

# SECRETARIA DE ENERGIA

## NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004, Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.

---

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SEDG-2004, INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCION.

La Secretaría de Energía, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 26 y 33 fracciones I y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o., 9o. y 14 fracción IV y 16 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; 38 fracciones II, V y IX, 40 fracciones II, V y XIII, 41, 43 al 47, 52, 68 primer párrafo, 70, 73, 74, 84 a 87, 91, 92, 94 fracción II y 97 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 32 a 34 y 80 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 2o., 3o., 59, 60, 62, 64, 68, 77, 78 fracciones I y II, 79, 80, 83, 87 a 95 y 99 del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo; 1, 2, 3 fracción III inciso c), 12 y 23 fracciones II, VI, XI y XIX del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

### CONSIDERANDO

**PRIMERO.** Que es responsabilidad del Gobierno Federal establecer las medidas de seguridad necesarias a fin de asegurar que las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. no constituyan un riesgo para la seguridad de las personas o dañen la salud de las mismas.

**SEGUNDO.** Que el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo establece que las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. incluyendo los recipientes transportables y no transportables, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de seguridad contenidas en ese Reglamento y en las normas oficiales mexicanas aplicables.

**TERCERO.** Que actualmente no se cuenta con la Norma Oficial Mexicana para el diseño y construcción de las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P.

**CUARTO.** Que el 18 de junio de 2002 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-004-SEDG-2002, Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción, y su aviso de prórroga de la vigencia fue publicado el 14 de febrero de 2003, por seis meses a partir del 18 de febrero de 2003, la cual concluyó su vigencia el 18 de agosto de 2003.

**QUINTO.** Que el 15 de octubre de 2003 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SEDG-2003, Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.

Asimismo, el 3 de noviembre de 2004 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, la respuesta a los comentarios recibidos respecto del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SEDG-2003, Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.

En la razón de lo anterior, se hace indispensable contar con la Norma Oficial Mexicana que establezca el diseño y construcción de instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P., para su segura operación, así como la prevención y atención de siniestros que pudieran ocasionarse por su inadecuada instalación, la valoración

mediante la constatación ocular, mediciones y pruebas de las condiciones de seguridad de las instalaciones, asimismo el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente.

Por lo expuesto, se considera que se ha dado cumplimiento al procedimiento que señalan los artículos 44, 45, 47 y demás relativos a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana:

## **NOM-004-SEMG-2004, INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P. DISEÑO Y CONSTRUCCION**

Aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo, en su sesión ordinaria del 1 de octubre de 2004.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 1 de octubre de 2004.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo y Director General de Gas L.P., **César Alejandro Monraz Sustaita**.- Rúbrica.

### **INDICE**

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Clasificación
5. Generalidades
- X. Criterios de cálculo de los componentes de la instalación.**
6. Especificaciones de los elementos de la instalación
  - 6.1 Recipientes
  - 6.2 Tuberías
  - 6.3 Toma de llenado y de recepción**
  - 6.4 Bombas y compresores
  - 6.5 Reguladores de presión
  - 6.6 Medidores volumétricos
  - 6.7 Detectores de gas combustible**
  - 6.8 Aparatos de consumo
  - 6.9 Vaporizadores
  - 6.10 Protección contra impacto vehicular
  - 6.11 Mezcladores aire-gas
- 7.1 Estaciones de vaporización**
- 8. Plantas gas LP-aire.**
  - 8.1 punto de interconexión
  - 8.2 Punto de transferencia
- 7. Instalaciones de aprovechamiento de autoconsumo**
7. Distancias mínimas de separación entre elementos de la instalación
  
- 8. Vida útil**
8. Prueba de hermeticidad
9. Instalación eléctrica
10. Sistemas de protección contra incendio

11. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
12. Vigilancia
13. Concordancia con normas internacionales
14. Bibliografía

Transitorio

### 1. Objetivo y campo de aplicación

Establecer las especificaciones técnicas mínimas de seguridad para el diseño, construcción y modificación de las instalaciones fijas y permanentes de aprovechamiento o vaporización artificial comercial de Gas L.P., dentro de la República Mexicana, así como, el procedimiento para la evaluación de la conformidad.

En las instalaciones que se usen como sistema de respaldo a base de Gas L.P.-aire o solo Gas L.P. hasta el punto de interconexión entre esta instalación y la de Gas natural.

En las estaciones de vaporización aplica desde el almacenamiento de Gas LP hasta el punto de transferencia a la red de distribución.

En instalaciones que reciben Gas L.P. proveniente de una red de distribución, aplica a partir del regulador que precede al medidor del usuario.

No aplica a instalaciones temporales realizadas con fines de demostración

### 2. Referencias

Esta Norma Oficial Mexicana se complementa con las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan.

NOM-018/3-SCFI-1993	Distribución y consumo de Gas L.P. Recipientes portátiles y sus accesorios. Parte 3.- Cobre y sus aleaciones. Conexión integral (cola de cochino) para uso de Gas L.P.
NOM-018/4-SCFI-1993	Distribución y consumo de Gas L.P. Recipientes portátiles y sus accesorios. Parte 4.- Reguladores de baja presión para gases licuados de petróleo.
NMX-B-10-1986	Industria Siderúrgica – Tubos de acero al carbono sin costura o soldados, negros o galvanizados por inmersión en caliente, para usos comunes.
NMX-X-002-1996	Productos de Cobre y sus Aleaciones – Conexiones de Latón roscadas y con abocinado a 45° - Especificaciones y Métodos de Prueba.
NMX-W-101/1-SCFI-2004	Productos de cobre y sus aleaciones – conexiones de cobre soldables – especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-W-101/1-1995-SCFI)
NMX-W-101/2-SCFI-2004	Productos de cobre y sus aleaciones – conexiones soldables de Latón– especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-W-101/1-1995-SCFI)
NMX-W-018-SCFI-2006	Productos de cobre y sus aleaciones – Tubos de cobre sin costura para conducción de fluidos a presión – especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-W-018-1995-SCFI)
NOM-011-SEDG-1999	Recipientes portátiles para contener Gas L.P. no expuestos a calentamiento por medios artificiales.
NOM-012/1-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L.P., tipo no portátil. Requisitos generales para el diseño y fabricación.
NOM-012/2-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L.P., tipo no portátiles, destinados a ser colocados a la intemperie en plantas de almacenamiento, estaciones de Gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación.
NOM-012/3-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L.P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en estaciones de Gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación.
NOM-013-SEDG-2002	
NOM-026-STPS-1998	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NOM-001-SEDE-2005	Instalaciones eléctricas (utilización).
NMX-H-22-1989	Conexiones roscadas de hierro maleable Clase 1,03 MPa (150 psi) y 2,07 MPa (300 psi).
NMX-X-021-SCFI-2007	Industria del gas – Tubos Multicapa de polietileno-Aluminio-Polietileno (PE-AL-PE) para la conducción de gas Natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP)- Especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-E-043-SCFI-2002	Industria del plástico – Tubos de polietileno (PE) para la conducción de gas Natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP) - Especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de junio del 2002.
NMX-X-031-SCFI-2005	Industria del Gas – Válvulas de paso – Especificaciones y Métodos de prueba.

### 3. Definiciones

Para efectos de esta Norma, se establecen las definiciones siguientes:

#### 3.1 Abrazadera Tipo BOSS.

Elemento de sujeción usado para fijar la manguera a la espiga, compuesto por dos medias cañas que funcionan como mordazas comprimiendo la manguera contra la espiga para efectuar su sello, las cuales se mantienen unidas mediante tornillos y tuercas.

#### 3.2 Aparato de consumo.

El equipo que contiene quemadores que utilizan el Gas L.P. como combustible.

#### 3.9.2 Aprovechamiento comercial.

Consumo de Gas L.P. en fase vapor a presión regulada para los aparatos de consumo que se utilizan para elaborar productos para la venta, o para proporcionar servicios que se comercializan directamente al consumidor final.

#### 3.9.4 Aprovechamiento de servicios.

Consumo de Gas L.P. en fase vapor a presión regulada para los aparatos de consumo que ofrecen un servicio al comercio o a la industria sin formar parte de los procesos de producción, tales como las que requiere el personal para sus necesidades higiénicas o alimenticias dentro del ámbito laboral.

#### 3.9.1 Aprovechamiento doméstico.

Consumo del Gas L.P. en fase vapor a presión regulada para los aparatos de consumo de una casa o departamento habitacional.

#### 3.9.3 Aprovechamiento industrial.

Consumo del Gas L.P. en fase vapor o mezcla aire-Gas L.P. a presión regulada para los aparatos de consumo utilizado para realizar procesos industriales o para elaborar productos que sirven como materia prima para otros procesos.

#### 3.1 Área de almacenamiento

Lugar donde se encuentran ubicados los recipientes de almacenamiento de Gas L.P. cuya extensión esta determinada en los diferentes apartados de la presente norma.

#### 3.7 Base de sustentación.

Elemento de soporte diseñado para transmitir al piso la carga que sustenta, formado por muro y zapata, o zapata y dado para una silleta metálica integral.

#### 3.2 Boca de toma.

Punto donde se une la manguera de recepción o suministro con la tubería de recepción o de llenado según sea el caso.

#### 3.2 Caída de presión por fricción.

Pérdida de presión ocasionada por la fricción que se presenta al pasar el Gas L.P. a través de tuberías, conexiones, válvulas, accesorios y medidores.

#### 3.4 Calentador de agua de paso de rápida recuperación.

Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme, al paso por uno o más intercambiadores de calor, el cual cuenta con uno o más quemadores dentro de una cámara de combustión y una válvula termostática que controla el suministro de gas al quemador o quemadores permitiendo el paso de gas al sensar una diferencia de temperatura.

### **3.5 Calentador de agua de paso tipo instantáneo.**

Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme, al paso por uno o más intercambiadores de calor, el cual cuenta con uno o más quemadores dentro de una cámara de combustión y una válvula automática que controla el suministro de gas al quemador o quemadores permitiendo el paso de gas al sensar una diferencia de presión hidráulica.

### **3.3 Calentador de agua tipo almacenamiento**

Aparato para calentar agua, almacenándola en un depósito, y cuenta con una válvula termostática el suministro de gas al quemador o quemadores permitiendo el paso de gas al sensar una diferencia de temperatura.

### **3.3 Capacidad de agua de un recipiente no transportable en gas L.P.**

Volumen de agua contenido cuando esta al 100%.

### **3.4 Capacidad de vaporización natural del recipiente.**

La cantidad de metros cúbicos estándar a 101.3 kPa (1.0330 kg/cm<sup>2</sup>) y 288.7 K (15.6 C) de propano gaseoso que se forman por hora, como resultado de la transferencia de calor entre la fase líquida del propano en el recipiente y el aire ambiente que lo rodea, cuando el Gas L.P. en su fase líquida ocupa el 20% del volumen nominal de éste.

### **X.X Capacidad total de vaporización natural de la instalación**

Es la suma de la capacidad de vaporización natural de cada uno de los recipientes que la abastecen.

### **3.13 Capacidad total de almacenamiento**

La suma de las capacidades nominales, expresadas en litros de agua, de los recipientes que abastezcan la instalación.

### **3.xx Cinta de seguridad.**

Pendiente Andaraca

### **3.5 Combustión**

Proceso químico de oxidación rápida entre el Gas L.P. y el oxígeno, que produce energía térmica y luminosa.

### **3.6 Condiciones estándar de presión y temperatura**

Las condiciones estándar son: una atmósfera absoluta ó 101.3 kPa (1.0330 kg/cm<sup>2</sup>) para la presión y 288.7 K (15.6 C) para la temperatura.

### **3.12 Conector flexible**

Elemento que se compone de un tubo metálico o no metálico, liso o corrugado, colocado entre dos conectores para acoplar por rosca o por brida, ensamblado de fábrica o en campo. El tubo no metálico puede ser una manguera flexible recubierta con un refuerzo exterior trenzado de fibras metálicas o sintéticas. El tubo metálico puede ser de acero al carbono o acero inoxidable. Cuando el elemento es ensamblado en campo, las abrazaderas son de tipo boss.

### **3.XX Conexión integral (cola de cochino)**

Elemento ensamblado de fábrica, cuya función es permitir la unión del regulador de presión a la válvula de servicio del recipiente, que pueden ser metálicos o no metálicos. Por trabajar en un régimen de alta presión no regulada, el ensamble debe resistir al menos una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) y los componentes no metálicos expuestos deberán contar con protección ultravioleta.

### **3.XX Conexión flexible (rizo)**

Elemento metálico o no metálico cuya función es permitir la conexión entre la tubería de servicio en presión regulada y el aparato de consumo, la salida del regulador con la tubería de servicio o formar una junta flexible (omega). Por trabajar en un régimen de presión regulada, el ensamble debe resistir al menos una presión de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C). Para el caso de que éste sea metálico se puede fabricar en campo con tubería de cobre flexible tipo L con conexiones con abocinado invertido a 45° en los extremos y el no metálico de berá ser ensamblado de fábrica.

### **3.7 Coraza**

Envoltorio termo-mecánica con que se cubren y protegen los sistemas de almacenamiento, formada mediante una estructura rígida y continua.

### **3.11 Densidad (p)**

Es la relación de la masa del gas l.p. a su volumen a condiciones especificadas de presión y temperatura.

### **3. Diámetro mínimo**

Es la menor medida del diámetro nominal que satisface las limitaciones impuestas a la energía perdida por fricción.

### **3.X.X DN**

Es una designación numérica de la dimensión que corresponde al número redondeado más aproximado al valor real del diámetro cuando es expresado en (mm). Los diámetros nominales intentan reducir la cantidad de diámetros a unos pocos equivalentes. Esta designación cumple con el uso y aplicación recomendó por la ISO.

### **3.X.X.X NPS**

En inglés, Nominal Pipe Size.

## **3.9 Envoltorio termo-mecánica.**

Medio físico interpuesto entre la pared del recipiente y sus alrededores con el objeto de protegerlo de cantidades anormales de calor provenientes del exterior, así como resguardarlo de impactos vehiculares.

### **3.9 Estación de vaporización de Gas LP.**

Instalación destinada a realizar la vaporización natural o artificial de Gas LP líquido con objeto de alimentarlo, a presión regulada, a una red de distribución de Gas LP. Comprende los tanques de almacenamiento, las tuberías, válvulas y conexiones que conducen al gas LP, el equipo de vaporización artificial, así como toda la infraestructura necesaria para poder recibir, impulsar, medir y controlar al Gas LP en cualquiera de sus fases. Termina en el punto de transferencia a la red.

### **3.10 Estacionamiento cerrado.**

Es aquella área destinada al estacionamiento de vehículos que se encuentra techada y cerrada por al menos tres lados.

## **X.X Factor de simultaneidad.**

Es la fracción del caudal total que se considera para fines de cálculo.

### **3.10 Faldón.**

Estructura para soporte del recipiente vertical, formada por una envoltorio metálica cilíndrica.

### **3.30 Funda.**

Es aquella cubierta con que se envuelve una tubería para resguardarla de daños mecánicos o para proveer con ellas un medio de ventilación permanente.

### **3.7 Gas inerte.**

Gas no combustible.

### **3.8 Gas L.P. o Gas Licuado de Petróleo.**

Combustible compuesto primordialmente por butano y propano.

### **3.9 Índice de wobbe.**

La relación del poder calorífico superior, (hs) en base seca volumétrica, con respecto a la raíz cuadrada de la densidad relativa, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$W=Hs/\sqrt{\rho}$$

## **3.X Inmueble.**

Construcción de uno o más niveles.

### **3.9 Instalación de aprovechamiento.**

Sistema formado por dispositivos para recibir y/o almacenar Gas L.P., regular su presión, conducirlo hasta los aparatos de consumo, dirigir y/o controlar su flujo y, en su caso, efectuar su vaporización artificial y medición, con objeto de aprovecharlo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de abasto y termina en los aparatos de consumo. Para efectos de lo anterior, por punto de abasto se entiende el punto de la instalación de aprovechamiento donde se recibe el Gas L.P. o, la salida del medidor volumétrico que registra el consumo, cuando se reciba de una red de distribución.

### **3.11 Límite de la estación de vaporización.**

Perímetro de la superficie de la estación de Gas L.P. limitada por las distancias de separación internas indicadas en el plano respectivo del proyecto civil.

### **3.13 Lugar de reunión.**

Cualquier espacio abierto o construcción dentro de un inmueble, utilizado para la reunión de 100 o más personas simultáneamente con propósitos educacionales, religiosos o deportivos, así como establecimientos con 30 o más plazas donde se consuman alimentos o bebidas. Cuando las citadas actividades se realicen dentro de una edificación, el lugar de reunión es la parte de ese inmueble donde se realicen.

### **3.10 Máxima caída de presión permisible.**

Es el valor, máximo permitido expresado en kPa ( $\text{kg/cm}^2$ ), para la caída de presión que se presenta entre el valor nominal de la presión de servicio del regulador de baja presión y la presión a la entrada del aparato de consumo, debida a la fricción resultante por el flujo de Gas L.P. a través de las tuberías de servicio y sus accesorios.

### **3.11 Máxima caída de presión porcentual permisible.**

Es el valor que corresponde a la máxima caída de presión permisible, cuando éste se expresa como porcentaje de la presión de servicio nominal del regulador de baja presión.

### **3.12 Medidor volumétrico.**

Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de Gas L.P. en estado de vapor o líquido que fluye a través de éste.

### **3.13 Metro cúbico estándar.**

Aquel metro cúbico medido a las condiciones estándar de presión y temperatura.

### **3.10 Poder Calorífico Superior (Hs)**

Es la cantidad de energía térmica producida por la combustión completa a presión constante de una unidad de volumen de gas L.P. con aire, a condiciones estándar. En la determinación del poder calorífico los productos de la combustión se mantienen a una temperatura de 293.15 K (20 °C) y la entalpía del agua formada durante el proceso de combustión se determina en fase líquida.

### **3.15 Presión de servicio nominal.**

Es el valor que, para propósito de clasificar a las tuberías de servicio, se considera tiene la presión de servicio en el régimen de presión regulada de que se trate.

### **3.14 Presión de servicio.**

Es la presión manométrica controlada por el regulador, cuyo valor queda establecido por el ajuste del mismo, medida a su salida en condiciones de cero caudal volumétrico demandado.

### **3.16 Presión de trabajo.**

Es la máxima presión manométrica a la que puede operar el componente de acuerdo a las condiciones de diseño mecánicas de la instalación indicadas en 6.2.1 (Cambiar este número).

### **3.18 Punto de fractura.**

Punto de separación constituido por una ranura perimetral en un niple de tubería rígida o en una válvula de llenado, con objeto de provocar su separación completa en dos partes.

### **3.17 Punto de interconexión**

Aquel donde la tubería proveniente del equipo o sistema de aire-gas o de Gas LP, se une con la tubería de Gas Natural.

### **3.19 Punto de separación.**

Punto débil colocado en la tubería rígida o en el primer tramo de manguera entre la toma de recepción y el recipiente en el vehículo que se carga, cuya finalidad es separarse ante el esfuerzo ocasionado por la tracción ejercida por la manguera conectada al recipiente del vehículo, al moverse éste estando aún conectado.

### **3.18 Punto de transferencia.**

Aquel donde la tubería proveniente de la zona de vapor de los tanques de almacenamiento o del equipo de vaporización artificial se une con la red de distribución.

### **3.XX Presión de diseño de la instalación.**

Mínima presión manométrica para la que debe ser adecuado el componente, en función de la temperatura de diseño, la fase y la presión de operación de la sección de la instalación donde se encuentre.

### **3.21 Recipiente de almacenamiento a la intemperie.**

Aquel colocado por encima del nivel de piso terminado, donde no cuenta con envolvente termo-mecánica.

### **3.17 Recipiente no transportable.**

Envase utilizado para contener Gas LP, a presión, y que por sus accesorios, peso, dimensiones, o tipo de instalación fija, no puede manejarse o transportarse por los usuarios finales, una vez llenado, por lo cual debe ser abastecido en su sitio de instalación.

### **3.19 Recipiente Transportable:**

Envase utilizado para contener Gas L.P., a presión, y que por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado, debe ser manejado manualmente por personal capacitado para llevar a cabo la Distribución.

### **3.XX Red de abastecimiento.**

Conjunto de tuberías que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. que alimentan a aparatos de consumo, ubicadas en inmuebles distintos y pertenecientes a más de un usuario final.

### **3.19 Régimen en alta presión regulada.**

Es aquél donde la presión de servicio nominal es mayor a 3.4250 kPa ( $P_{sn} > 35,00 \text{ g/cm}^2$ ).

kPa.

### **3.XX Régimen de presión intermedia.**

Es aquél donde la presión de servicio nominal es igual a 3.4250 kPa ( $P_{sn} = 35,00 \text{ g/cm}^2$ ).

### **3.20 Régimen en baja presión regulada.**

Es aquél donde la presión de servicio nominal es de 2,7370 kPa ( $0,02791 \text{ kg/cm}^2$ ) para las tuberías de servicio donde no existe medidor volumétrico, y de 2,8645 kPa ( $0,02921 \text{ kg/cm}^2$ ) para tuberías que cuenten con medidor volumétrico.

### **3.21 Regulador de presión.**

Dispositivo mecánico que reduce la presión del Gas L.P. del valor al cual lo recibe a su entrada, hasta el valor que su ajuste establece a la salida, controlando y limitando la magnitud de la variación de la presión de salida alrededor del valor de ajuste.

### **3.26 Separador mecánico.**

Dispositivo que ha sido diseñado para impedir el derrame de Gas L.P. al separarse la manguera y la tubería de una toma de trasiego.

### **3.28 Sistema de trasiego.**

Conjunto de tuberías, válvulas, instrumentos de medición, bombas, compresores y accesorios para trasegar Gas L.P. Este inicia en la válvula colocada en el recipiente del cual se extrae y termina en la válvula del recipiente que lo recibe.

### **3. XX Soporte para recipientes con patas.**

Dado o dala de concreto armado destinado para el apoyo de los recipientes construidos para apoyarse con patas.

### **3.29 Toma de recepción.**

Es el conjunto mecánico donde se conecta la manguera del vehículo que abastece Gas L.P. a los recipientes de almacenamiento, constituido por un soporte para la boca de toma, punto de separación y en su caso la válvula de paro de emergencia.

Toma a tierra Ing. Solís

### **3.29 Tramo**

Sección de una tubería donde el material, caudal volumétrico conducido y diámetro interior permanecen constantes.

### **3.22 Tubería de llenado.**

Es aquella que conduce Gas L.P. en estado líquido, desde la toma de llenado donde se conecta la manguera del auto-tanque, hasta el recipiente no transportable.

### **3.23 Tubería de llenado múltiple.**

Tubería de llenado mediante la cual se puede efectuar el suministro a varios recipientes no transportables conectados a ella.

### **3.31 Tubería de recepción.**

Es la tubería utilizada para el trasiego de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento de la instalación, la cual une la toma de recepción al recipiente.

### **3.24 Tubería de servicio.**

Es aquella que conduce Gas L.P. en estado de vapor, a presión regulada, cuyo objetivo es alimentar a los aparatos de consumo, o a un regulador de siguiente etapa.

### **3.25 Tubería enfundada.**

Es aquella que se coloca dentro de fundas

### **3.31 Tubería Multicapa de Polietileno-Aluminio-Polietileno (PE-AI-PE).**

Tubo de aluminio soldado a tope reforzado en la superficie interna y externa por capas de polietileno de alta densidad. En lo sucesivo se le denominará como PE-AI-PE.

### **3.26 Tubería oculta.**

Es aquella colocada fuera de la vista en todo su recorrido por la interposición de algún elemento. El elemento puede ser fijo o removible, siendo el primero aquél que para dejar a la vista la tubería debe destruirse. No se considera oculto el tramo que sólo atravesase transversalmente un muro macizo o losa.

### **3.27 Tubería subterránea.**

Es aquella colocada bajo la superficie y dentro del terreno natural. Se considera subterránea aun cuando la superficie del terreno natural dentro del cual está colocada, sea cubierta por un piso artificial.

### **3.28 Tubería visible.**

Es aquélla colocada de modo tal que todo su recorrido se encuentre permanentemente a la vista.

### **3.29 Unión flexible.**

Elemento cuya función es permitir la unión no rígida entre tuberías rígidas o entre éstas, y los aparatos de consumo o los recipientes. Dentro de esta categoría quedan comprendidos los conectores flexibles, las conexiones integrales flexibles, las conexiones flexibles, las conexiones integrales de cobre y los rizos de cobre.

### **3.29 Usuario.**

La persona que adquiere Gas L.P. para su propio consumo en una instalación de aprovechamiento.

### **3.30 Válvula de drene.**

Válvula especial para la evacuación de Gas LP en fase líquida del recipiente, diseñada para colocarse en una boquilla equipada con vena hasta el fondo del recipiente.

### **3.33 Válvula de llenado.**

Dispositivo mecánico de operación automática formado por un doble sello de no retroceso, que tiene integrado un punto de fractura y cuerda ACME donde se conecta la manguera o la línea de llenado.

### **3.35 Válvula de paro de emergencia.**

Válvula que suspende el flujo de Gas L.P., al accionarse el dispositivo de emergencia.

### **3.30 Válvula interna.**

Dispositivo que está constituido por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre.

### **3.34 Vaporizador.**

Equipo que recibe Gas L.P. en estado líquido, en donde, de forma artificial se le proporciona calor para llevarlo al estado gaseoso.

### **3.53 Zona de líquido de un recipiente.**

Es el volumen interior comprendido entre el fondo del recipiente y el nivel de máximo llenado permisible. Para efectos de esta norma, se considera que el nivel de máximo llenado permisible es de 85% de la capacidad en agua.

### **3.55 Zona de vapor de un recipiente.**

Es el volumen interior por encima del nivel de máximo llenado permisible.

### **X.- Signo decimal.**

En la presente norma se utiliza el punto como signo decimal. Cuando la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero.

## **4. Clasificación**

La clase de instalación indica:

.-El tipo de aprovechamiento del gas L.P. (A-E)

- El número de usuarios a los que sirve (1.-mono usuario, 2.- multi usuarios que se encuentren en el mismo inmueble, 3-multi usuarios que no están en el mismo inmueble)
- El combustible que maneja (L= LP, ALP= gas L.P.-aire)
- Si tiene permiso especial (0= no requiere, 1 = requiere)

TIPO DE APROVECHAMIENTO	DESCRIPCION
A	Aquella instalación destinada al aprovechamiento doméstico de Gas L.P,
B	Aquella instalación destinada al aprovechamiento comercial de Gas L.P.
C	Aquella instalación destinada al aprovechamiento del Gas L.P en servicios
D	Aquella instalación destinada al aprovechamiento industrial del Gas L.P.
E	Aquella instalación destinada a la vaporización del Gas L.P.
F o G	Aquella instalación destinada al respaldo??? 5.4.1 inciso d)

- A1 Aquella instalación destinada al aprovechamiento doméstico de Gas L.P, para un solo usuario.
- A2 Aquella instalación destinada al aprovechamiento doméstico de Gas L.P. a la que se conectan dos o más usuarios ubicados en el mismo inmueble.
- A3 Aquella instalación destinada al aprovechamiento doméstico de gas L.P. a la que se conectan dos o más usuarios a los cuales se hace llegar Gas L.P., mediante tuberías instaladas en vías privadas peatonales o de circulación vehicular.
- B1 Aquella instalación destinada al aprovechamiento comercial de Gas L.P, para un solo usuario.
- B2 Aquella instalación destinada al aprovechamiento comercial de Gas L.P. a la que se conectan dos o más usuarios ubicados en el mismo inmueble.
- B3 Aquella instalación destinada al aprovechamiento comercial de Gas L.P. a la que se conectan dos o más usuarios a los cuales se hace llegar Gas L.P., mediante tuberías instaladas en vías privadas peatonales o de circulación vehicular.
- C1 Aquella instalación destinada al aprovechamiento del Gas L.P en servicios por un solo usuario.
- C2 Aquella instalación destinada al aprovechamiento de gas L.P. en servicios a la que se conectan dos o más usuarios ubicados en el mismo inmueble.
- C3 Aquella instalación destinada al aprovechamiento en servicios de gas L.P. a la que se conectan dos o más usuarios a los cuales se hace llegar Gas L.P., mediante tuberías instaladas en vías privadas peatonales o de circulación vehicular.

**5. Generalidades**

5.1 Cuando se encuentren productos, de origen nacional o extranjero, para los cuales existan normas oficiales mexicanas, y que formen parte de la instalación de aprovechamiento, éstos deberán cumplir con las que les correspondan. En caso de no existir norma para algún producto, éste deberá ser adecuado para la presión de diseño que corresponda a la sección de la instalación donde será colocado.

5.2 Cuando una instalación de un solo usuario esté constituida por secciones destinadas a diferentes tipos de aprovechamiento, el tipo de aprovechamiento será el del tipo más exigente dentro de los que a sus secciones le corresponda. El grado de exigencia se tendrá de menor a mayor en el siguiente orden A, C, B y D.

**5.3** Las instalaciones de las clases A1L0, A2L0, B1L0, B2L0 y C1L0 con capacidad total de almacenamiento menores de 5000 L agua, deben contar con:

5.3.1 Un diagrama isométrico a 30 grados, sin escala, usando la simbología indicada en esta Norma, a línea sencilla que contenga:

- a) Nombre del usuario y domicilio de la instalación indicando calle y número, o manzana y lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado
- b) Especificaciones de las tuberías: tipo de materiales, diámetros y como mínimo las longitudes de las que se calculan
- c) Capacidad y presión de servicio nominal del (los) regulador(es) de presión que se usen.
- d) Especificaciones de los aparatos de consumo, descripción y consumo en m3 estándar de propano.
- e) fecha de elaboración
- f) Simbología utilizada.
- g) Numero de identificación del diagrama

5.3.2 Un documento que contenga como mínimo lo siguiente:

- a) Nombre del usuario y domicilio de la instalación indicando calle y número, o manzana y lote, colonia, código postal, delegación o municipio, ciudad y estado. En el caso de las instalaciones de varios usuarios, el nombre del usuario en particular.
- b) Localización de los recipientes.
- c) Capacidad individual de los recipientes y capacidad total de almacenamiento.
- d) Numero de serie y año de fabricación de los recipientes.
- e) Capacidad y presión de servicio nominal del (los) regulador(es) de presión que se usen.
- g) **Características de los accesorios de medición, control y seguridad de la instalación.**
- i) Características de los aparatos de consumo, tipo, gasto y localización.
- j) Resultado del cálculo por tramos de la línea de máxima caída de presión.
- l) fecha de elaboración.
- m) Cálculo de la vaporización natural que proporcione(n) el (los) recipiente(s), calculada cuando la fase líquida ocupa el 20% del volumen nominal de éste y existe una diferencia de temperaturas entre esta y el aire ambiente de 11,1 °C.

**5.4** Las instalaciones Clase D y además de las clases B y B1 con una capacidad de almacenamiento total igual o mayor de 5 000 L, deben contar con un proyecto (planos y memorias técnico-descriptivas):

5.4.1 Los planos deben contener como mínimo lo siguiente:

- a) Clase de instalación.
- b) Nombre y ubicación de la empresa, en caso de que aplique.
- c) Croquis de localización de la industria, sin escala, en caso de que aplique.
- d) Un plano en planta, a escala, indicando la localización y capacidad de los recipientes, vaporizadores, aparatos de consumo, equipo contra incendio, tendido de tuberías y además, en su caso, los recipientes de combustible sustituto, **y en el caso de las clases G además de lo anterior los planos civil y eléctrico.**

#### **Clases G?????????**

- e) Diagrama isométrico de la instalación sin escala, que incluya recipientes, tuberías, accesorios, aparatos de consumo y longitud de la tubería por tramo.
- f) Simbología utilizada.
- g) Nombre y firma del ingeniero que proyecte, con su número de cédula profesional, adjuntando copia de la misma.

