraídos o vendidos por día.

Totalizador final.- Es la lectura que debe registrarse al finalizar un día de operaciones; y se lee en el medidor volumetrico del autotanque.

Total litros del totalizador.- Se obtiene de realizar la diferencia entre los totalizadores inicial y final.

Total litros venta.-Este dato se calcula con base en el porcentaje cargado y la capacidad del autotanque, de manera que el total de litros cargados por autotanque es igual al total de litros de venta de este mismo. Es importante recalcar que todos los autotanques deben ser siempre cargados al 90 % de su capacidad.

Total diferencias.- Esta cantidad resulta de comparar la

cantidad de litros vendidos por totalizador (medidor volumetrico) contra la cantidad de litros que se le cargan al autotanque por concepto de su venta del dia.

Como se puede observar esta cantidad nos indica un excedente o un faltante de gas en planta por calibración de los medidores volumetricos.

La calibracion de los medidores, la realiza una persona con los conocimientos tecnicos necesarios y con registro autorizado por la Dirección General de Normas para ejercer este tipo de actividad.

Porcentaje de diferencia.- Este dato nos indica el porcentaje de gas que se va ganando y perdiendo por medidor.

Es una señal que nos indica cuanto se desajusta un medidor volumetrico.

Al termino del reporte se contemplan los grandes totales, de los conceptos: total de litros cargados, existencia fisica, total de litros vendidos por totalizador y total de litros vendidos por porcentaje de carga, asi como la merma total en litros por concepto de medidores volumetricos.

V.3.1.-REPORTE DE MOVIMIENTO DE GAS EN ALMACEN.

Este reporte contempla en resumen cinco reportes con la información mas importante y que nos dan una visión general de los movimientos del dia.

Se estructura de los siguientes informes:

REPORTE DE GAS EN ALMACEN.-Se compone de las siguientes variables:

- a) Saldo inicial.- Es la cantidad de litros de gas con que se encuentra la planta de almacenamiento antes de iniciar el día de operación.
- b) Gas recibido de autotransportes.- Este dato se obtiene del reporte de recepción de autotanques (kilos por peso específico).
- c) Gas cargado a autotanques.- Dato que se obtiene del reporte de existencia de gas en autotanques (total litros cargados).
- d) Saldo final (uno).- Resultado de la operación $A-B-C=(1)$.

MOVIMIENTO DE GAS EN AUTOTANQUES.-Son los datos relativos al cierre del día de operación en lo que corresponde a los autotanques. Se compone de los siguientes puntos:

- a) Saldo inicial.- Es la cantidad de gas con que se encuentran los autotanques antes de iniciar el día de operación.
- b) Gas cargado a autotanques.- Dato que se obtiene del reporte de existencia de gas en autotanques (total litros cargados).
- c) Venta del día.- Dato también obtenido del reporte de existencia de gas en autotanques (total litros venta).
- d) Obsequios.- Son entregas de gas a empresarios o industrias a los cuales no se les cobra el producto.
- e) Autocarburación.- Es la cantidad de gas que consumen los autotanques para su combustión.

f) Saldo final (dos).- Resulta de hacer la operación

$$A - B - C - D - E = (2).$$

g) Existencia física (tres).- Dato que se extrae del reporte de existencia de gas en autotanques (existencia física).

h) Diferencia (cuatro).- Se obtiene al realizar la operación $(3)-(2)=(4)$. Esta cantidad nos indica si existe una variación de gas a favor o en contra por concepto de autotanques.

LECTURAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Sólo se capturaran los datos correspondientes a los porcentajes leídos con los medidores rotatorios de cada uno de los tanques de almacenamiento. Al realizar el producto entre el porcentaje y la capacidad de ellos obtendremos la existencia física de gas por tanque de almacenamiento y la existencia total de la planta (suma de la existencia de todos los tanques de almacenamiento (5)).

DIFERENCIA (6).- Resulta de efectuar la operación $(5)-(1)$ es decir comparamos la existencia al final del día de operaciones contra el saldo final del movimiento de gas en almacén.

Este dato nos representa una merma de gas a favor de la compañía por concepto de la descarga de autotransportes.

DIFERENCIA GENERAL.- Resulta de efectuar la suma de mermas por concepto de autotransportes y autotanques Diferencia General = $(4) + (6)$.

EXISTENCIA FISICA.

El fin de este reporte es el de saber las existencias de gas en planta y autotanques para planear la estrategia a seguir en

caso de existir falta en el suministro de gas. Se compone de los conceptos siguientes:

- a) Gas existente en planta.- Dato extraído del reporte de lecturas de tanques de almacenamiento (cantidad No. 5).
- b) Gas existente en autotanques.- Dato extraído del reporte de existencia de gas en autotanques (existencia física).
- c) Total de existencia física (7).- Resultado de efectuar la operación $(a) + (b) = (7)$.

EXISTENCIA CONTABLE.

Como su nombre lo indica es cuantificar las existencias y ventas de acuerdo con el factor de peso específico de (0.53) que es considerado por el fisco. Los conceptos que se manejan en este reporte son:

- a) Existencia anterior.- Se considera al inicio del mes de operaciones la existencia física total del día anterior.
- b) Gas recibido.- Se obtiene de realizar el producto de los kilos recibidos de gas (en el reporte de recepción de autotransportes) por el factor de (0.53) para obtener la cantidad de litros contables que se descargarán en la planta.
- c) Ventas del día.- Dato extraído del reporte de existencia de gas en autotanque (total litros venta).
- d) Obsequios.- Dato obtenido del departamento de ventas.
- e) Autocarburación.- Dato obtenido del departamento de ventas.
- f) Total existencia contable (8).- Resulta de aplicar la operación: $a+b-c-d-e = (8)$.

Total existencia contable acumulada (9).- Se obtiene de aplicar $a+b-c-d-e = (9)$.

DIFERENCIA DE EXISTENCIA.- Consiste en comparar la existencia contable contra la física real y así establecer la cantidad de litros totales de merma por un día de operación. Diferencia de existencias = (7)-(8).

DIFERENCIA ACUMULADA DE EXISTENCIAS.- Este dato varía día con día debido a que acumula las ganancias o pérdidas de gas para que al final del mes consumamos la cantidad real de gas a favor o en contra por el movimiento general de la planta.

Lo anterior se obtiene por medio de las siguientes instrucciones que conforman el programa de computadora (Anexo 9).

Los resultados de éste se muestra en 2 corridas típicas donde se aprecia la utilidad.

FECHA : DIA 01

WEE : ALMACEN : 110 5,7 WEE : ALMACEN : 1200 01

NO. TRANSPORTE	%	CAPACIDAD 100 % (1100)	EXISTENCIA	%	EXISTENCIA
1	0.0	46.272	0	0.0	0
2	0.0	46.431	0	0.0	0
3	0.0	47.123	3	0.0	0
4	0.0	47.122	0	0.0	0
5	0.0	42.014	0	0.0	0
6	0.0	42.014	0	0.0	0
7	0.0	42.014	0	0.0	0
8	71.0	112.259	50.221	3.0	0
9	50.0	112.259	132.122	3.0	0
10	50.0	112.259	132.277	0.0	0
11	70.0	112.259	163.267	0.0	0
TOTALES :		757.517	387.409		0

NO. EMPAQUE	TRANSPORTADORA	PROCEDECIA	PESO ESPECIF.	KILOS	LTS. DESCARGADOS
1			0.000		0
2			0.000		0
3			2.000		0
4			0.000		0
5			0.000		0
6			0.000		0
7			0.000		0
8			0.000		0
9			0.000		0
10			0.000		0
		DIFERENCIA :	(387,409)	0	0

Pendientes por descargar.

NO. EMPAQUE	TRANSPORTADORA	PROCEDECIA	KILOS	PESO ESPECIF.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

REPORTE DE EXISTENCIA DE GAS EN AUTOTANQUES

N.º	SOLERA	T. LITROS	CARRERA	MATERIA A CARGAR	EMP. AUTOMÁTICO	TOTAL LITROS		EXISTENCIA FÍSICA	TOTAL INICIAL	TOTAL LITROS TOTAL INICIAL	TOTAL LITROS TOTAL VENTA	TOTAL % DIFERENCIAS
						EXISTENCIA	RESERVA					
1	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	5720	5,720	1,720	0.000
2	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	10880	10,880	10,880	0.000
3	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	12711	12,711	12,711	0.000
4	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8304	8,304	7,774	0.000
5	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	11145	11,145	11,240	0.000
6	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	10720	10,720	10,200	0.000
7	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	11551	11,551	11,291	0.000
8	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	5100	5,100	5,100	0.000
9	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	11418	11,418	11,418	0.000
10	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8480	8,480	8,480	0.000
11	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	5300	5,300	5,300	0.000
12	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	9045	9,045	9,045	0.000
13	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	14718	14,718	14,718	100.000
14	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	12250	12,250	12,250	0.000
15	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8500	8,500	8,500	0.000
16	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	12750	12,750	12,750	0.000
17	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
18	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	7820	7,820	7,820	0.000
19	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	11250	11,250	11,250	0.000
20	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	7750	7,750	7,750	0.000
21	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	9184	9,184	9,184	0.000
22	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	7420	7,420	7,420	0.000
23	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	13860	13,860	13,860	0.000
24	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	12113	12,113	12,113	0.000
25	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8050	8,050	8,050	0.000
26	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	5800	5,800	5,800	0.000
27	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	10050	10,050	10,050	0.000
28	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	5875	5,875	5,875	0.000
29	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	6875	6,875	6,875	0.000
30	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	7175	7,175	7,175	0.000
31	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	10718	10,718	10,718	0.000
32	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8885	8,885	8,885	0.000
33	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	10750	10,750	10,750	0.000
34	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
35	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	7750	7,750	7,750	0.000
36	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	4228	4,228	4,228	0.000
37	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	11730	11,730	11,730	0.000
38	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	7480	7,480	7,480	0.000
39	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	12875	12,875	12,875	0.000
40	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
41	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	-14013	14,013	14,013	0.000
42	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	14705	14,705	14,705	0.000
43	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8450	8,450	8,450	0.000
44	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	15297	15,297	15,297	0.000
45	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
46	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	865	865	865	0.000
47	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	14110	14,110	14,110	0.000
48	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	2280	2,280	2,280	0.000
49	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	12750	12,750	12,750	0.000
50	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	4880	4,880	4,880	0.000
51	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8500	8,500	8,500	0.000
52	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	10080	10,080	10,080	0.000
53	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	8940	8,940	8,940	0.000
54	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	4114	4,114	4,114	0.000
55	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	6720	6,720	6,720	0.000
56	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
57	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
58	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
59	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
60	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
61	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
62	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
63	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
64	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
65	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
66	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
67	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
68	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
69	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
70	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
71	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
72	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
73	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
74	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
75	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
76	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
77	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
78	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
79	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
80	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
81	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
82	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
83	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
84	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
85	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
86	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
87	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
88	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
89	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
90	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
91	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
92	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
93	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
94	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
95	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
96	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
97	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
98	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
99	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
100	70.0	50.0	70.0	10.00	17220	5,720	15,570	0	0	0	0	0.000
TOTAL				</								

MOVIMIENTO DE MOVIMIENTOS DE GAS EN ALMACEN

MOVIMIENTO DE GAS EN ALMACEN		LITROS	
CONCEPTO		LITROS	
Saldo 1/1/77		470,000	
Saldo 31/12/76		470,000	
Saldo 31/12/76	(1)	468,078	

MOVIMIENTO DE GAS EN AUTOTANQUES		LITROS	
CONCEPTO		LITROS	
Saldo 1/1/77		750,000	
Saldo 31/12/76		670,000	
VENTA DEL GAS		670,000	
DEBITOS		0	
RECONSTRUCCION		0	
SALDO FINAL	(2)	670,000	
EXISTENCIA FISICA	(3)	670,000	
DIFERENCIA	(4)	0	

LISTADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

No. de TANQUE	CAPACIDAD DEL TANQUE	MOVIMIENTO DE AUTOTANQUES	EXISTENCIA
1	10,000	10,000	10,000
2	10,000	10,000	10,000
3	10,000	10,000	10,000
4	10,000	10,000	10,000
5	10,000	10,000	10,000
6	10,000	10,000	10,000
7	10,000	10,000	10,000
8	10,000	10,000	10,000
9	10,000	10,000	10,000
10	10,000	10,000	10,000
11	10,000	10,000	10,000
12	10,000	10,000	10,000
13	10,000	10,000	10,000
14	10,000	10,000	10,000
15	10,000	10,000	10,000
16	10,000	10,000	10,000
17	10,000	10,000	10,000
18	10,000	10,000	10,000
19	10,000	10,000	10,000
20	10,000	10,000	10,000
TOTAL	200,000	200,000	200,000

DIFERENCIA	(5)-(6)	(6)	0,000
DIFERENCIA GENERAL	(4)-(5)		0,000

EXISTENCIA FISICA

CONCEPTO	LITROS	
GAS EXISTENTE EN PLANTA	470,000	
GAS EXISTENTE EN AUTOTANQUES	748,312	
TOTAL EXISTENCIA FISICA	1,218,312	
	(7)	
DIFERENCIA EXISTENCIAS	(7)-(8)	0,262
DIFERENCIA ACUMULADA EXISTENCIAS	(7)-(9)	0,262

EXISTENCIA CONTABLE

CONCEPTO	DEL DIA	ACUMULADO
EXISTENCIA ANTERIOR	1,470,000	1,470,000
GAS RECIBIDO	170,000	170,000
VENTAS DEL DIA	670,000	670,000
DEBITOS	0	0
RECONSTRUCCION	0	0
TOTAL EXISTENCIA CONTABLE	1,170,000	1,170,000
	(8)	(9)

FECHA : DIA 10

MORA 1		MORA 2		MORA 3		MORA 4	
CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD	
NO. TANGUE	%	CAPACIDAD 100 L (Lts)	EXISTENCIA	%	EXISTENCIA		
1	0,0	45,272	0,000	0,0	0,0		
2	0,0	46,831	0,000	0,0	0,0		
3	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
4	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
5	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
6	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
7	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
8	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
9	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
10	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
11	0,0	47,122	0,000	0,0	0,0		
TOTALES :		787,217	405,793				

NO. EMPAQUE	TRANSPORTADORA	FRECUENCIA	PESO ESPECIF.	KILOS	LIB. DESCARGADOS
1			0,300		9
2			0,000		0
3			0,700		9
4			0,000		0
5			0,000		0
6			0,000		0
7			0,300		9
8			0,000		0
9			0,000		0
10			0,000		0
DIFERENCIA :		1405,793		0	3

REMIDIENTES POR DESCARGAR.

NO. EMPAQUE	TRANSPORTADORA	FRECUENCIA	KILOS	PESO ESPECIF.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

IMPORTE DE MOVIMIENTO DE GAS EN ALMACEN

MOVIMIENTO DE GAS EN ALMACEN		
C O N C E P T O		LITROS
SALDO INICIAL		282,277
DEL CARGO DE AUTOTANQUES		248,074
DEL CARGO A AUTOTANQUES		248,074
SALDO FINAL	(1)	271,228

MOVIMIENTO DE GAS EN AUTOTANQUES		
C O N C E P T O		LITROS
SALDO INICIAL		672,253
GAS CARGADO A AUTOTANQUES		216,074
VENTA DEL DIA		359,747
CASERUCOS		0
AUTOCAPURACION		0
SALDO FINAL	(2)	667,150
EXISTENCIA FISICA	(3)	749,212
DIFERENCIA	(4)	81,222

EXISTENCIA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
NO. DE TANQUE	CAPACIDAD	RESERVA EN	EXISTENCIA
	LITROS	LITROS	LITROS
1	2,000	1,000	1,000
2	2,000	1,000	1,000
3	2,000	1,000	1,000
4	2,000	1,000	1,000
5	2,000	1,000	1,000
6	2,000	1,000	1,000
7	2,000	1,000	1,000
8	2,000	1,000	1,000
9	2,000	1,000	1,000
10	2,000	1,000	1,000
11	2,000	1,000	1,000
12	2,000	1,000	1,000
13	2,000	1,000	1,000
14	2,000	1,000	1,000
15	2,000	1,000	1,000
TOTAL	20,000	10,000	10,000

DIFERENCIA :	(5)-(11)	(16)	7,203
DIFERENCIA GENERAL :	(4)+(16)		88,425

EXISTENCIA FISICA		
C O N C E P T O		LITROS
GAS EXISTENTE EN PLANTA		287,409
GAS EXISTENTE EN AUTOTANQUES		749,212
TOTAL EXISTENCIA FISICA	(7)	1,126,621
DIFERENCIA EXISTENCIAS	(7)-(1)	(5,393)
DIFERENCIA ACUMULADA EXISTENCIAS	(7)-(1)	66,770

EXISTENCIA CONTABLE		
C O N C E P T O	DEL DIA	ACUMULADO
EXISTENCIA ANTERIOR	919,439	1,439,847
GAS RECIBIDO	571,623	4,281,079
VENTAS DEL DIA	359,747	4,731,244
CASERUCOS	0	0
AUTOCAPURACION	0	0
TOTAL EXISTENCIA CONTABLE	1,140,314	1,089,651
	(8)	(9)

C A P I T U L O V I
ANALISIS PARA LA LOCALIZACION Y MEDIDAS
DE SEGURIDAD PARA LA DISTRIBUCION DE
PLANTA

Como resultado de los capítulos anteriores se ve la necesidad de hacer un análisis para determinar si es o no factible hacer modificaciones a las instalaciones ya existentes o hacer un estudio más detallado para la nueva localización de las instalaciones de estas compañías, ya que en la actualidad todavía existen algunas establecidas en centros de alta densidad de población y sin las medidas de seguridad necesarias.

VI.1.ANTECEDENTES.- Las compañías en estudio fueron fundadas hacia el año 1948, época de grandes cambios sociales y tecnológicos.

En este tiempo son introducidas al país las primeras estufas con sistema de gas L.P. sustituyendo a las de petróleo. Adema la industria en general comenzó a utilizar este combustible para sus procesos de fabricación ya que no era contaminante y si de bajo costo.

Un punto muy importante de recalcar es que no existía un reglamento que indicara las características técnicas y de seguridad que deberían tener este tipo de instalaciones.

No fue hasta el año de 1960 cuando se publica el Reglamento de la Distribución de gas, el cual derogó al Reglamento de la ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo, para la Distribución de Gas Licuado del 14 de Noviembre de 1950 y publicado en el Diario Oficial del 13 de Diciembre del mismo año.

Estas instalaciones se encuentran actualmente en el norte de la ciudad de México. Para la fecha de su construcción se encontraban en las afueras de la ciudad y contaban con capacidades de almacenamiento que variaban de los 40,000 a los 250,000 litros de almacenamiento distribuidos en tanques de almacenamiento de capacidad promedio de 40,000 litros de agua al 100%. También contaban con camiones de reparto para la distribución del producto.

Conforme se incremento la demanda del combustible para el uso doméstico e industrial, las empresas se vieron en la necesidad de incrementar su capacidad de almacenamiento para

cubrir las necesidades de los consumidores.

