

**GAS NATURAL LICUADO. Instalaciones y
equipamiento para gas natural licuado. Parte 2: Estaciones
de regasificación de gas natural licuado (GNL)**

LIQUEFIED NATURAL GAS. Facilities and equipment for liquefied natural gas. Part 2: Liquefied natural gas (LNG) vaporizers stations

2020-10-16
1ª Edición

© INACAL 2020

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
publicaciones@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PRÓLOGO	iv
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	3
4 Diseño y construcción de la instalación	7
4.1 Instalación de descarga	7
4.2 Instalación de almacenamiento	8
4.3 Instalación de regasificación	8
4.4 Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o de corte por frío (VCF)	10
4.5 Tuberías, válvulas y uniones	11
4.6 Instalación de control	12
4.7 Instalación eléctrica	14
4.8 Instalación contra incendios	15
4.9 Estación de regulación y medición	15
4.10 Instalación de odorización	16
5 Emplazamiento	16
5.1 Condiciones generales	16
5.2 Diques de contención contra derrames	17
5.3 Distancias de seguridad	20
6 Pruebas preoperativas	23
7 Operación	23
7.1 Generalidades	23
7.2 Puesta en frío de la instalación criogénica	24
7.3 Operaciones de descarga	24
7.4 Mantenimiento y revisiones periódicas	26
7.5 Plan de contingencia	27
ANEXO A (NORMATIVO) Consideración de distancias a elementos a proteger y reducción de las mismas mediante la utilización de muros, paredes ciegas o pantallas	28

ANEXO B (INFORMATIVO) Carteles, señales de seguridad y letreros	36
ANEXO C (NORMATIVO) Instalaciones de GNL-GN para el suministro a industrias, comercios y residencias	41
BIBLIOGRAFÍA	43

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

PRÓLOGO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 El Instituto Nacional de Calidad - INACAL, a través de la Dirección de Normalización es la autoridad competente que aprueba las Normas Técnicas Peruanas a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en representación del país.

A.2 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Gas natural seco - Subcomité Técnico de Normalización de Gas natural licuado, mediante el sistema 2 u Ordinario, durante los meses de abril de 2018 a abril de 2019, utilizando como antecedente a los documentos que se mencionan en la Bibliografía.

A.3 El Comité Técnico de Normalización de Gas natural seco - Subcomité Técnico de Normalización de Gas natural licuado, presentó a la Dirección de Normalización -DN-, con fecha 2019-06-13, el PNTP 111.032-2:2019, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2019-10-16. Habiéndose recibido observaciones, estas fueron revisadas y luego de su evaluación correspondiente, fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 111.032-2:2020 GAS NATURAL LICUADO. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Parte 2: Estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL)**, 1ª Edición, el 26 de octubre de 2020.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana, junto con la NTP 111.032-1 reemplaza a la NTP 111.032:2008 GAS NATURAL SECO. Estación de servicio de gas natural licuado (GNL), estaciones de servicio GNL-GNV, suministro GNL-GN a industrias, comercios y residencias, y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:2016 y GP 002:2016.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría Adjunta

Consejo Departamental de Lima del
Colegio de Ingenieros del Perú – Capítulo
de Ingeniería Mecánica y Mecánica
Eléctrica

Presidente
Ricardo Santillán Chumpitaz - Capítulo de Ingeniería Mecánica y Mecánica Eléctrica - CDL – CIP

Secretario
Jacobó Gutarra Álvarez

ENTIDAD

REPRESENTANTE

All Energy Perú S. A. C.

Alex Contreras Paredes

Aprogas S.A.C.

Ticiano Muñoz Sánchez

CALIDDA

Marlon Melgarejo Acosta
Fernando Ochoa Rivera

Clean Energy del Perú

Angel Barragán Neira

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ - Capítulo de Ingeniería Mecánica y Mecánica Eléctrica

José Armas Solf

Contugas S. A. C.

Bladimir Cruzada Robles

Gasbel Equipos & Asesoría S.A.C.

José Ulloa Cárdenas

Gases del Pacífico S. A. C.

Libardo Álvarez Ferrer
Francisco Cruzado Rodríguez

GTM del Perú S. R. L.

José Ortiz Arrieta

Ham Criogenica Perú S.A.C.

Jessica Gómez Pocomucha

Ingenstal S.A.C.

Rubén Macedo Velásquez

Kalite S.A.C.

Félix Oliva Hare

Limagas Natural Perú S. A.

Luis Cairampoma Granados

Mega Total Ingeniería S. A. C.

Harold Robilliard Casuso

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
Dirección General de Hidrocarburos

Alex Navarrete Pereda

MINISTERIO DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - Dirección General
de Asuntos Socio-Ambientales

Manuel Paredes Barrantes

Naturgy Peru S.A.