**5.4.2** La memoria técnico-descriptiva debe contener:

- a) Clase de la instalación.
- b) Nombre de la empresa, en caso de que aplique.
- c) Ubicación de la empresa, en caso de que aplique.
- d) Tipo de industria o comercio.
- e) Uso del Gas L.P.
- f) Especificaciones de diseño de la instalación y resultado del cálculo del diámetro de las tuberías.
- g) Localización y capacidad de los recipientes que se proyecte instalar, indicando sus accesorios, zona de protección, distancias de acuerdo con esta Norma, Iguales datos para el vaporizador, si se proyecta su uso.
- h) Especificaciones de los vaporizadores, sus accesorios.
- i) Especificaciones de los recipientes separadores de líquido y sus accesorios.
- j) Cálculo para determinar la capacidad del equipo de vaporización.
- i) Cálculo de la vaporización natural que proporcione(n) el (los) recipiente(s), calculada cuando la fase líquida ocupa el 20% del volumen nominal de éste y existe una diferencia de temperaturas entre esta y el aire ambiente de 11,1 °C.
- j) Presión de salida y capacidad de los reguladores, así como la presión a la que deben funcionar los aparatos de consumo.
- k) Descripción de los aparatos de consumo, tipo y gasto.
- l) Descripción del sistema empleado para desalojar los gases de la combustión de Gas L.P.
- m) Descripción del equipo contra incendio proyectado y, en su caso, cálculos del mismo.
- n) Existencia o no de fluidos que puedan reaccionar peligrosamente con el Gas L.P.
- o) Simbología utilizada.
- p) Nombre y firma del ingeniero que proyecte, con su número de cédula profesional, adjuntando copia de la misma.

**5.4** Las instalaciones Clase E deben contar con Memoria Técnico-Descriptiva y planos de cada uno de los proyectos: civil, mecánico, eléctrico y contra incendio.

**xx. Requisitos del proyecto.**

**4.1 Requisitos Generales**

**4.1.2** Los planos y memorias deben contener nombre o razón social del propietario y fecha de elaboración. Se debe especificar el domicilio del predio donde estará ubicada la estación. En todos los casos indicar la jurisdicción municipal o delegación política, la entidad federativa y el código postal correspondiente.

**4.1.3** La memoria y los planos deben llevar el número de cédula profesional expedida por la Secretaría de Educación Pública, del profesionista en la licenciatura relacionada en la materia de los proyectos mencionados en el párrafo anterior, nombre completo y firma autógrafa del proyectista.

**4.1.4** El profesionista que elabora los proyectos mecánico y contra incendio debe ser ingeniero químico, petrolero, mecánico, civil o industrial.

**4.1.4** El profesionista que elabora el proyecto civil debe ser ingeniero civil, ingeniero-arquitecto o arquitecto.

**4.1.4** El profesionista que elabora el proyecto eléctrico debe ser ingeniero electricista o mecánico-electricista.

**4.2 Requisitos de los Planos.**

**4.2.1 Requisitos Generales**

**4.2.1.1** El contenido de los planos debe estar a escala cuando así se requiera, indicando la escala en forma gráfica o numérica.

**4.2.1.3** El número mínimo de planos aceptados en el proyecto, será de cuatro.

**4.2.1.4** Los símbolos a utilizarse en los planos deben ser los que se indican en los anexos de esta Norma, sin menoscabo del uso de otros que no estén previstos, siempre y cuando se especifique su significado.

**4.2.1.5** Los planos deben indicar como mínimo los requisitos que para cada proyecto se establecen en este documento.

#### **4.2.2 Proyecto Civil.**

**4.2.2.1** Dimensiones del predio donde se encuentre la estación y el área que ésta ocupa dentro del mismo.

**4.2.2.2** Las construcciones y elementos constructivos del proyecto.

**4.2.2.3** Las áreas de circulación vehicular y espuela de ferrocarril, en su caso.

**4.2.2.4** Vista en planta del arreglo general de los elementos de la estación donde se indiquen las distancias mínimas entre los diferentes elementos de la estación.

**4.2.2.5** Las características del armado de la estructura y cimentaciones de las bases de sustentación de los recipientes.

**4.2.2.6** Croquis de localización sin escala, del predio donde se ubique la estación, señalando el norte geográfico y la dirección de los vientos dominantes.

**4.2.2.7** Planta, vista longitudinal y transversal de las áreas de almacenamiento y trasiego.

**4.2.2.8** Trazo de las redes hidráulica, sanitaria y drenaje a línea sencilla.

**4.2.2.9** Planta, elevación y corte longitudinal y transversal de la zona de almacenamiento.

#### **4.2.3 Proyecto Mecánico.**

**4.2.3.1** Vista longitudinal y transversal de los recipientes de almacenamiento en el que se indique tipo y ubicación de válvulas y accesorios.

**4.2.3.2** Diseño de los soportes con dimensiones, anclado y características de tomas de recepción.

**4.2.3.3** Diagrama isométrico a línea sencilla o doble, sin escala, de la instalación de Gas L.P., indicando diámetros, tipos de tuberías, accesorios y equipo. Los tramos de tubería que se calculan deben estar acotados.

**4.2.3.4** Vista en planta de la tubería de Gas L.P., con ubicación de los equipos y recipientes de almacenamiento.

#### **4.2.4. Proyecto Eléctrico.**

**4.2.4.1** Vista en planta del arreglo general de los elementos de la estación donde se indique la localización de la acometida al interruptor general, así como de la subestación eléctrica, en su caso.

**4.2.4.2** Diagrama unifilar del sistema de fuerza y alumbrado.

**4.2.4.3** Cuadro de carga, fuerza y alumbrado de la estación.

**4.2.4.4** Cuadro de materiales y descripción de equipos de la estación.

**4.2.4.5** Distribución de ductos y alimentadores.

**4.2.4.6** Sistema de tierras de la estación.

#### **4.2.5 Proyecto Contra incendio.**

**4.2.5.1** Vista en planta de la estación de Gas L.P., indicando la ubicación aproximada de extintores y, en su caso, la red contra incendio que incluya tuberías, bombas de agua, hidrantes, monitores, toma siamesa, cisterna o tanque de agua y sistema de aspersion.

**4.2.5.2** Diagrama isométrico a línea sencilla o doble de la instalación contra incendio, sin escala, con acotaciones y diámetro de las tuberías que se calculan.

**4.2.5.3** Detalle del sistema de enfriamiento por aspersión de agua incluyendo radios de cobertura. Sobre los recipientes

**4.2.5.4** Vista en planta de los radios de cobertura de los hidrantes y/o monitores.

**4.2.5.5** Ubicación aproximada de la alarma sonora.

**4.2.5.6** Cuando aplique, ubicación aproximada de los equipos de protección personal de la brigada contra incendio.

### **4.3 Memorias técnico-descriptivas.**

#### **4.3.1 Requisitos Generales**

**4.3.1.1** Debe contar con memorias de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio.

**4.3.1.2** Cada memoria debe contener una descripción general, los datos usados como base para cada especialidad, cálculos y mencionar las normas, reglamentos y/o referencias empleados.

**4.3.1.3** La memoria debe contener como mínimo:

#### **4.3.2 Del proyecto Civil.**

**4.3.2.1** Características de todas las construcciones indicando materiales empleados.

**4.3.2.2** Descripción y cálculo estructural de las bases de sustentación de los recipientes.

**4.3.2.3** Distancias mínimas entre los diferentes elementos para los que esta Norma señala requisitos.

#### **4.3.3 Del proyecto Mecánico.**

**4.3.3.1** Las características de los recipientes de almacenamiento, incluyendo las de los instrumentos de medición, control y seguridad.

**4.3.3.2** Debe incluirse copia del certificado de fabricación de los recipientes.

**4.3.3.3** Especificaciones de las tuberías, válvulas, instrumentos, mangueras, conexiones y accesorios.

**4.3.3.4** Descripción, características y capacidad de bombas y compresores.

**4.3.3.5** Descripción de la toma de recepción

**4.3.3.6** Descripción de los medidores.

**4.3.3.7** Cálculo del sistema de trasiego de Gas L.P.

**4.3.3.8** Cálculo de la capacidad de vaporización natural que proporcione (n) el (los) recipiente (s).

**4.3.2.3.9** Especificaciones de los vaporizadores y sus accesorios.

**4.3.2.3.10** Especificaciones de los recipientes separadores de líquido y sus accesorios.

**4.3.2.3.11** Cálculo para determinar la capacidad del equipo de vaporización.

#### **4.3.4 Del proyecto Eléctrico.**

**4.3.4.1** Memoria de cálculo de la instalación eléctrica con base a la NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas (utilización), o la vigente a la fecha del proyecto.

#### **4.3.5 Del proyecto Contra incendio.**

**4.3.5.1** Localización y cantidad de extintores.

**4.3.5.2** Cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendio, en su caso.

**4.3.5.3** Descripción detallada del sistema contra incendio, indicando las características de los equipos y materiales empleados, en su caso.

**4.3.5.4** Indicar la capacidad de la cisterna o tanque de agua.

5.5 Las nuevas instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. que sean distintas a la Clase A, deben contar con un dictamen de una Unidad de Verificación en materia de Gas L.P., acreditada y aprobada en esta Norma.

5.6 Si la instalación se modifica, se tendrá que efectuar otro dictamen que avale que las modificaciones realizadas cumplen con esta Norma.

5.7 Las instalaciones Clases D, E, F y G deben de contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, así como con un formato de libro bitácora donde se registrarían estos mantenimientos.

#### X. Criterios de cálculo de los componentes de la instalación.

Los reguladores de alta presión, las tuberías de servicio, las de entrada a las bombas y los equipos de vaporización artificial deben cumplir los siguientes criterios de cálculo:

##### X.1 Criterios generales.

X.X En función de su presión de servicio nominal las tuberías de servicio se clasifican en:

- Tuberías en baja presión regulada. Para una presión de servicio nominal mayor o igual a 2,7370 kPa y menor o igual a 2,8645 kPa ( $27,91 \text{ g/cm}^2 \geq P_{sn} \leq 29,21 \text{ g/cm}^2$ ), en función de si se tiene medidor volumétrico

- Tuberías en presión regulada intermedia. Para una presión de servicio nominal de 3.4250 kPa ( $P_{sn} = 35,00 \text{ g/cm}^2$ ).

- Tuberías en alta presión regulada. Para una presión de servicio nominal mayor a 3.4250 kPa ( $P_{sn} > 35,00 \text{ g/cm}^2$ ).

X.X El diámetro nominal de los tubos deberá identificarse mediante el DN que le corresponda de acuerdo con la siguiente tabla:

Diámetro Nominal		
DN	(plg)	(mm)
10	3/8	9.5
15	1/2	12.7
20	3/4	19.1
25	1	25.4
32	1 1/4	32.0
40	1 1/2	38.0
50	2	51.0
80	3	76.0
100	4	101.0

X.2.1.1 El caudal de cálculo debe ser la suma de los caudales volumétricos demandados por los aparatos que esa tubería alimente.

X.2.1.2 Los caudales volumétricos demandados por los aparatos deben tomarse de su placa de especificaciones o de la información del fabricante.

X.2.1.2.1 De no ser posible esto, se determinarán midiendo la espesa del quemador.

X.1.1 El cálculo del diámetro mínimo de la tubería debe efectuarse considerando flujo isotérmico a una sola fase. Para las que lo conducen en fase vapor debe considerarse propano como fluido conducido y para las que lo conducen en fase líquida debe considerarse butano como fluido conducido.

**X.1.2** La longitud de cálculo de la tubería, será la que resulte de sumar a la de la tubería recta la equivalente representada por las conexiones, válvulas y otras resistencias colocadas en ella. Pueden despreciarse los cambios de diámetro cuando no sean simultáneos con cambio de dirección, así como las válvulas de esfera.

$$L_c = l_g + l_a$$

$L_c$  = Longitud de cálculo del tramo de tubería en metros.

$l_g$  = Longitud geométrica del tramo  $i$ .

$l_a$  = Longitud por accesorios del tramo  $i$ .

$i$  = Número del tramo a calcular.

**X.1.2.1** En la memoria de cálculo debe citarse la fuente de información de donde se tomo la longitud equivalente para el diseño de la tubería del accesorio

**X.1.3** Cuando el cambio de diámetro sea simultáneo con uno de dirección, éste debe considerarse en el cálculo del tramo que sigue, si se trata de una "T", y en el que lo contiene, cuando se trate de un codo. Debe asignársele la longitud equivalente que le corresponde en el diámetro mayor.

**X.1.4** Deben calcularse todas las trayectorias que forman la instalación, en alta presión regulada tantas como reguladores de siguiente etapa existan en la instalación, en baja presión regulada tantas trayectorias como aparatos de consumo existan.

**X.1.5** Los resultados de la caída de presión porcentual en baja presión regulada, se expresarán hasta el cuarto decimal, redondeando el último.

**X.1.6** El resultado de la caída de presión en los regímenes de presión intermedia y alta presión regulada se expresarán en g/cm<sup>2</sup> hasta con dos decimales redondeando el último.

**X.1.7** Las tuberías y sus accesorios que conducen gas L.P. o mezclas aire-gas L.P. deben dimensionarse considerando que como mínimo, por ellas circulará el caudal volumétrico demandado por todos los aparatos que esa tubería alimente, aun cuando su operación no sea simultánea.

**X.1.8** Si para el cálculo se elige usar un factor de sobredimensionamiento aplicado al caudal volumétrico, el factor elegido debe indicarse en la memoria de cálculo.

**X.1.X** Exclusivamente para las instalaciones A2 y A3, para el cálculo de la vaporización natural requerida por la instalación, es optativo considerar un factor de simultaneidad menor a uno, pero mayor o igual que 0.6. Debe indicarse la referencia del cual fue tomado dicho factor. Para todas las demás instalaciones, el factor de simultaneidad debe ser igual a uno.

**6.2.2.1.6** Para el cálculo de los diámetros mínimos de las tuberías de servicio en función de la energía perdida por fricción se despreciará la influencia de los cambios de nivel.

**X.1.X** La capacidad mínima instalada de los equipos de vaporización artificial debe ser cuando menos igual al total demandado por todos los aparatos de la instalación considerando un factor de simultaneidad de uno.

**X.1.6 factores de conversión considerados para el cálculo son:**

98.0665 kPa / kg·cm<sup>-2</sup>

0.006895 MPa / PSI

0.2519576 kcal / BTU

0.001054 MJ / BTU

0.002537 kg·cm<sup>-2</sup> / pulgada agua a 60 °F

**6.2.2.1.1** Propiedades del gas l.p.

PROPIEDAD	PROPANO	BUTANO
Composición química	100 %	100 %
Poder calorífico bruto	21 591 BTU/lb <sup>1</sup>	21 221 BTU/lb <sup>1</sup>
	2 516 BTU/pie <sup>3</sup> std <sup>1</sup>	3 280 BTU/pie <sup>3</sup> std <sup>1</sup>
	93.65 MJ / m <sup>3</sup> std	122.07 MJ/m <sup>3</sup> std
	88 851.7 BTU/m <sup>3</sup> std	115 815.9 BTU/m <sup>3</sup> std
	0.000011254 m <sup>3</sup> std /BTU	0.000000862 m <sup>3</sup> std /BTU
	22 390.6 kcal/m <sup>3</sup> std	29 180.7 kcal/m <sup>3</sup> std
Densidad relativa (S). (aire = 1)	1.52 <sup>2</sup>	2.01 <sup>1</sup>
Densidad	0.1162 lb/ft <sup>3</sup> std <sup>2</sup>	0.155 lb/ft <sup>3</sup> std

1 Rego products, manual de servicio para el instalador de gas l.p.

2 HandBook Butane Propane gas L.P. vol. 2 butane propane news

## X.2 Para tuberías de servicio conduciendo gas L.P. o mezclas aire-gas L.P.

### X.2.1 Caudal de cálculo para tuberías de servicio conduciendo gas L.P. o mezclas aire – gas L.P.

X.X.X. Para el caso en el que se midió la espreea el caudal volumétrico de gas L.P. en baja presión regulada debe determinarse con los datos de la tabla 1 o la ecuación 2. Para el mismo gas, en el caso de la presión intermedia debe calcularse con la ecuación 3.

X.2.2.3 Para el mismo caso anterior, el caudal volumétrico de las mezclas aire-gas L.P. a través de la espreea debe calcularse usando las ecuaciones 3 y 4 y el área, que en la tabla 1 le corresponda.

X.2.1.3 Para proyectos puede determinarse asignándole a cada aparato consumos no menores a los típicos de la tabla 2, los cuales están calculados a nivel del mar o consultando el catálogo del fabricante.

**TABLA 1**

Orificio/Espreea No.	Diámetro	Área	N. del mar	Orificio/Espreea No.	Diámetro	Área	N. del mar
	mm	mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> estándar/h de Propano		mm	mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> estándar/h de Propano
0.003	0,0762	0,004560	0,0008	39	2,5273	5,016530	0,9080
0.004	0,1016	0,008107	0,0015	38	2,5781	5,220226	0,9449
0.005	0,1270	0,012668	0,0023	37	2,6416	5,480547	0,9920
0.006	0,1524	0,018241	0,0033	36	2,7051	5,747202	1,0403
0.007	0,1778	0,024829	0,0045	7/64	2,7788	6,064456	1,0977
0.008	0,2032	0,032429	0,0059	35	2,7940	6,131159	1,1098
0.009	0,2286	0,041043	0,0074	34	2,8194	6,243142	1,1300
0.010	0,2540	0,050671	0,0092	33	2,8702	6,470146	1,1711
0.011	0,2794	0,061312	0,0111	32	2,9464	6,818254	1,2341
0.012	0,3048	0,072966	0,0132	31	3,0480	7,296586	1,3207
80	0,3429	0,092347	0,0167	1/8	3,1750	7,917303	1,4330
79	0,3683	0,106535	0,0193	30	3,2639	8,366879	1,5144
1/64	0,3962	0,123312	0,0223	29	3,4544	9,372060	1,6964
78	0,4064	0,129717	0,0235	28	3,5687	10,002530	1,8105
77	0,4572	0,164173	0,0297	9/64	3,5712	10,016774	1,8131
76	0,5080	0,202683	0,0367	27	3,6576	10,507084	1,9018
75	0,5334	0,223458	0,0404	26	3,7338	10,949440	1,9819
74	0,5715	0,256521	0,0464	25	3,7973	11,325036	2,0499
73	0,6096	0,291863	0,0528	24	3,8608	11,706967	2,1190
72	0,6350	0,316692	0,0573	23	3,9116	12,017072	2,1751

71	0,6604	0,342534	0,0620
70	0,7112	0,397259	0,0719
69	0,7417	0,432039	0,0782
68	0,7874	0,486946	0,0881
1/32	0,7950	0,496416	0,0899
67	0,8128	0,518868	0,0939
66	0,8382	0,551804	0,0999
65	0,8890	0,620717	0,1124
64	0,9144	0,656693	0,1189
63	0,9398	0,693682	0,1256
62	0,9652	0,731685	0,1324
61	0,9906	0,770702	0,1395
60	1,0160	0,810732	0,1467
59	1,0414	0,851775	0,1542
58	1,0668	0,893832	0,1618
57	1,0922	0,936902	0,1696
56	1,1176	0,981000	0,1775
3/64	1,1430	1,026130	0,1856
55	1,1684	1,072299	0,1939
54	1,1938	1,119510	0,2024
53	1,2192	1,167784	0,2111
1/16	1,2446	1,217144	0,2200
52	1,2700	1,267613	0,2291
51	1,2954	1,319205	0,2384
50	1,3208	1,371934	0,2479
49	1,3462	1,425824	0,2576
48	1,3716	1,480889	0,2675
5/64	1,3970	1,537144	0,2776
47	1,4224	1,594629	0,2879
46	1,4478	1,653364	0,2984
45	1,4732	1,713374	0,3091
44	1,4986	1,774684	0,3200
43	1,5240	1,837319	0,3311
42	1,5494	1,901304	0,3424
3/32	1,5748	1,966664	0,3539
41	1,6002	2,033424	0,3656
40	1,6256	2,101609	0,3775

5/32	3,9675	12,362869	2,2377
22	3,9878	12,489830	2,2607
21	4,0386	12,810069	2,3186
20	4,0894	13,134362	2,3773
19	4,2164	13,962828	2,5273
18	4,3053	14,557830	2,6350
11/64	4,3663	14,973005	2,7101
17	4,3942	15,165245	2,7449
16	4,4958	15,874635	2,8733
15	4,5720	16,417319	2,9716
14	4,6228	16,784175	3,0380
13	4,6990	17,342060	3,1389
3/16	4,7625	17,813931	3,2244
12	4,8006	18,100094	3,2761
11	4,8514	18,485192	3,3459
10	4,9149	18,972264	3,4340
9	4,9784	19,465670	3,5233
8	5,0546	20,066119	3,6320
7	5,1054	20,471485	3,7054
13/64	5,1587	20,901482	3,7832
6	5,1816	21,087134	3,8168
5	5,2197	21,398379	3,8731
4	5,3086	22,133485	4,0062
3	5,4102	22,988807	4,1610
7/32	5,5575	24,257825	4,3907
2	5,6134	24,748095	4,4794
1	5,7912	26,340676	4,7677
A	5,9436	27,745269	5,0219
15/64	5,9512	27,816456	5,0348
B	6,0452	28,701932	5,1951
C	6,1468	29,674811	5,3712
D	6,2484	30,663903	5,5502
E (%)	6,3500	31,669211	5,7322
F	6,5278	33,467515	6,0577
G	6,6294	34,517413	6,2477
17/64	6,7462	35,744841	6,4699
H	6,7564	35,852587	6,4894

Orificio/Esprea No.	Díametro	Área	N. del man.
	Mm	mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> estándar/h de Propano
I	6,9088	37,488238	6,7854
J	7,0358	38,879150	7,0372
K	7,1374	40,010121	7,2419
9/32	7,1425	40,067095	7,2522
L	7,3660	42,614090	7,7132
M	7,4930	44,096209	7,9815
19/64	7,5413	44,666057	8,0846
N	7,6708	46,213739	8,3648
O	8,0264	50,597772	9,1583
P	8,2042	52,864274	9,5685
21/64	8,3337	54,546851	9,8731
Q	8,4328	55,851314	10,1092
R	8,6106	58,231318	10,5400
11/32	8,7300	59,857185	10,8343
S	8,8392	61,364290	11,1070
T	9,0932	64,941644	11,7546

Orificio/Esprea No.	Díametro	Área	N. del man.
	mm	mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> estándar/h de Propano
23/64	9,1288	65,450560	11,8467
U	9,3472	68,620339	12,4204
3/8	9,5250	71,255724	12,8974
V	9,5758	72,017812	13,0354
W	9,8044	75,497372	13,6652
25/64	9,9212	77,307513	13,9928
X	10,0838	79,861642	14,4551
Y	10,2616	82,702751	14,9693
13/32	10,3175	83,605926	15,1328
Z	10,4902	86,428570	15,6437
27/64	10,7163	90,193715	16,3252
7/16	11,1125	96,986958	17,5548
15/32	11,9050	111,313319	20,1479
31/64	12,3038	118,895521	21,5203
1/2	12,7000	126,676843	22,9287
33/64	13,0962	134,704791	24,3818

**Notas:**

1.- Los valores de las tablas 1 y 2, se calcularon para gas l.p. con la siguiente ecuación, aplicable cuando la presión nominal de servicio es de 2.7370 kPa (0.02791 kg/cm<sup>2</sup>):

$$Q = 0.181024 A \quad (2)$$

2.- Los valores correspondientes para gas l.p. a una presión nominal de servicio de 3.4250 kPa deben calcularse con la siguiente ecuación:

$$Q_{pi} = 1.136228 Q \quad (3)$$

3.- Para las mezclas gas aire gas l.p. el caudal a través de las espreas de la tabla anterior debe calcularse mediante las siguientes expresiones:

$$Q_m = k_0 A (1/s)^{0.5} \quad (4)$$

$$S = (H_s/W)^2$$

Presión de servicio nominal		$k_0$
kPa	g/cm <sup>2</sup>	
2.7370 o 2.8645	27.91 o 29.21	0.223176
3.4250	35	0.253583

En donde:

A = Área de la esprea en mm<sup>2</sup>

Q = Caudal volumétrico en m<sup>3</sup> estándar de propano puro en baja presión regulada.

Q<sub>m</sub> = Caudal volumétrico en m<sup>3</sup> estándar de la mezcla aire gas l.p.

Q<sub>pi</sub> = Caudal volumétrico en m<sup>3</sup> estándar de propano puro en presión intermedia regulada.

K = Coeficiente de la esprea 0,9.

k<sub>0</sub> = Constante para el cálculo.

Presión atmosférica 101,325 kPa.

W = Índice de Wobbe en MJ/m<sup>3</sup>

H<sub>s</sub> = Poder calorífico superior del gas combustible en MJ/m<sup>3</sup>

**TABLA No. 2**

Consumos típicos en baja presión regulada. Los números entre corchetes indican la esprea considerada y a una presión de 2.7370 kPa (0.02791 kg/cm<sup>2</sup>).

Aparato	Consumo típico		
	kcal/h	(BTU/h)	m <sup>3</sup> std/h(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )
Estufa doméstica (4QH)	10 078	40 000	0.4501
Quemador (Q) [70]	1 609.88	6 388.43	0.0719
Comal o Plancha (C) [70]	1 609.88	6 388.43	0.0719
Horno (H) [56]	4 440.05	17 619.29	0.1983
Asador (A) [56]	4 440.05	17 619.29	0.1983
Estufa restaurante (4Q)	22 324.43	88 585.14	0.997
Estufa restaurante (4Q/ H)	32 958.96	130 789.70	1.472
Estufón Doble [44]	30 361.65	120 482.90	1.356
Salamandra [54]	6 202.19	24 611.92	0.277
Lava Loza(1Q)	6 582.83	26 122.40	0.294
Lava Loza(2Q)	13 188.06	52 333.65	0.589
Quemador [66]	2 236.82	8 876.28	0.0999
Plancha [56]	4 440.05	17 619.29	0.1983
Horno [50]	10 062.33	39 929.95	0.4494
Parrilla [70]	1 609.88	6 388.43	0.0719

Aparato	Consumo típico		
	kcal/h	(BTU/h)	m <sup>3</sup> std/h(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )
Boiler [54]	6 211	24 647	0.2774
Baño María/quemador [74]	1 038.92	4 122.72	0.0464
Freidora [37]	22 211.47	88 140.88	0.992
Sartén de volteo [17]	61 459.95	243 889.03	2.7449
<b>Calefactor para</b>			
120 m <sup>2</sup>	2 516.70	9 986.93	0.1124
240 m <sup>2</sup>	4 440.05	17 619.29	0.1983
360 m <sup>2</sup>	6 211.18	24 647.46	0.2774
500 m <sup>2</sup>	7 270.22	28 850.14	0.3247
Secadora de ropa (doméstica)	8 819	35 000	0.3939
Incinerador doméstico [52]	8 279	32 859	0.3698
Máquina tortilladora por kg gas/h consumido	11 982.42	47 557.27	0.5352
<b>Calentador de agua tipo almacenamiento</b>			
Hasta 72 litros	4 393.809	17 435.77	0.1962
De 73 hasta 152 litros	5 279.450	20 950.22	0.2358
De 153 hasta 200 litros	7 652.623	30 367.59	0.3418
De 201 hasta 280 litros	8 254.514	32 756.05	0.3687
De 281 hasta 300 litros			
De 301 hasta 360 litros			
<b>Calentador de agua de paso de rápida recuperación</b>			
Hasta 5 litros por minuto	7 738.607	30 708.80	0.3456
> 5 hasta 11 litros por minuto	16 681.000	66 194.52	0.7470
> 11 hasta 16 litros por minuto	24 161.650	95 879.69	1.0791
> 16 hasta 22 litros por minuto	27 687.020	109 869.27	1.2365
<b>Calentador de agua de paso tipo instantáneo</b>			
Hasta 4 litros por minuto	6 233.878	24 737.64	0.2784
De 5 hasta 7 litros por minuto	10 920.030	43 333.50	0.4877
De 8 hasta 12 litros por minuto	19 690.460	78 133.85	0.8794
Refrigerador			

**X.2.1.2** Cuando se opte por utilizar los consumos típicos debe considerarse el correspondiente al nivel del mar, aun cuando en realidad, la localidad geográfica en donde se encuentre el quemador esté a una altura mayor a dicho nivel.

**X.2.2.** Presión de servicio nominal para el cálculo del diámetro mínimo.

**X.2.2.1** Cuando en el régimen de baja presión regulada no exista medidor volumétrico, la presión de servicio nominal elegida para el cálculo debe ser de 2.7370 kPa (0.02791 kg/cm<sup>2</sup>).

**X.2.2.2** Cuando en el régimen de baja presión regulada exista medidor volumétrico, la presión de servicio nominal elegida para el cálculo debe ser de 2.8645 kPa (0.02921 kg/cm<sup>2</sup>).

**X.2.2.3** Cuando en el régimen de presión regulada intermedia no exista medidor volumétrico, la presión de servicio nominal elegida para el cálculo debe ser de 3.4323 kPa (35.00 g/cm<sup>2</sup>).

**X.2.2.2** Cuando en el régimen de presión regulada intermedia exista medidor volumétrico. la presión de servicio nominal elegida para el cálculo debe ser de 3.5598 kPa (36.3 g/cm<sup>2</sup>)

**X.2.3 Máxima caída de presión porcentual permisible para cualquier trayectoria.**

X.2.3.1 En los regímenes de baja e intermedia presión regulada, cuando no exista medidor volumétrico la máxima caída de presión porcentual permisible para la trayectoria entre el regulador y cada aparato de consumo es del 5% de ésta. Es decir:

$$\%Hb_{max} = \sum_{i=1}^n \%Hb_i \leq 5$$

En donde:

%Hb max. = Caída de presión porcentual total en la trayectoria que se calcula.

n = Número de tramos que componen dicha trayectoria.

i = Número del tramo a calcular de la trayectoria

%Hb<sub>i</sub> = Caída de presión porcentual en el tramo de la trayectoria

**X.2.3.2 Cuando exista medidor volumétrico** la máxima caída de presión porcentual permisible para la trayectoria entre el regulador y el aparato de consumo es del 9% de ésta.

X.2.3.3 Para efectos de cálculo debe considerarse que el medidor ocasiona una pérdida de presión porcentual del 4% (Dp medidor = 4)

Es decir:

$$\%Hb_{max} = \left( \sum_{i=1}^n \%Hb_i \right) + 4 \leq 9\%$$

En donde:

%Hb máx. = Caída de presión porcentual total en la trayectoria que se calcula.

n = Número de tramos que componen dicha trayectoria.

i = Número del tramo a calcular de la trayectoria

%Hb<sub>i</sub> = Caída de presión porcentual en el tramo de la trayectoria

**X.2.4 Formulas de cálculo.**

**X.2.4.1** Para el cálculo de la caída de presión por fricción en las tuberías de servicio, debe usarse la fórmula del Dr. Pole aplicando los factores F<sub>b</sub> de acuerdo al diámetro y material utilizados.

**X.2.4.2** La expresión matemática de la fórmula del Dr. Pole a utilizar para el cálculo de la caída de presión porcentual en cada tramo de tubería es:

$$\%H_{bi} = Q_i^2 \times F_{bi} \times L_c$$

En donde:

%H<sub>bi</sub> = Caída de presión porcentual en el tramo.

Q<sub>i</sub> = Caudal volumétrico conducido por el tramo en m<sup>3</sup> estándar/h (propano).

$F_{bi}$  = Factor de cálculo de tubería correspondiente al diámetro nominal, régimen de presión y material de la tubería.

$L_c$  = Longitud de cálculo del tramo de tubería en metros.

$i$  = Número del tramo a calcular.