A la par con este fenómeno las zonas donde se encuentran estas empresas fueron siendo pobladas por otras industrias o por unidades habitacionales, trayendo como consecuencia en la actualidad ser consideradas zonas de altos riesgos y peligrosidad.

Para fines de este estudio se tomará como ejemplo tipo de estas instalaciones, una planta de almacenamiento y distribución ubicada en una zona industrial del D.F.. Actualmente esta empresa cuenta con la siguiente infraestructura:

• Capacidad de Almacenamiento al 90%	767,617 lts.
• Número de tanques de almacenamiento	11 tanques
• Área de Seguridad	1,355 m ² .
• Área total de terreno	6,323 m ²
• Área de circulación.	4,182 m ²
• Distancia de tanque a lindero.	14,20 m.
• Distancia de tanque a construcción	16,05 m.
• Área de oficinas.	419,00 m.
• Número total de autotanques de reparto	56 unidades.
• Número de tomas de carga de autotanques	3 tomas.
• Número de tomas de descarga de autotransportes	6 tomas.

Los sistemas de seguridad con que cuenta esta empresa son los siguientes:

- Red de hidrantes para combatir incendios.
- Toma exterior para bomberos.
- Cisterna propia, para uso en casos de emergencia.
- Sistema de riego por aspersión para mantener la temperatura adecuada en los tanques de almacenamiento.
- Extintores de polvo químico A,B,C a lo largo de toda la instalación de la planta.
- Sistema de alarma.
- Tanques de almacenamiento con válvulas de exceso de flujo y

válvulas de relevo de presión.

- Tomas de carga y descarga, ancladas en concreto.
- Todo equipo eléctrico se encuentra aterrizado.
- Toda instalación eléctrica se encuentra alojada en tubo conduit.

Apoyados en el instructivo para la proyección y ejecución de obras e instalaciones relativas a plantas de almacenamiento de gas L.P.¹ se procederá a analizar los riesgos existentes en la planta tipo y saber la realidad de este tipo de instalaciones. Todos los puntos de consideración son analizados en base a la operación diaria y observaciones propias.

VI.2. UBICACION LINDEROS Y COLINDANCIAS.- Es importante hacer notar que para la fecha en que se estableció esta planta en la zona llamada actualmente Industrial del D.F., ésta se encontraba despoblada y correspondía a la periferia de la ciudad de México. Este punto es de mucha discusión, por parte de las autoridades para reubicar de la zona esta empresa ya que actualmente se encuentra rodeada por otras empresas de importancia internacional.

Debido a la dirección de los vientos en esta zona (sur a norte) no es necesario construir bardas especiales para encausar la ventilación hacia las zonas no peligrosas, aunque por requerimientos del reglamento todo el perímetro de la planta se encuentra delimitado por barda y malla de alambre.²

VI.3. URBANIZACION.- Punto de muy alta importancia dada las características que se presentan en esta empresa.

1. Publicado en el Diario Oficial del 29 de Marzo de 1960

² Puntos 1 a 4 del capítulo de Instructivo para la proyección y ejecución de obras relativas a plantas de almacenamiento. Artículo 8º, Fracción I, del Reglamento de la Distribución de Gas. Publicado en el Diario Oficial del 21 -Dic. -1970 (Ref. 10).

Toda el área de circulación y zona de protección de almacenamiento se encuentra despejada y libre de basura, plantas y pasto. Existe una zona de vegetación de ornato pero se encuentra distante de la zona de seguridad y además siempre se encuentra verde.

Las pendientes del terreno son correctas, aunque el sistema de desalojo de aguas pluviales es insuficiente debido al diámetro tan pequeño de la tubería con que está elaborado este sistema.

El acceso a las instalaciones no es suficiente pues solo permite la entrada o salida de un vehículo a la vez, situación que en caso de emergencia ocasionaría un caos para la salida simultánea de los autotanques de la planta.

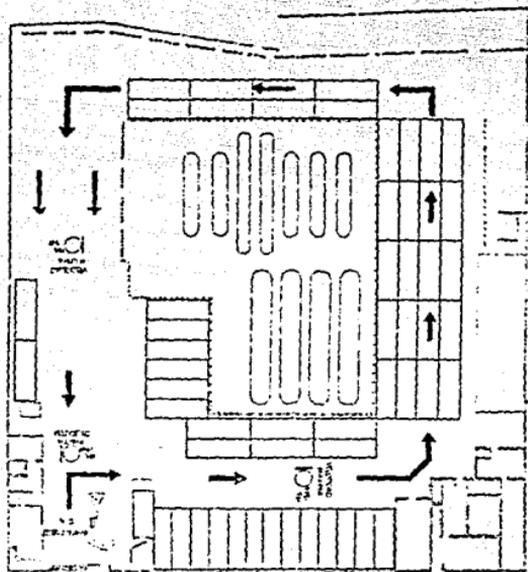
Otro punto muy importante es la zona de circulación de vehículos la cual es muy reducida. Basta con tener un vehículo estacionado en la zona de circulación para que se obstruya por completo la circulación.³ (Ver fig. VI.3.1.)

VI.4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO.- Los tanques de almacenamiento se encuentran colocados dentro de la zona de seguridad, delimitada por murete de concreto de 0.60 metros de altura para evitar daños mecánicos a los tanques de almacenamiento, válvulas y maquinaria, que pudiera causar algún vehículo.

Todos los tanques tienen conexión a tierra, están instalados sobre bases de concreto de manera que pueden desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación. Se encuentran a una altura de 1.50 metros desde el nivel del suelo al nivel inferior del recipiente.

Apegándonos al reglamento, todos los tanques deben sujetarse a pruebas periódicas de resistencia, según las especificaciones de la norma; situación que a veces no se cumple por las siguientes razones:

3 Puntos 1 al 9 del Instructivo para proyección de plantas.
Artículo 8º Fracción I, del Reglamento de Distribución de Gas.
Publicado en el Diario Oficial del 21 -Dic. -1970 (Ref. 10)



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. VI.3.1.
	URBANIZACION PLANTA DE ALMACENAMIENTO	

tanques con muchos años de trabajo; y el riesgo de fatigar el tanque durante la prueba; así como el costo de las pruebas.

Las válvulas de relevo de presión instaladas en los tanques tienen acopladas un tubo de descarga vertical, de diámetro exterior no menor al roscado de la válvula que lo recibe, y es de 2.0 metros de longitud, para permitir su descarga al ambiente libre.

El punto de fractura del tubo de descarga, coincide con el punto de fractura de la válvula.

Todos los tanques cuentan con escalerilla para facilitar la lectura de los medidores de nivel y poder visualizar los manómetros y termómetros conectados en la parte superior de cada tanque.

Se cuenta con escalerilla metálica fija para facilitar el acceso a la parte superior de los tanques, existe además una pasarela para permitir el tránsito entre ellos.

VI.5. MAQUINARIA.- Las bombas y compresores para hacer el trasiego de gas están protegidas contra deterioros accidentales que pudieran provocar los vehículos y personas. Para los compresores se construyó un cuarto de mampostería con los medios de ventilación adecuados para evitar acumulaciones de gas en el interior. Se encuentran montados sobre bases de concreto. Para las bombas de protección está dada por el murete de protección de la zona de seguridad ya que se encuentran montadas sobre bases de concreto a la interperie y dentro de esta zona por lo que el sistema de ventilación es natural.

Todos los motores eléctricos acoplados a los equipos anteriores son adecuados para atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga.

VI.6. TUBERIAS CONEXIONES Y MANGUERAS.- Toda tubería

utilizada en la instalación es roscada y de fierro, cédula 40 sin costura. El sellado de la tubería se hizo con sellador de plomo, garantizando su hermeticidad e inafectabilidad por el gas.

Todas las aberturas de los tanques de almacenamiento destinadas a la entrada o salida de líquido o vapor están controladas por válvulas de exceso de gasto automáticas.

Las mangueras usadas en el trasiego de gas son resistentes a la flama y a la acción del gas L. P., su presión de trabajo es de 140 kg/cm^2 .

El reglamento para proyección y ejecución de obras relativas a plantas de almacenamiento de gas L.P. en su punto número 9 establece que debe instalarse una válvula de alivio hidrostático de presión máxima de abertura de 32 Kg/cm^2 , en tramos de tubería en que pueda quedar atrapado el gas líquido entre dos válvulas de cierre; punto importantísimo que debe cumplirse.

VII.7. CONTROLES MANUALES Y AUTOMATICOS.- La instalación de la planta cumple con el requerimiento del uso de válvulas automáticas de retorno en las tuberías de líquido abastecidas por bomba.

VII.8. TOMAS DE RECEPCION Y SUMINISTRO.- Todas las tomas se encuentran protegidas contra posibles daños mecánicos por medio de murete de concreto, más aún, todas las tomas se encuentran ancladas en concreto.

El extremo de las tomas se encuentra provisto de una válvula de exceso de gasto y otra de acción manual.

El extremo fijo de todas las tomas se encuentra a una distancia de 60 metros del tanque almacenador.

La tubería con que están elaboradas las tomas están firmemente sujetas y cuentan con un punto de fractura en el cual la válvula automática de protección permanece en su sitio y en posibilidad de funcionar.

Las tomas de carga y descarga cuando no están en

servicio se encuentran protegidas con tapón y resguardadas contra daños mecánicos y dobleces bruscos.

La altura de las bocas de tomas de carga y descarga sobre el nivel del piso son de 1.20 metros.

VII.9. SISTEMA ELECTRICO.- Todos los elementos de los sistemas eléctricos, en las zonas de trasiego y almacenamiento fueron diseñados satisfaciendo las normas y especificaciones de la Dirección General de Electricidad y de Normas para atmósferas que contengan vapores inflamables.

Las líneas de conducción de energía eléctrica son ocultas y protegidas con tubo conduit que es de resistencia a la humedad, corrosión y a prueba de roedores.

Se encuentran instalados apartarayos a lo largo del límite del predio.

No se cuenta con planta generadora de energía eléctrica de emergencia.

El interruptor general se encuentra fuera de la zona de seguridad a una distancia aproximada de 150 metros.

VI.10. VIAS Y ESPUELAS DE FERROCARRIL.- Actualmente se encuentra clausurada la espuela de ferrocarril por razones de suministro por este medio; pero cuando estaba en uso anteriormente cumplía con los requerimientos del reglamento.

VI.11. EDIFICIOS Y COBERTIZOS.- Las únicas construcciones que se encuentran dentro de la planta son relativas a oficinas, vestidores, baños y comedor, encontrándose a una distancia aproximada de 18 metros de las zonas de seguridad cumpliendo con lo establecido en el punto número 4 del apartado XII del instructivo para la proyección de obras relativas a plantas de almacenamiento de gas L.P.

Un problema muy fuerte en este tipo de compañías es la instalación de aparatos que producen fuego y que son indispensables para el servicio del personal que labora en la planta, nos referimos a estufas, calentadores de agua, que a pesar de

cumplir con los lineamientos del reglamento son un peligro latente que pueden causar un incidente de consecuencias fatales.

VI.12. ESTACIONAMIENTOS Y TALLERES PARA REPARACION DE VEHICULOS.- El piso tiene pendientes adecuadas para eliminar el agua de lluvia.

Todos los lugares destinados a estacionamientos de vehiculos y zona de circulación se encuentran libres de basura o materiales combustibles.

Otro problema muy fuerte es que no se cuenta con la suficiente área libre para la circulación, cuando los vehiculos se encuentran estacionados; de tal forma que cuando se desea mover algún vehiculo, es necesario hacer varias maniobras para lograr sacarlo del lugar donde se encuentra estacionado.

El difícil acceso a los sistemas de control de los propios autotanques se hace notar debido a la estrechez con que quedan acomodados estos en el estacionamiento de la planta.

VI.13. ROTULOS DE PREVENCION, PINTURAS DE PROTECCION Y COLORES DISTINTIVOS.- Todos los tanques de almacenamiento se encuentran pintados de color aluminio con los casquetes en color rojo y con las características y razón social en color negro.

El sistema de tuberías se encuentra pintado de la siguiente manera:

TUBERIA.	COLOR
Gas líquido	Rojo.
Gas vapor	Amarillo.
Retorno de gas.	Verde.
Aire.	Blanco.
Agua	Azul.

Ductos eléctricos Negro.

En el interior de la planta se encuentran numerosos letreros alusivos a prevenciones relativas al producto que se maneja.

VI.14.- RELACION DE DISTANCIAS REQUERIDAD.- Este punto es de mucha importancia para el análisis, debido a que la medición física de distancias en la planta arrojó el siguiente resultado.

Relación de DISTANCIAS DE TANQUE FIJO A:

• lindero	14.20 mts.
• edificios	16.05 mts.
• limite de zona de protección	2.40 mts.
• Tomas de Recepción de autotanques	17.60 mts.
• otro tanque fijo.	1.50 mts.
• llenaderas.	9.10 mts.
• interrupto general.	25.20 mts.
• De bomba o compresor accionado por motor eléctrico a limite de zona de proteccion.	4.90 mts.

Un punto adicional que no se cumple es el requerimiento por parte del instructivo de guardar una distancia de 100.00 mts. desde el centro geométrico de la zona de almacenamiento y trasiego a centros de reunión que en este caso son centros de trabajo ubicados a solo 25 metros de la zona de almacenamiento.

VI.15.-MEDIDAS CONTRA INCENDIO.- Se toma como medida precautoria usar un dispositivo denominado "matachispas", el cual se coloca en el tubo de escape de todos los vehiculos a fin de evitar la salida de chispas, producto de la combustión de los motores de combustión interna al exterior.

Se cuenta con equipo contra incendio (Hidrantes) con cuatro tomas ubicadas en las esquinas de la zona de almacenamiento.

Se dispone de extinguidores manuales tipo A, B, C, de 9.0 kg. de carga, ubicados segun se muestra en la fig. VI.15.1.

No se cuenta con equipo de protección para el personal, en caso de algun incidente.

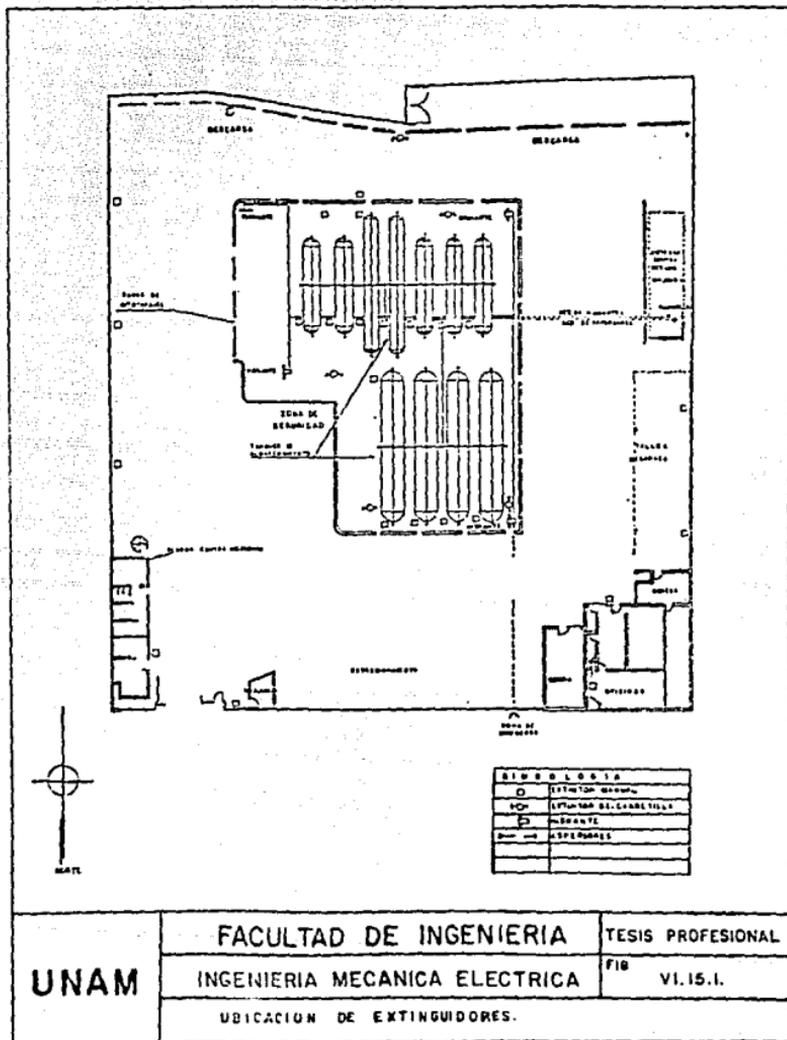
Se tiene instalado un sistema de enfriamiento de tanques; el que consiste en un sistema de aspersión de agua impulsada por una bomba accionada por sistema eléctrico independiente del sistema destinado a la planta.

Se cuenta con sistema de alarma para casos de emergencia con interruptores localizados en zonas estrategicas alrededor de la planta.

VI.16.-EVALUACION DEL ANALISIS.- Analizando detalladamente y apegados al instructivo y reglamento de la distribución de Gas L.P., es claro notar que el mayor problema es la falta de espacio para las maniobras de carga y descarga de Gas L.P. así como la ubicación que presenta actualmente ya que es de mucho riesgo para los trabajadores que laboran en ella como para los obreros de las compañías adyacentes.

El pensar en proponer posibles soluciones a cada punto descrito anteriormente, esta por demás, pues dadas las características mostradas y tomando en cuenta el decreto publicado en el año 1987; consistente en el proyecto de reubicación de plantas de almacenamiento, este analisis contempla como mejora en todos los aspectos la reubicación de la planta.

Un resumen de la evaluación se muestra en la tabla siguiente:



FACTOR	PESO	REUBICACION	MODIFICAR DISEÑO.
• Ubicación, linderos, colindancias.	5	5/25	5/25
• Urbanización	3	3/9	1/3
• Tanques de almacenamiento	5	5/25	5/25
• Maquinaria.	3	3/9	1/3
• Tuberías, conexiones, mangueras.	4	4/16	1/4
• Controles manuales y automáticos.	4	4/16	3/12
• Tomas de recepción y suministro.	4	4/16	3/12
• Sistema eléctrico.	2	2/4	1/2
• Vías y espuelas de FFCC.	1	1/1	1/1
• Edificios y cobertizos	2	2/4	1/2
• Estacionamientos y talleres.	5	5/25	5/25
• Rotulos preventivos.	5	5/25	3/9
• Pintura de protección.	3	3/9	1/3
• Relación de distancias.	5	5/25	5/25
• Medidas contra incendio.	5	5/25	5/25
TOTALES	X	234	167

VII.17 LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA EJEMPLO.

Los factores que determinan la localización adecuada de una planta industrial son básicamente la proximidad a la materia prima o al mercado de consumo, la disponibilidad de mano de obra con un grado de especialización adecuada a las necesidades del proyecto y una infraestructura que pueda brindar los servicios requeridos por la planta.

