

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**MANUAL DE SEGURIDAD PARA PLANTAS ENVASADORAS DE GLP**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**JOSÉ WILIAM SOLÓRZANO MAURICIO**

**PROMOCIÓN 2007-II**

**LIMA – PERU**

**2011**

**DEDICATORIA:**

*A mis padres Gregoria y Carpio,  
a mi hermana Patricia y a todos  
aquellos que apoyaron y  
apoyan mi formación  
profesional.*

**TABLA DE CONTENIDO**

PROLOGO.....	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVO.....	5
1.2.1 Objetivo general .....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 LIMITACIONES.....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPITULO II	
GENERALIDADES DEL GLP Y PLANTAS ENVASADORAS.....	7
2.1 DEFINICIONES.....	7
2.2 MODOS DE PRODUCCIÓN.....	12
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL GLP.....	14
2.4 PROPIEDADES FÍSICAS DEL GLP.....	15
2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES EN UNA PLANTA ENVASADORA	

2.5.1	Operaciones de Recepción y Despacho de GLP.....	16	
2.5.2	Operación de envasado en cilindros (balones).....	18	
2.6	PLANTAS ENVASADORAS EN EL PERU.....	20	
CAPÍTULO III			
RIESGOS Y APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD.....			21
3.1	RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL GLP.....	21	
3.1.1	Riesgos a la salud por exposición.....	21	
3.1.2	Riesgos de incendio y explosión.....	22	
3.1.2.1	Incendios.....	22	
3.1.2.2	Incendio de un chorro de gas.....	23	
3.1.2.3	Incendio de una nube de gas.....	23	
3.1.2.4	Explosiones.....	23	
3.1.2.5	Explosión de vapor confinado.....	24	
3.1.2.6	Explosión de nube de vapor no confinado.....	24	
3.1.2.7	Explosión de líquido hirviendo en expansión vaporosa (BLEVE).....	24	
3.2	REGLAMENTOS Y NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES.....	25	
3.3	INCUMPLIMIENTOS MÁS COMUNES A LOS REGLAMENTOS Y NORMAS DE SEGURIDAD.....	26	

## CAPÍTULO IV

MANUAL DE SEGURIDAD.....	27
4.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	27
4.2 SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES CON GLP.....	27
4.2.1 Implementos de seguridad básicos para el personal.....	27
4.2.2 Operaciones de transferencia de GLP entre tanques y de tanques a cilindros.....	28
4.3 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS DE GLP.....	32
4.3.1 Tanques.....	32
4.3.1.1 Diseño.....	32
4.3.1.1.1 Presión de vapor máxima.....	33
4.3.1.1.2 Presión de diseño.....	33
4.3.1.1.3 Temperaturas de diseño.....	33
4.3.1.1.4 Esfuerzos máximos permisibles.....	34
4.3.1.1.5 Radiografiado.....	36
4.3.1.1.6 Espesores mínimos requeridos.....	36

4.3.1.1.7	Tolerancia a la corrosión.....	39
4.3.1.1.8	Información requerida en las placas.....	40
4.3.1.2	Inspección.....	41
4.3.1.2.1	Vida remanente del tanque.....	42
4.3.1.3	Ubicación de tanques.....	44
4.3.1.4	Ubicación del punto de transferencia que está fuera del tanque.....	45
4.3.1.5	Instalación de tanques.....	46
4.3.1.5.1	Instalación de tanques en superficie.....	47
4.3.1.5.2	Instalación de tanques enterrados.....	48
4.3.1.5.3	Instalación de tanques monticulados.....	48
4.3.1.6	Válvulas de seguridad o de alivio de presión.....	49
4.3.1.6.1	Inicio de apertura y Flujo nominal mínimo.....	49
4.3.1.6.2	Instalación de válvulas de seguridad.....	52
4.3.1.6.3	Inspección de válvulas de seguridad.....	53
4.3.1.7	Manómetro.....	54
4.3.1.8	Medidores del nivel de líquido.....	54
4.3.1.9	Válvulas y accesorios.....	55

4.3.2	Tuberías, accesorios y válvulas.....	58
4.3.2.1	Instalación de tuberías y accesorios.....	60
4.3.3	Válvulas de Exceso de Flujo.....	62
4.3.3.1	Funcionamiento.....	62
4.3.3.2	Limitaciones o causas de falla.....	63
4.3.4	Válvulas Internas.....	64
4.3.4.1	Funcionamiento.....	65
4.3.4.2	Instalación de válvulas internas.....	67
4.3.5	Válvulas de cierre de emergencia.....	67
4.3.6	Válvulas de alivio de presión hidrostática.....	69
4.3.7	Mangueras.....	70
4.3.8	Bombas y compresores.....	71
4.3.8.1	Bombas.....	71
4.3.8.2	Compresores.....	74
4.3.8.3	Instalación de bombas y compresores.....	75
4.3.9	Instalación de equipos eléctricos.....	75
4.3.10	Plataforma de llenado de cilindros.....	76

4.3.11	Requisitos adicionales para Plantas Envasadoras.....	77
4.4	SEGURIDAD CONTRA INCENDIO.....	79
4.4.1	Almacenamiento de agua.....	80
4.4.2	Instalación de sistema de agua contra incendio.....	80
4.4.3	Extintores.....	82
4.4.3.1	Tipos de incendio.....	83
4.4.3.2	Rating o capacidad de extinción.....	83
4.4.3.3	Selección.....	85
4.4.3.4	Ubicación.....	86
4.4.4	Detectores y explosímetros.....	87
4.4.5	Brigada contra incendio.....	87
CAPÍTULO V		
	RESULTADOS.....	89
5.1	Ejemplo de Comprobación del espesor mínimo requerido para un tanque ASME.....	89
5.2	Comprobación de la capacidad de descarga o flujo mínimo de la válvula de seguridad de un tanque ASME.....	91



5.3	Cálculo de la capacidad mínima de almacenamiento de agua para el sistema de agua contra incendio.....	92
	CONCLUSIONES.....	96
	RECOMENDACIONES.....	98
	BIBLIOGRAFÍA.....	100

## ANEXOS

- ANEXO 1: CÁLCULO DEL VOLUMEN MÁXIMO DE GLP LÍQUIDO EN UN TANQUE
- ANEXO 2: COLORES PATRONES UTILIZADOS EN SEÑALES Y COLORES DE SEGURIDAD
- ANEXO 3: COLORES DE CONTRASTE
- ANEXO 4: COLORES DE IDENTIFICACIÓN BÁSICOS PARA TUBERÍAS
- ANEXO 5: CLASIFICACIÓN DE ÁREAS ELÉCTRICAS
- ANEXO 6: SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE EXTINTORES PARA FUEGOS DE CLASE A
- ANEXO 7: REQUERIMIENTO DE SISTEMA PUESTA A TIERRA EN PLANTAS ENVASADORAS
- ANEXO 8: PROTECCIÓN CATÓDICA
- ANEXO 9: CÁLCULO PARA FLUJO DE GLP LÍQUIDO

## ANEXO 10: CATÁLOGOS

## PRÓLOGO

El presente informe tiene como finalidad principal elaborar un Manual de seguridad para plantas envasadoras de GLP, de tal manera que sirva como apoyo técnico para el trabajo de supervisores de seguridad en las plantas envasadoras de GLP que se encuentren funcionando. También será de utilidad para bomberos, compañías de seguros y autoridades locales.

El GLP es un gas altamente inflamable y su uso en la industria y el comercio es de alto riesgo, por lo que es necesario conocer los requerimientos mínimos de seguridad.

El primer capítulo, la introducción, buscará resaltar la importancia y presentar la justificación de la elaboración del Manual de seguridad para plantas envasadoras de GLP, describiendo además los alcances y limitaciones del mismo, así como sus objetivos.

El segundo capítulo describe las generalidades del GLP como la producción y propiedades del GLP, y contiene algunas definiciones de los términos que se usarán en el Manual. También describe brevemente las operaciones y presenta un cuadro estadístico del número de plantas envasadoras de GLP por departamento en el Perú.

El tercer capítulo, busca describir los principales riesgos del uso del GLP que afectan a la seguridad de la planta y a las personas que laboran en ella. Se enumeran los reglamentos de seguridad aplicables y se describen algunos incumplimientos a los reglamentos de seguridad más comúnmente encontrados en plantas envasadoras.

En el cuarto capítulo se elabora el Manual de seguridad utilizando como base los requisitos de los reglamentos y normas descritos en el capítulo anterior. El Manual describe los requisitos de seguridad con que las instalaciones de equipos y sistemas de GLP, en una planta envasadora, deben cumplir.

Finalmente, como resultados se presentan ejemplos de cálculos que ayudarán a afianzar algunos conceptos mencionados en el Manual.

En el mercado del GLP a nivel nacional se trabaja en su mayoría con unidades del sistema inglés. Además las normas técnicas de seguridad indican casi siempre las magnitudes físicas en el sistema inglés cerrando entre paréntesis su valor aproximado en el sistema internacional (S.I) y en ciertas ocasiones sólo indican las unidades en el sistema inglés.

Por lo descrito en el párrafo anterior, y porque es parte de la finalidad del presente informe que el lector se familiarice con el uso de las normas y reglamentos de seguridad de GLP, se utilizará el sistema de unidades más empleado en cada caso, que es en su mayoría el sistema inglés.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

El Gas Licuado de Petróleo, llamado también GLP, usualmente está compuesto de propano, butano, polipropileno y butileno o mezcla de los mismos en diferentes proporciones que, combinadas con el oxígeno en determinados porcentajes, forman una mezcla inflamable.

Este hidrocarburo a condición normal de presión y temperatura, se encuentra en estado gaseoso. Se almacena en estado líquido en tanques a presión para su almacenamiento y posterior comercialización. Para obtener GLP líquido o licuarlo a temperatura ambiente debe ser sometido a presión moderada (aproximadamente entre 80 a 120 psi).

En la actualidad, el GLP en el Perú es obtenido de las refinerías de petróleo o en plantas de fraccionamiento de líquidos del Gas Natural y, en otros casos es importado. Es transportado por camiones cisterna hacia las Plantas

Envasadoras en donde se realiza el envasado de los cilindros (o balones) de GLP, para luego ser distribuidos al consumo residencial; a su vez, este combustible es comercializado y transportado a granel a través de camiones tanque a otros tipos de instalaciones de GLP como Establecimientos de Gas Licuado de Petróleo para uso Automotor - Gasocentros, Consumidores Directos (comercios, industrias, etc.) o Redes de Distribución (edificios residenciales, condominios, etc.) que almacenan el GLP en recipientes a presión.

Es importante que todas las plantas envasadoras de GLP cumplan con los requisitos técnicos de seguridad según lo exige la normativa emitida por el Ministerio de Energía y Minas y lo recomendado por las normas técnicas nacionales e internacionales. El no cumplir con las normas genera un peligro para la propia instalación, los trabajadores de la planta, y la comunidad. El GLP es un producto altamente inflamable y las consecuencias por una inadecuada manipulación y/o almacenamiento pueden generar accidentes como incendios o explosiones de considerable magnitud.

El presente informe pretende brindar una herramienta para ser tomada en cuenta por todo aquel que esté involucrado en la operación y supervisión de plantas envasadoras. Dicha elaboración se realizará en base al Reglamento de Seguridad vigente y a las normas técnicas nacionales e internacionales.

## **1.2 OBJETIVO**

### **1.2.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un Manual de seguridad para plantas envasadoras de GLP que sirva como herramienta para la supervisión de las condiciones de seguridad en dichas instalaciones.

### **1.2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las propiedades del GLP.
- Describir las operaciones realizadas en una planta envasadora de GLP.
- Describir los riesgos asociados al uso de GLP.
- Identificar los requerimientos de seguridad de diseño e instalación para equipos y sistemas de GLP.
- Establecer los requisitos mínimos de seguridad que debe cumplir un sistema de agua contra incendio para una planta envasadora de GLP.

## **1.3 LIMITACIONES**

El presente informe es aplicable a instalaciones de plantas envasadoras de GLP en funcionamiento.

No abarca a los demás agentes de la cadena de comercialización de GLP, tales como: Refinerías, Plantas de Fraccionamiento, Plantas de Almacenamiento, Gasocentros, Locales de Venta de cilindros de GLP, etc.

Asimismo, dado que se trata de un Manual de seguridad se dará prioridad a los temas que permitan mantener condiciones de seguridad en las plantas envasadoras.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El Gas licuado de petróleo es un gas altamente inflamable, por ello los accidentes en una planta envasadora pueden tener una severidad elevada, afectando a las personas, bienes y al medio ambiente.

En cuanto a la industria del GLP en el Perú, ésta ha tenido un crecimiento acelerado en los últimos años; sin embargo, no todos los agentes priorizan la aplicación de los reglamentos y normas de seguridad, restándole la importancia debida a las consecuencias que ello pueda ocasionar.

Es por tanto, la necesidad de elaborar un Manual de seguridad para plantas envasadoras de gas licuado de petróleo (GLP), que abarque los aspectos de seguridad a tomar en cuenta por los operadores, supervisores, etc. de las plantas envasadoras; en base a la aplicación de reglamentos y normas técnicas nacionales e internacionales de seguridad.



## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES DEL GLP Y PLANTAS ENVASADORAS**

#### **2.1 DEFINICIONES**

En el presente informe se utilizarán las siguientes definiciones:

**2.1.3 Capacidad de agua:** Cantidad de agua a 16 °C (60 °F) necesaria para llenar completamente un tanque.

**2.1.4 Cilindro:** Recipiente portátil diseñado y fabricado según la norma técnica peruana: NTP 350.011-1, y que es destinado para uso doméstico o industrial, también es conocido como “balón”.

**2.1.5 Clase I, grupo D:** En el Código Nacional Eléctrico y la NFPA 70 un material combustible Clase I, grupo D, es un gas inflamable como por ejemplo el GLP.

**2.1.6 Clase I, división 1:** Para el Código Nacional Eléctrico y la NFPA 70 un área clasificada Clase I, división 1 es un sitio donde:

- (1) Pueden existir concentraciones de gases inflamables en condiciones normales de operación.
- (2) Frecuentemente pueden existir concentraciones de gases inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento o debido a fugas.

(3) La avería o falla en la operación de equipos de proceso pudiera liberar concentraciones de gases inflamables y también pudiera causar la falla simultánea de equipos eléctricos de tal manera que éste fuera directamente la fuente de ignición.

**2.1.7 Clase I, división 2:** Para el Código Nacional Eléctrico y la NFPA 70 un área clasificada Clase I, división 2 es un sitio donde:

(1) Se manipulan gases inflamables, pero que normalmente están confinados en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura accidental o falla.

(2) Normalmente se previenen concentraciones de gases inflamables por medio de ventilación mecánica, pero pueden convertirse en peligrosos por falla u operación anormal del equipo de ventilación.

(3) La adyacente a un área clase I, división 1, y al cual se pueden comunicar ocasionalmente concentraciones de gases inflamables a menos que esta comunicación se evita por medio de ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y se provean protecciones efectivas contra fallas del sistema de ventilación.

**2.1.8 Dispositivo de alivio de presión:** Dispositivo diseñado para abrirse, evitando un aumento excesivo de la presión interna del fluido por encima de un valor específico, debido a condiciones de emergencia o anormales.

**2.1.9 Medidor fijo del nivel de líquido:** Indicador del nivel de líquido que utiliza una válvula de venteo de cierre positivo para indicar que el nivel de

líquido de un recipiente que está siendo llenado ha alcanzado el punto mínimo en el cual este indicador se comunica con el nivel líquido en el interior.

**2.1.10 Medidor fijo del nivel máximo de líquido:** Medidor fijo del nivel de líquido que indica el nivel de líquido en el cual el recipiente está lleno hasta su límite de llenado máximo permitido.

**2.1.11 Medidor variable del nivel de líquido:** Dispositivo que indica el nivel de líquido en un recipiente a lo largo de un intervalo de niveles.

**2.1.12 Método de llenado volumétrico:** Llenar un tanque sin superar el máximo volumen de líquido permitido.

**2.1.13 Método de llenado por peso:** Llenar un cilindro (balón) sin superar el máximo límite de llenado permitido, pesando el Gas LP en el cilindro.

**2.1.14 NTP:** Norma técnica peruana.

**2.1.15 Organismo de normalización:** Organismo que tiene actividades reconocidas en el campo de la normalización a nivel nacional, regional o internacional, que tiene como función principal la preparación, aprobación o adopción de normas técnicas.

Las normas técnicas citadas en el presente Manual son de los organismos de normalización siguientes:

- ✓ **ASME:** American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos).
- ✓ **ASTM:** American Society for Testing and Materials (Sociedad Estadounidense de Ensayos y Materiales).

- ✓ **NFPA:** National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios).
- ✓ **NBBPVI:** National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors
- ✓ **UL:** Underwriters Laboratories Inc.

**2.1.16 Punto de transferencia:** Ubicación donde se realizan las conexiones y desconexiones, en el curso de operaciones de transferencia.

**2.1.17 Tanque:** Recipiente construido en conformidad con la Sección VIII del “Código recipientes a presión y calderas” de ASME.

**2.1.18 Tanque enterrado:** Tanque diseñado para servicio bajo tierra.

**2.1.19 Tanque monticulado:** Tanque diseñado para servicio bajo tierra, instalado por encima de la profundidad mínima requerida para el servicio bajo tierra y cubierto con tierra, arena u otro material; o un tanque diseñado para servicio sobre superficie, instalado por encima del terreno y cubierto con tierra, arena u otro material.

**2.1.20 Trasiego:** Operación que consiste en transferir el GLP desde un tanque a otro por medios mecánicos adecuados y seguros.

**2.1.21 Válvula de alivio de presión (o válvula de seguridad):** Dispositivo calibrado para inicio de apertura a la presión de diseño del tanque estacionario. Tiene como misión descargar la capacidad de alivio nominal antes que la presión supere el 120 % de la presión de inicio de apertura, cerrándose automáticamente cuando la presión de vapor en el interior del tanque se encuentre por debajo de la presión de inicio de apertura.

**2.1.22 Válvula de alivio de presión hidrostático:** Dispositivo de alivio de presión instalado en tuberías o mangueras que transportan GLP líquido.

**2.1.23 Válvula de cierre de emergencia:** Válvula de cierre que incorpora medios de cierre térmicos y manuales y que también dispone de medios de cierre a distancia.

**2.1.24 Válvula de exceso de flujo:** Válvula diseñada para cerrarse cuando el líquido o vapor que pasa a través del mismo excede una tasa prescrita de flujo.

**2.1.25 Válvula de llenado:** Accesorio que permite el llenado de GLP en fase líquida al tanque estacionario y que posee doble cierre de retención.

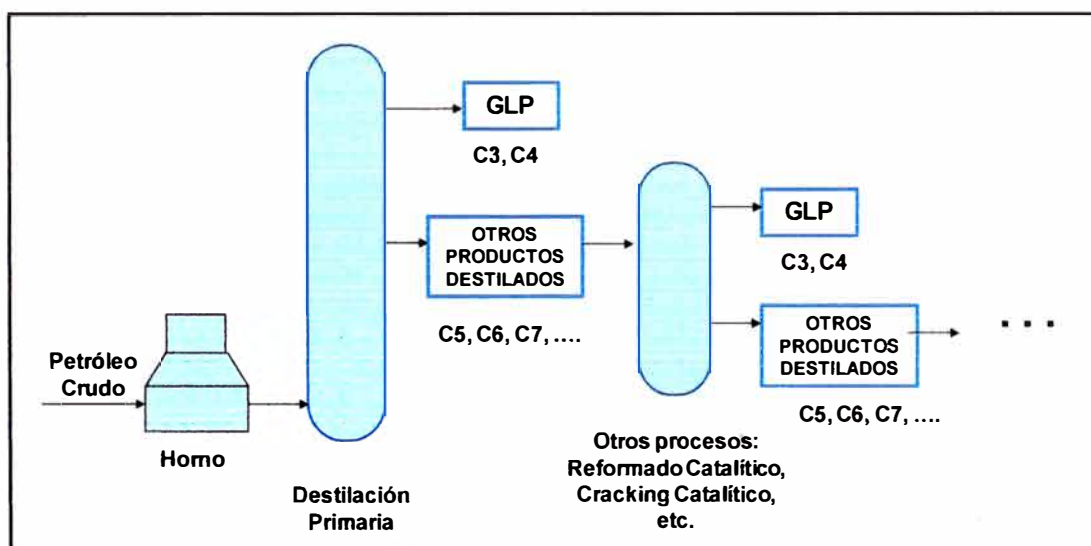
**2.1.26 Válvula interna:** Una válvula de cierre principal que tiene el recipiente, con las siguientes características: (1) El asiento y el disco de asiento permanecen dentro del recipiente, de manera que el daño ocasionado a las partes externas al recipiente o a la brida de unión no evite el sello efectivo de la válvula; (2) la válvula está diseñada para que se le adicione un medio de cierre a distancia y también para el cierre automático cuando el flujo que atraviesa la válvula supera su capacidad de flujo máxima designada.

**2.1.27 WOG (water, oil and gas):** Válvulas para uso en agua, petróleo y gas.

## 2.2 MODOS DE PRODUCCIÓN

Existen dos modos de producir GLP en el Perú:

El primero es mediante los procesos de refinación del petróleo como: destilación primaria, reformado catalítico, cracking catalítico, etc. El petróleo es llevado desde los pozos petroleros a refinerías y es sometido a los procesos mencionados.



**Fig. N° 2.1: GLP obtenido en refinerías de petróleo**

**Fuente: Curso de extensión universitaria de OSINERGMIN - 2008**

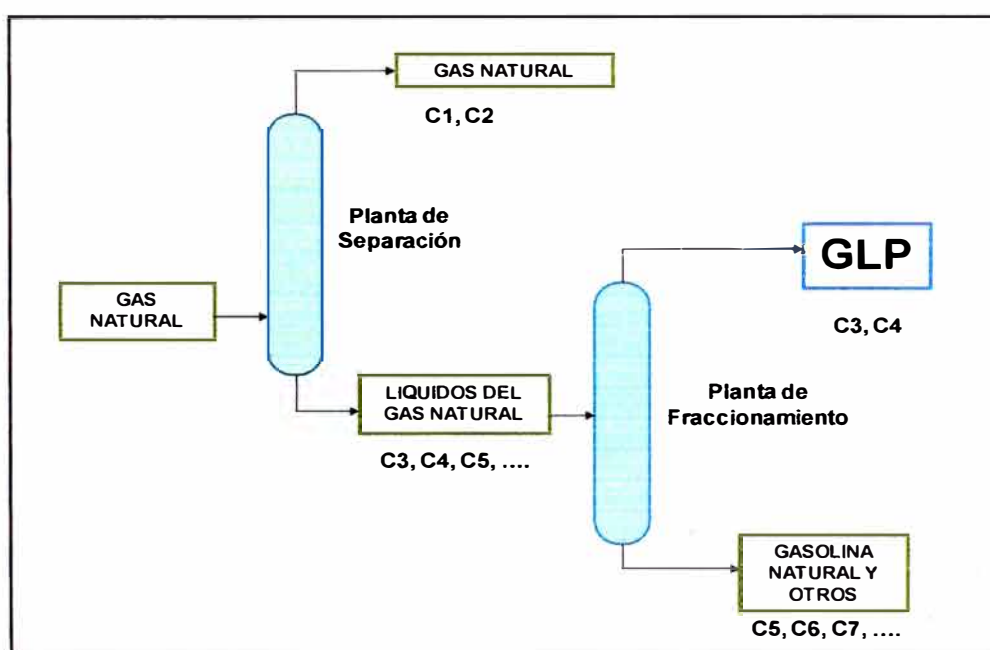
En el Perú las refinerías productoras de GLP son:

- Refinería de Talara perteneciente a Petroperu.
- Refinería La Pampilla perteneciente a Repsol.

El segundo modo de producción se da mediante el procesamiento de los líquidos del gas natural. El gas natural es llevado desde su yacimiento a una planta separadora de gas natural, en donde se le separa de los hidrocarburos

más pesados que pasan a conformar “los líquidos del gas natural”. Estos a su vez son llevados a una planta de fraccionamiento en donde se obtiene GLP, gasolina natural y otros productos.

En el Perú el yacimiento de gas natural de mayor importancia es el de Camisea, y el GLP se obtiene en la planta de fraccionamiento de Pisco.



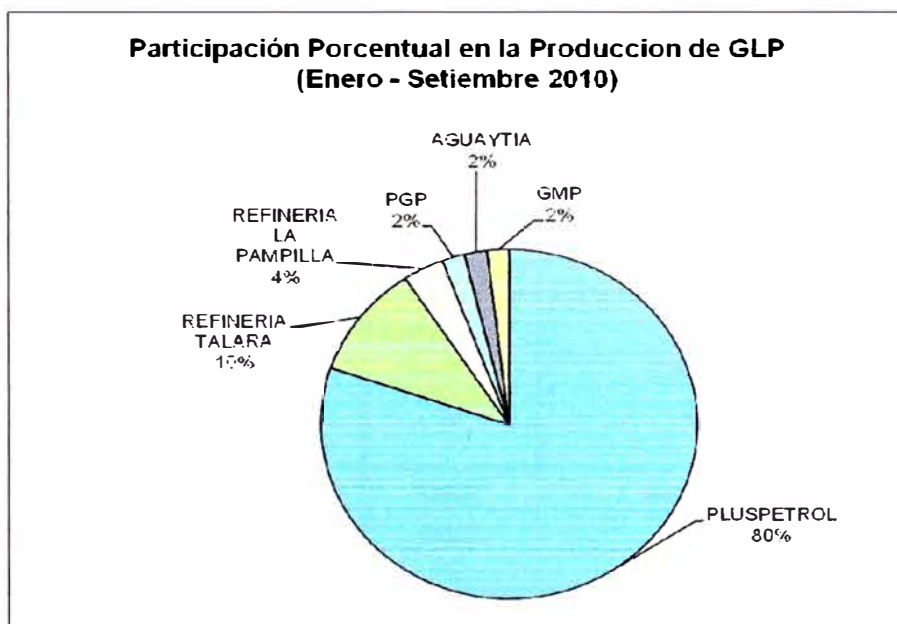
**Fig. N° 2.2: GLP obtenido del procesamiento de líquidos del gas natural**

***Fuente: Curso de extensión universitaria de OSINERGMIN - 2008***

En el Perú existen plantas de fraccionamiento, que son operadas por las siguientes empresas:

- Pluspetrol.
- Aguaytía.
- Graña y Montero Petrolera (GMP)
- Procesadora de Gas y Pariñas (PGP)

A Setiembre del 2010, la producción total de GLP en el Perú fue de 35.4 miles de barriles por día (MBPD), siendo el porcentaje de participación en la producción por empresa productora la siguiente:



**Fig. N° 2.3: Participación porcentual de productoras de GLP – Setiembre 2010**

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas**

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL GLP

El GLP posee las siguientes características:

- ✓ A condiciones ambientales ( $T = 20^{\circ} C$  y  $P = 1 atm$ ) su estado es gaseoso.
- ✓ Es más pesado que el aire, por lo que tiende a confinarse en zonas bajas.
- ✓ Se manipula como líquido. Al pasar del estado líquido a vapor aumenta su volumen 270 veces aproximadamente.
- ✓ Es inodoro, por ello se le agrega un odorante (etil o metil -mercaptano) para que sea detectable en caso de fugas.



- ✓ Es incoloro.
- ✓ Es más pesado que el aire, puede desplazar el oxígeno y provocar asfixia.

## 2.4 PROPIEDADES FÍSICAS DEL GLP

El GLP comercialmente está conformado por mezcla de propano y butano. Las propiedades físicas del GLP se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 2.1: Propiedades físicas del GLP**

	UNIDADES	PROPANO	GLP	BUTANO
<b>COMPOSICION (% Vol.)</b>				
Propanos	%	100	60	0
Butanos	%	0	40	100
<b>PROPIEDADES FISICO/QUÍMICAS</b>				
Presión de Vapor a 37.8°C	psig	208	160	70
Presión de Vapor a 0.0°C	psig	70	48	15
Punto de Ebullición a 1 Atm	°C	-42.1	-25.5	-0.5
<b>Líquido:</b>				
Gravedad Específica a 60°F	--	0.5083	0.5389	0.5847
Densidad a 15°C	Kg/gal	1.922	2.038	2.211
<b>Vapor:</b>				
Gravedad Específica a 60°F	--	1.5225	1.7162	2.0068
<b>INFLAMABILIDAD</b>				
Límite Inferior (L.I.E), % Vol.Aire	%	2	1.8	1.5
Límite Superior (L.S.E), % Vol.Aire	%	9.5	9.3	9
<b>COMBUSTION</b>				
Volumen Aire/Gas para combustión (ideal)		23.86	26.72	31.02
Poder Calorífico	BTU/Kg	47 375	47 063	46 596
Poder Calorífico (Vapor a 15°C)	BTU/m3	88 353	98 94	114 544
Poder Calorífico (Líquido a 60°F)	BTU/gal	90 823	95 657	102 909

**Fuente: Curso de Calidad del GLP dictado en OSINERGMIN - 2008**

## **2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES EN UNA PLANTA ENVASADORA**

EL GLP es producido en refinerías de petróleo y en plantas de fraccionamiento de líquidos del gas natural, es transportado a las plantas de abastecimiento y llevado mediante camiones cisternas a las plantas envasadoras, donde el GLP es trasegado a los tanques estacionarios de la planta para su almacenamiento, luego es envasado en cilindros o trasegado a camiones tanques para su posterior distribución o comercialización.

Como se puede deducir del párrafo anterior dentro de sus operaciones hay dos principales y estas son:

1. Operaciones de trasiego, desde camiones cisterna a los tanques estacionarios de la planta (recepción de producto) y desde estos a los camiones tanque (despacho de producto).
2. Envasado de cilindros (balones) de GLP.

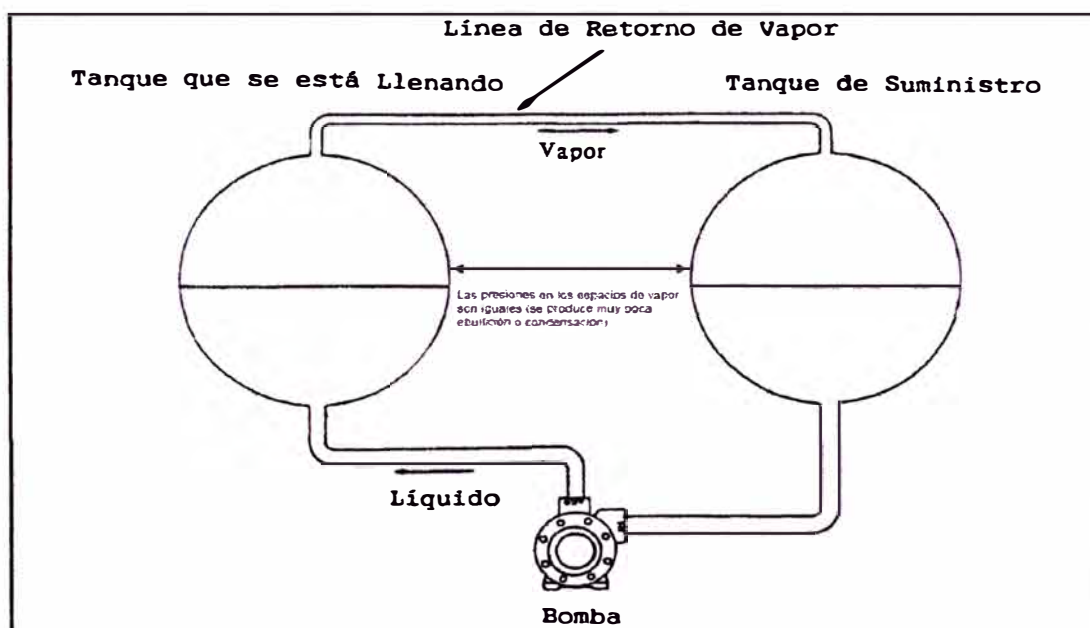
### **2.5.1 Operaciones de Recepción y Despacho de GLP**

El trasiego de GLP líquido entre tanques se realiza a través de bombas o compresores de GLP, cuyo proceso se detalla a continuación:

- **Por medio de una Bomba de GLP**

Se utiliza una bomba de GLP para el trasvase de GLP líquido de un tanque a otro utilizando un diferencial de presión. Se instala una línea de retorno de vapor para disminuir la presión en el tanque que está siendo llenado y no se

sobrecargue la bomba. También con la línea de vapor se evita que se formen burbujas en la succión de la bomba de GLP, lo que evita la cavitación.



**Fig. N° 2.4: Trasiego de GLP mediante bomba**

- **Por medio de un Compresor de GLP**

El compresor de GLP es un dispositivo diseñado para manipular solo vapor de GLP. El trasiego se logra creando, mediante el compresor, una diferencia de presión entre los espacios de vapor de los tanques. Si la sección de líquido de dichos tanques está conectada, la diferencia de presión ejercida por el vapor ocasionará que el líquido comience a fluir desde el tanque de alta presión hacia el de baja presión.

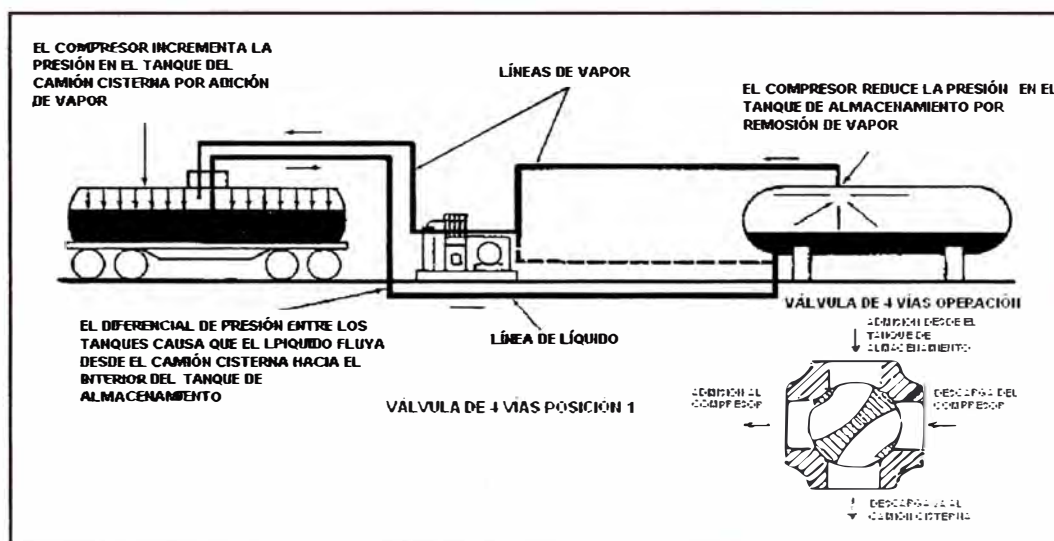


Fig. N° 2.5: Trasiego de GLP mediante compresor

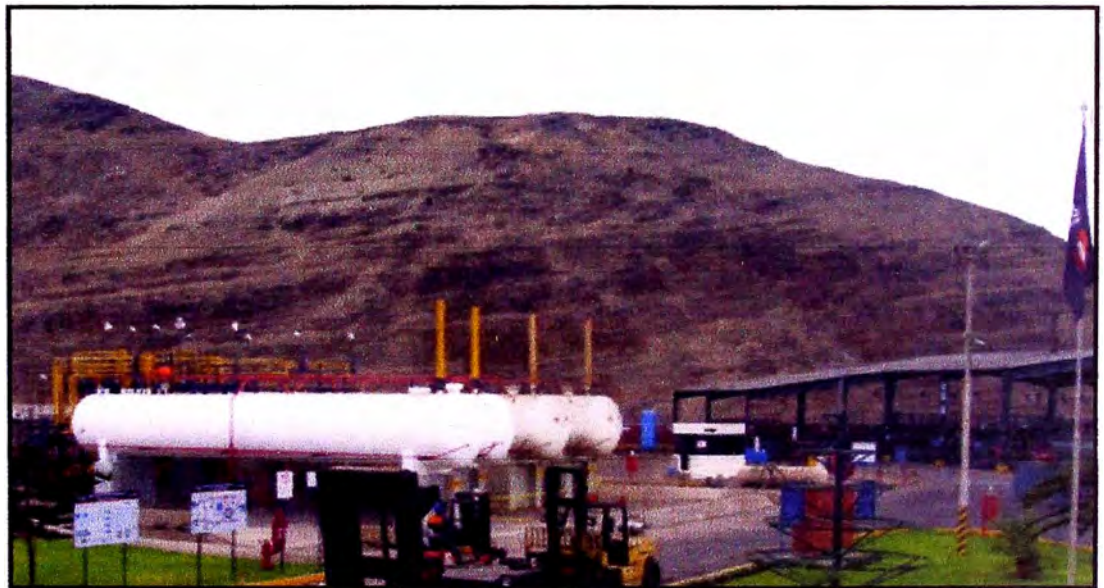
### 2.5.2 Operación de envasado en cilindros (balones)

El envasado de GLP en cilindros (balones o recipientes portátiles) se realiza en *plataformas de envasado* o también llamadas *plataformas de llenado*, las que deben estar construidas de materiales incombustibles y tener una adecuada y natural ventilación.

El GLP almacenado en los tanques estacionarios, se bombea hacia los múltiples de llenado a través de los cuales se realiza el envasado en los cilindros portátiles, controlando el peso a través de básculas.



**Fig. N° 2.6: Plataforma de llenado**



**Fig. N° 2.7: Tanques de almacenamiento de GLP (lado izquierdo) y zona de llenado (lado derecho) en una planta envasadora de GLP.**

## 2.6 PLANTAS ENVASADORAS EN EL PERU

En el Perú las plantas envasadoras están distribuidas por departamento tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla N° 2.2: Número de plantas envasadoras por departamento**

DEPARTAMENTO	NUMERO DE PLANTAS	CAPACIDAD TOTAL (GALONES)	CAPACIDAD TOTAL (METROS CÚBICOS)
ANCASH	2	40 000	151
APURIMAC	1	12 000	45
AREQUIPA	5	170 000	644
AYACUCHO	2	34 200	129
CAJAMARCA	2	20 000	76
CALLAO	6	235 000	890
CUSCO	3	42 000	159
HUANUCO	3	28 300	107
ICA	4	70 000	265
JUNIN	8	122 300	463
LA LIBERTAD	7	160 591	608
LAMBAYEQUE	5	149 000	564
LIMA	35	515 798	1 953
LORETO	1	80 000	303
PIURA	4	122 000	462
PUNO	2	44 275	168
SAN MARTIN	1	18 000	68
UCAYALI	2	31 096	118
<b>Total general</b>	<b>93</b>	<b>1 894 560</b>	<b>7 172</b>

**Fuente: Registro de Hidrocarburos – OSINERGMIN.**

## **CAPÍTULO III**

### **RIESGOS Y APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD**

#### **3.1 RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL GLP**

##### **3.1.1 Riesgos a la salud por exposición:**

Los riesgos a la salud por exposición a una fuga de GLP pueden ser asfixia, y daños por congelamiento de los tejidos de los ojos y de la piel.

La asfixia es causada cuando una fuga de GLP desplaza el oxígeno de la atmósfera. El GLP en estado gaseoso es más pesado que el aire y se acumula en lugares a nivel del suelo que no cuentan con adecuada ventilación. La exposición a atmósferas con una concentración de oxígeno mayor al 10% puede causar mareos. La concentración de oxígeno está entre el 8% y el 10% o menos, provocarán en la persona desmayos rápidamente. La deficiencia de oxígeno puede causar la muerte.

Una fuga de GLP líquido al liberarse al ambiente se vaporiza rápidamente absorbiendo el calor del ambiente y disminuyendo bruscamente la temperatura, pudiendo ocasionar quemaduras por congelamiento en las

personas. Por ello es recomendable que los trabajadores usen guantes y lentes de seguridad durante las operaciones con el GLP.

### **3.1.2 Riesgos de incendio y explosión:**

Luego de ocurrida la fuga de GLP existe el riesgo de que ocurra un incendio o explosión si la concentración de GLP en el aire se encuentra entre los límites inferior y superior de inflamabilidad (1.8 y 9.3 % aproximadamente) y encuentre un punto de ignición que provoque la inflamación o combustión del GLP.

Las fuentes de ignición pueden ser: Llamas de fuego de equipos que funcionan con GLP, llama de fósforos, llama de encendedores, chispas de motores eléctricos, cuchillas eléctricas, cigarrillos encendidos, etc.

Una consecuencia en común de los incendios y explosiones es la radiación térmica que se transmite y que puede causar severos daños a las personas y a la propiedad. El alcance de la radiación depende de la cantidad de GLP almacenado, y de las condiciones ambientales.

#### **3.1.2.1 Incendios**

En general tienen un radio de acción menor al de las explosiones. Sin embargo, sus efectos pueden ser considerables, ya que la radiación térmica puede afectar otras zonas de la planta y generar, por ejemplo, otros incendios o explosiones.



### **3.1.2.2 Incendio de un chorro de gas**

Conocido también como Jet fire este tipo de incendio tiene lugar cuando se produce el vertido accidental del GLP a presión y la fuga se enciende (dardo de fuego). En una planta envasadora este tipo de incendio puede darse en una tubería a presión que se rompe y también puede generarse en el tanque ASME si este sufre alguna rajadura y el GLP en fuga se enciende.