### X.2.5 Factores de cálculo para usarse en la fórmula del Dr. Pole

X.2.5.1. Para las tuberías metálicas y multicapa PE-Al-PE los factores de cálculo deben obtenerse de la siguiente tabla

**TABLA No. 3**

DIÁMETRO NOMINAL		FACTOR "F <sub>b</sub> " para gas L.P.					
		TUBO DE ACERO CÉDULA 40		TUBO DE COBRE TIPO "L" RIGIDO Y FLEXIBLE		TUBO MULTICAPA <sub>1</sub> PE-Al-PE	
Mm	Pulg	Sin medidor	Con medidor	Sin medidor	Con medidor	Sin medidor	Con medidor
		Presión de servicio 2.737 kPa (0.02791 kgf/cm <sup>2</sup> )	Presión de servicio 2.86 kPa (0.02921 kgf/cm <sup>2</sup> )	Presión de servicio 2.737 kPa (0.02791 kgf/cm <sup>2</sup> )	Presión de servicio 2.86 kPa (0.02921 kgf/cm <sup>2</sup> )	Presión de servicio 2.737 kPa (0.02791 kgf/cm <sup>2</sup> )	Presión de servicio 2.86 kPa (0.02921 kgf/cm <sup>2</sup> )
9.5	3/8	2.5502	2.43710	5.0074	4.7846	2.6020	2.4866
12.7	1/2	0.79039	0.75521	1.5310	1.4629	0.74923	0.71599
19.1	3/4	0.04879	0.04662	0.06323	0.06041	0.06150	0.05877
25.4	1	0.01496	0.01430	0.01666	0.01592	0.01791	0.01712
32.0	1 1/4	0.00309	0.00295	0.00481	0.00460		
38.1	1 1/2	0.00144	0.00138	0.00202	0.00193		
50.8	2	0.00035	0.00033	0.00042	0.00041		
76.2	3	0.000041	0.000039	0.000050	0.000048		
101.6	4	0.000010	0.000009	0.000011	0.0000109		

<sub>1</sub> Fabricada de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-X-021-SCFI-2007 o la que la sustituya.

En el caso de de la presión intermedia los factores deben calcularse de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$\text{Sin medidor} \quad F_{bi} = 0.7997 F_b$$

$$\text{Con medidor} \quad F_{bi} = 0.9128 F_b$$

X.2.5.2 Para las mangueras y conectores flexibles los factores de cálculo deben obtenerse con las siguientes expresiones:

- Para el régimen de baja presión regulada.

$$F_b = \frac{1.09335}{D_a} \quad (\text{Sin medidor}) \qquad F_b = \frac{1.04485}{D_a} \quad (\text{Con medidor})$$

- Para el régimen de presión intermedia.

$$F_b = \frac{0.87186}{D_a} \quad (\text{Sin medidor}) \qquad F_b = \frac{0.84064}{D_a} \quad (\text{Con medidor})$$

El diámetro ajustado  $D_a$  se deberá calcular usando la siguiente ecuación:

$$D_a = \left( \frac{K}{1350} \right)^2 \times d^5$$

El diámetro nominal de los tubos deberá identificarse mediante el DN que le corresponda de acuerdo con la siguiente tabla:

<b>Diámetro Nominal</b>	<b>K'</b>
<b>DN</b>	
10	506
15	506
20	1 000
25	1 000
32	1 100
40	1 100
50	1 200
80	1 300
100	1 350

Gas Engineers Handbook. AGA committee. Industrial Press. 1974

### X.3 Para tuberías de servicio en alta presión regulada conduciendo gas L.P. o mezcla de aire-gas L.P.

#### X.3.2. Presión de servicio nominal para el cálculo.

X.3.2.1 Cuando la presión de servicio nominal en el régimen de alta presión regulada sea hasta 147.10 kPa (1.5 kg/cm<sup>2</sup>) no se requerirá justificarla en función de la posibilidad de condensación. En caso contrario, la máxima presión de servicio nominal permisible es la que corresponda al valor manométrico de la presión de vapor de una mezcla propano-butano en fase líquida al 50% en volumen a la menor temperatura ambiente generalmente alcanzable en el sitio geográfico donde se ubique la instalación.

#### X.3.3 Máxima caída de presión permisible.

X.3.3.1 La máxima caída de presión permisible entre el regulador de alta presión y el regulador de siguiente etapa o el aparato de consumo, según sea el caso, será aquella para la cual la presión final sea suficiente para el correcto funcionamiento de estos.

#### X.3.4 Fórmulas de cálculo.

X.3.4.1 Se permite utilizar cualquier fórmula, siempre que considere el carácter compresible del Gas L.P. y sea válida para las condiciones de diámetros, caudales y longitudes que se pretendan usar. Se debe indicar la referencia bibliográfica de la cual fue tomada.

Por ejemplo:  $H_{ai} = Q^2 \times F_{ai} \times L_c$

En donde:  $H_{ai} = (P_i^2 - P_f^2)$

$P_i$  = Presión inicial absoluta g/cm<sup>2</sup>

$P_f$  = Presión final absoluta g/cm<sup>2</sup>

- Q** = Caudal volumétrico conducido en m<sup>3</sup> estándar/h
- F<sub>ai</sub>** = Factor de cálculo de tubería en alta presión regulada
- L<sub>c</sub>** = Longitud de cálculo de la tubería en metros

### X.3.5 Factores de cálculo para la fórmula propuesta

X.3.5.1. Para las tuberías metálicas y multicapa PE-Al-PE los factores de cálculo deben obtenerse de la siguiente tabla

DIAMETRO NOMINAL		FACTOR "Fa" para gas L.P.		
DN	(pulg)	TUBO DE ACERO CÉDULA 40	TUBO DE COBRE TIPO "L"	TUBO MULTICAPA PE-AL-PE
10	3/8	1 121.504	2 202.072	1 144.270
15	1/2	347.588	673.289	329.488
20	3/4	21.456	27.806	27.045
25	1	6.580	7.326	7.877
32	1 1/4	1.359	2.115	-----
40	1 1/2	0.6328	0.8872	-----
50	2	0.1526	0.1868	-----
80	3	0.0181	0.0221	-----
100	4	0.0043	0.0050	-----

X.3.5.2 Para las mangueras, conexión integral y conexión flexible los factores de cálculo deben obtenerse con las siguientes expresiones

$$F_a = \frac{1}{0.002080Da} = \frac{480.82241}{Da}$$

Da debe calcularse como se indica en X.2.5.2

### X.4 Para tuberías con flujo de líquido por gravedad.

#### X.4.1 Máxima caída de presión permisible.

X.4.1.1 La pérdida de energía por fricción no debe ser mayor que la diferencia de nivel que exista entre los puntos inicial y final de la tubería, considerados estos a la salida del tanque y la boquilla de entrada a la bomba o vaporizador, calculada para el caudal volumétrico que circule, considerando la temperatura del lugar geográfico donde se encuentre la instalación

$$H_f \leq Z_2 - Z_1$$

- Z<sub>1</sub>** = Altura del punto inicial respecto del nivel Z = 0      Metros
- Z<sub>2</sub>** = Altura del punto final respecto del nivel Z = 0      Metros
- H<sub>f</sub>** =

### X.1.5.x.1 cuando se conduce una mezcla gas L.P. – aire.

X.3.4.1 Se permite utilizar cualquier fórmula, siempre que considere el carácter compresible de la mezcla Gas L.P. - aire y sea válida para las condiciones de diámetros, caudales y longitudes que se pretendan usar. Se debe indicar la referencia bibliográfica de la cual fue tomada.

Alternativamente puede usarse la siguiente fórmula:

$$H_{ai} = Q^2 \times F_{ai} \times L_c$$

En donde:  $H_{ai} = (P_i^2 - P_f^2)$

- $P_i$  = Presión inicial absoluta g/cm<sup>2</sup>
- $P_f$  = Presión final absoluta g/cm<sup>2</sup>
- $Q$  = Caudal volumétrico conducido en m<sup>3</sup> estándar/h
- $F_{ai}$  = Factor de cálculo de tubería en alta presión regulada
- $L_c$  = Longitud de cálculo de la tubería en metros

Deben usarse los factores que resulten de sustituir en las siguientes expresiones la densidad relativa (S) que corresponda al índice de wobbe de la mezcla.

$$F_a = K_{FA} S$$

$$S = (H_s/W)^2$$

En donde:

$K_{FA}$  = Constante para el cálculo del factor de alta presión.

$W$  = Índice de Wobbe en MJ/m<sup>3</sup>

$H_s$  = Poder calorífico superior del gas combustible en MJ/m<sup>3</sup>

Factores de alta presión para usarse en la fórmula del Dr. Pole. para el cálculo de la caída de presión porcentual cuando se conduce gas L.P. – aire.

DIAMETRO NOMINAL		FACTOR "K <sub>fa</sub> " para una mezcla gas L.P. - aire		
DN	(pulg)	TUBO DE ACERO CÉDULA 40	TUBO DE COBRE TIPO "L"	TUBO MULTICAPA PE-AL-PE
10	3/8	737.83151	1446.73141	
15	½	228.67651	442.95307	
20	¾	14.11602	18.29329	
25	1	4.32913	4.81971	
32	1 ¼	0.89431	1.39124	
40	1 ½	0.41630	0.58368	
50	2	0.10038	0.12288	
80	3	0.01189	0.01457	
100	4	0.00282	0.00330	

DURMAN SE ENCARGARÁ DE TRAER LOS DATOS PARA TUBO MULTICAPA

#### 6.2.2.4 Especificaciones de cálculo para tuberías que conducen Gas L.P. en fase líquida.

X.1.9 Para el dimensionamiento de las tuberías que conduzcan Gas L.P. en fase líquida debe usarse la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + E_w = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + H_{f_{1-2}}$$

En donde:

$Z_1$	=	Altura del punto inicial respecto del nivel $Z = 0$	metros
$Z_2$	=	Altura del punto final respecto del nivel $Z = 0$	metros
$P_1$	=	Presión inicial absoluta	kg/m <sup>2</sup>
$P_2$	=	Presión final absoluta	kg/m <sup>2</sup>
$V_1$	=	Velocidad en el punto 1 (inicial)	m/s
$V_2$	=	Velocidad en el punto 2 (final)	m/s
$g$	=	Aceleración debida a la gravedad	9.81 m/s <sup>2</sup>
$\gamma$	=	Peso específico del Gas L.P.	kg/m <sup>3</sup>
$H_f$	=	Pérdida de energía por fricción	Metros
$E_w$	=	Energía impartida al fluido por la bomba	Metros

El nivel de referencia ( $Z=0$ ) se considerara la entrada de la bomba o el vaporizador

#### X.1.1.4 Para el cálculo de la capacidad de vaporización natural.

Para los recipientes no transportables debe calcularse considerando que la fase líquida ocupa el 20% del volumen nominal del recipiente y que como máximo existe una diferencia de temperaturas entre la de esta fase y el aire ambiente de 284.25 K (11.1 °C).

Si la capacidad de vaporización natural demandada por la instalación es superior a 1.5 m<sup>3</sup>std/hr de propano esta deberá de ser suministrada mediante recipiente no transportable.

### 6. Especificaciones de los componentes de la instalación

#### 6.1 Recipientes.

##### 6.1.1 Especificaciones generales para los recipientes horizontales y verticales.

6.1.3.1 Los recipientes deben estar fabricados para contener gas L.P. conforme a las normas oficiales mexicanas vigentes en la fecha de su fabricación.

6.1.1.1 La totalidad del cuerpo del recipiente debe estar a la intemperie.

6.1.3.2 No se permite instalarse los recipientes utilizando medios de soporte diferentes a aquellos para los que fueron construidos (silletas, base de sustentación o patas).

6.1.1.2 Los recipientes y el acceso al lugar de su ubicación deben estar en el mismo predio o inmueble donde se encuentre la instalación que se abastece, el punto de transferencia o de interconexión, según sea el caso.

6.1.1.4 Los recipientes transportables o no transportables diseñados para apoyarse en patas deben colocarse directamente sobre piso firme y nivelado de material incombustible. En aquellos casos en que esta Norma lo permite, los no transportables pueden colocarse sobre plataformas o estructuras de material incombustible, cuyo diseño debe quedar sustentado en una memoria técnica debidamente sustentadas.

6.1.1.6 Las construcciones ubicadas hasta una distancia horizontal de 0.60 m del paño de los recipientes, deben ser de materiales no combustibles.

**6.1.1.9** Cuando se desee ocultar de la vista los recipientes, deberá usarse muros o mamparas. Estos deben ser de material incombustible y contar con ventilación en la parte inferior, cubrir como máximo tres lados del recipiente, no sobresalir más de 0.60 m por encima de la parte superior del recipiente.

**6.1.1.10** Cuando los recipientes queden ubicados a diferentes niveles en una estructura, deben colocarse de modo que sus proyecciones en planta no se toquen y la distancia entre las paredes de ambos recipientes sea de 1.50 m como mínimo.

**6.1.2.1** No se permite ubicarlos en cubos de luz donde existan calentadores de agua o la altura de los muros sea mayor a 2.00 m y el área del piso donde se localicen sea menor a 9.00 m<sup>2</sup>, así como tampoco en descansos de escaleras, balcones, pasillos, salidas de emergencia, marquesinas, estructuras o plataformas adosadas a muros o fachadas, o directamente bajo líneas eléctricas la cuales conduzcan una tensión mayor a 440 V.

#### **6.1.2 Especificaciones particulares para recipientes transportables.**

**6.1.2.1** Deben colocarse en forma vertical de acuerdo a su diseño. No se permite utilizarlos para extraer líquido.

**6.1.2.2** No se permite el uso de calzas para ajustar el nivel de la válvula de servicio a la salida del regulador.

**6.1.2.2** Los cubos de luz en donde se ubiquen los recipientes, deben tener acceso y mantenerse libres de materiales combustibles y no estar techados.

**6.1.2.3** No se permite que el acceso donde se ubique el recipiente sea por medio de escalera marina, de caracol o escaleras que no sean fijas y permanentes.

**6.1.2.4** El sitio donde se ubiquen los recipientes debe tener cuando menos al frente y a uno de los lados, un espacio libre mínimo de 0.60 m para permitir su intercambio.

**6.1.2.5** Cuando su colocación sea junto a pretilas, éstos deben ser de material incombustible con altura no menor de 0.60 m y el recipiente deberá quedar sujeto a los mismos con materiales no combustibles.

**6.1.2.6** Cuando, para llegar al lugar de ubicación de los recipientes, sea necesario cambiar de nivel, este cambio debe hacerse transitando por escaleras fijas e inclinadas del inmueble.

**6.1.2.7** Sólo se permite la colocación de recipientes en la azotea de edificios de cuatro niveles o menos y la capacidad del recipiente no debe de exceder de 30 kg.

**6.1.2.8** La colocación de recipientes con capacidad de 45 kg sólo se permite en planta baja

**6.1.2.9** A excepción de las instalaciones para aprovechamiento **Clase A**, el sitio para la ubicación de los recipientes debe elegirse de modo que no se requiera pasar con ellos por cocinas o por áreas destinadas al público dentro del inmueble.

**6.1.1.8** Cuando los recipientes se ubiquen en lugares donde el público pueda tener acceso a ellos, se debe contar con medios que no permitan la manipulación de su válvula de servicio. Estos medios pueden ser un gabinete de material incombustible con ventilación en la parte inferior, malla ciclónica u otros que limiten el acercamiento a los recipientes.

#### **6.1.3 Especificaciones particulares para recipientes no transportables.**

**6.1.3.1** Los recipientes no transportables deben estar contruidos conforme a las normas oficiales mexicanas NOM-012/2-SEDG-2003 y NOM-012/3-SEDG-2003 o las vigentes en la fecha de su fabricación.

**6.1.3.2** Si el recipiente no transportable tiene diez años o más de fabricado, o no presenta placa de identificación, o bien, ésta no es legible, para que pueda ser puesto o permanecer en servicio debe contar con un dictamen aprobatorio vigente que cumpla con la norma NOM-013-SEDG-2002 o la que la sustituya.

**6.1.3.3** Se considera que una placa es legible cuando pueda determinarse la fecha de fabricación, nombre del fabricante, número de serie y espesor de la placa del recipiente.

**6.1.3.4** Adicionalmente, si el recipiente pueda ser puesto o permanecer en servicio, las válvulas deben encontrarse dentro de su vida útil.

**6.1.3.5** Para que las operaciones de llenado o mantenimiento sean fáciles y seguras, el sitio donde se ubique el recipiente debe tener como mínimo 0.60 m de espacio libre alrededor del mismo.

**6.1.3.6** Cuando los recipientes en una estructura queden ubicados a diferentes niveles, deben colocarse de modo que sus proyecciones en planta no se toquen y la distancia entre las paredes de ambos recipientes sea de 1.50 m como mínimo. La capacidad de agua individual de estos recipientes no deberá exceder 5 000 L y no colocarse más de tres.

**6.1.3.X** El área, que a nivel de piso ocupe la estructura, solamente podrá colocarse material incombustible.

**6.6.1.5** Las salidas de líquido de los recipientes no transportables deben estar protegidas con válvula de exceso de flujo seguida por una válvula de cierre de operación manual.

**6.X.X.X** Todas las boquillas destinadas exclusivamente a la entrada de gas L.P. deben contar con válvula de llenado o no retroceso.

### **6.1.3 Colocación.**

**6.1.3.1** Si antes o durante la maniobra de instalación de un recipiente de almacenamiento se le causa daño, éste debe evaluarse y, en su caso, repararse sustituyendo la parte dañada, antes de poner en servicio el recipiente.

El recipiente no podrá ponerse en servicio si el resultado de la evaluación determina que el daño es inaceptable, hasta en tanto éste sea reparado.

**6.1.3.7.1** Aquellos dotados con placa de soporte, deben ser colocados sobre las bases de sustentación apoyados en esta placa.

**6.1.3.7.2** Entre la placa de soporte y la base de sustentación debe colocarse material impermeabilizante.

**6.1.3.7.3** No se permite el apoyo de estos recipientes en forma diferente a aquélla para la que fueron diseñados y construidos.

**6.1.3.7.4** Al quedar el recipiente colocado sobre sus bases de sustentación, el desnivel longitudinal máximo aceptable es de 2% de su diámetro exterior.

**6.1.3.2.2** Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento no transportables deben estar ubicadas en su parte inferior.

**6.1.3.7.5** Cuando se extraiga Gas L.P. en su fase líquida por el fondo del recipiente, para alimentar bombas o vaporizadores, éste debe quedar colocado de forma tal que entre el fondo del recipiente y el nivel de piso terminado, exista un claro mínimo de 1.00 m.

**6.1.3.7.6** Para recipientes diseñados para apoyarse en patas, con capacidad de agua de 2 000 L o mayor, cuando no exista salida por el fondo o no se utilice, el claro mínimo entre el fondo del recipiente y el nivel de piso terminado, será de 0.20 m mediante dalas o dados de concreto armado, con una área no menor al ancho de la pata. Para recipientes con capacidad menor a 2 000 L no existe requisito de distancia mínima.

**6.1.3.7.7** Para recipientes interconectados por el fondo, el claro mínimo debe ser de 0.30 m.

**6.1.3.7.7** Cuando el recipiente cuente con patas y se encuentre sobre una estructura, cuando menos dos de las cuatro patas del recipiente deben sujetarse a ésta, mediante unión atornillada de cuando menos 0.0127 m, y los barrenos deben ser ovalados o circulares holgados. Las patas fijas deben quedar en el mismo extremo de una de las cabezas.

**6.1.3.7.8** No se permite soldar ninguna de las patas del recipiente a la base de sustentación.

**6.1.3.7.9** Debe existir un acceso seguro hacia los controles del recipiente. Si se usan escaleras y pasarelas, éstas deben ser fijas y de material no combustible.

**6.1.3.7.12** Cuando el recipiente se encuentre colocado sobre una estructura, debe existir una distancia mínima de 2.00 m entre la estructura y las líneas eléctricas de alta tensión (23000 V).

**6.1.3.7.13** Se permite que el acceso al recipiente por medio de escaleras que no sean permanentes.

**6.1.3.8** Requisitos para los recipientes trampa.

**6.1.3.8.1** Su uso es decisión del diseñador de la instalación.

**6.1.3.8.2** Deben cumplir con las especificaciones del apartado 6.1.3.

**6.1.3.8.3** No se permite el uso de recipientes transportables.

**6.1.3.8.4** Las tuberías deben conectarse al recipiente por medio de coples. No se permite soldarlas directamente al cuerpo del recipiente.

**6.1.3.8.5** Debe contar como mínimo con:

- a) Cople para drenado equipado con válvula de exceso de flujo seguida de una válvula de bloqueo y un tapón metálico de acero
- b) Válvula de máximo llenado calibrada máximo al 50 %
- c) Indicador magnético de nivel
- d) Válvula de relevo de presión que cumpla con los requerimientos de la norma de fabricación del recipiente.
- e) Manómetro con un intervalo mínimo de lectura de 0 a 2,059 MPa (0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.1.3.7.5** El cople para drene debe quedar colocado en el fondo del recipiente. Éste debe quedar colocado de forma tal que entre el fondo del recipiente y el nivel de piso terminado exista un claro mínimo de 0.30 m.

**6.1.3.7.5** Aquellos coples que no se usen pueden quedar taponados usando tapón macho de acero. No se permiten taponados de hierro fundido.

#### **6.1.3.8 Bases de sustentación para los recipientes.**

**6.1.3.8.1** Las bases de sustentación deben ser construidas con materiales metálicos o concreto armado.

**6.1.3.8.1** Las bases de sustentación deben permitir libremente los movimientos de expansión y contracción térmica del recipiente. Cuando el recipiente cuente con silleta metálica, una de éstas deberá sujetarse a la base mediante unión atornillada, y los barrenos deben ser ovalados o circulares holgados.

**6.1.3.8.2** El diseño y construcción de las bases de sustentación para recipientes con capacidad igual o superior a 7 500 L de agua, debe realizarse de acuerdo a los resultados de la mecánica de suelos del lugar donde se instale el tanque y que el recipiente estará totalmente lleno con un Gas L.P. cuya densidad es de 0.6 kg/L. En ausencia de la mecánica de suelos, se debe considerar que el terreno tiene una resistencia de 5.00 ton/m<sup>2</sup>.

#### **6.1.3 De los recipientes verticales.**

**6.1.3.1** El recipiente debe haber sido diseñado y construido para este tipo de colocación.

**6.1.3.2** La estructura de soporte del recipiente debe ser mediante faldón o patas y estar calculada.

**6.1.3.3** La estructura metálica que soporta al recipiente (faldón o patas) debe anclarse a una base de concreto armado (reforzado).

**6.1.3.4** En caso de que el recipiente cuente con patas, deben usarse los refuerzos apropiados para soportar los esfuerzos compresivos, a tensión y cortantes, que debido a la excentricidad de este tipo de soporte se inducen en la pared del recipiente.

**6.1.3.5** La estructura de soporte debe estar soldada al recipiente.

**6.1.3.6** Para el cálculo de la carga máxima que deben soportar los pernos de anclaje, debe considerarse la tara del recipiente, el peso de su contenido, el esfuerzo por viento y el esfuerzo por sismo.

#### **6.1.3.9 Interconexión de recipientes.**

**6.1.3.9.1** No se permite la interconexión que permita el paso de fase líquida entre:

- a) Recipientes verticales y horizontales.
- b) Recipientes transportables y no transportables.
- c) Recipientes colocados a niveles diferentes.

**6.1.3.9.2** Cuando se requiera la interconexión de dos o más recipientes por su zona de vapor, ésta debe hacerse mediante un tubo rígido de acero al carbono cédula 40 como mínimo, o de cobre rígido Tipo "L", colocando válvulas de cierre que permitan la desconexión individual de alguno de los recipientes sin interrumpir el servicio.

**6.1.3.9.3** Las interconexiones en la parte superior e inferior del recipiente no transportable deben hacerse en coples expresamente destinados para ellas, en los cuales deberá colocarse una válvula automática de exceso de flujo o una de retorno de vapor, seguida en el sentido de su cierre de una válvula de cierre manual de cuando menos el mismo diámetro nominal que la automática que la precede; o también se puede utilizar una válvula interna que incluya de fábrica esas dos funciones.

**6.1.3.9.4** En el caso de interconectar dos o más recipientes no transportables de modo que la fase líquida del Gas L.P. pueda pasar de uno a otro, dicha interconexión debe hacerse por el fondo, y los domos de los recipientes quedar nivelados con una tolerancia máxima de 2% del diámetro exterior del recipiente de menor capacidad. Los recipientes así interconectados deberán contar con línea de igualación de presiones por su zona de vapor.

**6.1.3.4** Solo se permite reemplazar la válvula de servicio cuando el indicador de máximo llenado permisible sea un elemento independiente.

#### **6.1.3.10 Valoración de recipientes no transportables.**

**6.1.3.10.1** Todas las válvulas conectadas directamente al recipiente, deben contar con marca del fabricante y fecha de fabricación legibles.

**6.1.3.10.2** Para que los recipientes no transportables puedan ser puestos o continuar en servicio, las válvulas conectadas directamente al recipiente no deben tener más de 5 años de instaladas y no más de 7 años a partir de la fecha de fabricación marcada en la válvula.

#### **6.1.3.10 Válvulas de alivio de presión.**

**6.1.3.10.3** En todos los casos, el recipiente debe contar con válvula de máximo llenado y válvulas de alivio de presión.

La capacidad de descarga requerida debe ser la que resulte de aplicar la fórmula:

$$Q = 10.6582 \times S^{0.82}$$

en donde:

Q = Capacidad de descarga requerida, en m<sup>3</sup> (estándar de aire) por minuto.

S = Superficie total del recipiente, en m<sup>2</sup>

a) Superficie del recipiente

a1) Recipiente con cabezas semiesféricas:

$$S = L \times D \times 3.1416$$

a2) Recipiente con otro tipo de cabezas:

$$S = (L+0.3D) \times D \times 3.1416$$

en donde:

L = Longitud total del recipiente incluyendo cabezas, en metros.

D = Diámetro exterior, en metros.

S = Superficie total del recipiente, en m<sup>2</sup>

#### **6.1.3.2.10.1 Tubos de descarga.**

Las válvulas de relevo de presión con capacidad de descarga mayor de 62,5 m<sup>3</sup> de aire estándar por minuto, deben tener tubos metálicos de descarga, con una longitud mínima de 2,00 m, colocados verticalmente.

Los tubos deben ser de cédula menor a la 40, con o sin costura y colocarse roscados directamente a la válvula o mediante un adaptador.

Cuando la rosca en la válvula o en el adaptador esté colocada en el diámetro interior, el diámetro exterior del tubo de descarga debe ser igual al interior de la descarga de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.

Cuando la rosca en la válvula o en el adaptador esté colocada en el diámetro exterior, el diámetro interior del tubo de descarga debe ser igual al exterior de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.

#### **6.1.3.2.10.2 Punto de fractura.**

Si la válvula de relevo de presión donde se coloca el tubo de descarga no cuenta de fábrica con un punto de fractura, éste debe hacerse sobre el propio tubo, en una distancia no mayor de 0,10 m de la válvula, donde su desprendimiento no obstruya el funcionamiento de la misma.

### **6.1.3. Pintura y letreros en los recipientes no transportables.**

**6.1.3.1** Deben estar pintados de color blanco.

**6.1.3.2** En aquellos recipientes con capacidad de agua mayor a 5 000 L, es optativo pintar en cada uno de los casquetes un círculo rojo de la tercera parte del diámetro del recipiente con una tolerancia de 0.05 m.

**6.1.3.3** En aquellos recipientes con capacidad de agua mayor a 5 000 L, se debe marcar, en caracteres de colores distintivos no menores de 0.15 m, la capacidad de agua.

### **6.1.4 Escaleras y pasarelas en los recipientes no transportables.**

**6.1.3.1** Para facilitar la lectura de los instrumentos de medición de indicación local de los recipientes no transportables con capacidad de agua mayor a 5000 litros, se debe contar con escalera(s) fija(s) de material incombustible, individual o terminada en pasarela. Si se tienen dos o más recipientes colocados en batería, la pasarela puede extenderse de forma que permita el tránsito entre ellos.

**6.1.3.2** Para el acceso a la parte superior de los recipientes con capacidad de agua mayor a 5000 litros, se debe contar con una escalera terminada en pasarela, construida con material incombustible, colocada de forma fija y permanente.

**6.1.3.3** Entre la pasarela y las válvulas de relevo de presión o sus tubos de desfogue, debe existir un claro perimetral mínimo de 0.20 m, medidos en el plano horizontal.

**6.1.3.4** Si se tienen dos o más recipientes colocados en batería, la pasarela puede extenderse de forma que permita el tránsito entre ellos.

**6.1.3.5** Si el recipiente es vertical la escalera debe alcanzar todos los dispositivos de medición.

## **6.2 Tuberías.**

### **6.2.1 Equivalencias.**

Para efectos de la designación de las tuberías metálicas en los planos y memorias debe usarse el DN que corresponda de acuerdo con la siguiente tabla:

<b>NPS</b>	<b>DN</b>
¼	8
3/8	10
1/2	15
3/4	20
1	25
1 1/4	32
1 1/2	40
2	50
2 1/2	65
3	80
4	100
6	150
8	200

### **6.2.1 Clasificación.**

Las tuberías de una instalación Gas L.P. se clasifican de la siguiente manera:

**a) Que conducen Gas L.P. en fase líquida.**

A su vez estas se dividen en

- a1). De llenado.
- a2). De igualación de niveles.
- a3). De alimentación a vaporizadores.
- a4). De alimentación a bomba.
- a5). De trasiego de fase líquida impulsada por fase vapor proveniente de un compresor.

**b) Que conducen Gas L.P. en fase vapor.**

A su vez estas se dividen en

- b1). De servicio que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. a presión regulada.
  - b1.1) Que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. en alta presión regulada.
  - b1.2) Que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. en media presión regulada.
  - b1.3) Que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. en baja presión regulada.
- b2). Que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. en alta presión no regulada.
  - b2.1) Para igualación de presión.
  - b2.2) De entrada o salida de un compresor.
- b3). Que conducen Gas L.P. o mezcla aire-gas L.P. en alta presión regulada para alimentar una red de abastecimiento.
- b4). Que conducen mezcla aire-gas LP en alta presión regulada para alimentar una tubería de servicio de gas natural.

**6.2.1 Presión de diseño para seleccionar la tubería y conexiones**

De acuerdo con la fase en la que conducen al Gas LP y a su presión de operación. las tuberías se clasifican en las siguientes divisiones:

División	Fase del GLP	Presión de operación manométrica
A	Líquido o vapor	Mayor que la presión de vapor que exista en el recipiente
B	Líquido	Hasta la presión de vapor que exista en el recipiente
C	Vapor	Mayor a 0.8618 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> )
D	Vapor	Hasta 0.8618 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> )

**6.2.2 Temperatura de trabajo para seleccionar la tubería y conexiones**

**6.2.2.1** Las conexiones deben ser adecuadas para cuando menos las presiones de trabajo indicadas en la siguiente tabla de acuerdo a la división a la que pertenezca la tubería en la que se coloquen, considerando una temperatura hasta de 338.15 K (65 °C), con excepción de las colocadas a la salida de un vaporizador, las cuales deben ser adecuadas para una temperatura de hasta 348.15 K (75 °C).

División	Presión de trabajo manométrica
A	2.4133 MPa (24.61 kg/cm <sup>2</sup> )
B y C	1.7238 MPa (17.58 kg/cm <sup>2</sup> )
D	0.8618 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> )

**6.2.2.2** El cumplimiento de los requisitos del numeral anterior para las conexiones roscadas, soldables o bridas de acero al carbono e inoxidable debe establecerse según los requisitos de los documentos del apéndice que aplique.

**6.2.2.3** Las conexiones de cobre y latón soldables deben cumplir con los siguientes requisitos:

Materiales de unión	Presión máxima de trabajo

DN	MPa			
	8 a 15 (1/8" a 1")	32 a 50 (1 1/4" a 2)	65 a 100 (2 1/2" a 4")	150 a 200 (5" a 8")
Soldadura 50 – 50 Estaño – plomo	Sólo División D	Sólo División D	No se permite para ninguna división	No se permite para ninguna división
Soldadura 95 – 5 Estaño – antimonio	Se permite para todas las divisiones	Se permite para todas las divisiones	Se permite para todas las divisiones	Se permite para todas las divisiones
Soldadura Plata o Latón	Se permite para todas las divisiones	Se permite para todas las divisiones	Se permite para todas las divisiones	Se permite para todas las divisiones

**6.2.2.4** Las conexiones integrales (cola de cochino), por trabajar en un régimen de alta presión no regulada, el ensamble debe resistir al menos una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) y los componentes no metálicos expuestos deberán contar con protección ultravioleta.