En cuanto a la proximidad al mercado terminal, se puede decir que el consumo de Gas L.P. es proporcional a la población de una ciudad determinada, pero tomando en cuenta que por su riesgo, este tipo de empresas deben ser ubicadas en zonas no pobladas, tenemos como puntos cercanos al Distrito Federal los siguientes puntos:

- Salida autopista México-Cuernavaca (sur)
- Salida autopista México-Pachuca (norte)
- Salida autopista México-Tezcoco (oriente)

De los tres puntos citados anteriormente el último es el que cuenta con terrenos en venta y no destinados a zonas residenciales o a la agricultura.

En base a lo expuesto y tomando como punto importante que se cuenta con una infraestructura industrial adecuada y mano de obra abundante la propuesta es que la planta sea localizada en las cercanías a la ciudad de México y Texcoco.

Se expone a continuación el análisis de los factores que determinaron esta propuesta.

DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA.- Como la materia prima que se comercializa es el Gas L.P. y este procede de las refineries del país, la planta puede ser abastecida por la refinería de San Martín Texmelucan en Puebla; por la refinería de Azcapotzalco o por la de Tula en el estado de Hidalgo.

Es importante aclarar que dada la forma de distribución que tiene PEMEX para abastecer a las diferentes plantas del país, no existe problema alguno para que esta quede abastecida de acuerdo al programa de ventas pronosticado por la empresa.

MANO DE OBRA DIRECTA.- La mano de obra directa requerida por el proyecto es la mostrada a continuación:

DEPARTAMENTO	TURNO	PERSONAL	CATEGORIA
Trasiego de gas.	1	1	operador.
		1	ayudante.
	2	1	operador.
		2	ayudante.
SUBTOTAL		6	
Distribucion y reparto	1	56	operador
		56	ayudante
	SUBTOTAL		112
Movedor de autotanques	1	1	chofer
	2	1	chofer
			de patio
SUBTOTAL		2	
TOTAL		120	

De estas 120 personas, todas ellas requieren un grado de especialización. El area metropolitana de la Ciudad de México e incluso la población de Texcoco cuenta con la mano de obra directa requerida.

INFRAESTRUCTURA.- El área propuesta para la ubicación de la planta se localiza en el kilómetro 12.5 de la autopista a Texcoco, y cuenta con los servicios adecuados para el desarrollo de la empresa, siendo dicha área una zona todavía no poblada con servicios importantes como son:

a) Vías de comunicación:

- Líneas Ferreas (México-Veracruz)
- Aeropuerto.
- Autopista. (Mexico-Texcoco-Veracruz)

b) Disponibilidad de Materia Prima.

c) Red de energía Eléctrica Industrial.

Una de las ventajas que presenta esta localización es que se encuentra entre poblaciones donde puede ampliar sus mercado.

SELECCION DE EQUIPO.- Para este proyecto el equipo y maquinaria que se describe en la lista de bienes y servicios esta dividido en dos partidas, las de equipo nacional y las de equipo de importación.

Cabe mencionar que la parte tecnológica más importante de este proyecto son los equipos citados a continuación.

Tanques de almacenamiento.- Pues es donde se almacenará el producto a los usuarios

Bombas para Gas L.P.- Es el medio para la carga de autotanques de reparto.

Compresora para Gas L.P.- Es el medio para la descarga de los autotransportes que llevaran el Gas L.P. desde la refinería hasta la planta de almacenamiento.

Válvulas de seguridad de Tanque.- Son los dispositivos de seguridad con que cuenta el tanque de almacenamiento.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

VII.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Durante la elaboración de este trabajo se tuvo la oportunidad de conocer la forma actual para manejar gas L.P. , en el transporte, almacenamiento y el trasiego. En la toma de datos se vió la carencia de conocimientos Técnicos, la falta de preparación personal y el incumplimiento de las medidas de seguridad aplicables en cada caso.

Es muy importante tener en cuenta que el gas L.P. es un derivado del petróleo; producto natural, mezcla de hidrocarburos naturales, sólidos, líquidos y cuya composición química no es idéntica y sus propiedades físicas varían considerablemente según su procedencia. El petróleo se halla en rocas de todas las edades desde el Cámbrico hasta el Plioceno, siendo las capas terciarias las más ricas.

Como se vió el gas licuado de petróleo se compone principalmente de los hidrocarburos Propano, Propileno, Butano, Isobutano, Butileno. Siendo el Etileno, Propileno y Butileno los hidrocarburos presentes únicamente en el gas licuado de petróleo que se obtiene de refineries mediante destilación fraccionada; los otros hidrocarburos se encuentran lo mismo en el gas producto de refinería, como en el que tiene por base el Gas Natural. Una característica importante del gas licuado de Petróleo es que al salir del recipiente que lo contiene, cambia con gran rapidez de la fase líquida a la fase gaseosa expandiéndose en una relación de 270 a 1.

Se describe en el trabajo las operaciones básicas del proceso de refinación primaria del petróleo crudo, así como los pasos necesarios para la refinación del mismo, debido a que, no todos los petróleos crudos tienen las mismas características.

Los gases licuados de petróleo son hidrocarburos o

mezclas de hidrocarburos que han sido convertidos al estado líquido bajo presión, para transportarlos, almacenarlos y usarlos eficientemente, originalmente fueron fabricados utilizando el gas natural y el proceso era incidental a la producción de la gasolina.

Todos los hidrocarburos que componen los gases licuados de petróleo son más pesados que el aire, de tal manera que si se escapan del recipiente que los contiene tienden a depositarse en los lugares bajos. Para usarlos se pone en juego la propiedad que tienen de volver al estado gaseoso en cuanto se exponen a la temperatura normal, que excede a su punto de ebullición.

Fue necesario conocer las propiedades físicas y químicas del Gas L.P. principalmente del Propano y Butano por predominar en la composición de dicho gas; ya que estos nos ayudarán a conocer mejor su comportamiento; y poder sugerir un control debido, con la máxima eficiencia y seguridad.

Debido a que el gas L.P., es inodoro, los fabricantes siguen la práctica común de añadir pequeños porcentajes de materiales altamente olorosos con el objeto de disminuir el número de accidentes provocados por escapes en el equipo; este odorante recibe el nombre de Mercaptano de etilo.

Toda planta almacenadora de gas L.P., que se diseñe o construya, ya sea planta nueva o cambio de ubicación, deberá darsele cumplimiento íntegramente, a las disposiciones contenidas en el Instructivo para la proyección y ejecución de obras e instalaciones relativas a plantas de almacenamiento de gas L.P.

Las especificaciones, pruebas y características de construcción del equipo que se utilice para el almacenamiento y manejo del gas L.P. en la plantas de almacenamiento, deberán

obedecer las normas aprobadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Los medios de transporte mas comunmente usados son el carro-tanque de ferrocarril, auto-tanque de transporte, auto-tanque de reparto y camiones para reparto de recipientes portatiles; siendo el auto-tanque de transporte en la actualidad el medio que más se utiliza para llevar el gas L.P. de las refinarias a las plantas de almacenamiento, haciendo el transporte por carretera, debido a que es más rápido y más económico.

Las compañías de gas L.P. en México no se dedican a la producción, sino unicamente al envasado y distribución. Dado que el sistema de distribución de gas L.P. como cualquier otra actividad de la iniciativa privada que afecta el interés y seguridad publica, se encuentra regido por las disposiciones de la dependencia gubernamental correspondiente, en este caso la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Una planta de almacenamiento es un sistema fijo y permanente para almacenar gas L.P., que mediante instalaciones apropiadas procede al trasiego de éste, utilizando recipientes adecuados.

En todas las plantas de almacenamiento se realizan las operaciones de recepción, almacenamiento, trasiego y distribución.

Las operaciones de trasiego se llevan a cabo mediante diferencias de presiones entre recipientes, o por medio del empleo de bombas.

Debido al alto riesgo en el manejo del gas L.P., se hace necesario la colocación de válvulas; las cuales son fabricadas bajo normas aprobadas por la Secretaría de Comercio

y Fomento Industrial; en puntos estratégicos de la instalación de la planta de almacenamiento.

Estas válvulas de control también son utilizadas en los medios de transporte, son de diferentes tipos, formas, medidas, usos y marcas debido a la diversidad de servicios y necesidades.

Con la finalidad de conocer los tipos de válvulas de uso más común en los medios de transporte, planta de almacenamiento, recipientes portátiles y estacionarios se detalló una breve explicación de su funcionamiento en el capítulo correspondiente.

En relación a los Métodos de prueba para las válvulas es importante recordar que dado el alto factor de riesgo que presentan los medios de transporte, se detalla en el apartado correspondiente los puntos más importantes que deben tenerse presentes y que se deben verificar en las válvulas de estos, así como de la planta de almacenamiento.

A manera de minimizar riesgos en las operaciones de manejo, transporte y almacenamiento de gas L.P. se detallan la serie de procedimientos a seguir para la recepción y descarga de las unidades de transporte; precauciones en la descarga por medio de bomba y compresora; precauciones en el llenado de recipientes portátiles; procedimiento de reposo de cilindros portátiles; precauciones en el llenado de recipientes estacionarios; precauciones en el llenado de auto-tanques en la planta de almacenamiento; así como las precauciones que se deben tomar en la situación de un sobrellenado.

La forma actual que se utiliza para conocer las existencias es demasiado práctica y esto hace que se tenga un error muy grande al obtener los resultados; principalmente se debe a que pocas veces se hacen cálculos considerando los

datos en condiciones estandar y también porque se utiliza como Factor constante el peso específico del gas al no utilizar un hidrometro para obtenerlo.

Frecuentemente se habla de faltantes o sobrantes de gas en una planta y esto debido a que los calculos no se realizan adecuadamente, pues son utilizados datos incorrectos o no estables.

El Metodo Computarizado diseñado para calcular las existencias de gas L.P. es un sistema muy confiable para evaluar dia a dia las mermas durante la operación, ya que analiza cada una de las actividades susceptibles de presentar mermas.

En la recepcion de los auto-transportes se manifiestan las mermas al evaluar el peso específico del gas de los transportes con el hidrómetro y el porcentaje de llenado del recipiente contra la tara marcada por la refinaria en documentos.

Las mermas en los tanques de almacenamiento de la planta se manifiestan al hacer los cortes de inventario, y estan en función de las mezclas de gas con diferentes pesos específicos que se puedan hacer en la planta con los transportes descargados en ella.

Por otro lado también existen diferencias en los auto-tanques de reparto obteniendose estas por la calibración del cuenta litros, del sistema de medición.

Estas diferencias se suman y se comparan contra la existencia contable que es afectada por un peso específico constante = 0.53 de donde se obtiene una diferencia general la cual puede ser a favor o en contra de la compañía.

Del resultado de la evaluación de riesgos;

se encontró primordialmente la ubicación riesgosa actual de las compañías almacenadoras de gas en el norte del D.F., lo que nos hizo llegar a determinar que estas compañías deben cambiar su ubicación pues su equipo y maquinaria ya son insuficientes, además de ser ya muy antiguo.

Los factores principales que determinaron la nueva localización para estas plantas de almacenamiento en las cercanías de la ciudad de México y Texcoco fueron básicamente la proximidad a la materia prima o al mercado de consumo, la disponibilidad de mano de obra con un grado de especialización y la infraestructura que brinda con respecto a servicios requeridos por la planta.

Ya que el diseño de las plantas para almacenamiento de gas L.P. está basado más en la práctica, que en datos estadísticos, siendo esto una causa para que las plantas sean muy grandes o demasiado pequeñas. Es recomendable que el diseño de una planta para almacenamiento y suministro de gas L.P., esté basada en una recopilación estadística de datos y no solamente en la práctica pues si bien esto es de gran ayuda, se carece de unas buenas bases donde se pueda apoyar el porque de estos diseños.

Respecto a la maquinaria utilizada se recomienda realizar un estudio para conocer cuál es la más eficiente y que requiere un menor mantenimiento, entre todas las marcas y modelos existentes en el mercado.

El llenado de recipientes portátiles está supeditado a la eficiencia que tenga la maquinaria ya que por esta causa en ocasiones el espacio y tiempo no son aprovechados.

Como el llenado de recipientes portátiles es actualmente en la planta, el lugar donde interviene más la mano de

obra, se recomienda la elaboración de un estudio tendiente a lograr una secuencia en la ejecución de las operaciones reglamentarias y maximizar el aprovechamiento de los trabajadores.

Es necesario mencionar que entre los beneficios que podrían obtenerse se encuentran: evitar los problemas causados por bajo nivel de vida del trabajador, conservar siempre un nivel de inventarios de acuerdo a las necesidades pero que sea óptimo, evitar los sobrantes o faltantes de gas, controlar la demanda y hacer una programación para el reparto y además contar con datos estadísticos para que en cualquier momento se trabaje para nuevos estudios.

Se propone diseñar las plantas de acuerdo a las recomendaciones mencionadas y será de gran utilidad conocer más acertadamente el tiempo de utilización de las instalaciones para que contable y físicamente se devaluarán de acuerdo a los datos ya conocidos y pensar en un fondo de ahorro para futuras instalaciones o ampliaciones.

Un estudio para conocer la eficiencia de la maquinaria podría ser de utilidad para bajar los tiempos de llenado para programar un mantenimiento preventivo para un solo tipo de maquinaria y no para varios tipos, también para que los volúmenes de almacen de refacciones se redujerán para una sola marca.

La reorganización del trabajo en los andones de llenado tiene por objeto disminuir los tiempos hombre para realizar las operaciones necesarias y aprovechar todos los tiempos muertos existentes.

Es necesario pensar que el manejo adecuado del gas y su distribución debe siempre encaminarse a lograr la máxima eficiencia a un mínimo de costo de operación, con un máximo de

seguridad y un mínimo de accidentes.

Este trabajo cuyo tema se basa en proporcionar información para el transporte, trasiego y control de existencias de gas licuado de petróleo no menciona algunos de los adelantos existentes sobre el llenado de recipientes portátiles habiendo tratado de generalizar la información debido a que son escasas las plantas en las cuales se han modificado el método llegando hasta la automatización.

Debido a que uno de los propósitos de las personas relacionadas con el uso y funcionamiento de las plantas almacenadoras y distribuidoras de gas L.P. para preservar la seguridad en el funcionamiento de estas, se recomienda hacer pruebas a los equipos y componentes que la integran. (Se detallan en el anexo No. 4)

Durante el desarrollo de este trabajo se apreció la negligencia por parte de algunas compañías para llevar a cabo mantenimiento a sus equipos, razón por la cual se sugiere la intervención de las autoridades para evitar así el riesgo latente que existe al tener instalaciones en malas condiciones.

Otro factor de riesgo al que no se le da el peso debido en las plantas de almacenamiento, es el fuego. Se apreció el total desconocimiento por parte del personal administrativo y del personal de operación, de como actuar ante una situación de peligro.

No se cuenta con programas de capacitación a los trabajadores a este respecto. El anexo No. 5 detalla brevemente los fuegos de gas, como combatirlos y como prevenirlos.

Todas las plantas de almacenamiento visitadas durante

la elaboración de este trabajo carecen de un plan de evacuación para casos de emergencia. Considerando que es muy importante el tener este plan para las compañías, se elaboró un plan para una de ellas, detallándose este en el anexo No.6.

Se espera que este trabajo sirva para crear conciencia de las deficiencias que se tienen en las áreas mencionadas y que de ser posible se aplique en cursos de capacitación de personal. El adiestramiento del personal encargado del manejo y distribución del gas es de suma importancia porque no solamente deben de realizar el trabajo mecánicamente, sino que deben conocer porque lo realizan en una u otra forma, esto puede lograrse mediante la implantación de cursos de capacitación técnica, que se impartan periódicamente, procurando que no sean generales de un tema específico tratando de que asimilen la enseñanza y no solamente de que escuchen una plática; pudiendo ser estos de orden técnico y de seguridad.

Al ser notoria la falta de preparación del personal que se tiene entre los trabajadores de las empresas distribuidoras de gas L.P. se sugiere la implantación de pláticas o conferencias, acción deportiva, círculos sociales, cooperativas de consumo, bibliotecas y la adaptación del centro de trabajo para brindar la comodidad requerida en el desarrollo del mismo.

También se sugiere la formación de un departamento que se encargue de controlar inventarios no solamente para programar los pedidos de suministro, sino también las ventas en función de la demanda.

ANEXOS

ANEXO No 1

DESCRIPCION DEL EQUIPO.- RECIPIENTES ALMACENADORES

Recipientes portátiles o intercambiables.

Definiciones:

Se entiende por recipiente portátil o intercambiable el envase metálico que por su peso y dimensiones se puede mover a mano, facilitando tanto su llenado, con gas licuado de petróleo, como su transporte e instalación.

El llenado de estos recipientes se efectúa en Plantas de Almacenamiento y su contenido se mide en kilos.

Se utilizan en instalaciones permanentes: Domésticas, comerciales e industriales; y en artefactos portátiles para almacenamiento y transporte de Gas L.P.

Clasificación:

Su fabricación obedece a la NORMA DGN-X-5-1973¹ y se clasifican en tres tipos:

TIPO I.- Cilindro recto, formado por un cuerpo cilíndrico y dos casquetes semi-elipsoidales con relación de ejes igual a 2, brida, cuello protector y base de sustentación.

TIPO II.- Cilindro recto, formado por dos partes semi-capsuladas, soldadas circunferencialmente. Los extremos de las semi-capsulas deben de ser de forma semi-elipsoidal con relación de ejes igual a 2, brida, cuello protector y base de sustentación.

Sus capacidades en Kg. de gas L.P., son las

1. Ref. 16

siguientes:

Tipo I.- 45,30,20, y 10

Tipo II.- 45,30,20,10,6 y 4.

TIPO III.- Este tipo corresponde a todos los recipientes que no quedan comprendidos en los tipos I y II, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de la NORMA. Sus capacidades quedan sujetas a la Autorización de la Dirección General de Gas y su construcción a la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

Especificaciones:

Construcción:

TIPO I.- El cuerpo cilíndrico de estos recipientes se construye con lámina rolada, soldada longitudinalmente con bayoneta, con traslape de 10 mm, como mínimo; empleando el proceso de soldadura automática de arco eléctrico sumergido. A la sección cilíndrica se le ensambla en ambos extremos la cabeza y el fondo, respectivamente, que deben ser de forma semi-elipsoidal con faldón recto de 20 mm. de altura.

El cuerpo debe tener un doblé de bayoneta circunferencial de 10 mm., en cada uno de los extremos. A la cabeza del recipiente se le suelda la brida por el procedimiento automático de arco eléctrico sumergido.

El cuello protector debe estar fijo, unido a la cabeza mediante cuatro cordones de soldadura de 2 cm. de longitud

como mínimo repartidos simétricamente.

La sección cilíndrica del cuello protector lleva dos orificios elípticos centrados, diametralmente opuestos, de 10.5 cm. con máximo en su eje vertical y 15 cm. como máximo en su eje horizontal. En caso de un mayor número de orificios, la suma de sus dimensiones en su eje horizontal, no debe exceder del 50% del perímetro total del cuello y además debe llevar cuatro orificios semicirculares de 2 cm. de diámetro, con centro localizado en la circunferencia de contacto con la cabeza, que sirvan para drenaje del cuello.