### **3.1.2.3 Incendio de una nube de gas**

Este tipo de incendio se produce cuando se produce una fuga de gas, de manera que se forma una nube que se va dispersando hasta que encuentra una fuente de ignición y se produce una llamarada.

### **3.1.2.4 Explosiones**

Se puede definir una explosión como una liberación repentina de energía, que genera una onda de presión que se desplaza alejándose de la fuente mientras va disipando energía.

Las explosiones que se relacionan al GLP son las siguientes:

Explosión de vapor confinado (CVE por sus siglas en inglés)

Explosión de nube de vapor no confinado (UVCE por sus siglas en inglés)

Explosión de líquido hirviendo en expansión vaporosa (BLEVE por sus siglas en inglés)

### **3.1.2.5 Explosión de vapor confinado**

Ocurre cuando se produce una fuga en un área confinada, y la mezcla de aire con GLP dentro de los límites de inflamabilidad encuentra un punto de ignición.

### **3.1.2.6 Explosión de nube de vapor no confinado**

Se produce al fugar una determinada cantidad de GLP. Una vez formada la nube, puede suceder una de las siguientes:

Que la nube se disperse en el aire antes de que se produzca la ignición, sin causar daños.

Que se disperse en un área extensa y se produzca la ignición al cabo de un cierto tiempo, de manera que se formará una gran llamarada.

Que ocurra lo anterior, pero de modo que el frente de llama se acelera tanto que genera una onda de sobrepresión (explosión).

### **3.1.2.7 Explosión de líquido hirviendo en expansión vaporosa (BLEVE)**

Ocurre en tanques que almacenan GLP, en los que por ruptura o fuga del tanque, el líquido del interior entra en ebullición y se incorpora masivamente al vapor en expansión. Luego se genera una bola de fuego también en expansión. En una BLEVE la expansión explosiva tiene lugar en toda la masa de líquido evaporada súbitamente.

La causa más frecuente de este tipo de explosiones es un incendio externo que envuelve al tanque, lo debilita mecánicamente, y produce la ruptura del mismo.

### **3.2 REGLAMENTOS DE SEGURIDAD APLICABLES**

En el Perú la autoridad competente encargada de establecer los reglamentos de seguridad aplicables a plantas envasadoras de GLP es el Ministerio de Energía y Minas. La supervisión y fiscalización del cumplimiento de los reglamentos de seguridad está a cargo de OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería).

En el territorio nacional los reglamentos de seguridad aplicables son los siguientes:

1. Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transportes de Gas Licuado de Petróleo, que fue aprobado por el Decreto Supremo N° 027-94-EM.
2. Decreto Supremo N° 065-2008-EM, que modifica el Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transporte de Gas Licuado de Petróleo.

Y también se aplica la norma NFPA 58; Código del Gas Licuado de Petróleo, que es la norma de seguridad que se aplica y es reconocida internacionalmente.

### **3.3 INCUMPLIMIENTOS MÁS COMUNES A LOS REGLAMENTOS Y NORMAS DE SEGURIDAD**

En las plantas envasadoras de GLP se puede encontrar, entre otras, los siguientes incumplimientos a los reglamentos y normas de seguridad:

1. La fabricación de los tanques no está certificada, lo que trae dudas acerca del material usado y de la calidad de su soldadura.
2. A la salida o entrada de los tanques no existen válvulas de cierre.
3. La presión de apertura de los dispositivos de alivio de presión son inadecuadas.
4. Las conexiones eléctricas son inadecuadas.
5. La capacidad de descarga de las válvulas de seguridad es menor a la adecuada.
6. El espesor de los tanques es menor al requerido.

## **CAPÍTULO IV**

### **MANUAL DE SEGURIDAD**

#### **4.1 CONSIDERACIONES GENERALES**

El presente manual está basado en los requisitos de seguridad que establece el “Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transporte de GLP”, aprobado por el Decreto Supremo N° 027-94-EM, y modificado por el Decreto Supremo N° 065-2008-EM.

Asimismo, considera los requisitos contenidos en la norma NFPA 58; Código del Gas Licuado de Petróleo, que es una norma de referencia reconocida a nivel mundial para instalaciones de gas licuado de petróleo.

#### **4.2 SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES CON GLP**

##### **4.2.1 Implementos de seguridad básicos para el personal**

Los principales son los siguientes:

**“Protectores de rostro” y “Lentes de Seguridad”**; la protección del rostro y de los ojos es necesaria cuando se va a golpear, romper o taladrar alguna superficie sólida, pues pueden salir volando partes sólidas hacia el rostro o los ojos.

“**Cascos de seguridad**”; se debe usar en lugares donde el trabajador podría ser golpeado en la cabeza por objetos contundentes. También los cascos deben ser usados cuando se va a trabajar en lugares estrechos, como en la zona de tuberías.

“**Tapones de oídos**”; deben ser usados cuando el ruido haga difícil comunicarse verbalmente con otros trabajadores. Y en general cuando los niveles de ruido igualen o superen los 85 decibeles.

“**Guantes de seguridad**”; se deben usar cuando se realizan actividades como: Manipuleo de tuberías y tablonos, uso de herramientas pesadas, traslado de tanques y cilindros, soldadura, llenado de cilindros, transferencia de GLP líquido, etc. Nunca se debe usar guantes cerca a máquinas en movimiento donde haya la posibilidad de que los guantes se enganchen y las manos puedan quedar atrapadas entre las partes en movimiento de las máquinas. También se debe proteger los brazos vistiendo camisas de manga larga.

“**Zapatos de seguridad**”; para proteger los pies de posibles golpes. Son necesarios para el personal que trabaja con cilindros de GLP.

#### **4.2.2 Operaciones de transferencia de GLP entre tanques y de tanques a cilindros**

Deben de tomarse las siguientes medidas:

- a) Deben ser realizadas por personas calificadas, entrenadas en el manejo, operación y en los procedimientos de respuesta ante emergencias. Por lo

menos una persona calificada deberá permanecer atendiendo la operación de transferencia en todo momento.

**b)** Debe realizarse estas operaciones sólo fuera de edificios o en el interior de estructuras de un piso (caso de llenado de cilindros), sin subterráneos. En el caso de estructuras de un piso los diámetros de las mangueras de transferencia no deben ser mayores a 13 mm (1/2 pulgada).

**c)** Está prohibida la inyección de aire comprimido, oxígeno o cualquier otro gas oxidante dentro del tanque o cilindro para transferir el GLP líquido. Pues se puede crear una mezcla explosiva en el interior del tanque.

**d)** Durante las operaciones de transferencia, mientras se realizan conexiones y desconexiones o el GLP es venteado a la atmósfera, deberán controlarse las fuentes de ignición:

Los motores de combustión interna dentro de los 4,6 m alrededor del punto de transferencia deberán estar apagados, con la excepción de los motores de vehículos de carga de GLP que accionan bombas de transferencia o compresores ubicados sobre dichos vehículos.

No se permitirá fumar, llamas abiertas, usar herramientas eléctricas de mano y fuentes de luz capaces de encender al GLP dentro de los 7,6 m alrededor del punto de transferencia.

**g)** Los vehículos que descarguen en tanques de almacenamiento, deberán ubicarse a no menos de 3 m del tanque y de tal forma que las válvulas de cierre de los tanques resulten fácilmente accesibles.

**h)** El conjunto de mangueras deberá ser inspeccionado visualmente para detectar fugas o daños antes de cada uso.

**i)** En las mangueras deben inspeccionarse por lo menos una vez al año, lo siguiente:

Daños a la cubierta externa que cubre el refuerzo.

Enroscado o doblado de la manguera.

Puntos suaves o abultamientos de las mangueras.

Acoplamientos que se han deslizado en las mangueras, dañados, con piezas faltantes o pernos flojos.

El conjunto de mangueras deberá ser reemplazado, reparado o continuará en servicio como resultado de esta inspección.

**j)** El GLP ya sea en forma de líquido o de vapor no deberá ser venteado a la atmósfera a menos a que sea bajo las siguientes condiciones:

En la operación de los medidores del nivel de líquidos fijos, rotativos o de tubo deslizante, siempre que el flujo máximo no sea mayor que el que se origina en un orificio realizado con broca N° 54 (1.4 mm)



El venteo de GLP ubicado entre dos válvulas de cierre, previo a la desconexión del tanque de la línea de transferencia de líquido.

El venteo de GLP, donde sea necesario, se permitirá se realice mediante el uso de válvulas de purga adecuadas.

k) Si las condiciones fueran tales que no pudiera realizarse un venteo seguro a la atmósfera, el GLP puede ser quemado, al menos a una distancia de 7.6 m (25 pies) de otros combustibles o atmósferas peligrosas.

l) La cantidad máxima de GLP líquido con la que puede llenarse un tanque depende de su tamaño, de su ubicación (sobre o bajo tierra), de la gravedad específica y de su temperatura, dichos factores permitirán determinar el límite de llenado o porcentaje máximo del volumen de GLP líquido en el tanque. El Anexo 1: "Cálculo del volumen máximo de GLP líquido en un tanque" describe como se realiza el cálculo considerando los factores mencionados.

Si no se consideraran todos los factores señalados, la cantidad máxima con la que podrá llenarse un tanque, expresado en porcentaje de su volumen, será la indicada en la siguiente tabla:

**Tabla N° 4.1: Límite de llenado de tanques**

	Hasta 3.97 m <sup>3</sup> (Hasta 1050 galones)	Sobre 3.97 m <sup>3</sup> (Sobre 1050 galones)
% máximo de la capacidad del tanque que puede ser llenado con GLP líquido	80	85

m) Los cilindros de 5 Kg, 10 Kg y 15 Kg no podrán ser envasados con una cantidad menor ni mayor al 2.5 % de sus contenidos nominales (5 Kg, 10 Kg y 15 Kg).

n) Los cilindros de 45 Kg no podrán ser envasados con una cantidad menor ni mayor al 1% de su contenido nominal (45 Kg).

#### **4.3 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD EN EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS DE GLP**

##### **4.3.1 Tanques**

##### **4.3.1.1 Diseño**

Los tanques de almacenamiento de GLP deben ser diseñados, fabricados y probados cumpliendo con la Sección VIII del "Código de recipientes a presión y calderas" de ASME, en adelante Código ASME Sección VIII, vigente al momento de su fabricación.

El Reglamento requiere que los tanques tengan un Certificado de Conformidad otorgado por un organismo de certificación acreditado ante INDECOPI, que certifique que han sido diseñados, fabricados y probados conforme al Código ASME Sección VIII, o en su defecto que cuenten con un Reporte U-1 o U-1A según el código ASME Sección VIII, firmado por un inspector autorizado por ASME o por la National Board.

#### **4.3.1.1.1 Presión de vapor máxima**

La máxima presión de vapor permitida de GLP será de 215 psig a 100 °F.

#### **4.3.1.1.2 Presión de diseño**

La máxima presión de trabajo permitida (MAWP, por sus siglas en ingles) o presión de diseño para los tanques ASME debe ser 250 psig (1.7 MPag).

#### **4.3.1.1.3 Temperaturas de diseño**

**Temperatura máxima:** no debe ser menor que la temperatura media (a través del espesor) del metal en las condiciones esperadas de servicio.

**Temperatura mínima de diseño del metal (MDMT, por sus siglas en ingles):** debe ser la más baja esperada en servicio, excepto cuando se permitan temperaturas más bajas, por alguna sección del código.

#### **4.3.1.1.4 Esfuerzos máximos permisibles (S)**

Los esfuerzos máximos permisibles se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 4.2: Valores de Máximo esfuerzo permisible para materiales ferrosos más comunes**

<b>NOMINA- CION</b>	<b>ESPESOR (pulgadas)</b>	<b>MINIMO ESFUERZO DE TENSION  PSI</b>	<b>ESFUERZO MINIMO DE FLUENCIA  PSI</b>	<b>MAXIMO ESFUERZO PERMISIBLE &lt;-20, 200&gt; F  PSI</b>	<b>NOTAS RESTRICTIVAS PARA TANQUE GLP</b>
SA 283A		45 000	24 000	12 900	El espesor de la plancha no debe exceder 5/8 pulgadas o 16mm
SA 283B		50 000	27 000	14 300	El espesor de la plancha no debe exceder 5/8 pulgadas o 16mm
SA 283C		50 000	30 000	15 700	El espesor de la plancha no debe exceder 5/8 pulgadas o 16mm
SA 283D		60 000	33 000	17 100	El espesor de la plancha no debe exceder 5/8 pulgadas o 16mm
SA 285 C		55 000	33 000	15 700	
SA 516		55 000	30 000	15 700	
SA 36		58 000	36 000	16 600	El espesor de la plancha no debe exceder 5/8 pulgadas o 16mm
SA 515-60		60 000	32 000	17 100	

<b>NOMINA- CION</b>	<b>ESPESOR (pulgadas)</b>	<b>MINIMO ESFUERZO DE TENSION</b>	<b>ESFUERZO MINIMO DE FLUENCIA</b>	<b>MAXIMO ESFUERZO PERMISIBLE &lt;-20, 200&gt; F</b>	<b>NOTAS RESTRICTIVAS PARA TANQUE GLP</b>
SA 372-A		60 000	35 000	17 100	
SA 372-C		90 000	55 000	25 700	
SA 516		65 000	35 000	18 600	
SA 455		70 000	35 000	20 000	
SA 515-70		70 000	38 000	20 000	
SA 516-70		70 000	38 000	20 000	
SA 455	<3/8, 0.58>	73 000	37 000	20 900	
SA 455	<=3/8	75 000	38 000	21 400	
SA 299	>1	75 000	40 000	21 400	
SA 299	<=1	75 000	42 000	21 400	
SA 612	<= 1/2	83 000	50 000	23 700	
SA 612	<1/2, 1>	81 000	50 000	23 100	
SA 517-B	<= 1 1/4	115 000	100 000	32 900	
SA 517-A	<= 1 1/4	115 000	100 000	32 900	
SA 202-B		85 000	47 000	24 300	

Fuente: Sección II del "Código de Recipientes a presión y calderas" de ASME

Los materiales más comúnmente usados son: SA-285-C, SA-515-70 o SA-515-60. Cabe mencionar que el ASME tomo los materiales ferrosos del ASTM A-XXXX y los especifico en el Código ASME Sección II con muy similares requisitos agregándoles en su nomenclatura el prefijo "S". Por ejemplo el material SA-36 tiene especificaciones similares al ASTM A-36. Sin embargo el material que debe ser utilizado en la construcción de tanques son los especificados en el Código ASME Sección II, es decir los SA-XXXX.

#### **4.3.1.1.5 Radiografiado**

La Sección VIII del código para recipientes a presión y calderas de ASME, requiere que las juntas longitudinales de los cuerpos de los tanques se sometan a un radiografiado total (o del 100%), mientras que las juntas circunferenciales pueden ser radiografiadas por puntos (spot).

La eficiencia de la junta soldada es igual a 1 si se ha sometido a un radiografiado del 100%, y en general se considera una eficiencia de 0.85 para las juntas que han sido sometidas a radiografiado por puntos.

#### **4.3.1.1.6 Espesores mínimos requeridos**

Los espesores mínimos requeridos son diferentes dependiendo de la parte del tanque que se va a diseñar, sea el cuerpo o las cabezas.

Las variables que aparecen en las fórmulas que se describirán a continuación son las siguientes:

$t$  = Espesor mínimo requerido de la plancha (pulgadas)

$R$  = Radio interior del cuerpo (pulgadas)

$P$  = Presión de diseño (psi)

$S$  = Esfuerzo máximo admisible (psi)

$E$  = Eficiencia de la junta.

#### **A. Cuerpo Cilíndrico**

##### **Esfuerzo circunferencial (Juntas longitudinales)**

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

##### **Esfuerzo longitudinal (Juntas circunferencial)**

$$t = \frac{PR}{2SE + 0.4P}$$

Se calculará ambos espesores y el que resulte mayor será el espesor requerido para el cuerpo del tanque.

#### **B. Cabezas**

##### **Cabeza Elíptica**

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$

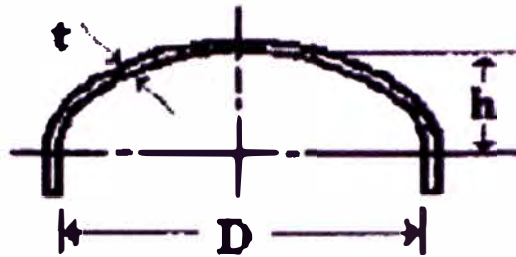


Fig. N° 4.1: Cabeza Elíptica

Donde:  $h = D/4$

### Cabeza Torisférica

La cabeza torisférica tiene un radio interior de formado esférico  $L$  (crown radius) igual al radio exterior del cuerpo ( $D$ ) y el radio de pestaña es igual al 6% del radio esférico interior.

$$t = \frac{0.885PL}{SE - 0.1P}$$

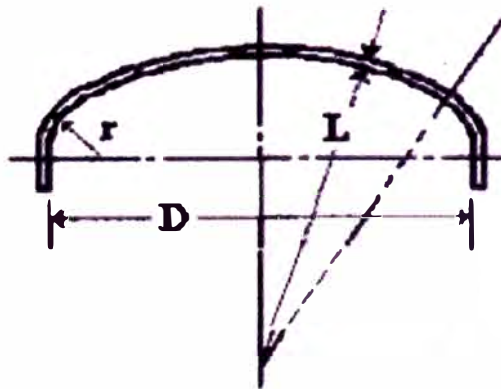


Fig. N° 4.2: Cabeza Torisférica

### Cabeza Semiesférica

$$t = \frac{PL}{2SE - 0.2P}$$



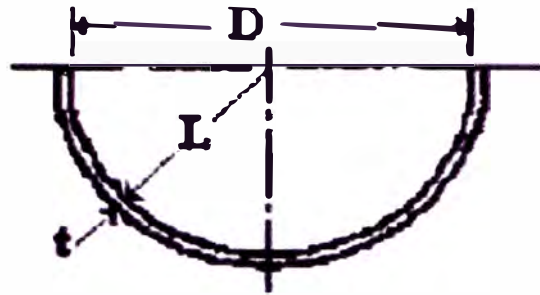


Fig. N° 4.3: Cabeza Semiesférica

#### 4.3.1.1.7 Tolerancia a la corrosión

El usuario o su agente designado debe establecer la tolerancia a la corrosión requerida. Usualmente la tolerancia para la corrosión a lo largo de toda la vida útil esperada del tanque, se da por un sobre-espesor por encima del mínimo requerido por las fórmula de diseño.

El sobre-espesor para corrosión no tiene que ser de la misma magnitud para todas las partes del tanque.

Por ejemplo, la tolerancia a la corrosión puede ser determinada en base al conocimiento de las condiciones de servicio del tanque, y a información histórica de la disminución de espesores en el tiempo de otros tanques que hayan sido instalados en la zona (ratio de corrosión).

Cabe mencionar que el Apéndice E del código ASME indica que la tolerancia a la corrosión puede ser cero si se estima que las condiciones de servicio generarán un ratio de corrosión muy pequeño o nulo.

Para los tanques de almacenamiento de GLP suele usarse una tolerancia a la corrosión de 1/16 de pulgada (o 1.5 mm).

#### **4.3.1.1.8 Información requerida en las placas**

Los tanques deberán contar con una placa metálica de acero inoxidable adherida al cuerpo y ubicada de tal forma que permanezca visible después que el tanque sea instalado. La placa debe contener la siguiente información:

El tipo de servicio para el cual el tanque fue diseñado (por ejemplo, enterrado, superficial o ambos).

Nombre y dirección del fabricante o marca comercial del recipiente.

Capacidad de agua equivalente en litros o galones americanos.

MAWP (Máxima Presión de Trabajo Permitida) en MPa o Psig.

La frase "Este tanque no podrá contener un producto que tenga una presión de vapor superior a \_\_\_\_\_ MPa manométrica (psig) a 100 °F".

La superficie exterior en metros cuadrados o pies cuadrados.

Año de fabricación.

Espesor de la pared cilíndrica y espesor de los cabezales.

Largo total (OL), Diámetro exterior (OD) y Diseño de cabezal (HD).

Número de serie del fabricante.

Mínima temperatura de diseño del metal \_\_\_\_\_ °C (°F) a la Máxima Presión de Trabajo Permitida (MAWP) \_\_\_\_\_ MPa (psi).

Tipo de construcción W.

Grado de radiografiado "RT-\_\_\_\_"

El tipo de construcción W significa que se ha usado como método de construcción la soldadura por arco y que también se ha podido usar gas inerte.

Cuando el tanque no sea visible, por ejemplo cuando este enterrado, la placa que contiene la información debe ser duplicada en un lugar visible.

#### **4.3.1.2 Inspección**

Se recomienda dos tipos de inspecciones, inspección parcial e inspección total.

i. **Inspección parcial;** debe realizarse por lo menos una vez al año con una inspección externa para comprobar que no tiene abolladuras, hendiduras, o áreas en estado avanzado de abrasión, erosión o corrosión. De ser necesario si la inspección externa revelara los defectos antes señalados, deberá practicarse otros ensayos no destructivos con la finalidad de medir el espesor de manera de poder garantizar la operatividad del tanque.

Para el caso de los tanques enterrados y monticulados, la revisión anterior se realizará sobre la superficie y elementos expuestos. Adicionalmente se debe realizar el control de los sistemas de protección catódica.

ii. **Inspección total;** EL periodo de inspección total no debe exceder los 10 años o la mitad de la vida remanente del tanque, cualquiera sea menor. Consiste además de las inspecciones parciales, de una revisión interna y en caso se presentarán indicios de corrosión o mal estado del tanque se realizará una prueba de resistencia a presión hidrostática y una medición de espesores, con el propósito de verificar la resistencia del recipiente. En caso sea necesaria la prueba hidrostática, la presión de prueba debe ser de 1.5 veces la presión de diseño.

Las inspecciones, mantenimiento o reparación de los tanques deben ser realizados por personas o empresas especializadas y certificadas; y deben basarse en la aplicación de las siguientes normas:

- *La norma API 510: Reparaciones, Alteraciones e Inspección de Recipientes a Presión.*
- *NBBPVI NB 23: Código de Inspección de la National Board.*

Debe de utilizarse las últimas versiones de las mencionadas normas.

#### **4.3.1.2.1 Vida remanente del tanque**

La vida remanente es la cantidad de tiempo expresado en años en el que se espera que el espesor sea mayor al requerido.

La vida remanente se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Vida Remanente} = \frac{t_{\text{actual}} - t_{\text{requerido}}}{\text{Ratio de corrosión}}$$

Donde:

$t_{\text{actual}}$ : espesor medido en el momento de la inspección.

$t_{\text{requerido}}$ : espesor mínimo requerido por las fórmulas de diseño del código ASME, sin considerar la tolerancia a la corrosión.

El ratio de corrosión puede ser de dos tipos y depende del inspector determinar cuál de los dos refleja mejor las condiciones del tanque.

Rato de corrosión a largo plazo:

$$\text{Ratio de corrosión (LP)} = \frac{t_{\text{inicial}} - t_{\text{actual}}}{\text{tiempo entre } t_{\text{inicial}} \text{ y } t_{\text{actual}}}$$

Rato de corrosión a corto plazo:

$$\text{Ratio de corrosión (CP)} = \frac{t_{\text{previo}} - t_{\text{actual}}}{\text{tiempo entre } t_{\text{previo}} \text{ y } t_{\text{actual}}}$$

Donde:

$t_{\text{inicial}}$ : espesor inicial al comenzar el servicio.

$t_{\text{previo}}$ : espesor medido en la inspección anterior.

#### 4.3.1.3 Ubicación de tanques

Los tanques deben colocarse dentro de una zona de protección, delimitada por medios de seguridad como cercos, barreras, o topes, cuyo diseño y materiales deberán proteger a los tanques, accesorios, maquinarias y tuberías contra daños mecánicos que pudiera causar algún vehículo. Estos medios deberán permitir amplia ventilación natural y acceso fácil a los controles.

No se permitirá la instalación de tanques bajo techo.

Los tanques estacionarios deben ubicarse a distancias respecto al límite de propiedad más cercano, a edificios y entre tanques según la siguiente tabla:

**Tabla N° 4.3: Distancias mínimas de seguridad desde tanques a edificios, otras propiedades y entre tanques**

Capacidad de agua del tanque de almacenaje de GLP		Tanques en Superficie	Tanques Enterrados o Monticulados	Entre tanques
m <sup>3</sup>	galones	m	m	m
< 1 .89	< 500	3	3	1
1 .89 – 3 .78	501 – 1 000	5	3	1
3 .78 – 7 .57	1 001 – 2 000	8	3	1
7 .57 – 37 .85	2 001 – 10 000	10	15	1.5
37 .85 – 75 .70	10 001 – 20 000	12	15	1.5
75 .70 – 113 .56	20 001 – 30 000	15	15	1.5

Capacidad de agua del tanque de almacenaje de GLP		Tanques en Superficie	Tanques Enterrados o Monticulados	Entre tanques
m <sup>3</sup>	galones	m	m	m
113.56 – 264.97	30 001 – 70 000	25	15	3
> 264.97	> 70 000	30	15	5

No se permitirán materiales combustibles sueltos o amontonados, malezas, ni pastos altos y secos a menos de 3 m (10 pies) alrededor de los tanques.

Las distancias para tanques enterrados y monticulados deben medirse desde la válvula de alivio de presión y la conexión de llenado.

Los tanques enterrados o monticulados deberán ubicarse de acuerdo con los siguientes:

- Deberán ubicarse en el exterior de los edificios.
- No deberán construirse edificios sobre dichos tanques.

#### **4.3.1.4 Ubicación del punto de transferencia fuera del tanque**

Si el punto de transferencia no está ubicado en el tanque, éste deberá ser ubicado de acuerdo con la tabla N° 4.4

**Tabla N° 4.4: Distancia entre punto de transferencia y exposiciones**

Exposición	Mínima distancia horizontal	
	m	Pie
Paredes de edificios	7.6	25
Aberturas en la paredes o fosas a nivel o por debajo del nivel del punto de transferencia	7.6	25
Línea de propiedad adyacente sobre la cual se pueda construir	7.6	25
Lugares con afluencia de público, incluyendo patios de escuelas, campos atléticos, lugares de diversión, etc.	15	50
Tanques diferentes a aquellos que se están llenando	3.1	10

#### 4.3.1.5 Instalación de tanques

Los tanques deben conservarse pintados en forma adecuada y protegidos de la acción de los elementos atmosféricos (base anticorrosiva). Los colores deben ser elegidos, de acuerdo a la NTP 399.009, y ser claros para evitar que por absorción del calor se eleve la presión interna. La norma NTP 399.009, establece los colores patrones de seguridad, en el Anexo 2 se muestran los colores establecidos por dicha norma.

Deben tener pintado en el cuerpo la frase "GAS COMBUSTIBLE NO FUMAR" en letras de imprenta visibles, sobre fondo vivamente contrastante, según NTP 399.010-1. Para tanques enterrados o monticulados la frase "GAS



COMBUSTIBLE NO FUMAR” será ubicado en la zona de almacenamiento. En el Anexo 3, se muestra la tabla de “Colores de Contraste” de la NTP 399.010-1. Los colores comúnmente usados son letras de color rojo con fondo rojo.

Para prevenir la flotación debido a la alta afluencia de agua alrededor de tanques en superficie o en montículo (por ejemplo, cuando haya un lago elevado cerca), o alto nivel freático de agua para tanques enterrados, los tanques deberán ser anclados en forma segura.

#### **4.3.1.5.1 Instalación de tanques en superficie**

Los tanques sobre superficie, deben estar provistos de bases de mampostería u hormigón que se ajusten al contorno del tanque, o si estuvieran provistos de apoyos deberán ubicarse sobre bases planas.

Los soportes y fundaciones deberán diseñarse considerando todos los esfuerzos que puedan existir, tales como efectos sísmicos, térmicos, vibraciones, etc. Se procurará que la distancia entre el fondo del tanque y la base sea la mínima posible.

La parte del tanque en contacto con apoyos, cimientos o mampostería, deberá estar protegidos para minimizar la corrosión. Por ejemplo se pueden usar planchas de refuerzos en los apoyos de los tanques con el objetivo de prevenir la corrosión en los puntos de contacto entre el acero de los tanques y el concreto de las bases.

Si se interconectan dos o más tanques, deben instalarse de modo que el máximo nivel de llenado permitido de cada tanque esté a la misma altura.

#### **4.3.1.5.2 Instalación de tanques enterrados**

Donde no exista flujo de vehículos los tanques deberán instalarse a no menos de 0.15 m (6 pulgadas) por debajo del nivel del suelo. En caso se espere tránsito vehicular, deberán ser instalados a una profundidad no menor de 0.46 m (18 pulgadas).

Los tanques deberán estar revestidos o protegidos para minimizar la corrosión. Cualquier daño al revestimiento deberá ser reparado antes de proceder al relleno.

Los tanques deberán asentarse nivelados y rodearse de tierra o arena lavada de río firmemente compactada en el lugar. El material de relleno deberá estar libre de rocas y abrasivos. Además deberán estar protegidos contra la corrosión.

#### **4.3.1.5.3 Instalación de tanques monticulados**

El material del montículo deberá ser tierra, arena u otro material no combustible, no corrosivo y deberá proveer un espesor de cubierta del tanque de por lo menos 0.3 m (1 pie).

Se deberá proveer de una cubierta de protección en el tope del material del monticulado sujeta a erosión. Además los tanques deberán estar protegidos contra la corrosión.

Las válvulas y accesorios del tanque deberán ser accesibles para la operación o reparación sin perturbar el material del montículo.

#### **4.3.1.6 Válvulas de seguridad o de alivio de presión**

##### **4.3.1.6.1 Inicio de apertura y Flujo nominal mínimo**

La válvula de seguridad debe estar conectada en la parte superior del tanque en contacto con la zona de vapor.

El “inicio de apertura” de la válvula de seguridad debe darse cuando la presión interna del tanque llegue a los 250 psig (ajuste mínimo de inicio de apertura).

El “flujo nominal mínimo” de descarga de las válvulas de seguridad deberá ser calculada utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Flujo nominal mínimo} = 53.632 \times A^{0.82} \text{ pie}^3/\text{min aire}$$

Donde:

A = área externa total del tanque, en pies cuadrados.

Si la indicación del área superficial no fuera legible en la placa del tanque se puede calcular mediante las siguientes ecuaciones aproximadas:

Para tanques cilíndricos horizontales con cabezas semiesféricas:

$$A = \pi * D * L$$

Donde:

A: área total del tanque.

D: Diámetro exterior.

L: Longitud total incluyendo cabezas.

Para tanques cilíndricos horizontales con cabezas no semiesféricas:

$$A = (L + 0.3 * D) * D * \pi$$

El “flujo nominal mínimo” también puede ser calculado ingresando el área superficial del tanque en la tabla mostrada a continuación:

**Tabla 4.5: Capacidad de flujo mínima de la válvula de seguridad en función de la superficie del tanque**

Superficie pie <sup>2</sup>	Tasa de flujo pie <sup>3</sup> /min Aire	Superficie pie <sup>2</sup>	Tasa de flujo pie <sup>3</sup> /min Aire	Superficie pie <sup>2</sup>	Tasa de flujo pie <sup>3</sup> /min Aire
20	626	170	3620	600	10 170
25	751	175	3700	650	10 860
30	872	180	3790	700	11 550
35	990	185	3880	750	12 220
40	1100	190	3960	800	12 880
45	1220	195	4050	850	13 540
50	1330	200	4130	900	14 190
55	1430	210	4300	950	14 830
60	1540	220	4470	1000	15 470
65	1640	230	4630	1050	16 100
70	1750	240	4800	1100	16 720

<b>Superficie pie<sup>2</sup></b>	<b>Tasa de flujo pie<sup>3</sup>/min Aire</b>	<b>Superficie pie<sup>2</sup></b>	<b>Tasa de flujo pie<sup>3</sup>/min Aire</b>	<b>Superficie pie<sup>2</sup></b>	<b>Tasa de flujo pie<sup>3</sup>/min Aire</b>
75	1850	250	4960	1150	17 350
80	1950	260	5130	1200	17 960
85	2050	270	5290	1250	18 570
90	2150	280	5450	1300	19 180
95	2240	290	5610	1350	19 780
100	2340	300	5760	1400	20 380
105	2440	310	5920	1450	20 980
110	2530	320	6080	1500	21 570
115	2630	330	6230	1550	22 160
120	2720	340	6390	1600	22 740
125	2810	350	6540	1650	23 320
130	2900	360	6690	1700	23 900
135	2990	370	6840	1750	24 470
140	3080	380	7000	1800	25 050
145	3170	390	7150	1850	25 620
150	3260	400	7300	1900	26 180
155	3350	450	8040	1950	26 750
160	3440	500	8760	2000	27 310
165	3530	550	9470	—	—

Las capacidades de flujo de válvulas de seguridad instaladas en tanques enterrados o monticulados se pueden reducir a un 30% de lo indicado.

Las válvulas de alivio o seguridad deberán descargar su flujo nominal antes de que la presión interna supere el 120 por ciento del ajuste mínimo de presión de inicio de apertura.

Las válvulas de seguridad deben ser reemplazadas cada diez años, o menos en caso sea necesario.

#### **4.3.1.6.2 Instalación de válvulas de seguridad**

Deberán instalarse de modo que la descarga se dirija hacia arriba y al aire libre sin obstrucción alguna.

Se debe proveer un protector para prevenir la posibilidad de la entrada de materia extraña a la válvula. El protector deberá diseñarse de modo que permanezca en su lugar excepto cuando opere la válvula de seguridad.

En todo tanque en superficie de más de 7.57 m<sup>3</sup> (2 000 gal) de capacidad de agua, la descarga de la válvula de seguridad deberá instalarse verticalmente hacia arriba hasta un punto ubicado por lo menos a 2.1 m (7 pies) por encima de la parte superior del tanque. En el caso de tanques enterrados dicha distancia será medida desde el nivel del suelo.

La tubería de descarga deberá ser soportada y protegida contra daño físico y debe cumplir con lo siguiente:

La tubería debe proveer la tasa de flujo mínimo

La tubería deberá ser metálica y tener un punto de fusión por encima de 816 °C (1500 °F).

La tubería de descarga deberá diseñarse de modo que si se aplica una fuerza excesiva sobre la misma, ésta se quiebre del lado de la descarga de la válvula y no del lado de la entrada, sin dañar el funcionamiento de la válvula. (pipe away).

No deberán utilizarse codos de retorno ni tubos, tuberías o accesorios de restricción.

#### **4.3.1.6.3 Inspección de válvulas de seguridad**

Estas válvulas deben ser inspeccionadas, revisadas y calibradas, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Algunas de estas recomendaciones son:

1. Compruebe que la tapa protectora ubicada en la válvula o al extremo de la extensión de tubería esté bien ajustada. Las tapas protectoras ayudan a proteger la válvula de alivio contra posible mal funcionamiento causado por lluvia, escarcha, nieve, hielo, arena, tierra, grava, insectos u otro desperdicio o contaminación. Se deben reemplazar las tapas dañadas.
2. Los orificios de descarga deben estar libres de tierra, hielo, pintura, y otras partículas ajenas que pueden impedir el buen drenaje del cuerpo de la válvula. Si los orificios no pueden ser limpiados reemplace la válvula.
3. La exposición a altas concentraciones de agua, sal y otros pueden causar que componentes de metal fallen pudiendo causar el deterioro corrosión. Se debe reemplazar la válvula si hay señal de corrosión o contaminación (por ejemplo: grasas).

4. Una instalación incorrecta puede causar daños mecánicos. Se debe reemplazar la válvula si hay indicación de daño.
5. Se debe reemplazar la válvula si se comprueba un desajuste o descalibración de la presión de apertura.
6. Debe comprobarse la existencia de fuga mediante una solución para detectar fugas que no sea corrosiva.

#### **4.3.1.7 Manómetros**

El manómetro debe tener un dial de diámetro no menor a 0.15 m, para permitir su fácil lectura.

Si el área transversal de la abertura donde va conectado es mayor que la de una broca No. 54 (1.4 mm), se deberá proveer una válvula de exceso de flujo para la conexión del recipiente.

#### **4.3.1.8 Medidores del nivel de líquido**

Los medidores del nivel de líquido deberán ser instalados en todos los tanques, pues estos son llenados volumétricamente.

Para facilitar la lectura de los medidores, debe contarse con una escalerilla fija metálica y en caso de tanques de grandes dimensiones deben construirse pasarelas metálicas con barandas de una altura no menor de 1 metro que permita el tránsito entre los tanques.



Los tanques deben ser equipados con medidores fijos del nivel máximo de líquido.

#### **4.3.1.9 Válvulas y accesorios**

Los materiales usados deben ser compatibles con el GLP y ser resistentes a su acción bajo condiciones de servicio. No se deberán usar válvulas y accesorios fabricados de fundición de hierro gris. Los materiales no metálicos no deberán usarse para bonetes o cuerpos de válvulas.

Los materiales más utilizados son: latón, acero cadminizado, acero inoxidable, y hierro dúctil.

Las partes metálicas de accesorios que resisten presión deberán tener un punto de fusión mínimo de 816°C.

Las válvulas y accesorios del tanque deberán tener una clasificación de presión de trabajo de por lo menos a 1.7 MPag (250 psig).

Las juntas utilizadas para retener al Gas LP en los tanques deberán resistir la acción del Gas LP.

Las juntas deberán estar hechas de metal u otro material confinado en metal que posea un punto de fusión mayor que 816°C o deberán estar protegidas de la exposición al fuego.

Cuando una brida se abre, la junta deberá reemplazarse.

Los tanques estacionarios instalados en las Plantas Envasadoras deberán contar, por lo menos, con los siguientes accesorios:

- a) Medidor de nivel con indicador local.
- b) Termómetro ubicado en el nivel mínimo del líquido.
- c) Manómetro contrastado (doble manómetro), con conexión a la fase de vapor.
- d) Válvula de seguridad.
- e) Línea de drenaje con doble válvula. La válvula más cercana al recipiente debe ser de cierre rápido.
- f) Válvulas para las conexiones de ingreso y salida de GLP, que cumplan con la siguiente tabla:

**Tabla N° 4.6: Válvulas para las conexiones de ingreso y salida**

<b>Requerimientos para Tanques</b>		
<b>Servicio</b>	<b>Hasta 15.14 m<sup>3</sup> (4000 gal) de capacidad de agua</b>	<b>Mayor de 15.14 m<sup>3</sup> (4000 gal) de capacidad de agua</b>
Entrada vapor	(VC + VCH) o (VC + VEF) o VI	(VC + VCH) o (VC + VEF) o VI

<b>Requerimientos para Tanques</b>		
<b>Servicio</b>	<b>Hasta 15.14 m<sup>3</sup> (4000 gal) de capacidad de agua</b>	<b>Mayor de 15.14 m<sup>3</sup> (4000 gal) de capacidad de agua</b>
Salida vapor	(VC + VEF) o VI	(VC + VEF) o VI
Entrada de líquidos	(VC + VCH) o (VC + VEF) o VI	(VC + VCH) o VI <sub>RT</sub>
Salida de líquidos	(VC + VEF) o VI	VI <sub>RT</sub>

Donde:

VC = Válvula de Cierre.

VCH = Válvula de No Retroceso instalada en el tanque

VEF = Válvula de Exceso de Flujo instalada en el tanque

VI = Válvula Interna

VI<sub>RT</sub> = Válvula Interna equipada para cierre remoto y automático que utilice activación térmica (a fuego) dentro de los 1.5 metros (5 pies) de la válvula.

ESVL = Válvula de Cierre de Emergencia instalada para cierre remoto y automático que utilice activación térmica (a fuego) instalada en la línea de líquido.

Las válvulas de cierre deberán ser de fácil acceso para su operación y mantenimiento bajo condiciones normales y de emergencia.

#### **4.3.2 Tuberías, accesorios y válvulas**

Las tuberías pueden ser de hierro forjado, acero, latón o cobre y deberán cumplir las especificaciones de:

Hierro Forjado – de acuerdo con ASME B 36.10M;

Acero – de acuerdo con ASTM A 53 o ASTM A 106;

Latón – de acuerdo con ASTM B 43;

Cobre – de acuerdo con ASTM B 42.

Las tuberías, accesorios y válvulas para tuberías deberán tener una presión mínima nominal de acuerdo con lo especificado en la siguiente tabla.

**Tabla N° 4.7: Rango de presión de servicio de tuberías, accesorios y válvulas**

Servicio	Presión Mínima
Mayor que la presión del tanque.	2.4 MPa manométrica (350 psig) o a la presión de diseño del sistema, cualquiera sea la más alta, ó 2.8 MPa manométrica (400 psig) índice WOG.
GLP líquido o vapor de GLP a una presión de operación mayor a 0.9 MPa manométrica (125 psig) y a una presión igual o menor que del tanque.	1.7 MPa manométrica (250 psig).
GLP vapor a una presión de operación de 0.9 MPa manométrica (125 psig) o menor.	0.9 MPa manométrica (125 psig).

Las tuberías deben ser recomendadas y aprobadas por el fabricante, para el servicio requerido.

Las tuberías que pueden contener GLP líquido y que pueden estar aislados por válvulas y que requieran de válvulas de alivio hidrostático, deberán tener una presión de operación de 2.4 MPa manométrica (350 psig) o una presión que sea equivalente a la máxima presión de descarga de alguna bomba u otra fuente de alimentación al sistema de tuberías si es mayor que 2.4 MPa manométrica (350 psig).