**6.2.2.5** Las conexiones flexibles (rizo) por trabajar en un régimen de presión regulada, el ensamble debe resistir al menos una presión de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C). Para el caso de que éste sea metálico se puede fabricar en campo con tubería de cobre flexible tipo L con conexiones con abocinado invertido a 45° en los extremos y el no metálico deberá ser ensamblado de fábrica.

### 6.2.2. Materiales

Las tuberías rígidas deben ser de acero al carbono sin costura, negras o galvanizadas, cobre tipo L o K, acero inoxidable, polietileno de alta densidad o PE-Al-PE y cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas que se listan en el apartado correspondiente. No se permite el uso de tubería ni conexiones de hierro fundido.

Las conexiones deben ser de acero, bronce, cobre, acero inoxidable, latón, hierro maleable, hierro dúctil o polietileno.

**6.2.2.1** Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P., y no se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador.

**6.2.2.2** No se permite el uso de tubería ni de conexiones de CPVC o aquellas unidas por adhesivo o unión química.

### 6.2.x. Forma de unión.

Las uniones y cambios de dirección en las tuberías de acero al carbono, acero inoxidable o polietileno de mediana o alta densidad deben hacerse mediante conexiones. No se permite efectuar dobleces.

Las uniones en las tuberías de acero al carbono, acero inoxidable se aceptan mediante válvulas o accesorios soldadas por arco eléctrico, roscadas o bridadas. Las uniones en las tuberías de polietileno de mediana o alta densidad sólo se aceptan mediante electro o termo fusión.

Las uniones de las tuberías de PE-Al-PE deben hacerse mediante conexiones de latón para anillo de compresión. Se permiten los cambios de dirección mediante doblez de hasta un radio de cinco veces su diámetro exterior, de acuerdo a la siguiente tabla.

DN	Diámetro Nominal	Radio mínimo (mm)
10	1216	80
15	1620	100
20	2025	125
25	2532	160

Las uniones de las tuberías de cobre rígido deben hacerse mediante conexiones de cobre, bronce o latón, soldadas por capilaridad. Sólo se permiten dobleces suaves que no tenga por objeto sustituir una conexión.

Las uniones de las tuberías de cobre flexible deben hacerse mediante conexiones avellanadas de cobre, bronce o latón.

6.2.x. Espesores mínimos de la tubería.

En las tuberías de acero al carbono o acero inoxidable la menor cédula de la tubería queda determinada por el tipo de unión tubería-conexión de que se trate de acuerdo con la siguiente tabla:

División	Cédula 40 o 40S	Cédula 80 u 80S	
A	Soldada por arco eléctrico	Roscada o soldada por arco eléctrico	
B		Roscada o soldada por arco eléctrico	
C			
D	Roscada o soldada por arco eléctrico		

6.X.X Para la tubería de llenado se permite tubería de cobre tipo L o K.

6.X.X Para la tubería de llenado no se permite tubería no metálica.

División	Acero al carbono y acero inoxidable	Cobre Tipo L o K	PE-AL-PE
A	Sí	Sólo en la tubería de llenado	No
B	Sí	No	No
C	Sí	Sí	Sí
D	Sí	Sí	Sí

6.2.3 Requisitos para los materiales de tuberías, conexiones y uniones flexibles.

6.X.X.X.X Normas que deben de cumplir.

Tabla X.-----

CONEXIÓN	NORMA	TÍTULO
Tubo de cobre	NMX-W-018-SCFI-2006	Productos de cobre y sus aleaciones – Tubos de cobre sin costura para conducción de fluidos a presión – especificaciones y métodos de prueba
Cobre soldable	NMX-W-101/1-SCFI-2004	Productos de Cobre y sus aleaciones – Conexiones de cobre soldables – Especificaciones y Métodos de Prueba
Latón soldable	NMX-W-101/2-SCFI-2004	Productos de Cobre y sus aleaciones – Conexiones soldables de Latón – Especificaciones y Métodos de

CONEXIÓN	NORMA	TÍTULO
		Prueba
Latón abocinado y roscadas	NMX-X-002/1-1996	Productos de Cobre y sus aleaciones – Conexiones de Latón roscadas y con abocinado a 45° – Especificaciones y Métodos de Prueba
Conexión integral	NOM-018/3-vigente	
Tubo multicapa PE-AL-PE	NMX-X-021-SCFI-2007	Industria del gas – Tubos Multicapa de polietileno-Aluminio-Polietileno (PE-AL-PE) para la conducción de gas Natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP)- Especificaciones y métodos de ensayo.
Conexiones a compresión		

X.X.X Selladores.

6.2.3.3.5 Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P., y no se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador.

6.2.3.1.6 No se permite el uso de ningún sellador en uniones bridadas o abocinadas.

SÍMBOLO	MATERIAL
A	6.2.3.1.1 Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre, bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón o como mínimo de estaño-plomo 50/50 sin centro de resina.
B	6.2.3.1.2 Tuberías de cobre flexible Tipo "L" con conexiones de cobre o latón roscadas y con abocinado a 45°. Para este último tipo de conexiones no se permite el uso de sellador.
C	6.2.3.1.2 Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas. Debe cumplir con el inciso C del Apéndice o con la norma NMX-B-010-1986, o la que la sustituya.
D	6.2.3.1.5 Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable, adecuadas para cuando menos una presión de 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.7).
E	6.2.3.1.7 Las conexiones soldables por arco eléctrico deben ser de acero cédula 40, como mínimo, y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).
F	6.2.3.1.8 Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero, adecuadas para una presión de cuando menos 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C) los pernos o espárragos pueden ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.
G	6.2.3.1.9 Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., preferentemente contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C), o en combinación de otros materiales confinados con estos metales. Aquellos empaques que cumpliendo la resistencia al gas L.P. en el catálogo del fabricante se indiquen adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de cuando menos 573.15 K (300 °C), se consideran adecuados.
H	6.2.4.1 Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65

SÍMBOLO	MATERIAL
	°C). Sus empaques o sellos deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P.
I	6.2.3.1.3 Tubería de polietileno de mediana o alta densidad, fabricadas específicamente para conducir Gas L.P. Sus accesorios y conexiones deben ser compatibles y unidos mediante termofusión o electrofusión. Debe cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002.
J	6.2.3.1.4 Tubería Multicapa PE-Al-PE con conexiones de latón mediante sistema a compresión. La conexión debe contar con anillo de protección contra el par galvánico, así como con arosello. Debe cumplir con la norma NMX-X-021-SCFI-2007 o la que la sustituya.
K	6.2.3.3.1 Mangueras para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles a una presión de operación mínima de 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud.
L	6.2.3.1.11 Mangueras termoplásticas de polietileno o buna-n cuya presión mínima de diseño sea de 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) no mayores de 1.70 m de longitud.
M	6.2.3.1.12 El uso de mangueras de látex únicamente se permite para la conexión de mecheros Bunsen o Mecker en laboratorios.
N	6.2.3.1.12 Conectores flexibles de acero o manguera para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, para una presión de operación mínima de 2.41 MPa (24.61 kg/cm <sup>2</sup> ), no mayores de 1.70 m de longitud. Para los conectores a base de manguera sólo se permite las abrazaderas tipo BOSS.
O	6.2.3.1.13 Conexiones flexibles con longitud máxima de 1.50 m.
P	6.2.3.2.1 Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre, bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón, plata o como mínimo de estaño-plomo, estaño-antimonio 95/5.
Q	6.2.2.3 Conexiones metálicas con espiga escalonada para la fijación a mangueras termoplásticas de polietileno o buna-n cuya presión mínima de diseño sea de 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) no mayores de 1.70 m de longitud, mediante abrazaderas con apriete por tornillo.
R	6.2.3.1.13 Conexiones flexibles a base de buna-n (hule nitrilo) con longitud máxima de 1.50 m para una presión de operación no menor de 0.86 MPa (8.79 kg/cm <sup>2</sup> ) adecuados para una temperatura de 338.15 K (65 °C) con conexiones ensamblados de fábrica.
S	6.2.4.1 Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, cobre, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.7238 MPa (17.58 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65 °C).
T	6.2.3.1.5 Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable, adecuadas para una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.7).
U	6.2.3.1.7 Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40, como mínimo, y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).
V	6.2.3.1.8 Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas, para cuando menos una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C) los pernos o espárragos, pueden ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.
W	6.2.3.1.2 Tubería de acero negro cédula 40 o mayor, sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas.
X	6.2.4.1 Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, cobre, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.7238 MPa (17.58 kg/cm <sup>2</sup> ) a una temperatura de 363.15 K (90 °C).

Símbolo	Baja presión regulada	Media presión regulada	Alta presión regulada		Alta presión no regulada		
			Vaporización natural	Vaporización artificial	Vaporización natural	Vaporización artificial	
						≤ 5 m	> 5 m
A	Si	Si	No	No	No	No	
B	Si	Si	Si		Si	No	
C	Si	Si	Si	Si	No	No	No
D	Si	Si	Si		No	No	No
E	Si	Si	Si		Si	Si	Si
F	Si	Si	Si		No	No	No
G	Si	Si	Si		Si	Si	Si
H	Si	Si	Si		No	No	No
I	Si	Si	Si		No	No	No
J	Si	Si	Si		No	No	No
K	Si	Si	Si		No	No	No
L	Si	Si	Si		No	No	No
M	Si	No	No		No	No	No
N	Si	Si	Si		Si	Si	Si
O	Si	Si	Si		No	No	No
P	Si	Si	Si		Si	No	Si
Q	Si	Si	Si		No	No	No
R	Si	Si	Si		No	No	No
S	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
T	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
U	Si	Si	Si	Si	Si		
V	Si	Si	Si	Si	Si		
W	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
X						Si	Si

**6.2.3.1** Especificaciones para conducir Gas L.P. o mezcla aire-Gas L.P. en baja presión regulada.

**6.2.3.1.1** Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre, bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón o como mínimo de estaño-plomo 50/50 sin centro de resina.

**6.2.3.1.2** Tuberías de cobre flexible Tipo "L" con conexiones de cobre o latón roscadas y con abocinado a 45°. Para este último tipo de conexiones no se permite el uso de sellador.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas. Debe cumplir con el inciso C del Apéndice o con la norma NMX-B-010-1986, o la que la sustituya.

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable, adecuadas para cuando menos una presión de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40, como mínimo, y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero, adecuadas para una presión de cuando menos 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C) los pernos o espárragos pueden ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**6.2.3.1.9** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., preferentemente contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C), o en combinación de otros materiales confinados con estos metales. Aquellos empaques que cumpliendo la resistencia al gas L.P. en el catálogo del fabricante se indiquen adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de cuando menos 573.15 K (300 °C), se consideran adecuados.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C). Sus empaques o sellos deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P.

**6.2.3.1.3** Tubería de polietileno de mediana o alta densidad, fabricadas específicamente para conducir Gas L.P. Sus accesorios y conexiones deben ser compatibles y unidos mediante termofusión o electrofusión. Debe cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002.

**6.2.3.1.4** Tubería Multicapa PE-Al-PE con conexiones de latón mediante sistema a compresión. La conexión debe contar con anillo de protección contra el par galvánico, así como con arosello. Debe cumplir con la norma NMX-X-021-SCFI-2007 o la que la sustituya.

**6.2.3.3.1** Mangueras para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles a una presión de operación mínima de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud.

**6.2.3.1.11** Mangueras termoplásticas de polietileno, PVC o buna-n cuya presión mínima de diseño sea de 0.49 MPa (4.99 kg/cm<sup>2</sup>) no mayores de 1.70 m de longitud.

**6.2.3.1.12** El uso de mangueras de látex únicamente se permite para la conexión de mecheros Bunsen o Mecker en laboratorios.

**6.2.3.1.12** Conectores flexibles de acero o manguera para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, para una presión de operación mínima de 2.41 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>), no mayores de 1.70 m de longitud. Para los conectores a base de manguera sólo se permite las abrazaderas tipo BOSS.

**6.2.3.1.13** Conexiones flexibles a base de hule nitrilo o buna-n con longitud máxima de 1.50 m para una presión de operación no menor de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) con conexiones ensamblados de fábrica.

### **6.2.3.1 Especificaciones para conducir Gas L.P. o mezcla Gas L.P.-aire en alta presión regulada.**

#### **X.X.X.X Vapor proveniente de un recipiente de almacenamiento (vaporización natural).**

**6.2.3.2.1** Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre, bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón, plata o como mínimo de estaño-plomo, estaño-antimonio 95/5.

**6.2.3.1.2** Tuberías de cobre flexible Tipo "L" con conexiones de cobre o latón roscadas y con abocinado a 45°. Para este último tipo de conexiones no se permite el uso de sellador.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas.

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable, adecuadas para una presión de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40 como mínimo y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas para cuando menos una presión de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado

que la temperatura de operación es inferior a 200 °C los pernos o espárragos deben ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**6.2.3.1.9** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., preferentemente contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C), o en combinación de otros materiales confinados con estos metales. Aquellos empaques que cumpliendo la resistencia al gas L.P. en el catálogo del fabricante se indiquen adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de cuando menos 573.15 K (300 °C), se consideran adecuados.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, cobre, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 65 °C.

**6.2.3.2.4** Tubería de polietileno de mediana o alta densidad, fabricadas específicamente para conducir Gas L.P. de acuerdo con la Norma vigente. Sus accesorios y conexiones deben ser compatibles y unidos mediante termofusión, electrofusión. Debe cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002 o la que la sustituya.

**6.2.3.2.6** Tubería Multicapa PE-Al-PE con conexiones de latón mediante sistema a compresión. La conexión debe contar con anillo de protección contra el par galvánico, así como con arosello. Debe cumplir con la norma NMX-X-021-SCFI-2007 o la que la sustituya.

**6.2.3.3.1** Mangueras para gas L.P. con por lo menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles a una presión de operación mínima de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud, conforme a la NMX-X-029/1-SCFI-2005 o la que la sustituya.

**6.2.3.1.11** Mangueras termoplásticas de polietileno, PVC o buna-n cuya presión mínima de diseño sea de 0.49 MPa (4.99 kg/cm<sup>2</sup>) no mayores de 1.70 m de longitud.

**6.2.3.1.12** Se prohíbe el uso de mangueras de látex.

**6.2.3.1.12** Conectores flexibles de acero o manguera para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, para una presión de operación mínima de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>), no mayores de 1.70 m de longitud. Para los conectores a base de manguera sólo se permite las abrazaderas tipo BOSS.

**6.2.3.1.13** Conexiones flexibles a base de buna-n (hule nitrilo) con longitud máxima de 1.50 m para una presión de operación no menor de 0.86 MPa (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) adecuados para una temperatura de 338.15 K (65 °C) con conexiones ensamblados de fábrica.

**6.2.3.1** Especificaciones para conducir Gas L.P. en fase vapor en alta presión no regulada.

**X.X.X.X** Vapor proveniente de un recipiente de almacenamiento (vaporización natural).

**6.2.3.2.1** Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre, bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón, plata o como mínimo de estaño-plomo, estaño-antimonio 95/5.

**6.2.3.1.2** Tuberías de cobre flexible Tipo "L" con conexiones de cobre o latón roscadas y con abocinado a 45°. Para este último tipo de conexiones no se permite el uso de sellador.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas.

**6.2.3.2.4** Tubería de polietileno de mediana o alta densidad, fabricadas específicamente para conducir Gas L.P. de acuerdo con la Norma vigente. Sus accesorios y conexiones deben ser compatibles y unidos mediante termofusión, electrofusión, debe cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002 o la que la sustituya.

**6.2.3.2.6** Tubería Multicapa PE-Al-PE con conexiones de latón mediante sistema a compresión. La conexión debe contar con anillo de protección contra el par galvánico, así como con arosello. Debe cumplir con la norma NMX-X-021-SCFI-2007 o la que la sustituya.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, cobre, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C).

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable, adecuadas para una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40, como mínimo, y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas, para cuando menos una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C) los pernos o espárragos, pueden ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**6.2.3.1.9** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., preferentemente contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C), o en combinación de otros materiales confinados con estos metales. Aquellos empaques que cumpliendo la resistencia al gas L.P. en el catálogo del fabricante se indiquen adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de cuando menos 573.15 K (300 °C), se consideran adecuados.

**6.2.3.3.1** Mangueras para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles a una presión de operación mínima de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud.

**6.2.3.1.12** Conectores flexibles de acero o manguera para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, para una presión de operación mínima de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud. Para los conectores a base de manguera sólo se permite las abrazaderas tipo BOSS.

**6.2.3.1.13** Conexiones flexibles a base de hule nitrilo o buna-n con longitud máxima de 1.50 m para una presión de operación no menor de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) con conexiones ensamblados de fábrica.

**6.2.3.1.6** Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P., y no se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador.

**6.2.3.1.7** No se permite el uso de tubería ni de conexiones de CPVC o aquellas unidas por adhesivo o unión química.

#### **X.X.X.X Vapor proveniente de un vaporizador (vaporización artificial).**

**6.2.3.1.2** En una longitud hasta 5.0 m (no necesariamente en línea recta) a partir de la salida del vaporizador se debe cumplir con lo siguiente. Después de este punto la tubería puede cumplir con el apartado anterior.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro cédula 40 o mayor, sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas.

**6.2.3.1.2** Las tuberías utilizadas en el sistema de trasiego deben ser de acero al carbono y sin costura, deben cumplir con el inciso C del apéndice o la NMX-B-010-1986, o la que la sustituya. Pueden ser roscadas o soldadas.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, cobre, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 363.15 K (90 °C).

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable adecuadas para una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 363.15 K (90 °C) (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40, como mínimo, y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas para una presión de 1.7238 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 363.15 K (90 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C) los pernos o espárragos, pueden ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**6.2.3.1.9** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C), o en combinación de otros materiales confinados con estos metales.

**6.2.3.1.6** Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P., y no se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador. Aquellos selladores que cumpliendo la resistencia al gas L.P. en el catálogo del fabricante se indiquen adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de cuando menos 473.15 K (200 °C), se consideran adecuados.

**6.2.3.1.7** No se permite el uso de tubería ni de conexiones de CPVC o aquellas unidas por adhesivo o unión química.

**X.X.X.X** No se permite el uso de tubería de cobre rígida ni flexible.

**6.2.3.3** Especificaciones para conducir Gas L.P. o mezcla aire-Gas L.P. en alta presión no regulada.

**X.X.X.X** Vapor proveniente de un compresor.

**6.2.3.2.1** Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre, bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón, plata o como mínimo de estaño-plomo, estaño-antimonio 95/5.

**6.2.3.1.2** Tuberías de cobre flexible Tipo "L" con conexiones de cobre o latón roscadas y con abocinado a 45°. Para este último tipo de conexiones no se permite el uso de sellador.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura y con conexiones roscadas, soldadas por arco eléctrico o bridadas.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero, hierro dúctil, hierro maleable, cobre, bronce o latón, adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4133 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C).

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable, adecuadas para una presión de 2.4133 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40, como mínimo, y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas, para cuando menos una presión de 2.4133 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C) (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C) los pernos o espárragos, pueden ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**6.2.3.1.9** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., preferentemente construidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C), o en combinación de otros materiales confinados con estos metales.

**6.2.3.3.1** Mangueras para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles a una presión de operación mínima de 2.4133 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud.

**6.2.3.1.12** Conectores flexibles de acero o manguera para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, para una presión de operación mínima de 2.4133 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 338.15 K (65 °C), no mayores de 1.70 m de longitud. Para los conectores a base de manguera sólo se permite las abrazaderas tipo BOSS.

**6.2.3.1.6** Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P., y no se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador.

**6.2.3.1.7** No se permite el uso de tubería ni de conexiones de CPVC o aquellas unidas por adhesivo o unión química.

-----  
**X.X.X.X.X** Conexión Integral Flexible a base de hule neopreno o buna-n con longitud máxima de 150 cm con una presión de diseño no menor de 1.72 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) con conexiones ensamblados de fábrica.

**6.2.3.3.5** Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P.

**6.2.3.1.6** No se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador de las uniones roscadas.

**X.X.X Vapor proveniente de un vaporizador (vaporización artificial).**

**6.2.3.1.2** En una longitud no menor a 3.0 m (no necesariamente en línea recta) se debe cumplir con lo siguiente.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor. con o sin costura y con conexiones roscadas. soldadas por arco eléctrico o bridadas.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero. hierro dúctil. hierro maleable. cobre. bronce o latón. adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.72 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 90 °C.

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable adecuadas para una presión de 1.72 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 90 °C (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40. como mínimo. y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas para una presión de 1.72 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 90 °C (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 200 °C los pernos o espárragos. deben ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**6.2.3.1.9** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P.. construidos de metal o cualquier otro material adecuado. con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C).

**6.2.3.1.12** Conectores flexibles de acero. para una presión de operación mínima de 1.72 MPa (17.58 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor de 90 °C. no mayores de 1.70 m de longitud.

**6.2.3.3.5** Las conexiones roscadas deben ser selladas mediante productos resistentes a la acción del Gas L.P.

**6.2.3.1.6** No se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador de las uniones roscadas.

**6.2.3.1.7** No se permite tubería unida por medio de adhesivos.

**6.2.3.3** Especificaciones para conducir Gas L.P. en fase líquida.

**6.2.3.1.1** Tuberías de cobre rígido tipo "L" o tipo "K" con conexiones de cobre. bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón. plata o como mínimo de estaño-plomo. o estaño-antimonio 95/05.

**6.2.3.1.2** Tubería de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor. con o sin costura y con conexiones roscadas. soldadas por arco eléctrico o bridadas.

**6.2.3.1.5** Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable adecuadas para una presión de 2.41 MPa a una temperatura de 65 °C (ver apartado 14.7).

**6.2.3.1.7** Las conexiones soldables deben ser de acero cédula 40. como mínimo. y unidas mediante soldadura de arco eléctrico (ver apartado 14.8).

**6.2.3.1.8** Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero adecuadas para una presión de 2.41 MPa (24.61 kgf/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 65 °C (ver apartado 14.9 y 14.10). Dado que la temperatura de operación es inferior a 200 °C los pernos o espárragos (birlos) deben ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.

**X.X.X** Los empaques deben ser resistentes al Gas L.P. y adecuadas para la presión y temperatura de operación que le corresponde.

**6.2.3.1.1** Tuberías de cobre rígido Tipo "L" con conexiones de cobre. bronce o latón unidas mediante soldadura por capilaridad de latón. plata o como mínimo de estaño-plomo. estaño-antimonio 95/5.

**6.2.3.4.6** No se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador.

**6.2.4 Especificaciones para los materiales de las válvulas de acción manual.**

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero. hierro dúctil. hierro maleable o bronce.

**6.2.4.2** Las usadas en las tuberías que conducen Gas L.P. líquido deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.41 MPa (24.61 kgf/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 65 C (las válvulas 400 WOG cumplen con esta condición). y las bridadas deben ser con bridas Clase 300 como mínimo.

**6.2.4.3** Las válvulas que se usen en tuberías que conduzcan Gas L.P. en su fase de vapor a presiones que no excedan 0.86 MPa (8.79 kgf/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 65 C. deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 0.86 MPa (8.79 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.2.4.4** Las válvulas que se usen en tuberías que conducen Gas L.P. en fase vapor en alta presión no regulada. deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.72 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>) (las válvulas 400 WOG cumplen con esta condición).

**X.X.X** Los empaques deben ser resistentes al Gas L.P. y adecuadas para la presión y temperatura de operación que le corresponde.

**X.X.X** Especificaciones para los materiales de las válvulas de acción automática.

**6.2.4.1** Las válvulas deben de ser de acero. hierro dúctil. hierro maleable o bronce.

**X.X.X**

TUBERÍA	PRESIÓN		FASE	UBICACIÓN	
				EXTERIOR	INTERIOR
Visible	Baja Regulada		Vapor	Si	Si
	Alta Regulada	Vaporización natural	Vapor	Si	Si <sup>1</sup>
		Vaporización artificial	Vapor	Si	Si <sup>2</sup>
	No Regulada	Vaporización natural	Vapor	Si	No
		Vaporización artificial	Vapor	Si	No
		Por Bomba	Líquido	Si	No
		Por Compresor	Vapor	Si	No
Oculta	Baja Regulada		Vapor	Si	Si
	Alta Regulada	Vaporización natural	Vapor	Si	No
		Vaporización artificial	Vapor	No	No
	No Regulada	Vaporización natural	Vapor	No	No
		Vaporización artificial	Vapor	No	No
		Por Bomba	Líquido	No	No
		Por Compresor	Vapor	No	No

1 Ver apartado xxxx.

7.1.1. De acuerdo con su ubicación. se clasifican en tuberías visibles. enterradas y ocultas.

	Material	Oculto	Enterrada	Visible
Tuberías	Polietileno	NO <sup>1</sup>	SI <sup>5.6</sup>	NO
	Cobre	SI	SI	SI
	Acero negro. galvanizado y al carbón	SI	SI <sup>4</sup>	SI
	Acero inoxidable liso y corrugado	SI	SI <sup>8</sup>	SI
	Multicapa PE-AI-PE	SI	SI <sup>5.6</sup>	SI <sup>2</sup>
Accesorios y uniones	Polietileno	NO	SI	NO
	Cobre <sup>7</sup>	SI	SI	SI
	Acero negro. galvanizado y al carbón	SI	SI	SI
	Acero inoxidable liso y corrugado	SI	NO <sup>8</sup>	SI
	Multicapa PE-AI-PE	NO	SI	SI <sup>2</sup>
Válvulas		SI <sup>3</sup>	SI <sup>3</sup>	SI

- 1 Se prohíbe el uso de tubería de polietileno en este tipo de trazos. A excepción de aquellas transiciones para efectos de continuar o finalizar el trazo subterráneo; en cuyo caso. la longitud máxima será de 2 m y deberá encamisarse dicho tramo.
- 2 Siempre y cuando la tubería cuente con protección contra rayos UV (contenido de negro de humo)
- 3 No se permite el uso de válvulas ni tuercas unión en trayectos ocultos y/o enterrados. En caso que así se requiera. deberá alojarse en un registro. El registro debe ser de las dimensiones y ubicación adecuadas para su operación y mantenimiento.
- 4 Siempre y cuando la tubería cuente con un sistema contra la corrosión.
- 5 Siempre y cuando la tubería se encuentre enterrada a una profundidad mínima de 45 centímetros entre el nivel de piso terminado a lomo de tubo.
- 6 Para tuberías ocultas y enterradas con presión de trabajo mayor a 50 kPa. no se permite el uso de uniones roscadas
- 7 No se permite el uso de conexiones de latón abocinadas a 45° en tuberías ocultas y enterradas.
- 8 Las tuberías de acero inoxidable corrugado deberán contar con un revestimiento anticorrosivo y sus accesorios y uniones deberán quedar superficiales o dentro de registros.

## 6.2.5 Requisitos para la instalación de las tuberías.

### 6.2.5.1 Requisitos generales.

6.2.5.1.1 De acuerdo con la accesibilidad a la vista las tuberías se clasifican en visibles y no visibles. Estas últimas se clasifican en ocultas, en trinchera y subterráneas.

6.2.5.1.3 No se permite tuberías en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea ni lugares que atraviesen cisternas, cimientos, cajas de cimentación, registros eléctricos o electrónicos.

X.X.X Las tuberías ocultas sólo se permiten en baja presión regulada. En huecos formados por plafones se permiten únicamente si no tienen uniones.

X.X.X En estacionamientos cerrados (ver definición) sólo se permiten tuberías visibles. En alta presión regulada únicamente las de acero al carbón soldadas por arco eléctrico o las de cobre rígido soldadas con latón, plata o como mínimo estaño-antimonio 95/5. Todas las válvulas y conexiones deben ser soldables.

X.X.X Todas las tuberías que se encuentren expuestas a daños por impacto vehicular, deben estar debidamente protegidas.

6.2.5.1.4 Las tuberías deben quedar separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos cuya tensión nominal sea menor o igual a 127 V.

6.2.5.1.5 Para los conductores eléctricos cuya tensión nominal sea mayor a 127 V y estén contenidos dentro de canalizaciones o ductos, la separación mínima debe ser de 20 cm.

6.2.5.1.6 Para los conductores eléctricos cuya tensión nominal sea mayor a 127 V y no estén contenidos dentro de canalizaciones o ductos, la separación mínima debe de ser 50 cm.

6.2.5.1.7 Para los conductores eléctricos que manejan hasta 1.2 V o 0.1 amperes, no existe distancia mínima de separación.

6.2.5.1.8 En tuberías metálicas rígidas sólo se permiten dobleces suaves menores de 45° en tuberías que operen a presión regulada.

6.2.5.1.9 En las tuberías Multicapa PE-Al-PE y de cobre flexible, se permiten sustituir conexiones con dobleces cuyos radios pueden ser de hasta cinco veces su diámetro nominal externo expresado en milímetros.

6.2.5.1.9 Las tuberías que conducen Gas L.P. deben quedar perimetralmente separadas 10 cm como mínimo de otras tuberías que conduzcan fluidos no corrosivos a temperaturas hasta 333 K (59.85 °C).

x.x.x.x Para tuberías que conduzcan fluidos no corrosivos a temperaturas mayores de 333 K (59.85 °C), esta separación mínima debe ser de 20 cm, y para tuberías que conduzcan fluidos corrosivos, la separación debe ser de 50 cm independientemente de la temperatura.

X.X.X.X La parte superior de las tuberías subterráneas deben quedar a cuando menos 0.60 m debajo del nivel del piso terminado (NPT).

X.X.X.X Con excepción de las tuberías que corren por áreas de circulación vehicular, cuando no sea posible cumplir con la separación indicada, ésta podrá reducirse cubriendo la tubería con un medio adecuado que la proteja de daños mecánicos, usando fundas metálicas, ahogadas en concreto o medios similares a cuando menos 0.30 m debajo del nivel del piso terminado (NPT).

X.X.X.X La ubicación de una tubería subterránea debe indicarse mediante una cinta de seguridad, la cual deberá quedar encima de la tubería a no menos de 0.20 m por debajo del NPT.

X.X.X.X.- No se permite tuberías subterráneas en el interior de los inmuebles.

6.2.5.1.11 Para tuberías visibles a la intemperie únicamente se permite tuberías metálicas y tubería Multicapa PE-Al-PE de tipo intemperie.

**6.2.5.1.12** Los extremos terminales de las tuberías deben estar conectados al aparato de consumo o, en su caso, taponados.

**6.2.5.1.13** Para la conexión de aparatos de consumo, sujetos a vibración o móviles, se debe usar manguera o conexión integral flexible; la longitud de la misma no debe exceder 1.50 m.

**6.2.5.1.14** Las mangueras no deben pasar a través de muros, divisiones, puertas, ventanas o pisos ni quedar ocultas.

**6.2.5.1.15** Entre dos válvulas de cierre colocadas en tuberías que manejen Gas L.P. líquido se debe colocar una válvula de relevo hidrostático, con presión de apertura no menor de 2.41 MPa (24.575 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.2.5.1.16** No se permite la instalación en el interior de construcciones de tuberías que conduzcan Gas L.P. en fase líquida.

**6.2.5.2.17** En las instalaciones clases A y A1 si se usa regulación en varias etapas y todos los aparatos de consumo trabajan en baja presión regulada, el cambio a este régimen debe hacerse en el exterior de la construcción.

**6.2.5.1.17** Se permite la instalación de tuberías en sótanos, exclusivamente para abastecer los aparatos de consumo que en ellos se encuentren. Estas tuberías deben ser visibles y el sótano debe contar con ventilación natural. Debe instalarse una válvula de cierre manual en un punto de fácil acceso fuera del sótano, seguida de un manómetro de rango adecuado.

**6.2.5.1.18** Las tuberías deben estar protegidas contra daños mecánicos.

**6.2.5.1.19** Las tuberías localizadas en plafones deben ser enfundadas, donde al menos uno de sus extremos desemboque a un lugar ventilado, tratándose de fundas verticales el extremo inferior, será el que desemboque al lugar ventilado.

**6.2.5.2** Requisitos para la instalación de tuberías visibles.

**6.2.5.2.1** Se permiten en alta o en baja presión regulada, que conduzcan Gas L.P. líquido o Gas L.P. vapor en alta presión no regulada.

**6.2.5.2.2** Las tuberías se deben soportar a cada 3.00 m como máximo, con soportes, grapas, o abrazaderas, que permitan el deslizamiento de las mismas y eviten su flexión por peso propio y las que por condiciones de diseño atraviesen claros o queden separadas de la construcción, se deben soportar en ambos extremos.