Los 4 orificios de la base de sustentación, deben tener 2 cm. de diámetro y ser equidistantes, estando situados sus centros en la circunferencia de contacto con el fondo del recipiente, al cual debe soldarse la base por medio de cuatro cordones de soldadura de 3 cm. de longitud, como mínimo.

TIPO II.- Los recipientes de este tipo se deben construir mediante la unión de dos partes de una sola pieza cada una de ellas. La unión de estas partes se hace circunferencialmente con bayoneta, con traslape de 10 mm.

El procedimiento de soldadura empleado debe ser el de arco eléctrico sumergido automático. La brida, el cuello protector y el anillo de la base de sustentación se construyen de acuerdo a las condiciones señaladas para el Tipo I.

TIPO III.- La construcción de estos recipientes queda sujeta a autorización especial.

Soldadura:

La soldadura usada debe cumplir con la Norma Oficial DGN-X-58², en vigor "Electrodos Empleados en la Soldadura de Recipientes para gas L.P.

El procedimiento de soldadura señalado en esta Norma, a excepción del que se ponga en práctica para soldar el cuello y la base, debe ser automático, de arco eléctrico sumergido. En ningún caso debe utilizarse fundente regenerado.

Tratamiento Térmico:

Todos los recipientes deben someterse a un tratamiento térmico para eliminar esfuerzos residuales. Este tratamiento debe efectuarse después de que todas las partes del recipiente que lo requieren han sido soldadas. Este tratamiento se lleva a cabo en un horno adecuado, en el que se colocan los recipientes elevándose la temperatura de estos a 600 grados C, la cual debe mantenerse 7 minutos como mínimo.

La operación de relevación de esfuerzos residuales a los tipos mencionados en esta Norma queda sujeta a verificación o prueba por la Dirección General de Normas, cuando esta así lo estime necesario para comprobar si han sido eliminados los esfuerzos internos; y si el resultado es negativo, se deben rechazar los recipientes hasta que hayan cumplido con este requisito.

Prueba Hidrostática:

Después del tratamiento térmico que señala el párrafo anterior, todos los recipientes deben ser probados sin presentar fuga alguna. Los recipientes, una vez que han sido armados con todas sus partes sujetas a presión, y después del tratamiento térmico que señala el párrafo anterior, se someten a una presión hidrostática de 21 kg/cm²; manteniendo esta presión, se golpean todas las juntas hechas con soldadura, con un martillo cuyo peso debe ser de 250 gramos por cada milímetro de espesor de la lámina, y cuya cabeza debe ser roma

²-----
Ref. 16

para evitar que se lesione la superficie golpeada.

Los golpes serán alternados a una distancia de aproximadamente 15 cm. uno de otro, y ambos lados de la junta.

Los golpes no llevarán más impulso que el impacto resultante de la caída libre del martillo, sobre la superficie golpeada, a una altura de 10 cm.

Una vez que se termina de golpear el recipiente, en la forma señalada, la presión hidrostática se eleva a 28 Kg/cm² y esta presión se mantiene sin variaciones durante el tiempo suficiente para inspeccionar minuciosamente la presencia de fugas provenientes de las juntas hechas por soldadura u otros defectos del material.

Hermeticidad:

Como prueba final, todos los recipientes con su válvula instalada deben ser probados a una presión de 7 Kg/cm², y no deben presentar alguna fuga, siguiendo el procedimiento de la Norma Oficial DON-X-14³ en vigor.

Acabado:

Los recipientes terminados deben tener una superficie uniforme exenta de abolladuras, pliegues, grietas y rebabas.

Pintura:

Los recipientes terminados, deben ser pintados en toda su superficie, con pintura de aluminio. El cuello protector debe ser pintado de color rojo bermellón.

Válvulas para recipientes portátiles para Gas L.P.

Es la válvula de paso que abre o cierra, mediante operación manual, utilizada para llenar o vaciar el recipiente.

Se entiende por válvula para recipientes portátiles para Gas L.P. el dispositivo mecánico empleado para graduar e
3 interrumpir el flujo de gas manejado en dichos recipientes y

Ref. 16

que, en cuanto a servicio de seguridad, cumple con las especificaciones señaladas por la Norma respectiva.

Estas válvulas están diseñadas para trabajar e instalarse exclusivamente en la zona de vapor del recipiente.

Están diseñadas de manera que sean suficientemente resistentes, para no presentar fugas cuando el recipiente se sujete a vibraciones o manipulaciones bruscas.

En su trabajo mecánico, las válvulas no deberán presentar irregularidades o fallas.

Sus materiales deben reunir características físicas y químicas al servicio a que están destinadas las válvulas, cumpliendo con las especificaciones de las Normas de calidad correspondientes.

El roscado para la introducción en la brida del recipiente, es el correspondiente a la tubería de 19.05 mm. con una cantidad de 6.25 y 5.5 hilos por centímetro.

El cuerpo o carcasa de la válvula tiene dos superficies planas diametralmente opuestas que sirven de apoyo a la herramienta utilizada para introducirla en la conexión roscada de la brida del recipiente, sus dimensiones son de 12 X 25 mm., y tienen 2 mm. de relieve mínimo sobre el cuerpo de la válvula de seguridad, la dimensión correspondiente a la separación entre las dos superficies planas tiene una tolerancia de 15 mm. en relación a la entrada de la herramienta.

El roscado para la conexión de salida es interno izquierdo, paralelo con ajuste de asiento cónico sin empaques. La rosca de 5.5 hilos por centímetro, tiene no menos de 7 ni más de 9 hilos.

Para alojar o recibir el tapón, la parte superior del cuerpo o carcasa de la válvula tiene una rosca interior o exterior respectivamente.

VALVULA DE SEGURIDAD:

Es el dispositivo que insertado en el cuerpo de la válvula, sirve para proteger el cilindro en caso de una sobrecarga de presión.

Esencialmente consta de asiento, obturador y tapón. El asiento contiene al orificio de descarga, el obturador es accionado por un resorte, y el tapón es retén calibrador y escape.

El obturador y el resorte están contruidos de modo que su posición y movimiento dentro del cuerpo de la válvula, no se adhieran con las partes en contacto (asiento, guía, etc). La posición correcta del obturador se asegura por medios mecánicos adecuados.

Las espiras extremas del resorte son planas, paralelas entre si y perpendiculares al eje del resorte.

Para su calibración, ajuste del resorte a la presión debida, la valvula de seguridad incluye el tapón mismo que desempeña las funciones del retén del resorte instrumento de calibración y escape. Este ultimo se consigue por medio de perforaciones practicadas en el asiento. Estas perforaciones están colocadas de tal manera que el escape se produzca alejandose del recipiente.

La calibración de la válvula, se obtiene mediante la rosca practicada en el tapón, que además de servir simplemente para fijar en su lugar y retener el resorte, permite mediante su avance o retroceso, la compresión o aflojamiento del resorte. Puesto el tapón en la posición adecuada, de acuerdo con la calibración que deba darse a la válvula, tal posición se fija mediante una operación de sellado mecánico que garantice la posición del tapón en su ajuste correcto.

El orificio de descarga, está localizado en la parte central del asiento y tiene una sección mínima de 3.4 mm., 2 por cada 10 litros de capacidad de agua del recipiente.

Las válvulas están dotadas de un mecanismo de seguridad que

impide el movimiento solidario del tapón con espiga en el momento de abrir o cerrar la válvula.

Para su manipulación las válvulas están provistas de un volante, de aproximadamente 55 mm. de diámetro que insertado en la parte superior del vástago, permite abrir o cerrar el paso del gas.

El anillo O'Ring, es un anillo de hule Neopreno, que insertado en el vástago, se desliza sobre la guía del cuerpo e impide el escape de gas por la parte superior de la válvula.

El vástago es la pieza que lleva insertada el anillo O'Ring y el asiento obturador de nylon. Tiene además una ranura o muesca dentro de la cual gira libremente el elevador de la espiga.

La espiga es la pieza roscada en el bonete que sobresale de la válvula y soporta el maneral, el cual, al hacerlo girar en sentido positivo, abre el paso del gas.

A N E X O N O. 2

RECIPIENTES FIJOS O ESTACIONARIOS

Definiciones:

Se entiende por recipiente fijo o estacionario, el envase de acero fabricado por soldadura (proceso de fusión por arco eléctrico), destinados a contener gas licuado de petróleo cuya densidad a 15.5 grados °C esté comprendida entre 0.504 y 0.584 y que por su diseño y construcción satisfaga las especificaciones que se establezcan.

Clasificación:

Su fabricación obedece a la Norma Oficial de Calidad para Recipientes para gas L.P. Tipo no portátil DGN-X-12-1969⁴ y su clasificación queda comprendida en el Tipo 1, Subtipo 2, en donde la presión de diseño deberá ser de 14.00 Kg/cm² y se destinan a contener Gas L.P. de alta presión, cuya presión de vapor no exceda de 12.3 Kg/cm² a 37.8 grados C.

Especificaciones:

Diseño y Construcción:

En el diseño de los recipientes especificados en esta Norma deben utilizarse las unidades del sistema métrico decimal utilizando siempre que sea posible cantidades expresadas en números enteros y evitando fracciones. La capacidad máxima de estos recipientes deberán ser de 5,000 litros de agua.

Forma:

Los recipientes serán contruidos exclusivamente en las formas siguientes: esféricos, cilindricos con cabezas semiesféricas, cilindricos con cabezas toriesféricas (capsuladas), cilindricos con cabezas semielipsoidales, o la combinación de dos cabezas sin sección cilíndrica. Se admitirán reducciones de diámetro mediante secciones cónicas, rectas y oblicuas así como, combinaciones de dos tipos diferentes de cabezas.

4. Ref. 16

El espesor del cuerpo o las cabezas, no debe ser menor del que resulte de las formulas de diseño.

Cabezas:

Los recipientes de forma cilíndrica podrán tener cabeza de cualquiera de las formas siguientes: semiesféricas, semielipsoidales, toriesféricas (capsuladas). Estas cabezas podrán ser de una sola pieza o en secciones, en cuyo cálculo se utilizará la eficiencia de juntas que corresponda.

Las cabezas semielipsoidales y toriesféricas deberán tener un faldón con una longitud mínima de tres veces el espesor nominal de la placa de las cabezas o 25 mm. (lo que resulte mayor). El espesor de este faldón deberá ser en todo caso igual o superior que el requerido para un cilindro sin costura equivalente.

Las cabezas semiesféricas no necesitan tener faldón integral; pero cuando lo lleven, este deberá tener un espesor igual o mayor al necesario para un cilindro sin costura del mismo diámetro.

Soldaduras:

Todas las juntas por soldadura, en estos recipientes, deberán ser por el proceso de arco eléctrico.

Orificios en los recipientes:

Los orificios para los coples en los recipientes podrán ser de forma circular o elíptica.

El diámetro máximo permisible para una abertura sin refuerzo en un recipiente será el que resulte necesario para soldar un cople de 80 milímetros de diámetro nominal.

Acabado:

Todo recipiente deberá presentar un acabado limpio, libre de golpes; soldaduras perfectas y protegidas contra corrosión externa.

Accesorios de control y de seguridad:

El número de accesorios que como mínimo deberán tener los recipientes de este subtipo, serán los siguientes:

Conexión de llenado: Esta conexión deberá estar dotada de una válvula de exceso de gasto en combinación con una válvula de doble no retroceso.

Válvula de retorno de vapores: La conexión para vapores deberá estar dotada de una válvula de no retroceso y de exceso de gasto, obligatorio para recipientes mayores de 340 litros de agua.

Conexión de servicio: Deberá llevar una válvula de paso de control manual directamente atornillada a la conexión del recipiente, indicando con caracteres indelebles cuando esté conectada a la zona de líquido, en este caso, deberá llevar válvula de exceso de gasto. La ausencia de esta indicación, significará que está conectada a la zona de vapor.

Válvula de seguridad: En el número que satisfaga la capacidad de descarga de aire en metros cúbicos por minuto, propia para el área del recipiente.

Medidores de nivel de líquido: El medidor flotador magnético será obligatorio para tanques cuya capacidad sea superior a 340 litros de agua. Además deberá de contar con un nivel de máximo llenado en todos los casos. Para recipientes de 1000 litros de agua o más, podrá llevar alternativamente el medidor de nivel rotatorio o flotador magnético.

NOTA: Los medidores de nivel de llenado máximo permisible deberán estar calibrados para que en ningún caso, dicho nivel exceda al 85% de la capacidad de agua en los recipientes para instalaciones a la interperie.

Drenaje:

Obligatorio para recipientes mayores de 340 litros comprendidos en este grupo, y deberán contar con una válvula de descarga de flujo y no retroceso colocada solamente en la parte superior del tanque, con vena hasta el fondo para poder vaciar el recipiente sin interrumpir el servicio.

MÉTODOS DE PRUEBA

Prueba Hidrostática:

Todos y cada uno de los recipientes una vez que han sido armados y soldados en sus partes sujetas a presión, deberán ser sometidos a una prueba hidrostática obligatoria, de acuerdo al siguiente método.

Una vez que el recipiente ha sido llenado completamente de agua, deberá elevarse la presión hidrostática a una y media veces la presión de diseño (propia del recipiente). Deberá ser sometida a golpes con martillo en todas sus juntas por soldadura, en su longitud total los golpes serán alternados a una distancia uno de otro, 15 cms. aproximadamente a ambos lados de la junta, debiendo además tener este marro cabeza roma para evitar que se lesione la superficie del material que se golpee.

Prueba Neumática:

Esta prueba se llevará a efecto después de la prueba anterior, y de la siguiente forma:

Se instalan todos los accesorios de control en el recipiente y se aplica una presión de aire de 7 Kg/cm². Una vez elevada la presión a este valor, se aplicará jabonadura en todas las conexiones y juntas para observar si se presentan fugas, mismas que deberán ser corregidas. Si las dimensiones del recipiente lo permiten, esta prueba podrá realizarse sumergiéndose en agua totalmente.

Descripción de los Accesorios de control y seguridad:

A.-VALVULAS DE SEGURIDAD: Cada recipiente fijo o estacionario debe estar protegido instalándose una válvula de seguridad, esta válvula opera bajo las siguientes condiciones anormales:

- 1.- Aumento en la presión interior del recipiente debido a un sobrellenado.
- 2.- Como resultado de un sobre calentamiento externo que aumente la presión del recipiente.
- 3.- Cuando se utiliza diferente tipo de Gas L.P. al indicado para el tipo de recipiente de que se trate.
- 4.- Cuando en la primera operación de llenado no se ha protegido convenientemente el recipiente, el aire que contiene lo hace aumentar en exceso la presión en el interior. La norma de fabricación del recipiente señalando la capacidad mínima de desgaste que debe tener la válvula de seguridad, expresada en metros cúbicos por minuto, relacionada con el área total del recipiente, estas válvulas son escogidas por el fabricante, el que calcula cual debe ser la adecuada.

No es recomendable reparar las válvulas de seguridad; cuando se note alguna fuga en ella o que tenga una operación impropia, debe regresarse a la fábrica para que se haga una correcta reparación, por lo regular nunca se venden partes para reparar válvulas de seguridad.

Si hay necesidad de cambiar una válvula de seguridad en un recipiente determinado, es preciso conseguir

otra con idénticas características que la primera, ya que dentro de una misma dimensión en la cuerda donde se acopla al recipiente encontramos diferentes capacidades de descarga.

Las válvulas de seguridad deben ser probadas cuando menos cada cinco años, para ver si sus condiciones de servicio son seguras, esta prueba se efectúa hidráulicamente con una bomba pequeña de mano, inyectando presión para comprobar que el aditamento de seguridad abre a la presión hidráulica entre los límites para lo cual fue construida y que se indica en la placa que contiene cada válvula. Si no abre a la presión correcta, esta válvula debe mandarse a reparar con el fabricante o sustituirla con otras iguales características.

B.- VALVULA DE SERVICIO DE VAPOR: La válvula de servicio de vapor tiene las mismas características que una válvula de servicio para tanques intercambiables con la excepción de que no contiene el aditamento de seguridad. Esta válvula de paso común y corriente semejante a la usada en intercambiables, en lugar del aditamento de seguridad, normalmente tiene en el cuerpo el aditamento de llenado máximo permisible lateral, con un tubo de profundidad que nos marca la altura del líquido en el interior del recipiente a 85% más o menos, según el gas de que se trate. La válvula de servicio se localiza en la parte superior del tanque con objeto de que cuando se abra salga

exclusivamente vapor del interior.

C.- INDICADOR DE LLENADO MAXIMO PERMISIBLE: Este indicador por lo regular viene adaptado a la válvula de servicio como lo indicamos en el punto anterior, pero puede venir separado y su función es la misma que describimos.

D.- VALVULA DE LLENADO O DE ENTRADA PARA LIQUIDO: Esta válvula por lo regular viene combinada con dos aditamentos de seguridad, de no retroceso, o sea que una vez que deja de entrar liquido tiene dos aditamentos que eviten el regreso del mismo al exterior.

También la válvula del llenado puede constituir la combinación de una válvula de no retroceso y otra de exceso de gasto, esta combinación es mas usual en los vapores.

El objeto de la combinación de las dos válvulas es el de obtener mas seguridad en el llenado de un recipiente estacionario, previendo que alguno de los dos aditamentos de no retroceso no cierre quedando el otro con la función total de la válvula.

En muchas ocasiones puede romperse el aditamento exterior o simplemente queda abierto por alguna impureza que contiene el gas, lo que ocasionaría al liquido salir provocando fugas de consideración.

Se han dado casos en que los dos aditamentos de no

retroceso no cierren, previendo ese peligro la mayoría de las mangueras de los autos-tanque que efectúan el llenado, cuentan con una válvula check que se adapta al extremo de la misma, esta válvula opera de la siguiente manera:

Cuando se termina la operación de llenado se abre una pequeña valvulita que deja escapar el gas contenido entre esta válvula check y la de llenado, si este líquido no deja de salir en un tiempo determinado se supone que no han operado las dos válvulas de no retroceso de la válvula de llenado, por lo que es necesario dejar la válvula check adaptada a la válvula de llenado, hasta el vaciado completo del recipiente que permita la sustitución de la misma.

E.- VALVULA DE RETORNO DE VAPORES: Esta válvula consta de dos aditamentos de seguridad, el de no retroceso, y el de exceso de gasto, cuya función es similar al de la válvula de llenado, o sea tener un aditamento de seguridad extra por si uno de los dos falla.

La falla más común se ocasiona con el desprendimiento de la parte superior de la válvula provocado por un jalón de manguera o golpe producido a la parte superior de la válvula que ocasiona la rotura, cuando esto sucede, automáticamente la válvula de exceso de gasto que se encuentra en el interior del recipiente, actúa impidiendo la fuga peligrosa.

F.- INDICADOR DE NIVEL MAGNETICO O ROTATORIO: El objeto de estos medidores como su nombre lo indica, es el de proporcionarnos una lectura constante del nivel de liquido de un recipiente. El indicador magnético nos lo indica constantemente y el rotatorio necesita operación manual cada vez que se desee conocer el nivel del liquido.