Ricardo Mejía Valdivia
Fred Shuña Abanto

OSINERGMIN

Hugo Talavera Herrera
José Nevado Yenque
Augusto Bernales Figueroa

Salva Gas Auto S. A. C.

Víctor Salvatierra Morales

TRANSITEMOS

Peter Davis Scott

UTEC

Francisco Porles Ochoa

XFUEL S.A.

Marcel Sánchez Palacios

Consultor

Luis Carlos Saavedra

Consultor

Luis Lazo Gutierrez

Consultor

Liber Pallet Bezada

---0000000---

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

GAS NATURAL LICUADO. Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado. Parte 2: Estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL)

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad referentes al diseño, construcción, instalación, pruebas, utilización, mantenimiento y revisiones periódicas de las estaciones de regasificación de gas natural licuado (GNL) con tanques criogénicos y sus equipos con volúmenes de capacidad geométrica, simple o conjunta, inferior o igual a 1 500 m³ y con presión máxima de servicio superior a 1 bar .

Esta Norma Técnica Peruana es aplicable a:

- Estaciones de regasificación de distrito.
- Estaciones de regasificación con equipos móviles o estacionarios.
- Estaciones de regasificación de uso industrial y/o comercial.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos a los cuales se hace referencia en el texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana en parte o en todo su contenido. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier modificación).

2.1 Normas Técnicas Internacionales

IEC 60079-10-1	Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmosferas explosivas gaseosas
ISO 21009 (todas las partes)	Recipientes criogénicos

2.2 Normas Técnicas Nacionales

NTP 111.037	GAS NATURAL LICUADO. Características del gas natural licuado (GNL) que influyen en el diseño y selección de materiales
NTP 399.010-1	SEÑALES DE SEGURIDAD. Símbolos gráficos y colores de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad y franjas de seguridad
NTP 111.010	GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales
NTP 111.004	GAS NATURAL SECO. Odorización
UNE 60312	Estaciones de regulación para canalizaciones de distribución de combustibles gaseosos con presión de entrada no superior a 16 bar
UNE-EN 13458	Recipientes criogénicos (todas las partes)

UNE-13645	Instalaciones y equipamiento para gas natural licuado Diseño de instalaciones terrestres con capacidad de almacenamiento comprendida entre 5 t a 200 t
UNE 60620-5	Instalaciones receptoras de gas natural suministradas a presiones superiores a 5 bar . Parte 5: Grupos de regulación
UNE 60670-3	Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar . Parte 3: Tuberías, elementos, accesorios y sus uniones

2.3 Norma Técnica de Asociación

ASME BPVC SECCIÓN VIII	Reglas para la construcción de recipientes a presión, División 1. Código de caldera y recipiente a presión
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.4 Otros documentos

Código Nacional de Electricidad - Utilización

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1

aislamiento

recubrimiento instalado alrededor del recipiente interior destinado a reducir el flujo térmico del exterior al interior

3.2

criogénico

destinado para servicio a una temperatura de -153 °C y -196 °C , siendo el punto inferior el punto de ebullición normal del nitrógeno

3.3

estación de operación no presencial

estación en la que todo el control se efectúa de forma remota sobre los elementos indicados en el punto b) del subcapítulo 4.6

3.4

estación de regasificación

conjunto de instalaciones de recepción, almacenamiento y regasificación de GNL destinadas a suministrar gas natural a consumidores directos o a redes de distribución

3.5

estación de regasificación de distrito¹

conjunto de instalaciones de recepción, almacenamiento y regasificación de GNL e instalaciones de regulación, medición y odorización ubicadas en las ciudades destinadas a suministrar GNL-GN a usuarios finales o a través de redes de distribución

3.6

gas de ebullición (BOG – *boil off gas*)

gas producido por evaporación de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL y/o en otras partes de la estación de servicio

3.7

gas de vaporización súbita o instantánea

gas resultante de una vaporización repentina del GNL, fuera de su estado de equilibrio

¹ “de distrito”: Término utilizado en los contratos celebrados por el Estado con las concesionarias para la masificación del Gas Natural.

3.8

gas natural licuado GNL

fluido criogénico incoloro e inodoro en estado líquido a presión atmosférica (normal) compuesta predominantemente de metano que puede contener cantidades menores de etano, propano, butano, nitrógeno, u otros componentes que normalmente se encuentran en el gas natural

3.9

instalación de almacenamiento

conjunto del recipiente interior, aislamiento, envolvente, soportes, equipos de puesta en presión, tuberías, válvulas, instrumentación y elementos de control que forman un conjunto que almacena GNL

3.10

instalación de descarga

conjunto de elementos que permiten el trasvase y circulación del GNL desde el RCTGNL (3.16) al recipiente de almacenamiento de la estación.