**6.2.5.2.3** En los sitios donde sean previsible esfuerzos mecánicos, desalineamientos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se debe dotar de flexibilidad a la tubería mediante rizados, curvas omegas, juntas de expansión o conexiones, no se permite el uso de mangueras para este fin.

**6.2.5.2.4** Cuando se requiera alimentar de Gas L.P. a aparatos de consumo instalados en ambientes corrosivos, debe utilizarse tubería adecuada a dicho ambiente, protegiéndola en función del ambiente corrosivo a la que vaya a estar expuesta.

**6.2.5.3** Requisitos para la instalación de tuberías ocultas.

**6.2.5.1.10** Para instalaciones ocultas o subterráneas, se puede utilizar tubería metálica rígida, tubería de polietileno de mediana o alta densidad o tubería Multicapa.

**6.2.5.3.1** Sólo se permiten en baja presión regulada.

**6.2.5.3.2.** Cuando las tuberías se coloquen en ductos, estos deben quedar abiertos permanentemente al exterior, en ambos extremos. Los extremos del ducto deben cumplir con las distancias de separación indicadas en el apartado mmm. No se permite que los conductores eléctricos corran dentro de aquellos que contengan tuberías de servicio de gas LP.

**6.2.5.3.3** Si el muro es hueco, la tubería debe ahogarse en mortero o argamasa en la parte que se aloje en el muro, o enfundarse.

**6.2.5.3.4** En instalaciones ocultas no se permite el uso de uniones roscadas, a compresión o bridadas.

**6.2.5.4** Requisitos para la instalación de tuberías subterráneas.

**6.2.5.4.1** En instalaciones subterráneas no se permite el uso de uniones roscadas, a compresión o bridadas.

**6.2.5.4.2** Su parte superior debe estar a una profundidad mínima de 0.60 m del nivel de piso terminado, cuando sobre ellas no exista tráfico vehicular, y a cuando menos 1.00 m en los casos de existir circulación de vehículos.

**6.2.5.4.3** Las tuberías metálicas deben protegerse contra la corrosión tomando en cuenta la naturaleza del subsuelo y su resistividad eléctrica. Para su protección, pueden ahogarse en concreto o utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio, felpa, cinta plástica, protección catódica o una combinación de ellas.

**6.2.5.5** Requisitos para la instalación de tuberías de servicio para conducir Gas L.P. en baja presión regulada.

**6.2.5.5.1** Se consideran aceptables las tuberías que recorren muros en cualquier dirección, y las ocultas, instaladas en ranuras hechas en tabique macizo o tendidas en tabique hueco sin ranura, pero ahogadas en mortero o argamasa. Cuando la trayectoria de la tubería sea horizontal en muro, la ranura debe hacerse como mínimo a una altura de 10 cm sobre el nivel de piso terminado.

**6.2.5.5.2** Cuando la tubería se localice sobre losas y deba quedar oculta, sólo se permite su instalación sobre el piso de la losa y ahogada en concreto.

**6.2.5.6** Requisitos para la instalación de tuberías de servicio para conducir Gas L.P. en alta presión regulada.

**6.2.5.6.1** Sólo se permiten instalarlas en forma aparente.

**6.2.5.6.2** En las instalaciones clase A, A1, si todos los aparatos funcionan en baja presión regulada el cambio de régimen debe de hacerse en el exterior de la construcción

**6.2.5.6.2** En las instalaciones clases A, A1, B, B1, C y D se permiten tuberías en alta presión regulada cuya presión de servicio sea de hasta 50 gf/cm<sup>2</sup> en el interior de las construcciones en los casos destinados a abastecer aparatos de consumo que requieran más de 29.21 gf/cm<sup>2</sup> y hasta esta presión, instaladas bajo las siguientes condiciones:

Usar tuberías de:

1. Usar tuberías de:
  - a) Cobre rígido tipo "L". Para las uniones se debe utilizar como mínimo soldadura estaño/plomo 95/5 con un punto de fusión de 511 K (237.85C) o
  - b) Acero al carbono con o sin costura, cedula 40 como mínimo unida por soldadura con arco eléctrico. Las conexiones deberán ser de la misma cedula que la tubería donde se colocan o
  - c) Multicapa. Unidas con conexiones metálicas a compresión. (FALTA DEFINICIÓN de conexión a compresión)
2. Solo se permiten tuberías aparentes.

En las instalaciones clases B, B1 y C se permite el uso de tuberías en alta presión regulada en el interior de inmuebles, a presiones de servicio superiores a 50 gf/cm<sup>2</sup> y hasta 1500 gf/cm<sup>2</sup> bajo las siguientes condiciones:

1. Usar tuberías de:
  - a) Cobre rígido tipo "L". Para las uniones se debe utilizar como mínimo soldadura estaño/plomo 95/5 con un punto de fusión de 511 K (237.85C) o
  - b) Acero al carbono con o sin costura, cedula 40 como mínimo unida por soldadura con arco eléctrico. Las conexiones deberán ser de la misma cedula que la tubería donde se colocan.
2. Solo se permiten tuberías aparentes.
3. Contar con detectores de gas combustible.
4. A excepción del tramo de tubería dentro del radio de cobertura de un detector de gas combustible, no se permiten uniones roscadas

5. Los medidores y reguladores de alta presión deben quedar dentro del radio de cobertura de un detector de gas combustible.
6. Contar con una válvula de corte general, de operación automática actuada por cualquiera de los detectores.
7. El punto terminal de la tubería en alta presión debe quedar dentro del radio de cobertura de un detector de gas combustible.

En las instalaciones clase D se permite el uso de tuberías en alta presión regulada en el interior de inmuebles, a presiones de servicio superiores a 50 gf/cm<sup>2</sup> y hasta 1500 gf/cm<sup>2</sup> bajo las siguientes condiciones:

8. Usar tuberías de:
  - c) Cobre rígido tipo "L". Para las uniones se debe utilizar como mínimo soldadura estaño/plomo 95/5 con un punto de fusión de 511 K (237.85C) o
  - d) Acero al carbono con o sin costura, cedula 40 como mínimo unida por soldadura con arco eléctrico. Las conexiones deberán ser de la misma cedula que la tubería donde se colocan.
  - e) Tubería multicapa
9. Solo se permiten tuberías aparentes.

#### **Se anexará propuesta de dibujo**

**6.2.5.6.3** No se permiten mangueras ocultas y su conexión con las tuberías metálicas debe quedar visible.

**6.2.5.7** Requisitos para la instalación de tuberías de llenado.

**6.2.5.7.1** Se debe contar con tubería de llenado en los siguientes casos:

- a) Cuando la manguera del autotanque, en todo su recorrido, no quede a la vista del personal que efectúa la maniobra de llenado.
- b) Cuando para el llenado del recipiente, la manguera tenga que pasar por el interior de la construcción.
- c) Cuando el recipiente se ubique a una altura mayor de 7.00 m sobre el nivel de la banqueta o del piso terminado.
- d) Cuando la válvula de llenado del recipiente esté ubicada a más de 10.00 m del costado de la construcción que da al autotanque.
- e) Cuando la distancia entre los cables de alta tensión y el paso de la manguera sea menor a 3.00 m.
- f) Cuando el tendido de la manguera desde el autotanque hasta la fachada de la construcción donde está localizado el recipiente, no se haga sobre el nivel de piso terminado de dicha construcción.

**6.2.5.7.2** Las tuberías de llenado pueden ser individuales o múltiples.

**6.2.5.7.3** Sólo se permiten instalarlas en forma visible.

**6.2.5.7.4** Deben instalarse en el exterior del inmueble donde se localice el recipiente.

**6.2.5.7.5** La tubería debe ir colocada en el inmueble del usuario de la instalación y en ningún caso se instalará sobre zona colindante de otra propiedad.

**6.2.5.7.6** No se permite que ninguna parte de estas tuberías esté dentro de una junta sísmica.

**6.2.5.7.7** La boca de la toma donde se conecta la manguera del autotanque se debe situar en el exterior de la construcción, a una altura no menor de 2.50 m del nivel de piso terminado y a cuando menos 1.00 m de un medidor o tablero eléctrico.

**6.2.5.7.8** No se permite ubicar la boca de la toma en áreas cerradas o cubos de luz.

**6.2.5.7.9** La distancia mínima de la boca de la toma a una flama debe ser de 3.00 m.

**6.2.5.7.10** El uso de tuberías de retorno de vapores es opcional.

**6.2.5.7.11** En todo su recorrido la tubería debe quedar sujeta a la construcción mediante soportes adecuados.

**6.2.5.8** Requisitos adicionales para la instalación de tuberías de llenado múltiple.

**6.2.5.8.1** Todos los recipientes alimentados por esta tubería deben ser de la misma capacidad, estar colocados de modo que alcancen su máximo nivel de llenado permisible a la misma altura, e interconectados en sus zonas de vapor y de líquido. La interconexión de las zonas de líquido debe hacerse con cople protegidos por válvulas internas o de exceso de flujo, seguidas estas últimas por válvulas de globo.

**6.2.5.8.2** Estas tuberías no deben atravesar juntas de expansión, o de cualquier otro tipo, utilizadas en la construcción del inmueble.

**6.2.5.8.3** Todos los recipientes que estén abastecidos por esta tubería deben encontrarse ubicados en una misma construcción.

**6.2.5.8.4** En la boca de la toma donde se conecta la manguera a la tubería, debe señalarse en un rótulo visible la siguiente identificación "toma de llenado múltiple".

**6.2.5.8.5** No se permiten tuberías de llenado múltiple para abastecer recipientes de varias instalaciones.

**6.2.5.9** Las tuberías de llenado deben tener los siguientes accesorios:

**6.2.5.9.1** Una válvula de cierre manual para una presión de cuando menos 2.73 MPa (27.838 kgf/cm<sup>2</sup>), junto al acoplador de la válvula de llenado del recipiente. En ningún caso al recipiente se le debe de quitar la válvula de llenado.

**6.2.5.9.2** Una válvula de globo para una presión de trabajo de 2.73 MPa (27.838 kgf/cm<sup>2</sup>) y una válvula de llenado, en la boca de la toma.

**6.2.5.9.3** Una válvula de relevo hidrostático entre las dos válvulas de cierre manual, colocada en la parte más alta de la tubería, cuya calibración de apertura debe ser de 2.61 MPa (26.615 kgf/cm<sup>2</sup>) como mínimo. No se permite el uso de válvulas de servicio para esta aplicación.

**6.2.5.9.4** En ningún caso se permite utilizar en la tubería de llenado válvulas que se usen para recipientes transportables.

**6.2.5.9.5** No se permite la colocación de desfuegos o purgas en las tuberías de llenado.

**6.2.6** Colores para la identificación de las tuberías.

**6.2.6.1** Para su identificación, las tuberías metálicas **visibles** deben identificarse con los siguientes colores:

Gas L.P. en estado de vapor	Amarillo
Gas L.P. en estado líquido	Amarillo con bandas blancas

**6.2.6.1** Para su identificación, las tuberías no metálicas visibles deben identificarse como se marca en la NOM-X-021-SCFI-2007 o la que la sustituya, o pintarse de amarillo.

**6.2.6.2** Las bandas de color se colocarán de acuerdo a lo establecido con la NOM-026-STPS-1998 o la que la sustituya.

**6.2.6.3** Como mínimo, deben pintarse de color blanco los 30 cm posteriores a la boca de la toma de llenado.

### 6.3 Recepción de gas L.P.

#### 6.3.1 Toma de llenado (Desarrollar tema)

#### 6.3.2 Toma de recepción (Desarrollar tema)

En la boca de líquido debe contar con válvula de cierre manual y válvula automática de no retroceso.

En la boca de vapor debe contar con válvula de cierre manual, válvula automática de exceso de flujo y válvula de paro de emergencia de actuación remota, pudiendo ser de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.

Cuando la toma cuente con medidor volumétrico individual, puede omitirse la válvula de paro de emergencia de actuación remota y la válvula de exceso de flujo.

La ubicación de las tomas debe ser tal que al abastecer o descargar un vehículo no obstaculice la circulación de otros vehículos.

La conexión de manguera para toma y la posición del vehículo que se descargue, debe ser proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos. Debe preverse que durante el tiempo en que las mangueras no estén en servicio, sus acopladores queden protegidos.

La manguera que permanentemente esté conectada a la toma, debe contar en su extremo libre con válvula de acción manual, que no debe ser de cierre rápido.

El soporte de las bocas en la toma debe ser tal que las tuberías estén sujetas en soportes anclados y contar con un punto de fractura entre la manguera y la instalación fija, con lo cual las válvulas de exceso de flujo o de no retroceso y la de cierre permanezcan en su sitio y en posibilidad de funcionar.

Las tuberías deben fijarse al soporte para que sea éste el que se oponga y resista el esfuerzo previsible causado por el arranque de un vehículo conectado a la manguera, de manera que la falla se manifieste en el punto de fractura, el cual debe obligar la descarga de gas hacia arriba.

Si por el diseño de la toma, no es el punto de fractura que de fábrica tienen las válvulas automáticas mencionadas, el punto débil donde se separará la manguera, debe proveerse un punto débil sobre la tubería o un cople cuyo diseño debe ser tal que, el espesor de la pared en ese punto sea del 80% de la pared nominal de la tubería de ese diámetro en cédula 40 con tolerancia de +/- 5% (0.4 (Diámetro exterior - Diámetro interior)).

Como punto débil opcionalmente, puede usarse un tramo roscado de tubería cédula 80 con longitud mínima de 0.30 m, colocado perpendicular a la dirección a la que reciba la tracción.

#### **6.4. Bombas y compresores.**

**6.4.1** Deben ser adecuadas para uso de Gas L.P

**6.4.2** Deben instalarse sobre bases fijas.

**6.4.3** El tubo de desfogue de la válvula de purga de la trampa de líquidos del compresor, debe estar a una altura mínima de 2.50 m sobre NPT, no estar dirigido hacia un recipiente de almacenamiento. De contarse con cobertizo, la descarga debe ser al exterior.

**6.4.4** En la tubería de descarga de cada bomba debe instalarse una válvula automática de retorno para regresar el líquido al tanque de almacenamiento del cual lo extrajo.

**6.4.5** Deben quedar conectadas a una red a Tierra.

#### **6.3 Medidores volumétricos.**

**6.3.1** Requisitos generales.

**6.3.1.1** El uso de medidores es optativo.

**6.3.1.2** Los medidores deben estar soportados adecuadamente.

**6.3.1.3** Se deben instalar en sitios de libre acceso.

**6.3.1.4** Se deben instalar de tal manera que las operaciones de lectura y mantenimiento se lleven a cabo en forma segura.

**6.3.2** Medidores en fase vapor.

**6.3.2.1** En el interior de construcciones se permite instalarlos, únicamente en sitios con ventilación natural permanente.

**6.3.2.2** Se deben instalar precedidos por una válvula individual de cierre de operación manual.

**6.3.2.3** Cuando se instalen en grupos, cada grupo debe estar precedido de una válvula de seccionamiento

**6.3.2.4** Los medidores en alta presión regulada no colocados a la intemperie en instalaciones clases B1, B2, B3, C1 y D1, deberán instalarse precedidos de una válvula de corte automático operada por un detector de fugas equipado con restablecimiento manual, colocado a no más de 0.30 metros por debajo del medidor, con el sensor dirigido hacia el medidor.

6.3.2.5 Los medidores en alta presión regulada deben instalarse precedidos de un manómetro a no más de 0.15 m de la entrada.

### **6.3.3 Medidores en fase líquida.**

**6.3.3.1** Se deben instalar en sitios con ventilación natural, a la intemperie o bajo cobertizo. Queda prohibido instalarlos en el interior de construcciones.

**6.3.3.2** Se deben instalar precedidos y seguidos por una válvula individual de cierre de operación manual.

### **6.7 Reguladores de presión.**

#### **6.7.1 Especificaciones generales.**

**6.7.1.1** La presión de servicio, a cero caudal demandado (presión de cierre), de los reguladores de baja presión debe ser de 3.236 kPa (0.033 kgf/cm<sup>2</sup>) como máximo.

**6.7.1.2** Toda instalación de aprovechamiento debe contar al menos con un regulador de presión.

**6.7.1.3** No se permite que la regulación de presión se realice con un dispositivo diferente a un regulador de presión.

**6.7.1.4.-** Debe instalarse un regulador de presión a la salida de cada vaporizador a una distancia no mayor de 2 m a partir de la boquilla de salida del vaporizador.

**6.7.1.5** Los reguladores que se instalen a la salida del vaporizador deben contar con un diafragma resistente a una temperatura de cuando menos 353.15 K (80 C).

**6.7.1.6** En caso de tener más de un recipiente conectado en paralelo, se puede instalar un regulador por cada recipiente o un solo regulador que reciba la alimentación de todos ellos.

**6.7.1.7** Cuando el regulador único o el primario se alimente desde dos o más recipientes debe quedar colocado a no más de 5 m de la boquilla de la que se alimente de vapor.

**6.7.1.7.1** Cuando esta alimentación sea a través de la válvula de servicio, en caso de quedar a más de 0.50 m debe instalarse una válvula de exceso de flujo a no más 0.10 m de la válvula de servicio.

**6.7.1.7.2** Cuando esta alimentación sea a través de la válvula de retorno de vapores o de una de exceso de flujo debe instalarse una válvula de corte de acción manual a no más de 0.10 m de las válvulas mencionadas. No se permite retirar la válvula de servicio cuando el indicador de máximo nivel de llenado permisible no esté integrado en el cuerpo del recipiente, debido a que se encuentra integrado a dicha válvula.

**6.7.1.8** Si el regulador queda situado a más de 2.50 m de la válvula de servicio, entre 0.10 y 0.15 m de su entrada debe instalarse una válvula de corte de acción manual.

**6.7.1.5** Debe instalarse una válvula de cierre de operación manual antes de la entrada de cada regulador secundario o terciario a no más de 0.25 m del mismo.

**6.7.1.7** Se debe contar con manómetro que indique la presión de salida de los reguladores que descargan en alta presión regulada, colocado en el cuerpo del regulador o en la tubería a no más de 0.10 m de éste, precedido en su instalación por una válvula de aguja.

#### **6.7.2 Ubicación.**

**6.7.2.1** Los reguladores de primera etapa y todos aquellos que no tengan conexión roscada para venteo, se deben ubicar a la intemperie.

**6.7.1.9** En las instalaciones clases A1 y A2 sólo se permite la instalación de reguladores de alta presión a la intemperie. En las clases B1, B2, C1, C2 y D1 se permiten en el interior cuando los aparatos de consumo así lo requieran, debiendo contar con tubo de venteo.

En caso de que la presión de servicio nominal del regulador en el interior de la construcción, sea de 500 g/cm<sup>2</sup> o mayor, se debe contar con un dispositivo el cual, en caso de falla del regulador, evite que la presión que recibe el quemador del equipo se incremente en más del 5% de la presión de servicio nominal. Este dispositivo puede estar integrado en el aparato de consumo o puede ser instalado de forma independiente en la línea de suministro.

**6.7.2.2** No se permite la instalación de reguladores en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, cisternas, cimientos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, registros eléctricos o electrónicos.

**6.7.2.2** En las instalaciones clases A1 y A2 sólo se permite la instalación de reguladores de baja presión a la intemperie. En las clases B1, B2, C1, C2 y D1 se permiten en el interior cuando los aparatos de consumo así lo requieran, debiendo contar con tubo de venteo.

**6.7.2.3** Cuando el regulador no se ubique a la intemperie, debe contar con un tubo de venteo.

**6.7.2.3** Especificaciones del tubo de venteo:

- a. Debe ser de un diámetro igual o mayor al diámetro del orificio de venteo del regulador, de acuerdo con las especificaciones del fabricante
- b. Debe conectarse mediante rosca al orificio de venteo del regulador, descargar al exterior de la construcción en un lugar alejado de cualquier fuente de ignición al menos a 1.5 m, a no menos de 2.5 m del nivel de piso terminado y orientado de modo de prevenir la entrada de agua pluvial
- c. Debe ser metálico o multicapa del tipo resistente a la intemperie.

**6.7.3** Conexión del regulador a los recipientes.

**6.7.3.1** Cuando en un recipiente no transportable se use regulador de una sola entrada, éste debe conectarse directamente a la válvula de servicio mediante una conexión POL.

**6.7.3.1** Cuando en un recipiente transportable se use regulador de una sola entrada, éste debe conectarse directamente a la válvula de servicio mediante una conexión POL y a la salida del regulador deberá colocarse un conector integral flexible o una conexión flexible que cumpla con la NOM-018/3-SCFI-1993 o la que la sustituya.

**6.7.3.2** Cuando se use un regulador con entrada doble, las conexiones con las válvulas de servicio de los recipientes transportables, deben hacerse mediante conexión flexible que cumpla con la NOM-018/3-SCFI-1993 o la que la sustituya.

**6.7.3.3** Si se tiene un regulador con doble entrada, conectado a un solo recipiente transportable, la abertura no utilizada debe obturarse con tapón roscado, de tal forma que asegure su hermeticidad.

**6.4** Detectores de gas combustible.

**6.4.1** Especificaciones

Los detectores deben de contar como mínimo con una alarma sonora, calibrada como máximo al 40% de LII de propano. El LII del propano es 2.4% vol/vol de propano en aire.

El mantenimiento y la calibración del detector son responsabilidad del usuario y deben efectuarse de acuerdo con lo indicado por el fabricante, lo que debe reflejarse en la memoria técnica. Lo realizado debe consignarse en la bitácora de mantenimiento.

Se permite que se utilice un detector de fugas para proteger varios medidores, siempre y cuando todos estén dentro de su radio de cobertura. Dentro del radio de cobertura no deberán existir divisiones que superen el nivel donde está colocado el detector. En este caso, la válvula automática de cierre debe colocarse en la tubería común.

Los detectores de gas LP deben contar con un indicador numérico % LEL, prealarma sonora y, se deben calibrar por seguridad tomando como base el límite inferior explosivo del gas propano.

**6.5** Aparatos de consumo.

**6.5.1** Especificaciones generales.

**6.5.1.1** La menor presión de Gas L.P. en los orificios de las espreas de aparatos que trabajan en baja presión regulada debe ser de 2.24 kPa (0.023 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.5.1.2** Los aparatos de consumo deben instalarse en lugares que cuenten con ventilación natural permanente.

**6.5.1.3.** La medida del orificio de la esprea fija de los quemadores de los aparatos de consumo, debe ser la adecuada para su uso con Gas L.P.

**6.5.1.4** Cuando los aparatos de consumo se instalen en lugares cerrados, es obligatorio instalar chimeneas con tiro directo, natural o forzado para desalojar al exterior los gases de la combustión y proveer los medios adecuados para permitir la entrada permanente de aire del exterior.

**6.5.1.5** Se debe colocar una válvula de cierre de operación manual antes de cada aparato de consumo o, cuando las condiciones de la instalación no permitan la colocación de una válvula de cierre de operación manual para cada aparato, se debe instalar una válvula que controle la totalidad de los aparatos, la cual debe quedar colocada en un lugar visible y de fácil acceso, donde esta válvula es independiente de la válvula de servicio del recipiente.

**6.5.1.6** La longitud de las uniones flexibles no debe exceder de 1.50 m.

**6.5.1.7** En locales con instalaciones clases B, B1 y C, cuando los aparatos de consumo sean de uso colectivo (escuelas, laboratorios, etc.), se debe instalar una válvula de cierre general de operación manual localizada de forma visible en el mismo nivel arquitectónico que los aparatos de consumo, claramente identificada y de fácil acceso para su operación.

**6.5.2** Calentadores para agua.

**6.5.2.1** No se permite instalar calentadores para agua en el interior de cuartos de baño, recámaras o dormitorios.

**6.5.2.2** La localización de estos aparatos se debe efectuar a la intemperie o en sitios con ventilación permanente.

**6.5.2.3** Cuando no queden a la intemperie, deben contar con chimenea que descargue los gases de combustión al exterior.

**6.5.3** Calefactores.

**6.5.3.1** Los que se usen para calentar recámaras o dormitorios, deben ser del tipo ventilado, cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión y deben quedar instalados de forma permanente, mediante un rizo de tubo de cobre flexible o conector integral flexible con longitud no mayor de 1.50 m.

**6.5.3.2** Los calefactores móviles se deben conectar mediante manguera o conexión integral flexible con una longitud máxima de 2.50 m.

**6.5.4** Estufas.

**6.5.4.1** Se deben conectar mediante un rizo de tubo de cobre flexible o conector integral flexible con longitud no mayor de 1.50 m.

**6.6** Vaporizadores.

**6.6.1** Especificaciones generales.

**6.6.1.1** Sólo se permiten los externos al tanque de almacenamiento, eléctricos, a fuego directo, por aceite, agua caliente o vapor de agua.

**6.6.1.2** Se permite usar vaporización directa o retro vaporización.

**6.6.1.3** Los vaporizadores se deben instalar en sitios de fácil acceso, alejados de materiales combustibles.

**ANEXAR TABLA DE DISTANCIAS**

**6.6.1.4** Deben instalarse anclados a una base de concreto armado.

**6.6.1.6** En una longitud no menor a 10.00 m, la tubería de vapor a la salida del vaporizador debe ser de acero al carbono de la cédula que corresponda de acuerdo a su forma de unión. No se permite el uso de tubería de cobre para los primeros 10.00 m después de la salida de un vaporizador.

**6.6.1.7** Cada vaporizador se debe instalar entre válvulas de cierre de operación manual.

**6.6.1.7** A la entrada y salida del vaporizador se deben instalar manómetros con rango de 0.0 a 2.8 MPa (0 a 28 kgf/cm<sup>2</sup>). **VERIFICAR EQUIVALENCIAS**

**6.6.1.8** Cuando se usen bombas para alimentarlos;

- a) Estas deben instalarse sobre bases de concreto armado.
- b) Quedar conectadas a Tierra.
- c) Tanto sus motores como la instalación eléctrica deben ser Clase 1 División 1.

- d) En su descarga debe instalarse una válvula automática de desvío que retorne el Gas L.P. directamente al recipiente del cual lo extrajo.

**6.6.1.9** Para efectos de clasificar eléctricamente el área perimetral adyacente a los recipientes que abastecen vaporizadores, la comprendida entre la tangente del recipiente y 3.00 m a partir de ésta, debe considerarse Clase 1 División 1.

**6.6.2** Vaporizadores a fuego directo.

**6.6.2.1** Solo se permiten a la intemperie, se permite colocarles un techo para protegerlos de la lluvia. En este caso la válvula de relevo de presión debe contar con un tubo de desfogue que lo atraviese y descargue al exterior.

- El extremo opuesto a los tanques debe estar abierto

**6.6.2.2** No se permite la instalación de vaporizadores a fuego directo en recintos cerrados sin ventilación natural permanente.

**6.6.2.3** Si se instalan dentro de gabinetes, éstos deben contar con orificios para ventilación en al menos dos de sus lados.

**6.6.2.4** La descarga de los gases de combustión debe hacerse a la intemperie. Cuando el vaporizador se instale en recintos cerrados o en gabinete, debe dotársele de una chimenea que los descargue al exterior.

**6.6.3** Vaporizadores eléctricos.

**6.6.3.1** Deben ser adecuados para atmósferas Clase 1 División 1.

**6.6.3.2** En una distancia no menor de 3.00 m a partir de la entrada del vaporizador y en la misma distancia a partir del cople del recipiente de donde se alimenta el vaporizador, la instalación eléctrica que los alimente debe ser Clase 1 División 1.

## **5.6 Protección contra tránsito vehicular.**

**5.6.1** Cuando por su ubicación respecto de las zonas de circulación vehicular, los elementos detallados a continuación puedan ser alcanzados por un vehículo automotor, deben ser protegidos con cualquiera de los medios detallados conforme al numeral 5.6.3, o una combinación de ellos:

- a) Recipientes de almacenamiento colocados a la intemperie.
- b) Tanques trampa.
- c) Bases de sustentación de los Recipientes de almacenamiento colocados a la intemperie.
- d) Compresores y bombas.
- e) Soportes de toma de recepción.
- f) Tuberías.
- g) medidores volumétricos o máxicos.
- h) Parte inferior de las estructuras que soportan los recipientes de almacenamiento colocados a la intemperie.
- i) Vaporizadores
- j) Mezcladores aire- Gas LP.

**5.6.2** No se requiere proporcionar protección contra impacto vehicular a los tanques colocados bajo montículo o coraza.

## **5.6.3 Medios de protección.**

### **5.6.3.1 Postes.**

**5.6.3.1.1** Espaciados no más de 1.00 m entre caras interiores. enterrados no menos de 0.90 m bajo el NPT. con altura no menor de 0.60 m sobre el NPT.

**5.6.3.1.2** Deben ser de cualquiera de los siguientes materiales:

**5.6.3.1.2.1** Postes de concreto armado de 0.20 x 0.20 m. como mínimo.

**5.6.3.1.2.2** Postes metálicos de tubería de acero al carbono cédula 80 de 102.00 mm de diámetro nominal.

**5.6.3.1.2.3** Postes metálicos de tubería de acero al carbono cédula 40 de 102.00 mm de diámetro nominal rellenos con concreto.

**5.6.3.1.2.4** Tramos de viga en "I" de 0.15 m de ancho y espesor mínimo de 6.00 mm.

#### **5.6.3.2 Barandales:**

**5.6.3.2.1** Viga "I" o canal de cuando menos 0.15 m y espesor no menor de 6.00 mm. enterrados no menos de 0.90 m bajo el NPT. soportados por postes espaciados no menos de 1.85 m entre caras interiores.

**5.6.3.2.2** La parte alta del elemento horizontal debe quedar a no menos de 0.60 m del NPT.

#### **5.6.3.3 Plataforma de concreto armado**

**5.6.3.3.1** con altura no menor de 0.60 m sobre NPT y ancho no menor a 1.00 m.

#### **5.6.3.4 Muretes de concreto armado.**

**5.6.3.4.1** Deben tener 0.20 m de espesor mínimo. altura mínima 0.60 m sobre NPT. espaciados no más de 1.00 m entre caras laterales y anclado a una cadena de desplante como mínimo

**5.6.3.4.2** En caso de ser murete corrido. éste debe tener en la parte inferior ventilas de 100.00 cm<sup>2</sup> ± 10 cm<sup>2</sup> de área a no más de 2.50 m entre ellas.

#### **5.6.3.5 Protecciones en "U" (Grapas):**

**5.6.3.4.1** Tubo de acero al carbono de 102.00 mm de diámetro. cédula 40 con o sin costura. enterrados no menos de 0.90 m bajo el NPT.

**5.6.3.4.2** La parte alta del elemento horizontal debe quedar a no menos de 0.60 m sobre NPT y espaciados a no menos de 1.00 m entre caras.

#### **5.6.3.6 Ubicación de los medios de protección.**

**5.6.3.6.1** Los medios de protección deben colocarse en los costados que colindan con la zona de circulación de vehículos.

#### **5.6.3.7 Pintura de identificación.**

**5.6.3.7.1** Los medios de protección contra tránsito vehicular se deben pintar con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.

### **5. Especificaciones civiles**

#### **5.1. Urbanización.**

**5.1.1** La **estación** debe contar como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.

**5.1.2** No debe haber líneas eléctricas de alta tensión que crucen la **estación**. ya sean aéreas o por ductos bajo tierra. ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la estación. La tubería de la red de distribución que alimenta la **estación** se no se considera ajena a esta.

**5.1.3** Si la **estación** se encuentra en zonas susceptibles de deslaves o inundaciones se deben tomar las medidas necesarias para proteger las instalaciones de la **estación**.

**5.1.4** El área donde se pretende construir la **estación** de Gas L.P. debe contar con las pendientes y drenaje adecuados para desalojo de aguas pluviales.

**5.1.5** Las zonas de circulación y estacionamiento deben tener como mínimo una terminación superficial consolidada y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos y personas.

**5.1.6** Cuando se usen muros para ocultar la vista de los recipientes, dichos muros deben ser de material incombustible y contar con ventilación en la parte inferior, cubrir como máximo tres lados del recipiente, no sobresalir más de 0.60 m por encima de la parte superior del recipiente y presentar un claro entre su cara interior y la pared del recipiente no menor a 1.0 m.