#### **4.3.2.1 Instalación de tuberías y accesorios**

La instalación de las tuberías debe cumplir con lo siguiente:

- Las tuberías deberán tener un espesor no menor a cédula 40.
- Cuando se instalen tuberías enterradas, la profundidad mínima será de 0.6 m bajo el nivel del piso.
- Se prohíbe la instalación de red de tuberías en vías subterráneas.
- Las uniones de los tubos metálicos podrán ser roscadas, bridadas o soldadas, y se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - Las uniones roscadas y soldadas deberán cumplir con la Tabla N° 4.7.
  - Las empaquetaduras utilizadas para retener el GLP en las conexiones bridadas deberán ser resistentes a la acción del GLP.
  - Las empaquetaduras deberán estar hechas de metal o de otro material adecuado confinado en metal, que posea un punto de fusión mayor que 816 °C (1500 °F) o deberán hallarse protegidas de la acción del fuego.
  - Cuando se abra una brida, la empaquetadura deberá ser reemplazada.
  - Las uniones en las tuberías enterradas deberán ser solamente soldadas.

**Tabla N° 4.8: Tipos de uniones para uniones metálicas en servicio de GLP**

<b>Servicio</b>	<b>Cédula 40</b>	<b>Cédula 80</b>
Líquido	Soldado	Roscado o soldado
Vapor $\leq$ 0.9 MPa manométrica ( $\leq$ 125 psig)	Roscado o soldado	Roscado o soldado
Vapor $>$ 0.9 MPa manométrica ( $>$ 125 psig)	soldado	Roscado o soldado

Toda tubería, accesorios y válvulas deben ser probados luego de su montaje a presiones no inferiores a 1.5 veces a las de operación normal, libre de fugas.

En la planta envasadora, las tuberías conductoras de GLP, aire, agua para consumo humano y agua contra incendio, superficiales, deberán pintarse con base anticorrosiva y con los colores que indica la Norma Técnica Peruana N° 399.012. (Véase el Anexo 4: Colores de Identificación básicos para tuberías).

Deberá proveerse una válvula cierre manual en la tubería de líquido por cada sección del tubo que contenga una capacidad de 1 000 kg y esté dentro de un radio de 90 m de los tanques de almacenamiento o cualquier otra estructura importante sobre la superficie.

### **4.3.3 Válvulas de Exceso de Flujo**

#### **4.3.1.1 Funcionamiento**

Estas válvulas permiten el flujo de líquido o de vapores en cualquier dirección. Este flujo se controla solamente en una dirección (la dirección de la flecha grabada en la válvula). Si el flujo en esa dirección excede un volumen predeterminado, la válvula cierra automáticamente.

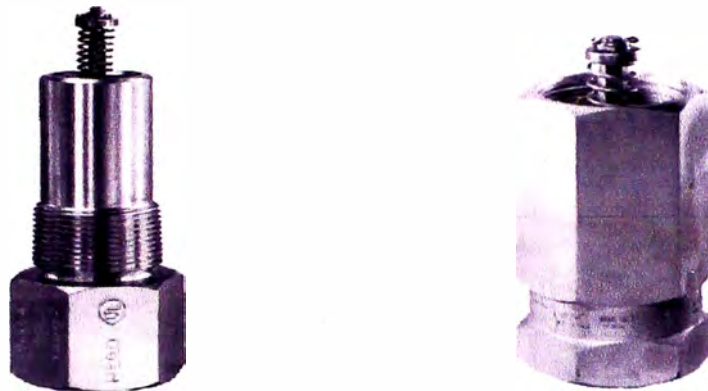
El disco de la válvula se mantiene en la posición abierta por medio de un resorte. Cuando el flujo crea una caída en la presión a través del disco de la válvula que vence la carga previamente regulada en el resorte, el disco de la válvula se mueve a la posición de cierre. La válvula permanece cerrada hasta que la fuerza en ambos lados del disco de cierre es aproximadamente igual (un pequeño orificio en el disco de cada válvula permite la igualación), cuando se llega a este punto el resorte automáticamente vuelve a abrir la válvula. Cuando la línea está totalmente rota, la presión no puede igualarse y la válvula de exceso de flujo permanece cerrada hasta que se repara la línea.

Debido a que el orificio de igualación en cada válvula permite la igualación de presión, las válvulas de exceso de flujo no proporcionan un tipo de cierre hermético al 100 por ciento.

Los fabricantes recomiendan que el flujo de cierre de la válvula de exceso de flujo sea aproximadamente 50% mayor que el flujo normal



anticipado, ya que un flujo de cierre cercano al normal puede provocar que la válvula se cierre debido a la apertura rápida de una válvula de cierre.

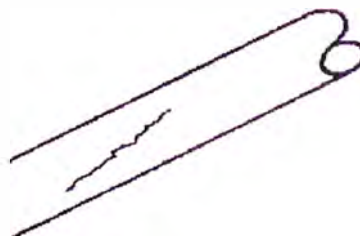


**Fig. N° 4.4: Válvulas de Exceso de flujo para líquido o vapor de GLP**

#### **4.3.1.2 Limitaciones o causas de falla**

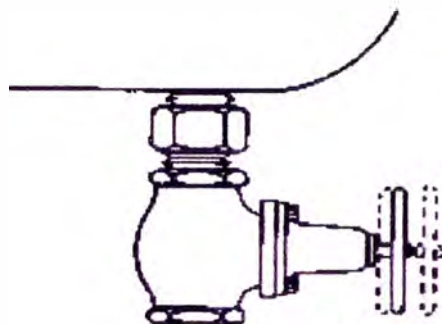
Existen casos por los cuales una válvula de exceso de flujo puede no cerrarse en caso de emergencias por ejemplo algunos son:

1. Cuando la rotura o el daño a la línea corriente abajo no es suficientemente grande para permitir un “exceso de flujo”



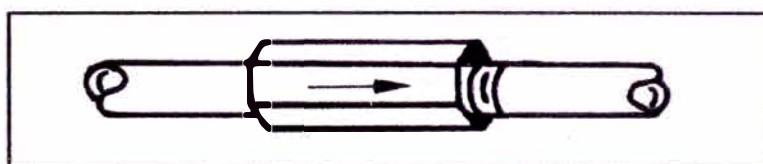
**Fig. N° 4.5: Rajadura que provoca fuga pero no “Exceso de Flujo”**

2. Una válvula que no esté totalmente abierta a la salida del tanque puede imponer una restricción sobre la válvula de exceso de flujo.



**Fig. N° 4.6: Válvula en salida del tanque no totalmente abierta**

3. El flujo a través de la válvula va en dirección incorrecta. Se debe instalar la válvula en la dirección de flujo indicado con una flecha en las mismas válvulas.

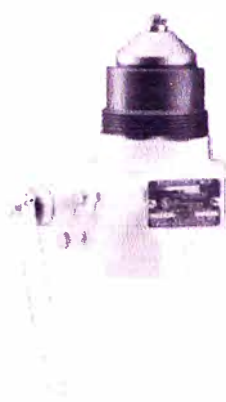


**Fig. N° 4.7: La dirección de flujo esta indicada en las válvulas de exceso de flujo**

#### **4.3.4 Válvulas Internas**

Es una válvula de cierre principal que se instalan en los tanques de almacenamiento de GLP, con las siguientes características: (1) El asiento y el

disco de asiento permanecen dentro del recipiente, de manera que el daño ocasionado a las partes externas al recipiente o a la brida de unión no evite el sello efectivo de la válvula; (2) la válvula está diseñada para que se le adicione un medio de cierre a distancia y también para el cierre automático cuando el flujo que atraviesa la válvula supera su capacidad de flujo máxima designada.



**Fig. N° 4.8: Válvula Interna .**

#### **4.3.4.1 Funcionamiento**

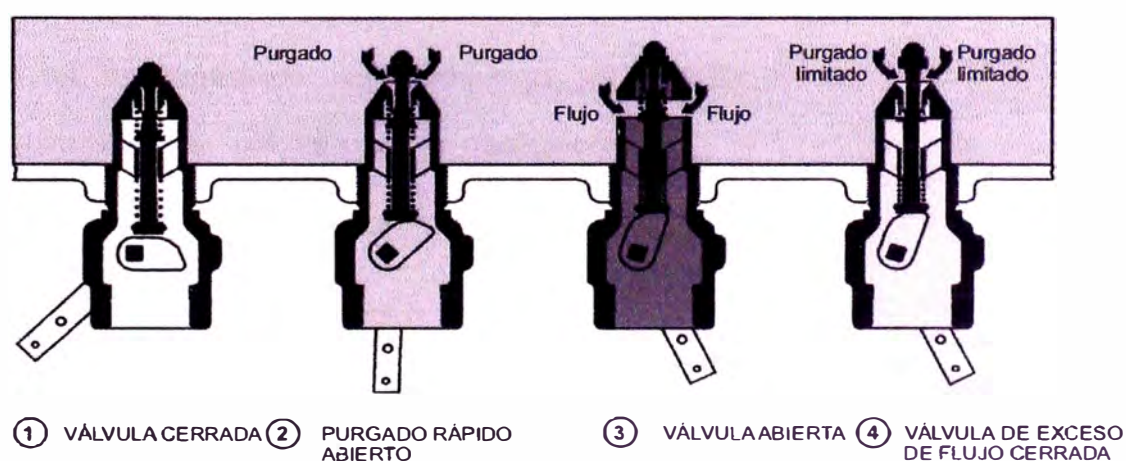
En la Vista 1 de la figura N° 4.9, la válvula se mantiene cerrada, con un sellado hermético por la presión del tanque y el resorte de cierre de la válvula.

En la Vista 2, Al mover la palanca operativa a más o menos el punto medio en su recorrido de ángulo de 70°, la leva puede poner el segmento de ecualización del vástago de la válvula en la abertura del piloto. Esto permite que se purgue una mayor cantidad de producto aguas abajo que si la palanca operativa se pusiera en la posición de abertura completa.

En la Vista 3, Al cabo de unos segundos se ecualizan las presiones del tanque y corriente abajo, entonces el resorte de exceso de flujo empujará el cabezal/asiento principal a la posición abierta, la palanca se deberá mover a la posición donde estará completamente abierta. No debe hacerse funcionar la bomba ni el compresor hasta que la válvula este completamente abierta.

En la Vista 4, durante la operación de transferencia, un flujo, o un aumento suficiente de flujo, mayor que el diseñado para que opere el resorte de exceso de flujo, cerrará la válvula. Seguirá purgándose una cantidad pequeña de producto corriente abajo, pero menos que en la vista 2.

Cuando la palanca de operación se mueve a la posición cerrada, la válvula se cierra y se vuelve a establecer un sellado a prueba de fugas tal como se ve en la vista 1.



**Fig. N° 4.9: Funcionamiento de una Válvula Interna**

#### **4.3.4.2 Instalación de válvulas internas**

Las válvulas internas en servicio líquido que han sido instaladas en tanques mayores de 15.14 m<sup>3</sup> (4000 gal) de capacidad de agua deben cumplir con:

El corte automático deberá estar provisto de accionamiento térmico (por fuego). El elemento térmico deberá encontrarse a no más de 1.5 m (5 pies) de la válvula interna.

La NFPA 58, requiere que al menos una estación de corte remoto para válvulas internas en servicio de líquido, estén a no menos de 7.6 m (25 pies) y a no más de 30 m (100 pies) desde el punto de transferencia de líquido.

#### **4.3.5 Válvulas de cierre de emergencia**

Para minimizar las consecuencias que puede tener la partida de un camión que no ha desconectado las mangueras de trasiego, deberá contarse en la instalación fija próxima a la manguera, con una válvula de cierre de emergencia.

El elemento sensible a la temperatura en la válvula no debe ubicarse a más de 1,5 m (5 pies) del extremo más cercano de la manguera o de la tubería articulada.

Las válvulas de cierre de emergencia deben estar ubicadas dentro de los 6 m (20 pies) de tubería lineal medidos desde el extremo más cercano a la manguera o tubería articulada.

Las válvulas de cierre de emergencia deben instalarse en la tubería fija de modo que cualquier rotura resultante de una tracción ocurra del lado de la conexión que corresponde a la manguera o tubería articulada, manteniendo intactas las válvulas y tuberías en el lado que corresponde a la planta.

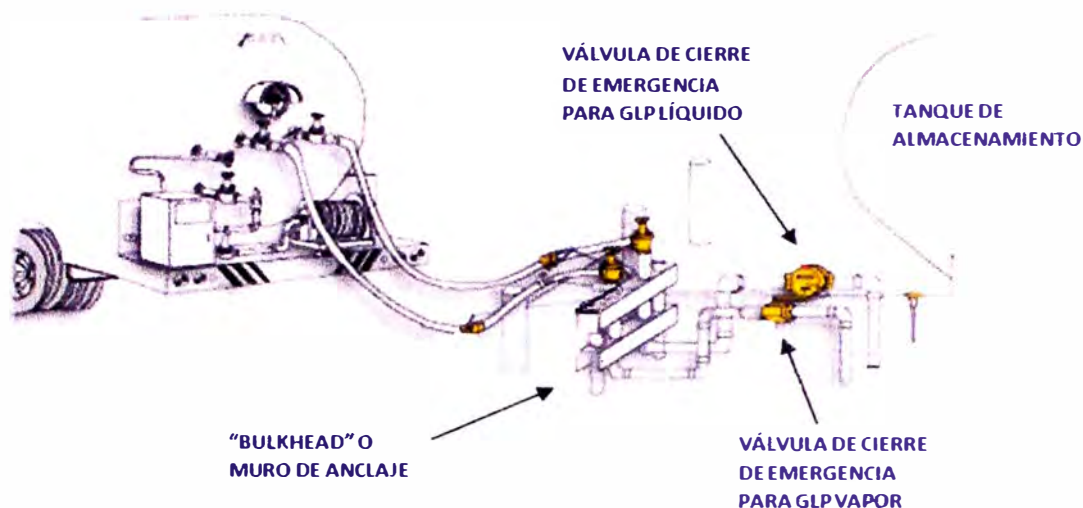
Las válvulas de cierre de emergencia deberán tener incorporado todos los medios de cierre siguientes:

Cierre automático a través de un actuador térmico (fuego).

Cierre manual desde una ubicación remota.

Cierre manual en la ubicación de la instalación.

Los elementos fusibles deberán tener un punto de fusión que no exceda los 121 °C (250 °F).



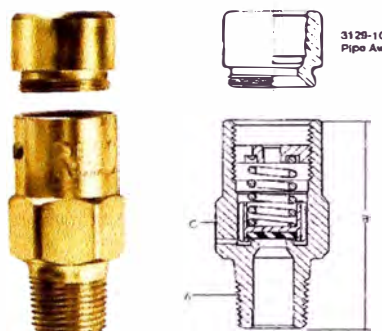
**Fig. N° 4.10: Instalación de Válvulas de Cierre de Emergencia.**

#### **4.3.6 Válvulas de alivio de presión hidrostática.**

Se debe instalar una válvula de alivio de presión hidrostática con capacidad de descarga adecuada en los tramos de tubería en que pueda quedar atrapado el GLP en su fase líquida, entre dos válvulas de cierre.

Las válvulas de alivio de presión hidrostática deberán tener una presión de apertura no menor de 400 psig (2.8 MPag) o mayor de 500 psig (3.5 MPag) a menos que sean instaladas en sistemas diseñados para operar por encima de los 350 psig (2.4 MPag), en cuyo caso deberán operar a no menos del 110% ni a más del 125% de la presión de diseño del sistema.

El principio de funcionamiento es el mismo que el de las válvulas de seguridad de tanques ASME solo que éstas están diseñadas para trabajar con GLP líquido en mangueras o tuberías.



**Fig. N° 4.11: Válvula de Alivio Hidrostático**

#### **4.3.7 Mangueras**

Las mangueras usadas en el trasiego de GLP deberán ser resistentes a la acción de éste con una presión de ruptura de 11.8 MPag (120 kg/CM<sup>2</sup>) o más y tener una presión de trabajo no inferior a 2.4 MPag (24.6 kg/cm). Las mangueras deben llevar en forma continua a intervalos no superiores a 3 m las siguientes marcas: "GAS LICUADO", ó "LPGAS" ó "LGP", "Presión de trabajo 2.4 MPa" ó "350 psi Presión de Trabajo" o más y, el "nombre del fabricante".

Deben soportar una presión de prueba hidrostática de 4.8 MPag (700 psig) durante 5 minutos sin presentar fugas, hinchamientos o roturas.

Las mangueras de trasiego contarán con una válvula de cierre rápido en su extremo libre.



Deben protegerse contra presiones hidrostáticas excesivas mediante válvulas de alivio hidrostáticas.

#### **4.3.8 Bombas y compresores**

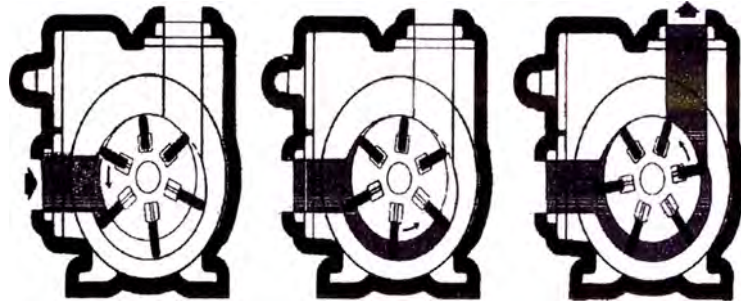
La presión de diseño de bombas y compresores debe ser de 350 psig o la presión esperada, la que fuera más alta.

Los equipos deberán ser fabricados con materiales que sean compatibles con el GLP bajo las condiciones de servicio. Los cuerpos de bombas y compresores suelen ser fabricados con hierro dúctil según ASTM 536.

##### **4.3.8.1 Bombas**

Dado que el líquido de GLP se vaporizará con caídas de presión livianas, se utilizan bombas de desplazamiento positivo o bombas centrífugas especiales como las bombas de turbina regenerativa.

**Bombas de desplazamiento positivo (paletas);** llegan a trabajar con caudales de hasta 300 GPM, presiones diferenciales de 150 psig y tienen una alta eficiencia mecánica (de 80 a 90%). En la siguiente figura se muestra un esquema de su funcionamiento:

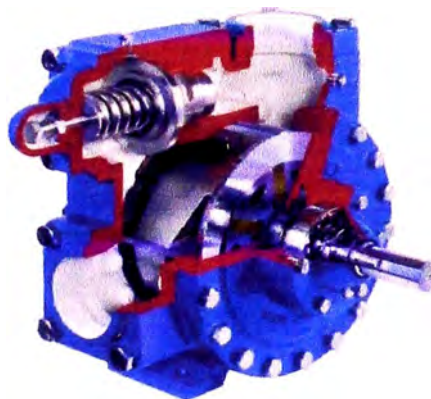


**Fig. N° 4.12: Desplazamiento de Fluido en la bomba de paletas**

Al girar el rotor, la paleta crea un vacío en la succión, forzando la entrada del líquido hacia la bomba.

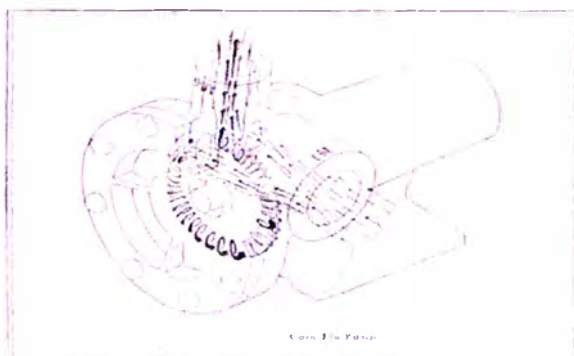
El líquido es transportado entre las paletas o aspas.

El fluido es descargado en la salida de la bomba



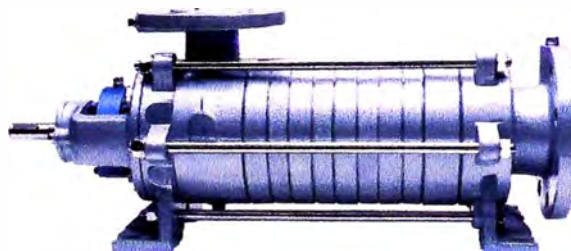
**Fig. N° 4.13: Bomba de desplazamiento positivo (paletas).**

**Bombas turbina regenerativa;** estas bombas trabajan con caudales menores y tienen bajas eficiencias mecánicas (30 a 35%)



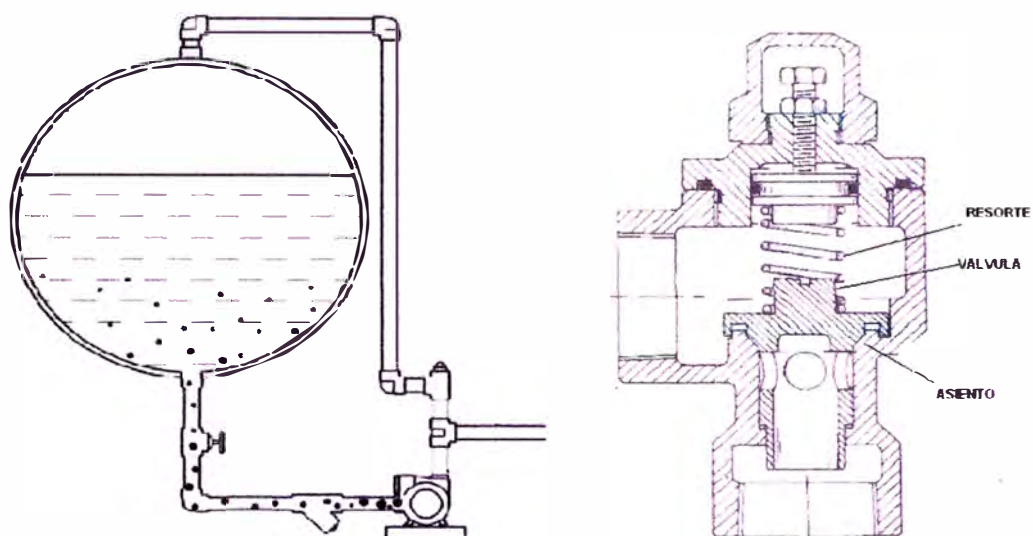
**Fig. N° 4.14: Bomba turbina regenerativa**

**Bombas de canal lateral;** estas bombas trabajan con caudales máximos de 150 GPM, altas presiones diferenciales, son de múltiples etapas y baja eficiencia mecánica (40 a 50%). Son más costosas.



**Fig. N° 4.15: Bomba de canal lateral**

Las bombas de GLP deben incorporar una válvula de derivación (bypass) para limitar la operación normal de la presión de descarga. Estas válvulas deben operar a no más de 400 psig o a 50 psig por encima de la presión normal de operación, cualquiera sea mayor.



**Fig. 4.16: Válvula de derivación o By Pass.**

#### **4.3.8.2 Compresores**

Son compresores de desplazamiento positivo, alternativos y de pistón.



**Fig. N° 4.17: Compresores para GLP**

#### **4.3.8.3 Instalación de bombas y compresores**

Las bombas y compresoras deberán instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante para facilitar los servicios a que están destinadas, siendo obligatorio el protegerlas contra el deterioro causado por vehículos o personas mediante cercos u otros dispositivos de protección.

Si la carcasa de la bomba y/o compresor está sometida a tensiones excesivas transmitidas por las tuberías de succión y descarga, se permitirá el uso de conectores flexibles para aislar la tubería.

Estos equipos deberán tener conexión a tierra para descarga de la corriente estática.

Los motores eléctricos deberán ser a prueba de explosión, es decir, las chispas o temperaturas altas que se generen en el motor no deben encender una atmósfera inflamable que pudiera estar alrededor, esto se logra con encerramientos especialmente diseñados. Además deben tener interruptor automático de sobre carga, y sistema de escape con matachispa.

#### **4.3.9 Instalación de equipos eléctricos**

Los equipos eléctricos y el cableado instalados dentro de un área clasificada deberán ser adecuados para Clase I, Grupo D división 1 o 2 según el Anexo 5: "Clasificación de áreas eléctricas"; e instalarse según el Código Nacional de Electricidad o la NFPA 70.

Los equipos eléctricos y el cableado instalados en áreas no clasificadas deberán estar en conformidad con la norma NFPA 70 o el Código Nacional de Electricidad.

La instalación de pararrayos dependerá de la ubicación geográfica de las Plantas envasadoras.

Deben instalarse no menos de dos (2) interruptores de corte de energía eléctrica para que, en casos de emergencia, actúen sobre las unidades de suministro de GLP distantes de ellas. Uno deberá ubicarse a no más de seis metros (6.00 m) de la zona de almacenamiento y plataforma, y el otro no más de treinta metros (30.00 m) con su señalización respectiva. Adicionalmente, deberá accionar el sistema de agua contra incendio.

#### **4.3.10 Plataforma de llenado de cilindros**

Las plataformas deben construirse con materiales incombustibles y tener una adecuada y natural ventilación. No debe usarse plataformas metálicas.

Los múltiples de llenado deben construirse con tuberías, conexiones, válvulas y mangueras para alta presión, para operar a una presión no menor de 28.12 kg/cm<sup>2</sup> (400 psig).

Todo el sistema de envasado, múltiple de llenado y básculas deberán tener conexión a tierra, para descarga de corriente estática.

#### **4.3.11 Requisitos adicionales para Plantas Envasadoras**

Las Plantas Envasadoras deben ubicarse a una distancia de 50 metros o más de estaciones o subestaciones eléctricas y a 100 metros o más de locales públicos como escuelas, hospitales, cines, iglesias, centros comerciales u otros donde se realicen concentraciones de público.

Las Plantas Envasadoras cuya capacidad de almacenamiento de GLP sea de 40,000 kg o más, deben contar con dos puertas, una de ingreso y otra de salida con un ancho no menor a cuatro metros. Las demás Plantas Envasadoras deberán contar por lo menos con una puerta de ingreso o salida de un ancho no menor a 4m. En todos los casos se deberá contar con una puerta independiente para uso del personal.

Las zonas de circulación interna de las plantas envasadoras de GLP tendrán una amplitud suficiente para asegurar el fácil desplazamiento de vehículos y personas.

Los topes, postes y cercos de la zona de almacenamiento deberán pintarse alternadamente de amarillo y negro en franjas diagonales, con proporciones de acuerdo a la Norma Técnica Peruana N°. 399.010-1.

En el recinto de las Plantas Envasadoras, se fijarán letreros de acuerdo a la Norma Técnica Peruana N°. 399.010-1, que indiquen lo siguiente:

- Se prohíbe fumar.

- Velocidad máxima 20 Km por hora.
- No opere sin la conexión puesta a tierra.
- Peligro, Gas Inflamable.
- Se prohíbe encender cualquier clase de fuego en el interior de la Planta.
- Se prohíbe el paso de vehículos o personas no autorizadas.
- Se prohíbe el paso a esta zona a personal no autorizado, en cada lado de la zona de almacenamiento.
- Apague el motor de su vehículo, el radio y otros equipos eléctricos, en la zona de carga y descarga.
- Calzar el vehículo con tacos para inmovilizarlo durante la carga y descarga.

Se prohíbe la instalación de talleres para la reparación de unidades automotrices o de otros talleres donde se pueda generar chispas o exista la necesidad de hacer uso de fuego abierto.

Las edificaciones dentro de la Planta Envasadora se construirán con materiales incombustibles. Se ubicarán fuera de las zonas de almacenamiento y de llenado, salvo las destinadas para maquinarias o tanques estacionarios.

Queda prohibido el uso de lo siguiente para el personal o vehículos con acceso a las zonas de almacenamiento, trasiego y envasado:



- Todo tipo de lámparas de mano a base de combustible y de las eléctricas que no sean apropiadas para atmósfera de gas inflamable.
- Tubos de escape de toda clase de vehículos con motor de combustión interna, desprovistos de mata chispas o silenciadores, sobre todo cuando estos últimos están perforados o deteriorados.

En la instalación de aparatos que produzcan fuego, calor o chispa cuyo uso se considere indispensable para el servicio del personal de la Planta Envasadora, tales como cocinas, calentadores de agua, parrillas y otros, se cumplirá con los siguientes requisitos:

- Deben estar ubicados en un lugar tan lejano como sea posible, de las zonas de envasado y almacenamiento y en ningún caso a menos de 30 m de ellas. Si la capacidad de almacenamiento es igual o superior a 453 m<sup>3</sup> (120.000 galones), la distancia a dicho almacenamiento será como mínimo de 60 m.
- Preferentemente se escogerá uno de los frentes de la Planta, para ubicarlos.

#### **4.4 SEGURIDAD CONTRA INCENDIO**

Los fuegos de GLP y de gases en general, no deben ser extinguidos hasta que se haya cortado la fuente de suministro y hayan sido controladas las fugas. Las válvulas y mandos remotos deben ser ubicados en lugares no comprometidos y considerados en toda instalación para cortar el abastecimiento o bombeo desde áreas o zonas alejadas de la emergencia.

El agua sólo debe usarse con el fin de enfriar los equipos, tanques, soportes, fundaciones y tuberías. No se debe usar para extinguir los fuegos alimentados por gases.

#### **4.4.1 Almacenamiento de agua**

El almacenamiento mínimo de reserva de agua contra incendios, para enfriamiento de capacidades superiores a los 3,78 m<sup>3</sup> (1000 galones) de GLP, obedecerá a las siguientes consideraciones, debiendo tenerse en cuenta que la mínima protección consiste en refrigerar el tanque en emergencia, así como los tanques inmediatamente contiguos:

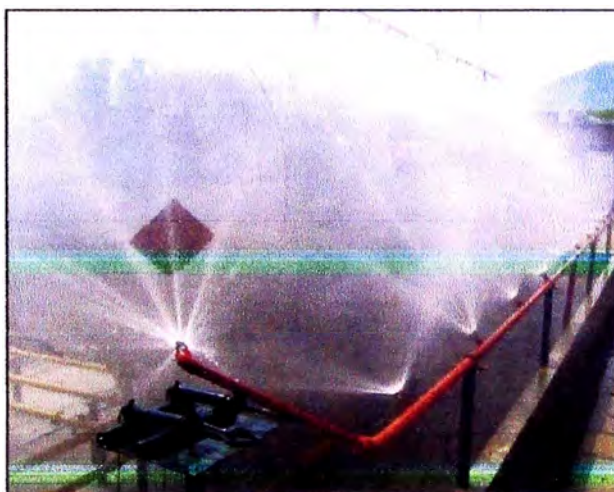
Para cuatro (4) horas, cuando no se disponga de red de agua pública, ni compañías del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.

- Para dos (2) horas, cuando no se disponga de red de agua pública pero sí de compañías del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.
- Para una (1) hora de abastecimiento si la red de agua pública asegura una disponibilidad de un hidrante o hidrantes de agua a no más de cien (100) metros de la instalación con un régimen de agua no menor al necesario.

#### **4.4.2 Instalación de sistema de agua contra incendio**

El régimen de agua para enfriamiento de los tanques no debe ser menor a 10.2 lpm por cada metro cuadrado (0.25 gpm por pie cuadrado) de área expuesta.

En adición a la red de agua contra incendio, sistemas de aspersores diseñados a base de la norma NFPA 15, deben ser considerados para conjuntos de tanques estacionarios de almacenamiento con capacidad mayor de 3.78 m<sup>3</sup> (1000 galones). El flujo de agua de los aspersores deberá mantener la superficie expuesta de los tanques uniformemente cubierta y enfriada. No se aceptará el escurrimiento.



**Fig. N° 4.18: Sistema de agua para enfriamiento (aspersores)**

Debe disponerse de redes de agua provistas de boquillas para pulverizar y lanzar agua en lugares estratégicos. Las boquillas para pulverizar y lanzar agua (hidrantes) deberán cumplir con lo señalado en la NFPA 14 y NFPA 24.

Según el reglamento nacional a falta de normas técnicas peruanas, las siguientes normas de la NFPA son de requisito mínimo:

NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores.

NFPA 14: Norma para la instalación de sistemas de mangueras y tomas fijas de agua; Edición 2007.

NFPA 15: Norma para sistemas fijos de agua pulverizada para la protección contra incendio.

NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.

NFPA 22: Norma para tanques de agua para protección privada de incendios

NFPA 24: Norma para la instalación de redes privadas de agua contra incendio y accesorios.

NFPA 25: Norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas hidráulicos de protección contra incendio.

NFPA 58: Código del Gas Licuado de Petróleo.

#### **4.4.3 Extintores**

Los extintores deberán contar con la certificación de organismos nacionales o extranjeros acreditados ante el INDECOPI, de acuerdo a la *NTP 350.026: Extintores portátiles manuales de polvo químico seco. Requisitos*, así como de las *NTP 350.062-2: Método de extinción para calificar fuegos de clase B* y *NTP 350.062-3: Método de extinción para calificar fuegos de clase C*. Alternativamente, se pueden usar extintores listados por UL o aprobado por FM

o aquellos que cumplan con la ANSI/UL 299 y cuya capacidad de extinción cumpla con la ANSI/UL 711.

El extintor debe ser usado para extinguir el incendio de GLP sólo cuando se haya controlado la fuga del combustible.

#### **4.4.3.1 Tipos de incendio**

Incendio Clase A: Los incendios de Clase A son incendios de materiales combustibles sólidos como la madera, tela, papel, caucho, etc.

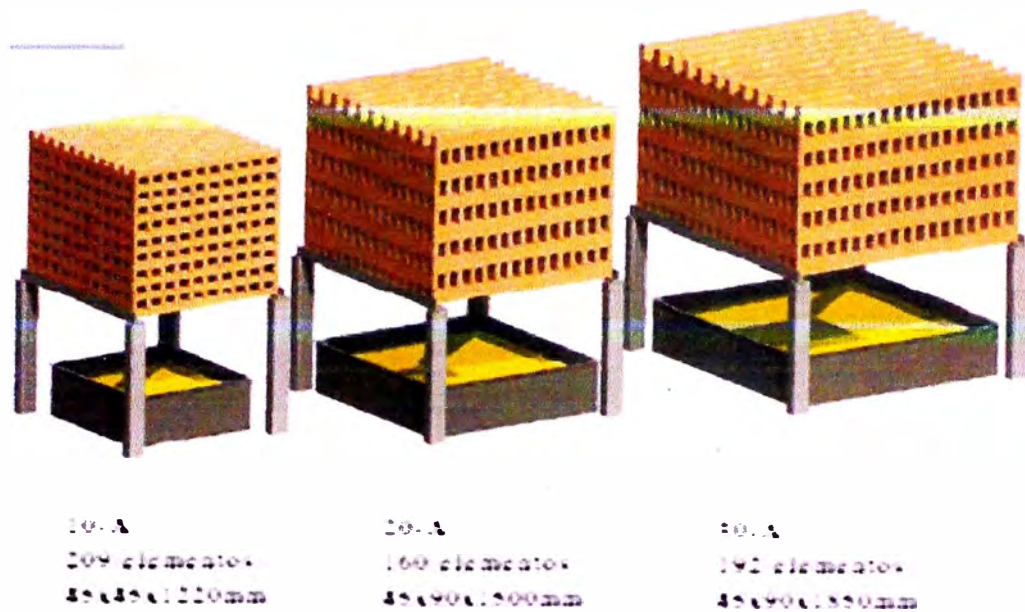
Incendio Clase B: Son incendios de gases inflamables (como el GLP) líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas y alcoholes.

Incendios Clase C: Los incendios de Clase C son incendios que involucran equipos eléctricos energizados.

#### **4.4.3.2 Rating o capacidad de Extinción**

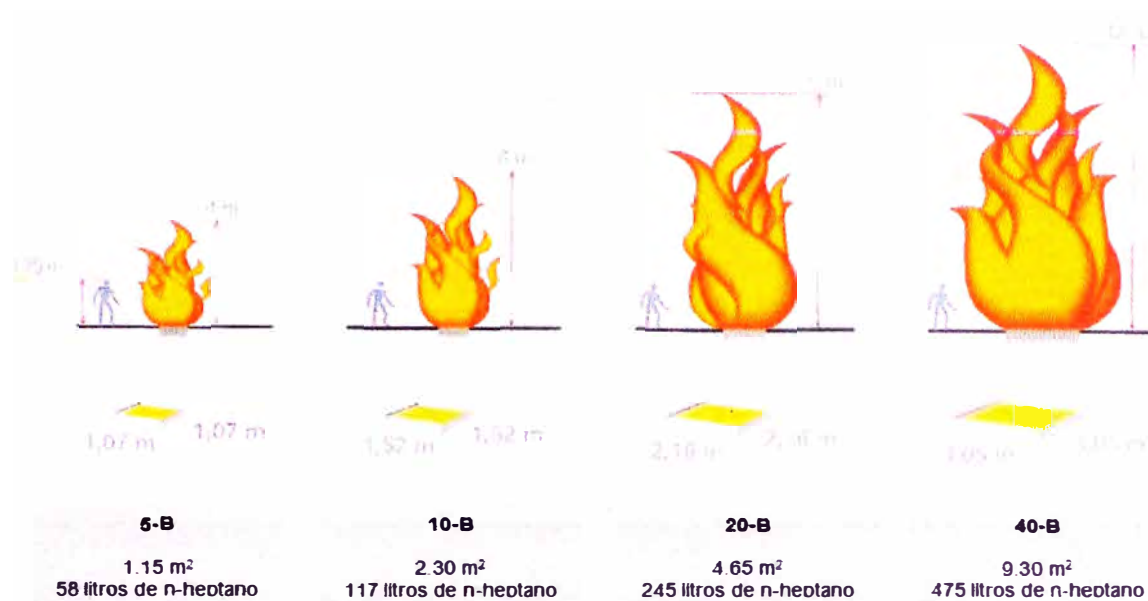
En un extintor con un rating de extinción: 20A80BC

20A: indica 20 pies cúbicos de fuego clase A (fuego en volumen) que es el 40% de lo que el extintor puede extinguir si es operado por un experto. La prueba se realiza según la *NTP 350.062-1: Método de extinción para calificar fuegos de clase A*, extinguiéndose el incendio de un paralelepípedo, con forma y dimensiones estándar, de acuerdo al rating que se quiere medir (10A, 20A, etc).



**Fig. N° 4.19: Castillos de madera para pruebas de extinción 10A, 20A, 30A.**

80B: indica 80 pies cuadrados de fuego clase B (fuego de área) que es el 40% de lo que el extintor puede extinguir si es operado por un experto. La prueba se realiza según la *NTP 350.062-2*, extinguiéndose el incendio de un líquido inflamable, en un depósito dimensiones estándar, de acuerdo al rating que se quiere medir (80B, 120B, etc).



**Fig. N° 4.20: Pruebas de capacidad de extinción 5B, 10B, 20B, 40B.**

**C:** indica que el extintor puede extinguir fuegos que involucran equipos eléctricos energizados.

#### 4.4.3.3 Selección

En la NTP 350.043-1: Selección, Distribución, Inspección, Mantenimiento, Recarga y Prueba Hidrostática, no se especifica un criterio de selección del rating para fuegos de gases inflamables como el GLP, sólo menciona que se debe seguir lo recomendado por el fabricante o una norma técnica aplicable para incendios de gases inflamables.

El “Reglamento de seguridad para instalaciones y transporte de GLP” aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM y modificado por el Decreto

Supremo 065-2008-EM, indica que cómo mínimo en una planta envasadora se debe contar con:

02 Extintores rodantes de Polvo Químico Seco con una capacidad de extinción certificada mínima de 320BC.

12 Extintores portátiles de Polvo Químico Seco con una capacidad de extinción certificada mínima de 120BC.

Sin embargo en una planta envasadora podría haber materiales combustibles sólidos por lo que sería necesario adicionar capacidad de extinción para fuegos de clase A. Para la selección de extintores de fuego de clase A ver el Anexo 6: "Selección y distribución de extintores para fuegos de clase A".

#### 4.4.3.4 Ubicación

La ubicación de los extintores debe ser tal que la distancia a recorrer desde el incendio sea como mínimo la indicada en la tabla 3 de la NTP 350.043-1.

**Tabla N° 4.9: Distancia máxima a recorrer.**

Tipo de riesgo	Capacidad de extinción mínima	Distancia máxima a recorrer hasta el extintor. (m)
Bajo	5B	9
	10B	15
Moderado	10B	9
	20B	15
Alto	40B	9
	90B	15

**Fuente: Tabla 3 de la NTP 350.043-1**



Las instalaciones de GLP involucran un riesgo alto y dado que la capacidad de extinción mínima exigida por el reglamento es mayor a 80B la distancia máxima a recorrer debe ser de 15 metros.

Los extintores cuyo peso total no exceda los 18 kg serán instalados de tal manera que el extremo más alto del extintor no esté a más de 1,50 m del suelo.

Los extintores cuyo peso total exceda los 18 kg serán instalados de tal manera que el extremo más alto del extintor no esté a más de 1.10 m del suelo. La base del extintor deberá estar a 0.20 m del suelo como mínimo.

#### **4.4.4 Detectores y Explosímetros**

Las Plantas Envasadoras deben contar con detectores continuos de presencia de gases combustibles o de atmósferas explosivas, los mismos que estarán dotados de alarmas sonoras o remotas, como mínimo deben ubicarse uno en la zona de envasado y otro en la zona de almacenamiento. Las alarmas deben ser activadas cuando se detecte 25% del límite inferior de explosividad.

#### **4.4.5 Brigada contra incendio**

En las Plantas Envasadoras cuya capacidad de almacenamiento sea mayor de 5,000 kg de GLP o el número de tanques estacionarios sea superior a seis, se dispondrá, en lugar accesible, de equipos de protección para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendios, que consistirá en cuando menos dos trajes aluminizados de aproximación, dotados

con dos equipos de respiración autocontenida (SCBA) de 30 minutos de capacidad y con dos botellas de repuesto. Está prohibido el uso de trajes de asbesto.