3.11

instalación de regasificación

conjunto de equipos y accesorios correspondientes situados aguas abajo del recipiente criogénico de GNL y cuya función es transformar el líquido almacenado, en gas a la temperatura ambiente o próxima a ella

3.12

nivel de indicación continua de llenado

dispositivo mediante el cual puede obtenerse la información sobre el nivel de llenado del recipiente. Esta información puede estar expresada en unidades de volumen, de masa o porcentaje sobre el volumen total

3.13

personal de operación²

toda persona competente y autorizada por el operador de la estación de regasificación a actuar sobre el control de la estación, sea de forma local o a distancia

² Puede incluir a los conductores de transporte de GNL que suministran en la estación, si por razones específicas del transporte inciden directamente en las operaciones de descarga.

3.14

presión máxima admisible PMA

presión máxima para la que está diseñado un equipo, especificada por el fabricante

3.15

presión máxima de servicio PMS

presión máxima efectiva admisible en la tubería o recipiente sometido a la presión del gas. La primera válvula de seguridad se debe ajustar a este valor. La presión máxima de servicio debe ser inferior o igual a la presión máxima admisible

3.16

recipiente criogénico para transporte de gas natural licuado RCTGNL

es el recipiente criogénico que se utiliza en un vehículo de transporte, para dicho fin. Puede ser parte de la estructura del vehículo (tanque criogénico de GNL) o estar montado sobre este. Incluye su equipamiento de servicio, su estructura soporte. No incluye el chasis del vehículo de transporte

3.17

sistema de parada de emergencia SPE

conjunto de interruptores de accionamiento manual o automático, local o remoto, que produce el corte del suministro eléctrico a equipos o dispositivos eléctricos relacionados con las instalaciones de GNL y el cierre de válvulas. No deshabilita los sistemas de detección de gases, sensores de frío, detección del fuego e iluminación

3.18

válvula automática de interrupción por mínima temperatura o de corte por frío (VCF)

válvula instalada en la línea de gas a la salida de los regasificadores y a partir de la cual se considera que el gas se encuentra en condiciones de temperatura ambiente. Dispone de un sistema de cierre automático que actúa en el caso de detectar que la temperatura del gas es inferior a la mínima temperatura de servicio especificada aguas abajo de la misma

4 Diseño y construcción de la instalación

4.1 Instalación de descarga

El trasvase y circulación del GNL desde el recipiente criogénico para transporte del gas natural licuado (RCTGNL), al recipiente de almacenamiento de la estación se debe realizar mediante bombas criogénicas o por diferencia de presiones.

Para realizar la descarga por diferencia de presiones, se debe disponer de un equipo de regasificación para presurizar la fase gas del RCTGNL, que debe hallarse a un nivel inferior de altura a la salida de GNL del RCTGNL y cumplir con lo indicado en el subcapítulo 4.3.1 de esta norma.

La conexión entre la instalación de descarga y el RCTGNL se debe llevar a cabo con mangueras flexibles criogénicas permanentemente conectadas durante la descarga a la instalación fija. Los conectores de las bocas de interconexión con los RCTGNL deben estar específicamente diseñados para GNL.

Las líneas de conexión con los equipos de regasificación y recipientes de almacenamiento deben disponer de las válvulas criogénicas necesarias para las maniobras de presurización y descarga. También deben disponer de válvulas criogénicas de purga para la despresurización de las mangueras previa a su desconexión.

Si la descarga se llevara a cabo mediante utilización de bombas criogénicas ubicadas en la propia estación, estas deben estar homologadas para ser utilizadas en zonas con posible presencia de gas. La instalación de descarga provista de trasvase mediante bombas criogénicas, debe contar con un sistema de parada de emergencia que actúe sobre la propia instalación, interrumpiendo el funcionamiento de las bombas.

Se debe instalar una válvula de retención en la tubería común de descarga de GNL al recipiente o recipientes, y válvulas de seguridad entre dos válvulas de interceptación consecutivas que puedan retener GNL entre ambas.

4.2 Instalación de almacenamiento

Los recipientes empleados para el servicio en estaciones de regasificación de GNL deben cumplir alguna norma aplicable a los tanques de almacenamiento criogénico a presión tales como: serie ISO 21009, UNE-EN 13458, ASME BPVC SECCIÓN VIII o equivalentes.

Cada recipiente de almacenamiento debe ir equipado con sus correspondientes válvulas y elementos de control y seguridad como se establece en 8.1 de la NTP 111.032-1.

NOTA: La presión de diseño del mismo dejará un margen suficientemente amplio por encima de su presión de servicio para que se minimice la frecuencia de disparo de las válvulas de seguridad.