**5.1.7** El límite de la **estación** debe quedar dentro del predio donde ésta se ubique o como máximo coincidir con el límite del predio.

## **5.2 Delimitación de la estación.**

**5.2.1** La parte donde el límite de una **estación** colinde con construcciones, debe estar delimitada por bardas o muros ciegos de material incombustible con altura mínima de 3.00 m sobre el NPT.

### **5.3 Accesos.**

**5.3.1** Los accesos a una **estación** deben ser a través de puertas metálicas que pueden ser de lámina o malla ciclón, con un claro mínimo de 5.00 m, para permitir la fácil entrada y salida de vehículos.

**5.3.2** Las puertas para personas pueden ser parte integral de la puerta para vehículos o independientes.

**5.3.3** La **estación** debe contar por lo menos con una salida de emergencia, con claro mínimo de 6 m para vehículos y personas.

**5.3.4** Cuando una **estación** esté delimitada en su totalidad por una barda, ésta debe contar con al menos dos accesos para vehículos y personas. Uno de ellos puede servir como salida de emergencia.

**5.3.4** En **estaciones** con distancia mayor de 30 m de la tangente del tanque de almacenamiento más cercano al centro de una carretera, el lindero que ve a ésta puede ser delimitado por malla ciclónica con una altura mínima de 2 m.

## **5.4 Edificaciones.**

**5.4.1** Deben ser de material incombustible en el exterior.

**5.4.2** Es opcional la construcción de un cuarto de servicio en el interior de la planta para el personal de vigilancia.

**5.4.3** Si se instalan estufas, calentadores de agua o parrillas para uso del personal, la localización de éstas debe ser invariablemente dentro de las construcciones.

**5.4.5** Es optativo contar dentro de la **estación** con talleres para necesidades propias de mantenimiento de la estación.

## **5.5 Estacionamientos.**

**5.5.1** Es opcional contar con cajones de estacionamiento dentro de la estación, los cuales no deben obstruir el acceso al interruptor general eléctrico, al equipo contra incendio o a las entradas y salidas de la estación.

**5.5.2** De quedar cubiertos los cajones de estacionamiento los techos deben ser fabricados con material no combustible.

**5.5.3** Los techos de los cajones de estacionamiento no deben obstruir el funcionamiento de los hidrantes o monitores.

## **5.7 Distancias mínimas de separación.**

### **5.7.1 Requisitos generales.**

#### **5.7.2. Distancias a elementos externos**

**5.7.2.1.** Entre la tangente de los recipientes de almacenamiento de una estación comercial y los centros hospitalarios y lugares de reunión debe haber como mínimo una distancia de 30.00 m.

### 5.7.3. Distancias entre elementos internos

#### 5.7.3.1 De la cara exterior del medio de protección contra impacto vehicular a:

Paño del recipiente de almacenamiento a la intemperie	1.50 m
Bases de sustentación del recipiente colocado a la intemperie	1.30 m
Bombas o compresores	0.50 m
Marco de soporte de toma de recepción	0.50 m
Tuberías	0.50 m
Medidores	0.50 m

### 6.7 Distancias mínimas entre elementos mecánicos en la estación.

#### 6.7.1 De las válvulas de relevo de presión los de tanques de almacenamiento a la intemperie a:

Bardas límite del predio de la estación.	15.00 m
Espuela de ferrocarril. riel más próximo.	15.00 m
Oficinas o bodegas.	15.00 m
Planta generadora de energía eléctrica.	la señalada en la NOM-001-SEMP-1994. o la vigente a la fecha del proyecto.
Talleres con operaciones de soldadura.	25.00 m
Tomas de recepción de carrotanques de FFCC.	12.00 m
Tomas de recepción.	5.00 m
Vegetación de ornato.	15.00 m

#### 6.7.2 de la tangente del costado del vaporizador de fuego directo o del costado donde se encuentra la entrada del Gas L.P. líquido en un vaporizador eléctrico a:

Materiales combustibles o inflamables (diferentes al Gas L.P.)	6.00 m
Boca de líquido de la Toma de recepción	5.00 m

#### 6.7.3 De boca de líquido en la toma de recepción a:

Límite de la estación	6.00 m
Oficinas. cuarto de servicio para vigilancia y bodegas.	15.00 m
Talleres.	25.00 m

#### 6.7.4 De la pared de un vaporizador a fuego directo a:

<b>A la válvula de relevo de presión del recipiente de almacenamiento</b>	<b>15 m</b>	
<b>A las válvulas de salida de líquido de recipiente de almacenamiento</b>	<b>15 m</b>	
<b>A lindero de la estación de vaporización con vecinos.</b>	<b>15 m</b>	
<b>A lindero de la estación de vaporización sin vecinos</b>	<b>6.50 m</b>	

## 7. Distancias mínimas de separación entre elementos de la instalación

### 7.1 Generalidades.

7.1.1 Las distancias a las que se refieren las siguientes tablas son el radio de una esfera en cuyo centro se encuentra colocada la boca de la válvula de relevo de presión. Cuando un recipiente tenga dos o más válvulas de relevo de presión. las distancias indicadas deben cumplirse para todas ellas.

7.1.2 Se considera una fuente de ignición cualquier evento capaz de desprender una energía igual o mayor a 0.25 mJ. una flama abierta o una superficie con una temperatura igual o superior a 313 K (480 C). tales como: anuncios luminosos. interruptores. contactos eléctricos. cables energizados no entubados. motores eléctricos o de combustión interna que no sean a prueba de explosión. aparatos de consumo o quemadores. resistencias eléctricas no blindadas. etc.

7.1.3 Cuando un plano sólido. como por ejemplo un muro corte la esfera se considera que proporciona una protección equivalente a la distancia mínima requerida. Un plano sólido es una superficie exenta de aberturas. construida con materiales incombustibles.

7.2 Distancias mínimas de la tangente de la válvula de relevo de presión (VRP) de cualquier recipiente. Las capacidades indicadas son individuales.

## Hacer tablas de fuentes de ignición. para la siguiente reunión

### Tabla comparativa de distancias de la VRP al lindero

Capacidad nominal del tanque (Its.)	Distancias al lindero NFPA (m)	Distancias al lindero NOM (m)	Distancias al lindero propuestas
< 500	0	1	
500-1000	3	1	
1001-1900	3	1	
1901-5000	7.6	1	
5001-7600	7.6	7	
7601-20000	15	7	
20001-60000	15	10	
60000-114000	15	15	
114000-150000		15	

Medios de protección cuando aplique según inciso 6.1.1.7		0.60 m
Puertas. ventanas. aberturas en los muros		1.50 m
Boca de salida de chimeneas		1.50 m
Ventilas de casetas de elevador		1.50 m
Succión de aire acondicionado o ventiladores		1.50 m
Vaporizador con quemador		6.00 m
Lindero del predio (hasta 5 000 litros)		1.00 m
Lindero del terreno. cuando el recipiente está instalado al nivel de piso	hasta 5 000 litros	1.00 m
	5 001 a 20 000 litros	7.00 m
	20 001 a 60 000 litros	10.00 m
	mayor a 60 000 litros	15.00 m

**7.3** Distancias mínimas de la tangente de la válvula de relevo de presión de cualquier recipiente. a una fuente de ignición. Las capacidades indicadas son individuales.

Recipientes de hasta 180 litros (45 kg) en espacios abiertos	1.50 m
Recipientes mayores de 180 litros en espacios abiertos o cualquiera en cubo de luz	3.00 m

**7.4** Distancias mínimas entre paños de recipientes contiguos medidos. a la tangente de la parte media.

Al paño de un recipiente transportables	0.70 m
De un recipiente transportables al paño de un recipiente no transportables	1.50 m
Entre recipientes no transportables	1.00 m o 1/4 de la suma de los diámetros de ambos tanques. lo que resulte mayor.

**7.5** Distancias mínimas de la tangente del costado del vaporizador de fuego directo o del costado donde se encuentra la entrada del Gas L.P. líquido. a un vaporizador eléctrico:

Materiales combustibles o inflamables (diferentes al Gas L.P.)	6.00 m
Toma de llenado	5.00 m
Cualquier abertura al interior del edificio	3.00 m
Domos	3.00 m

## **6. Especificaciones mecánicas**

### **6.1 Recipientes.**

#### **6.1.1 Especificaciones generales.**

**6.1.1.1** No se permite el uso de recipientes tipo transportables para alimentar a los vaporizadores.

**6.1.1.2** Los recipientes no transportables deben estar contruidos conforme a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-012/2-SEDG-2003 y NOM-012/3-SEDG-2003 o las equivalentes vigentes en la fecha de su fabricación.

**6.1.1.3** La capacidad individual máxima para recipientes colocados en forma vertical es de 10 000 L de agua.

**6.1.1.4** No se permite el uso de auto tanques o semirremolques como almacenamiento.

**6.1.1.5** Las boquillas utilizadas para salidas de líquido de los tanques de almacenamiento colocados a la intemperie o bajo coraza deben estar en su parte inferior.

**6.1.1.6** Cuando los recipientes a la intemperie o bajo coraza queden colocados sobre sus bases de sustentación. como mínimo debe existir la siguiente separación entre su parte más baja y el nivel de piso terminado de la zona donde se ubiquen:

- a) Recipientes verticales o recipientes horizontales diseñados para ser colocados sobre patas o silletas metálicas: 0.50 m.
- b) Recipientes horizontales sobre base tipo "cuna": 1.50 m.

**6.1.1.7** Todas las válvulas conectadas directamente al recipiente. deben contar con marca del fabricante y fecha de fabricación legibles.

**6.1.1.8** Las válvulas de no retroceso o de exceso de flujo conectadas directamente al recipiente no deben tener más de 5 años de instaladas y no más de 7 años a partir de la fecha de fabricación marcada en la válvula.

**6.1.1.9** En el caso de que el recipiente tipo no transportables tenga diez años o más a partir de su fecha de fabricación, debe contar con un dictamen vigente que apruebe una evaluación de espesores del cuerpo y las cabezas, realizado por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 o la que la sustituya.

**6.1.1.10** Las válvulas internas instaladas en las boquillas del recipiente deben ser renovadas usando refacciones originales o sustituidas por nuevas cada 60 meses.

**6.1.1.11** El recipiente debe ser identificable mediante placa de identificación legible, firmemente adherida al recipiente o número de identificación.

**6.1.1.12** Se considera que una placa es legible cuando puede determinarse la fecha de fabricación y el espesor de la placa del recipiente.

**6.1.1.13** A falta de placa de identificación o si ésta no es legible, el recipiente debe hacerse identificable mediante un número de marcado, según lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 o aquella que la sustituya.

**6.1.1.14** Los sistemas de almacenamiento bajo envoltorio termo-mecánica los que atiende esta Norma, cuando se trate de recipientes independientes, deben colocarse de modo que cuando menos el 50% del diámetro de los recipientes, quede por encima de dicho NPT.

**6.1.1.15** Para lo anterior, cuando existan varios recipientes interconectados en su fase líquida, se atenderá al diámetro del recipiente mayor.

**6.1.1.16** Los sistemas de almacenamiento protegidos con envoltorio termo-mecánica se clasifican como:

Clase 1.- Totalmente cubiertos.

Clase 2.- Parcialmente cubiertos.

**6.1.1.17** La clase 2 es el caso en que alguna parte del recipiente quede fuera de la envoltorio termo-mecánica (generalmente una de las cabezas). La parte descubierta no debe exceder el 15% de la superficie total del recipiente.

**6.1.1.18** En el caso de que por diseño la envoltorio termo-mecánica imponga alguna carga al recipiente, un fabricante del recipiente debe certificar que dicho recipiente es apto para resistirla. Para efectos del cálculo debe considerarse que la carga impuesta por ella es la que corresponda al material que la forme cuando esté saturado de agua.

**6.1.1.19** Cuando la envoltorio termo-mecánica no se apoye directamente sobre las paredes del recipiente tipo intemperie, se permite el uso, de recipientes tipo intemperie, sin la mencionada certificación.

**6.1.1.20** Para recipientes bajo montículo las placas que constituyan al cuerpo del recipiente deben ser del mismo material y espesor, debiendo coincidir con lo indicado en la placa de especificaciones del recipiente. Para los gajos de las cabezas aplica el mismo requerimiento.

**6.1.1.21** Debido a que la envoltorio termo-mecánica proporciona una protección térmica, las condiciones de temperatura y por lo tanto de presión, que desarrolla el Gas L.P. dentro del recipiente son menores que las correspondientes a las de almacenamiento a la intemperie, por lo que la presión de diseño de recipientes destinados a colocarse bajo montículo, puede ser menor. En consecuencia se establece que la presión mínima de diseño para este tipo de recipientes es de 1.177 MPa (12 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.1.1.22** Los recipientes a los que se les aplique protección catódica deben de contar con placas soldadas destinadas a la conexión de dicho sistema.

## **6.1.2 Equipamiento.**

**6.1.2.1** Excepto las boquillas donde se colocan las válvulas de relevo de presión, máximo llenado y el indicador de nivel, todas aquellas con un diámetro exterior mayor a 0.0064 m que por el diseño del sistema de deben protegerse con válvulas de exceso de flujo, válvulas de no retroceso, o internas, dependiendo de la función a desempeñar.

**6.1.2.2** Las válvulas de exceso de flujo o de no retroceso, deben instalarse seguidas por una válvula de cierre de accionamiento manual o automático.

**6.1.2.3** Los coples utilizados para el drenaje del tanque, si se utilizan, deben estar provistos de válvula de exceso de flujo, válvula de cierre y tapón.

**6.1.2.4** El actuador de las válvulas internas puede ser mecánico, hidráulico, neumático o eléctrico, con accionamiento local o remoto.

**6.1.2.5.** El tanque de almacenamiento debe contar con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permitan:

- a) Conocer que la fase líquida del gas ha alcanzado el máximo nivel permisible.
- b) Limitar la presión interna del tanque a las condiciones de seguridad.
- c) Medir el nivel de la fase líquida del gas contenido.
- d) Medir la presión interior en el espacio de vapor.
- e) Medir la temperatura de la fase líquida.

**6.1.2.6** Dichos dispositivos pueden ser mecánicos, eléctricos o electrónicos.

**6.1.2.7** Los eléctricos y electrónicos deben ser adecuados para atmósferas que contengan gases explosivos.

**6.1.2.8** Todos los dispositivos de indicación local deben colocarse agrupados, protegidos de daños mecánicos y en lugares de fácil acceso.

**6.1.2.9** Independientemente de la forma de colocación del recipiente (intemperie, subterráneo, bajo coraza o montículo), las válvulas de relevo de presión instaladas en cada recipiente, deben en conjunto proporcionar como mínimo la capacidad de relevo que resulte de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Q = 10.6582 \times S \times 0.82$$

Q = Capacidad de desfogue requerida, expresada en metros cúbicos estándar de aire por minuto.

S = Superficie total del recipiente expresada en metros cuadrados.

**6.1.2.10** Para el cálculo de la superficie total del recipiente se deben aplicar las siguientes fórmulas de acuerdo al tipo de casquetes con que cuente.

**6.1.2.10.1** Recipientes con casquetes semiesféricos:  $S = L \times De \times 3.1416$

**6.1.2.10.2** Recipientes con otro tipo de casquetes:  $S = (L + 0.3 \times De) \times De \times 3.1416$

L = Longitud total (incluyendo los casquetes del recipiente, expresada en metros).

De = Diámetro exterior del recipiente expresado en metros.

**6.1.2.11** Para aquellas válvulas de relevo de presión que tengan asignadas por el fabricante dos capacidades de descarga diferentes, debido a que se establecieron por métodos distintos, la capacidad de descarga a considerar será el mayor de los dos valores.

**6.1.2.12** Si el recipiente de almacenamiento es de una capacidad mayor de 5 000 L, sus válvulas de relevo de presión deben contar con tubos metálicos de desfogue con una longitud mínima de 1.50 m colocados verticalmente.

**6.1.2.13** Los tubos metálicos deben ser de cédula 40 o menor y pueden ser con o sin costura.

**6.1.2.14** Los tubos deben colocarse roscados a la válvula directamente o mediante un adaptador.

**6.1.2.15** Cuando la rosca en la válvula o en el adaptador esté colocada en el diámetro interno, el diámetro exterior del tubo de desfogue debe ser igual al interior de la descarga de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.

**6.1.2.16** Cuando la rosca en la válvula o en el adaptador esté colocada en el diámetro externo, el diámetro interior del tubo de desfogue debe ser igual al externo de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.

**6.1.2.17** Si la válvula de relevo de presión donde se coloca el tubo de desfogue no cuenta de fábrica con un punto de fractura, éste deberá colocarse sobre el propio tubo, en una ubicación cercana a la válvula donde su desprendimiento no comprometa el funcionamiento de la misma.

**6.1.2.18** En el caso anterior, la profundidad del punto de fractura debe ser tal que no sea mayor de 50%, ni menor del 40% del espesor de la pared del tubo en cédula 40.

**6.1.2.19** Los tubos de desfogue deben contar con capuchones plásticos o metálicos fácilmente removibles.

**6.1.2.20** Las válvulas de relevo de presión colocadas en recipientes bajo montículo o coraza:

**6.1.2.21** Deben ser del tipo externo, es decir aquellas que queden colocadas fuera de recipiente.

**6.1.2.22** Pueden colocarse por arriba o por debajo del máximo nivel de la envolvente termo-mecánica.

**6.1.2.23** En el caso de que se coloquen en el domo del recipiente, deben contar con un registro que permita su inspección y cambio.

**6.1.2.24** Dicho registro debe contar con una tapa que permita el paso del tubo de desfogue y que ofrezca una protección térmica similar a la del resto de la envolvente termo-mecánica.

**6.1.2.25** Cuando queden fuera de la coraza o del montículo deben contar con protección térmica.

**6.1.2.26** Las salidas de líquido de los recipientes no transportables que alimentan a los vaporizadores, deben estar protegidas con válvula interna o de exceso de flujo seguida por una válvula de cierre de operación manual.

**6.1.2.27** En virtud de que las condiciones de temperatura que enfrenta un recipiente bajo una envolvente termo-mecánica, Clase 1, son sensiblemente similares a las de un recipiente subterráneo, el máximo nivel permisible para el Gas L.P. en su fase líquida para este caso es el 90%.

Por seguridad debe contarse con un indicador de aviso previo colocado al 85% del volumen nominal del recipiente.

**6.1.2.28** En el caso de los dispositivos de indicación remota, los elementos encargados de llevar la señal al punto de lectura, deben correr fundados en tuberías metálicas, excepto si éstos son metálicos.

## **6.2 Tuberías.**

### **6.2.1 Requisitos generales.**

**6.2.1.1** No se permite el uso de tubería o conexiones de fierro fundido.

**6.2.1.2** Las tuberías utilizadas deben ser de acero al carbono, sin costura y cumplir con la NMX-B10-1990, o la que en su caso la sustituya.

**6.2.1.3** De acuerdo con su ubicación, se clasifican en tuberías visibles o subterráneas.

**6.2.1.4** Las tuberías visibles pueden instalarse sobre NPT o en trinchera.

**6.2.1.5** A excepción de las tuberías que unen los recipientes bajo montículo y aquellas de entrada y salida de los mismos, no se permite la instalación de tuberías subterráneas.

**6.2.1.6** Las tuberías del sistema de almacenamiento cuando se trate de montículo, pueden atravesar éste, dentro de un túnel o ducto, debiendo estar obturado en su parte exterior por una tapa que garantice la misma resistencia térmica, que el resto del montículo.

**6.2.1.7** Las cubiertas de las trincheras deben diseñarse para soportar una carga estática de 20 000 kg, ser removibles y estar formadas con cualquiera de las siguientes alternativas o una combinación de ellas:

**6.2.1.6.1** Rejas metálicas

**6.2.1.6.2** Losas individuales de concreto armado, con longitud no mayor a 1.00 m y con perforaciones para ventilación.

**6.2.1.8** Las trincheras deben contar con salidas para el desalojo de aguas pluviales, los cuales, si tienen como destino final el drenaje público, deben descargar a un cárcamo como paso intermedio.

**6.2.1.9** Las tuberías deben estar protegidas contra daños mecánicos ocasionados por vehículos.

**6.2.1.10** Las conexiones deben ser en acero o hierro maleable o dúctil (nodular)

**6.2.1.11** Las conexiones soldables deben ser colocadas mediante soldadura de arco eléctrico.

**6.2.1.12** El sello de las uniones roscadas debe ser con materiales resistentes al Gas L.P.

**6.2.1.13** No se permite el uso de pintura o pasta de litargirio y glicerina como sellador para las uniones roscadas.

**6.2.1.14** Las Tuberías del sistema de almacenamiento deben:

**6.2.1.14.1** Estar soldadas al recipiente y en todas sus uniones, no se permiten uniones roscadas o bridadas.

**6.2.1.14.2** En la parte comprendida entre el punto de acometida y el borde del montículo o coraza, deben estar protegidas térmica y mecánicamente.

**6.2.1.14.3** Deben quedar identificadas por un número y una letra estampados por golpe. El número indicará la posición relativa del cople en el recipiente y la letra, la zona del recipiente a la cual da servicio

(Líquido o Vapor). Dicho marcaje debe realizarse en, cuando menos, los puntos de acometida y los de unión al recipiente, usando números de golpe de 6.00 mm como mínimo.

**6.2.1.14.4** Para los sistemas de almacenamiento bajo montículo Clase 1, los coples destinados al trasiego de Gas L.P. podrán localizarse en la parte inferior o superior del recipiente, previendo las venas necesarias, según diseño, las cuales deben ser de tubo cédula 40 sin costura.

Estos coples deben de contar, en el extremo dentro del recipiente, con medios que permitan su obstrucción temporal durante la prueba de hermeticidad de las tuberías soldadas a ellos.

## **6.2.2 instalación de las tuberías.**

**6.2.2.1** Las tuberías deben instalarse sobre soportes espaciados 3.00 m como máximo, de modo de evitar su flexión debido a su peso propio y quedar sujetas a ellos de modo de que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.

**6.2.2.2** Debe existir un claro mínimo de 0.10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería, donde como mínimo debe ser de 0.05 m entre paños.

**6.2.2.3** Entre el paño de todas las tuberías que vayan dentro de las trincheras independientemente del fluido que conduzcan (se incluye el fluido eléctrico), y la cara interior y el fondo de la trinchera debe existir un claro mínimo de 0.10 m

**6.2.2.4** Las tuberías deben quedar separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos cuya tensión nominal sea menor o igual a 127 V.

**6.2.2.5** Para los conductores eléctricos cuya tensión nominal sea mayor a 127 V y estén contenidos dentro de canalizaciones o ductos, la separación mínima debe ser de 20 cm.

**6.2.2.6** Para los conductores eléctricos cuya tensión nominal sea mayor a 127 V y no estén contenidos dentro de canalizaciones o ductos, la separación mínima debe de ser 50 cm.

**6.2.2.7** Para los conductores eléctricos que manejan hasta 1.2 V o 0.1 amperes, no existe distancia mínima de separación.

**6.2.2.8** Las tuberías del "sistema de almacenamiento" unidas al recipiente deben contar con soportes que sean capaces de absorber movimientos en cualquier dirección, derivados de las cargas impuestas por variaciones en el peso del recipiente, sismo, asentamientos diferenciales, efectos térmicos y vibraciones.

## **6.2.4 Tuberías y conexiones que conduzcan Gas LP en fase vapor en alta presión regulada.**

**6.2.4.1** Las tuberías deben ser de acero negro o galvanizado cédula 40 o mayor, con o sin costura

**6.2.4.1** conexiones roscadas en hierro maleable como mínimo Clase I (para 1.03 MPa), de acuerdo con la Norma NMX-H-22-1989 o la que la sustituya o soldables en acero forjado.

## **6.2.5. Requisitos para Tuberías y conexiones conduciendo Gas L.P. en alta presión no regulada.**

**6.2.5.1** Tubería de acero negro cédula 40 o mayor, sin costura y conexiones soldables en acero forjado.

**6.2.5.2** Tubería de acero negro cédula 80 sin costura y conexiones roscadas en hierro maleable Clase 2 para 2.07 MPa (21.1 kgf/cm<sup>2</sup>), de acuerdo con la Norma NMX-H-22-1989 o la que la sustituya.

## **6.2.6 Uniones bridadas en las tuberías.**

**6.2.6.1** Las colocadas en las tuberías que conducen Gas L.P. líquido deben ser Clase 300 como mínimo.

**6.2.6.2** Las colocadas en las tuberías que conducen Gas L.P. en fase vapor deben Clase 150 como mínimo.

**6.2.6.3** Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., contruidos de metal o cualquier otro material adecuado, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85°C) o de lo contrario la unión debe protegerse contra el fuego.

## **6.2.7. Accesorios y conexiones del sistema de tubería**

### **6.2.7.1. Indicadores de flujo**

**6.2.7.1.1.** Se debe contar con indicador de flujo cuando menos en la toma de recepción.

**6.2.7.1.2** Pueden ser indicadores simples de dirección de flujo o del tipo de cristal que permita la observación del gas a su paso, o combinados con no retroceso.

### **6.2.7.2. Conectores flexibles**

**6.2.7.2.1** Su uso es optativo.

**6.2.7.2.2** no deben ser mayores de 1.00 m.

**6.2.7.2.3.** Pueden ser contruidos de elastómeros, textiles, materiales metálicos o combinaciones de ellos, resistentes al uso del Gas L.P.

**6.2.7.2.4** Los colocados en las tuberías que conducen Gas L.P. líquido deben ser adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>) y si sus extremos son bridados, deben ser Clase 300 como mínimo.

**6.2.7.2.5** Los colocados en las tuberías que conducen Gas L.P. en fase vapor deben ser adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 1.70 MPa (17.33 kgf/cm<sup>2</sup>) y si sus extremos son bridados, deben ser Clase 150 como mínimo.

### **6.2.7.3 Válvulas de relevo hidrostático.**

**6.2.7.3.1** En los tramos de tubería, tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado gas líquido entre dos válvulas de cierre, se debe instalar entre ellas una válvula de relevo hidrostático.

**6.2.7.3.2** Debe evitarse que la descarga de estas válvulas incida sobre el recipiente.

**6.2.7.3.3** La presión nominal de apertura de las válvulas de relevo hidrostático debe ser como mínimo de 2.74 MPa (28.00 kgf/cm<sup>2</sup>) y no mayor de 3.50 MPa (35.92 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.2.7.3.4** Las válvulas de relevo hidrostático no deben tener más de 5 años de instaladas y no más de 7 de haber sido fabricadas, contados a partir de la fecha de fabricación marcada en la válvula.

### **6.2.7.5 Válvulas de no retroceso y exceso de flujo.**

**6.2.7.5.1** Las válvulas de no retroceso y las de exceso de flujo deben instalarse precedidas en el sentido del flujo por una válvula de cierre de acción manual.

**6.2.7.5.2** El caudal nominal de cierre de la válvulas de exceso de flujo que instaladas en tuberías por las que circule Gas LP líquido, no debe ser mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.

**6.2.7.5.3** Las válvulas de no retroceso o de exceso de flujo no deben tener más de 5 años de instaladas y no más de 7 de haber sido fabricadas, contados a partir de la fecha de fabricación marcada en la válvula.

**6.2.7.5.4** Las válvulas de exceso de flujo deben ser indicadas para su uso en tubería.

### **6.2.7.6 Válvulas de globo o bola**

**6.2.7.6.1** Deben ser resistentes al Gas L.P. y de acero, hierro dúctil, hierro maleable o bronce.

**6.2.7.6.2** Las colocadas en las tuberías que conducen Gas L.P. líquido deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>) y si sus extremos son bridados, deben ser Clase 300 como mínimo. Las válvulas de 400 WOG cumplen con esta condición.

**6.2.7.6.3** Las colocadas en las tuberías que conducen Gas L.P. en fase vapor en presión no regulada deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 1.7 MPa (17.33 kgf/cm<sup>2</sup>) a una temperatura no menor a 80 C y si sus extremos son bridados, deben ser Clase 150 como mínimo. Las válvulas de 400 WOG cumplen con esta condición.

**6.2.7.6.4** Las válvulas que se usen en tuberías que conduzcan Gas L.P. en su fase de vapor a presiones que no excedan 0.9 MPa (9.177 kgf/cm<sup>2</sup>), deben ser adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 0.9 MPa (9.177 kgf/cm<sup>2</sup>).

### **6.2.7.7. Manómetros**

**6.2.7.7.1** Deben ser con un intervalo mínimo de lectura de 0 a 2.048 MPa (0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.2.7.7.2** Deben instalarse precedidos de una válvula de aguja.

**6.2.7.7.3** Pueden ser secos o amortiguados por líquido.

**6.2.7.7.4** Deben estar graduados como mínimo en kgf/cm<sup>2</sup>. Se aceptan con doble escala

#### **6.2.7.8 Filtros**

**6.2.7.8.1** Deben quedar instalados de modo que el elemento filtrante debe ser accesible para su mantenimiento y limpieza.

**6.2.7.8.2** Los instalados en la tubería de succión de la bomba deben ser adecuados para una presión de trabajo de 1.7 MPa manométricos (250 psig) a una temperatura no menor de 80 C.

**6.2.7.8.3** Los instalados en la tubería de descarga de la bomba o en la tubería de trasiego de líquido usando compresor. deben ser adecuados para una presión de trabajo de 2.4 MPa manométricos (350 psig) a una temperatura no menor de 80 C.

#### **6.2.9 Prueba de hermeticidad del las tuberías**

##### **6.2.9.1. Requisitos generales**

**6.2.9.1.1** Antes de que opere la estación. se debe efectuar a todo el sistema de tuberías de Gas L.P. una prueba de hermeticidad

**6.2.9.1.2** Las tuberías subterráneas deben revisarse antes de cubrirlas.

**6.2.9.1.3** Para la revisión de la hermeticidad. las conexiones deben estar libres de recubrimiento y las tuberías deben presurizarse mediante un fluido compresible.

**6.2.9.1.4** La detección de las fugas puede hacerse mediante manómetro. aplicación de solución jabonosa. o detector de fugas.

**6.2.9.1.5** Una vez que el manómetro registra la presión requerida. la fuente de presión debe desconectarse del sistema e iniciar el tiempo de prueba.

**6.2.9.1.6** La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en esta Norma. quien debe incluir en su dictamen el resultado de la prueba.

**6.2.9.1.7** La hermeticidad de la tubería se dará por aceptada si durante el tiempo de revisión no se registra disminución alguna de la presión de revisión. o no se detecta fuga.

##### **6.2.9.2 Medios utilizados para la presurización.**

**6.2.9.2.1** El fluido para la presurización debe ser aire. dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o gas inerte.

**6.2.9.2.2** No se permite el uso de oxígeno ni de Gas L.P.

**6.2.9.1.3** El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad debe ser de 30 min como mínimo por cada 14 m<sup>3</sup> de volumen geométrico que presenten las tuberías a revisar.

##### **6.2.9.3 Presión para la revisión de la hermeticidad.**

**6.2.9.3.1** Para las tuberías que manejan vapores de Gas L.P. provenientes de la salida de un vaporizador y de aquellas que lo manejan sin un medio mecánico que lo impulse debe quedar comprendida entre 0.490 MPa y 0.588 MPa (5.00 a 6.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.2.9.3.2** Para las tuberías que manejan vapor de Gas L.P. impulsado por un compresor debe quedar comprendida entre 0.980 MPa y 1.176 MPa (10.00 a 12.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**6.2.9.3.3** Para las tuberías que manejan Gas L.P. en fase líquida debe quedar comprendida entre 0.980 MPa y 1.176 MPa (10.00 a 12.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### **6.2.10 Inspección de soldaduras**

**6.2.10.1** Cuando las tuberías con diámetro nominal mayor de 0.076 m sean soldadas, sus soldaduras deben ser inspeccionadas antes de la prueba de hermeticidad, rindiendo informe escrito de los resultados.