El medidor de nivel magnético o de flotador, consta de una barra que se encuentra en el interior del recipiente, en cuyo extremo tiene un flotador, este flotador se mantiene en la superficie del liquido del gas. Por medio de un pequeño engrane transmite el movimiento en otra barra vertical que gira y que registra ese giro a un indicador magnético que se encuentra visible en la parte superior del recipiente con un registro en círculo que marca los diferentes porcentajes de liquido según la posición del flotador.

El medidor de nivel rotatorio, consta de un tubo de profundidad curvo, una carátula y una manija indicadora; el tubo en el interior del recipiente continúa hasta la parte exterior del mismo en un pequeño tapón indicador de salida de liquido, en este extremo también ya adaptada la manija cuyo extremo debe coincidir exactamente con la posición del tubo interior, en el extremo del tubo se encuentra un tapón que obtura el orificio restringido del tubo de profundidad, para tomar lectura se coloca la manija indicadora en la parte superior, o sea al 100% que indique la carátula; se abre el tapón con lo cual empieza a salir vapor de gas, y se gira lentamente hasta que el

extremo del tubo de profundidad en el interior del tanque toque o llegue al líquido, permitiendo una salida del líquido al exterior por el orificio, como la posición de la manija ha variado en su movimiento; al detenerla cuando empieza a salir líquido, nos indica exacto el porcentaje de líquido que hay en el recipiente.

G.- SALIDA DE LIQUIDOS CON ADITAMENTOS DE NO RETROCESO Y CIERRE.- Esta salida es indispensable en los recipientes fijos, por lo regular se encuentran en la parte inferior del recipiente fijo, aunque ultimamente se encuentra localizada en la parte superior con vena interior hasta el fondo del tanque.

El aditamento de no retroceso y cierre es una combinación de valvula de no retroceso y de exceso de gasto con tapón adicional al cierre hermético. Este aditamento se abre mediante un adaptador especial y con una valvula manual de globo. Se utiliza principalmente para descarga de residuos o para utilizar servicios de líquidos donde se requiere grandes consumos de gas.

Primer llenado: Para efectuar el primer llenado en un recipiente estacionario fijo, es necesario "purgar" el aire que contiene en su interior, a fin de evitar una presión en el interior del que pueda abrir la valvula de seguridad.

Por lo regular los recipientes, cuando salen de la fábrica contienen aire a presión, el cual ha sido

utilizado para verificar que los aditamentos de control han sido insertados correctamente libres de fugas. Este aire sirve a su vez para efectuar pruebas de hermeticidad en la instalación antes de ser llenado con Gas L.P.

Una vez hechas esas pruebas, es necesario abrir la válvula de servicio para dejar escapar la presión hasta que se iguale con la atmosférica.

Cuando se va llenando el recipiente de gas licuado, este aire se va comprimiendo y su presión se incrementa, ya que si se llena al 85% del volumen, el aire se habrá comprimido a un octavo del volumen original, por lo que es necesario purgarlo.

Para efectuar esta purga en el lugar donde se encuentra el recipiente, es preciso cerciorarse de que no hay riesgos inmediatos, como llamas, lumbres, etc., y que haya corrientes de aire que aunque sean leves dispersen la mezcla de gas-aire inflamable.

Esta purga que se efectúa abriendo la válvula de servicio, debe ser breve para evitar acumulaciones de gas-aire que formen mezclas explosivas. El olor del mismo gas nos ayuda a determinar la cantidad que se debe dejar escapar.

Se hace la observación que la purga debe descargarse a la atmósfera precisamente y no regresaría a través del retorno de vapor al auto-tanque, por la misma razón de que se saca del recipiente estacionario. Evitar presiones

elevadas dentro del auto-tanque.

Llenado Máximo: En términos generales, un recipiente fijo o estacionario, debe llenarse como máximo al 85% cuando el gas está constituido de propano y al 90% de nivel máximo, cuando el gas está constituido con mezcla en su mayoría de butano y menor de propano.

Para determinar esos porcentajes contamos como ya describimos, con la válvula de llenado máximo, o con los medidores de nivel magnético o rotatorio.

Sobrellenado: Al llenar un recipiente, es indispensable que el ayudante del repartidor esté pendiente de no sobrepasar los límites máximos permisibles, pero si por error se sobrellena un tanque fijo, tendremos el problema inminente de que al aumentar la temperatura ambiente se abra la válvula de seguridad y se produzca un escape de gas que alarme al usuario.

Si el sobrellenado se ha hecho, naturalmente es necesario retirar líquido del recipiente, pudiéndose hacer en varias formas con cuidado extremoso para evitar peligro de que se produzca una explosión o incendio.

Se puede retirar líquido del recipiente si se ponen a funcionar todos los aparatos de consumo del usuario, previendo que no exista un rápido sobrecalentamiento en el recipiente; esta maniobra es efectiva cuando los aparatos de consumo son suficientes para bajar rápidamente la

presión del recipiente y siempre que se encuentre en la azotea o muy alejado de los aparatos de consumo. Estando en un sitio que no represente peligro, se puede purgar por la manguera de retorno de vapor hacia un sitio adecuado y en forma intermitente, evitando acumulaciones de gas vapor. Esta purga también se puede hacer lentamente, cuando las condiciones lo permiten, todo a través de alguno de los artefactos del recipiente.

En cualquier caso, todas estas maniobras deben ser efectuadas por personas responsables y es preferible evitarlas adiestrando a los operadores de auto-tanque, señalándoles el peligro que representan.

Capacidad del recipiente estacionario fijo: La capacidad de un recipiente se determina de acuerdo al total de aparatos de consumo en una instalación, en relación con la capacidad de vaporización del mismo recipiente. Si tenemos un recipiente pequeño y un gran consumo, lo más fácil es que el recipiente no nos produzca la suficiente vaporización del líquido que contiene y el servicio a los aparatos será deficiente, hasta el grado de interrumpirse la llegada del gas a los mismos.

A N E X O No. 3

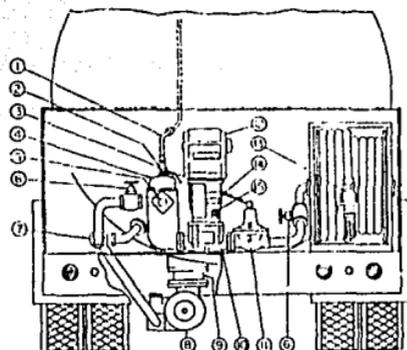
MEDIDOR PARA GAS L.P.

Todo medidor esta compuesto de las partes fundamentales siguientes:

- Cuerpo de entrada.- Aloja filtro y sistema de eliminación de vapor (trampa de vapores)
- Cuerpo de medición.- Aloja cámara de medición, tren de engranes y acepta el registro. Opcionalmente. También acepta el sistema de compensación automática de temperatura.
- Cuerpo de válvula diferencial.- Aloja el ensamble de la válvula diferencial(fig. A.3.1.).

El filtro.- Se encuentra alojado en el cuerpo de entrada del medidor y está compuesta por una fina malla de acero que no permite el paso de partículas solidas a través del medidor.

El eliminador de vapor (Trampa de vapores).- Se localiza en la parte superior del cuerpo de entrada del medidor. La función del eliminador es la de suprimir la entrada de vapor a la cámara de medición, entrada que ocasionaría una falsa medición. Cuando baja el nivel del liquido, la válvula de eliminación de tipo pistón es operada por un flotador y balancin, que actúa una válvula piloto. (válvula principal).



- 1.—Tubería de Eliminación de vapor.
- 2.—Válvula check de vapores.
- 3.—Válvula de vacio.
- 4.—Eliminador de vapor.
- 5.—Al fondo, tapa del filtro; atrás, válvula de no retroceso de entrada.
- 6.—Válvula manual.
- 7.—Válvula externa de retorno automático de la bomba (By-Pass).
- 8.—Bomba.
- 9.—Válvula interna de control.
- 10.—Cámara de medición.
- 11.—Válvula Diferencial.
- 12.—Registro.
- 13.—Válvula en Manguera.
- 14.—Compensador automático de temperatura.
- 15.—Termómetro.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL
	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	FIG. A.3.1.
	INSTALACION PARA MEDIDOR VOLUMETRICO.	

Un nivel bajo de líquido causa acumulación de vapor en la trampa, abre la válvula principal y permite el retorno del vapor al tanque de almacenamiento.

También da paso a la transmisión de presión de la bomba para cerrar la válvula diferencial, durante el período de eliminación de vapor.

Al operar la bomba, el nivel de líquido sube, elevando el mecanismo de flotación, cerrándose la válvula principal y cesando la presión proveniente de la bomba sobre la válvula diferencial.

En los modelos de reciente fabricación, la tapa superior del eliminador ha sido modificada e incluye una válvula de venteo que facilita la purga del medidor.

La cámara de medición.- Es el corazón del medidor y está alojada en el cuerpo central del mismo. El paso del gas licuado la mantiene en continuo movimiento rotatorio; mueve a su vez un tren de engranes, el cual opera todo un complejo mecanismo de relojería e impresión llamado registro.

La válvula diferencial.- Se aloja en el cuerpo del mismo nombre y su diafragma es accionado por el envío de por lo menos 1 kg/cm^2 de presión diferencial de la bomba. Esta válvula realiza tres funciones que asegurarán la exactitud en la medición:

- a).- Opera solamente con la bomba en movimiento.
- b).- Actúa como válvula de no retroceso impidiendo la vaporización del gas L.P. durante la medición.

c).- Bloquea el paso del líquido cuando la válvula de retorno de vapores se abre.

El compensador automático de temperatura.- Es un accesorio opcional y se usa en climas muy extremos.

La ubicación está entre el cuerpo de la cámara de medición y el registro. La función es la de captar la temperatura del gas L.P. y corregir automáticamente la lectura del registro proporcionando una medición exacta del volumen compensado, siempre a 15.5°C.

ANEXO No. 4

PRUEBAS A EFECTUAR EN LOS COMPONENTES DE UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE GAS L.P.

Los componentes de estas plantas a los que se someteran estas pruebas son:

- I) Tanques de almacenamiento
- II) Maquinaria y equipo
- III) Valvulas
- IV) Basculas y llenadoras
- V) Equipo de contra incendio
- VI) Auto tanques
- VII) Medidores volumétricos
- VIII) Tuberías y accesaorios
- IX) Instalación eléctrica

Para una mejor comprensión de las pruebas a que se someterán todos los componentes anteriores, las detallamos a continuación.

I.- TANQUES DE ALMACENAMIENTO.- Además del tanque de almacenamiento, se deberá revisar el estado que conservan sus accesorios como son: válvulas de seguridad, termómetro, manómetro; válvulas de máximo llenado.

Para el tanque de almacenamiento, existen dos tipos de pruebas que son la prueba de ultrasonido y la prueba hidrostática.

La primera prueba mencionada se realiza de la manera siguiente:

- 1.- Vaciar cualquier contenido de gas en el recipiente.
- 2.- Diagnosticar varios puntos de analisis (estos varian de acuerdo a la forma, diametro y longitud del recipiente).

- 3.- Se toman diferentes lecturas por medio del indicador de espesores.
- 4.- Interpretar los resultados (si no existen variaciones considerables en los espesores de placa es que los residuos no han afectado a la lamina y el tanque podrá seguir en funcionamiento.

El período que se considera conveniente para este tipo de pruebas es de tres años.

La segunda prueba o sea la hidrostática se realiza como a continuación se detalla:

- 1.- Vaciar todo contenido de gas del recipiente.
- 2.- Despresionar el tanque.
- 3.- Desconectar todas las válvulas del recipiente.
- 4.- Taponar las salidas del Tanque de Almacenamiento.
- 5.- Montar el sistema inyector de presión.
- 6.- Llenar de agua el recipiente.
- 7.- Inyectar presión hasta un rango de 25 Kg/cm².
- 8.- Revisar todos los cordones de soldadura para la detección de fugas.
- 9.- Despresionar el tanque.
- 10.- Vaciar el agua contenida en el Tanque Estacionario.
- 11.- Reconexión de válvulas.
- 12.- Conexión al sistema.

El período de este tipo de prueba será cada diez años.

Los accesorios del tanque se revisarán como sigue:

A.- Termómetro manómetro

- 1.- Vaciar todo contenido de gas en el recipiente.
- 2.- Desmontar el accesorio del tanque.

- 3.- Revisión de la vena, chequeando que los residuos no la hayan corroído, si es así es conveniente cambiarla.
- 4.- Checar que el accesorio (termómetro o manómetro) tengan suficiente calibración en el juego con la vena.
- 5.- Si no ha sido corroída la vena, es conveniente lubricarla y limpiarla para su mejor funcionamiento.
- 6.- Ya hecha la revisión, se montará el accesorio nuevamente.

En estos accesorios y en las válvulas de máximo llenado que se sigue un proceso similar, el período es de tres años.

Aunado a estos accesorios es conveniente revisar las conexiones a tierra del tanque, esto es quitando el tubo conductor protector, y quitar cualquier indice de oxidación que muestre la junta de conexión.

II.- MAQUINARIA Y EQUIPO.

Estos componentes son dos compresores y bombas, que nos sirven para el trasiego del gas en sus diferentes servicios.

A.- Compresores. Las partes constitutivas y puntos a revisar son:

- 1.- Arrancador magnético.
- 2.- Bandas y nivel de aceite.
- 3.- Cuerpo del compresor.
- 4.- Motor.
- 5.- Base de anclaje.

La parte más importante en este equipo, es su funcionamiento que se puede checar de la manera siguiente:

- A.- Conectar las mangueras para trasiego.
- B.- Tomar lectura del tiempo en que realiza el trasiego.
- C.- Checar con los tiempos estimados para el trasiego en los cálculos que se realizan para la determinación del

equipo.

D.- Si no son equiparables estos tiempos, será necesario ajustar el equipo.

Esta prueba de funcionamiento será con periodos trimestrales. Aunado a esta prueba y con la misma periodicidad será necesario tomar lecturas de amperaje, voltaje y resistencia tanto en el arrancador magnético como en el motor y compararlos con los catálogos de fabricación. Es conveniente revisar quincenalmente la tensión en las bandas, juego de poleas y cambiar el aceite al equipo, todo esto para una mayor conservación del mismo. También se deberá tener en cuenta, que la base del equipo no tenga deterioros para evitar vibraciones que nos puedan afectar el funcionamiento del equipo.

B.- Bombas. Las partes de este equipo son:

- 1.- Motor.
- 2.- Cuerpo de la bomba.
- 3.- Junta.
- 4.- Base.

Las pruebas en este equipo, son homólogas a las de los compresores, con la disyuntiva que los tiempos de lectura serán en el llenado de cilindros y no el llenado de transportes y tanques de almacenamiento como es el caso de los compresores, el período será también trimestral.

III.- VALVULAS.

Existen diferentes tipos de válvulas en un sistema de gas L.P. así como también diferentes tipos de pruebas para estas.

A.- Válvulas de seguridad. Estas válvulas se pueden probar hidrostáticamente como a continuación se detalla:

- 1.- Se instala en un tubo.
- 2.- Inyección de presión a través de una bomba de émbolo.
- 3.- Esta válvula deberá abrir a una presión de 17 Kg/cm^2 .
- 4.- Revisar visualmente su apariencia.
- 5.- Si existe alguna duda de su constitución será necesario cambiarla.

El período de pruebas será trimestral.

B.- Válvulas de exceso de flujo y no retroceso estas válvulas están montadas en los tanques; el procedimiento es provocar un flujo anormal de gas a través de la válvula con el objeto que opere, ya que esta es su finalidad, para lo cual se inyecta un poco de presión al tanque por medio de la compresora y en forma espontánea, se deberá abrir la válvula del recipiente, en estas condiciones deberá operar la válvula de exceso "chechandose". Si no cierra, deberá reemplazarse inmediatamente. El período de prueba será en forma trimestral.

Válvulas de globo. en estas válvulas se seguirán los siguientes lineamientos:

- 1.- Desconexión del sistema.
- 2.- Desmantelamiento de la válvula.
- 3.- Ajuste de estopero, asientos, vástago y maneral.
- 4.- Armado de la válvula.
- 5.- Conexión de la válvula al sistema.

Esto se hará en períodos de seis meses.

IV.- BASCULAS Y LLENADORAS.- El proceso será el siguiente:

- a.- Calibrar la báscula con la pesa patrón.
- b.- Verificar el estado que conserva la manguera de llenado por medio de agua.
- c.- Revisar el ajuste de la válvula de cierre rápido, lubricando el maneral, revisión de asientos así como el vástago.
- d.- Para el automático se procede a llenar un cilindro y obligar al automático a funcionar, esto se realiza oprimiendo la base de la báscula, si no cierra o tarda en cerrar el circuito de llenado el automático, será necesario ajustarlos o en su caso cambiarlo.

La conexión a tierra es muy importante chequear cualquier índice de oxidación en las juntas de conexión. El período será mensual.

V.- EQUIPO CONTRA INCENDIO.- Este es uno de los elementos que contamos para una mayor seguridad el proceso de inspección es muy sencillo. Primeramente se chequea el manómetro como a continuación se indica:

Además de checar la presión, se deberá verificar el contenido del cartucho, quitándolo y viendo la constitución física (si el granulado, ya no es servible). El período de revisión será semestral.

VI.- AUTOTANQUES. Se realizarán pruebas tanto de funcionamiento y operación de todos sus componentes:

- a.- Válvula general sometida a una presión superior para que opere o sea que se "cheque".
- b.- Por medio de agua revisar todos los conectores flexibles.
- c.- Válvula de seguridad ídem que en los Tanques Estacionarios.
- d.- Manómetro y termómetro como en el caso de Tanques Estacionarios.
- e.- Para la bomba será necesario tomar lecturas de llenado.
- 6.- Calibrar tanto el carrete como el activador eléctrico.

También es importante checar la constitución física de acopladores, manguera de llenado, fijación al chasis. El período de prueba será semestral.

VII.- MEDIDORES VOLUMETRICOS. Por medio del medidor patrón, se hará un circuito entre el flujo de líquido que entra al medidor y medidor patrón, no deberán existir diferencias de lectura, si existiesen, será necesario:

- a.- Limpieza de filtro y cámara de medición.
- b.- Ajustar el cuentalitros.
- c.- Armado de conexión al sistema.
- d.- Revisar la constitución física de los acopladores.

También es conveniente revisar las mangueras por medio de agua. En este caso el período será trimestral y la calibración mensual.

VIII.- TUBERIAS Y ACCESORIOS.- La prueba será hermetica, esto es:

- a.- Cerrar las válvulas necesarias para formar un

circuito.

- b.- En el último extremo de la instalación adaptar un manómetro.
- c.- Inyectar presión al sistema, ya sea por medio de CO_2 , H_2O o gas L.P.
- d.- Ya sometida a una presión constante de acuerdo a la estipulada en la norma, revisar tanto uniones como en conexiones fugas probables.
- e.- Si no existieran fugas depresionar poco a poco el sistema y por medio de los elementos mencionados limpiar la tubería de las impurezas que contenga. El período será semestral.

f.- REVISION Y PRUEBA PERIODICA DE MANGUERAS PARA GAS L.P.