El equipo de protección para el personal de la brigada de bomberos (casco, botas, casaca, pantalón, guantes y capucha) tendrá las mismas especificaciones que el normado para el Cuerpo de Bomberos Voluntarios.

Toda Planta Envasadora deberá contar con sistema de alarma para casos de incendio, mediante el cual se avise en forma efectiva y oportuna a todo el personal, de la iniciación de una emergencia. Es obligatorio que la instalación esté conectada por línea telefónica directa u otro sistema de alarma a distancia con la Central del Cuerpo de Bomberos de la localidad.

Deberá, asimismo, mantenerse un rol actualizado conteniendo los números telefónicos para casos de emergencia, así como dar aviso, en forma oportuna, a las instalaciones vecinas que puedan ser expuestas por los incendios o fugas en la instalación.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1 Ejemplo de Comprobación del espesor mínimo requerido para un tanque ASME**

Datos de placa:

Tanque superficial

5 548 galones

Presión de diseño: 250 psig

Espesor del cuerpo: 0.75 pulgadas

Espesor de las cabezas: 0.4 pulgadas

Largo Total: 6.96 m, Diámetro Exterior: 2.08 m, cabezales esféricos.

Radiografiado: 100% para todas las juntas.

Consideremos material acero SA-285-C (este dato si no está en la placa se puede obtener del certificado de conformidad o del reporte U-1 según el código ASME Sección VIII). Entonces tenemos:

Radio interior del cuerpo cilíndrico: 1.02 m = 40.16 pulgadas

Radio interior de la cabeza esférica: 1.03 m = 40.55 pulgadas

Presión de diseño: 250 psig

De la Tabla N° 4.2:

Esfuerzo máximo admisible (S) = 15 700 psi

Eficiencia de la junta longitudinal: 1 (radiografiado 100%)

Eficiencia de la junta circunferencial: 1 (radiografiado 100%)

#### **A Cuerpo Cilíndrico**

##### **Esfuerzo circunferencial (Juntas longitudinales)**

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{250 \times 40.16}{15700 \times 1 - 0.6 \times 250} = 0.646 \text{ pulgadas}$$

##### **Esfuerzo longitudinal (Juntas circunferencial )**

$$t = \frac{PR}{2SE + 0.4P} = \frac{250 \times 40.16}{2 \times 15700 \times 1 + 0.4 \times 250} = 0.318 \text{ pulgadas}$$

De ambos resultados se escoge el mayor, entonces el espesor mínimo del cuerpo cilíndrico del tanque es: 0.646 pulgadas.

#### **B Cabeza esférica**

$$t = \frac{PL}{2SE - 0.2P} = \frac{250 \times 40.55}{2 \times 15700 \times 1 - 0.2 \times 250} = 0.323 \text{ pulgadas}$$

### Conclusión:

Dado que según la placa el espesor del cuerpo cilíndrico es de 0.75 pulgadas y el de la cabeza esférica es de 0.4 pulgadas, y ambos son mayores a los mínimos requeridos, 0.646 pulgadas y 0.323 pulgadas respectivamente; se concluye que los espesores cumplen con lo requerido por la Sección VIII del código ASME para recipientes a presión y calderas.

### 5.2 Comprobación de la capacidad de descarga o flujo mínimo de la válvula de seguridad de un tanque ASME

El tanque del cálculo anterior cuenta con una válvula de seguridad de la marca REGO modelo 7534G y cumple con la norma UL 132. Según el catálogo del fabricante la capacidad de flujo en pies cúbicos por minuto (PCM) de aire es de: 11 675.

Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexion del Recipiente NPT M.	Capacidad de Flujo PCM/Aire *		Apropiada para Tanques con un Area de Superficie hasta de: **	Accesorios	
			UL - a 120% de la Presión Calibrada	ASME - a 120% de la Presión Calibrada		Tapa Protectora	Adaptador de Tubería
7534B	125	2"	6.025	—	319 Sq. Ft.	7534-40	7534-20***
7534G	250		11.675	10.422	708 Sq. Ft.		

### Cálculo del flujo nominal mínimo:

$$\text{Flujo nominal mínimo} = 53,632 \times A^{0,82} \text{ pie}^3/\text{min aire}$$

Donde:

$$A = \text{área externa total del tanque, en pies cuadrados.}$$

Para tanques cilíndricos horizontales con cabezas semiesféricas:

$$A = \pi * D * L = \pi \times 2.08 \times 6.96 = 45.48 \text{ m}^2 = 489.54 \text{ pies}^2$$

Entonces:

$$\text{Flujo nominal mínimo} = 53.632 \times 489.54^{0.82} = 8610 \text{ PCM}$$

### **Conclusión:**

El tanque necesita una válvula de seguridad con un flujo nominal mínimo de 8610 PCM, y la válvula que tiene instalada tiene una capacidad de flujo de 11 675 PCM, de lo que se puede concluir que la válvula de seguridad ha sido bien seleccionada.

### **5.3 Cálculo de la capacidad mínima de almacenamiento de agua para el sistema de agua contra incendio**

Debemos considerar 3 aspectos principalmente:

1. El tanque de los cálculos anteriores es de 5 548 galones (mayor a 1000 galones), por lo que se debe considerar un sistema de enfriamiento en base a aspersores.
2. A ambos lados del tanque se encuentran un tanque con capacidades de 10 000 y 25 000 galones. Entonces la protección mínima consiste en enfriar los 3 tanques.

3. El régimen mínimo de enfriamiento no debe ser menor a: 10.2 LPM/ m<sup>2</sup> (0.25 GPM/ pie<sup>2</sup>)
4. Debe disponerse de redes de agua provistas de boquillas para pulverizar y lanzar agua en lugares estratégicos, dichos lugares estratégicos pueden ser la plataforma de llenado de cilindros y un camión tanque que en el momento del incendio se encuentre cerca.

Según la NFPA 14: Como mínimo 2 hidrantes con salidas de 1-1/2" y de 125 GPM cada uno.

#### **A Cálculo del caudal total de agua de enfriamiento para los 3 tanques:**

##### **Tanque de 5548 galones:**

Área superficial:

$L_{\text{Total}} = 6.96 \text{ m}$ ,  $\text{Diametro Exterior} = 2.08 \text{ m}$

$$A_1 = \pi * D * L = \pi \times 2.08 \times 6.96 = 45.48 \text{ m}^2 = 489.5 \text{ pie}^2$$

Caudal de enfriamiento:

En LPM:  $Q_1 = 45.48 \times 10.2 = 463.9 \text{ LPM}$

En GPM:  $Q_1 = 489.5 \times 0.25 = 122.4 \text{ GPM}$

##### **Tanque de 10 000 galones:**

Área superficial

$L_{\text{Total}} = 11.2 \text{ m}$ , Diámetro Exterior = 2.14 m

$$A_2 = \pi * D * L = \pi \times 2.14 \times 11.2 = 75.3 \text{ m}^2 = 810.5 \text{ pie}^2$$

Caudal de enfriamiento:

En LPM:  $Q_2 = 75.3 \times 10.2 = 768 \text{ LPM}$

En GPM:  $Q_2 = 810.5 \times 0.25 = 202.6 \text{ GPM}$

**Tanque de 25 000 galones:**

Área superficial:

$L_{\text{Total}} = 12.3 \text{ m}$ , Diámetro Exterior = 3.10 m

$$A_3 = \pi * D * L = \pi \times 3.10 \times 12.3 = 119.8 \text{ m}^2 = 1289.5 \text{ pie}^2$$

Caudal de enfriamiento:

En LPM:  $Q_3 = 119.8 \times 10.2 = 1222 \text{ LPM}$

En GPM:  $Q_3 = 1289.5 \times 0.25 = 322.4 \text{ GPM}$

Cálculo del caudal total de enfriamiento:

$$Q_{\text{enfriamiento}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2453.9 \text{ LPM} = 647.4 \text{ GPM}$$

## **B Caudal de hidrantes**

2 Hidrantes de 125 GPM cada uno:

$$Q_{\text{hidrantes}} = 2 \times 125 = 250 \text{ GPM} = 946.25 \text{ LPM}$$



### C Cálculo de la capacidad mínima de almacenamiento de agua.

Como se indicó en el acápite 4.4.1 el almacenamiento debe abastecer de agua durante 1, 2 o 4 horas dependiendo de la disponibilidad de agua y de la presencia de compañías del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.

$$Q_{total} = Q_{enfriamiento} + Q_{hidrantes} = 3400 \text{ LPM} = 897.4 \text{ GPM}$$

Volumen Mínimo de la Cisterna para abastecer durante 1 hora (60 minutos)	204 m <sup>3</sup>
Volumen Mínimo de la Cisterna para abastecer durante 2 horas (120 minutos)	408 m <sup>3</sup>
Volumen Mínimo de la Cisterna para abastecer durante 4 horas (240 minutos)	816 m <sup>3</sup>

## CONCLUSIONES

- 1) El gas licuado de petróleo (GLP) a condiciones ambientales es un gas altamente inflamable, por ello si el GLP fuga y se mezcla con el aire a concentraciones entre 1.8% y 9.3% aproximadamente (límite inferior y superior de inflamabilidad respectivamente) y encuentra una fuente de ignición se encenderá pudiendo provocarse incendios o explosiones. Además por ser más pesado que el aire se confina en zonas bajas, lo que lo hace más peligroso.
- 2) Para trasegar el GLP líquido de un recipiente a otro, es necesario provocar un diferencial de presión ya sea mediante una bomba que trabaje con GLP líquido o con un compresor que trabaja con el GLP vapor.
- 3) El tanque, las tuberías, válvulas, bombas, compresores de GLP y otros que formen parte de una planta envasadora, deben ser diseñados e instalados de acuerdo con lo establecido en el presente manual, con la finalidad de garantizar la seguridad de la planta y de las personas que laboran en ella.

- 4) Los fuegos de GLP y de gases en general, no deben ser extinguidos hasta que se haya cortado la fuente de suministro.
- 5) El agua sólo debe usarse con el fin de enfriar los equipos, tanques, soportes, fundaciones y tuberías. No se debe usar para extinguir los fuegos alimentados por fugas de gas sin control.

## RECOMENDACIONES

- 1) Para la supervisión de las condiciones de seguridad de una planta envasadora, además de consultar el presente manual se recomienda revisar exhaustivamente el “Reglamento de seguridad para instalaciones y transporte de GLP” aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM y modificado por el Decreto Supremo N° 065-2008-EM. Además de la NFPA 58 y las normas NFPA: 13, 14, 15, 20, 22, 24, 25 para el sistema contra incendio. Así como prácticas reconocidas de ingeniería.
- 2) Para la operación y supervisión de plantas envasadoras de GLP se recomienda contar con profesionales en ingeniería acreditados y con amplia experiencia.
- 3) En caso sea necesario, se recomienda coordinar plazos para la mejora de las condiciones de seguridad, de la planta envasadora con la autoridad estatal local, los bomberos, etc. ya que el GLP es una sustancia peligrosa pero también es una fuente necesaria de energía para la sociedad.

- 4) Se recomienda verificar periódicamente el cumplimiento de las condiciones de seguridad establecidos en el presente manual.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Ministerio de Energía y Minas, Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transporte de Gas Licuado de Petróleo aprobado por Decreto Supremo N° 027-94-EM publicado el 17 de mayo de 1994 y modificado por el Decreto Supremo N° 065-2008-EM publicado el 31 de diciembre de 2008.
- 2) National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra incendios), NFPA 58: "Código del gas licuado de petróleo", Edición 2004.
- 3) Propane Education & Research Council (Consejo de Educación e investigación del propano), Basic Principles and Practices of Propane (Principios Básicos y Practicas de Propano), Edición 2008.
- 4) Ediciones UPC (Universidad Politécnica de Cataluña), Análisis del riesgo en instalaciones industriales, primera edición, 1999.
- 5) Ministerio de Energía y Minas, Código Nacional de Electricidad – Utilización, Año 2006.

- 6) National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EEUU), NFPA 70: Código Nacional de Electricidad de los Estados Unidos, Edición 2008.
- 7) National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EEUU), NFPA 14: Norma para la instalación de sistemas de mangueras y tomas fijas de agua; Edición 2007.
- 8) American Society of Mechanical Engineers (Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos) ASME, Sección VIII del Código de Recipientes a Presión y Calderas, Edición 2010.
- 9) J. Gustavo Caballero Mabarak, Manual de Cálculos para la Ingeniería en Gas, Año 1996.
- 10) CORKEN, Serie GLP: Compresores y Bombas, Edición de noviembre de 2004.
- 11) Productos REGO, Catálogo L-102-SV: Equipo de Gas LP y Amoníaco Anhidro, Edición 2003.
- 12) FISHER, Equipos para Gas LP LP-31, Edición 2006

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1**

**CONTENIDO DEL VOLUMEN MÁXIMO DE GLP LÍQUIDO EN EL TANQUE A  
CUALQUIER TEMPERATURA DADA**

El volumen máximo permitido de GLP líquido en un tanque deberá estar de acuerdo a las tablas N° 1 (a), 1 (b) y 1 (c)



**Tabla N° 1 (b): Volumen máximo permitido de GLP (porcentaje del volumen total del tanque): tanques sobre superficie con más de 1200 galones (más de 4.5 m<sup>3</sup>)**

Temperatura del líquido		Peso específicos													
		0,496 a 0,503	0,504 a 0,510	0,511 a 0,519	0,520 a 0,527	0,528 a 0,536	0,537 a 0,544	0,545 a 0,552	0,553 a 0,560	0,561 a 0,568	0,569 a 0,576	0,577 a 0,584	0,585 a 0,592	0,593 a 0,600	
50	-45,6	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	
45	-42,8	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	
40	-40	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85	
35	-37,2	77	78	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	
30	-34,4	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85	86	
25	-31,5	78	79	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	
20	-28,9	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	87	
15	-26,1	79	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	87	
10	-23,3	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87	
5	-20,6	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	
0	-17,8	80	81	82	82	83	84	85	85	86	86	87	88	88	
5	15	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87	88	89	
10	32,2	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89	
15	9,4	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89	90	
20	6,7	82	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	89	90	
25	3,9	83	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90	
30	1,1	83	84	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91	
35	1,7	84	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	
40*	4,4	85	86	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	
45	7,8	85	86	87	87	88	88	89	89	90	91	91	92	92	
50	10	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	92	
55	12,8	87	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	92	93	
60	15,6	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	93	
65	18,5	88	89	90	90	91	91	91	92	92	93	93	93	94	
70	21,1	89	90	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94	94	
75	23,9	90	91	91	91	92	92	92	93	94	94	94	94	95	
80	26,7	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	95	95	95	
85	29,4	92	92	93	93	93	93	94	94	95	95	95	96	96	
90	32,2	93	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	96	
95	35	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96	96	97	97	
100	37,8	94	95	95	95	95	96	96	96	96	97	97	97	98	
105	40,4	96	96	96	96	96	97	97	97	97	97	98	98	98	
110	43	97	97	97	97	97	97	97	97	98	98	98	98	99	
115	46	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	99	99	99	

**Tabla N° 1 (c): Volumen máximo permitido de GLP (porcentaje del volumen total del tanque): para todo tanque subterráneo**

Temperatura del líquido		Peso específico												
		0,985 a 0,991	0,984 a 0,990	0,981 a 0,989	0,979 a 0,987	0,976 a 0,984	0,974 a 0,982	0,971 a 0,979	0,969 a 0,977	0,966 a 0,974	0,964 a 0,972	0,961 a 0,969	0,959 a 0,967	0,956 a 0,964
°F	°C	0,991	0,990	0,989	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981	0,980	0,979
-50	-45,6	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	85	86
-45	-42,8	77	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	87
-40	-40	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	86	86	87
-35	-37,2	78	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	87
-30	-34,4	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	86	87	88
-25	-31,5	79	80	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88
-20	-28,9	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88
-15	-26,1	80	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	89
-10	-23,3	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89
-5	-20,6	81	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89
0	-17,8	82	83	84	84	85	85	86	87	87	88	89	89	90
5	-15	82	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89	90	90
10	-12,2	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	90	90	91
15	-9,4	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	91	91
20	-6,7	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90	91	91
25	-3,9	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	92
30	-1,1	85	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	92	92
35	1,7	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93
40	4,4	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93	93
45	7,3	87	88	89	89	90	91	91	91	92	92	93	93	94
50*	10	88	88	89	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94
55	12,8	89	89	90	91	91	92	92	92	93	93	94	94	95
60	15,6	90	90	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95	96
65	18,3	90	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95	96	96
70	21,1	91	91	92	93	93	93	94	94	94	95	95	96	96
75	23,9	92	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	97	97
80	26,7	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	97	97	97
85	29,4	94	94	95	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98
90	32,2	95	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98	98	98
95	35	96	96	96	96	97	97	97	97	98	98	98	98	99
100	37,8	97	97	97	97	97	98	98	98	98	99	99	99	99
105	40,4	98	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99

Los valores dados en las tablas N° 1 (a), 1 (b), 1(c) son valores tabulados de acuerdo al cálculo que se va a describir a continuación:

El contenido máximo de GLP líquido para cualquier tanque depende del tamaño del tanque, de si éste se instala sobre superficie o bajo tierra, del límite máximo de llenado permitido y de la temperatura del líquido.

El volumen máximo  $V_t$  (en porcentaje de la capacidad del tanque) de GLP a la temperatura  $t$ , que tiene un peso específico  $G$  y un límite de llenado en porcentaje de peso de  $L$ , se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$V_t = \frac{L}{G \times F}$$

Donde:

$V_t$  = Porcentaje de la capacidad del recipiente que puede llenarse con líquido.

$L$  = límite máximo de llenado permitido por peso (Ver Tabla N° 2)

$G$  = peso específico de GLP

$F$  = factor de corrección para corregir el volumen a la temperatura  $t$  a 60°F (16°C). (Ver tabla N° 3)

**Tabla N° 2: Límite máximo de llenado por peso de los tanques de GLP**

Peso específico a 60°F (15,6°C)	Tanques sobre superficie		Tanques subterrá- neos
	0 a 1200 U.S. gal (0 a 4,5 m <sup>3</sup> )	Más de 1200 U.S. gal (más de 4,5 m <sup>3</sup> )	
0,496-0,503	41	44	45
0,504-0,510	42	45	46
0,511-0,519	43	46	47
0,520-0,527	44	47	48
0,528-0,536	45	48	49
0,537-0,544	46	49	50
0,545-0,552	47	50	51
0,553-0,560	48	51	52
0,561-0,568	49	52	53
0,569-0,576	50	53	54
0,577-0,584	51	54	55
0,585-0,592	52	55	56
0,593-0,600	53	56	57

**Tabla N° 3: Factores de corrección de volumen de líquido**

Temperatura Observada. Grados Fahrenheit	Pesos específicos a 60°F-60°F												
	0,510	Propano 0,5079	0,510	0,520	0,530	0,540	0,550	0,560	iso- Butano 0,5631	0,570	0,580	n- Butano 0,5844	0,590
	Factores de Corrección del Volumen												
-50	1,160	1,155	1,153	1,146	1,140	1,133	1,127	1,122	1,120	1,116	1,111	1,108	1,106
-45	1,153	1,148	1,146	1,140	1,134	1,128	1,122	1,117	1,115	1,111	1,106	1,103	1,101
-40	1,147	1,142	1,140	1,134	1,128	1,122	1,117	1,111	1,110	1,106	1,101	1,099	1,097
-35	1,140	1,135	1,134	1,128	1,122	1,116	1,111	1,105	1,104	1,100	1,095	1,093	1,091
-30	1,134	1,129	1,128	1,122	1,116	1,111	1,105	1,100	1,099	1,094	1,089	1,087	1,085
-25	1,127	1,122	1,121	1,115	1,110	1,105	1,100	1,095	1,094	1,089	1,084	1,082	1,080
-20	1,120	1,115	1,114	1,109	1,104	1,099	1,095	1,090	1,089	1,084	1,079	1,077	1,075
-15	1,112	1,109	1,107	1,102	1,097	1,093	1,089	1,084	1,083	1,078	1,073	1,071	1,069
-10	1,105	1,102	1,100	1,095	1,091	1,087	1,083	1,079	1,078	1,073	1,068	1,066	1,064
-5	1,098	1,094	1,091	1,087	1,083	1,079	1,075	1,071	1,070	1,065	1,060	1,058	1,056
0	1,092	1,088	1,085	1,081	1,078	1,074	1,071	1,067	1,066	1,061	1,056	1,054	1,052
2	1,084	1,080	1,078	1,074	1,071	1,067	1,064	1,060	1,059	1,054	1,049	1,047	1,045
4	1,076	1,072	1,070	1,066	1,063	1,059	1,056	1,052	1,051	1,046	1,041	1,039	1,037
6	1,068	1,064	1,062	1,058	1,055	1,051	1,048	1,044	1,043	1,038	1,033	1,031	1,029
8	1,061	1,057	1,055	1,051	1,048	1,044	1,041	1,037	1,036	1,031	1,026	1,024	1,022
10	1,053	1,049	1,047	1,043	1,040	1,036	1,033	1,029	1,028	1,023	1,018	1,016	1,014
12	1,045	1,041	1,039	1,035	1,032	1,028	1,025	1,021	1,020	1,015	1,010	1,008	1,006
14	1,037	1,033	1,031	1,027	1,024	1,020	1,017	1,013	1,012	1,007	1,002	1,000	998
16	1,030	1,026	1,024	1,020	1,017	1,013	1,010	1,006	1,005	1,000	995	993	991
18	1,022	1,018	1,016	1,012	1,009	1,005	1,002	998	997	992	987	985	983
20	1,014	1,010	1,008	1,004	1,001	997	994	990	989	984	979	977	975
22	1,006	1,002	1,000	996	993	989	986	982	981	976	971	969	967
24	1,008	1,004	1,002	998	995	991	988	984	983	978	973	971	969
26	1,000	996	994	990	987	983	980	976	975	970	965	963	961
28	1,002	998	996	992	989	985	982	978	977	972	967	965	963
30	1,004	1,000	998	994	991	987	984	980	979	974	969	967	965
32	1,006	1,002	1,000	996	993	989	986	982	981	976	971	969	967
34	1,008	1,004	1,002	998	995	991	988	984	983	978	973	971	969
36	1,010	1,006	1,004	1,000	997	993	990	986	985	980	975	973	971
38	1,012	1,008	1,006	1,002	999	995	992	988	987	982	977	975	973
40	1,014	1,010	1,008	1,004	1,001	997	994	990	989	984	979	977	975
42	1,016	1,012	1,010	1,006	1,003	999	996	992	991	986	981	979	977
44	1,018	1,014	1,012	1,008	1,005	1,001	998	994	993	988	983	981	979
46	1,020	1,016	1,014	1,010	1,007	1,003	1,000	996	995	990	985	983	981
48	1,022	1,018	1,016	1,012	1,009	1,005	1,002	998	997	992	987	985	983
50	1,024	1,020	1,018	1,014	1,011	1,007	1,004	1,000	999	994	989	987	985
52	1,026	1,022	1,020	1,016	1,013	1,009	1,006	1,002	1,001	996	991	989	987
54	1,028	1,024	1,022	1,018	1,015	1,011	1,008	1,004	1,003	998	993	991	989
56	1,030	1,026	1,024	1,020	1,017	1,013	1,010	1,006	1,005	1,000	995	993	991
58	1,032	1,028	1,026	1,022	1,019	1,015	1,012	1,008	1,007	1,002	997	995	993
60	1,034	1,030	1,028	1,024	1,021	1,017	1,014	1,010	1,009	1,004	999	997	995
62	1,036	1,032	1,030	1,026	1,023	1,019	1,016	1,012	1,011	1,006	1,001	999	997
64	1,038	1,034	1,032	1,028	1,025	1,021	1,018	1,014	1,013	1,008	1,003	1,001	999
66	1,040	1,036	1,034	1,030	1,027	1,023	1,020	1,016	1,015	1,010	1,005	1,003	1,001
68	1,042	1,038	1,036	1,032	1,029	1,025	1,022	1,018	1,017	1,012	1,007	1,005	1,003
70	1,044	1,040	1,038	1,034	1,031	1,027	1,024	1,020	1,019	1,014	1,009	1,007	1,005
72	1,046	1,042	1,040	1,036	1,033	1,029	1,026	1,022	1,021	1,016	1,011	1,009	1,007
74	1,048	1,044	1,042	1,038	1,035	1,031	1,028	1,024	1,023	1,018	1,013	1,011	1,009
76	1,050	1,046	1,044	1,040	1,037	1,033	1,030	1,026	1,025	1,020	1,015	1,013	1,011
78	1,052	1,048	1,046	1,042	1,039	1,035	1,032	1,028	1,027	1,022	1,017	1,015	1,013
80	1,054	1,050	1,048	1,044	1,041	1,037	1,034	1,030	1,029	1,024	1,019	1,017	1,015
82	1,056	1,052	1,050	1,046	1,043	1,039	1,036	1,032	1,031	1,026	1,021	1,019	1,017
84	1,058	1,054	1,052	1,048	1,045	1,041	1,038	1,034	1,033	1,028	1,023	1,021	1,019
86	1,060	1,056	1,054	1,050	1,047	1,043	1,040	1,036	1,035	1,030	1,025	1,023	1,021
88	1,062	1,058	1,056	1,052	1,049	1,045	1,042	1,038	1,037	1,032	1,027	1,025	1,023

Tabla N° 3: Continuación



Pesos específicos a 60°F/60°F													
Temperatura Observada, Grados Fahrenheit	0,500	Propano 0,5079	0,510	0,520	0,530	0,540	0,550	0,560	iso- Butano 0,5431	0,570	0,580	n- Butano 0,5834	0,590
	Factores de Corrección del Volumen												
90	0,936	0,939	0,944	0,952	0,955	0,958	0,960	0,962	0,963	0,964	0,964	0,964	0,965
92	0,942	0,945	0,946	0,949	0,952	0,955	0,957	0,959	0,960	0,962	0,964	0,965	0,966
94	0,948	0,941	0,942	0,946	0,949	0,952	0,954	0,957	0,958	0,959	0,962	0,962	0,964
96	0,955	0,938	0,939	0,942	0,946	0,949	0,952	0,954	0,955	0,957	0,959	0,960	0,961
98	0,961	0,934	0,935	0,939	0,943	0,946	0,949	0,952	0,953	0,954	0,957	0,957	0,959
100	0,967	0,930	0,932	0,936	0,940	0,943	0,946	0,949	0,950	0,952	0,954	0,955	0,957
105	0,973	0,920	0,924	0,927	0,931	0,935	0,939	0,943	0,944	0,946	0,949	0,949	0,951
110	0,980	0,914	0,918	0,923	0,927	0,932	0,936	0,940	0,941	0,943	0,946	0,946	0,948
115	0,987	0,907	0,911	0,916	0,921	0,925	0,930	0,934	0,935	0,937	0,940	0,940	0,942
120	0,993	0,897	0,901	0,906	0,911	0,915	0,920	0,924	0,925	0,927	0,930	0,930	0,932
125	0,996	0,881	0,884	0,890	0,896	0,900	0,905	0,910	0,911	0,913	0,916	0,916	0,918
130	0,998	0,871	0,873	0,880	0,886	0,890	0,900	0,908	0,909	0,911	0,914	0,914	0,916
135	0,999	0,861	0,863	0,871	0,877	0,881	0,891	0,901	0,902	0,904	0,907	0,907	0,909
140	0,999	0,850	0,852	0,861	0,867	0,871	0,881	0,891	0,892	0,894	0,897	0,897	0,900

Ejemplo: El contenido máximo de líquido, en porcentaje de la capacidad del tanque, para un tanque sobre superficie de 30.000 gal (114 m<sup>3</sup>) de capacidad de agua de un GLP que tiene un peso específico de 0,508 y a una temperatura del liquido de 80°F (27°C) se calcula como sigue:

De la Tabla N° 2: L = 0,45 y de la Tabla N° 3: F= 0,967. Por lo tanto,

$$V_{80} = \frac{0,45}{0,508 \times 0,967}$$

$$= 0,915 \text{ (91 \%)} \text{ o } 27.300 \text{ gal. (103 m}^3\text{)}$$

### Método Alternativo para el Llenado de tanques

Los tanques equipados con medidores fijos del nivel máximo o con medidores variables del nivel de liquido pueden ser llenados con cualquiera de estos medidores, cuando la determinación de las temperaturas no fuera posible, siempre que el medidor fijo del nivel máximo de liquido esté instalado o que el medidor variable esté regulado para indicar el volumen igual al límite máximo de llenado permitido. Este nivel se

calcula sobre la base de que la temperatura del líquido es de 40°F (4,4°C) para los tanques sobre superficie y de 50°F (10°C) para los tanques subterráneos.

El porcentaje de la capacidad del tanque que puede ser llenada con el líquido se calcula, sustituyendo los valores apropiados como sigue:

$$V_t = \frac{L}{G \times F}$$

Donde:

t = temperatura del líquido (se asume que es 40°F (4,4°C) para los tanques sobre superficie y 50°F (10°C) para los tanques subterráneos).

L = límite de carga obtenido de la Tabla N° 2 para lo siguiente:

- (1) El peso específico del GLP a contener.
- (2) El método de instalación, sobre superficie o subterráneo, y si fuera sobre superficie, entonces:

(a) para tanques de 1200 gal (4,5m<sup>3</sup>) de capacidad de agua o menores;

(b) para tanques de una capacidad de agua mayor que 1200 gal (4,5m<sup>3</sup>).

G = peso específico del Gas LP que se va a contener.

F = factor de corrección [obtenido de Tabla N° 3, utilizando G y 40°F (4°C) para los tanques sobre superficie o 50°F (10°C) para los tanques subterráneos]

**Ejemplo:** El volumen máximo de un Gas LP que tiene un peso específico de 0,508 que puede encontrarse en un tanque sobre superficie con una capacidad de

agua de 1000 gal (3,8 m<sup>3</sup>) que se llena utilizando un medidor fijo del nivel máximo de liquido se calcula como sigue:

t = 40°F (4,4°C) para un tanque sobre superficie.

L = para un peso especifico de 0,508 y un tanque sobre superficie con una capacidad de agua menor que 1200 gal (4,5 m<sup>3</sup>), de la Tabla N° 2 es 42 por ciento.

F = para un peso especifico de 0,508 a 40°F (4,4°C) de Tabla N° 3 es 1,033.

Por lo tanto,

















$$V_t = \frac{0,42}{0,508 \times 1,033}$$
$$= 0,800 \text{ (80\%)} \text{ u } 800 \text{ gal (3 m}^3\text{)}$$

Los valores de los porcentajes, como los, se redondean al siguiente punto de porcentaje más bajo o a 80 por ciento en este ejemplo.

## **ANEXO 2**

## COLORES PATRONES UTILIZADOS EN SEÑALES Y COLORES DE SEGURIDAD

Tabla de colores de seguridad según Parte 3 de la NTP 399.009

 ROJO TINTEC S 1	 AMARILLO TINTEC S 2	 AMARILLO-OCHE TINTEC S 3	 NARANJA TINTEC S 4
 MARRON TINTEC S 5	 MARRON CLARO TINTEC S 6	 VERDE TINTEC S 7	 VERDE - CLARO TINTEC S 8
 AZUL TINTEC S 9	 AZUL CLARO TINTEC S 10	 VIOLETA TINTEC S 11	 BLANCO TINTEC S 12
 NEGRO TINTEC S 13	 GRIS TINTEC S 14	 ALUMINIO TINTEC S 15	 ROSADO TINTEC S 16

## **ANEXO 3**

**COLORES DE CONTRASTE****Tabla 2 de la NTP 399.010-1: Colores de contraste**

<b>Color de la señal de seguridad</b>	<b>Color de contraste</b>
<b>ROJO</b>	<b>BLANCO</b>
<b>AZUL</b>	<b>BLANCO</b>
<b>AMARILLO</b>	<b>NEGRO</b>
<b>VERDE</b>	<b>BLANCO</b>

## **ANEXO 4**



## COLORES DE IDENTIFICACIÓN BÁSICOS PARA TUBERÍAS

A continuación se muestra el punto 4.1 de la NTP 399.012:

4.1 Los colores identificados básicos y su significado son los siguientes:

Rojo	:	Contra-incendio
Verde	:	Agua
Gris	:	Vapor de agua
Aluminio	:	Petróleo y derivados
Marrón	:	Aceites vegetales y animales
Amarillo ocre	:	Gases, tanto en estado gaseoso como licuados
Violeta	:	Ácidos y álcalis
Azul claro	:	Aire
Blanco	:	Sustancias alimenticias

## **ANEXO 5**

## CLASIFICACIÓN DE ÁREAS ELÉCTRICAS

Las áreas eléctricas clasificadas se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla de Clasificación de Áreas Eléctricas**

<b>Parte</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Extensión del área clasificada</b>	<b>Equipamiento será adecuado para Clase I, Grupo D del Código Eléctrico Nacional</b>
A	Tanques	Dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde las conexiones, a excepción de las conexiones cubiertas de otro modo en la presente Tabla.	División 2
B	Carga y descarga de camiones cisternas	Dentro de los 1.5 m en todas las direcciones desde las conexiones realizadas o desconectadas normalmente para la transferencia del producto.	División 1
		Más allá de los 1.5 m, pero dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde el punto donde se efectúen conexiones o se desconecten normalmente, y dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador horizontal de la esfera y el nivel del piso.	División 2
C	Aberturas de venteo de medidores.	Dentro de los 1.5 m en todas las direcciones desde el punto de descarga.	División 1
		Más allá de los 1.5 m pero dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde el punto de descarga.	División 2
D	Descarga del dispositivo de alivio de presión.	Dentro del camino directo de la descarga.	Nota: Preferentemente no se debería

Parte	Ubicación	Extensión del área clasificada	Equipamiento será adecuado para Clase I, Grupo D del Código Eléctrico Nacional
			instalar equipos eléctricos fijos.
E	Bombas y compresores de vapor.		
	En el interior sin ventilación.	La totalidad de la habitación y toda otra habitación adyacente no separada por una división hermética al gas.	División 1
		Dentro de los 4.6 m de la cara externa de toda pared externa o techo que no sean herméticos al vapor o dentro de los 4.6 m de toda abertura externa.	División 2
	En el interior con ventilación.	La totalidad de la habitación y toda habitación adyacente no separada por una división hermética al gas.	División 2
	En el exterior al aire libre a nivel o sobre el nivel del piso.	Dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde el equipo y dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador horizontal de la esfera y el nivel del piso.	División 2
F	Edificios o habitaciones especiales para el almacenaje de cilindros.	La totalidad de la habitación.	División 2
G	Fosos u hoyos que contengan o se ubiquen por debajo de válvulas, bombas,		

Parte	Ubicación	Extensión del área clasificada	Equipamiento será adecuado para Clase I, Grupo D del Código Eléctrico Nacional	
	compresores para Gas LP y equipos similares			
	Sin ventilación mecánica.	La totalidad del foso u hoyo.	División 1	
		La totalidad de la habitación y toda habitación adyacente no separada por una división hermética al gas.	División 2	
		Dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde el foso u hoyo, cuando se ubique en el exterior	División 2	
	Con ventilación mecánica.	La totalidad del foso u hoyo.	División 2	
		La totalidad de la habitación y toda habitación adyacente que no se encuentre separada por una división hermética al gas.	División 2	
		Dentro de los 4.6 m alrededor del foso u hoyo, si están ubicados en el exterior.	División 2	
	H	Llenado de cilindros		
		En el interior con ventilación	Dentro de los 1.5 m en todas las direcciones desde el punto de transferencia.	División 1
Más allá de los 1.5 m y la totalidad de la habitación.			División 2	
En el exterior al aire		Dentro de los 1.5 m en todas las direcciones desde el punto de	División 1	

<b>Parte</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Extensión del área clasificada</b>	<b>Equipamiento será adecuado para Clase I, Grupo D del Código Eléctrico Nacional</b>
	libre	transferencia.	
		Más allá de los 1.5 m pero dentro de los 4.6 m en todas las direcciones desde el punto de transferencia y dentro del volumen cilíndrico entre el ecuador horizontal de la esfera y el nivel del piso.	División 2

(a) La clasificación de área no deberá extenderse más allá de una pared sin aberturas, techo o división sólida hermética al gas, sin aberturas.

## **ANEXO 6**

## **SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE EXTINTORES PARA FUEGOS DE CLASE A**

La selección de extintores para fuegos de Clase A se realiza según lo dispuesto por la NTP 350.043-1.

Dicha norma es de acceso gratuito y se puede descargar desde la página web de INDECOPI a través del siguiente link:

<http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/350.043-1.pdf>

A continuación se presentarán extractos del Anexo E y las tablas 1 y 2 de la mencionada norma referentes a la selección de extintores para fuegos de Clase A.



TABLA 1 - CAPACIDAD DE EXTINCIÓN PARA RIESGOS DE FUEGO CLASE A POR ÁREAS A PROTEGER Y DISTANCIAS A RECORRER

	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto
- Capacidad de extinción mínima (Extintor individual)	2 - A	2 - A	4 - A*
Area máxima por unidad de A	280 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	93 m <sup>2</sup>
Area máxima cubierta por extintor**	1045 m <sup>2</sup>	1045 m <sup>2</sup>	1045 m <sup>2</sup>
Distancia máxima a recorrer hasta el extintor	22,9 m	22,9 m	22,9 m

TABLA 2 - CAPACIDAD DE EXTINCIÓN DE EXTINTORES POR RIESGOS DE FUEGO CLASE A Y POR ÁREAS A PROTEGER

Capacidad de extinción (rating)	Máximo de área (m <sup>2</sup> ) a proteger por extintor		
	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto
1A	-	-	-
2A	560	280	-
3A	840	420	-
4A	1045	560	370
6A	1045	840	560
10A	1045	1045	930
20A	1045	1045	1045
30A	1045	1045	1045
40A	1045	1045	1045

NOTA. 1045 m<sup>2</sup> es considerado un límite práctico

### **E.3 Distribución de Extintores de Clase A**

E.3.1 La Tabla 1 (pág 18) es una guía para determinar el número mínimo y capacidad relativa de extinción de extintores para protección de incendios de Clase A, necesarios de acuerdo con el riesgo.

En ciertas instancias, a través de los análisis de protección de ciertas áreas, riesgos de procesos, o configuraciones de edificios, pueden requerirse extintores de mayor capacidad relativa de extinción. Esto no significa, sin embargo, que las distancias máximas de transporte recomendadas sean excedidas.

E.3.2 Donde el área del piso de un edificio sea menor de  $279 \text{ m}^2$  ( $3000 \text{ pie}^2$ ), se debe proveer al menos un extintor con la capacidad de extinción (rating) mínima recomendado. El primer paso para calcular la necesidad de un extintor de Clase A es determinar la clase de riesgo del establecimiento (bajo, moderado o alto). Dependiendo de la capacidad de extinción del extintor (1-A a 40-A) se puede determinar el área máxima a ser protegida. Por ejemplo cada 9,46 L (2,5 gal) de extintor con agua presurizada (capacidad de extinción 2-A) protegerá un área de  $279 \text{ m}^2$  ( $3000 \text{ pie}^2$ ) en un riesgo moderado. Los requerimientos de la Tabla 1 (ver pág. 18), también especifican que la distancia de transporte (distancia a caminar), desde cualquier punto al extintor más cercano no excederá de 22.9 m (75 pies). Es necesario seleccionar extintores que satisfagan tanto la distancia de transporte como la distribución para una clasificación o riesgo específico.

NOTA. La distancia de transporte práctica a considerar será 23 m (aproximadamente).

E.3.3 Si un área del piso de un edificio no estuviera obstruido en un radio de 22,9 m (75 pies), sería posible colocar un extintor en el centro sin exceder la distancia de transporte de 22,9 m (75 pies). En este caso un área de  $1644 \text{ m}^2$  ( $17700 \text{ pie}^2$ ) podrían ser asignados a un extintor de adecuada efectividad relativa de extinción A, ejm. Riesgo bajo 6-A, Riesgo Moderado 20-A (no existe capacidad de extinción de 12 A). Riesgo Alto 20-A (no existe capacidad de extinción de 18 A). Sin embargo, como los edificios son generalmente rectangulares, el área cuadrada más grande que puede formarse con un punto de no más de 22,9 m (75 pies) desde el centro es de  $1045 \text{ m}^2$  ( $11250 \text{ pie}^2$ ), el cual es el área de un cuadrado de 32 m x 32 m (106 pies x 106 pies) inscrito dentro de un círculo de radio de 22.9 m (75 pies) (Véase Figura 3).

E.3.4 Los siguientes ejemplos de distribución ilustran el número y ubicación de los extintores de acuerdo a tipo de riesgo y capacidad de extinción. El edificio del ejemplo es de

46 m x 137 m (aproximadamente) (150 pies x 450 pies), dando un área de 6271 m<sup>2</sup> (67500 pie<sup>2</sup>). Aunque se dan varias formas de ubicar los extintores, existen otras ubicaciones diferentes que podrían ser dados con resultados parecidos.

El área que puede ser protegido por un extintor con una capacidad de extinción A se muestra en la Tabla 2 (pág. 19)

Estos valores son determinados multiplicando el área máxima del piso por unidad de A mostrado en la tabla 1, por las varias capacidad de extinción A hasta que el valor de 11250 pie<sup>2</sup> sea excedida.