**6.2.10.2** Se inspeccionará e interpretará el 25% de las soldaduras efectuadas

**6.2.10.3** El porcentaje anterior se dividirá por cada soldador.

**6.2.10.4** Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos mas para ese soldador.

**6.2.10.5** Las soldaduras inaceptables deben repararse y volverse a inspeccionar.

## **6.2.11 Especificaciones generales para el cálculo de los diámetros mínimos.**

### **6.2.11.1 Requisitos generales**

**6.2.11.1.1** El cálculo de la tubería debe efectuarse considerando flujo isotérmico a una sola base y propano como fluido conducido.

**6.2.11.1.2** La longitud de cálculo de la tubería, será la que resulte de sumar a la de la tubería recta la equivalente representada por las conexiones, válvulas y otras resistencias colocadas en ella.

**6.2.11.1.3** Pueden despreciarse los cambios de diámetro cuando no sean simultáneos con cambio de dirección, así como las válvulas de esfera.

**6.2.11.1.4** Cuando el cambio de diámetro sea simultáneo con uno de dirección, éste debe considerarse en el cálculo del tramo que sigue, si se trata de una "T", y en el que lo contiene, cuando se trate de un codo. Debe asignársele la longitud equivalente que le corresponde en el diámetro mayor.

### **6.2.11.2 Cálculo de las tuberías que conduzcan Gas L.P. en fase líquida**

**6.2.11.2.1** debe usarse la ecuación de Bernoulli.

$$z_1 - z_2 + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + H_f = 0$$

En donde:

Z1	=	Altura del punto inicial respecto del nivel Z = 0	metros
Z2	=	Altura del punto final respecto del nivel Z = 0	metros
Pi	=	Presión inicial absoluta	kgf/m <sup>2</sup>
Pf	=	Presión final absoluta	kgf/m <sup>2</sup>
V1	=	Velocidad en el punto 1 (inicial)	m/s
V2	=	Velocidad en el punto 2 (final)	m/s
g	=	Aceleración debida a la gravedad	9.81 m/s <sup>2</sup>
γ	=	Peso específico del Gas L.P.	kgf/m <sup>3</sup>
Hf	=	Pérdida de energía por fricción	metros

**6.2.11.2.2** Para el cálculo de la pérdida de energía por fricción debe usarse la ecuación de Darcy o cualquiera basada en ella.

**6.2.11.2.3** Para tuberías con flujo por gravedad, el diámetro mínimo requerido es aquél para el cual, el caudal volumétrico que circule, ocasione a la temperatura de flujo considerada, una pérdida de energía por fricción al menos igual a la diferencia de nivel que exista entre los puntos inicial y final de la tubería.

**6.2.11.2.4** Para la tubería de succión de una bomba, el diámetro mínimo requerido es aquél para el cual, el caudal volumétrico que impulse la bomba ocasione a la temperatura de flujo considerada, una pérdida de energía por fricción igual a la diferencia de nivel que exista entre los puntos inicial y final de la tubería, considerando que la caída de presión a través del filtro que precede la bomba es la máxima.

**6.2.11.2.5** Para la descarga de una bomba, el diámetro mínimo requerido es aquél para el cual, el caudal volumétrico que impulse la bomba permita que, a la entrada del vaporizador, se tenga la presión manométrica que el fabricante establece como la menor para el correcto funcionamiento de su equipo.

## 6.2.12 Colores para la identificación de las tuberías.

6.2.12.1 Las tuberías visibles se deben pintar con los siguientes colores:

Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas en fase vapor	Amarillo
Gas en fase líquida	Blanco
Gas en fase líquida en retorno	Blanco con banda de color verde
Tubos de desfogue	Blanco
Tubería eléctrica	Negra

6.2.12.2 Las bandas deben ser colocadas conforme lo establezca la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998 o aquella que la sustituya.

6.2.12.3 En las tuberías con flujo en una sola dirección esta debe ser indicada mediante flechas en color contrastante.

## 6.3 Mangueras.

6.3.1 Las mangueras deben ser especiales para el uso de Gas L.P. y para una presión de trabajo de 2.40 MPa (24.6 kgf/cm<sup>2</sup> . 350 psig) como mínimo.

6.3.2 Las mangueras deben ser sustituidas por nuevas cada 60 meses contados a partir de su fecha de instalación.

6.3.3 Las mangueras deben tener una edad menor a 7 años.

## 6.5 Medidores volumétricos .

6.5.1 El uso de medidores para fase líquida es optativo.

6.5.2 El uso de medidores para fase vapor que se introduce a una red de distribución es obligatorio.

6.5.3 Se deben instalar en sitios con ventilación natural. a la intemperie o bajo cobertizo. Queda prohibido instalarlos en el interior de construcciones.

6.5.3 Se deben instalar precedidos y seguidos por una válvula individual de cierre de operación manual.

6.5.4 Deben estar soportados de modo de que la conexión no sea la que resista el peso del medidor.

## 6.6. Vaporizadores.

### 6.6.1 Especificaciones generales.

6.6.1.1 Se prohíbe el uso de flamas abiertas para calentar directamente a los tanques de almacenamiento de gas LP

6.6.1.2 Solo se permiten los externos. eléctricos. a fuego directo. por agua caliente o vapor de agua.

6.6.1.3 Se permite usar esquema de vaporización directa o retro vaporización.

6.6.1.4 Los vaporizadores se deben instalar en sitios de fácil acceso. alejados de materiales combustibles.

6.6.1.5 Deben instalarse fijos sobre una base de concreto metálica.

6.6.1.6 En una longitud no menor a 10.00 m. la tubería de vapor a la salida del vaporizador debe ser de acero al carbono de la cédula que corresponda de acuerdo a su forma de unión. No se permite el uso de tubería de cobre para los primeros 10.00 m después de la salida de un vaporizador.

6.6.1.7 Se deben instalar entre válvulas de cierre de operación manual tanto en la tubería de líquido como en la de gas LP vapor.

6.6.1.7 Entre las válvulas indicadas en el apartado anterior válvulas se debe instalar un manómetro con rango de 0.0 a 2.059 MPa (0 a 21 kgf/cm<sup>2</sup>).

6.6.1.8 El diafragma de los reguladores de presión que reciban Gas L.P. proveniente de un vaporizador debe ser adecuado para resistir la temperatura a la cual el Gas L.P. sale del vaporizador.

### 6.6.2 Vaporizadores a fuego directo.

**6.6.2.1** No se permite la instalación de vaporizadores a fuego directo en sótanos .

**6.6.2.2** Si se instalan dentro de gabinetes. éstos deben contar con orificios para ventilación en al menos dos de sus lados.

**6.6.2.3** La descarga de los gases de combustión debe hacerse a la intemperie. Cuando el vaporizador se instale en recintos cerrados o en gabinete. debe dotársele de una chimenea que los descargue al exterior.

**6.6.2.4** Deberán instalarse a la intemperie o en estructuras que cumplan los siguientes requisitos constructivos:

**6.6.2.4.1** Ser de una sola planta de altura.

**6.6.2.4.2** Sus paredes piso y techo construidos con materiales incombustibles

**6.6.2.4.3** Las paredes y techo deben de: ser de materiales ligeros diseñados de modo de poder ventear una explosión o de materiales de pesados como ladrillo. mampostería. bloques de concreto o concreto armado. en cuyo caso las paredes deben equiparse con ventanas destinada a ventear una explosión o paneles. Estos elementos deben proporcionar como mínimo un área de 0.1 m<sup>2</sup> por cada 1.4 m<sup>3</sup> del volumen que encierren.

**6.6.2.4.4** El espacio bajo su piso debe estar completamente relleno con materiales sólidos o dejarse vacío y con todos sus costados abiertos.

**6.6.2.4.5** Si la construcción o estructura donde se ubica el vaporizador colinda con otra construcción. la pared donde colinda no debe tener aberturas.

**6.6.2.5** La descarga de los gases de combustión debe hacerse a la intemperie. Cuando el vaporizador se instale en recintos cerrados o en gabinete. debe dotársele de una chimenea que los descargue al exterior.

**6.6.2.6** La descarga de las válvulas de relevo hidrostático colocadas en un radio de 5m medidos a partir de la parte central del vaporizador deben tener su descarga a una tubería cuya salida quede a no menos de 10 m del quemador más próximo.

### **6.6.3 Vaporizadores eléctricos.**

**6.6.3.1** Deben ser adecuados para atmósferas Clase 1 División 1.

**6.6.3.2** En una distancia no menor de 3.00 m a partir de la entrada del vaporizador y en la misma distancia a partir del cople del recipiente de donde se alimenta el vaporizador. la instalación eléctrica que los alimente debe ser Clase 1 División 1.

### **6.7 Distancias mínimas entre elementos mecánicos en la estación.**

#### **6.7.1 De las válvulas de relevo de presión los de tanques de almacenamiento a la intemperie a:**

Bardas límite del predio de la estación.	15.00 m
Espuela de ferrocarril. riel más próximo.	15.00 m
Oficinas o bodegas.	15.00 m
Planta generadora de energía eléctrica.	la señalada en la NOM-001-SEMP-1994. o la vigente a la fecha del proyecto.
Talleres con operaciones de soldadura.	25.00 m
Tomas de recepción de carrotanques de FFCC.	12.00 m
Tomas de recepción.	5.00 m
Vegetación de ornato.	15.00 m

#### **6.7.2 de la tangente del costado del vaporizador de fuego directo o del costado donde se encuentra la entrada del Gas L.P. líquido en un vaporizador eléctrico a:**

Materiales combustibles o inflamables (diferentes al Gas L.P.)	6.00 m
Boca de líquido de la Toma de recepción	5.00 m

### 6.7.3 De boca de líquido en la toma de recepción a:

Limite de la estación	6.00 m
Oficinas. cuarto de servicio para vigilancia y bodegas.	15.00 m
Talleres.	25.00 m

### 6.7.4 De la pared de un vaporizador a fuego directo a:

<b>A la pared de recipiente de almacenamiento</b>	<b>15 m</b>
<b>A las válvulas de salida de líquido de recipiente de almacenamiento</b>	<b>15 m</b>
<b>A lindero de la estación de vaporización con vecinos.</b>	<b>15 m</b>
<b>A lindero de la estación de vaporización sin vecinos</b>	<b>6.50 m</b>

## 6.8 Tomas de recepción.

### 6.8.1 Requisitos generales

**6.8.1.1** Si la válvula a través de la cual se llena el recipiente está colocada en la parte inferior del mismo o la medida nominal de esta válvula es mayor a 32.00 mm. debe contarse con toma de recepción.

**6.8.1.2** Debe preverse que durante el tiempo en que las mangueras de la toma de recepción no estén en servicio. sus acopladores queden protegidos.

**6.8.1.3** La manguera que permanentemente esté conectada a la toma. debe contar en su extremo libre con válvula de acción manual. que no debe ser de cierre rápido.

**6.8.1.4** La conexión de la manguera en la toma y la posición del vehículo que se cargue o descargue. debe ser proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos.

**6.8.1.5** La longitud total de la manguera no debe exceder de 8.00 m.

**6.8.1.6** En la boca de líquido. se debe contar con válvula de no retroceso o válvula de llenado y válvula de cierre manual. Estas válvulas se pueden sustituir por una válvula de paro de emergencia de actuación remota

**6.8.1.7** En caso de que la descarga de gas LP líquido se realice con compresor. la boca de líquido debe contar con indicador de flujo.

**6.8.1.8** En la boca de vapor con válvula de exceso de flujo y válvula de cierre manual o válvula interna. Estas válvulas se pueden sustituir por una válvula de paro de emergencia de actuación remota

**6.8.1.9** La válvula de exceso de flujo debe estar precedida con válvula de paro de emergencia de actuación remota. pudiendo el actuador ser de tipo hidráulico. neumático. eléctrico o mecánico.

**6.8.1.10** Cuando las válvulas internas tengan actuador remoto no es necesario instalar la válvula de paro de emergencia de actuación remota.

### 6.8.2 Soportes para tomas.

**6.8.2.1** Las tuberías de las tomas deben estar sujetas a soportes anclados de modo que sean éstos los que resistan el esfuerzo ocasionado al moverse el vehículo conectado a la toma de manera que la falla se manifieste en el punto de separación.

**6.8.2.2** Cuando la toma esté protegida por una válvula de exceso de flujo o de no retroceso. debe existir un punto de fractura entre la manguera y la instalación fija. con lo cual las válvulas permanezcan en su sitio y en posibilidad de funcionar.

**6.8.2.3** Cuando se use un separador mecánico para la protección de la toma. en el soporte no debe existir punto de fractura.

### 6.8.3 Especificación para punto de fractura.

6.8.3.1 Debe obligar la descarga de gas hacia arriba hasta donde sea previsible.

6.8.3.2 Si no es de fábrica, su profundidad debe ser tal que el espesor remanente quede comprendido entre el 50 y el 80% del espesor nominal de la pared interior del diámetro en cédula 40 del mismo, como se muestra en la siguiente tabla:

Diámetro (pulg)	Cédula 40		Cédula 80	
	Espesor remanente 50% mm	Espesor remanente 80% Mm	Espesor remanente 50% mm	Espesor remanente 80% mm
¾	1.44	2.30	2.47	3.34
1	1.69	2.70	2.86	3.87
1 ¼	1.78	2.85	3.24	4.34
1 ½	1.84	2.94	3.27	4.64
2	1.96	3.13	3.58	4.76
3	2.75	4.39	4.88	6.51
4	3.00	4.82	5.55	7.31

6.8.3.4 Opcionalmente un tramo roscado de tubería cédula 80 con longitud mínima de 0.30 m, si éste se encuentra a 90 grados de la dirección en que puede ser jalado, hace las veces de punto de fractura.

### 6.9. Puntos de acometida.

6.9.1 Deben estar colocados en el exterior de la envolvente termo-mecánica, a no más de 1.00 m del punto en que las tuberías dejan el montículo, el forro o la coraza, dentro de una zona de protección mecánica, en soportes que garanticen que los esfuerzos de tracción impuestos al sistema de tuberías de trasiego, no se transmitan al sistema de almacenamiento y que sean capaces de absorber los movimientos originados por asentamientos del sistema de almacenamiento o por sismos.

6.9.2 Deben contar con válvulas de cierre automático que permitan aislar el sistema de almacenamiento en el caso de ruptura en algún punto del sistema de trasiego.

6.9.3 Las válvulas colocadas en tuberías destinadas exclusivamente al ingreso de Gas L.P. líquido al sistema de almacenamiento, deben ser del tipo "no retroceso".

6.9.4 Donde se coloquen válvulas de exceso de gasto, se debe contar adicionalmente con válvula de paro de emergencia de acción remota, precediéndola en el sentido del flujo.

6.9.5 Los excesos de flujo pueden ser elementos independientes o estar integrados en válvulas internas.

6.9.6 El actuador de las válvulas internas puede ser mecánico, hidráulico, neumático o eléctrico, con accionamiento local o remoto. Es admisible el uso de válvulas automáticas que cumplan las dos funciones.

6.9.7 No es admisible el uso de una válvula de paro de emergencia para más de una válvula de exceso de gasto.

6.9.8 Las válvulas de acción remota pueden ser operadas neumática, hidráulica o eléctricamente.

6.9.9 En los puntos de acometida no se permitirán puntos de fractura.

6.9.10 Junto a los puntos de acometida, del lado del sistema de trasiego, se podrán colocar coples de manguera, o conexiones aislantes que interrumpan la acción de la protección catódica hacia dicho sistema de trasiego.

### 6.10. Protección contra la corrosión.

#### 6.10.1 Requisitos generales

6.10.1.1 Los recipientes, tuberías, conexiones y equipo usado para el almacenamiento y trasiego del Gas L.P., deben protegerse contra la corrosión del medio ambiente donde se encuentren, mediante un

recubrimiento anticorrosivo continuo colocado sobre un primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión. complementando con protección catódica en aquellos casos que en esta Norma se indican.

**6.10.1.2** Para los recipientes y tuberías colocados a la intemperie o bajo coraza. el recubrimiento puede ser la pintura de identificación.

**6.10.1.3** El recubrimiento para tuberías y recipientes bajo montículo. puede ser cualquiera a excepción de pintura y galvanizado (por ejemplo. recubrimientos bituminosos. a base de alquitrán de hulla. betún de petróleo. epóxicos. materiales plásticos u otros materiales). o bien colocarse el recipiente dentro de una concha plástica.

**6.10.1.4** El recubrimiento puede ser aplicado mediante fluido. pasta o cinta. debe revisarse inmediatamente antes de cubrirse o enterrarse el recipiente.

**6.10.1.5** Debe tenerse cuidado de que al instalar y cubrir el recipiente. no se dañe el recubrimiento.

**6.10.1.6** El tiempo de vida útil esperado del recubrimiento debe consignarse claramente en la memoria técnico-descriptiva del proyecto mecánico y. a su vencimiento. el recubrimiento debe reemplazarse completamente.

**6.10.1.7** El recubrimiento anticorrosivo debe extenderse a no menos de 0.10 m y no más de 0.20 m por encima del nivel en el cual la superficie protegida aflore a la intemperie.

**6.10.1.8** Los recipientes y tuberías deben contar con un sistema de protección catódica. cuando el terreno o el montículo esté en contacto con sus paredes.

## **6.10.2 Protección catódica.**

**6.10.2.1** La protección catódica debe proporcionarse usando ánodos de sacrificio o corriente impresa.

**6.10.2.2** Si se opta por usar protección catódica por corriente impresa. la instalación eléctrica antes del rectificador debe ser Clase I División I.

**6.10.2.3** La protección catódica debe diseñarse para operar continuamente manteniendo un potencial mínimo en todas las superficies enterradas de  $-850$  mV. medido respecto de un electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre y considerando una densidad de corriente de  $125$  mA/m<sup>2</sup>.

**6.10.2.4** Para el diseño. el área considerada como desnuda debe ser de 5% del exterior del recipiente. como mínimo.

**6.10.2.5** La supervisión del funcionamiento del sistema de protección catódica debe hacerse anualmente. para constatar los requerimientos del párrafo 6.10.2.3 usando un electrodo de referencia de zinc.

**6.10.2.6** Debe contarse con un punto de medición claramente marcado y mantenerse registros de los resultados.

**6.10.2.7** Deben existir uniones dieléctricas para aislar las superficies protegidas catódicamente.

**6.10.2.8** Para acomodar la puesta a tierra de las bombas y compresores debe proveerse una celda de polarización o aislar eléctricamente la bomba del sistema de protección catódica.

## **7. Especificaciones contra incendio**

### **7.1 Requisitos generales.**

**7.1.1** Las estaciones de vaporización deben estar protegidas contra incendio como mínimo por medio de extintores en los términos que se especifica en el apartado correspondiente

**7.1.2** De acuerdo con la capacidad de almacenamiento total de la estación de vaporización. los recipientes de almacenamiento colocados a la intemperie deben estar protegidos mediante hidrantes y un sistema fijo de enfriamiento por aspersión de agua diseñado como mínimo de acuerdo a los requisitos establecidos en este documento para este tipo de sistemas.

**7.1.3** Los sistemas de agua contra incendio deben ser calculados hidráulicamente.

**7.1.4** Todos los componentes del sistema de enfriamiento por aspersión de agua deben instalarse de forma fija y permanente.

**7.1.5** El agua debe rociar directamente cuando menos el 90% de la superficie de la zona de vapor y para establecer dicha cobertura, los círculos proyectados por el agua de los aspersores sobre el tanque deben tocarse cuando menos en un punto.

**7.1.6** El diseño del sistema de enfriamiento de recipientes verticales debe contemplar la protección por aspersión directa de agua sobre los soportes de los recipientes.

**7.1.7** La estación debe contar como mínimo con un sistema de alarma eléctrica sonora y continua activado manualmente para alertar al personal en caso de emergencia.

**7.1.8** En el caso de sistemas de almacenamiento bajo envoltente termo-mecánica parcialmente cubiertos, la parte descubierta del recipiente debe protegerse térmica y mecánicamente.

**7.1.8** Para la protección térmica pueden usarse uno o más medios, activos o pasivos.

**7.1.9** Se considera que un sistema de enfriamiento por aspersión de agua, diseñado según lo establecido en este documento es adecuado como medio activo de protección térmica.

**7.1.10** Los tramos de tubería entre el límite de la barrera termo-mecánica y los puntos de acometida, deben contar con, cuando menos el mismo nivel de protección térmica que el recipiente.

## **7.2 Sistema de protección por medio de extintores.**

**7.2.1** A excepción de los destinados a la protección del tablero eléctrico que controla los motores eléctricos de los equipos de trasiego de Gas L.P., los que pueden ser a base de bióxido de carbono, los extintores deben ser de polvo químico seco, de cuando menos 9 kg de capacidad.

**7.2.2** En las áreas detalladas en la tabla a continuación debe contarse con cuando menos el número de extintores en ella detallados.

<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>
Toma de recepción	2
Tablero eléctrico	1
Por cada Vaporizador	2
Zona de almacenamiento	1 por cada tanque de almacenamiento
Oficinas y almacenes	1

**7.2.3** En la instalación de los extintores se debe cumplir con lo siguiente:

**7.2.3.1** Se deben colocar a una altura máxima de 1.50 m y mínima de 1.30 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.

**7.2.3.2** Se deben colocar en sitios visibles de fácil acceso y conservarse sin obstáculos.

**7.2.3.3** Se deben colocar a una distancia no mayor de 5.0 m del elemento que protegen.

**7.2.3.4** Se deben señalar los sitios donde se coloquen de acuerdo con la normatividad de la STPS vigente.

**7.2.3.5** Deben estar sujetos a un programa de mantenimiento llevando registros de fecha de adquisición, inspección y revisión de cargas y pruebas hidrostáticas.

## **7.3 Espesor mínimo de la protección térmica pasiva.**

**7.3.1** La distancia mínima entre la superficie exterior de la envoltente termo-mecánica y cualquier parte del o los recipientes que cubre, debe ser tal que limite la temperatura de la superficie metálica de ellos por debajo de los 700.15 K (427°C), por un mínimo de 50 min cuando se vea sujeta a una fuente de calor, cuya temperatura sea cuando menos de 1473.15 K (1 200°C).

**7.3.2** Para el montículo, un espesor de 0.40 m de arena, perlita, tepetate, tezontle o vermiculita satisfacen los requisitos anteriores.

**7.3.3** La equivalencia o cumplimiento de otros materiales, tanto para el montículo como para la coraza debe demostrarse por cálculo o reporte técnico de un laboratorio.

**7.3.4** En el caso de sistemas de almacenamiento bajo montículo Clase 2 (parcialmente cubiertos) el muro de contención del montículo debe cumplir los mismos requisitos señalados para una coraza.

**7.3.5** En caso de que el montículo no esté en contacto con el recipiente. el espacio de aire entre ésta y el recipiente no debe tomarse en cuenta para los cálculos del espesor de la protección térmica.

**7.3.6** La parte superior del recipiente debe estar a cuando menos a 0.20 m por debajo del nivel de la cobertura. el registro de accesorios debe ser accesible desde el exterior y contar con una tapa la cual debe quedar a una altura no menor a 0.10 m sobre el nivel de la cobertura.

#### **7.4. Sistemas de agua contra incendio.**

##### **7.4.1 Requisitos generales.**

**7.4.1.1** De acuerdo la capacidad de agua de almacenamiento total. los recipientes de almacenamiento deben contar con medios para aplicarles agua de enfriamiento. de acuerdo a la siguiente tabla:

Capacidad de almacenamiento total (Litros de agua)	Hidrantes/monitores	Sistema de enfriamiento
Hasta 5 000	no	no
10 001 a 20 000	2 mínimo	no
Más de 20 000	2 mínimo	Si

**7.4.1.2** Se debe instalar una toma siamesa en el exterior de la construcción en un lugar de fácil acceso. para inyectar directamente a la red contra incendio el agua que proporcionen los bomberos.

**7.4.1.3** El agua contra incendio debe tomarse de una cisterna o tanque de agua cuya capacidad mínima esté de acuerdo a lo indicado en este documento.

**7.4.1.4** Si se toma agua de la cisterna o tanque de agua contra incendio para otros usos. deben proveerse medios para limitar la cantidad que puede ser extraída. de modo que el volumen útil destinado al combate de incendios no pueda verse disminuido.

**7.4.1.5** El agua debe introducirse al sistema mediante equipo de bombeo.

##### **7.4.2. Equipos de bombeo**

**7.4.2.1** El equipo de bombeo debe estar compuesto por una o más bombas accionadas por motor eléctrico y una o más bombas accionadas por motor de combustión interna.

**7.4.2.2** Es aceptable el uso de bombas accionadas por sistema dual que consiste de equipo integrado con un motor de combustión interna y con un motor eléctrico. accionado indistintamente por cualquiera de ellos.

**7.4.2.3** Es aceptable el uso de únicamente equipo de bombeo eléctrico siempre y cuando exista un sistema de generación eléctrica para el uso exclusivo del sistema contra incendio.

**7.4.2.4** El gasto y presión de bombeo mínimos de cada uno de los equipos. deben de estar de acuerdo a los requisitos del sistema de agua contra incendio que abastecen. calculados siguiendo los criterios establecidos en este documento.

**7.4.2.5** Es admisible el uso del mismo equipo de bombeo para abastecer simultáneamente tanto al sistema de hidrantes y monitores. como al de enfriamiento por aspersión por agua. En este caso. el caudal mínimo debe ser la suma de los requeridos independientemente por cada sistema y la presión mínima debe ser la que resulte mayor de las requeridas independientemente por cada sistema. ambos parámetros evaluados según su cálculo hidráulico.

##### **7.4.3 Gasto de bombeo.**

**7.4.3.1** Sistema de hidrantes o monitores: 350 L por minuto por cada monitor o manguera en el hidrante.

**7.4.3.2** Sistema de enfriamiento por aspersión de agua: el requerido según el cálculo hidráulico para que se cubra con aspersión directa cuando menos el 90% de la superficie de la zona media superior del cuerpo y las tapas del recipiente. partiendo de que por la boquilla hidráulicamente más desfavorable se debe tener el caudal necesario para aplicar 10 L de agua por minuto a cada metro cuadrado de la superficie del recipiente cubierta por el cono de agua que hacia él se proyecte desde dicha boquilla.

**7.4.3.3** En su caso, el caudal de agua necesario para la protección de los medios de soporte de los recipientes verticales deberá sumarse al requerido para la protección de la superficie de la zona media superior del cuerpo y las tapas del recipiente.

#### **7.4.4 Presión de bombeo.**

##### **7.4.4.1 Sistema de hidrantes o monitores**

La presión mínima a la salida del equipo de bombeo para los sistemas de agua contra incendio debe la necesaria para que en el elemento hidráulicamente más desfavorable se alcancen los siguientes valores manométricos cuando se tengan en operación el número de elementos indicados:

**7.4.4.1.1** Hidrantes: 0.29 MPa (3 kgf/cm<sup>2</sup>) con dos mangueras

**7.4.4.1.2** Monitores uno en operación: 0.69 MPa (7 kgf/cm<sup>2</sup>).

##### **7.4.5 Sistema de enfriamiento por aspersion de agua:**

**7.4.5.1** Cuando este sistema se alimente por un equipo diferente al utilizado para la operación de los hidrantes o monitores: la necesaria para que, en la boquilla hidráulicamente más desfavorable cuando menos se alcancen las condiciones de caudal requeridas en este documento.

**7.4.5.2** Cuando este sistema se alimente por el mismo equipo que el utilizado para la operación de los hidrantes o monitores a la necesaria para añadiendo 350 litros por minuto por el ramal común al caudal requerido para la operación del sistema de enfriamiento por aspersion de agua, en la boquilla hidráulicamente más desfavorable de este sistema se alcancen las condiciones de caudal establecidas en este documento.

**7.4.5.3** La presión mínima requerida en la boquilla para alcanzar dicho caudal debe establecerse de acuerdo con el coeficiente de descarga de la boquilla utilizada.

##### **7.4.6 Capacidad mínima de la cisterna o del tanque de agua.**

**7.4.6.1** En el caso de que el agua sea aplicada exclusivamente mediante hidrantes o monitores, el volumen útil de la cisterna o tanque de agua será de 21.000 L. como mínimo.

**7.4.6.2** Cuando deba contarse con un sistema de enfriamiento por aspersion, el volumen mínimo útil de la cisterna o tanque de agua será el que resulte de sumar 21 000 litros al requerido de acuerdo con el cálculo hidráulico para la operación durante 30 minutos del sistema de enfriamiento del recipiente de mayor superficie.

##### **7.4.7 Hidrantes y monitores.**

**7.4.7.1** Cada hidrante debe contar con dos mangueras de 0.038 m.de diámetro nominal y longitud máxima de 30 m.

**7.4.7.2** Los monitores deben ser estacionarios, tipo corazón o similar, de una o dos cremalleras, de diámetro nominal de 0.063 m. con chiflón que permita surtir neblina.

##### **7.4.8 Especificaciones del sistema de enfriamiento por aspersion de agua.**

###### **7.4.8.1 Válvulas del sistema de aspersion.**

**7.4.8.1.1** La activación de las válvulas de alimentación al sistema de aspersion se podrá efectuar por:

- a) Operación manual local.
- b) Operación manual remota.
- c) Operación automática.

**7.4.8.1.2** En la operación automática de las válvulas se debe operar simultáneamente la bomba contra incendio.

**7.4.8.1.3** Se debe instalar una válvula de bloqueo en cada una de las líneas de alimentación al sistema de aspersion para cada recipiente.

###### **7.4.8.2 Especificaciones de cálculo.**

**7.4.8.2.1** El caudal y la presión de bombeo mínimo requeridos para el sistema de enfriamiento por aspersión de agua, deben establecerse usando como base el recipiente que presente la mayor superficie.

**7.4.8.2.2** Para establecer la cobertura del agua sobre el área protegida, los círculos de los conos del agua de los aspersores proyectados sobre el recipiente deben tocarse cuando menos en un punto.

### **7.5. Equipo de protección personal**

**7.5.1** Se debe contar como mínimo de dos equipos para acercamiento al fuego, consistentes en casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón.

**7.5.2** El equipo debe estar ubicado en lugar accesible para uso del personal.

### **8. Especificaciones eléctricas**

**8.1** El sistema eléctrico debe cumplir con lo establecido en la NOM-001-SEDE-1999 o aquella que la sustituya.

**8.2** Con respecto a la clasificación de áreas eléctricas, éstas deberán cumplir con lo señalado en la tabla siguiente:

**Clasificación de áreas eléctricas**

<b>ELEMENTO</b>	<b>Clase 1 División 1</b>	<b>Clase 1 División 2</b>
Descarga de válvula de relevo de presión	1.50 m	1.50 m a 4.50 m
Toma de carga o descarga de transporte o auto-tanque	1.50 m	1.50 m a 4.50 m
Trinchera bajo NPT que en cualquier punto estén en área de división 1	1.50 m	1.50 m a 4.50 m
Venteo de manguera, medidor rotativo o compresor	1.50 m	1.50 m a 4.50 m
Bombas o compresores	1.50 m	1.50 m a 4.50 m
Descarga de válvulas de relevo de compresores	1.50 m	1.50 m a 4.50 m
Descarga de válvula de relevo hidrostático	1.50 m	1.50 m a 4.50 m

**8.3** Si algún elemento considerado como División 2 se ubica dentro de un área de División 1, el equipo utilizado deberá estar aceptado por esta última.







**8.4** Para efectos de clasificar eléctricamente el área perimetral adyacente a los recipientes que abastecen vaporizadores, la comprendida entre la tangente del recipiente y 3.00 m a partir de ésta, debe considerarse Clase 1 División 1.

**8.5** El sistema de almacenamiento debe estar conectado al sistema general a tierra de la planta, excepto cuando tengan protección catódica.

**8.6** Los motores y la instalación eléctrica dentro de la zona de almacenamiento deben ser Clase 1 División 1.

## 9. Rótulos

En el interior de la estación se deben fijar letreros visibles según se indica. de existir pictogramas normalizados se utilizarán éstos preferentemente sobre los rótulos.

ROTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
ALARMA CONTRA INCENDIO		Interruptores de alarma
PROHIBIDO ESTACIONARSE		Cuando aplique. en puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia. por ambos lados y en la toma siamesa.
PROHIBIDO FUMAR		Zona de almacenamiento y trasiego
HIDRANTE		Junto al hidrante
EXTINTOR		Junto al extintor
PELIGRO. GAS INFLAMABLE		Zona de almacenamiento. tomas de recepción.

SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS		Zona de almacenamiento y tomas de recepción
SE PROHIBE ENCENDER FUEGO		Zona de almacenamiento y tomas de recepción
CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS	LETRERO	Zona de almacenamiento
SALIDA DE EMERGENCIA		En su caso. en ambos lados de las puertas
VELOCIDAD MAXIMA 10 KPH		Áreas de circulación
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	LETRERO	Tomas de recepción
MONITOR CONTRA INCENDIO	LETRERO	Junto al monitor

## 7. Distancias mínimas de separación entre elementos de la instalación

### 7.1 Generalidades.

7.1.1 Las distancias a las que se refieren las siguientes tablas son el radio de una esfera en cuyo centro se encuentra colocada la boca de la válvula de relevo de presión. Cuando un recipiente tenga dos o más válvulas de relevo de presión. las distancias indicadas deben cumplirse para todas ellas.

Las distancias que refieren este punto. pueden medirse con una tolerancia máxima del 2%.

7.1.2 Se considera una fuente de ignición cualquier evento capaz de desprender una energía igual o mayor a 0.25 mJ. o una superficie con una temperatura igual o superior a 313 K (480 C). tales como: anuncios luminosos. interruptores. contactos eléctricos. cables energizados no entubados. motores eléctricos o de combustión interna que no sean a prueba de explosión. aparatos de consumo o quemadores. resistencias eléctricas no blindadas. etc.

7.1.3 Cuando la vegetación se mantenga verde. ésta no se considera un material combustible.

**7.2** Distancias mínimas de la tangente de la válvula de relevo de presión de cualquier recipiente. Las capacidades indicadas son individuales.

Medios de protección cuando aplique según inciso 6.1.1.7		0.60 m
Puertas. ventanas. aberturas en los muros	hasta 5 000 litros	1.50 m
	mayor a 5 000 litros	6.00 m
Boca de salida de chimeneas		1.50 m
Ventilas de casetas de elevador		1.50 m
Succión de aire acondicionado o ventiladores		1.50 m
Vaporizador con quemador		6.00 m
Lindero del predio (hasta 5 000 litros)		1.00 m
Lindero del terreno. cuando el recipiente está instalado al nivel de piso	hasta 5 000 litros	1.00 m
	5 001 a 20 000 litros	7.00 m
	20 001 a 60 000 litros	10.00 m
	mayor a 60 000 litros	15.00 m

**7.3** Distancias mínimas de la tangente de la válvula de relevo de presión de cualquier recipiente. a una fuente de ignición. Las capacidades indicadas son individuales.

Recipientes de hasta 180 litros (45 kg) en espacios abiertos	1.50 m
Recipientes mayores de 180 litros en espacios abiertos o cualquiera en cubo de luz	3.00 m

**7.4** Distancias mínimas entre paños de recipientes contiguos medidos. a la tangente de la parte media.

Al paño de un recipiente transportables	0.70 m
De un recipiente transportables al paño de un recipiente no transportables	1.50 m
Entre recipientes no transportables	1.00 m o 1/4 de la suma de los diámetros de ambos tanques. lo que resulte mayor.

**7.5** Distancias mínimas de la tangente del costado del vaporizador de fuego directo o del costado donde se encuentra la entrada del Gas L.P. líquido. a un vaporizador eléctrico:

Materiales combustibles o inflamables (diferentes al Gas L.P.)	6.00 m
Toma de llenado	5.00 m
Cualquier abertura al interior del edificio	3.00 m
Domos	3.00 m

## **8. Prueba de hermeticidad**

### **8.1** Requisitos generales.

**8.1.1** Con excepción de las conexiones en las tuberías ocultas o subterráneas. la hermeticidad de toda conexión debe revisarse antes de poner la tubería en servicio. Sólo pueden ser puestas en servicio las tuberías que resulten herméticas.

**8.1.2** La hermeticidad de las conexiones en las tuberías ocultas o subterráneas debe revisarse antes de cubrirlas.

**8.1.3** Para la revisión de la hermeticidad. las conexiones deben estar libres de recubrimiento y las tuberías deben presurizarse mediante un fluido compresible. La detección de las fugas puede hacerse mediante manómetro. aplicación de solución jabonosa. o detector de fugas.

**8.1.4** Una vez que el manómetro registra la presión requerida. la fuente de presión debe desconectarse del sistema e iniciar el tiempo de prueba.

**8.1.5** La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en esta Norma. quien debe incluir en su dictamen el resultado de la prueba.

**8.1.6** La hermeticidad de la tubería se dará por aceptada si durante el tiempo de revisión no se registra disminución alguna de la presión de revisión. o no se detecta fuga.

**8.1.7** La revisión de la hermeticidad de la conexión entre la tubería y los aparatos de consumo. debe hacerse a la presión y condiciones de operación del aparato de consumo.

**8.2** Medios utilizados para la presurización.

**8.2.1** Para todas las tuberías. el fluido para la presurización debe ser aire. dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o gas inerte.

**8.2.2** No se permite el uso de oxígeno ni de Gas L.P.

**8.3** El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad debe ser de 30 min como mínimo por cada 14 m<sup>3</sup> de volumen geométrico que presenten las tuberías a revisar.

**8.4** Presión para la revisión de la hermeticidad.

**8.4.1** Tuberías que operan a presión regulada.

**8.4.1.1** Para las tuberías en alta presión regulada. la presión para la revisión de la hermeticidad debe ser entre 1.5 y 2 veces la presión de servicio nominal de la tubería que se revise.

**8.4.1.2** Para las tuberías en baja presión regulada. la presión manométrica para la revisión de la hermeticidad debe ser entre 3.43 y 3.92 kPa (0.035 a 0.040 kgf/cm<sup>2</sup>).

**8.4.2** Tuberías que operan a presión no regulada.

**8.4.2.1** La presión para la revisión de la hermeticidad de las tuberías que manejan vapores de Gas L.P. provenientes de la salida de un vaporizador y de aquellas que lo manejan sin un medio mecánico que lo impulse debe quedar comprendida entre 0.490 MPa y 0.588 MPa (5.00 a 6.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**8.4.2.2** La presión para la revisión de la hermeticidad de las tuberías que manejan vapor de Gas L.P. impulsado por un compresor debe quedar comprendida entre 0.980 MPa y 1.176 MPa (10.00 a 12.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

**8.4.2.3** La presión para la revisión de la hermeticidad de las tuberías de llenado y otras que manejan Gas L.P. en fase líquida debe quedar comprendida entre 0.980 MPa y 1.176 MPa (10.00 a 12.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

## **9. Instalación eléctrica**

En las instalaciones clases B. B1 y C abastecidas con recipientes no transportables. las instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado dentro de un perímetro de 3.00 m a partir de las válvulas de llenado. deben ser Clase 1 División 1 y cumplir con la NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas (utilización).

### **10. Sistemas de protección contra incendio**

**10.1** Requisitos generales.

**10.1.1** Las instalaciones clases B. B1 y C cuya capacidad de almacenamiento sea igual o mayor a 5 000 L y todas aquellas donde existan vaporizadores. deben contar con al menos dos extintores de polvo químico seco de 9 kg de capacidad.

**10.1.2** Las instalaciones clases B. B1 y C con almacenamiento de Gas L.P. igual o mayor a 20 000 L de capacidad de agua. deben contar además con al menos dos hidrantes y/o monitores en el área donde se ubique el almacenamiento.

**10.1.3** Las instalaciones B. B1 y C con almacenamiento total igual o mayor a 90 000 L de capacidad de agua. deben contar con un sistema de enfriamiento por aspersión de agua.

**10.1.4** El agua contra incendio debe tomarse de una cisterna o tanque de agua cuya capacidad esté de acuerdo a lo indicado en los apartados 10.2.1 y 10.2.2.

**10.1.5** Si se toma agua de la cisterna o tanque de agua contra incendio para otros usos. deben proveerse medios para limitar la cantidad que puede ser extraída. de modo que el volumen útil destinado al combate de incendios no pueda verse disminuido.

**10.1.6** El agua debe introducirse al sistema mediante equipo de bombeo.

**10.2** Capacidad mínima de la cisterna o del tanque de agua.

**10.2.1** En el caso de que el agua sea aplicada mediante hidrantes o monitores. el volumen útil de la cisterna o tanque de agua será de 21.000 L. como mínimo.

**10.2.2** Cuando el agua sea aplicada mediante sistema de enfriamiento por aspersión, el volumen mínimo útil de la cisterna o tanque de agua será el que resulte del cálculo hidráulico para la operación durante 30 minutos del sistema de enfriamiento del recipiente de mayor superficie, calculado de acuerdo con el inciso 10.7.2.

**10.2.3** Se debe instalar una toma siamesa en el exterior de la construcción en un lugar de fácil acceso, para inyectar directamente a la red contra incendio el agua que proporcionen los bomberos.

### **10.3 Equipos de bombeo.**

**10.3.1** El equipo de bombeo contra incendio debe estar compuesto por una o más bombas accionadas por motor eléctrico y una o más bombas accionadas por motor de combustión interna.

**10.3.2** Es aceptable el uso de únicamente equipo de bombeo con motor eléctrico siempre y cuando exista un sistema de generación eléctrica para el uso exclusivo del sistema contra incendio.

**10.3.3** El gasto y presión de bombeo mínimos de cada uno de los equipos, deben de estar acordes con los requisitos del sistema de agua contra incendio que abastecen, calculados siguiendo los criterios establecidos en los apartados 10.4 y 10.5.

**10.3.4** Es admisible el uso del mismo equipo de bombeo para abastecer simultáneamente tanto al sistema de hidrantes y monitores, como al de enfriamiento por aspersión de agua. En este caso, el caudal mínimo debe ser la suma de los requeridos independientemente por cada sistema, y la presión mínima debe ser la que resulte mayor de las requeridas independientemente por cada sistema; ambos parámetros evaluados según su cálculo hidráulico.

### **10.4 Gasto de bombeo.**

El gasto mínimo abastecido por el equipo de bombeo impulsado por motor eléctrico o de combustión interna considerado independientemente, debe ser:

**10.4.1** Sistema de hidrantes o monitores: 350 L por minuto por cada hidrante o monitor.

**10.4.2** Sistema de enfriamiento por aspersión de agua: el requerido según el cálculo hidráulico para que se cubra con aspersión directa el área indicada en el apartado 10.7.2, partiendo de que por la boquilla hidráulicamente más desfavorable se debe tener el caudal necesario para aplicar 10 L de agua por minuto a cada metro cuadrado de la superficie del recipiente, cubierta por el cono de agua que hacia él se proyecte desde dicha boquilla.

### **10.5 Presión de bombeo.**

La presión mínima de bombeo para los sistemas de agua contra incendio debe ser como sigue:

- a) Sistema de hidrantes y monitores: la necesaria para que, en la descarga del elemento hidráulicamente más desfavorable, se tenga una presión manométrica de 3 kgf/cm<sup>2</sup> para hidrantes y 7 kgf/cm<sup>2</sup> para monitores.
- b) Sistema de enfriamiento por aspersión de agua: la necesaria para que, en la boquilla hidráulicamente más desfavorable indicada en el numeral 10.4.2, se alcancen las condiciones de caudal ahí establecidas. La presión mínima requerida en esta boquilla para alcanzar dicho caudal debe establecerse de acuerdo con el coeficiente de descarga de la boquilla utilizada.

### **10.6 Hidrantes o monitores.**

**10.6.1** El sistema de hidrantes debe contar con mangueras de longitud máxima de 30.00 m y diámetro nominal de 0.038 m.

**10.6.2** Si se usan monitores, éstos deben ser estacionarios, tipo corazón o similar, de una o dos cremalleras, de diámetro nominal de 0.063 m, con chiflón que permita surtir neblina.

### **10.7 Especificaciones del sistema de enfriamiento por aspersión de agua.**

#### **10.7.1 Válvulas del sistema de aspersión.**

**10.7.1.1** La activación de las válvulas de alimentación al sistema de aspersión se podrá efectuar por:

- a) Operación manual local.
- b) Operación manual remota.
- c) Operación automática.

**10.7.1.2** En la operación automática de las válvulas se debe operar simultáneamente la bomba contra incendio.

**10.7.1.3** Se debe instalar una válvula de bloqueo en cada una de las líneas de alimentación al sistema de aspersión para cada recipiente.

**10.7.2** Especificaciones de cálculo del sistema de enfriamiento por aspersión de agua.

**10.7.2.1** El caudal y la presión de bombeo mínimo requeridos para el sistema de enfriamiento por aspersión de agua. deben establecerse usando como base el recipiente que presente la mayor superficie.

**10.7.2.2** El agua debe rociar directamente cuando menos el 90% de la superficie de la zona de vapor cuando el recipiente se encuentre con Gas L.P. en fase líquida al 50% de su capacidad.

**10.7.2.3** Para establecer dicha cobertura. los círculos proyectados por el agua de los aspersores sobre el recipiente deben tocarse cuando menos en un punto.

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

$$Sm = \frac{3,1416 \times D \times Lt}{2} \times 0,90$$

Donde:

Sm = Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (m<sup>2</sup>).

D = Diámetro exterior del recipiente (m).

Lt = Longitud total del recipiente incluyendo las tapas (m).

## **11. Procedimiento para la evaluación de la conformidad**

**11.1** Para efectos de este procedimiento. los siguientes términos se entenderán como se describen a continuación:

**11.1.1** DGGLP.

Dirección General de Gas L.P. de la Secretaría de Energía.

**11.1.2** Dictamen.

Al documento que emite la Unidad de Verificación mediante el cual se determina el grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.

**11.1.3** Evaluación de la conformidad.

A la determinación del grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana mediante verificación.

**11.1.4** Ley.

A la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**11.1.5** Norma.

A la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDE-2004. Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.

**11.1.6** Unidad de Verificación.

A la persona física o moral acreditada y aprobada conforme lo establece la Ley. que realiza actos de verificación.

**11.1.7** Verificación.

A la constatación ocular. y comprobación mediante medición y examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad con esta Norma.

**11.2** Procedimiento.

**Artículo 1.** El presente procedimiento es aplicable para las instalaciones nuevas de aprovechamiento de Gas L.P. clases A1. B. B1. C y D. mediante la verificación de los proyectos (planos y memorias

técnico-descriptivas) y, en su caso, en la verificación de instalaciones ya construidas de aprovechamiento de Gas L.P. de cualquier Clase, a petición de parte.

**Artículo 2.** El interesado debe requerir la evaluación de la conformidad con esta Norma y conservar el dictamen de la conformidad que deberá estar a la disposición de la DGGLP o de otra autoridad competente conforme a sus atribuciones. El dictamen de la conformidad con esta Norma debe obtenerse de una Unidad de Verificación.

**Artículo 3.** Para obtener el dictamen de conformidad con esta Norma, el interesado obtendrá el directorio de Unidades de Verificación en la oficialía de partes de la DGGLP, ubicada en Insurgentes Sur número 890, cuarto piso, colonia Del Valle, código postal 03100, México, D.F., o en la página de la Secretaría de Energía, vía Internet, en la dirección: [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx), sección directorio de Unidades de Verificación.

**Artículo 4.** Evaluación de la conformidad a petición de parte.

El usuario de una instalación de aprovechamiento de Gas L.P. ya construida, de cualquier Clase, puede solicitar la evaluación de la conformidad con esta Norma.

Los gastos que se originen de las verificaciones a petición de parte serán a cargo de las personas a quienes se efectúen éstas.

**Artículo 5.** El usuario debe contar con la evaluación de la conformidad con esta Norma en las instalaciones nuevas de las clases A1, B, B1, C y D. Este requisito se debe cumplir previo al surtido de la primera carga de Gas L.P. a las instalaciones nuevas. En estos casos, el distribuidor de Gas L.P. debe solicitar el dictamen al usuario.

**Artículo 6.** El dictamen citado en el artículo anterior debe indicar que la instalación de aprovechamiento sí está de conformidad con esta Norma. En caso contrario, el distribuidor de Gas L.P. no debe surtir gas a la instalación del usuario final.

**Artículo 7.** En las instalaciones de las clases A1, B, B1, C y D ya dictaminadas que posteriormente se modifiquen, el usuario tendrá la obligación de solicitar una nueva evaluación de la conformidad con esta Norma.

**Artículo 8.** Las Unidades de Verificación que dictaminan estas instalaciones deben reportar a la DGGLP sobre las verificaciones realizadas, en la forma y términos que esta dependencia establezca. No obstante el dictamen que emitan debe contener por lo menos lo siguiente:

- a) Nombre del usuario.
- b) Domicilio donde se localiza la instalación de aprovechamiento.
- c) Clase de instalación.
- d) Capacidad total de almacenamiento de Gas L.P., indicando la cantidad de recipientes.
- e) Marca, fecha de fabricación, capacidad de almacenamiento y número de serie de los recipientes no transportables.
- f) Relación de aparatos de consumo, incluyendo tipo, marca y modelo.

Asimismo, por cada verificación, deben levantar un acta de verificación, en donde se registren los resultados de la intervención.

**Artículo 9.** Las evaluaciones de la conformidad de seguimiento se podrán efectuar por parte de la DGGLP en cualquier momento.

**Artículo 10.** En aquellos casos en los que del resultado de la verificación se determine incumplimiento a esta Norma, condiciones inseguras de la instalación, o cuando la verificación no pueda llevarse a cabo por causa imputable al propietario, la Unidad de Verificación dará aviso de inmediato a la DGGLP, sin perjuicio de las sanciones que, en su caso, procedan.

**Artículo 11.** Las instalaciones Clase D deberán contar además con un dictamen anual referente exclusivamente al cumplimiento del punto 5.7 de esta Norma.

**Artículo 12.** Los documentos a que se refiere el numeral 5 de esta Norma, tales como diagrama isométrico, informe y proyecto (planos y memorias técnico-descriptivas), en su caso, deberán ser firmados por

la Unidad de Verificación que dictamine sobre la instalación que en ellos se describa. anotando su nombre, número de registro, fecha de revisión y referencia del dictamen a emitirse, en su caso.

**Artículo 13.** Para las instalaciones en uso, cuando así lo requiera la autoridad competente podrá solicitar al usuario de la instalación, el dictamen de conformidad de la instalación con la presente Norma, emitido por Unidad de Verificación debidamente acreditada y aprobada conforme a la Ley.

## **12. Vigilancia**

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana estará a cargo de la Secretaría de Energía, conforme a sus atribuciones.

## **13. Concordancia con normas internacionales**

La presente Norma Oficial Mexicana no es concordante con ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su publicación.

## **9. Apéndice.**

- a)** Las roscas de tubería deben ser las indicadas en la Norma ANSI-B-2.1, edición 1988 o posteriores.
- b)** La inspección e interpretación de las soldaduras con arco eléctrico deben apegarse a la Norma ANSI-B-31.3, párrafo 3.41.4.1 edición 1988 o posteriores.
- c)** Las tuberías deben ser A/SA-53B o A/SA-106B de acuerdo con el código B31.3, edición 1988 o posteriores.
- e)** Los accesorios roscados de hierro maleable deben cumplir con lo establecido en la Norma ANSI-B16.3 edición 1988 o posteriores.
- f)** Los accesorios de acero forjado para soldadura en caja o roscados deben cumplir con lo establecido en la norma ANSI-B16.11, edición 1988 o posteriores.
- g)** En esta norma se utiliza el kilogramo fuerza sobre centímetro cuadrado debido a que esta unidad de medida es la que se emplea comúnmente en los proyectos de las instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P.
- h)** ASME B16.42-1998 "Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings – Classes 150 and 300".

## **14. Bibliografía**

- 14.1** Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- 14.2.** Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- 14.3.** Reglamento de Gas Licuado de Petróleo
- 14.4.** NFPA 54 National Fuel Gas Code. Edición 1999
- 14.5** El cálculo de las tuberías de servicio de las instalaciones para aprovechamiento de Gas L.P. Martínez Rubalcaba Edgar. 2a. Ed., por el autor. 2007. ISBN 978-970-955-53-0-1.
- 14.6** Sistema Internacional de Unidades. García Díaz. R. 1a. Ed. Limusa. 1993
- 14.7** ASME B16.3-2006 "Malleable Iron Threaded Fittings – Classes 150 and 300" edición 1988 o posteriores.
- 14.8** ASME B16.9-2007 "Factory – Made Wrought Butt Welding Fittings"
- 14.9** ASME B16.42 "Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings – Classes 150 and 300" edición 1988 o posteriores.
- 14.10** ASME/ANSI B16.5 "Pipe Flanges and Flanged Fittings" edición 1998 o posteriores.
- 14.11** ANSI B16.11-2005 "Forged Fittings. Socket-Welding and Threaded".

### **Transitorio**

**Unico.** Esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días naturales siguientes de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Atentamente

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México. D.F.. a 1 de octubre de 2004.- El Director General de Gas L.P. y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo. **César Alejandro Monraz Sustaita**.-  
Rúbrica.

			TUBERIA		ROSCADAS			SOLDADAS			BRIDADAS		
P.D	T.D.	FASE	MAT.	CED	MATERIAL	REFERENCIA	CL/C	MATERIAL	REFERENCIA	CL/C	MATERIAL	REFERENCIA	CL/C

**6.2.3.4.1** El uso de mangueras para conducir Gas L.P. en fase líquida. únicamente se permite en las instalaciones clases C o D. las cuales deben ser para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.473 kgf/cm<sup>2</sup>) especiales para su uso con Gas L.P.

**4.2.2.3 Bombas y Compresores.**

**4.2.2.3.1** Deben ser para manejo de Gas L.P.. e instalarse sobre bases metálicas fijas al piso o a una base de concreto

**4.2.2.3.2** La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor debe estar a una altura mínima de 2.50 m sobre NPT. de manera que no afecte al operador. De contarse con cobertizo, la descarga debe ser al exterior. El desfogue de la purga. en ningún caso debe dirigirse hacia un recipiente de almacenamiento.

**4.2.2.4. Medidores.**

El uso de medidores volumétricos o máxicos es optativo. de existir. se deben proteger contra tránsito vehicular y deben ser para la presión de diseño del sistema de tuberías.

**4.2.2.5.1 Tuberías y accesorios.**

**4.2.2.5.2 Criterios de diseño.**

Para la selección de tuberías y accesorios la temperatura de diseño debe ser como máximo 90°C

La presión de diseño para la tubería de succión de la bomba debe ser como mínimo de 1.725 MPa (17.58 kgf/cm<sup>2</sup>)

La presión de diseño para el resto de las tuberías debe ser como mínimo 2.41 MPa (24.61 kgf/cm<sup>2</sup>)

#### **4.2.2.5.3 Materiales.**

**4.2.2.5.4 Las conexiones pueden ser de acero, hierro maleable o hierro dúctil (nodular).**

**4.2.2.5.5 Las tuberías roscadas deben ser de acero al carbono sin costura, cédula 80 y las conexiones roscadas deben ser para una presión de diseño que le corresponda según el inciso 4.2.2.5.2 para la temperatura de diseño.**

**4.2.2.5.6 El sellador utilizado en las uniones roscadas debe ser a base de materiales resistentes a la acción del Gas L.P. No se permite el uso de pintura o mezcla de litargirio y glicerina como sellador.**

**4.2.2.5.7 Las tuberías soldadas deben de ser de acero al carbono sin costura, cédula 40 como mínimo.**

**4.2.2.5.8 Las bridas utilizadas deben ser de hierro dúctil o acero, adecuadas para una presión de 2.41 MPa (24.61 kg/cm<sup>2</sup>) a una temperatura de 65 C (ver apéndice 8. incisos d y h). Dado que la temperatura de operación es inferior a 200 C los pernos o espárragos deben ser A-193 Grado B7 o A-307 Grado B y en todos los casos las tuercas deben ser A-194 Grado 2H.**

**4.2.2.5.9 Los empaques utilizados en las uniones bridadas deben ser de materiales resistentes a la acción del Gas L.P., contruidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988 K (714.85 °C). Pendiente de consultar lo referente a las uniones con empaque de asbesto**

#### **4.2.2.5.10 Instalación de las tuberías.**

**Las tuberías pueden instalarse sobre NPT, aéreas, en trinchera o subterráneas.**

##### **4.2.2.5.10.1 Tuberías sobre NPT.**

**Las tuberías deben instalarse sobre soportes espaciados a 3.00 m como máximo, de modo de evitar su flexión debido a su peso propio y quedar sujetas a ellos, de modo que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.**

**4.2.2.5.10.2 Debe existir un claro mínimo de 0.10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería, donde como mínimo el claro debe ser de 0.05 m entre paños.**

**4.2.2.5.10.3 Las tuberías deben quedar separadas 0.10 m como mínimo, de conductores eléctricos cuya tensión nominal sea menor o igual a 127 V y de 0.20 m como mínimo, cuando la tensión nominal sea mayor a 127 V.**

##### **4.2.2.5.10.4 Tubería aérea.**

**La tubería que se instale aérea a más de 1.00 m del NPT, debe ser sobre soportes que eviten su flexión por peso propio. Debe existir un claro mínimo de 0.10 m en cualquier dirección, excepto a otra tubería, donde como mínimo el claro debe ser de 0.05 m entre paños.**

##### **4.2.2.5.10.5 Tubería en trinchera.**

**La tubería debe instalarse en soportes que cuenten con un claro mínimo de 0.10 m al fondo y a las caras de la trinchera, y de 0.05 m entre los paños de las tuberías.**

##### **4.2.2.5.10.6 Tubería subterránea.**

Debe instalarse a un nivel mínimo de 0.60 m bajo NPT. Para tal efecto, se deben seguir las prácticas usuales de ingeniería, deben tener un recubrimiento adherido al exterior del tubo y un sistema de protección catódica. El sistema de protección catódica debe contar como mínimo con un punto de medición.

#### 4.2.2.5.11 Prueba e inspección de soldaduras.

4.2.2.5.11.1 Cuando las tuberías con diámetro nominal mayor de 0.076 m sean soldadas, sus soldaduras deben ser inspeccionadas antes de la prueba de hermeticidad, rindiendo informe escrito de los resultados, de acuerdo a los siguientes criterios.

4.2.2.5.11.2 Se inspecciona y se interpreta el 25% de las soldaduras, el porcentaje anterior se dividirá por cada soldador (ver apéndices B y C).

4.2.2.5.11.3 **Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador, las soldaduras inaceptables deben repararse y volverse a inspeccionar.**

#### 4.2.2.5.12 Revisión de hermeticidad.

4.2.2.5.12.1 Previo al inicio de operaciones de la planta, se debe efectuar una revisión de hermeticidad del sistema de tuberías, para el trasiego de Gas. L.P.

4.2.2.5.12.2 *El fluido para la presurización debe ser aire, dióxido de carbono o un gas inerte, no se permite el uso de oxígeno ni de Gas L.P.*

4.2.2.5.12.3 Las tuberías subterráneas deben revisarse antes de cubrirlas.

4.2.2.5.12.4 *La detección de fugas puede hacerse mediante manómetro, aplicación de solución jabonosa o detector de fugas*

4.2.2.5.12.5 *El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad debe ser de 30 minutos como mínimo*

4.2.2.5.12.6 *El valor de la presión para la revisión de la hermeticidad debe ser de 0.49 MPa (5.0 kgf/cm<sup>2</sup>)*

4.2.2.5.12.7 La hermeticidad del sistema de tuberías se dará por aceptada, si durante el tiempo de revisión no se registra disminución del valor de la presión o no se detecta fuga.

4.2.2.5.12.8 La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada en esta norma.

#### 4.2.2.5.13 Colores distintivos de tuberías.

4.2.2.5.13.1 Las tuberías visibles se deben pintar con los siguientes colores:

Agua contraincendio.	Rojo
Aire o gas inerte.	Azul
Gas L.P. en fase vapor.	Amarillo
Gas L.P. en fase líquida.	Blanco
Gas L.P. en fase líquida en retorno.	Blanco con bandas de color verde
Tubos de desfogue.	Blanco
Tubería eléctrica.	Negra

#### **4.2.2.5.14 Accesorios del sistema de tuberías.**

##### **4.2.2.5.14.1 Indicadores de flujo.**

**4.2.2.5.14.1.1** Se debe contar con indicador de flujo, cuando menos en la tubería o toma de recepción.

**4.2.2.5.14.1.2** Pueden ser indicadores simples de dirección de flujo o del tipo de cristal que permita la observación del paso del Gas L.P. o combinados con un no retroceso.

##### **4.2.2.5.14.2 Válvula de retorno automático.**

En la tubería de descarga de cada bomba debe instalarse una válvula de retorno automática.

Si la tubería a la cual descarga no permite regresar el Gas L.P. líquido únicamente al recipiente de almacenamiento del cual se extrajo, deberá contarse con suficientes válvulas que durante la operación permitan alinear las tuberías de modo de cumplir con este requisito.

En este último caso debe contarse con un letrero donde se indique cómo realizar esta operación.

##### **4.2.2.5.14.3 Conectores flexibles.**

**4.2.2.5.14.3.1** Excepto en los casos que se indiquen como obligatorios, el uso de este accesorio es optativo.

**4.2.2.5.14.3.2** Conectores flexibles de acero o manguera para gas L.P. con cuando menos una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, para una presión de operación mínima de 2.41 MPa (24.61 kgf/cm<sup>2</sup>), no mayores de 1.00 m de longitud. Para los conectores a base de manguera sólo se permite las abrazaderas tipo BOSS.

**4.2.2.5.14.3.3** Deben ser resistentes a la acción del Gas L.P. y para una presión de diseño mínima de 2.41 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>) y si sus extremos son bridados, las bridas deben ser Clase 300 como mínimo.

**4.2.2.5.14.3.4 Deben ser contruidos de elastómeros, materiales textiles, materiales metálicos o combinaciones de ellos.**

##### **4.2.2.5.14.4 Manómetros.**

**4.2.2.5.14.4.1** Deben instalarse precedidos de una válvula de aguja.

**4.2.2.5.14.4.2** Pueden ser secos o amortiguados por líquido.

**4.2.2.5.14.4.3** Deben ser de un intervalo mínimo de lectura de 0 a 2.059 MPa (0 a 21 kg/cm<sup>2</sup>) o de 0 a 2.746 MPa (0 a 28 kg/cm<sup>2</sup>).

**4.2.2.5.14.4.3 Se aceptan los graduados en kgf/cm<sup>2</sup> y aquellos con doble escala.**

##### **4.2.2.5.14.5 Filtros.**

**4.2.2.5.14.5.1** Deben quedar instalados de modo que el elemento filtrante debe ser accesible para su mantenimiento y limpieza.

**4.2.2.5.14.5.2** Deben instalarse en la tubería de succión de la bomba, para evitar que partículas sólidas obstruyan la tubería o dañen la bomba.

**4.2.2.5.14.5.3** Los instalados en la tubería de succión de la bomba deben ser para una presión de trabajo como mínimo de 1.7 MPa (17.31kgf/cm<sup>2</sup>).

#### **4.2.2.5.14.6 Válvulas de cierre manual.**

**4.2.2.5.14.6.1** Las válvulas de cierre manual pueden ser de globo o bola, resistentes al Gas L.P. y de acero, hierro dúctil, hierro maleable o bronce.

**4.2.2.5.14.6.2** Las colocadas en las tuberías que conducen Gas L.P., deben ser para una presión de trabajo de cuando menos 2.40 MPa (24.47 kgf/cm<sup>2</sup>), y si sus extremos son bridados, deben ser clase 300 como mínimo. Las válvulas clasificadas como 400 WOG cumplen con este requisito.

#### **4.2.2.5.14.7 Válvulas de relevo hidrostático.**

**4.2.2.5.14.7.1** En los tramos de tubería, tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de cierre, exceptuando las válvulas automáticas de no retroceso y de exceso de flujo, así como los tramos de manguera para llenado de recipientes portátiles, se debe instalar entre ellas una válvula de relevo hidrostático.

**4.2.2.5.14.7.2** La descarga de estas válvulas debe dirigirse hacia un lugar seguro.

**4.2.2.5.14.7.3** La presión nominal de apertura de estas válvulas, debe ser como mínimo de 2.35 MPa (24.00 kgf/cm<sup>2</sup>) y no mayor de 2.84 MPa (29.00 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### **4.2.2.6 Mangueras y sus conexiones.**