Estas recomendaciones tienen como finalidad servir como guía en la revisión y prueba de las mangueras con diámetro interior de hasta 51 mm., que se utilizan para trasegar gas L.P. de transportes o carros-tanque a tanques de almacenamiento y de éstos a autos-tanque para servicio de reparto.

El propósito de los procedimientos que se señalan, es detectar oportunamente un daño, un desgaste excesivo, o un punto débil de la manguera o sus componentes, para que pueda ser retirada del servicio antes de que tenga lugar una falla que pudiera ocasionar un accidente.

Se divide en dos aspectos:

- "Revisión diaria visual" y
- "Prueba periódica a presión".

REVISION DIARIA VISUAL

La persona encargada de este trabajo, que deberá ser

responsable y contar con los conocimientos y experiencia necesarios en el servicio, deberá llevar a cabo todos los días la revisión de cada manguera, preferiblemente antes de iniciarse las operaciones.

La revisión se llevará a cabo de acuerdo con las siguientes instrucciones:

1.- En primer lugar extienda la manguera en el suelo, de preferencia en un piso limpio y seco. Revise cuidadosamente la cubierta exterior, tratando de localizar ampollas, cortaduras, raspaduras, etc.

Esta revisión debera efectuarse con la manguera vacia, y de preferencia a la luz del dia.

2.- Si encuentra una cortadura en la estructura de la manguera, que haya logrado penetrar hasta el refuerzo interior o lo haya dejado expuesto, esto será causa suficiente para sustituir la manguera. Si encuentra pequeñas cortaduras o melladuras en la cubierta exterior, esto no justifica la sustitución de la manguera, a menos de que el hule en el área inmediata a esos defectos esté flojo.

(NOTA:- Algunos fabricantes de este tipo de manguera acostumbran hacer pequeñas perforaciones uniformes en la cubierta; esas perforaciones uniformes no deben considerarse como defecto).

3.- Las raspaduras en la cubierta exterior que permitan la exposición del refuerzo interior, serán causa para sustituir la manguera.

- 4.- La formación de ampollas, o el aflojamiento de la cubierta exterior serán causa para reemplazar la manguera.
- 5.- Revise un tramo de medio metro de manguera inmediato a las conexiones, buscando puntos suaves, y para ello ejerza presión con el pulgar; si localiza puntos suaves, ésto será causa suficiente para emplazar la manguera.
- 6.- Revise las conexiones, buscando indicios de deslizamiento de la manguera. Este se aprecia por un desalineamiento entre la manguera y la conexión, y/o un pequeño tramo de manguera raspado o expuesto en donde ha tenido lugar el deslizamiento. Cualquier evidencia de este defecto, es causa suficiente para reemplazar la manguera o reacondicionar la conexión.
- 7.- Examine los accesorios terminales de la manguera (juegos Boss, válvulas y acopladores) para verificar su estado, y llevar a cabo la reparación o sustitución en caso de que lo requieran.
- 8.- Verifique el estado de la válvula del extremo final de la manguera; cerciórese de que trabaje bien; si es necesario, repárela o cambíela.
- 9.- Revise el estado del alambre y conexión a tierra (de electricidad estática).
- 10.- Teniendo extendida en toda su longitud la manguera de auto-tanque de reparto, cierre la válvula de corte en el

extremo final y arranque la bomba del auto-tanque a velocidad normal.

Examine cuidadosamente la manguera en toda su longitud, verificando la inexistencia de fugas, o la evidencia de defecto o falla en la misma.

Si aprecia alguna fuga o alguna falla, sustituya la manguera, o si le queda duda de su estado, lleve a cabo la prueba a presión especificada en los siguientes párrafos.

PRUEBA PERIODICA A PRESION

- 1.- Esta prueba deberá llevarse a cabo periódicamente, a intervalos regulares predeterminados.
- 2.- Si la manguera es nueva y estará sujeta a un trabajo normal, deberá probarse a presión cada 30 días durante los primeros 6 meses; posteriormente ya usada, se le probará cada ocho días.
- 3.- Si la manguera estará sujeta a un servicio pesado, como por ejemplo que sea arrastrada sobre superficies ásperas o rocosas, o que se guarde demasiado doblada o torcida, o que esté expuesta continuamente a la intemperie, se deteriorará mas rápidamente que la manguera que se maneje con todo cuidado. Si el trato pesado es inevitable, la manguera debe probarse cada semana, desde la fecha en que se le instale.
- 4.- Toda manguera que haya sido sujeta a un esfuerzo anormal, como por ejemplo estiramiento por jalón, aplastamiento

por vehículos, o que haya sufrido un doblez a temperaturas inferiores a 0°C, debe ser probada inmediatamente después de que haya sido sujeta a ese abuso anormal.

5.- CONDICIONES DE LA PRUEBA

a).- Temperatura.- Todas las pruebas deben llevarse a cabo a temperaturas normales de operación.

b).- Fluidos a utilizarse.- Puede utilizarse agua, aceite mineral, o solvente. Si se escoge el agua, la manguera deberá ser lavada interiormente con alcohol metílico después de la prueba, antes de ponerla en servicio nuevamente. Si se escoge el aceite o solvente, la prueba deberá efectuarse en un sitio adecuado a la interperie, alejado de riesgos por fuego, y de cualquier fuente de ignición.

c).- Método de Prueba.- Se conectará la manguera a una bomba capaz de levantar una presión de 35.2 Kg/cm². En el extremo final de la manguera se instalará una válvula de cierre rápido. Una vez que se haya verificado que todas las conexiones están bien montadas y apretadas, se introducirá el líquido en la manguera a través de la bomba, colocando el extremo final de la manguera a un nivel superior al de ésta, con la válvula abierta, para purgar todo el aire contenido en la manguera y permitir que ésta se llene totalmente de líquido.

d).- Prueba de Presión.- En primer término se extenderá

en línea recta y en toda su longitud la manguera y se procederá como sigue:

- I.- Toda manguera que haya estado en servicio, deberá ser sujeta a una presión de prueba igual a dos veces la presión máxima de trabajo recomendada por el fabricante de la misma.
 - II.- Eleve la presión en la manguera hasta la presión adecuada de prueba, mediante la bomba; verifique la existencia de fugas en el sistema.
 - III.- Si hay fuga en alguna conexión, releve presión, apriete las conexiones, y vuelva a elevar la presión hasta la indicada, y manténgala durante un minuto.
 - IV.- Vuelva a examinar la manguera buscando fugas, especialmente cerca de las conexiones, y anote los resultados.
 - V.- La manguera de cualquier longitud que muestre cualquier fuga, debe ser reemplazada.
- e).- Prueba de presión oscilante.- Manteniendo la manguera extendida en línea recta, aplique presión igual a la máxima presión de trabajo de la propia manguera. Abra y cierre repetidamente la válvula en el extremo final, 6 veces, para crear presiones oscilantes, y verifique cómo trabaja la manguera

durante esta operación. Revise las conexiones para determinar la existencia de fugas.

- f).- Prueba Circular.- Para esta prueba enrolle las mangueras. Las de 19; 32 y 38 mm., en rollo de aproximadamente 45 centímetros de diámetro. Las de 51 mm en rollo de aproximadamente 90 cms. de diámetro.

Eleve la presión a una velocidad que no exceda a 70.4 Kg/cm² por minuto, hasta llegar a la presión de trabajo máxima recomendada por el fabricante de la manguera. Después de mantener durante 5 minutos esta presión, verifique la existencia de fugas en toda la longitud de la manguera.

Releve la presión de la manguera; desaloje el fluido utilizado, y desconecte la manguera. Lávela interiormente con alcohol metílico, si utilizó agua para la prueba.

- g).- Toda manguera que pase satisfactoriamente estas pruebas puede seguir en servicio.

- h).- Toda manguera que NO pase satisfactoriamente alguna de las pruebas mencionadas, DEBERA SER RETIRADA DEL SERVICIO.

- i).- Registro de Revisión y Prueba.- Debe contarse con una tarjeta de registro para cada manguera, en cuya tarjeta se anoten la descripción de la manguera, el fabricante, el tipo de servicio en que está siendo

usada, las condiciones en que se le maneja, la forma en que se le almacena, la fecha en que se recibió, el número de orden de compra, la fecha de instalación, y el resultado de las pruebas que se le practiquen, señalando la fecha en que cada una se lleve a cabo.

La tarjeta de registro debe formularse en forma tal que permita anotar los resultados de las pruebas, y también señalar el número total de litros que se haya bombeado a través de esa manguera, hasta la fecha en que se lleva a cabo cada prueba.

Es conveniente asignar un número a cada juego de manguera y sus conexiones, que puede estamparse en una conexión y anotarse en la tarjeta de registro de inspecciones.

La tarjeta de registro debe completarse, indicando al final de cada inspección, si se encontró en buen o mal estado la manguera, y si se desechó, o bien si se puso nuevamente en servicio y la fecha en que se le deba hacer la próxima prueba.

IX.- INSTALACION ELECTRICA. Las pruebas que se realizarán serán en los tableros de control, tomando lecturas de amperaje, voltaje y resistencias comparandolas con los catálogos de fabricación del equipo. Es importante checar la apariencia física de los componentes (cuchillas, etc.) ya que

esta anomalía podría causar en un momento dado problemas. El periodo establecido es de tres meses.

ANEXO No. 5

FUEGOS DE GAS, COMO COMBATIRLOS Y PREVENIRLOS

Clasificación.

Clase A, son los producidos por combustibles sólidos, tales como madera, carbón, papel, telas, hule, y desperdicios.

Clase B, los producidos por líquidos o vapores combustibles como gas L.P., gasolina, petróleo, etc.

Clase C, los producidos en equipos o líneas eléctricas.

Situaciones de peligro con gas L.P.

D) Fugas de gas L.P. sin fuego.- Deben prevenirse de la siguiente manera:

- a) Cerrar las válvulas o taponar tuberías para evitar que siga saliendo el gas.
- b) Si la fuga persiste, dar aviso de inmediato al cuerpo de bomberos.
- c) Dispersar el vapor de gas con brisa siempre en dirección del viento.

La persona que sostenga la manguera debe evitar entrar a la nube de vapor y mantenerse tan bajo como sea posible atrás de la brisa, para protegerse de una inesperada ignición del gas.

- d) Si la fuga de gas no ha sido detenida, el gas sin quemarse presenta un gran peligro a las vidas y a las propiedades si la fuga ocurre en una planta de almacenamiento y solamente bajo condiciones controladas, se puede deliberadamente prender el gas, esta operación solamente debe ejecutarla una persona con la más amplia

experiencia y entrenada en control de incendios.

- e) Si la fuga de gas es de algún auto-tanque o de algún recipiente de servicio y no puede detenerse la fuga, es aconsejable moverlo a algún área despoblada lejana a cualquier punto de ignición. Los tanques o recipientes siempre deben moverse en posición vertical o en tal posición, que la fuga se encuentre en la zona de vapor.

Fugas de gas L.P. con fuego

- a) Exceptuando ciertas condiciones, nunca debe extinguirse el fuego hasta que no sea controlada la fuga.
- b) Debe aplicarse grandes cantidades de agua a la superficie de los tanques que estén expuestos al calor, especialmente en la parte de arriba para enfriar la lámina y evitar así que pierda su resistencia. El agua debe aplicarse en forma de brisa, riego de aspersión y luego en forma de chorro directo. Como precaución debe uno acercarse a los recipientes por los lados, nunca por las cabezas.
- c) Detener la fuga de gas debe ser la principal maniobra, para esto el personal debe conocer perfectamente bien el equipo de control y seguridad de los recipientes; si no, solicitar la intervención de alguna persona conocedora.
- d) Si la válvulas que cortan el gas están envueltas en fuego, debe protegerse a la persona que trate de cerrarla con ropa especial y cubrirla con brisa de agua, esta persona debe actuar con extremada precaución y proceder calmadamente para evitar la posibilidad de un

flamazo

- e) En un combate de incendio, es aceptable bajo condiciones de control absoluto, y no pudiendo cerrar la válvula de salida dejar escapar el gas encendido hasta que el contenido se agote, pero siempre manteniendo las superficies del recipiente y las tuberías frías.
- f) En fuegos de pequeñas cantidades de gas L.P., el polvo químico seco de los extintores es muy efectivo, así como el bióxido de carbono. El polvo químico o el bióxido de carbono debe ser dirigido directamente a la base del fuego o en su defecto al punto donde los vapores del gas L.P. descarguen.
- g) Si un tanque no se enfría suficientemente con agua, su presión interna aumenta. Esto se nota por el incremento del fuego o por el aumento del sonido propio del fuego. Si esto acontece y las válvulas de seguridad del recipiente se abren con más frecuencia, es aconsejable retirarse del área del fuego.
- h) Cuando no hay suficiente agua para mantener la superficie del metal de un recipiente fría y esta está expuesta al calor extremo, es posible que el tanque falle y se rompa, ya que el calor hace que se suavice el metal y no pueda resistir las presiones interiores del recipiente. Nunca en estos casos pretender disminuir la presión disparando con un arma para hacer perforaciones.
- i) En condiciones normales, nunca debe moverse un recipiente en fuego envuelto y como ya se mencionó, siempre deben protegerse las válvulas y las tuberías,

manteniendo las fugas en las áreas de vapor de los recipientes, así mismo tener extrema precaución en no dañar estas valvulas y tuberías.

RECOMENDACIONES GENERALES EN CASOS DE EMERGENCIA EN UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO.

Siempre que exista una fuerte fuga de gas ocasionada por la rotura de tuberías, mangueras, valvulas defectuosas o cualquier otro aditamento, tratar de seguir las siguientes reglas de seguridad:

- 1.- Suspender inmediatamente todas las actividades de la planta, interrumpiendo la corriente eléctrica. Excepto que el switch general no sea a prueba de explosión y el gas se encuentre invadiendo la zona.
- 2.- Hacer sonar la alarma.
- 3.- Parar de inmediato los motores de combustión interna.
- 4.- Cerrar todas las válvulas de tanques almacenadores y tuberías, dando prioridad a las que están cerca del lugar en que se encuentra el escape de gas.
- 5.- Atacar el problema únicamente las personas que están capacitadas para estos casos y que sepan exactamente lo que se debe hacer.
- 6.- Retirar del área de peligro a todas las personas que no participen en la maniobra.
- 7.- Tratar de no permanecer dentro del espacio invadido por la fuga de líquido más de dos minutos, procurando respirar lo menos posible para evitar asfixia.
- 8.- Utilizar guantes, anteojos y la ropa adecuada para estos

casos, para evitar quemaduras con el líquido que se está escapando.

- 9.- Tratar de reparar el desperfecto utilizando la herramienta adecuada.

A N E X O No. 6

PLAN PARA EVACUACION EN SITUACION DE EMERGENCIA PARA EL PERSONAL DE LA EMPRESA.

INTRODUCCION:

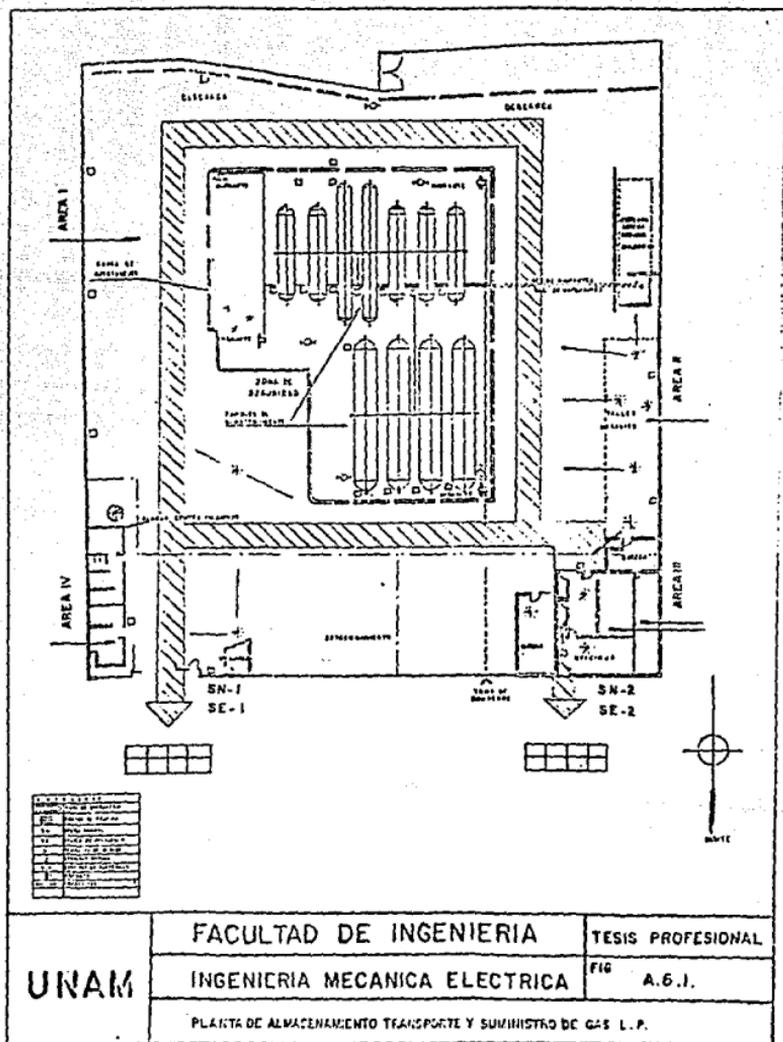
La efectividad de todo plan de evacuación se basa en la organización, integración y funcionamiento de los elementos de seguridad que deben coadyuvar al control y prevención de una situación de emergencia.

Dicho personal se agrupa en término genérico de brigada de "Emergencia" unidad encargada de poner en práctica el plan de evacuación de acuerdo a las siguientes fases:

- I.- Organización de la brigada.
- II.- Integración de los elementos de Seguridad.
- III.-Capacitación del Personal de Brigada.
- IV.- Desarrollo del Plan.
- V.- Plano General de la Planta.

I.- ORGANIZACION DE LA BRIGADA.

Partiendo de la distribución del personal en cada uno de los departamentos y áreas que constituyen la supuesta empresa de la fig. A.6.1, así como del flujo de las actividades y operaciones de la misma, se puede concluir la siguiente estructura de organización de la "Brigada de emergencia" para la supervisión y control del Plan de evacuación, en caso de presentarse una emergencia mayor en esta empresa.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

FIG A.6.1.

PLANTA DE ALMACENAMIENTO TRANSPORTE Y SUMINISTRO DE GAS L.P.

**ESTRUCTURA DE ORGANIZACIÓN DE LA
"BRIGADA DE EMERGENCIA"**

JEFE DE BRIGADA

**JEFE DE GRUPO PARA
CONTROLAR LA EMERGEN-
CIA AREAS I, II**

**JEFE DE GRUPO PARA
EVACUAR AL PERSONAL
AREAS III Y IV**

**AUXILIARES BRIGADA
CONTRA INCENDIO**

**AUXILIARES BRIGADA
CONTRA INCENDIO**

**AUXILIAR DE
PRIMEROS AUXILIOS**

**AUXILIAR DE
SALVAMENTO**

Con el objeto de identificar las áreas nos remitiremos al plano que indica la distribución de los Departamentos de la Empresa.