E.3.5 El primer ejemplo demuestra la colocación en los límites del área de protección máxima, 1045 m<sup>2</sup> (11250 pie<sup>2</sup>) permitidos en la Tabla 1 para cada clase de riesgo. La instalación de extintores de mayor capacidad relativa de extinción no afectará la distribución o colocación.

**Ejemplo 1.**

	4-A Extintores para riesgo bajo
$\frac{6271 (67\ 500)}{1045 (11\ 250)} = 6$	10-A Extintores para riesgo moderado
	20-A Extintores para riesgo alto

Nota. Unidades, metro<sup>2</sup> (pie<sup>2</sup>)

E.3.6 La colocación, a lo largo de las paredes del contorno, no sería aceptable porque la regla de la distancia de transporte es claramente violado (véase Figura 4). Se necesita una reubicación y/o extintores adicionales.

E.3.7 El ejemplo 2 es para extintores que tienen una capacidad relativa de extinción que corresponden a áreas de protección de 557 m<sup>2</sup> (6000 pie<sup>2</sup>).

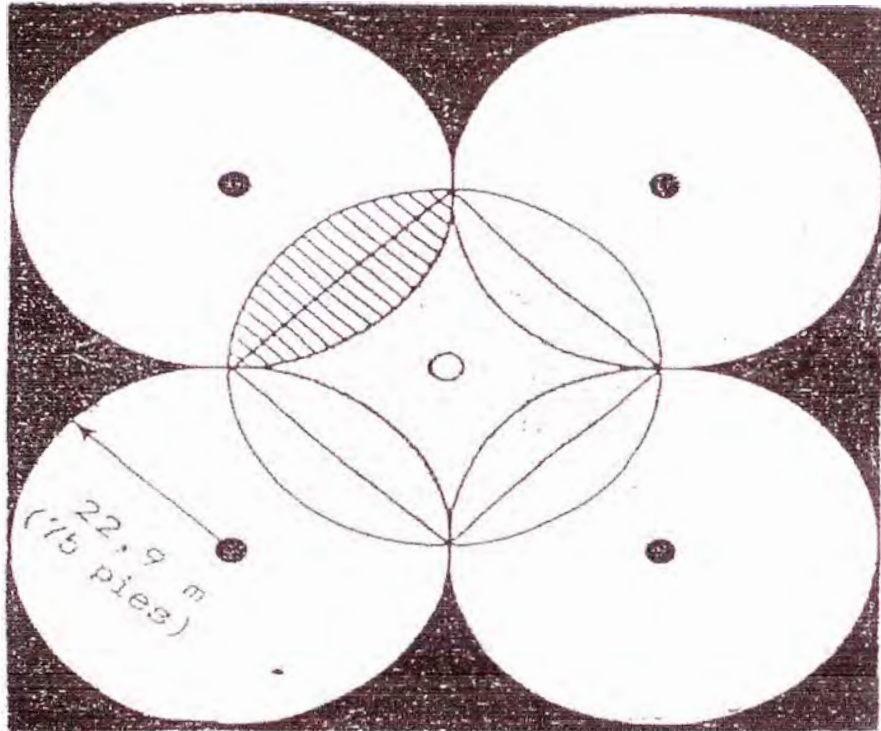


FIGURA 3 – Área cuadrada que representa el área máxima ( $1045 \text{ m}^2$ ) que el extintor puede proteger dentro de los límites de un radio de 22.9

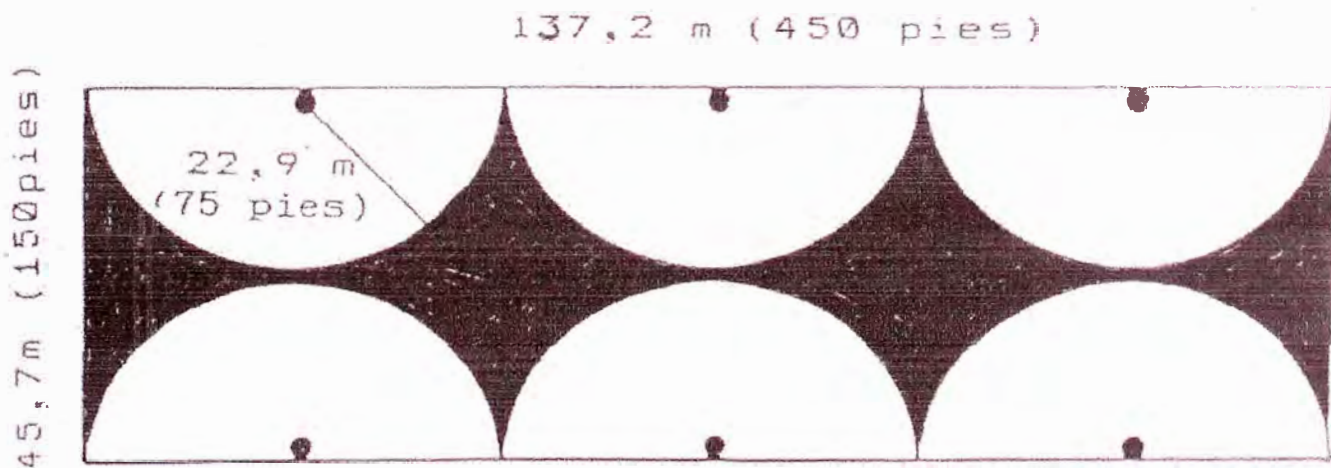


FIGURA 4 – Representación diagramática de extintores ubicados a lo largo de las paredes perimetrales de un edificio de 137 m x 46 m

NOTA: Los extintores representan los puntos centrales de los semicírculos. El área sombreada indica zonas que están más alejados de 22.9 m de el extintor más cerca

El ejemplo 3 es para extintores que tienen la mínima capacidad relativa de extinción permitida por la tabla 1 con la correspondiente área mínima de protección. A medida que el número de extintores de baja capacidad de extinción se incrementa cumple la distancia de transporte requerido ya no es una problema.

### Ejemplo 2

$$\frac{6271 (67\ 500)}{557 (6\ 000)} = 12$$

2-A Extintores para riesgo bajo  
4-A Extintores para riesgo moderado  
6-A Extintores para riesgo alto

E.3.8 Los extintores podrían ser montados en las paredes exteriores o como se muestra en la figura 5, en las columnas del edificio o en las paredes internas y satisface a las reglas tanto de la distribución como de las distancias de transporte.

### Ejemplo 3

$$\frac{6271 (67\ 500)}{557 (6\ 000)} = \_ 12$$

2-A Extintores de riesgo bajo

$$\frac{6271 (67\ 500)}{278,5(3\ 000)} = 23$$

2-A Extintores para riesgo moderado

$$\frac{6271 (67\ 500)}{370 (4\ 000)} = \_ 17$$

4-A Extintores para riesgo alto

E.3.9 Este arreglo, ilustrado en la Figura 6, muestra a los extintores agrupados juntos en las columnas del edificio o las paredes internas de una manera que aún satisface tanto la distribución como las distancias de transporte.

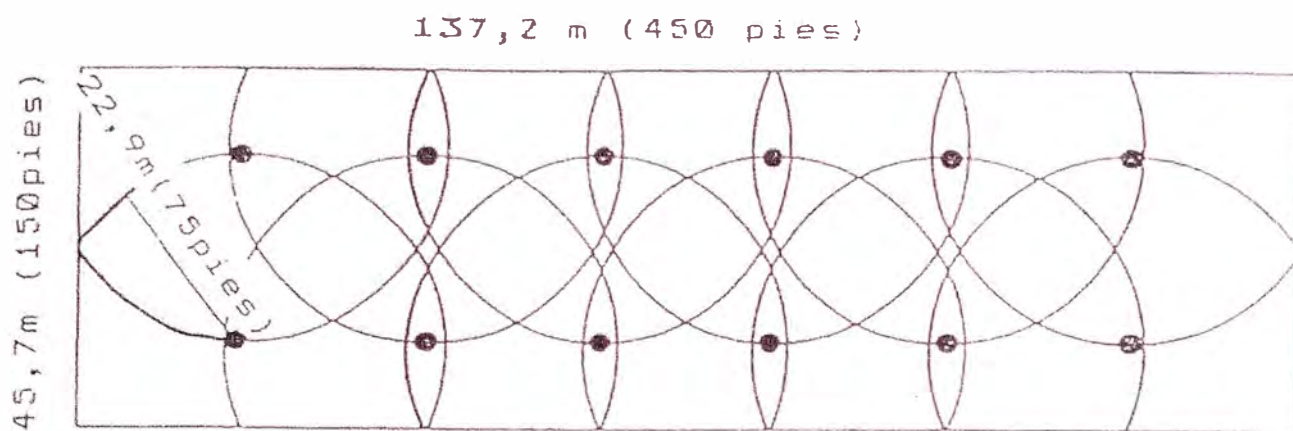


FIGURA 5 – Requerimientos de distancia de recorrido y distribución de extintores instalados en columnas del edificio o paredes interiores

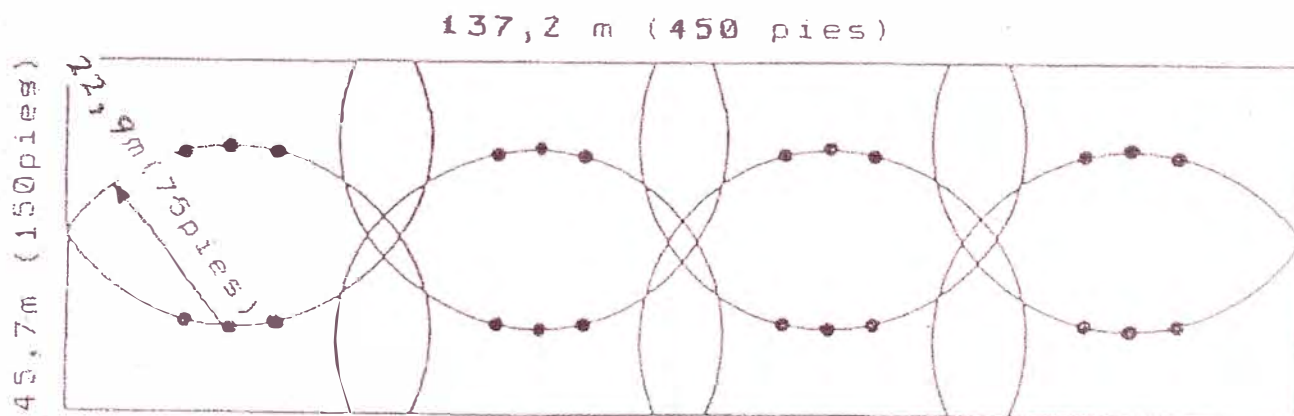


FIGURA 6 – Extintores agrupados

## **ANEXO 7**



## **REQUERIMIENTO DE SISTEMA PUESTA A TIERRA EN PLANTAS ENVASADORAS**

El objetivo de los sistemas de tierras es uno o más de los siguientes:

- Fijar el nivel de potencial de las masas metálicas respecto al suelo.
- Proteger a las maquinas o aparatos de sobretensiones.
- Asegurar la protección del personal respecto a la energía eléctrica.
- Evitar la acumulación de electricidad estática generada en el trasiego de fluidos inflamables.

Los tres primeros son rutinarios en toda instalación eléctrica, mientras que el último aplica solo en algunas instalaciones no eléctricas, como las instalaciones de GLP.

El reglamento de seguridad para transporte e instalaciones de GLP, dictado por el Ministerio de Energía y Minas, exige protección de puesta a tierra para los camiones tanque o cisternas de GLP, todo el sistema de envasado de cilindros; bombas, compresores y sus motores.

En general se recomienda instalar puesta a tierra donde se espera presencia de vapores de GLP con una concentración entre los límites de inflamabilidad.

La electricidad estática es ocasionada, en el caso de gases combustibles, por el movimiento relativo entre un material no-conductor (el gas) y otro conductor (la tubería), que ocasiona la acumulación de cargas positivas en uno de ellos y negativas en el otro, con lo que se transforma en capacitor. Cuando ambos materiales se separan (por ejemplo, al llegar a un tramo de otro material de diferente capacitancia,

como es el caso de una manguera, o al transferirse a través del punto de llenado del tanque durante el llenado, o al escapar a la atmosfera), el sistema esta en condiciones de generar una chispa, cuando la energía generada es suficiente para vencer la resistencia del aire.

Esta chispa presenta un riesgo de ignición si llega a alcanzar la energía requerida para la ignición (entre 0.25 y 0.3 mJ).

El efecto de generación eléctrica estática es poco significativo cuando el gas fluye en fase gaseosa (excepto a grandes caudales o cuando contiene impurezas conductoras solidas o liquidas), pero es importante cuando el gas fluye en fase liquida. De ahí que no sea indispensable conectar a tierra las líneas en que fluye gas en estado vapor a bajos caudales.

## **ANEXO 8**

## PROTECCIÓN CATÓDICA

Hay dos maneras de lograr la protección catódica: la conexión eléctrica de la pieza que se desea proteger con un metal más activo, con lo que este pasa a comportarse como ánodo de sacrificio y se corroe, mientras que la pieza que nos interesa deja de corroerse (protección catódica por ánodos galvánicos o de sacrificio). El mismo efecto se puede lograr aplicando corriente eléctrica continua de bajo voltaje a la pieza que se desea proteger (protección catódica por corriente impresa).

En el caso de los tanques enterrados, la primera línea de defensa contra la corrosión es el recubrimiento anticorrosivo que los fabricantes colocan. Antes de enterrar el tanque se debe inspeccionar que el recubrimiento este en buen estado.



**Figura N° 1: Tanque con recubrimiento anticorrosivo.**

### **1. Protección catódica por ánodos de sacrificio.**

Como se mencionó antes, consiste en conectar eléctricamente el metal a proteger con otro metal más activo electroquímicamente, el que proporcionará la corriente necesaria para invertir la pila galvánica. La información respecto a la actividad se

obtiene a la llamada serie de fuerza electromotriz (o serie fem), que tabula los valores del potencial involucrado en la disociación de un metal a sus formas iónicas. Sin embargo, debido a que esta serie se refiere a metales puros en equilibrio con sus iones, cosa que raramente sucede en la práctica, y además a que difícilmente se usan los metales puros, se acostumbra usar la llamada serie electroquímica o serie galvánica (Ver tabla N° 1).

**Tabla N° 1: Serie galvánica de algunos materiales en agua de mar**

Materiales más catódicos	Platino
	Oro
	Grafito
	Titanio
	Plata
	Bronce
	Cobre
	Laton
	Estaño
	Plomo
	Hierro fundido
	Acero
	Aleación de aluminio
	Cadmio
Materiales más anódicos	Aluminio puro
	Zinc
	Magnesio

Debe notarse que la posición de una aleación en dicha serie depende del medio en el que tiene lugar la corrosión. En ella, un metal es más activo si se encuentra hacia abajo de la Tabla N° 1, y viceversa. Así, si se desea proteger una pieza de hierro (o acero), se deberá usar algún otro metal ubicado más abajo en la serie galvánica, de manera que sea el segundo el que se pierda.

Los materiales de los ánodos de sacrificio más empleados son: zinc (Zn), aluminio (Al), y magnesio (Mg) y sus aleaciones.

Para determinar la cantidad de protección catódica a instalar, se efectúa el procedimiento siguiente:

**A Resistencia del ánodo.**

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \times \left[ \ln \left( \frac{4L}{r} \right) - 1 \right]$$

R= resistencia del ánodo (ohm),

L= longitud del anodo (cm),

$\rho$  = resistividad del suelo (ohm-m),

r = radio equivalente (cm),

El radio equivalente es el radio de un cilindro de igual área transversal que el ánodo, cuando este se haya consumido en un 40% esto es:

$$r = \sqrt{(S/\pi \times 0.6)}$$

Donde: S= área transversal del ánodo (cm<sup>2</sup>).

## **B      *Intensidad de corriente del ánodo.***

Cada ánodo es capaz de proporcionar una intensidad de corriente definida por la Ley de Ohm:

$$I = V/R \quad , \text{ en la que:}$$

I= intensidad de corriente que es capaz de suministrar el ánodo (A). Es función de su forma geométrica, y su valor lo proporciona el fabricante del ánodo.

V= diferencia de potencial, entre el potencial de disolución del metal anódico en el medio agresivo y el potencial de protección (V) (Usualmente se toma -0.8 V respecto para el acero).

R= resistencia del ánodo, calculada con la formula anterior,

## **C      *Numero de ánodos necesarios.***

$$I_t = A_t \times D \quad , \text{ Donde:}$$

I<sub>t</sub>= intensidad de corriente total necesaria para la protección catódica (A)

A<sub>t</sub>= área total superficial del sistema a proteger (m<sup>2</sup>)

D= densidad de corriente de protección; función del material del ánodo y el medio su valor lo proporciona el fabricante.

Y aplicando:

$$N = I_t/I \quad , \text{ Donde:}$$

N= numero de ánodos

I<sub>t</sub> = intensidad total necesaria (A)

$I$  = intensidad del ánodo (A)

El espaciamiento se obtiene asignando áreas iguales a cada ánodo hasta completar el número de ánodos calculado.

### **Ventajas y limitaciones de la protección con ánodos de sacrificio.**

#### ***Ventajas:***

- Facilidad de instalación.
- No hay posibilidad de inversión de la polaridad.
- No requiere fuente externa de corriente continua ni regulación de voltaje.
- No provoca problemas de interferencia con otras instalaciones de protección del mismo tipo.
- Bajo costo de mantenimiento.
- La distribución de corriente es uniforme cuando se espacian correctamente los ánodos.
- Se puede aumentar el número de ánodos sin suspender la protección.
- Se recomienda como complemento de la protección catódica por corriente impresa, y para eliminar corrientes parasitas.

#### ***Limitaciones:***

- La corriente suministrada es limitada, lo que incrementa el costo inicial para estructuras grandes. Generalmente se recomiendan para estructuras pequeñas.
- Cuando falla el recubrimiento, los ánodos se consumen con mucha rapidez.
- El Zn solo es recomendable a resistividades inferiores a 5000 ohm-cm, y a temperaturas superiores a 65 °C en agua dulce invierte su polaridad, corroyéndose el acero.

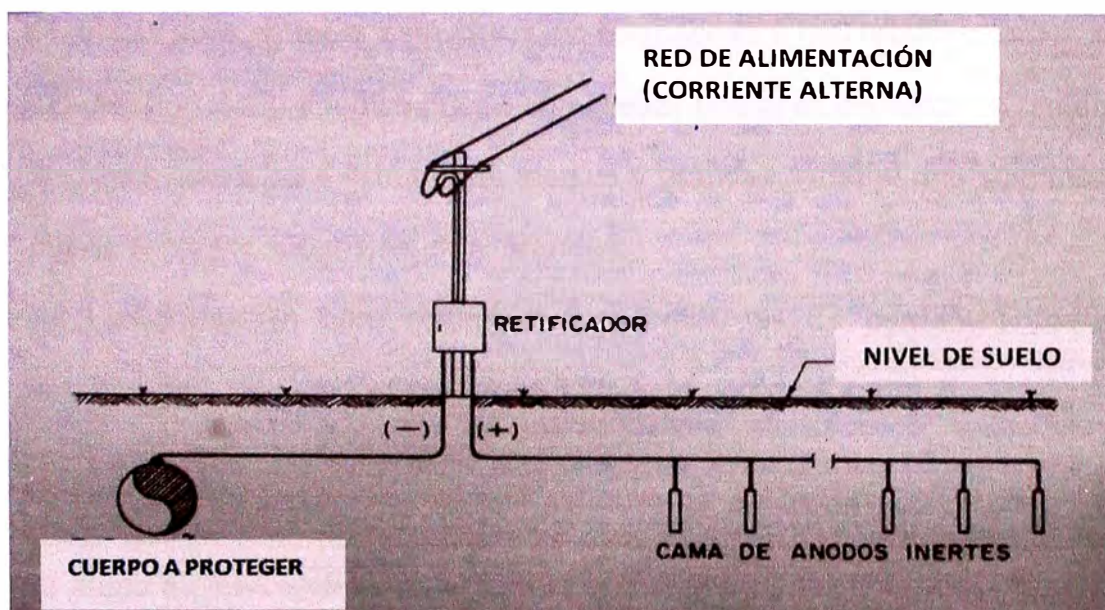


- El Mg es recomendable sólo para suelos de alta resistividad, mayor a 10,000 ohm-cm.
- No son recomendables para estructuras sujetas a corrientes de interferencia, a menos que el valor de la corriente sea muy bajo.

## **2. Protección catódica por corriente impresa**

En este caso, la corriente necesaria para invertir la pila galvánica es suministrada por una fuente externa, en forma de corriente directa, ya sea pura o rectificada. El polo negativo de la fuente se conecta eléctricamente con la estructura que se desea proteger, y el positivo a un electrodo (ánodo) auxiliar, que dispersa la corriente en el terreno y cierra el circuito haciendo la función de toma de tierra. El electrodo auxiliar se consume eventualmente (principalmente por medio de autocorrosion), pero la mayor parte de la protección proviene de la corriente impresa al circuito. Los ánodos generalmente son de grafito, aleación de plomo o aleación de hierro/silicio. La condición necesaria para la fuente es que se mantenga constante el suministro de corriente con el tiempo, por lo menos durante diez años. Esto obliga a utilizar sistemas redundantes y/o dotados de protección contra fallas de energía y variaciones de voltaje.

Los cálculos para estos sistemas son similares a los ya descritos. Una vez determinada la corriente total de acuerdo a la resistividad del suelo, se elige el ánodo y, con base en la densidad de corriente del seleccionado, se determina el número necesario de ánodos. Normalmente se especifica un ligero exceso, para cubrir alguna eventualidad (corrientes parasitas, etc.). Se debe balancear entre pocos ánodos (menor costo) y confiabilidad en el caso de falla de corriente (pocos ánodos, mayor riesgo).



**Fig. N° 2: Protección catódica por corriente impresa**

Cuando se detecta una estructura ajena a la que se calcula, protegida con corriente impresa, o bien se encuentra que existen corrientes parasitas que puedan afectar a la instalación que se diseña, lo correcto técnicamente es conjuntar los requerimientos de ambas instalaciones, y operar ambas instalaciones como una sola, interconectando eléctricamente las estructuras enterradas, de manera de eliminar la interferencia entre ambas, y compartiendo los costos de operación entre ambos propietarios. De otra manera, cada usuario incrementa la corriente de su sistema de protección, tratando de proteger su equipo y se hace un círculo vicioso que perjudica a ambos, o bien falla la estructura que adolezca de mantenimiento adecuado.

### **Ventajas y limitaciones.**

#### **Ventajas:**

- Tiene gran flexibilidad operacional.
- La resistividad del suelo no es limitante.

- Es eficaz para proteger estructuras no recubiertas o mal recubiertas.
- Un ánodo o lecho anódico puede suministrar una gran corriente de protección.
- Se recomienda para estructuras medias y grandes, porque una sola instalación puede proteger superficies muy grandes.
- Es recomendable para sistemas con problemas de corrientes parasitas o vagabundas, que se controlan modificando la corriente impresa.

***Limitaciones:***

- El costo es mas elevado que para la protección de ánodos galvánicos, excepto para estructuras muy grandes.
- Requiere supervisión periódica y mantenimiento, especialmente del sistema impresor de corriente, que esta sujeto a interrupciones por falla en el suministro de energía eléctrica o malas conexiones.
- Tiene la posibilidad de inversiones de polaridad, si no se controla con precisión el voltaje impreso o hay fallos del equipo de rectificación.
- Debe proyectarse con cuidado para evitar corrientes erráticas que pueden afectar a otras estructuras vecinas, desprotegidas o protegidas.
- Debe evitarse la sobreprotección (densidad de corriente superior a la necesaria para protección completa), porque ocasionará la falla del recubrimiento (ampollamiento, fragilizacion, etc.) o el desgaste rápido del ánodo.

## **ANEXO 9**

## CÁLCULO PARA FLUJO DE GLP LÍQUIDO

Cuando por necesidades de utilización del sistema se requiere hacer fluir GLP líquido, se pueden presentar tres posibilidades de cálculo, dependiendo del origen de la fuerza que impulse el flujo.

Estas son:

- a) Flujo por gravedad.
- b) Flujo impulsado por bomba.
- c) Flujo impulsado por compresor.

La primera posibilidad usa la energía potencial debida a la diferencia de alturas entre el punto inicial y el final para mover el líquido. Tiene la limitación de que el flujo cesa cuando la energía disponible es insuficiente para vencer la resistencia del sistema.

La segunda utiliza la energía externa proporcionada por un motor, eléctrico o de combustión interna, para mover mecánicamente un impulsor (de engranes, paletas, alabes o centrifugo), que transmite el impulso al fluido en cantidad suficiente para vencer la resistencia del sistema al flujo.

La ultima utiliza la energía externa proporcionada por un motor, eléctrico o de combustión interna, para mover GLP en estado vapor de manera de generar una diferencia de presiones entre el recipiente inicial y el recipiente final, tal que haga fluir el liquido del recipiente de mayor presión al de menor.

### CONVENCIONES GENERALES DE CALCULO PARA FLUJO DE GLP LÍQUIDO.

Otros criterios y convenciones, surgidos de la experiencia en el tipo usual de las instalaciones de GLP, pueden aplicarse para uniformar y simplificar el cálculo:

- 1) La aplicación de la Primera Ley de la Termodinámica, en su forma conocida como la Ecuación de Bernoulli. Por esta razón, todas las presiones involucradas en las ecuaciones son absolutas.
- 2) Se considera el GLP como propano saturado puro, toda vez que, para un requerimiento energético dado, se requiere un mayor flujo de propano que de butano.
- 3) Las propiedades del propano líquido relevantes al cálculo son:
  - Densidad:  $0,509 \text{ kg/l} = 0,509 \text{ g/cm}^3$
  - Presión de vapor:  $75,400 \text{ kg/m}^2 \text{ abs}$  ( $P_{atm} = 10,350 \text{ kg/m}^2$ )
  - Gravedad específica: 0,509 (a  $15.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , agua = 1)
  - Peso específico:  $509 \text{ kg/m}^3$ .
- 4) Se considera que el flujo de GLP líquido será isotérmico a  $15.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , que el flujo procede en una sola fase, que en el sistema de flujo no hay acumulación de masa, y que tanto el flujo como el fluido, se encuentran en el régimen estacionario.
- 5) Se asume que la aceleración debida a la gravedad en la localidad de la instalación tiene el mismo valor que la promedio ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- 6) Al no presentarse cambios de diámetro en las tuberías, por la definición de tramo, se considera que las velocidades inicial y final en ese tramo serán la misma.

- 7) Se coloca el nivel de referencia ( $Z=0$ ) a la altura de la toma de entrada al equipo de impulsión o al aparato que consuma el GLP líquido, en su caso.
- 8) Cuando el GLP líquido se inyecte a un recipiente o sistema que no cuente con línea de retorno de vapores, se deberá considerar que se desarrolla una contrapresión (FCP)(Ver Tabla 2.7)
- 9) Cuando en algún tramo que conduzca GLP líquido se encuentre instalado un aparato de medición, se considerará que ocasiona una caída de presión ( $DP_{ad}$ ) (Ver tabla 2.10). Otras caídas de presión relevantes se muestran en la Tabla 2.9.
- 10) Cuando en una instalación se cuente con una toma de recepción, se adicionaran a los accesorios propios de la línea de GLP líquido, una válvula de globo y una de exceso de flujo, las cuales se encontraran ubicadas en la unidad de suministro. Los diámetros nominales de estas válvulas serán de 51 mm cuando la unidad de suministro sea un autotanque, y de 76 mm cuando se trate de un autotransporte.
- 11) Cuando en una instalación se cuente con una toma de suministro, se adicionaran a los accesorios propios de la línea de GLP líquido, una válvula de llenado (caso de envasado de cilindros), o una globo mas una de exceso de flujo (caso de suministro a vehículos-tanque), las cuales se encontraran ubicadas en la unidad que se carga. Los diámetros nominales de estas válvulas serán de 32 mm para llenado de cilindros, y de 76 mm cuando se trate de un camión tanque o camión cisterna (camiones de carga de GLP)

### CONVENCIONES ADICIONALES PARA FLUJO POR GRAVEDAD

- 1) Se considera que la presión inicial es igual a la presión de vapor del propano a 15.5 °C.
- 2) Se considera que la asignación de diámetros es adecuada si la presión en el punto terminal de esa línea es superior a la presión de vapor del GLP.

### CRITERIOS ADICIONALES PARA FLUJO IMPULSADO POR BOMBA

- 1) A menos que se especifique diferente, la boca de succión de la bomba se encuentra colocada a 0.30m sobre el nivel de piso terminado (NPT + 0.30m).
- 2) Se asume que la máxima capacidad de entrega de las bombas será la nominal, por lo que  $E_b = 1$ , y que la eficiencia del motor eléctrico de la bomba es del 80% ( $E_m = 0,80$ ).
- 3) Se asume que la bomba ofrece una resistencia al flujo de 0,3048m. ( $h_b = 0.3048m$  propano).
- 4) El punto inicial se considera a la salida del tanque del cual toma succión la bomba, mientras que el punto final se ubica en el punto de inyección del GLP a los recipientes a los que se trasiega.
- 5) Para el calculo de las tuberías de succión, se considera que estas toman GLP del tanque cuando este se encuentra prácticamente vacío, lo que constituye el caso mas desfavorable en cuanto a energía potencial (y por lo tanto  $P_i = 75,400kg/m^2$  manométricos).
- 6) Se diseña el sistema de bombeo considerando que se debe vencer la resistencia de los accesorios colocados en la entrada del recipiente que recibe. Cuando se trate de una válvula de llenado, se aplicara la resistencia



correspondiente (ver tabla 2.8). Cuando no sea este el caso, la presión mínima en el punto de inyección, deberá ser por lo menos 15% superior a la de vapor del propano a la temperatura de flujo. (15.5 °C) (FSP=1.15).

### **CONVENCIONES ADICIONALES PARA FLUJO IMPULSADO POR COMPRESOR**

- 1) Las tuberías que conducen el GLP líquido impulsado por compresor se diseñan para que la caída de presión en ellas sea menor a  $2.11 \text{ kg/cm}^2$  (30psi), según recomendación del fabricante (ref. 8). ( $D_{p_{\max}} = 2.11 \text{ kg/cm}^2$  manométricos).
- 2) Se considera que la presión de descarga del compresor debe ser al menos 10% superior a la presión que existe en la entrada de la tubería de líquido del sistema.
- 3) Se coloca el nivel de referencia ( $Z=0$ ) a la altura de la boca de succión del compresor y, a menos que se especifique diferente, la succión se encuentra colocada a NPT + 0.70m.
- 4) El punto inicial para el cálculo de líneas con flujo líquido impulsado por compresor, para el caso de recepción de producto desde un transporte, se considera en la boca del líquido del vehículo-tanque y, a menos que se especifique diferente, se localiza a NPT + 1.50m.
- 5) Para el cálculo de las líneas de descarga de los compresores, se considera que el punto final estará localizado a la máxima altura a la cual deben de impulsar el GLP, o sea a 3.50m por encima del nivel del fondo del tanque que reciba el líquido impulsado.
- 6) El caudal que circulara por las tuberías de líquido será el marcado en el catalogo del fabricante como "caudal impulsado" del compresor. Si no se

conoce este dato, se supondrá que se impulsan 0.67 l de GLP líquido por cada litro de GLP vapor que maneje el compresor.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACION DEL EQUIPO DE IMPULSION.**

Existen dos posibilidades para el cálculo, una de ellas que se esté evaluando un sistema existente, y la otra, que se diseñe una instalación nueva. En ambos casos se parte de la base del cálculo de las pérdidas de energía en el sistema de tuberías, y de los requerimientos de energía para vencer dichas resistencias.

#### **EVALUACION DE EQUIPO INSTALADO.**

##### **BOMBAS.**

Los motores de las bombas se consideraran adecuados si su potencia nominal es mayor a la requerida según el cálculo del sistema de bombeo, para la operación más desfavorable. Las bombas se consideraran adecuadas si la presión diferencial que son capaces de desarrollar es igual o mayor a la requerida según el calculo del sistema de bombeo, para la operación más desfavorable.

##### **COMPRESORES.**

El compresor se considera adecuado si su relación de compresión es igual o superior a la requerida por el sistema para la operación más desfavorable calculada. El motor se considerara adecuado si la potencia disponible es superior a la requerida para la operación más desfavorable calculada.

## SELECCION DE EQUIPO NUEVO.

### BOMBAS.

Se seleccionará la menor bomba comercial que pueda proporcionar el caudal requerido con la presión diferencial superior requerida por el sistema, para la operación más desfavorable calculada. Se especificará el motor de la potencia siguiente superior a la requerida por el sistema, para la operación más desfavorable calculada.

### COMPRESORES.

Se seleccionará el compresor que aporte un caudal impulsado económicamente aceptable, con una relación de compresión superior a la requerida por cálculo para la operación más desfavorable. Se especificara el motor recomendado por el fabricante del compresor para el modelo y caudal impulsado seleccionados.

## FORMULAS PARA LOS CALCULOS

### Flujo por gravedad.

Para el cálculo y evaluación de estas tuberías se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$h_{f0}[m] = (h_f/L) * L_t \quad (1)$$

$$Z_i + P_i/P_e + v_i^2/2g = Z_f + P_f/P_e + v_f^2/2g + h_{f0} \quad (2)$$

$$L_{tx}[m] = \text{long.tub.recta} + L_{e acc} \quad (3)$$

Presión final del tramo ( $P_f$ ) (general):

$$P_f [kg/cm^2] = [(Z_i - Z_f) + (v_i^2 - v_f^2)/2g - h_{f0}] * P_e + P_i \quad (4)$$

Aplicando los criterios anotados:

$$P_f [kg/cm^2] = [(Z_i - Z_f) - h_{f0}] * P_e + P_i \quad (5)$$

Criterio de aceptación del diámetro:

$$P_f \geq P_v$$

### Flujo impulsado por bomba.

Se utilizan las siguientes ecuaciones para el cálculo de la energía perdida por fricción y la potencia del motor:

$$H_t[m] = H_d - H_s \quad (1)$$

$$H_d[m] = Z_f + P_f/P_e + v_d^2/2g + h_f \quad (2)$$

$$H_s[m] = Z_i + P_i/P_e + v_s^2/2g + h_{fs} + h_b \quad (3)$$

$$P_f[kg/m^2] = FSP * P_{vm} + FCP + D_{pad} + P_{atm} \quad (4)$$

$$h_{fs}[m] = (h_t/L)_s * L_{ts} \quad (5)$$

$$h_{fd}[m] = (h_t/L)_d * L_{td} \quad (6)$$

Cuando la succión está compuesta por tuberías de diámetros a,b:

$$h_{fx}[m] = [(h_f/L)_{ax} * L_{ax} + (h_f/L)_{bx} * L_{tbx}] \quad (7)$$

$$L_{tx}[m] = L_{trx} + L_{e accx} \quad (8)$$

$$H_{vx}[m] = V_x^2/2g = Q_x^2 * F_1 \quad (9)$$

$$P_{dif}[kg/m^2] = [H_t + (H_{vs} - H_{vd})] * P_e \quad (10)$$

Potencia requerida del motor (general)

$$M_w[HP] = (2.19 * 10^{-4} * Q * H_t * S) / (E_b * E_m) \quad (11)$$

Para las eficiencias indicadas:

$$M_w[HP] = 2.74 * 10^{-4} * Q * H_t * S \quad (12)$$

Criterios de aceptación:

Bomba:  $P_{dif}$  disponible  $>$   $P_{dif}$  requerida; Motor:  $M_{wd} > M_{wr}$

### Flujo impulsado por compresor

$$h_f[m] = (h_f/L) * L_t \quad (1)$$

$$L_t[m] = L_{tr} + L_{e acc} \quad (2)$$

$$P_f[kg/m^2] = FSP * P_{vm} + FCP + D_{P_{ad}} + P_{atm} \quad (3)$$

$$H_{vx}[m] = Q_x^2 * F_1 \quad (4)$$

$$D_p[kg/m^2] = [(Z_f - Z_i) + (H_{vf} - H_{vi}) + h_f] * P_e \quad (5)$$

$$D_{P_{ad}(total)}[kg/m^2] = (Z_f - Z_i) * P_e + \Sigma D_{P_{ad}} \quad (6)$$

$$P_i[kg/m^2] = D_p + P_f \quad (7)$$

$$RC_{cal}[adim] = 1.1 * (P_i) / P_v \quad (8)$$

### Nomenclatura utilizada

D = Diámetro interior de la tubería [m]

$D_{P_{ad}}$  = Perdidas de presión adicionales (Ver tablas 2.7 y siguientes).

$D_{P_{max}}$  = Perdidas de presión máximas recomendables en la línea de líquido del compresor (21,100 kg/m<sup>2</sup>)

$D_p$  = Caída de presión en la tubería de líquido del sistema de transferencia por compresor [kg/m<sup>2</sup>]

$E_b$  = Eficiencia de la bomba [adimensional]

$E_m$  = Eficiencia del motor [adimensional]

$F_1$  = Factor de cálculo para la velocidad promedio, calculado por medio de la ecuación:

$$F_1 = 1/(2g_c * A^2),$$

En la que  $g_c$  es la aceleración de la gravedad, y A es el área interna transversal del tubo, en unidades inglesas. Ver tabla 2.6.

FCP = Contrapresión en el recipiente que se llena. Ver tabla 2.7. Cuando se usa línea de retorno de vapores: FCP = 0.

FSP = Factor de sobrepresión para llenado (Ver tabla 2.8).

H = Cabeza o altura [m de líquido]

$H_v$  = Cabeza de velocidad [m]

$h_b$  = Resistencia interna de la bomba al flujo (0.3048m)

$h_f$  = Energía perdida debido a la fricción en la tubería de líquido impulsado [m].

Incluye tanto las perdidas en la tubería recta como en los accesorios.

$(h_f/L)$  = Energía perdida por fricción en cada metro de longitud de la tubería [m glp/m de tubería]. Ver tabla 2.8.

$L_{e\ acc}$  = Longitud equivalente de los accesorios [m]

$L_t$  = Longitud total [m].

$L_{tr}$  = Longitud de la tubería recta. [m]

$M_{wr}$  = Potencia requerida del motor [HP]

$M_{wd}$  = Potencia disponible del motor [HP]

$P$  = Presión absoluta [ $kg/m^2$  abs]

$P_{atm}$  = Presión atmosférica [ $kg/m^2$ ]

$P_{dif}$  = Presión diferencial de la bomba [ $kg/m^2$ ]

$P_e$  = Peso específico del fluido [ $kg/m^3$ ].

$P_{vm}$  = Presión de vapor manométrica [ $kg/m^2$  man.]

$P_v$  = Presión de vapor absoluta [ $kg/m^2$  abs]

$Q$  = Caudal volumétrico que circula [ $l/min$ ]

$RC$  = Relación de compresión del compresor.

$S$  = Gravedad específica del GLP líquido, a la temperatura de cálculo. [adimensional, agua = 1]

$V$  = Velocidad media del GLP en la tubería [ $m/s$ ]

$G$  = Aceleración media de la fuerza de gravedad ( $g=9,81m/s^2$ )

$Z$  = altura sobre el nivel de referencia [m]

Subíndices:

i = Punto inicial

f = Punto final

d = Tubo descarga

s = Tubo succión

x = Descarga o succión

cal, c = Calculada

dis, d = Disponible

r = Requerida

**Factor de cálculo  $F_1$  para uso en evaluación de cabeza de velocidad.**

De acuerdo con lo mencionado líneas arriba, el factor  $F_1$  se introduce como un recurso para evitar el calculo repetitivo de factores constantes y del diámetro interno de la tubería. Como se menciona en la nomenclatura, este factor se evalúa por medio de la expresión:

$$F_1 = 1 / A^2 * 2g_c$$

Donde A = área interna del tubo, ( $m^2$ ) de la Ref. 2 y transformando unidades a MKS.

$$g_c = \text{aceleración promedio de la gravedad, } 9.81m/s^2$$

Con esta expresión se evalúa la Tabla 2.6, para los diversos diámetros internos en función del material empleado.