Estas áreas han sido seleccionadas en base a:

Las vías normales de acceso a los departamentos de la empresa, la distribución del equipo y número de trabajadores en los mismos.

El área I, corresponde al personal de planta ubicado al frente de la entrada de la Empresa, siendo planta baja y descubierta.

Esta área, también llamada zona crítica que es donde se encuentran los tanques de almacenamiento de gas L.P.

En esta área el número de trabajadores es de 6.

El Área II se ubica a la derecha del Área I, por donde se encuentra el acceso a la Empresa, y corresponde exclusivamente al área de estacionamiento.

El Área III incluye los Departamentos Administrativos, oficinas y Taller de Medidores ubicados a la derecha de la entrada principal a la Empresa.

Esta área cuenta con 35 trabajadores en total.

Finalmente el área IV incluye los Departamentos de Vigilancia y Cocina ubicados al lado derecho e izquierdo respectivamente del acceso principal a la Empresa.

Aquí laboran 7 personas.

La división de áreas propuestas para la empresa permite que el personal de Oficinas Administrativas desaloje su área de trabajo en forma ordenada en los 3 minutos de tiempo máximo que establece la legislación vigente y utilizando la salida normal de la Empresa; SN-2 (Ver fig. A.6.1).

Así mismo, para las áreas I, II y IV, el personal que labora en ellas puede desalojar la Empresa dentro de los tres minutos de tiempo utilizando la salida normal de la Empresa SN-1 (Ver fig. A.6.1).

La salida normal (SN-1) es la que corresponde a la de acceso de la planta.

La salida de emergencia SN-2 esta ubicada en el área II Oficinas Administrativas.

II.- INTEGRACION DE LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD.

Para seleccionar al personal que integra " La Brigada de Emergencia ", es necesario tener presente la calidad moral, preparación y conciencia de control y auxilio hacia los compañeros, son las características deseables a considerar en el personal de la brigada.

Con base en lo anterior se puede considerar que el cargo de " Jefe de Brigada ", puede asignarse al encargado de la planta, y los jefes de grupo de área pueden ser desempeñados por supervisores de la misma como sigue:

Jefe de grupo para controlar la emergencia áreas I y II:

Asignarse a una persona que reúna las características mencionadas de los Departamentos Administrativos.

Los cargos auxiliares de brigada contra incendio pueden ser asignados al personal de mantenimiento, y al

personal de oficinas. Cada jefe de grupo tiene bajo sus instrucciones como mínimo un auxiliar de brigada contra incendio. El cargo de auxiliar de salvamento puede ser asignado al vigilante en turno, que supervisa la entrada y salida de vehículos de la Cia. mientras que el cargo de auxiliar de primeros auxilios se tendría que asignar a una persona con conocimientos básicos de socorrismo. Estos dos últimos elementos de la brigada están bajo las ordenes del jefe de la misma.

III.- CAPACITACION DEL PERSONAL DE BRIGADA.

Una vez que ha sido realizada la selección del personal idóneo para integrar la " Brigada de Emergencia ", se requiere hacerles tomar conciencia sobre la importancia de estar preparados para afrontar una situación de emergencia. Esta preparación solo puede tenerla a través de la Capacitación en Seguridad.

Los conocimientos que deben incluirse en el programa de capacitación de la brigada son:

A.- Teorías.

Teorías de Incendios

Primeros Auxilios

Organización y Funcionamiento de las Brigadas

Teorías de Accidentes

B.- Prácticas

De Incendios

De Primeros Auxilios

De Apoyo y Coordinación en el Plan de Evacuación.

Las personas capacitadas de la brigada de emergencia, pueden a su vez transmitir los conocimientos de seguridad a las personas que controlan, obteniéndose de esta manera el efecto multiplicador en seguridad y confianza hacia todo el personal de la Empresa.

IV.- DESARROLLO DEL PLAN.

Una vez capacitados los integrantes de la "Brigada" se recomienda la formación de grupos de trabajo, de tal manera que cada jefe de grupo controle una cantidad de personas. Estos encargados de grupo dependerán del jefe de brigada.

Cada jefe de grupo deberá tener una relación del personal que controle que incluye los siguientes datos:

Tipo de sangre

Persona a quien se le puede avisar en caso de accidente

Domicilio

Telefonos de los familiares

Se recomienda que el jefe de la " Brigada " supervise cada area de trabajo, por lo menos una vez a la semana, para sugerir a los jefes de grupo, cuantos integrantes debe de haber en la brigada en base a las operaciones y actividades de los trabajadores y de acuerdo a la distribución del equipo de ese momento.

Así mismo se recomienda que se establezcan los puntos de coordinación en caso de emergencia real como:

- Detección del problema (Incendio, explosión, sismo, etc)
- A quienes se les avisa la detección del problema (directorio telefonico).
- Quien ordena la evacuación (en su caso)

Actitud que asumen los auxiliares de brigada en caso de no encontrarse los jefes de grupo.

- Rutas de evacuación
- Puntos de reunión
- Rutas a fuentes de Servicios

Una vez organizada la brigada por grupos de trabajo en las Areas, y establecidos los puntos de coordinación entre los jefes de grupo, lo que resta es poner en práctica el plan de evacuación, por medio de simulacros de emergencia.

Para este fin es necesario observar las siguientes etapas:

- Preparación

- Acción de Evacuación
- Control del personal en el área de reunión
- Establecimiento normal de labores

La fase de preparación tiene por finalidad que los jefes de grupo de las áreas integren a su personal, una vez que se les indico que cerraran sus escritorios cajas fuertes, casilleros, etc. y que desconectarán los equipos o la maquinaria a su cargo, respectivamente en oficina y planta.

Durante el proceso de evacuación deben cuidarse los siguientes aspectos:

- Que el personal camine en columna, pegados a las paredes inclusive cuando transiten por escaleras, a fin de facilitar el acceso al personal de auxilio y de la brigada que participe en las maniobras de control del siniestro.
- Que cada coordinador o responsable de grupo controle a su personal, supervisado por el jefe de brigada.
- Definir con anticipación quienes auxilian a las personas imposibilitadas.

Al arribar al área de reunión se debe continuar controlando al personal, pasando lista con las relaciones que previamente se han hecho.

LAS FUNCIONES QUE DEBE TENER LA BRIGADA DE EVACUACION DE ACUERDO A SUS AREAS SON:

AREAS No. I y II

Estas áreas corresponden a las zonas de seguridad de los tanques de almacenamiento y el taller mecánico. El personal deberá revisar periódicamente.

- 1.- Revisar las válvulas de seguridad en las líneas de tubería que conducen gas, así como las conexiones para evitar fugas de gas L.P.
- 2.- Las válvulas manuales y de exceso de flujo en cada una de

las tomas de carga y descarga de auto-tanques y autos de transporte.

3.- Las válvulas manuales de seguridad y de exceso de flujo en cada uno de los tanques de almacenamiento, auto-tanques y auto-transporte.

4.- Las instalaciones eléctricas, conexión a tierra de toda la maquinaria (bombas y compresoras); así como el buen funcionamiento de cada una de las bombas y compresores.

5.- La carga y buen funcionamiento de cada uno de los extintores manuales y de carretilla.

6.- La red y los hidrantes cada semana así como sus válvulas y mangueras.

7.- Las bombas hidráulicas y el nivel de agua de la cisterna.

8.- Las mangueras en cada una de las tomas y sus válvulas.

9.- Las mangueras y válvulas en cada uno de los autotanques y autotransportes así como las de seguridad.

10.- Las conexiones a tierra en tomas.

11.- Las conexiones a tierra de cada uno de los tanques.

12.- Los letreros de aviso de salida de emergencia.

13.- Los para rayos de la planta y en caso que no existan, ponerlos.

14.- Evitar el rozamiento de las herramientas de contacto con la maquinaria.

15.- La alarma y utilizar en caso de emergencia.

16.- Hacer simulacros de evacuación periódicamente de acuerdo a las indicaciones de la Gerencia.

EN CASO DE SINIESTRO DEBERAN ACTUAR DE LA FORMA SIGUIENTE:

1.- Hacer sonar la alarma.

2.- Cerrar las válvulas manuales en cada una de las tomas de carga y descarga de auto-tanque y auto-transporte.

3.- Cerrar las válvulas manuales en cada uno de los auto-tanques (pipas) y apagar motores.

4.- Apagar cualquier motor de combustión interna.

5.- Arrancar el sistema de riego por aspersión y sus respectivos hidrantes.

- 6.- Utilizar los extintores manuales y de carretilla.
- 7.- No permitir el paso del personal administrativo a esas áreas.
- 8.- Ayudar a las áreas III y IV para evacuar el personal.

AREAS III Y IV

- 1.- El acceso a las salidas normales y de emergencia que estén libres de obstáculos.
- 2.- Para la salida de emergencia correspondiente a las oficinas, deberá de existir una llave a la vista, cerca de la puerta.
- 3.- Los extintores que tengan la carga adecuada y se encuentren en condiciones de funcionamiento.
- 4.- El jefe de grupo de estas áreas debe tener una lista de todo el personal con los siguientes datos:
 - a).- Tipo de sangre del trabajador.
 - b).- Dirección.
 - c).- Persona a la que se le puede llamar en caso de accidente.
 - d).- Teléfono.
 - e).- Teléfono al que pertenece.
 - f).- Que no existan obstáculos en las rutas de evacuación.
 - g).- El vigilante debe tener una lista de teléfonos de las siguientes autoridades:
 - a).- Bomberos.
 - b).- Cruz roja y otras.
 - c).- Policía y tránsito.
 - d).- Gerente de la planta y demás jefes.
- 7.- Todas las oficinas y la cocina deben estar limpias.
- 8.- Que existan carteles, avisos en las paredes para señalar las rutas y salidas de emergencia.

EN CASO DE SINIESTRO SE DEBE HACER LO SIGUIENTE

- I.- Le corresponde al jefe de Brigada de las áreas III y IV supervisar que el personal de las oficinas administrativas evacuen el área por las rutas indicadas observando lo

siguiente:

a).- Caminar en columna, pegados a la pared inclusive cuando transiten por escaleras.

b).- No correr.

c).- Llevar sus cosas personales.

d).- En la calle reunirse para que se les pase lista.

e).- Le corresponde a la persona encargada de vigilancia, abrir la puerta de acceso y llamar a las autoridades siguientes:

a).- Gerente de la Planta.

b).- Bomberos.

c).- Cruz roja y otras.

d).- Policía y tránsito.

3.- También corresponde en su caso, hacer sonar la alarma al vigilante.

A NEXO No. 7.

CORRECCION DE VOLUMEN CONTRA PESO ESPECIFICO PARA GASES LICUADOS DE PETROLEO

Temperatura Observada C	PESOS ESPECIFICOS A 15.5°C															
	0.465	0.509	0.518	0.528	0.538	0.548	0.558	0.568	0.578	0.588	0.598	0.608	0.618	0.628	0.638	0.648
	0.504	0.514	0.524	0.534	0.544	0.554	0.564	0.574	0.584	0.594	0.604	0.614	0.624	0.634	0.644	0.654
FACTORES PARA CORRECCION DE VOLUMEN A 15.5°C																
-26.6	1.130	1.114	1.100	1.104	1.099	1.093	1.090	1.086	1.081	1.079	1.076	1.074	1.072	1.071	1.070	1.070
-26.5	1.118	1.113	1.106	1.102	1.096	1.091	1.086	1.082	1.077	1.075	1.073	1.071	1.070	1.069	1.069	1.069
-27.7	1.117	1.111	1.104	1.101	1.097	1.093	1.088	1.084	1.080	1.077	1.074	1.072	1.071	1.070	1.070	1.070
-27.1	1.115	1.110	1.103	1.100	1.096	1.092	1.087	1.083	1.079	1.076	1.074	1.072	1.071	1.070	1.070	1.070
-26.8	1.114	1.108	1.102	1.099	1.094	1.090	1.086	1.082	1.078	1.075	1.073	1.071	1.070	1.070	1.070	1.070
-26.3	1.112	1.107	1.100	1.097	1.093	1.088	1.084	1.080	1.077	1.074	1.072	1.071	1.070	1.070	1.070	1.070
-26.2	1.111	1.106	1.101	1.096	1.092	1.088	1.084	1.080	1.077	1.074	1.072	1.071	1.070	1.070	1.070	1.070
-26.0	1.109	1.104	1.099	1.094	1.090	1.086	1.082	1.078	1.075	1.072	1.070	1.069	1.069	1.069	1.069	1.069
-25.9	1.108	1.103	1.098	1.093	1.089	1.085	1.081	1.077	1.074	1.071	1.069	1.068	1.068	1.068	1.068	1.068
-25.8	1.106	1.101	1.096	1.091	1.087	1.083	1.079	1.075	1.072	1.069	1.067	1.066	1.066	1.066	1.066	1.066
-25.3	1.103	1.100	1.095	1.091	1.087	1.083	1.079	1.075	1.071	1.068	1.066	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065
-25.2	1.102	1.099	1.094	1.090	1.086	1.082	1.078	1.074	1.070	1.067	1.065	1.064	1.064	1.064	1.064	1.064
-25.1	1.101	1.098	1.093	1.089	1.085	1.081	1.077	1.073	1.069	1.066	1.064	1.063	1.063	1.063	1.063	1.063
-25.0	1.099	1.096	1.091	1.087	1.083	1.079	1.075	1.071	1.067	1.064	1.062	1.061	1.061	1.061	1.061	1.061
-25.5	1.096	1.094	1.089	1.085	1.081	1.077	1.073	1.069	1.065	1.062	1.060	1.059	1.059	1.059	1.059	1.059
-25.0	1.092	1.089	1.084	1.080	1.076	1.072	1.068	1.064	1.060	1.057	1.055	1.054	1.054	1.054	1.054	1.054
-24.5	1.089	1.086	1.081	1.077	1.073	1.069	1.065	1.061	1.057	1.054	1.052	1.051	1.051	1.051	1.051	1.051
-24.0	1.086	1.083	1.078	1.074	1.070	1.066	1.062	1.058	1.054	1.051	1.049	1.048	1.048	1.048	1.048	1.048
-23.5	1.083	1.080	1.075	1.071	1.067	1.063	1.059	1.055	1.051	1.048	1.046	1.045	1.045	1.045	1.045	1.045
-23.0	1.080	1.077	1.072	1.068	1.064	1.060	1.056	1.052	1.048	1.045	1.043	1.042	1.042	1.042	1.042	1.042
-22.5	1.077	1.074	1.069	1.065	1.061	1.057	1.053	1.049	1.045	1.042	1.040	1.039	1.039	1.039	1.039	1.039
-22.0	1.074	1.071	1.066	1.062	1.058	1.054	1.050	1.046	1.042	1.039	1.037	1.036	1.036	1.036	1.036	1.036
-21.5	1.071	1.068	1.063	1.059	1.055	1.051	1.047	1.043	1.039	1.036	1.034	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033
-21.0	1.068	1.065	1.060	1.056	1.052	1.048	1.044	1.040	1.036	1.033	1.031	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030
-20.5	1.065	1.062	1.057	1.053	1.049	1.045	1.041	1.037	1.033	1.030	1.028	1.027	1.027	1.027	1.027	1.027
-20.0	1.062	1.059	1.054	1.050	1.046	1.042	1.038	1.034	1.030	1.027	1.025	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024
-19.5	1.059	1.056	1.051	1.047	1.043	1.039	1.035	1.031	1.027	1.024	1.022	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021
-19.0	1.056	1.053	1.048	1.044	1.040	1.036	1.032	1.028	1.024	1.021	1.019	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018
-18.5	1.053	1.050	1.045	1.041	1.037	1.033	1.029	1.025	1.021	1.018	1.016	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
-18.0	1.050	1.047	1.042	1.038	1.034	1.030	1.026	1.022	1.018	1.015	1.013	1.012	1.012	1.012	1.012	1.012
-17.5	1.047	1.044	1.039	1.035	1.031	1.027	1.023	1.019	1.015	1.012	1.010	1.009	1.009	1.009	1.009	1.009
-17.0	1.044	1.041	1.036	1.032	1.028	1.024	1.020	1.016	1.012	1.009	1.007	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006
-16.5	1.041	1.038	1.033	1.029	1.025	1.021	1.017	1.013	1.009	1.006	1.004	1.003	1.003	1.003	1.003	1.003
-16.0	1.038	1.035	1.030	1.026	1.022	1.018	1.014	1.010	1.006	1.003	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
-15.5	1.035	1.032	1.027	1.023	1.019	1.015	1.011	1.007	1.003	1.000	0.998	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997
-15.0	1.032	1.029	1.024	1.020	1.016	1.012	1.008	1.004	1.000	0.997	0.995	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994
-14.5	1.029	1.026	1.021	1.017	1.013	1.009	1.005	1.001	0.997	0.994	0.992	0.991	0.991	0.991	0.991	0.991
-14.0	1.026	1.023	1.018	1.014	1.010	1.006	1.002	0.998	0.994	0.991	0.989	0.988	0.988	0.988	0.988	0.988
-13.5	1.023	1.020	1.015	1.011	1.007	1.003	0.999	0.995	0.991	0.988	0.986	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985
-13.0	1.020	1.017	1.012	1.008	1.004	1.000	0.996	0.992	0.988	0.985	0.983	0.982	0.982	0.982	0.982	0.982
-12.5	1.017	1.014	1.009	1.005	1.001	0.997	0.993	0.989	0.985	0.982	0.980	0.979	0.979	0.979	0.979	0.979
-12.0	1.014	1.011	1.006	1.002	0.998	0.994	0.990	0.986	0.982	0.979	0.977	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976
-11.5	1.011	1.008	1.003	0.999	0.995	0.991	0.987	0.983	0.979	0.976	0.974	0.973	0.973	0.973	0.973	0.973
-11.0	1.008	1.005	1.000	0.996	0.992	0.988	0.984	0.980	0.976	0.973	0.971	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970
-10.5	1.005	1.002	0.997	0.993	0.989	0.985	0.981	0.977	0.973	0.970	0.968	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967
-10.0	1.002	0.999	0.994	0.990	0.986	0.982	0.978	0.974	0.970	0.967	0.965	0.964	0.964	0.964	0.964	0.964
-9.5	0.999	0.996	0.991	0.987	0.983	0.979	0.975	0.971	0.967	0.964	0.962	0.961	0.961	0.961	0.961	0.961
-9.0	0.996	0.993	0.988	0.984	0.980	0.976	0.972	0.968	0.964	0.961	0.959	0.958	0.958	0.958	0.958	0.958
-8.5	0.993	0.990	0.985	0.981	0.977	0.973	0.969	0.965	0.961	0.958	0.956	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955
-8.0	0.990	0.987	0.982	0.978	0.974	0.970	0.966	0.962	0.958	0.955	0.953	0.952	0.952	0.952	0.952	0.952
-7.5	0.987	0.984	0.979	0.975	0.971	0.967	0.963	0.959	0.955	0.952	0.950	0.949	0.949	0.949	0.949	0.949
-7.0	0.984	0.981	0.976	0.972	0.968	0.964	0.960	0.956	0.952	0.949	0.947	0.946	0.946	0.946	0.946	0.946
-6.5	0.981	0.978	0.973	0.969	0.965	0.961	0.957	0.953	0.949	0.946	0.944	0.943	0.943	0.943	0.943	0.943
-6.0	0.978	0.975	0.970	0.966	0.962	0.958	0.954	0.950	0.946	0.943	0.941	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940
-5.5	0.975	0.972	0.967	0.963	0.959	0.955	0.951	0.947	0.943	0.940	0.938	0.937	0.937	0.937	0.937	0.937
-5.0	0.972	0.969	0.964	0.960	0.956	0.952	0.948	0.944	0.940	0.937	0.935	0.934	0.934	0.934	0.934	0.934
-4.5	0.969	0.966	0.961	0.957	0.953	0.949	0.945	0.941	0.937	0.934	0.932	0.931	0.931	0.931	0.931	0.931
-4.0	0.966	0.963	0.958	0.954	0.950	0.946	0.942	0.938	0.934	0.931	0.929	0.928	0.928	0.928	0.928	0.928
-3.5	0.963	0.960	0.955	0.951	0.947	0.943	0.939	0.935	0.931	0.928	0.926	0.925	0.925	0.925	0.925	0.925
-3.0	0.960	0.957	0.952	0.948	0.944	0.940	0.936	0.932	0.928	0.925	0.923	0.922	0.922	0.922	0.922	0.922
-2.5	0.957	0.954	0.949	0.945	0.941	0.937	0.933	0.929	0.925	0.922	0.920	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919
-2.0	0.954	0.951	0.946	0.942	0.938	0.934	0.930	0.926	0.922	0.919	0.917	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916
-1.5	0.951	0.948	0.943	0.939	0.935	0.931	0.927	0.923	0.919	0.916	0.914	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913
-1.0	0.948	0.945	0.940	0.936	0.932	0.928	0.924	0.920	0.916	0.913	0.911	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910
-0.5	0.945	0.942	0.937	0.933	0.929	0.925	0.921	0.917	0.913	0.910	0.908	0.907	0.907	0.907	0.907	0.907
0.0	0.942	0.939	0.934	0.930	0.926	0.922	0.918	0.914	0.910	0.907	0.905	0.904	0.904	0.904	0.904	0.904
0.5	0.939	0.936	0.931	0.927	0.923	0.919	0.915	0.911	0.907	0.904	0.902	0.901	0.901	0.901	0.901	0.901
1.0	0.936	0.933	0.928	0.924	0.920	0.916	0.912	0.908	0.904	0.901	0.899	0.898	0.898	0.898	0.898	0.898

ANEXO No. 7-A

Temperatura de la columna de volumen °C	PESO ESPECIFICO																			
	0.488	0.508	0.518	0.529	0.539	0.548	0.553	0.563	0.573	0.583	0.593	0.604	0.614	0.619	0.629	0.639	0.648	0.648	0.648	
	0.504	0.514	0.524	0.534	0.544	0.554	0.564	0.574	0.584	0.594	0.604	0.614	0.624	0.634	0.644	0.644	0.644	0.644	0.644	
FACTORES PARA CORRECCION DE VOLUMEN A 15.5°C																				
10.0	1.011	1.018	1.025	1.034	1.043	1.053	1.062	1.071	1.081	1.091	1.101	1.110	1.119	1.128	1.138	1.148	1.158	1.168	1.178	
10.2	1.013	1.020	1.027	1.036	1.045	1.055	1.064	1.074	1.084	1.094	1.104	1.113	1.123	1.133	1.143	1.153	1.163	1.173	1.183	
10.4	1.015	1.022	1.029	1.038	1.047	1.057	1.066	1.076	1.086	1.096	1.106	1.115	1.125	1.135	1.145	1.155	1.165	1.175	1.185	
10.6	1.017	1.024	1.031	1.040	1.049	1.059	1.068	1.078	1.088	1.098	1.108	1.117	1.127	1.137	1.147	1.157	1.167	1.177	1.187	
10.8	1.019	1.026	1.033	1.042	1.051	1.061	1.070	1.080	1.090	1.100	1.110	1.119	1.129	1.139	1.149	1.159	1.169	1.179	1.189	
11.0	1.021	1.028	1.035	1.044	1.053	1.063	1.072	1.082	1.092	1.102	1.112	1.121	1.131	1.141	1.151	1.161	1.171	1.181	1.191	
11.2	1.023	1.030	1.037	1.046	1.055	1.065	1.074	1.084	1.094	1.104	1.114	1.123	1.133	1.143	1.153	1.163	1.173	1.183	1.193	
11.4	1.025	1.032	1.039	1.048	1.057	1.067	1.076	1.086	1.096	1.106	1.116	1.125	1.135	1.145	1.155	1.165	1.175	1.185	1.195	
11.6	1.027	1.034	1.041	1.050	1.059	1.069	1.078	1.088	1.098	1.108	1.118	1.127	1.137	1.147	1.157	1.167	1.177	1.187	1.197	
11.8	1.029	1.036	1.043	1.052	1.061	1.071	1.080	1.090	1.100	1.110	1.120	1.129	1.139	1.149	1.159	1.169	1.179	1.189	1.199	
12.0	1.031	1.038	1.045	1.054	1.063	1.073	1.082	1.092	1.102	1.112	1.122	1.131	1.141	1.151	1.161	1.171	1.181	1.191	1.201	
12.2	1.033	1.040	1.047	1.056	1.065	1.075	1.084	1.094	1.104	1.114	1.124	1.133	1.143	1.153	1.163	1.173	1.183	1.193	1.203	
12.4	1.035	1.042	1.049	1.058	1.067	1.077	1.086	1.096	1.106	1.116	1.126	1.135	1.145	1.155	1.165	1.175	1.185	1.195	1.205	
12.6	1.037	1.044	1.051	1.060	1.069	1.079	1.088	1.098	1.108	1.118	1.128	1.137	1.147	1.157	1.167	1.177	1.187	1.197	1.207	
12.8	1.039	1.046	1.053	1.062	1.071	1.081	1.090	1.100	1.110	1.120	1.130	1.139	1.149	1.159	1.169	1.179	1.189	1.199	1.209	
13.0	1.041	1.048	1.055	1.064	1.073	1.083	1.092	1.102	1.112	1.122	1.132	1.141	1.151	1.161	1.171	1.181	1.191	1.201	1.211	
13.2	1.043	1.050	1.057	1.066	1.075	1.085	1.094	1.104	1.114	1.124	1.134	1.143	1.153	1.163	1.173	1.183	1.193	1.203	1.213	
13.4	1.045	1.052	1.059	1.068	1.077	1.087	1.096	1.106	1.116	1.126	1.136	1.145	1.155	1.165	1.175	1.185	1.195	1.205	1.215	
13.6	1.047	1.054	1.061	1.070	1.079	1.089	1.098	1.108	1.118	1.128	1.138	1.147	1.157	1.167	1.177	1.187	1.197	1.207	1.217	
13.8	1.049	1.056	1.063	1.072	1.081	1.091	1.100	1.110	1.120	1.130	1.140	1.149	1.159	1.169	1.179	1.189	1.199	1.209	1.219	
14.0	1.051	1.058	1.065	1.074	1.083	1.093	1.102	1.112	1.122	1.132	1.142	1.151	1.161	1.171	1.181	1.191	1.201	1.211	1.221	
14.2	1.053	1.060	1.067	1.076	1.085	1.095	1.104	1.114	1.124	1.134	1.144	1.153	1.163	1.173	1.183	1.193	1.203	1.213	1.223	
14.4	1.055	1.062	1.069	1.078	1.087	1.097	1.106	1.116	1.126	1.136	1.146	1.155	1.165	1.175	1.185	1.195	1.205	1.215	1.225	
14.6	1.057	1.064	1.071	1.080	1.089	1.099	1.108	1.118	1.128	1.138	1.148	1.157	1.167	1.177	1.187	1.197	1.207	1.217	1.227	
14.8	1.059	1.066	1.073	1.082	1.091	1.101	1.110	1.120	1.130	1.140	1.150	1.159	1.169	1.179	1.189	1.199	1.209	1.219	1.229	
15.0	1.061	1.068	1.075	1.084	1.093	1.103	1.112	1.122	1.132	1.142	1.152	1.161	1.171	1.181	1.191	1.201	1.211	1.221	1.231	
15.2	1.063	1.070	1.077	1.086	1.095	1.105	1.114	1.124	1.134	1.144	1.154	1.163	1.173	1.183	1.193	1.203	1.213	1.223	1.233	
15.4	1.065	1.072	1.079	1.088	1.097	1.107	1.116	1.126	1.136	1.146	1.156	1.165	1.175	1.185	1.195	1.205	1.215	1.225	1.235	
15.6	1.067	1.074	1.081	1.090	1.099	1.109	1.118	1.128	1.138	1.148	1.158	1.167	1.177	1.187	1.197	1.207	1.217	1.227	1.237	
15.8	1.069	1.076	1.083	1.092	1.101	1.111	1.120	1.130	1.140	1.150	1.160	1.169	1.179	1.189	1.199	1.209	1.219	1.229	1.239	
16.0	1.071	1.078	1.085	1.094	1.103	1.113	1.122	1.132	1.142	1.152	1.162	1.171	1.181	1.191	1.201	1.211	1.221	1.231	1.241	
16.2	1.073	1.080	1.087	1.096	1.105	1.115	1.124	1.134	1.144	1.154	1.164	1.173	1.183	1.193	1.203	1.213	1.223	1.233	1.243	
16.4	1.075	1.082	1.089	1.098	1.107	1.117	1.126	1.136	1.146	1.156	1.166	1.175	1.185	1.195	1.205	1.215	1.225	1.235	1.245	
16.6	1.077	1.084	1.091	1.100	1.109	1.119	1.128	1.138	1.148	1.158	1.168	1.177	1.187	1.197	1.207	1.217	1.227	1.237	1.247	
16.8	1.079	1.086	1.093	1.102	1.111	1.121	1.130	1.140	1.150	1.160	1.170	1.179	1.189	1.199	1.209	1.219	1.229	1.239	1.249	
17.0	1.081	1.088	1.095	1.104	1.113	1.123	1.132	1.142	1.152	1.162	1.172	1.181	1.191	1.201	1.211	1.221	1.231	1.241	1.251	
17.2	1.083	1.090	1.097	1.106	1.115	1.125	1.134	1.144	1.154	1.164	1.174	1.183	1.193	1.203	1.213	1.223	1.233	1.243	1.253	
17.4	1.085	1.092	1.099	1.108	1.117	1.127	1.136	1.146	1.156	1.166	1.176	1.185	1.195	1.205	1.215	1.225	1.235	1.245	1.255	
17.6	1.087	1.094	1.101	1.110	1.119	1.129	1.138	1.148	1.158	1.168	1.178	1.187	1.197	1.207	1.217	1.227	1.237	1.247	1.257	
17.8	1.089	1.096	1.103	1.112	1.121	1.131	1.140	1.150	1.160	1.170	1.180	1.189	1.199	1.209	1.219	1.229	1.239	1.249	1.259	
18.0	1.091	1.098	1.105	1.114	1.123	1.133	1.142	1.152	1.162	1.172	1.182	1.191	1.201	1.211	1.221	1.231	1.241	1.251	1.261	
18.2	1.093	1.100	1.107	1.116	1.125	1.135	1.144	1.154	1.164	1.174	1.184	1.193	1.203	1.213	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	
18.4	1.095	1.102	1.109	1.118	1.127	1.137	1.146	1.156	1.166	1.176	1.186	1.195	1.205	1.215	1.225	1.235	1.245	1.255	1.265	
18.6	1.097	1.104	1.111	1.120	1.129	1.139	1.148	1.158	1.168	1.178	1.188	1.197	1.207	1.217	1.227	1.237	1.247	1.257	1.267	
18.8	1.099	1.106	1.113	1.122	1.131	1.141	1.150	1.160	1.170	1.180	1.190	1.199	1.209	1.219	1.229	1.239	1.249	1.259	1.269	
19.0	1.101	1.108	1.115	1.124	1.133	1.143	1.152	1.162	1.172	1.182	1.192	1.201	1.211	1.221	1.231	1.241	1.251	1.261	1.271	
19.2	1.103	1.110	1.117	1.126	1.135	1.145	1.154	1.164	1.174	1.184	1.194	1.203	1.213	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	
19.4	1.105	1.112	1.119	1.128	1.137	1.147	1.156	1.166	1.176	1.186	1.196	1.205	1.215	1.225	1.235	1.245	1.255	1.265	1.275	
19.6	1.107	1.114	1.121	1.130	1.139	1.149	1.158	1.168	1.178	1.188	1.198	1.207	1.217	1.227	1.237	1.247	1.257	1.267	1.277	
19.8	1.109	1.116	1.123	1.132	1.141	1.151	1.160	1.170	1.180	1.190	1.200	1.209	1.219	1.229	1.239	1.249	1.259	1.269	1.279	
20.0	1.111	1.118	1.125	1.134	1.143	1.153	1.162	1.172	1.182	1.192	1.202	1.211	1.221	1.231	1.241	1.251	1.261	1.271	1.281	
20.2	1.113	1.120	1.127	1.136	1.145	1.155	1.164	1.174	1.184	1.194	1.204	1.213	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	
20.4	1.115	1.122	1.129	1.138	1.147	1.157	1.166	1.176	1.186	1.196	1.206	1.215	1.225	1.235	1.245	1.255	1.265	1.275	1.285	
20.6	1.117	1.124	1.131	1.140	1.149	1.159	1.168	1.178	1.188	1.198	1.208	1.217	1.227	1.237	1.247	1.257	1.267	1.277	1.287	
20.8	1.119	1.126	1.133	1.142	1.151	1.161	1.170	1.180	1.190	1.200	1.210	1.219	1.229	1.239	1.249	1.259	1.269	1.279	1.289	
21.0	1.121	1.128	1.135	1.144	1.153	1.163	1.172	1.182	1.192	1.202	1.212	1.221	1.231	1.241	1.251	1.261	1.271	1.281	1.291	
21.2	1.123	1.130	1.137	1.146	1.155	1.165	1.174	1.184	1.194	1.204	1.214	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	1.293	
21.4	1.125	1.132	1.139	1.148	1.157	1.167	1.176	1.186	1.196	1.206	1.216	1.225	1.235	1.245	1.255	1.265	1.27			

A NEXO Na 8.

CORRECCION DEL PESO ESPECIFICO A 15.5°C PARA GAS L.P.

Temperatura Observada °C	PESO ESPECIFICO OBSERVADO													
	0.00	0.06	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20
	PESO ESPECIFICO REAL													
1.1														
0.5														
0.0														
-0.4														
-1.1														
1.6														
2.3														
3.0														
3.8														
4.4														
5.2														
6.1														
7.0														
7.7														
8.5														
9.2														
10.0														
10.8														
11.6														
12.3														
12.7														
13.3														
13.8														
14.4														
15.0														
15.5														
16.1														
16.6														
17.2														
17.7														
18.3														
18.8														
19.4														
20.0														
20.5														
21.1														
21.6														
22.2														
22.7														
23.3														
23.8														
24.4														
25.0														
25.5														
26.0														
26.8														
27.2														
27.7														
28.3														
28.8														
29.4														
29.9														
30.5														
31.1														
31.6														
32.2														

ANEXO No. 9.

LEYES DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DE LOS AÑOS 1970 Y 1971

EMPRESA INERA

ENCUESTA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DE LOS AÑOS 1970 Y 1971

✓ Escoger la opción del Menú deseado y acreditar "E" "S" "N"

Aparecerá el nombre del archivo, solo hay que dar en día anterior
en número para capturar los datos del día.

10	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
11	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
12	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
13	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
14	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
15	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
16	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
17	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
18	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
19	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
20	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
21	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
22	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
23	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
24	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
25	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
26	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
27	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
28	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
29	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
30	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
31	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
32	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
33	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
34	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
35	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
36	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
37	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
38	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
39	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
40	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
41	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
42	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
43	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
44	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
45	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
46	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
47	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
48	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
49	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si
50	Acciones	El sistema de bases de datos	No	Si

FEDA :

NO	Capturar	Pres	Salvar	Imprimir	Borrar	Terminar
/smenu"	Capturar	Capturar los Sprac en disco	Imprimir los reborar los	SaldoSalir del Lotus 1-2-3.		
	/wt:Home)/wt:Choe)	/fscd(?)")": /ppcr	/reCALD5"	/c		
	(goto)4"	(goto)4"	(c)ic)	salvacen"	/smenu"	
	/wt:(goto)4wt)	/fscdGENF(")(?)	app)			
	(?)down)((down)(goto)(/smenu"down)	/smenu"				
	(down)(?)((?)down)(?)down)					
	(goto)6)1"	(down)(?)down)((?)				
	(?)down)((wt:Home)/smenu"?)down)(?)down)					
	(?)down)(?)down)(?)down)(?)down)(?)down)					
	(?)					
	/wt:Choe)					
	/smenu"					

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alonso Marcelo; Virgilio Acosta
Introducción a la física.
Cultural Colombiana.
- 2.- American National Standard.
Panfletos de National Fire Protection Association
Edición 1969.
- 3.- Campbell Richard T.
Revistas Butane-Propane News.
Butane-Propane News, Inc.
- 4.- Clifford Earle, B.S.
A practical guide to L.P. Gas Utilization.
A Moore Gas Publication.
- 5.- Corken Pump. Company Inc.
Catalogos
Dover Corporation.
Blackmer Pump. Division.
L.P. Gas Equipment Rego.
- 6.- Deutsch Irving
Tecnología del Gas.
Ed. Blume.
- 7.- Devore G. y Muñoz Mena E.
Química Orgánica.
Publicaciones Cultural.
- 8.- Diarios Oficiales.
Disposiciones sobre Gas L.P.
Ed. Andrade S.A.
- 9.- Dirección General de Normas de la SECOFI.
Norma Oficial Mexicana (NOM).
- 10.- Morales Galindo Vicente.
Manual de Gas L.P.
Asociación Nat. Distribuidores de Gas Licuado y Empresas
Conexas. A.C.
- 11.- Morales Galindo Vicente.
Revista Técnica Gas L.P.
Asociación Nacional de Distribuidores de Gas Licuado.
- 12.- Mosqueira S. Ing.
Física Moderna.
Ed. Patria.

- 13.-Murthy S. K., Nathan S. S.
Química Orgánica Simplificada.
Cía. General de Ediciones S.A.
- 14.-Niebel Benjamin W.
Ingeniería Industrial.
Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.
- 15.-Raymond Eller Kirk.
Tecnología Química.
Tomo 15.
- 16.-Zane Chastain, Editor.
Revistas L.P.-Gas.
A Harcourt Brace Jovanovich Publication.