**Tabla N° 1: Factor  $F_1$  para evaluación de cabeza de velocidad en función del diámetro y la cédula de la tubería.**

DIAMETRO NOMINAL		FACTOR $\cdot 10^{-7}$	
[mm]	[in]	Acero cedula 40	Acero cédula 80
19	0.75	1191.2	1821.8
25	1.0	455.4	658.5
37	1.25	151.6	206.5
38	1.5	82.0	109.3
51	2.0	30.2	39.0
64	2.5	14.9	18.9
76	3.0	6.2	7.8
88	3.5	3.5	4.3
101	4.0	2.1	2.6
126	5.0	0.8	1.0
151	6.0	0.4	0.5



**Tabla N° 2: Contrapresión al llenar sin igualación de presiones**

GAS LP	TEMPERATURA DEL LIQUIDO		CONTRAPRESION	
	°F	°C	PSI	<i>kg/m<sup>2</sup></i>
C-3	100	37.8	31.1	21901.41
C-3	70	21.1	16.9	11901.41
C-3	40	4.4	8.9	6267.61
C-3	10	-12.2	4.1	2887.32
C-3	-20	-28.9	1.6	1126.76
C-4	100	37.82	3.8	2667.06
C-4	70	21.1	1.8	1267.61
C-4	40	4.4	0.8	563.38

**Tabla N° 3: Caída de presión en flujo de GLP líquido**

CAUDAL Lpm (gpm)	CAIDA DE PRESION ( $kg/m^2$ ) SEGÚN EL DIAMETRO			CAIDA DE PRESION (psi) SEGÚN EL DIAMETRO,		
	19 mm (0.75*)	32 mm (1.25*)	51 mm (2*)	19 mm (0.75*)	32 mm (1.25*)	51 mm (2*)
18.9 (5)	2042.25	281.69	70.42	2.9	0.4	0.1
37.9 (10)	6478.87	140.85	211.27	9.2	2.0	0.6
56.8 (15)	14084.51	1971.83	422.54	20.0	2.8	0.6
75.6 (20)	24647.89	3169.01	633.80	35.0	4.5	0.9
94.6 (25)	38521.13	4788.73	1056.34	54.7	6.8	1.5
113.6 (30)	No use	7042.25	1548.3	No use	10.0	2.2
151.4 (40)	No use	12535.21	2746.48	No use	17.8	3.9
189.3 (50)	No use	19577.46	4295.77	No use	27.8	6.1
227.1 (60)	No use	22816.90	6197.18	No use	32.4	8.8
265.0 (70)	No use	31056.34	8450.70	No use	44.1	12.0
302.8 (80)	No use	40563.38	10985.92	No use	57.6	15.6
340.7 (90)	No use	No use	13943.66	No use	No use	19.8
378.5 (100)	No use	No use	17253.52	No use	No use	24.5

**Tabla N° 4: Caída de presión en mangueras, flujo GLP líquido**

CAUDAL Lpm (gpm)	CAIDA ( $kg/m^2$ ) POR CADA 15.24 m						CAIDA (psi) POR CADA 50 ft					
	13	19	25	32	38	51	13	19	25	32	38	51
18.9 (5)	2183.1	774.65	140.85	70.42	0	0	3.1	1.1	0.2	0.1	0	0
37.9 (10)	21126.8	2816.9	633.8	211.27	70.42	0	30.0	4.0	0.9	0.3	0.1	0
56.8 (15)	45493.0	5985.92	1406.45	492.96	211.27	0	64.6	8.5	2.0	0.7	0.3	0
75.6 (20)	No use	10140.9	2394.37	704.23	552.11	70.42	No use	14.4	3.4	1.0	0.5	0.1
94.6 (25)	No use	15563.4	3661.97	1197.18	492.96	40.85	No use	22.1	5.2	1.7	0.7	0.2
113.6 (30)	No use	21831.0	5211.27	1690.14	633.8	211.27	No use	31.0	7.4	2.4	0.9	0.3
151.4 (40)	No use	38028.2	8873.24	2957.75	1126.76	281.69	No use	54.0	12.6	4.2	1.6	0.4
189.3 (50)	No use	No use	13380.3	4507.04	1760.56	No use	No use	No use	19.0	6.4	2.5	0.6
227.1 (60)	No use	No use	18591.5	6338.03	2464.79	563.38	No use	No use	26.4	9.0	3.5	0.8
265.0 (70)	No use	No use	24929.6	8380.28	3239.44	774.648	No use	No use	35.4	11.9	4.6	1.1
302.8 (80)	No use	No use	32535.2	10915.5	3802.82	985.915	No use	No use	46.2	15.5	5.9	1.4
340.7 (90)	No use	No use	39859.2	13380.3	5211.27	1197.18	No use	No use	56.6	19.0	7.4	1.7
378.5 (100)	No use	No use	49084.5	16478.9	6267.61	1478.87	No use	No use	69.7	23.4	8.9	2.1

**Tabla N° 5: Caída de presión en flujo de GLP líquido, medidores**

CAUDAL Lpm (gpm)	CAIDA DE PRESION ( $kg/m^2$ ) SEGÚN EL DIAMETRO NOMINAL DEL MEDIDOR			CAIDA DE PRESION (psi) SEGÚN EL DIAMETRO NOMINAL DEL MEDIDOR		
	32 mm (1.25*)	38 mm (1.5*)	51 mm (2*)	32 mm (1.25*)	38 mm (1.5*)	51 mm (2*)
18.9 (5)	211.27	No use	No use	0.3	No use	No use
37.9 (10)	352.11	No use	No use	0.5	No use	No use
56.8 (15)	633.80	563.38	No use	0.9	0.8	No use
75.6 (20)	985.92	774.65	211.27	1.4	1.1	0.3
94.6 (25)	1549.30	1197.18	422.54	2.2	1.7	0.6
113.6 (30)	2183.10	1690.14	563.38	3.1	2.4	0.8
151.4 (40)	No use	2687.32	845.07	No use	4.1	1.2
189.3 (50)	No use	4436.62	1267.61	No use	6.3	1.8
227.1 (60)	No use	6338.03	1830.99	No use	9.0	2.6
265.0 (70)	No use	No use	2606.63	No use	No use	3.7
302.8 (80)	No use	No use	3450.70	No use	No use	4.9
340.7 (90)	No use	No use	4436.62	No use	No use	6.3
378.5 (100)	No use	No use	5492.96	No use	No use	7.8

**Tabla N° 6: Resistencia unitaria al flujo  $h_f/L$ , GLP líquido Acero cédula 80, (m GLP/m Tubo)**

CAUDAL 1' min (gal/min)	DIAMETRO NOMINAL [MM]						
	75	51	64	76	101	127	157
37.5 (10)	0.007	NR	NR	NR	NR	NR	NR
75.0 (20)	0.028	0.008	NR	NR	NR	NR	NR
112.5 (30)	0.06	0.017	0.007	NR	NR	NR	NR
150.0 (40)	NR	0.031	0.012	NR	NR	NR	NR
187.5 (50)	NR	0.048	0.02	0.004	NR	NR	NR
225.0 (60)	NR	0.07	0.028	0.009	NR	NR	NR
262.5 (70)	NR	0.095	0.038	0.013	NR	NR	NR
300.0 (80)	NR	NR	0.05	0.017	NR	NR	NR
337.5 (90)	NR	NR	0.063	0.021	NR	NR	NR
375.0 (100)	NR	NR	0.078	0.025	0.006	0.002	0.001
468.8 (125)	NR	NR	NR	0.036	0.008	0.003	0.001
562.5 (150)	NR	NR	NR	0.051	0.012	0.004	0.002
656.3 (175)	NR	NR	NR	0.068	0.016	0.005	0.002
750.0 (200)	NR	NR	NR	NR	0.02	0.007	0.003
843.8 (225)	NR	NR	NR	NR	0.025	0.009	0.003
937.5 (250)	NR	NR	NR	NR	0.031	0.01	0.004
1031.3(275)	NR	NR	NR	NR	0.037	0.012	0.005
1125.0 (300)	NR	NR	NR	NR	0.043	0.014	0.006

## EJEMPLOS DEL CÁLCULO

### 1. FLUJO POR GRAVEDAD

Datos del tramo: (Ver Figura 1)

Material: Acero de carbono Cédula 80      Diámetro nominal: 32.0 mm

Q : 3.0 l/min. (propano saturado)    (AC- 80)    Pe : 509 kg/m<sup>3</sup>

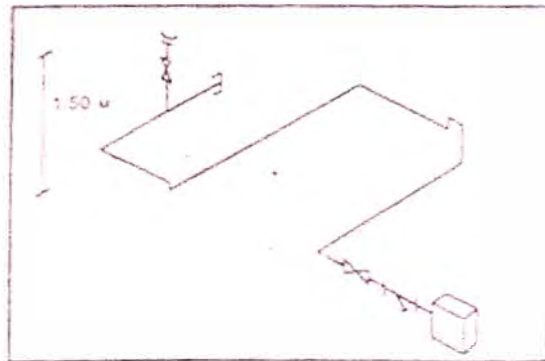
Pv : 75,400 kg/m<sup>2</sup> abs.

Zi = 1.50 m (punto inicial)

Zf = 0 (nivel de referencia) (punto final)

**Longitudes equivalentes:**

TRAMO NUMERO	Cantidad	Long. equiv.
MTS. TUS	25.50	25.50
CODO STD	9	8.73
TEE USACA COMO CODO	1	1.95
VÁLVULA DE GLOBO	2	22.08
VALV EXCESO DE FLUJO	1	10.00
FILTRO CANASTA	1	4.90
LONGITUD TOTAL	-.-	73.16



**Figura N° 1: Flujo líquido por gravedad: Diagrama del ejemplo**

### **Cálculo de la pérdida de energía por metro.**

De la Tabla N° 6 se obtiene para un caudal de 3.0 *l/min*, y una tubería de 32 *mm* de diámetro, acero al carbón cédula 80:

$$h_f/L = 0.0070 \text{ metros/metro}$$

### **Cálculo de las pérdidas de energía en el tramo:**

Aplicando la ecuación (1), se obtiene:

$$h_f = (0.007) * (73.16) = 0.512 \text{ m}$$

### **Cálculo de la altura estática:**

$$Z_i - Z_f = (1.50 - 0) \text{ m} = 1.50 \text{ m}$$

Como  $v_f = v_i$ , aplica la ecuación (5):

$$P_f = [((1.50) - (0,512))] \text{ m} * 509 \text{ kg/m}^3 + 75400 \text{ kg/m}^2 = 75,903 \text{ kg/m}^2 \text{ abs.}$$

### **Evaluación del diámetro:**

Como  $P_f > P_v$  ( $75,903 > 75,400$ ), la línea es adecuada.

## **2. FLUJO IMPULSADO POR BOMBA.**

Datos de la bomba y tramo evaluados: (Ver figura N° 2)

Q: 10 *gpm* = 37.85 *l/min* (propano saturado)

Presión diferencial: 4.9 *kg/cm*<sup>2</sup> (70 *psi*)

Potencia del motor: 0.75 HP

Diámetro de la succión: 25 mm

Diámetro de la descarga: 25 mm

$P_{alm} : 586 \text{ mm Hg} = 798 \text{ g/m}^2 = 7982 \text{ kg/m}^2;$

$P_i = 65050 \text{ kg/m}^2 \text{ manóm.} = 73030 \text{ kg/m}^2 \text{ abs.}$

**Operación:** Suministro a aparato de consumo, con línea de retomo y sin resistencias adicionales.

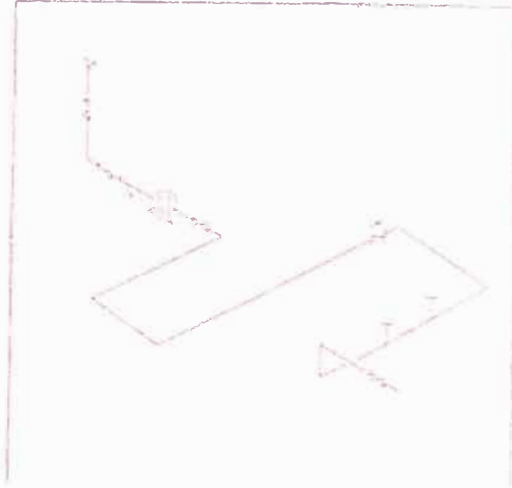
**Nivel de referencia:** Centro de boca de succión ( $Z=0$ )  $Z_s = 2.5 \text{ m}$

$Z_d = 0.5 \text{ m}$

**Accesorios en la línea y Longitudes equivalente:**

TRAMO	CANTIDAD		LONG EQUIV.	
	SUCCION	DESCARGA	SUCCION	DESCARGA
MTK TUB. AC-80 25 MM	2.5	39.5	2.5	39.5
CODO STD 90 GRADOS	1	7	0.7	4.9
TEE PASO RECTO	0	2	0	1.0
VALVULA NO RETROCESO	0	1	0	3.25
VALVULA DE GLOBO	2	2	16.50	16.50
VALVULA EXCESO DE FLUJO	1	0	11.30	0
FILTRO CANASTA	1	0	18.30	0
LONGITUD TOTAL	--	--	49.30	65.15





**Figura N° 2: Flujo impulsado por bomba, diagrama del ejemplo**

**I - Cálculo de la presión diferencial requerida por la bomba.**

**a) Succión:**

1) Caída de presión por metro.

De la Tabla 6, para el caudal y diámetro analizados,  $h_f/L = 0.007 \text{ metros/m}$

2) Pérdidas de energía en la tubería de succión (ec 5).

$$h_{fs} = 0.007 * 49.3 = 0.3451 \text{ m}$$

3) Carga de velocidad en la succión.

Aplicando la ec. (9):

$$H_{vs} = (38.7S)^2 * 660 * H^{-7} = 0.099 \text{ m}$$

4) Carga de succión.

Aplicando la ec. (3):

$$H_s = 2.5 + 73030/509 + 0.099 + 0.3451 + 0.3048 = 146.7263 \text{ m}$$

b) Descarga:

**b) Descarga:**

1) Pérdida de energía por metro.

De la Tabla 6, para las condiciones de descarga:  $h_f/L = 0.007 \text{ metros/m}$

2) Pérdidas de energía en la descarga. Ec. (6).

$$h_{fd} = 0.007 * 65.15 = 0.4561 \text{ m}$$

3) Carga de velocidad en la descarga. Ec. (9).

$$H_{vd} = (38.75)^2 * 6.50 * 10^{-7} = 0.099 \text{ m}$$

4) Presión manométrica final.

$$P_f = 1.15 * 65050 + 0 + 0 + 7982 - 82,789.5 \text{ kg/m}^2$$

5) Carga a la descarga. Ec. (2).

$$H_d = 0.5 + 82,789.5/509 + 0.099 + 0.4561 = 163.7063 \text{ m}$$

**c) Carga total del sistema. Ec. (1).**

$$H_t = 163.7063 - 146.7263 = 16.9800 \text{ m}$$

**d) Presión diferencial requerida.**

En el caso que se analiza, la succión tiene el mismo diámetro que la descarga, por lo que la ec. (10) se reduce a:

$$P_{\text{dif}} = H_t * P_e \quad , \text{ y entonces: } P_{\text{dif}} = 16.980 * 509 = 8,643 \text{ kg/m}^2 = 0.86 \text{ kg/cm}^2$$

e) En este punto, dependiendo del objetivo del cálculo, se toma una de dos opciones:

#### **Selección de equipo nuevo:**

Se selecciona una bomba en los catálogos de fabricantes, tal que su caudal sea superior al de diseño, y que sea capaz de proporcionar una  $P_{\text{dif}}$  superior a la requerida ( $0.86 \text{ kg/cm}^2$ ).

#### **Evaluación de la bomba propuesta.**

Comparar la presión diferencial requerida por cálculo contra la disponible en el equipo existente. En el caso del ejemplo, dado que la  $P_{\text{dif}}$  requerida ( $0.86 \text{ kg/cm}^2$ ) es menor que la disponible ( $4.9 \text{ kg/cm}^2$ ), ésta es adecuada para el servicio.

#### **II - Cálculo de la potencia requerida del motor.**

Aplicando la ec. (12):

$$M_w = 2.74 * 1G^{-4} * 57.85 * 16.980 * 0.509 = 0.080 \text{ HP}$$

De la misma manera, dependiendo del objetivo del cálculo, se actúa de una de las dos maneras siguientes:

#### **Selección de equipo nuevo:**

Se selecciona un motor cuya potencia nominal sea superior a la potencia requerida por el cálculo. Normalmente, se elige el motor de la siguiente potencia comercial disponible, o se sigue la recomendación del fabricante respecto a motores.

### Evaluación de equipo existente:

Comparar la potencia disponible en el motor existente contra la requerida por el sistema calculado. En el caso del ejemplo, ya que la potencia disponible (0.75 *HP*) es mayor que la requerida por el sistema (0.080 *HP*), el motor es adecuado para el servicio que se pretende.

### 3. FLUJO IMPULSADO POR COMPRESOR.

Datos del compresor y tramo evaluado (Ver figura 3):

Caudal impulsado: 77 *gpm* = 291.0 *l/min*

Máxima presión de descarga : 17.6 *kg/cm<sup>2</sup>*

Diámetro nominal de la succión : 32 *mm*      Diámetro nominal de la descarga : 32 *mm*

Potencia del motor : 5 *HP*      Relación de compresión : 1 a 5

Operación: Descarga de autotransporte, por toma de recepción, con un medidor de líquido en la Línea. Esta es de Acero cédula cédula 40, 51 *mm*

Alturas:      Nivel de referencia:      Boca de succión del compresor ( $Z=0$ )

$Z_i = 0.8 \text{ m}$

$Z_f = 4.8 \text{ m}$

(Boca de salida del autotank)

(3.5 *m* sobre el fondo del tanque que recibe)

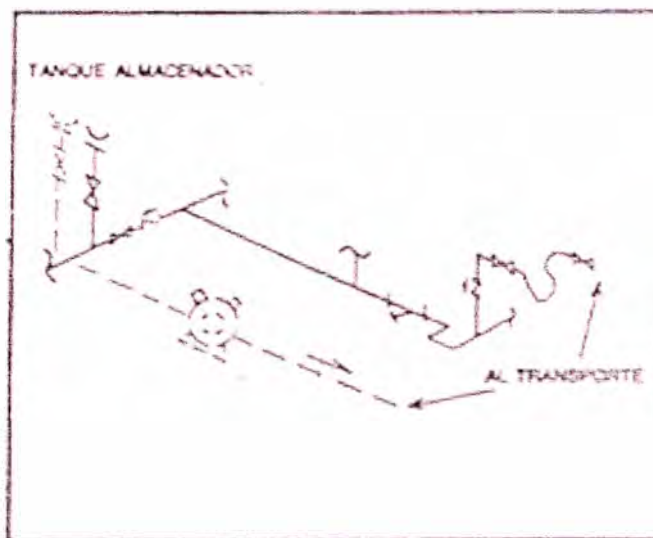
### Pérdidas de carga adicionales:

Como se usa línea de retorno,  $FCP = 0$ ;  $FSP = 1$  (Para simplificar el ejemplo, se supone que la manguera tiene una caída de presión igual a la tubería recta).

Como existe medidor de 51 mm en la línea,  $D_{pad} = 3,197.5 \text{ kg/m}^2$  (interpolado de la Tabla 5).

**Evaluación de la longitud equivalente:** De acuerdo a los criterios mencionados en las convenciones generales, se incluyen los accesorios de la boca de descarga del autotransporte en el cálculo. Entonces, los accesorios de la línea supuesta son los de la tabla siguiente.

	CANTIDAD	LONG. EQUIV.
MTS. TUB. AC80 51 MM	39.5	39.5
CODO STD. 90 GRADOS	4	6.32
TEE PASO RECTO	1	1.05
TEE USADA COMO CODO	3	9.45
VALVULA DE GLOBO 51 mm	4	71.40
VÁLVULA NO RETROCESO	2	14.18
FILTRO CANASTA	1	18.30
VALV. GLOBO 76 > 51 mm	1	17.35
VALV. EXCESO DE FLUJO 76 mm	1	3.35
LONGITUD TOTAL		181.40



**Figura N° 3: Flujo impulsado por compresor, diagrama del ejemplo**

**I - Cálculo de las pérdidas de energía en la tubería.**

a) Pérdida de energía por metro.

De la Tabla 6,  $h_f/L = 0.113 \text{ metros/m}$

b) Pérdidas de energía en la tubería de líquido (ec. 1).

$$h_f = 0.113 * 181.40 = 20.5 \text{ m}$$

**II - Evaluación del diámetro de la tubería de líquido.**

a) Como la tubería es de diámetro uniforme,  $H_v = 0$

b) Pérdida de presión en la tubería (ec. 5).

$$D_p = [(4.80 - 0.80) + 0 + 20.5] * 509 = 12\,470.5 \text{ kg/m}^2$$

c) Evaluación. Toda vez que  $D_p$  (12 470) es menor que  $DP_{\max}$  (21 100), el diámetro es adecuado para el flujo que se pretende.

### III.- Cálculo de las pérdidas de presión adicionales.

De la tabla de contrapresión,  $3197.5 \text{ kg/m}^2$

Aplicando en la ecuación correspondiente (ec. 6):

$$DP_{ad(total)} = [(4.80 - 0.80) * 509 + 3197.5] \text{ kg/m}^2 = 5234 \text{ kg/m}^2$$

### IV - Cálculo de la presión al final de la tubería de líquido (ec. 3).

$$P_f = [1.0 * 65050 + 0 + 5234 + 7981] \text{ kg/m}^2 \text{ abs} = 78265 \text{ kg/m}^2 \text{ abs.}$$

### V - Cálculo de la presión inicial de la tubería de líquido (ec. 7).

$$P_i = [12470 + 78265] \text{ kg/m}^2 \text{ abs} = 90735 \text{ kg/m}^2 \text{ abs.}$$

### VI - Cálculo del valor absoluto de la presión de vapor.

$$P_v = [65050 + 7981] \text{ kg/m}^2 = 73031 \text{ kg/m}^2 \text{ abs.}$$

### VII- Evaluación de la relación de compresión (ec. 8).

$$RC_{cal} = 1-1 * (90735) / 73,031 = 1.37$$

### VIII Dependiendo del objetivo, elegir una de las opciones siguientes:

#### Selección de equipo nuevo:

Elegir en catálogos de fabricantes, el compresor que proporcione el caudal impulsado requerido, con una relación de compresión superior a la calculada.

#### Evaluación de equipo existente:

Comparar la relación de compresión calculada contra la disponible en el compresor existente. En el caso del ejemplo, como 1.38 es menor que 5, el compresor es adecuado.



## **ANEXO 10**

## CATALOGOS

### TUBERIAS

<b>Tubos de acero sin costura ASTM A-53 Grado B / ASTM A-106</b>
--

**Descripción:**

**Usos:**

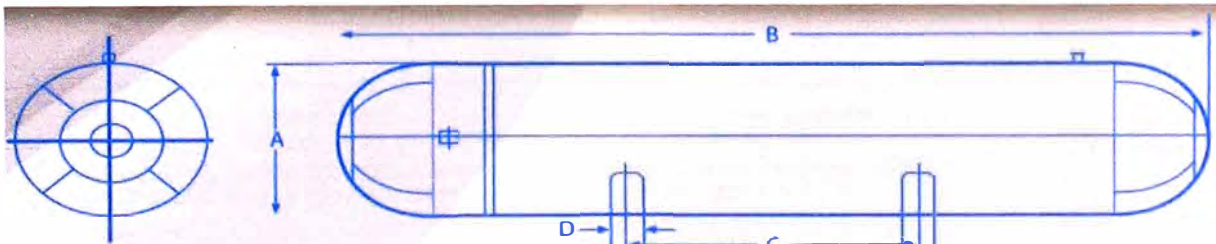
ASTM A-53 Tubos para conducción de fluidos y gases en minería, petroquímica, pesca y en general.  
 ASTM A-106 Tubos para servicio a altas temperaturas.

Dimensiones y peso unitario

Diámetro Nominal	Diámetro exterior		Schedule	Espesor de pared	Peso nominal	Presión de prueba	
	pulg.	m.m.				n°	m.m.
3/8	0.875	17.1	40	2.31	0.84	700	49.2
			80	3.20	1.10	850	60.0
1/2	0.840	21.3	40	2.77	1.27	700	49.2
			80	3.73	1.62	850	60.0
3/4	1.050	26.7	40	2.87	1.69	700	49.2
			80	3.91	2.20	850	60.0
1	1.315	33.4	40	3.38	2.50	700	49.2
			80	4.55	3.24	850	60.0
1 1/4	1.660	42.2	40	3.56	3.39	1300	91.0
			80	4.85	4.47	1900	133.0
1 1/2	1.900	48.3	40	3.68	4.05	1300	91.0
			80	5.08	5.41	1900	133.0
2	2.375	60.3	40	3.91	5.44	2500	175.0
			80	5.54	7.48	2500	175.0
2 1/2	2.875	73.0	40	5.16	8.63	2500	175.0
			80	7.01	11.41	2500	175.0
3	3.500	88.9	40	5.49	11.29	2500	175.0
			80	7.62	15.27	2500	175.0
3 1/2	4.000	101.6	40	5.74	13.57	2370	166.0
			80	8.08	18.63	2800	196.0
4	4.500	114.3	40	6.02	16.07	2210	155.0
			80	8.56	22.32	2800	196.0
5	5.563	141.3	40	6.55	21.77	1950	137.0
			80	9.53	30.94	2800	196.0
6	6.625	168.3	40	7.11	28.26	1780	125.0
			80	10.97	42.56	2740	192.0
8	8.625	219.1	40	8.18	42.55	1570	110.0
			80	12.70	64.64	2430	170.0
10	10.750	273.0	40	9.27	60.29	1430	100.0
			80	15.09	95.97	2320	162.0
12	12.750	323.8	STD.	9.27	60.31	1430	100.0
			40	10.31	79.70	1340	94.0
14	14.000	355.6	80	17.48	132.04	2270	159.0
			STD.	9.53	73.88	1240	87.0
16	16.000	406.4	40	11.13	94.55	1310	92.0
			80	19.05	158.10	2250	158.0
18	18.000	457.0	STD.	9.53	81.33	1120	79.0
			40	12.70	123.30	1310	92.0
20	20.000	508.0	80	21.44	203.53	2220	156.0
			STD.	9.53	93.27	980	69.0
			40	14.27	155.80	1210	92.0
			80	23.83	254.55	2190	154.0
			STD.	9.53	105.16	880	62.0
			40	15.09	183.42	1250	88.0
			80	26.19	311.17	2170	152.0
			STD.	9.53	117.15	790	55.0

# TANQUES

CAPACIDAD NOMINAL NOMINAL CAPACITY		TARA WEIGHT		DIÁMETRO DIAMETER (A)		LONGITUD LENGTH (B)		DISTANCIA ENTRE CENTROS DE PLACAS DE ASIENTO DISTANCE BETWEEN SADDLES CENTERS (C)		ANCHO DE PLACA DE ASIENTO SADDLES WIDTH (D)	
Litros Liters	U.S. Galones U.S. Gallons	Kg. Kg	Libras Pounds	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches
13,000	3,434	2,313	5,099	2.08	82	4.52	178	1.524	60	0.41	16
18,000	4,756	3,136	6,914	2.26	89	5.31	209	2.134	84	0.46	18
21,000	5,548	3,643	8,031	2.08	82	6.96	274	2.591	102	0.41	16
29,000	7,662	5,053	11,140	2.08	82	9.40	370	4.572	180	0.41	16
42,000	11,096	7,051	15,545	2.26	89	11.40	449	5.283	208	0.46	18
54,000	14,267	9,127	20,121	2.26	89	14.45	569	7.796	314	0.46	18
66,000	17,437	11,203	24,698	2.26	89	17.50	689	10.414	410	0.46	18
76,000	20,079	12,994	28,647	2.67	105	14.83	584	7.976	314	0.46	18
93,000	24,571	15,975	35,218	2.67	105	17.88	704	11.024	434	0.46	18
110,000	29,062	18,956	41,790	2.67	105	20.96	825	14.072	554	0.46	18
125,000	33,025	20,038	44,176	3.38	133	15.16	597	7.722	304	0.61	24
150,000	39,630	24,253	53,468	3.38	133	18.11	713	9.652	380	0.61	24
175,000	46,235	30,251	66,691	3.38	133	21.06	829	12.446	490	0.61	24
200,000	52,840	34,757	76,625	3.38	133	24.00	945	13.513	532	0.61	24
227,000	59,973	39,279	86,594	3.38	133	26.95	1,061	16.713	658	0.61	24
250,000	66,050	42,820	94,461	3.38	133	29.85	1,175	19.660	774	0.61	24
250,000	66,050	42,641	94,006	3.66	144	25.53	1,005	17.805	701	0.61	24
113,000	30,000	20,070	44,246	3.35	132	14.25	561	7.620	300	0.36	14
378,000	100,000	69,067	152,265	3.66	144	37.80	1,488	26.492	1,043	0.76	30



## Válvulas de Alivio de Presión con "Acción-Pop"

### Información General

El diseño de "acción-pop" permite que la válvula de alivio de presión RegO® se abra ligeramente para aliviar presiones moderadamente altas del recipiente. La válvula está diseñada para abrirse súbitamente a su capacidad total de descarga cuando la presión excede un punto predeterminado, reduciendo rápidamente la presión excesiva. Esto ofrece una ventaja clara en comparación con las válvulas ordinarias que se abren gradualmente a lo largo de su rango de abertura, permitiendo que se desarrolle una presión excesiva antes de que la válvula de alivio esté totalmente abierta. Todas las válvulas de alivio de presión RegO® internas, semi-internas y externas, incorporan este diseño de "acción-pop".

Válvulas de alivio en este catálogo son destinadas únicamente para servicio en Gas-LP o amoníaco anhidro. No utilice ninguna válvula representada en este catálogo con cualquier otro tipo de producto o servicio. Si usted tiene una aplicación diferente al servicio convencional de Gas-LP o de amoníaco anhidro, establezca contacto con Engineered Controls International, Inc. antes de proceder.

## Válvulas de Alivio de Presión Totalmente Internas de "Acción-Pop" para Transportes y Camiones de Reparto

Están diseñadas específicamente para uso como una válvula de alivio primaria en transportes ASME y camiones de reparto con acoplamientos NPT de 2" y 3".



Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión del Recipiente	Alto Global (Aprox.)	Alto Sobre Junto (Aprox.)	Capacidad de Flujo SCFM/Aire ****		Para Uso en Recipientes con Área de Superficie hasta de:	Tapa Protectora (Incluida)
					UL (a 120% de la Presión Fijada)	ASME (a 120% de la Presión Fijada)		
A8434N	265	NPT M. de 2"	9 1/16"	1/2"	3700	3659	1 1/5 Sq. Ft.	A8434-11B
A8434G	250					3456		
A8436N	265	NPT M. de 3"	1 1/8"	3/4"	10210	9839	602 Sq. Ft.	A8436-11B
A8436G	250					9598		

\* Según Panfleto #58 de NFPA, Apéndice D. El área que se muestra es para un volumen de flujo ya sea UL o ASME—cualquiera que sea mayor.

## Válvulas de Alivio de Presión Totalmente Internas, con "Acción-Pop" para Recipientes de Combustible Automotriz

La serie de válvulas de alivio 8543 está diseñada para ser usada como una válvula de alivio primaria en recipientes ASME de combustible automotriz tales como: autobuses, camiones y equipo para construcción.

La serie de válvulas de alivio 8544 está diseñada para ser usada como una válvula de alivio primaria en recipientes ASME más pequeños y en recipientes DOT de combustible automotriz tales como: tractores, montacargas, automóviles y taxis.



Número de Parte	Tipo de Recipiente	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión del Recipiente NPT M.	Altura Total	Altura Sobre el Cople	Sección de llave hex	Capacidad de Flujo PCM/Aire ****		Tapa Protectora (incluida)	Accesorios
							UL a 120% de la Presión Calibrada	ASME a 120% de la Presión Calibrada		Adaptador de Tubería
8544G	ASME	250	1"	5 7/16"	7/8"	1 1/16"	1020	936	7544-41	7544-11A*
8543G			1 1/4"			1465	1400	7543-40C	7543-10**	
8544T		312	1"			1282	1158	7544-41	7544-11A*	
8543T			1 1/4"			1990	1731	7543-40C	7543-10**	
8544K	DOT/ASME	375	1"			1545***	—	7544-41	7544-11A*	

\* Conexión de salida NPT M. de 1"

\*\* Conexión de salida NPT M. de 1 1/4"

\*\*\* Volumen también se aplica a los requerimientos del RegO®

\*\*\*\* Los volúmenes de flujo que se muestran son para válvulas de alivio descubiertas. Los adaptadores y los tubos reducirán el flujo tal como se discute en párrafos anteriores.

## Válvulas de Alivio de Presión Totalmente Internas, con "Acción-Pop" para Cilindros DOT para Montacargas

Diseñadas específicamente para uso como una válvula de alivio primaria en cilindros para montacargas, la 8545AK reduce la posibilidad de mal funcionamiento del mecanismo de alivio debido a la acumulación de contaminantes. Todas las guías, los resortes, el vástago y los componentes de calibración están ubicados dentro del cilindro—alejados de exposición directa a contaminantes y desechos en la atmósfera.

El Panfleto #58 de la NFPA requiere que:

Cualquier recipiente utilizado en servicio de camiones industriales (incluyendo los cilindros de los vehículos montacargas), deberá tener la válvula de alivio de presión reemplazada con una válvula nueva, o con una que no haya sido usada, dentro de los 12 años de la fecha de fabricación del recipiente y subsiguientemente cada 10 años."



7545-12 90° Adaptador



7545-14 45° Adaptador



Número de Parte	Tipo de Recipiente	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión del Recipiente NPT M.	Capacidad de Flujo PCM/Aire **		Accesorios (Ordenar en Separado)		
				Fijada por ECII a 480 PSIG	Tapa Protectora	Deflectores***		
						Codo de 45°	Codo de 90°	
8545AK	DOT	375	3/4"	400*	7545-40	7545-14	7545-12	

\* Clasificado por UL de acuerdo al Panfleto S-1.1 de la Asociación de Gas Comprimido. Estándares para Dispositivos de Presión para Cilindros. Satisfacen los requerimientos para uso en recipientes DOT con 262 libras o menos de peso de agua y 109 libras o menos de Gas-LP.

\*\* Los volúmenes de flujo que se muestran son para válvulas de alivio descubiertas. Los adaptadores y los tubos reducirán el flujo tal como se discute en párrafos anteriores.

\*\*\* Ordene la tapa protectora #8545-41 o 7545-40.

## Válvulas de Alivio de Presión Semi-Internas, con "Acción-Pop" para Recipientes ASME

Diseñadas para ser usadas como una válvula de alivio primaria en recipientes ASME tales como tanques de 250, 500 y 1.000 galones. Underwriters' Laboratories lista los sistemas de recipientes en los cuales este tipo de válvulas son instaladas fuera de la cubierta sin protección adicional, si son instaladas cerca de la cubierta y protegidas con una tapa protectora.

Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión del Recipiente NPT M.	Alto Global (Aprox.)	Alto Sobre Junto (Aprox.)	Sección de llave hex	Capacidad de Flujo SCFM/Aire		Apropiada para Tanques con un Área de Superficie hasta de:*	Tapa Protectora (incluida)
						UL – a 120% de la Presión Calibrada	ASME – a 120% de la Presión Calibrada		
7583G	250	3/4"	8 3/16"	1 1/4"	1 3/4"	1980	1806	80 Sq. Ft.	7583-40X
8684G		1"	9 3/8"	1 1/2"	1 7/8"	2620	2565	113 Sq. Ft.	8684-40
8685G		1 1/4"	11 1/4"	1 1/2"	2 3/8"	4385	4035	212 Sq. Ft.	7585-40X

\* Según Panfleto #58 de NFPA, Apéndice D. El área que se muestra es para un volumen de flujo ya sea UL o ASME—cualquiera que sea mayor.



## Válvulas de Alivio de Presión Semi-Internas, con "Acción-Pop" para Recipientes de Gran Capacidad de Almacenamiento

Diseñadas específicamente para uso como válvulas de alivio primarias en grandes recipientes estacionarios de almacenamiento. Estas válvulas de alivio, de perfil bajo, son generalmente montadas en conexiones de acoplamiento (cople) medio. Sin embargo, están diseñadas de manera que los puertos de entrada libran completamente el fondo de un acoplamiento de 2". Esto asegura que la válvula de alivio siempre deberá ser capaz de alcanzar un flujo máximo bajo condiciones de emergencia.



Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión del Recipiente NPT M.	Capacidad de Flujo PCM/Aire *		Apropiada para Tanques con un Área de Superficie hasta de: **	Accesorios	
			UL - a 120% de la Presión Calibrada	ASME - a 120% de la Presión Calibrada		Tapa Protectora	Adaptador de Tubería
7534B	125	2"	6,025	—	319 Sq. Ft.	7534-40	7534-20***
7534G	250		11,675	10,422	708 Sq. Ft.		

\* Los volúmenes de flujo que se muestran son para válvulas de alivio descubiertas. Los adaptadores y los tubos reducirán el flujo tal como se discute en parágrafos anteriores.

\*\* Según Parígrafo #58 de NFPA, Apéndice D. El área que se muestra es para un volumen de flujo ya sea UL o ASME—cualquiera que sea mayor.

\*\*\* Conexión de salida NPT H. de 3"

## Válvulas de Alivio de Presión Externas con "Acción-Pop" para Recipientes ASME e Instalaciones en Plantas a Granel

Están diseñadas específicamente para uso como una válvula de alivio primaria en recipientes ASME subterráneos o sobre tierra y en instalaciones de plantas a granel. La Serie 3131 también puede ser usada como una válvula de alivio primaria o secundaria en cilindros DOT, o como una válvula de alivio de presión hidrostática.

Todos los componentes críticos de estas válvulas de alivio están fuera de la conexión del recipiente, por lo que se deben proteger de daño físico.



Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Conexión del Recipiente NPT M.	Altura Total	Sección de llave hex	Capacidad Flujo PCM/Aire (a)		Para Uso con Tanques con un Área de Superficie hasta de: (e)	Accesorios			
					UL - a 120% de la Presión Calibrada	ASME - a 120% de la Presión Calibrada		Tapa Protectora	Adaptador de Tubería		Deflector de drenaje
								Número de Parte	Tamaño de Salida		
AA3126L030	30	1/2"	2 3/8"	1/8"	(b)	—	—	7545-40	AA3126-10	NPT M. de 1/2"	—
A3149L050	50	2 1/2"	10 1/2"	4 1/4"	2600(c)	—	113 Sq. Ft.	3149-40	(h)		incluido (i)
A3149L200	200				8770 (c)	—	500 Sq. Ft.				
AA3126L250	250	1/2"	2 3/8"	7/8"	277 (c)	—	23 Sq. Ft. (f)	7545-40	AA3126-10	NPT M. de 1/2"	—
3131G		3/4"	3 7/16"	1 3/4"	2060	1939	85 Sq. Ft.	3131-40 (g)	—		
AA3130UA250					2045	1838	249 Sq. Ft. (f)	AA3130-40P	AA3131-10	NPT F. de 1"	
W3132G		1"	6 1/2"	2 3/8"	3340	—	154 Sq. Ft.	3132-54 (g)	3132-10	NPT F. de 1 1/4"	
3132G		4130			—	200 Sq. Ft.	—				
T3132G		3790			—	180 Sq. Ft.	3132-10		NPT F. de 1 1/4"		
MV3132G		3995			—	190 Sq. Ft.	—				
3135G		5770	—	300 Sq. Ft.	3135-54 (g)	3135-10	NPT F. de 2"				
AA3135UA250		6430	5080 (d)	1010 Sq. Ft. (f)	AA3135-40PR	AA3135-10					
3133G		1 1/2"	5 1/16"	3 3/8"	6080	—	320 Sq. Ft.	3133-40 (g)	3133-10	—	
A3149G	2 1/4"	10 1/2"	4 1/8"	10390	9153	613 Sq. Ft.	3149-40	(h)		incluido (i)	
AA3130UA265	265	3/4"	3 7/16"	1 3/4"	2125	1912	261 Sq. Ft. (f)	AA3130-40P	AA3131-10	NPT F. 1"	—
AA3135UA265		1 1/4"	6 15/32"	2 11/16"	6615	5370 (d)	1045 Sq. Ft. (f)	AA3135-40PR	AA3135-10	NPT F. de 2"	3133-11
AA3126L312	312	1/2"	2 3/8"	7/8"	330 (c)	—	27 Sq. Ft. (f)	7545-40	AA3126-10	NPT M. de 1/2"	—

(a) Los volúmenes de flujo que se muestran son para válvulas de alivio descubiertas. Los adaptadores y los tubos reducirán el flujo tal como se discute en la información anterior.

(b) No están clasificados ni por UL ni por ASME. Área efectiva de 0.59 pulgadas cuadradas.

(c) No están clasificados ni por UL ni por ASME. Los productos ECIM® están clasificados a 120% de la calibración de presión.

(d) Clasificado a 110% de la presión establecida.

(e) Según Parígrafo #58 de NFPA, Apéndice D. El área que se muestra es para un volumen

de flujo ya sea UL o ASME—cualquiera que sea mayor.

(f) Según ANSI K81.1-1972, Apéndice A.

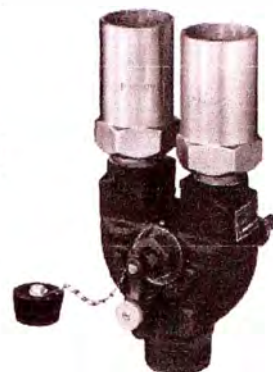
(g) Capa con cadena.

(h) Rosca de salida de 3 1/2"-8N(F), acepta una rosca de tubo NPT M. de 3".

(i) Deflector de drenaje es parte N° A3134-11B.

## Manifolds DuoPort® de Válvulas de Alivio de Presión para Recipientes de Almacenamiento Pequeños

Diseñados especialmente para uso como un dispositivo de alivio primario en pequeños recipientes estacionarios de almacenamiento con capacidad de hasta de 1200 galones de agua y roscados NPT de 2". Estos manifolds permiten darle servicio o reemplazar cualquiera de las dos válvulas de alivio sin evacuar el recipiente, o sin pérdida de servicio. La palanca de embrague selectivamente cierra el puerto de entrada a la válvula de alivio que está siendo sacada mientras la otra válvula proporciona protección al recipiente y a su contenido. La capacidad de cada manifold está basada en el flujo real a través del manifold y en una sola válvula de alivio de presión, tomando en cuenta la pérdida por fricción. No es solamente la capacidad de la válvula de alivio sola.



Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Aplicación		Conexión al Recipiente NPT M.	Válvula de alivio incluida			Capacidad flujo PCM/Aire**	
		Gas-LP	NH <sub>3</sub>		Cantidad	Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.		Accesorio
									Adaptadores de Tubería
8542G	250	Sí	No	2"	2	3135MG	1 1/4"	3135-10*	UL a 120% de la Presión Calibrada
AA8542UA250		No	Sí			AA3135MUA250		AA3135-10*	5250 (1)
AA8542UA265	265					AA3135MUA265		5865 (1)	5975 (1)

\* Conexión de salida NPT H. de 2"

\*\* La capacidad del flujo está basada en el número de válvulas de alivio indicado entre paréntesis ( ). Las capacidades de flujo que se muestran son para válvulas de alivio descubiertas. Los adaptadores y los tubos reducirán el flujo tal como se discute en párrafos anteriores.

## Ensamblajes de Manifold Multiport® de Válvulas de Alivio de Presión para Recipientes de Gran Capacidad de Almacenamiento

Diseñados especialmente para uso como un dispositivo de alivio primario en recipientes presurizados de almacenamiento estacionario, con orificios bridados. Estos manifolds incorporan una válvula de alivio adicional, no incluida en la determinación de flujo, que permite darle servicio o reemplazar cualquiera de las válvulas de alivio sin evacuar el recipiente. El volante en el manifold selectivamente cierra el puerto de entrada a la válvula de alivio que se está sacando mientras las otras válvulas de alivio proporcionan protección al recipiente y a su contenido. Todas las capacidades de flujo del manifold están basadas en el flujo a través de las válvulas de alivio después que una ha sido retirada para darle servicio, o para reemplazo.



A8560  
A8570



Número de Parte	Contiene	Para Uso Con:	Para Conexión A:	Número Requerido
7560-55	1-Clavija Perno y Tuerca	Todos Multiports® RegO	Brida Mod. de 3"-300# y 4"-ASA 300#	8
7560-56			Cubierta Pasahombre	

Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Aplicación		Conexión a la Brida del Recipiente	Válvula de Alivio Incluida			Accesorios		Capacidad de Flujo PCM/Aire**	
		LP-Gas	NH <sub>3</sub>		Cantidad	Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Adaptadores de Tubería	UL	ASME	
									a 120% de la Presión Calibrada	a 120% de la Presión Calibrada	
A8563G	250	Sí	No	3"-300#*	3	A3149MG	2 1/2"	***	-	18,500 (2)	-
A8564G					4					27,750 (3)	
AA8573G		Sí	Sí	4"-300#	3	AA3135MUA250	1 1/4"	AA3135-10***	11,400 (2)		
A8573G					4	A3149MG	2 1/2"	***	18,500 (2)		
A8574G					4	***	27,750 (3)				
A8563AG	250	Sí	Sí	3"-300#*	3	A3149MG	2 1/2"	***	-	18,300 (2)	-
A8564AG					4					27,400 (3)	
A8563AG				3	18,300 (2)						
A8564AG				4	27,400 (3)						

\* Para uso con brida 300# ANSI modificada con un puerto de 4"

\*\*\* Conexión de salida NPT H. de 2"

\*\* La capacidad de flujo esta basada en el número de válvulas de alivio indicado entre paréntesis ( )

\*\*\* Rosca de salida de 3 1/2"-8N(H), acepta una rosca de tubo NPT M. de 3"

Las capacidades de flujo que se muestran son para válvulas de alivio descubiertas. Los adaptadores y los tubos reducirán el flujo tal como se discute en párrafos anteriores.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Servicio de Líquido o Vapor

Diseñadas para montaje en la parte superior de tapas de registro (pasa hombres) de tanques de almacenamiento para aplicaciones de líquido o vapor. La entrada roscada permite la conexión de un tubo de 1" NPT para extraer líquido del tanque.

La 1519C4 está diseñada para instalación en líneas de gran longitud o ramificaciones de tubería.



1519C2



1519C4

Número de Parte	Conexión de Entrada NPT	Conexión de Salida F. NPT	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre **		
				Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
					Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
1519C2	1½" Male*	1"	2 ¼"	25	5,000	8,800
1519C4	2" Female	2"	3"	170	28,590	48,600

\* Conexión de tubería de extracción hembra de 1"

\*\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo.

Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Servicio en Líneas de Líquido o de Vapor

Diseñadas para montaje en líneas de servicio líquido o de vapor. Son para instalación en líneas de gran longitud o ramificaciones de tubería donde las válvulas de exceso de flujo montadas en el tanque no son suficientes.



1519A2



A1519A6

Número de Parte	Latón o Acero	Conexión de Entrada NPT F.	Conexión de Salida NPT F.	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre *		
					Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
						Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
1519A2	Latón	1"	1"	1 ¼"	25	5,000	8,800
A1519A2	Acero						
1519A3	Latón	1½"	1½"	2 ¼"	60	11,500	20,200
1519A4							
A1519A4	Latón	2"	2"	3"	100	19,000	34,500
1519B4							
A1519B4	Acero	3"	3"	4"	133	27,700	50,300
A1519A6							

\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido y por .90 para determinar el flujo de amoníaco anhidro.



## Válvulas de Exceso de Flujo para Líquido o Vapor

Diseñadas para uso con líquido o vapor, para llenado, extracción y retorno de vapores en recipientes o en líneas. Son para instalación en líneas de gran longitud o ramificaciones de tubería donde válvulas de exceso de flujo montadas en el tanque son inapropiadas.



Numero de Parte	Latón o Acero	Conexion de Entrada NPT M.	Conexion de Salida NPT F.	Hexagono Para Llave	Longitud Apropriada Efectiva	Flujos Aproximados Cierre*		
						Líquido (GPM Propano)	Vapor (PCH Propano) Entrada de 25 PSIG	Vapor (PCH Propano) Entrada de 100 PSIG
12472	Latón	3/4"	3/4"	1-3/8"	1-3/8"	4	1,050	1,700
3272E						10	2,100	3,700
3272F						15	2,800	5,000
3272G						20	3,700	6,900
A3272G	Acero	1-1/4"	1-1/4"	2"	1-5/16"	30	5,850	10,000
3282A						40	7,600	13,600
3282B						50	9,000	16,300
3282C	Acero	1-1/2"	1-1/2"	2-1/4"	1-3/4"	90	15,200	28,100
A3282C						70	14,000	25,000
7574	Latón	1-1/2"	1-1/2"	2-1/4"	1-3/4"	75	14,200	24,800
7574L						100	18,100	32,700
3292A	Acero	2"	2"	2-7/8"	1-7/8"	100	18,100	32,700
A3292A	122					22,100	37,600	
3292B	Latón							
A3292B	Acero							
A3292C	Acero							

\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido y por .90 para determinar el flujo de amoníaco anhidro.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Servicio en Recipientes

Diseñadas para ser montadas en acoplamientos roscados completos o medios de recipientes. Estas se pueden usar para aplicaciones de llenado, extracción o retorno de vapores. La caída de presión excepcionalmente baja las hace ideales para líneas de bomba de succión. Si con estas válvulas se utiliza una tubería ascendente al espacio de vapor, el diámetro interior mínimo de la tubería ascendente debe ser por lo menos dos veces el tamaño de la rosca de la válvula de modo que no restrinja el flujo a las entradas laterales de la válvula.



Número de Parte	Para Uso con este Tipo de Acoplamiento	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre *		
					Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano) Entrada de 25 PSIG	Vapor PCH (Propano) Entrada de 100 PSIG
A8523	Medio	3/4"	3/4" Macho	1 1/2"	15	5,170	8,800
A8525	Medio	1 1/4"	1 1/4" Macho	1 3/4"	35	12,540	21,560
A7537L4	Medio	2"	2" Macho y 1 1/4" Hembra	2 3/4"	75	13,000	25,600
A7537L4F	Completo				125	25,000	42,500
A7537N4	Medio				150	30,500	52,000
A7537N4F	Completo				150	30,500	52,000
A7537P4	Medio				150	30,500	52,000
A7537P4F	Completo	150	30,500	52,000			
A7539R6	Medio	3"	3" Macho y 2" Hembra	3 3/4"	150	32,100	55,500
A7539R6F	Completo				200	39,400	68,300
A7539T6	Medio				200	39,400	68,300
A7539T6F	Completo				250	51,100	88,700
A7539V6	Medio				250	51,100	88,700
A7539V6F	Completo	250	51,100	88,700			

\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido y por .90 para determinar el flujo de amoníaco anhidro.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Líquido o Vapor

Diseñadas especialmente para llenado, extracción y retorno de vapores en instalaciones de acoplamientos completos y medios. Ideales para servicio en recipientes no provistos de tubos. Para uso con vapor, deben montarse en el orificio inferior del tanque y conectarles un tubo roscado de inmersión. Para servicio de líquido, deben montarse en la parte superior del tanque y conectarles un tubo roscado de inmersión. Estas también pueden ser instaladas en tuberías siempre que la conexión se haga a la rosca macho de entrada y no a la conexión hembra para tubo de inmersión.



Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre ***		
				Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
					Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
A2137	2"	2" Macho y 1 1/4" Hembra	2 7/16"	50	10,000	17,000
A2137A				70	14,000	25,000
2139	3"	3" Macho y 2" Hembra	3 1/2"	125	26,500	46,000
2139A				160	32,700	57,200

\* Conexión de Tubo de Inmersión de 1 1/4" NPT H

\*\* Conexión de Tubo de Inmersión de 2" NPT H

\*\*\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba, levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido y por .90 para determinar el flujo de amoníaco anhidro.

## Válvulas de Exceso de Flujo Para Instalación en Recipientes con Brida

Diseñadas para ser montadas en conexiones bridadas de tanques con rosca interna al fondo del recipiente. Estas se pueden usar para aplicaciones de llenado, de extracción o de retorno de vapores. Proporcionan una alta capacidad de flujo con una caída baja de presión para minimizar la cavitación de la línea de entrada de la bomba.

Si se utiliza una tubería de inmersión al espacio de vapor con estas válvulas de exceso de flujo, el diámetro interior mínimo de la tubería de inmersión debe ser por lo menos dos veces el tamaño de la rosca de la válvula de modo que no restrinja el flujo a las entradas laterales de la válvula.

Las válvulas de exceso de flujo montadas en brida son de fácil acceso para darles servicio y están totalmente aisladas y protegidas en caso de incendio. Debido a que no hay conexión directa entre la tubería externa y la válvula, la tensión que se le imponga a la tubería no afectará la válvula de exceso de flujo.



Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Para Instalación	Flujos Aproximados de Cierre *		
			Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
				Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
A3500L4	2"	Cuerpo Ranurado	75	13,000	22,500
A3500N4			125	25,000	42,500
A3500P4			150	30,500	52,000
A3500R6	3"		150	32,100	55,500
A3500T6			200	39,400	68,300
A3500V6			250	51,100	88,700
A4500Y8	4"	500	89,000	154,000	

\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido y por .90 para determinar el flujo de amoníaco anhidro.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Extracción de Líquido o de Vapor

Diseñadas para ser montadas en la parte inferior de tanques de almacenamiento para servicio líquido. También pueden ser montadas en la parte superior para servicio de vapor. Estas válvulas han sido diseñadas específicamente para utilización con válvulas de globo RegO®.



2723C

A8013D

Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT M.	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre ***		
				Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
					Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
A8013D	1 1/4"	3/4"	1 1/8"	39	8,700	14,700
A8013DA		1"		44		
A8013DB		1 1/4"		55		
2723C	1 1/4"	3/4"	1 1/16"	20	3,900	6,900

\* Conexión de Tubo de Inmersión 3/4" NPT H

\*\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido y por .90 para determinar el flujo de amoníaco anhidro.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Manómetros

Diseñadas para uso en instalaciones con indicadores de presión y minimizar la descarga de gas en caso que se fracture el manómetro. Se recomienda instalar una válvula de corte apropiada entre esta válvula y el manómetro para permitir el fácil reemplazo de este.



Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT F.	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre **		
				Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
					Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
2884D	3/4"	1/4"	1 1/8"	N/A	60	110

\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTA: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido.

## Válvulas de Exceso de Flujo para Cilindros DOT

Diseñadas para uso en sistemas portátiles con vapor o líquido incluyendo antorchas, calentadores, quemadores para fusión de plomo, quemadores de alquitrán y asfalto, máquinas de vapor para papel tapiz y otras aplicaciones que involucran cilindros DOT portátiles. La entrada POL se conecta directamente a la válvula del cilindro y la salida se monta al regulador.



Número de Parte	Conexión de Entrada	Conexión de Salida NPTMF.	Hexagono Para Llave	Flujos Aproximados de Cierre ***		
				Líquido (GPM Propano)	Vapor PCH (Propano)	
					Entrada de 25 PSIG	Entrada de 100 PSIG
3199W	Male POL	1/4"	7/8"	.95	265	500

\* Basado en una instalación horizontal de la válvula de exceso de flujo. Los flujos se incrementan levemente si las válvulas son instaladas con la salida arriba y levemente menos con la salida abajo.

NOTE: Multiplique el volumen de flujo por .94 para determinar el flujo de butano líquido.

## Válvulas de Alivio de Presión Hidrostática Externas

Diseñadas para proteger la tubería y las válvulas de cierre donde existe la posibilidad de que quede atrapado Gas-LP líquido o amoníaco anhidro. Pueden ser instaladas en las tuberías, en las mangueras situadas entre las válvulas de cierre o en la conexión lateral de las válvulas RegO<sup>2</sup> de cierre.

Número de Parte	Calibración de Comienzo a Descarga en PSIG	Material del Cuerpo de Válvula	Conexión del Recipiente NPT M.	Altura Total	Sección de llave hex	Accesorios	
						Tapa Protectora	Tubería Adaptador o Roscas
SS8001G	250	Acero inoxidable	¼"	¾"	1/16"	8001-54 *	—
SS8002G			½"		7/8"	8002-54 *	—
SS8021G			¼"	1 1/8"	1/16"	8001-54	Rscs ¼" NPSM
SS8022G			½"		7/8"	8002-54 *	Rscs 3/8" NPT
3127G			¼"		9103-54 *	—	
3129G	½"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'		
3127H	275	Latón	¼"	1 3/32"	7/8"	9103-54 *	—
3129H			½"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'
3127P			¼"	1 1/32"	7/8"	9103-54 *	—
3129P	300	Latón	½"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'
3127J			¼"	1 1/32"	7/8"	9103-54 *	—
3129J	350	Acero inoxidable	½"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'
SS8001J			¼"	¾"	1/16"	8001-54 *	—
SS8002J			½"		7/8"	8002-54 *	—
SS8021J			¼"	1 1/8"	1/16"	8001-54	Rscs ¼" NPSM
SS8022J			½"		7/8"	8002-54	Rscs 3/8" NPT
3127K	375	Latón	¼"	1 3/32"	7/8"	9103-54 *	—
3129K			½"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'
3125L			¼"	1 1/8"	5/8"	9103-54 *	—
3127L	400	Latón	½"	1 3/32"	7/8"	—	—
3129L			¼"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'
SS8001L			½"	¾"	1/16"	8001-54 *	—
SS8002L			¼"		7/8"	8002-54 *	—
SS8021L			¼"	1 1/8"	1/16"	8001-54	Rscs ¼" NPSM
SS8022L	½"	7/8"	8002-54 *		Rscs 3/8" NPT		
3127U	450	Latón	¼"	1 1/2"	7/8"	9103-54 *	—
3129U			½"	2 1/2"	1 1/8"	3129-40P *	3129-10'
SS8001U			¼"	¾"	1/16"	8001-54 *	—
SS8002U			½"		7/8"	8002-54 *	—
SS8021U			¼"	1 1/8"	1/16"	8001-54	Rscs ¼" NPSM
SS8022U	½"	7/8"	8002-54 *		Rscs 3/8" NPT		

\* Conexión de salida NPT H. de 1/2"



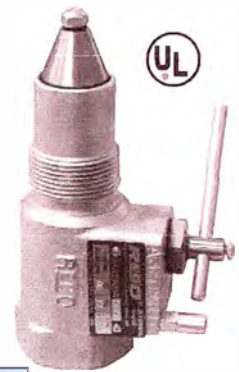
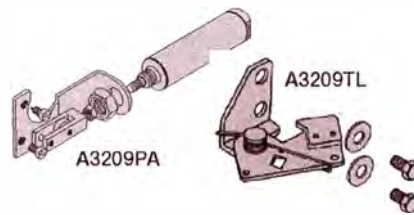
3127G



SS8022G

## Válvula Interna Roscada de 1 1/4" para Sistemas de Bombeo de Pequeña Capacidad y para Retorno de Vapores en Camiones

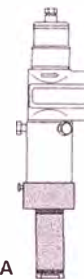
Diseñada principalmente para uso con Gas-LP y amoníaco anhidro como válvula principal en sistemas de bombeo de baja capacidad, en tanques nodriza de NH3 y en instalaciones en línea. También puede ser instalada en la apertura de retorno de vapores en camiones de reparto. Su instalación es fácil y rápida, y se acopla tanto a acoplamientos completos como medios acoplamientos, y aplicaciones en línea. La válvula se puede accionar manualmente, por cable, palanca o neumáticamente.



Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT H	Flujo de Cierre** (GPM)		Capacidad en Vapor de Gas-LP** (PCH/Propano)		Accesorios	
			Gas-LP	NH3	25 PSIG	100 PSIG	Palanca Termica	Actuador Neumático
A3209R050	1 1/4"	1 1/4"	50	45	13,300	22,900	A3209TL	A3209PA
A3209R080	1 1/4"	1 1/4"	80	72	15,700	26,700	A3209TL	A3209PA

## Válvula Interna Roscada de Angulo de 1 1/4" para Surtidores de Combustible Vehicular y Sistemas de Bombeo de Pequeña Capacidad

Diseñada principalmente para uso con Gas-LP y amoníaco anhidro en sistemas de bombeo de baja capacidad, tales como surtidores de combustible vehicular. También puede ser instalada en aperturas inferiores para extracción de líquido en tanques nodriza de NH3 o en la apertura de retorno de vapores en camiones de reparto. Su instalación es fácil y rápida, y debe ser instalada en medio acoplamiento modificado o su equivalente. La válvula se puede accionar por cable o neumáticamente.



A3210PA

Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Entrada NPT F.	Flujo de Cierre (GPM)		Capacidad de Vapores Gas-LP (PCH/Propano)				Accesorios
			Gas-LP	NH3	Entrada 25 PSIG	Entrada 50 PSIG	Entrada 75 PSIG	Entrada 100 PSIG	Actuador Neumático
A3210A065	1 1/4"	1 1/4"	65	58.5	17,000	22,250	26,500	30,000	A3210PA-R1

\* Para uso en medio acoplamiento únicamente. ■ diámetro interior de 1 1/2" mínimo. Si se requiere una tubería de inmersión, se recomienda el uso de tubería de 1 1/2" Cedula 40 - el flujo se reducirá aproximadamente un 10%.

## Válvulas Internas Bridadas de 3" para Camiones de Reparto, Transportes y Tanques Estacionarios de Gran Capacidad de Almacenamiento

Diseñadas principalmente para el llenado y/o descarga de Gas-LP y amoníaco anhidro en camiones de reparto MC331, transportes y en tanques estacionarios de almacenamiento con bombas o tuberías bridadas. Su instalación es fácil y rápida, y se puede accionar manualmente, por palanca, cable o neumáticamente.

La palanca es disponible al lado derecho o izquierdo para permitir la instalación sin el uso de una polea extra.



A3217FPA

Número de Parte		Posición de la Palanca de Operación	Conexión de Entrada	Conexión de Salida	Flujo de Cierre GPM		Accesorios
Cuerpo de Brida Sencilla	Cuerpo de Brida Doble				Gas-LP	NH3	
A3217FR160	A3217DFR160	Lado Derecho	Brida Modificada 300# ANSI RF de 3" **	Brida 300# ANSI RF de 3"	160	145	A3217FPA
A3217FL160	A3217DFL160	Lado Izquierdo					A3217FLPA
A3217FR210	A3217DFR210	Lado Derecho			210	190	A3217FPA
A3217FL210	A3217DFL210	Lado Izquierdo					A3217FLPA
A3217FR260	A3217DFR260	Lado Derecho			260	236	A3217FPA
A3217FL260	A3217DFL260	Lado Izquierdo					A3217FLPA
A3217FR410	A3217DFR410	Lado Derecho			410	372	A3217FPA
A3217FL410	A3217DFL410	Lado Izquierdo					A3217FLPA

\* La válvula viene provista de 16 tuercas y 8 pernos para montarse.

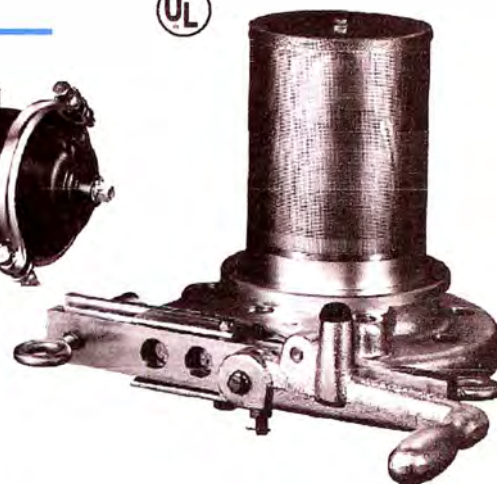
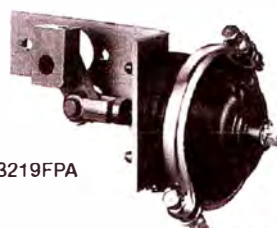
\*\* Huaco modificado = 45/8" de diámetro con cara realzada de diámetro de 53/4"

## Válvula Interna Bridada de 4" para Transportes y Tanques Estacionarios de Gran Capacidad de Almacenamiento

Diseñada principalmente para servicio en Gas-LP y amoniaco anhidro en transportes MC331 con depósitos a presión y en tanques estacionarios de gran capacidad de almacenamiento. Su instalación es fácil y rápida, y se acopla a la mayoría de las bridas de tanques existentes. La válvula se puede accionar manualmente por cable o palanca y neumáticamente.

Se sugiere el uso del Disparador Térmico Remoto A3219RT con esta válvula para proporcionar un medio remoto de un cierre mecánico a la par de protección térmica, tal como lo requiere el DOT MC331.

A3219FPA



Número de Parte *	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT H.	Flujo de Cierre, GPM **		Accesorios	
			Gas-LP	NH <sub>3</sub>	Palanca Térmica	Accionador / Actuador Neumático
A3219F600L	4" 300# ANSI RF Modified Flange**	4" 300# ANSI RF Flange	600	544	A3219FPA	A3219RT (2)

\* La válvula viene provista de 16 tuercas y 8 pernos para montarse

\*\* Huevo modificado = 5 7/8" de diámetro con cara realizada de diámetro de 7"

## Disparador Térmico Remoto para Depósitos a Presión DOT MC331

Diseñado especialmente para ser usado con válvulas internas instaladas en depósitos a presión DOT MC331. El A3219RT proporciona un medio remoto de cierre mecánico acompañado de protección térmica, tal como lo requiere el DOT MC331.

El A3219RT está conectado por un cable a la(s) válvula(s) interna(s) en el depósito. En caso de calor excesivo (más de 212° F), el cartucho de fusible se derretirá, causando que el resorte se contraiga y jale el cable. Cuando instalado correctamente el cable disparará la(s) palanca(s) del tirador de la válvula interna permitiendo que la(s) palanca(s) que están conectadas se desplacen a la posición cerrada.



Número de Parte	Para Uso Con	Temperatura de Disparo	Fuerza del Resorte		Número Mínimo Requerido por MC331
			Completamente Extendido	Después de Estirarse 4"	
A3219RT	Válvulas Internas	212° F.	≈ 100 lbs.	≈ 50 lbs.	2

## Controles Remotos de Cable para Válvulas Internas

El Kit de Cable remoto 3200C está diseñado especialmente para ser usado con la Palanca de Operación Remota 3200L y operar las válvulas internas desde un sitio remoto.

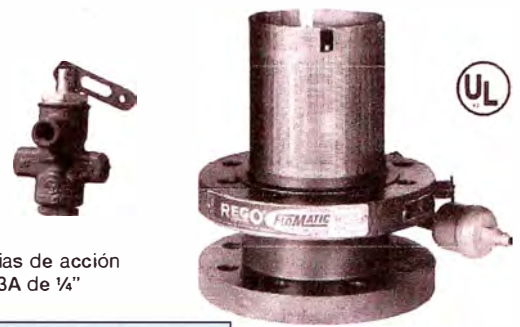
La válvula interna se abre al jalar la palanca de operación remota y se cierra al regresar la palanca a su posición original. Un disparador para cerrar la válvula interna desde un sitio remoto opuesto es proporcionado.



Número de Parte	Descripción	Contenido
3200C	Conjunto de Cable Remoto	Cable de 100 pies, 6 Abrazaderas de cable, un eslabón rápido, lebrero, cartucho de fusible, tuerca de acero, y perno.
3200L	Palanca de Operación	Ensamble de la Palanca

## Válvulas Internas Flomatic® para Camiones de Reparto, Transportes y Tanques Estacionarios de Gran Capacidad de Almacenamiento

Diseñadas principalmente para descarga de Gas-LP y amoníaco anhidro líquido en camiones de reparto MC331, transportes y tanques estacionarios de gran capacidad de almacenamiento con conexiones bridadas. La válvula es totalmente automática, se abre y cierra cuando se activa o desactiva la bomba.



Válvula de tres vías de acción rápida A7853A de 1/4"

Número de Parte	Conexión de Entrada Brida ANSI	Conexión de Salida Brida ANSI	Ancho del Purgador	Ancho del la Base	Altura Global (Aprox.)	Alto desde el Indicador a la Base	Accesorios (Incluidos con Flomatic®)	
							Filtro	Válvula de tres vías
A7883FK	3"-300#**	3"-300#	4 3/4"	8 1/4"	10 7/8"	4 1 3/16"	A7884-201	A7853A
A7884FK	4"-300#***	4"-300#	5 3/4"	10"	11 1/4"	4 1 5/16"		

\* Provisita con una válvula de 3 vías A7853A, un filtro A7884-201, pernos, tuercas y empaques.

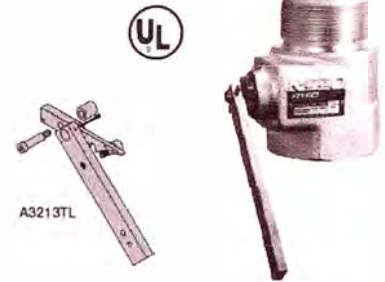
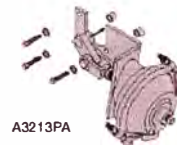
\*\* 4 13/16" de diámetro

\*\*\* 5 13/16" de diámetro

## Válvulas Internas Roscadas para Camiones de Reparto, Transportes y Tanques Estacionarios de Almacenamiento

### Aplicación

Diseñadas principalmente para uso con Gas-LP y amoníaco anhidro en descarga de líquido, transferencia de vapores o igualación de vapores en camiones de reparto, transportes, tanques estacionarios de almacenamiento e instalaciones en línea. La válvula se puede operar manualmente, por cable, o palanca y también neumáticamente.

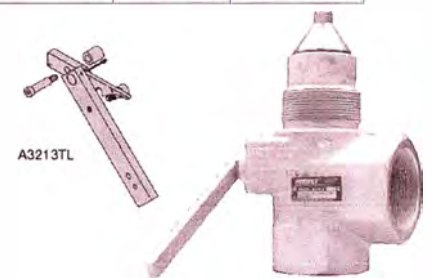
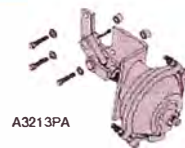


Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT H.	Flujo de Cierre (GPM) Medio Cople		Flujo de Cierre (GPM) Cople Entero		A	B	C	Accesorios	
			Gas-LP	NH3	Gas-LP	NH3				Palanca Termica	Actuador Neumatico
			A3212R105	2"	2"	105					
A3212R175	175	158	100			90					
A3212R250	250	225	130			117					
A3213A150	3"	3"	150	135	125	113	1 9/16"	5 15/16"	4 1/8"	A3213TL	A3213PA
A3213A200			200	180	160	144					
A3213A300			300	270	250	225					
A3213A400			400	360	325	293					

## Válvulas Internas Roscadas para Camiones de Reparto, Transportes y Tanques Estacionarios de Almacenamiento

### Aplicación

Diseñadas principalmente para uso con Gas-LP y amoníaco anhidro en descarga de líquido, transferencia de vapores o igualación de vapores en camiones de reparto, transportes, tanques estacionarios de almacenamiento e instalaciones en línea. La válvula se puede operar manualmente, por cable, o palanca y también neumáticamente.



Número de Parte	Conexión de Entrada NPT M.	Conexión de Salida NPT H.	Flujo de Cierre (GPM) Medio Cople		Flujo de Cierre (GPM) Cople Entero		A	B	C	Accesorios	
			Gas-LP	NH3	Gas-LP	NH3				Palanca Termica	Actuador Neumatico
			A3212RT105	2"	2"	105					
A3212RT175	175	158	100			90					
A3212RT250	250	225	130			117					
A3213T150	3"	3"	150	135	125	113	1 9/16"	5 15/16"	4 1/8"	A3213TL	A3213PA
A3213T200			200	180	160	144					
A3213T300			300	270	250	225					
A3213T400			400	360	325	293					

## VÁLVULA DE CIERRE DE EMERGENCIA



N550  
(Válvula cerrada)



N550 w/ P327D



N550 w/ P327C

### Válvulas de cierre de emergencia

Número de Tipo	Tamaño de carcasas en pulgadas	Flujo de entrada GPM propano		Accesorios
		1 PSID	2 PSID	
N550-10	1-1/4 FNPT	50	75	P164B Liberación con cable P327D Liberación neumática P327C Cilindro de aire T1139599012 Válvula de control
N550-16	2 FNPT	75	115	
N550-24	3 FNPT	100	275	

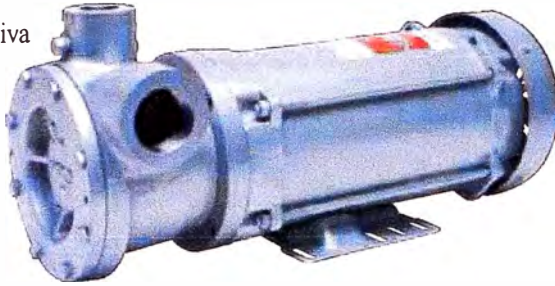


# Equipo Para Aplicaciones Estacionarias de GLP y Amoniaco

## Información General

### Bombas Coro-Flo®

Turbina Regenerativa



#### Aplicaciones:

- Llenado de Cilindros
- Sistemas "stand-by"
- Plantas de asfalto
- Gas vehicular
- Amoniaco para agricultura
- Alimentación para vaporizadores

### Bombas Coro-Vane®

Desplazamiento Positivo a Paletas

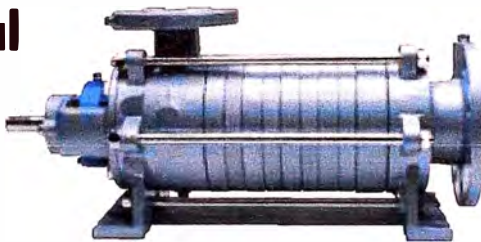


#### Aplicaciones:

- Transferencia de GLP
- Llenado de auto-tanques
- Llenado de cilindros
- Llenado de vagones-tanque
- Amoniaco para agricultura

### Bombas de Canal Lateral

Turbina Regenerativa  
Multi-Etapa



#### Aplicaciones:

- Transferencia de GLP
- Sistemas de llenado (carousel)
- Descarga de vagones-tanque
- Amoniaco (agricultura e industrial)

### Compresores Para Gas

Reciprocante de Una Etapa  
Con o Libres de Aceite



#### Aplicaciones:

- Transferencia de GLP/amoniaco
- Descarga de transporte
- Descarga de vagon-tanque
- Descarga de buque cisterna
- Evacuación de cilindros
- Transferencia de liquido/recuperación de vapor

# Bombas de Turbina Coro-Flo®

## Aplicaciones Estacionarias

### Diseñadas Específicamente para Gas LP

La bomba Corken Coro-Flo® fue diseñada para Gas LP, NH<sub>3</sub>, y otros líquidos livianos. Es la bomba adecuada para bombeos de bajas capacidades y cargas medianas. La operación silenciosa de la bomba, sin vibraciones ni pulsaciones, provee un servicio duradero sin problemas de mantenimiento, en aplicaciones de líquidos volátiles como el Gas LP. La construcción exclusiva del impulsor brinda un flujo continuo y parejo a través de la cavidad de la bomba, con caudales, eficiencia y presiones mayores que otras bombas con el mismo tamaño de motor. La única pieza móvil es el impulsor, el cual flota libremente en su eje, eliminándose completamente el contacto de metal a metal, lo cual extiende la vida útil de la bomba.

### Mantenimiento Simple...

La bomba Coro-Flo® ha sido diseñada para aumentar la simplicidad de inspección y servicio. La tapa de la bomba se puede quitar para el mantenimiento del impulsor y sello sin perturbar las tuberías. El sello mecánico balanceado viene con su propio casquillo, brindando así un servicio extremadamente confiable.

### Aplicaciones...

Si bien la bomba Coro-Flo® fue originalmente desarrollada para llenar cilindros de propano, ha encontrado su lugar en muchas otras aplicaciones, especialmente en trasiegos de líquidos volátiles. Se usa comúnmente para alimentar sistemas de vaporizadores industriales y llenadores de aerosol, y para trasegar gases licuados como NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, y gases refrigerantes. En plantas procesadoras, la bomba Coro-Flo es utilizada para alimentar agua a las calderas y para manejar condensados.

Cada bomba Coro-Flo Corken es inspeccionada completamente y sometida a pruebas para asegurar su calidad y rendimiento. La bomba Coro-Flo está inscrita en la lista de Underwriters' Laboratories, Inc. para ser usada en aplicaciones de Gas LP y amoníaco anhidrido.

**Rodamiento de Bolas Permanentemente Lubricados:** Diseñados para uso pesado, aseguran una operación precisa de alto rendimiento y una larga vida útil libre de mantenimiento.

**Diseño de Impulsor Flotante:** El impulsor flota libremente en la cavidad de la bomba, alineado por las fuerzas hidráulicas, evitando el contacto metal a metal, alargando la vida útil de la bomba.

**Conexión de 3/4" NPT:** Facilita la instalación de la válvula de desvío.

**Cuerpo de Hierro Dúctil:** La construcción de hierro dúctil aumenta la fortaleza y durabilidad de la bomba y ofrece mayor resistencia a los cambios drásticos de temperatura.

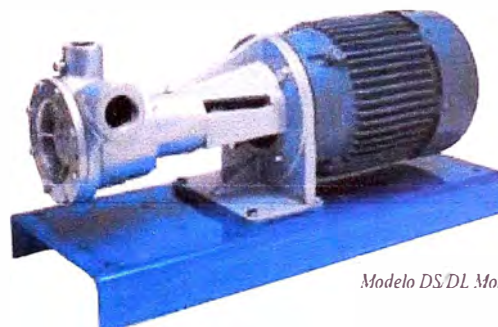
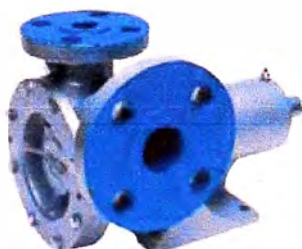


Modelo F 101  
propulsión directa



Modelo C con motor de acoplamiento directo

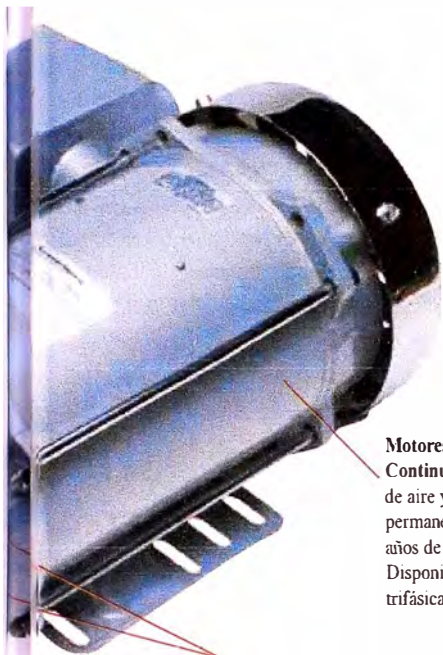
Modelo FF con Conexiones bridadas,  
tipo ANSI



Modelo DS/DL Montaje directo

# Alimentación de Vaporizadores, Llenado de Cilindros y Gas Vehicular

## Características y Funcionamiento



### Motores Eléctricos para Servicio

Continuo: Motores con ventilación forzada de aire y rodamientos de bolas permanentemente lubricados, aseguran años de servicio libre de mantenimiento. Disponibles para 50/60 Hz, corriente trifásica o monofásica.

### Conexiones de Succión y Descarga:

Diseñadas para una mayor eficiencia y mayor capacidad de caudal.

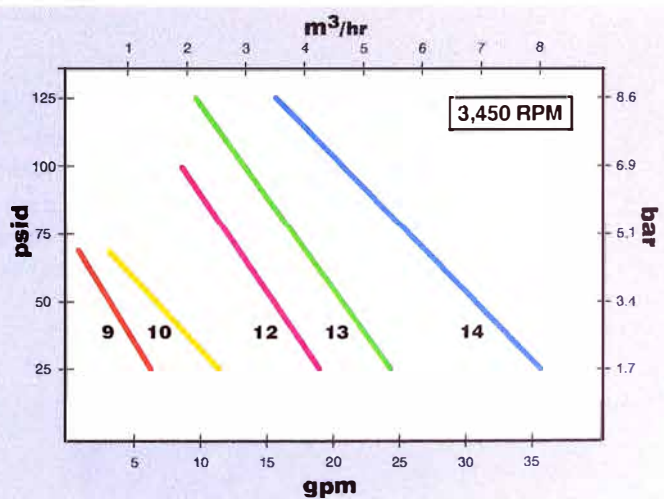
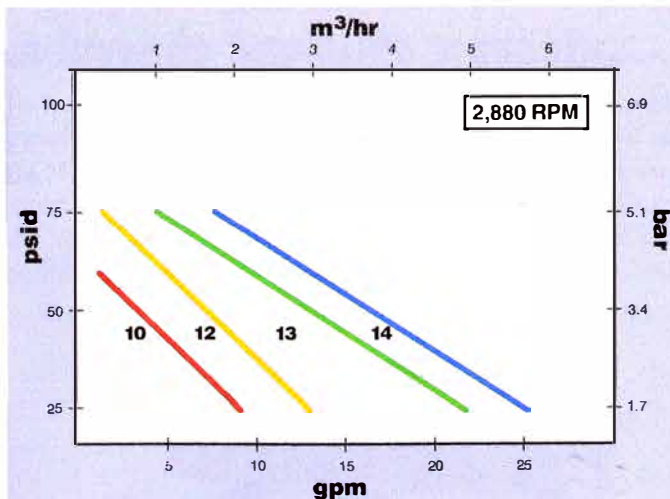
### Conjunto de Sello Mecánico:

Un sólo sello mecánico balanceado, fácil de reemplazar con sólo quitar la cubiera de la bomba.

Características	Modelo				
	9	10	12	13	14
Succión	1-1/4" NPT	1-1/4" NPT	1-1/2" NPT	1-1/2" NPT	1-1/2" NPT
Descarga	1" NPT	1" NPT	1" NPT	1" NPT	1" NPT
RPM-50 Hz	(a)	2,880	2,880	2,880	2,880
RPM-60 Hz	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450
Presión Difer. máx.					
50 Hz psi (bar)	-	60 (4.1)	75 (5.2)	75 (5.2)	75 (5.2)
60 Hz psi (bar)	70 (4.8)	70 (4.8)	100 (6.9)	125 (8.6)	125 (8.6)
Opciones de montaje					
Acoplamiento directo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Propulsión directa (101)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Banda Tipo V (103)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Montaje directo (DS/DL)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de doble sello (excepto en modelo C)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de bridas 1-1/2" x 1"—300# (excepto en modelo C)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opciones material impulsor	Bronce (normal), Hierro dúctil, Acero inoxidable				
Opción material anillo O: Teflón, Vitón, Etileno-propileno	Buna N (normal), Neopreno®, Teflón®, Vitón®, Etileno-propileno <sup>(b)</sup>				
Opciones material de de sello: Cerámica, hierro Ni-cast, SS304, Carburo de Tungsteno	Hierro forjado (normal), Ni-Resist, Acero inoxidable, Carburo de Tungsteno, Cerámica				
Temperatura (mín/máx)	-25/225°F -32/107°C	-25/225°F -32/107°C	-25/225°F -32/107°C	-25/225°F -32/107°C	-25/225°F -32/107°C
Tamaño Máx. de Motor	5 hp 3.7 kW	5 hp 3.7 kW	10 hp 7.5 kW	10 hp 7.5 kW	20 hp 15 kW

(a) No es adecuado para 2.880 RPM

(b) Neopreno®, Teflón®, y Vitón® son marcas registradas de Du Pont.



Nota: Las curvas de rendimiento son basadas en propano y productos similares.

# Bombas de Canal Lateral—Serie SC

## Aplicaciones Estacionarias

Para aquellas aplicaciones de Gas LP en que es necesaria alta presión diferencial o que no cuentan con la altura neta positiva requerida en la succión de la bomba, (NPSH), tales como bombeo de tanques bajo tierra, la Serie SC de etapas múltiples y canal lateral es la bomba más adecuada. El diseño centrífugo integral y de canal lateral que caracteriza esta línea, trae una nueva dimensión a las aplicaciones de trasiegos de líquidos. La Serie SC excede las expectativas en el manejo de líquidos que involucran altas presiones diferenciales, condiciones pobres en la succión y líquidos aerados con hasta un 50% de gas. Hay seis tamaños diferentes, cada uno variando de una a ocho etapas, que ofrecen soluciones para una amplia gama de presiones, capacidades y requisitos de trasiego de líquidos. Las opciones de materiales y sellos la capacitan para manejar diferentes líquidos y aumentan la versatilidad de la Serie SC. Las instalaciones típicas en que se puede encontrar esta bomba pueden incluir el llenado de cilindros de GLP, alimentación de vaporizadores, bombeo de tanques bajo tierra y operaciones de carga a granel.

### El diseño de etapas múltiples y canal lateral permite presiones diferenciales más altas...

La línea de bombas Corken SC usan un diseño centrífugo integral y de canal lateral para crear las características de flujo que hacen de ésta una bomba tan especial. La alta presión diferencial y su capacidad de auto cebado, es resultado del diseño de etapas múltiples y canal lateral. Esta característica incorpora de una a ocho etapas de paletas impulsoras radialmente abiertas y con envolventes modulares especiales de canal lateral.

### Trasiego silencioso y uniforme incluso con condiciones pobres en la succión...

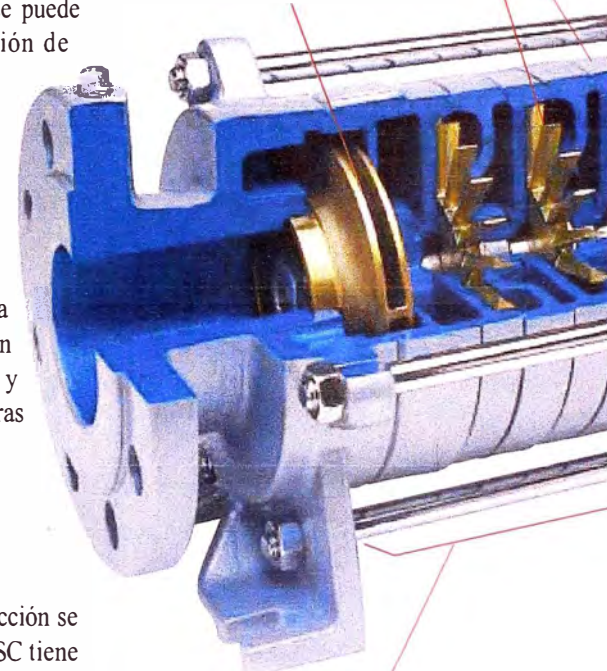
La habilidad de la bomba SC de manejar aplicaciones con condiciones pobres en la succión se atribuye al diseño del impulsor centrífugo ubicado en la entrada a la bomba. La bomba SC tiene forma cilíndrica, con el flujo líquido entrando horizontalmente (paralelamente al eje de la bomba) y saliendo verticalmente a través de la brida de descarga en la parte superior de la bomba.

### Múltiples opciones de sellado para elegir, incluyendo impulsión magnética...

En la época actual el control de fugas ha cobrado una gran importancia, y Corken ofrece una completa gama de opciones de sellado. La bomba con canal lateral de impulsión magnética (SCM), de etapa múltiple y sin sello mecánico, se adapta a los reglamentos de protección al medio ambiente más exigentes. La línea SCM retiene todas las ventajas del diseño SC y ofrece dos ventajas más: No hay sellos mecánicos que requieran mantenimiento, y se elimina la posibilidad de pérdida de producto.

**Opciones múltiples de materiales para impulsores y envolventes:** Envolventes de hierro dúctil, impulsores de cobre y elastómeros de Vitón son los requeridos para las aplicaciones de GLP.

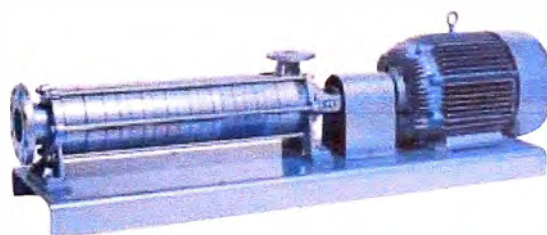
**Diseño patentizado de impulsor centrífugo:** Asegura un trasiego eficiente aun con condiciones pobres en la succión.



**Construcción modular:** Minimiza los requisitos de repuestos.



Modelo SCM sin sello, de impulsión magnética

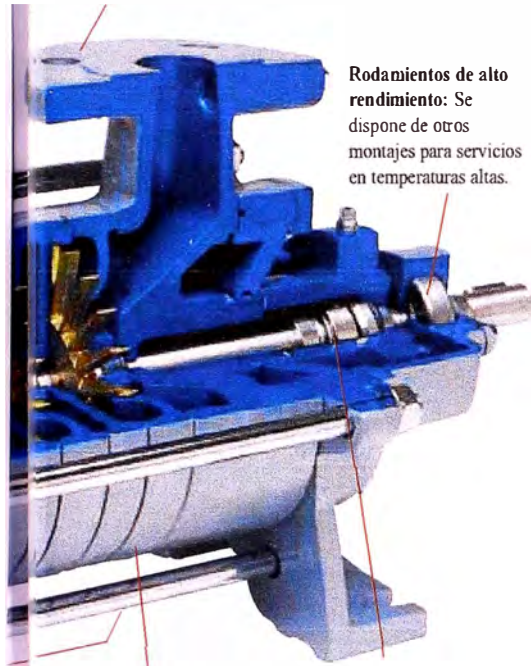


Modelo SC de canal lateral de impulsión directa

# Llenado a Granel, Llenado de Cilindros-Carrousel, y Alimentación Para Vaporizadores

## Características y Funcionamiento

**Bridas DIN y ANSI:**  
Para controlar pérdidas y aumentar la integridad estructural.



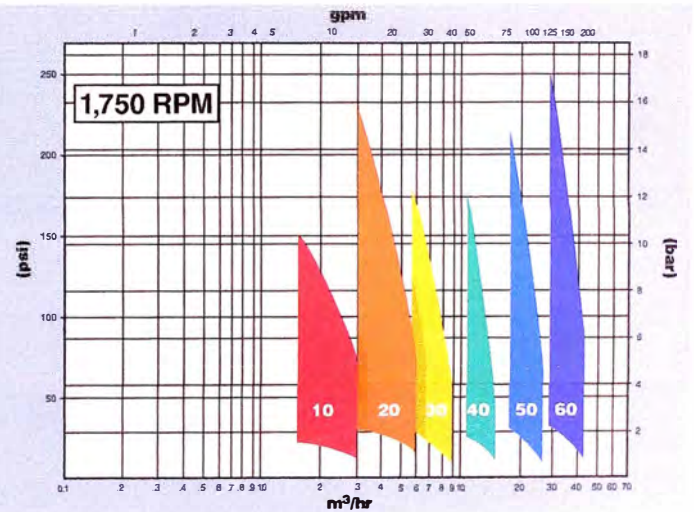
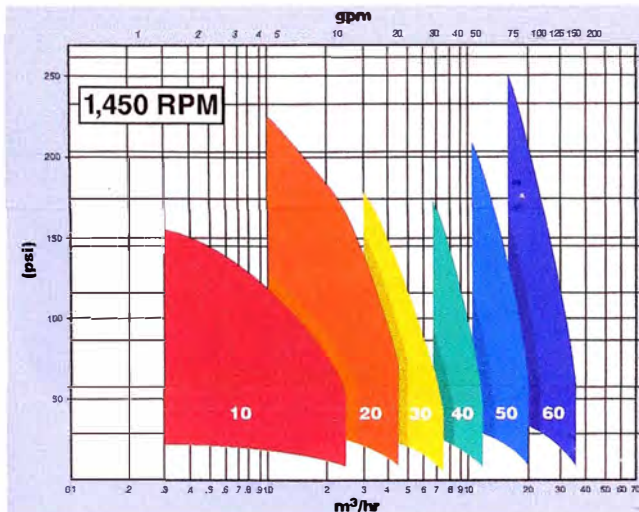
**Rodamientos de alto rendimiento:** Se dispone de otros montajes para servicios en temperaturas altas.

**Sellos mecánicos de alta confiabilidad:** Con numerosas opciones de sellado para aplicaciones especiales.

**Etapas múltiples y canal lateral:** Provee auto cebado, presión diferencial alta, sin pulsaciones y una operación libre de problemas.

Características	Modelo					
	10	20	30	40	50	60
Número de etapas	1 a 8					
Brida de succión Pulgadas (mm)	1-1/2 (40)	2-1/2 (65)	2-1/2 (65)	3 (80)	4 (100)	4 (100)
Brida de salida Pulgadas (mm)	3/4 (20)	1-1/4 (32)	1-1/4 (32)	1-1/2 (40)	2 (50)	2-1/2 (65)
RPM-50 Hz	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
RPM-60 Hz	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
Presión máx. de trabajo psig (bar)	580 (40)	580 (40)	580 (40)	580 (40)	580 (40)	580 (40)
Límites de presión diferencial psi (bar)	10 (.7) a 150 (10.3)	15 (1) a 230 (15.9)	10 (.7) a 180 (12.4)	10 (.7) a 175 (12.1)	10 (.7) a 210 (14.5)	10 (.7) a 250 (17.2)
Temp. mín. °F (°C)	-40° (-40°)	-40° (-40°)	-40° (-40°)	-40° (-40°)	-40° (-40°)	-40° (-40°)
Temp. máx. °F (°C)	428° (220°)	428° (220°)	428° (220°)	428° (220°)	428° (220°)	428° (220°)
Límites de NPSH (Pies) (m)	1.6 (.5) a 13 (4)	2 (.6) a 3.3 (1)	1.6 (.5) a 6.6 (2)	1.3 (.4) a 8.2 (2.5)	1.3 (.4) a 12 (3.5)	4.6 (1.4) a 8.2 (2.5)
Viscosidad máx. SSU (cSt)	1,050 (230)	1,050 (230)	1,050 (230)	1,050 (230)	1,050 (230)	1,050 (230)
Proporción máx. de gas permitida	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Opción de brida DIN	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de brida ANSI	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de material de envolvente	Hierro dúctil (normal), Hierro forjado, Acero inoxidable					
Opción de material del impulsor	Cobre (normal), Acero, Acero inoxidable					
Opción de material de Anillos O	Vitón® (standard), Teflón®, Etileno-propileno <sup>1</sup>					
Opción de doble sello	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de impulsión magnética	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Opción de alta temp.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Opción de alivio interno	No	No	No	No	No	No

<sup>1</sup> Vitón® y Teflón® son marcas registradas de Du Pont.



# Bombas Coro-Vane®

## Aplicaciones Estacionarias

### El diseño de la bomba permite gran eficacia de bombeo...

El diseño de paleta deslizable de la bomba Coro-Vane® es comúnmente hallado en la industria del Gas LP dado que la eficiencia de bombeo es mantenida durante la vida de la bomba. La bomba Coro-Vane es única porque puede trabajar con cantidades pequeñas de vapor que se forman en la succión de la bomba y las paletas se auto ajustan según su desgaste. Con estas características, la eficiencia es retenida durante la vida de la bomba.

### Larga vida y facilidad de mantenimiento...

El alojamiento de la bomba y los rotores son construidos de hierro dúctil para aumentar su fortaleza. El diseño de la bomba incluye camisas reemplazables, en todos los modelos. Las camisas y paletas desgastadas se pueden reemplazar en minutos. Algunos modelos incorporan platos laterales invertibles que duplican su vida de servicio. El mantenimiento de los sellos es fácil. Simplemente quite cuatro tornillos para quitar los rodamientos y sellos.

### Aplicaciones...

Las aplicaciones típicas incluyen el llenado de cilindros, carga y descarga de camiones a granel y tanque-remolque. Algunos modelos de bombas Coro-Vane® vienen con una válvula de alivio interno para aumentar la protección de la bomba, aliviando la presión de la descarga hacia la succión. Todas las bombas deben poseer una válvula de desvío externa para ajustarse a los requisitos de NFPA & UL.

### Desplazamiento positivo...

Las bombas Coro-Vane® son bombas de desplazamiento positivo. Producen presión diferencial de hasta 125 psig (8,6 bar/g). Corken fabrica cinco tamaños de bombas Coro-Vane, desde 1 gpm hasta 350 gpm (0,2 a 79,5 m<sup>3</sup>/hr) con correa en V y montajes opcionales de propulsión directa.

**Válvula de alivio integrada:** La válvula interna de alivio viene ajustada de fábrica, sin tuerca de ajuste externo, para siempre asegurar un ajuste correcto.

**Conexiones para manómetros de presión:** Tanto para la succión como la descarga.

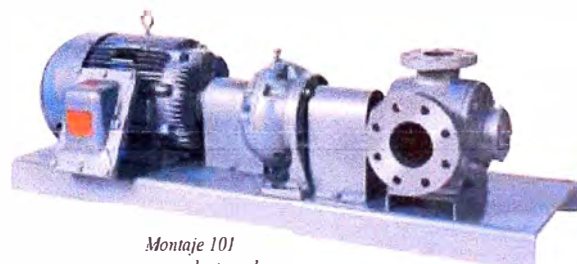
**Platos laterales y camisas con terminación precisa:** hacen posible el utilizar al máximo la capacidad de la bomba, y son fácilmente reemplazables.



Montaje 103 accionadas por Correas en V



Montaje directo



Montaje 101 con reductor y base

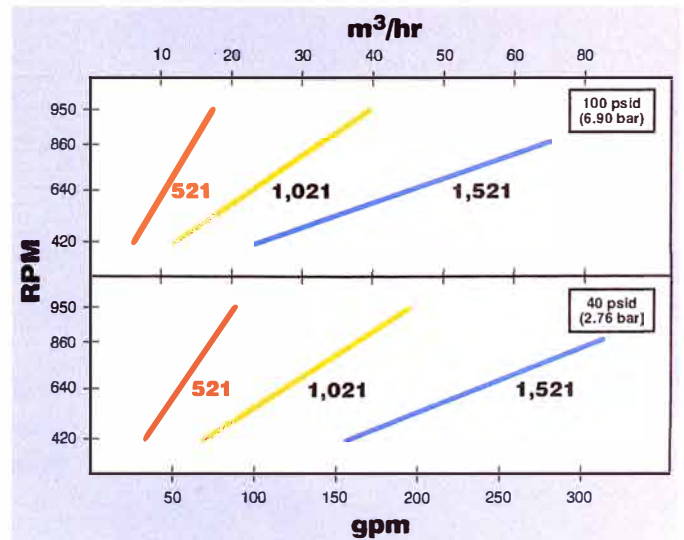
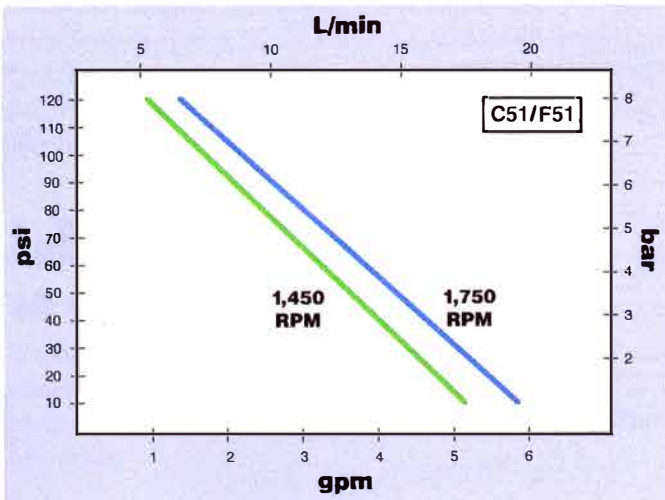
# Llenado a Granel, Llenado de Cilindros—Balanzas o Carrousel

## Características y Funcionamiento



Características	Modelo				
	C51/F51	521	1021	F1021	F1521
Brida de succión	1"	2-1/2"	3"	3" 300 lb ASA	4" 300 lb ASA
Brida de descarga	3/4"	2"	3"	2-1/2" 300 lb ASA	3" 300 lb ASA
RPM Mínimas	1,450	420	420	420	420
RPM Máximas	1,750	950	950	950	860
Temp. mín.	-25°F (-32°C)				
Temp. máx.	225°F (107°C)				
Presión máx. de trabajo psig (bar)	350 (25.2)	400 (28.6)	400 (28.6)	400 (28.6)	400 (28.6)
Presión diferencial máx.	125 psid (8.6 bar)	125 psid (8.6 bar)	125 psid (8.6 bar)	125 psid (8.6 bar)	100 psid (6.9 bar)
Opción de brida de succión	No	2"	4"	No	No
Opción de brida de descarga	No	2-1/2"	4"	No	No
Alivio interno	Sí	Sí	Sí	No	No
Opción de material de Anillos O	Buna N (normal), Teflón®, Vitón®, Neopreno® <sup>1</sup>				
Opción de material de asiento de sello	Hierro forjado (normal), Acero inoxidable, Ni-Resist				
Opción de brida deslizable (succión y descarga)	No	Sí	Sí	No	No
Opción de brida descarga codo (2" o 1-1/2")	No	Sí	No	No	No
Opción de cuerpo de acero fundido	No	Sí	No	No	No
Tamaño Max. motor	2 hp 1.5 kW	10 hp 7.5 kW	20 hp 15 kW	20 hp 15 kW	30 hp 22 kW

<sup>1</sup>Teflón®, Vitón®, y Neopreno® son marcas registradas de Du Pont.



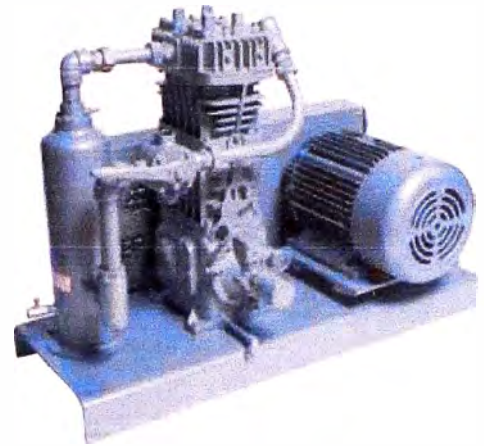
Soluciones prácticas e innovadoras...

**CORKEN**  
IBEX

# Aplicaciones de Compresores Para el Trasiego de Gas Líquido

## Aplicaciones a granel...

La unidad de compresor "107" viene completa con manómetros de presión, base de acero, trampa mecánica para líquidos, válvula de cuatro vías, filtrador, tubería de interconexión, base ajustable para el motor eléctrico, bandas tipo V y guarda protectora para las bandas, lista para que se le instale un motor eléctrico. Este montaje de compresor es normalmente usado para el trasiego de líquidos y para la recuperación de vapores, en aplicaciones tales como carga y descarga a granel, y de tanques ferroviarios. Hay opciones disponibles tales como trampas automáticas para líquidos (ASME) provistos de interruptores de nivel para áreas Clase 1, Grupo D, y también se pueden ofrecer conjuntos integrales completos.



## Aplicaciones en barcasas y terminales marítimos...

Las series de compresores D891 y HG601 son para aplicaciones de alto volumen de transferencia con capacidades de 337 a 1552 gpm (76,5 a 352,5 m<sup>3</sup>/hr). Estos compresores están disponibles con su montaje normal, y también como conjuntos integrales especiales, incluyendo los interruptores de límites altos y los controles requeridos para cualquier aplicación.

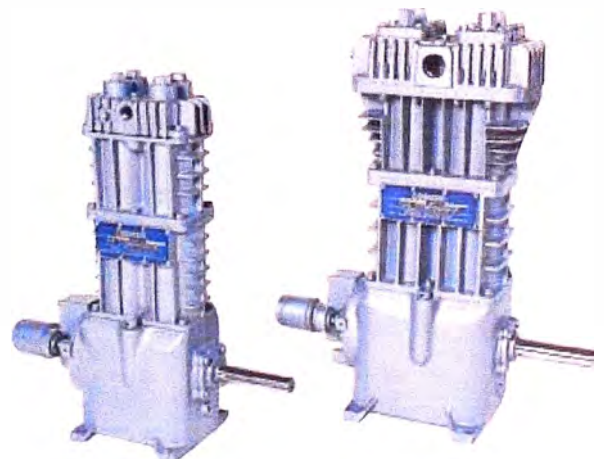


## Aplicaciones para la evacuación de gases...

Corken cuenta con una variedad de equipos para las aplicaciones de evacuación de gases. Las unidades para la evacuación de gases se pueden seleccionar de acuerdo al tamaño de los envases que requieran trabajos de mantenimiento, ya sean cilindros pequeños como tanques de almacenamiento de gran capacidad. Corken lo puede asistir en la selección del equipo más adecuado para sus necesidades.

## Aplicaciones de compresores en camiones...

El montaje "102" viene con el eje del cigüeñal extendido para ser usado en camiones, con impulsión hidráulica o con eje de transmisión de potencia. Se puede usar para cargar/descargar a granel, al igual que para la recuperación de vapores.



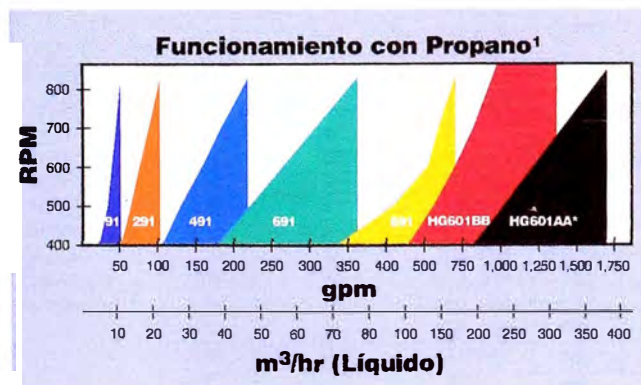
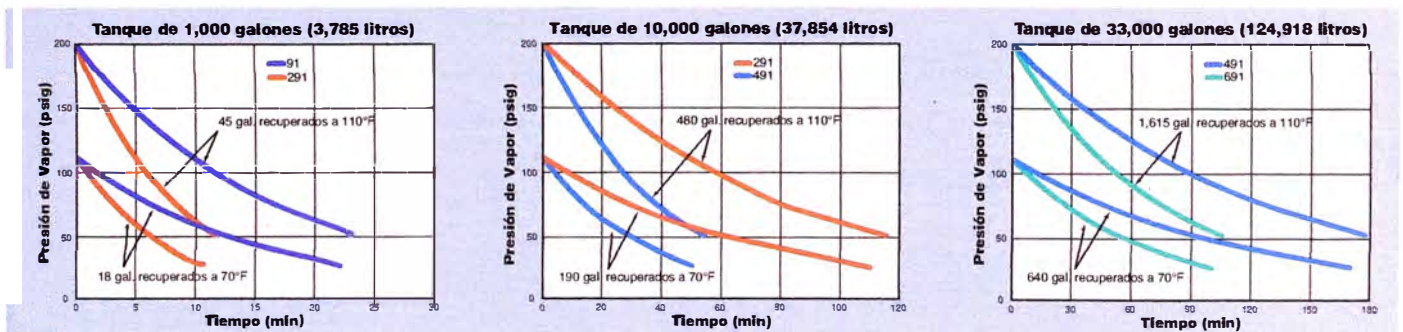


# Características y Funcionamiento de los Compresores

## Características y Funcionamiento

Características	Modelo						
	91	291	491	691	891 (a)	HG601BB (b)(e)	HG601AA (b)(e)
Diam. Interior del Cilindro Pulgadas (mm)	3.0 (76.2)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	4.5 (114.3)	4.5 (113)	6 (152)	8 (203)
Recorrido: Pulgadas (mm)	2.5 (63.5)	2.5 (63.5)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	4.0 (101.6)	3 (76.2)	3 (76.2)
Desplazamiento de pistón CFM (m <sup>3</sup> /hr)							
Mínimo @ 400 RPM	4.0 (6.8)	8.0 (13.6)	17.2 (29.2)	29.2 (49.6)	56.6 (96.2)	76.8 (130.5)	198 (234.5)
Máximo @ 825 RPM	8.3 (14.1)	16.5 (28.0)	35.5 (60.3)	60.2 (102.3)	113.2 (192.0)	158.4 (269.2)	284.6 (483.6)
Máximo @ 1,200 RPM	-	-	-	-	-	230.5 (391.9)	413.8 (703.5)
Presión de trabajo max.: psig (bar)	350 (24.1)	350 (24.1)	350 (24.1)	350 (24.1)	465 (32.1)	365 (25.2)	315 (21.7)
Caballo de fuerza al freno, max. (kW)	7.5 (5.6)	15 (11)	15 (11)	35 (26.1)	45 (34)	75 (55.9)	75 (55.9)
Carga máx. de vuela lb (kg)	3,600 (1,632.9)	3,600 (1,632.9)	4,000 (1,814.4)	5,500 (2,494.8)	7,000 (3,175.2)	7,000 (3,175.2)	7,000 (3,175.2)
Temperatura de salida máx. °F (°C)	350 (177)						
Peso neto de la unidad lb (kg)	115 (52.2)	160 (72.6)	260 (117.9)	625 (283.5)	855 (387.8)	828 (375.6)	868 (393.7)
Flujo máximo de propano gpm (m <sup>3</sup> /hr)	50 (11.4) (c)	101 (22.9) (c)	215 (48.8) (c)	361 (82.0) (c)	694 (157.6) (c)	1,305 (296.4) (e)	1,725 (391.8) (f)
Opción Brida ANSI/DIN	F91	F291	F491	F691	(d)	(d)	(d)

- (a) Compresor vertical de doble efecto  
 (b) Compresor horizontal de doble efecto  
 (c) Flujo máximo basado en 825 RPM o al cabalaje máximo, 30 psid. Las capacidades enumeradas son basadas en 100°F (37.8°C) y variarán según las tuberías, accesorios, el producto que se transporta, y temperatura. La fábrica proveerá un análisis detallado del compresor si se solicita.  
 (d) No disponible.  
 (e) Capacidad máxima a 1,200 RPM  
 (f) Flujo máximo basado en 845 RPM y al cabalaje máximo



<sup>1</sup>Las capacidades enumeradas son basadas en 100°F (37.8°C) y variarán según las tuberías, accesorios, el producto que se transporta, y temperatura. La fábrica proveerá un análisis detallado del compresor si se solicita.

\* El máximo de 75 hp se alcanza a 845 RPM

Soluciones prácticas e innovadoras...  
**CORKEN**  
 IDEX

# Tabla de Selección de Compresor Para GLP

Servicio	Flujo gpm(1)	Desplazamiento cfm	Compresor		Polea Motor Diámetro"(2)		Potencia Motor				Diámetro Tubería (3)	
							Transferencia de Líquido y Recuperación de Vapor		Transferencia de Líquido Sin Recuperación de Vapor			
							100°F	80°F	100°F	80°F		
Mini-plantas	23	4	91	400	A 3.0	A 3.6	5	3	3	3	3/4	1-1/4
	29	5	91	505	A 3.8	B 4.6	5	5	5	5	3/4	1-1/4
	34	6	91	590	B 4.6	B 5.6	5	5	5	5	1	1-1/4
	40	7	91	695	B 5.4	B 6.6	5	5	5	5	1	1-1/2
	39	7	290, 291	345	A 3.0	A 3.6	3	3	3	3	1	1-1/2
Descarga de (1) transporte o vagon-tanque	45	8	91	795	B 6.2	B 7.4	7-1/2	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1	1-1/2
	44	8	290, 291	390	A 3.4	B 4.0	5	3	3	3	1	1-1/2
	50	9	290, 291	435	A 3.8	B 4.6	5	5	3	3	1	1-1/2
	56	10	290, 291	490	B 4.4	B 5.2	5	5	5	5	1	2
	61	11	290, 291	535	B 4.8	B 5.8	5	5	5	5	1	2
	66	12	290, 291	580	B 5.2	B 6.2	7-1/2	5	5	5	1	2
	71	13	290, 291	625	B 5.6	B 6.6	7-1/2	5	7-1/2	5	1-1/4	2
	79	14	290, 291	695	B 6.2	B 7.4	7-1/2	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	2
	84	15	290, 291	735	B 6.6	B 8.0	10	7-1/2	10	7-1/2	1-1/4	2-1/2
	84	15	490, 491	345	A 3.0	A 3.6	7-1/2	7-1/2	5	5	1-1/4	2-1/2
89	16	290, 291	780	B 7.0	B 8.6	10	10	10	10	1-1/4	2-1/2	
89	16	490, 491	370	A 3.2	A 3.8	7-1/2	7-1/2	7-1/2	5	1-1/4	2-1/2	
Descarga de (2) o mas vagones-tanque a la vez o transporte con valvulas de exceso de flujo con capacidad adecuada	95	17	490, 491	390	A 3.4	B 4.0	7-1/2	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	101	18	490, 491	415	A 3.6	B 4.4	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	106	19	490, 491	435	A 3.8	B 4.6	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	108	20	490, 491	445	B 4.0	B 4.8	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	114	21	490, 491	470	B 4.2	B 5.0	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	119	22	490, 491	490	B 4.4	B 5.2	10	10	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	125	23	490, 491	515	B 4.6	B 5.6	10	10	10	7-1/2	1-1/4	3
	130	24	490, 491	535	B 4.8	B 5.8	15	10	10	10	1-1/4	3
	136	25	490, 491	560	B 5.0	B 6.0	15	10	10	10	1-1/4	3
	141	26	490, 491	580	B 5.2	B 6.2	15	10	10	10	1-1/4	3
	147	27	490, 491	605	B 5.4	B 6.4	15	10	15	10	1-1/4	3
	152	28	490, 491	625	B 5.6	B 6.6	15	15	15	15	1-1/2	3
	158	29	490, 491	650	B 5.8	B 7.0	15	15	15	15	1-1/2	3
	163	30	490, 491	670	B 6.0		15	15	15	15	1-1/2	3
	163	30	690, 691	400	B 4.4	B 5.2	15	15	10	10	1-1/2	3
168	31	490, 491	695	B 6.2	B 7.4	15	15	15	15	1-1/2	3	
171	31	690, 691	420	B 4.6	B 5.6	15	15	10	10	1-1/2	3	
179	32	490, 491	740	B 6.6	B 8.0	15	15	15	15	1-1/2	3	
178	32	690, 691	440	B 4.8	B 5.8	15	15	10	10	1-1/2	3	
186	34	690, 691	455	B 5.0	B 6.0	15	15	15	10	1-1/2	3	
193	35	690, 691	475	B 5.2	B 6.2	15	15	15	10	1-1/2	3	
200	36	690, 691	495	B 5.4	B 6.4	15	15	15	15	1-1/2	3	
Descarga de vagon-tanque de gran capacidad, multiples tanques, buque cisterna o terminales	208	38	690, 691	510	B 5.6	B 6.8	20	15	15	15	1-1/2	4
	215	39	690, 691	530	B 5.8	B 7.0	20	15	15	15	1-1/2	4
	223	41	690, 691	550	B 6.0	A 7.0	20	15	15	15	1-1/2	4
	230	42	690, 691	565	B 6.2	B 7.4	20	15	15	15	2	4
	237	43	690, 691	585	B 6.4	A 7.4	20	15	15	15	2	4
	245	45	690, 691	605	B 6.6	B 8.0	20	15	15	15	2	4
	252	46	690, 691	620	B 6.8		20	20	15	15	2	4
	260	47	690, 691	640	B 7.0	A 8.2	20	20	20	15	2	4
	275	48	690, 691	675	B 7.4	B 8.6	25	20	20	20	2	4
	297	54	690, 691	730	B 8.0	B 9.4	25	20	20	20	2	4
	319	58	690, 691	785	B 8.6		25	20	25	20	2	4
	334	60	690, 691	820	TB 9.0	A 10.6	30	25	25	20	2	4
	452	82	D891	580	5V 7.1	5V 8.5	30	30	30	30	3	6
	623	113	D891	800	5V 9.75	5V 11.8		40	40	30	3	6

Notas:

(1) Las capacidades mostradas estan basadas en 70°F pero variarán dependiendo en la tubería, accesorios, mezcla de GLP y temperatura. Por favor consulte con la fábrica para un analisis.

(2) Bandas de polea: 91—2 bandas, 290, 291, 490, 491—3 bandas, 690, 691—4 bandas.

(3) El largo de la tubería considerada es minima. Si el largo excede los 30 metros, use un diametro mayor.

Consulte con la fábrica para compresores con mayor capacidad.

# Tabla de Selección de Compresor Para Amoniac

Servicio	Flujo gpm(1)	Desplazamiento cfm	Compresor		Polea Motor Diámetro"(2)		Potencia Motor				Diámetro Tubería (3)	
							Transferencia de Líquido y Recuperación de Vapor		Transferencia de Líquido Sin Recuperación de Vapor			
							100°F	80°F	100°F	80°F		
Mini-plantas	23	4	91	400	A 3.0	A 3.6	5	3	3	3	3/4	1-1/4
	29	5	91	505	A 3.8	B 4.6	5	5	5	3	3/4	1-1/4
	34	6	91	590	B 4.6	B 5.6	5	5	5	5	1	1-1/4
	40	7	91	695	B 5.4	B 6.6	5	5	5	5	1	1-1/2
	43	7	290, 291	345	A 3.0	A 3.6	5	3	3	3	1	1-1/2
Descarga de (1) transporte o vagon-tanque	46	8	91	795	B 6.2	B 7.4	7-1/2	5	5	5	1	1-1/2
	45	8	290, 291	390	A 3.4	B 4.0	5	3	3	3	1	1-1/2
	50	9	290, 291	435	A 3.8	B 4.6	5	5	3	3	1	1-1/2
	56	10	290, 291	490	B 4.4	B 5.2	5	5	5	3	1	2
	62	11	290, 291	535	B 4.8	B 5.8	7-1/2	5	5	5	1	2
	67	12	290, 291	580	B 5.2	B 6.2	7-1/2	5	5	5	1	2
	72	13	290, 291	625	B 5.6	B 6.6	7-1/2	5	5	5	1-1/4	2
	80	14	290, 291	695	B 6.2	B 7.4	7-1/2	7-1/2	7-1/2	5	1-1/4	2
	85	15	290, 291	735	B 6.6	B 8.0	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	2-1/2
	85	15	490, 491	345	A 3.0	A 3.6	7-1/2	7-1/2	5	5	1-1/4	2-1/2
	90	16	290, 291	780	B 7.0	B 8.6	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	2-1/2
90	16	490, 491	370	A 3.2	A 3.8	10	7-1/2	5	5	1-1/4	2-1/2	
Descarga de (2) o mas vagones-tanque a la vez o transporte con valvulas de exceso de flujo con capacidad adecuada	96	17	490, 491	390	A 3.4	B 4.0	10	7-1/2	5	5	1-1/4	3
	102	18	490, 491	415	A 3.6	B 4.4	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	107	19	490, 491	435	A 3.8	B 4.6	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	110	20	490, 491	445	B 4.0	B 4.8	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	115	21	490, 491	470	B 4.2	B 5.0	10	7-1/2	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	120	22	490, 491	490	B 4.4	B 5.2	15	10	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	126	23	490, 491	515	B 4.6	B 5.6	15	10	7-1/2	7-1/2	1-1/4	3
	131	24	490, 491	535	B 4.8	B 5.8	15	10	10	7-1/2	1-1/4	3
	138	25	490, 491	560	B 5.0	B 6.0	15	10	10	7-1/2	1-1/4	3
	142	26	490, 491	580	B 5.2	B 6.2	15	10	10	7-1/2	1-1/4	3
	148	27	490, 491	605	B 5.4	B 6.4	15	10	10	10	1-1/4	3
	153	28	490, 491	625	B 5.6	B 6.6	15	10	10	10	1-1/2	3
	160	29	490, 491	650	B 5.8	B 7.0	15	15	10	10	1-1/2	3
	165	30	490, 491	670	B 6.0		15	15	15	10	1-1/2	3
	165	30	690, 691	400	B 4.4	B 5.2	15	15	10	10	1-1/2	3
170	31	490, 491	695	B 6.2	B 7.4	15	15	15	10	1-1/2	3	
173	31	690, 691	420	B 4.6	B 5.6	15	15	10	10	1-1/2	3	
181	32	490, 491	740	B 6.6	B 8.0	15	15	15	15	1-1/2	3	
180	32	690, 691	440	B 4.8	B 5.8	15	15	10	10	1-1/2	3	
188	34	690, 691	455	B 5.0	B 6.0	20	15	10	10	1-1/2	3	
195	35	690, 691	475	B 5.2	B 6.2	20	15	10	10	1-1/2	3	
203	36	690, 691	495	B 5.4	B 6.4	20	15	15	10	1-1/2	3	
Descarga de vagon-tanque de gran capacidad, multiples tanques, buque cisterna o terminales	211	38	690, 691	510	B 5.6	B 6.8	20	15	15	10	1-1/2	4
	218	39	690, 691	530	B 5.8	B 7.0	20	15	15	15	1-1/2	4
	226	41	690, 691	550	B 6.0	A 7.0	20	15	15	15	1-1/2	4
	233	42	690, 691	565	B 6.2	B 7.4	20	15	15	15	2	4
	240	43	690, 691	585	B 6.4	A 7.4	20	20	15	15	2	4
	248	45	690, 691	605	B 6.6	B 8.0	20	20	15	15	2	4
	255	45	690, 691	620	B 6.8		25	20	15	15	2	4
	263	47	690, 691	640	B 7.0	A 8.2	25	20	15	15	2	4
	278	48	690, 691	675	B 7.4	B 8.6	25	20	15	15	2	4
	301	54	690, 691	730	B 8.0	B 9.4	25	20	20	15	2	4
	323	58	690, 691	785	B 8.6		30	25	20	20	2	4
	338	60	690, 691	820	TB 9.0	A 10.6	30	25	20	20	2	4
	459	82	D891	580	5V 7.1	5V 8.5	40	30	30	30	3	6
633	113	D891	800	5V 9.75	5V 11.8		40	40	30	3	6	

Votas:

1) Las capacidades mostradas estan basadas en 70°F pero variarán dependiendo en la tubería, accesorios, mezcla de GLP y temperatura. Por favor consulte con la fábrica para un analisis.

(2) Bandas de polea: 91—2 bandas, 290, 291, 490, 491—3 bandas, 690, 691—4 bandas.

(3) El largo de la tubería considerada es minima. Si el largo excede los 30 metros, use un diámetro mayor.

Consulte con la fábrica para compresores con mayor capacidad.

# Accesorios Para Gas LP

## Válvulas de Desvío (Bypass)

### B166 (3/4", 1") Válvula de desvío automática de función doble

Aplicación típica: En toda bomba para el llenado de cilindros así como en bombas para el llenado de aerosoles como propulsor. Es una combinación de válvula de desvío y de cebado específicamente diseñada para bombas llenadoras de cilindros pequeños, especialmente del tipo de turbina regenerativa tal como la serie de bombas Coro-Flo de Corken. El sistema patentado de eliminación de vapor mantiene las bombas de gas licuado cebadas para aumentar la confiabilidad del sistema y disminuir el desgaste de la bomba y el sello. La válvula B166 tiene una operación de desvío uniforme con una caída de presión moderada.



### Válvula T166 (1-1/4", 1-1/2") Válvula para controlar el caudal de la bomba

Aplicación típica: En bombas de caudales grandes usadas para llenar tanques y cilindros de varios tamaños, tales como las bombas utilizadas en los camiones cisterna de reparto a granel, o en plantas de gran volumen para el envasado de cilindros. Una válvula para un control uniforme del caudal, que tolera incrementos altos de presión. Diseñadas con el propósito de proteger las bombas de los camiones a granel, para flujo de entre 30 a 100 gpm (6,8 a 22,7 m<sup>3</sup>/hr), desviando el exceso de caudal y de presión de regreso al tanque. En contraste con la B177, la válvula T166 se abre gradualmente al aumentarse la presión para modular el flujo, retornando el exceso de flujo y de presión al tanque, de una manera uniforme y silenciosa. La purga interna constante de la válvula, ayuda en la eliminación de vapores en la bomba.



### B177 (1-1/4", 1-1/2", 2", 2-1/2") Válvula diferencial de desvío

Aplicación típica: En de plantas de almacenamiento a granel de gases licuados, para las bombas de carga y descarga. Una válvula de desvío que ofrece una resistencia mínima al flujo, diseñada específicamente para aplicaciones de bombas de desplazamiento positivo que requieran protección contra el exceso de presión y de caudal, en el rango de caudal entre 40 a 350 gpm (9,1 a 79,5 m<sup>3</sup>/hr). También puede usarse como una válvula diferencial de retención de presión, para asegurar una presión adecuada en los medidores, etc. Para funcionar adecuadamente, esta válvula requiere una conexión que detecte la presión del tanque de almacenaje.



Especificación	B166	T166	B177
Succión	3/4", 1"	1-1/4", 1-1/2"	1-1/4", 1-1/2", 2", 2-1/2"
Descarga	3/4", 1"	1-1/4", 1-1/2"	1-1/4", 1-1/2", 2", 2-1/2"
Opción de brida desizable	No	No	2", 2-1/2"
Límites de presión diferencial psi (bar)	25-225 (1.7-15.5)	25-225 (1.7-15.5)	20-160 (0.7-11)
Opciones de material de anillos "O"	Buna N (standard), Neoprene <sup>®</sup> , Teflón <sup>®</sup> , Vitón <sup>®</sup> , Etileno-propileno*		

<sup>1</sup> Teflón<sup>®</sup>, Vitón<sup>®</sup>, y Neopreno<sup>®</sup> son marcas registradas de Du Pont.

\* Etileno-propileno no disponible para B177