El regasificador de puesta en presión rápida del recipiente debe cumplir lo dispuesto en el subcapítulo 4.3.1.

Para la selección de los materiales que deben utilizarse para la construcción de la instalación de almacenamiento, se deben tener en cuenta las recomendaciones de la Norma NTP 111.037.

La instalación debe ir provista de un sistema con válvulas o economizadores que deben actuar en los casos en que el consumo de GNL se reduzca, dirigiendo parte de la fase gas o *boil-off* del interior del recipiente al circuito de regasificación y de ahí adicionarse al gas de emisión, evitando con ello el aumento de presión en el interior del recipiente.

4.3 Instalación de regasificación

4.3.1 Regasificadores

Los materiales utilizados se pueden elegir de entre los materiales para GNL relacionados en la Norma NTP 111.037. Debe considerarse la compatibilidad de los materiales con el posible fluido de calentamiento.

La presión de diseño del regasificador debe ser, al menos, la mayor presión previsible de alimentación considerando los distintos elementos y equipos previos al mismo (presión de diseño del recipiente, presión de posibles bombas de circulación o presurización del GNL, entre otros). Se deben considerar en su diseño las tensiones térmicas durante el servicio, las tensiones térmicas transitorias debidas al enfriamiento, su propio peso, y las posibles acciones variables externas a que esté sometido (sismo, viento, nieve, entre otros).

En caso de disponer de regasificadores atmosféricos, debe tenerse en consideración la reducción de temperatura del gas emitido a causa del hielo que se forma sobre las aletas.

Los regasificadores se deben disponer en dos secciones paralelas que se aíslan de tal manera que cuando una de las secciones esté en funcionamiento la otra esté descongelando.

Los regasificadores y demás elementos complementarios exteriores al recipiente deben estar anclados y sus tuberías de conexión ser lo suficientemente flexibles para evitar los efectos debidos a las dilataciones y contracciones por los cambios de temperatura.

Se admiten los regasificadores de circuito abierto, siempre y cuando estén cubiertos, de manera que se reduzcan las pérdidas de agua y calor.

4.3.2 Recalentadores

Los eventuales recalentadores de gas utilizados para calentar el gas frío procedente de regasificadores atmosféricos u otros elementos, se deben diseñar, construir e instalar de acuerdo con su ubicación con respecto a la válvula de corte por frío (VCF), y se definirán de acuerdo con el Plan de Contingencia (véase 7.5).

4.3.3 Dispositivos de seguridad

La capacidad de la válvula de alivio de vaporizadores ambientales debe ser seleccionada para proveer una capacidad de descarga de la válvula de alivio de al menos el 150 % de la capacidad nominal del flujo de gas natural del vaporizador basada en las condiciones operativas estándar, sin que permita que la presión ascienda más del 10 por ciento por encima de la presión de trabajo máxima permitida del vaporizador.

La presión de ajuste debe ser como máximo la de diseño del regasificador. Los alivios a la atmósfera o venteos deben estar protegidos por los correspondientes apagafuego, y deben efectuar la descarga en puntos donde no se puedan crear condiciones ambientales peligrosas.

Cada regasificador debe aislarse mediante válvulas de bloqueo tanto en el circuito de GNL-gas natural como en el circuito de aporte de calor.

4.4 Válvula automática de interrupción por mínima temperatura o de corte por frío (VCF)

Se debe intercalar una válvula entre la salida de los regasificadores y el grupo de regulación de salida con un sistema de cierre automático en el caso de que detecte una temperatura a la salida de la misma inferior a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, o inferior a la recomendada por el fabricante para asegurar la integridad de los materiales situados aguas abajo, si esta fuera inferior a los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta válvula de interrupción debe poder soportar temperaturas de hasta $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asimismo, debe ser de rearme manual y presencial para garantizar la seguridad de la reanudación del servicio.

Adicionalmente, en el caso de instalaciones que dispongan de regasificadores de vaporización forzada debe instalarse entre la salida del depósito y la entrada de los regasificadores una válvula VCF criogénica que interrumpa el flujo en fase líquida.

La señal de mando de la válvula debe proceder de un sensor de temperatura o transmisor a instalar entre los regasificadores y el grupo de regulación.

El funcionamiento de esta válvula debe garantizarse en todo momento. Así, ante un posible fallo eléctrico que imposibilite la alimentación en su circuito interno de funcionamiento, o una falta de presión en su accionamiento neumático o en el sistema primario de funcionamiento, la válvula debe quedar en posición cerrada.

La válvula o conjunto de válvulas de seguridad de mínima temperatura solo se deben utilizar para el fin por el que se ha establecido: asegurar la interrupción del flujo de gas por mínima temperatura, no debiendo utilizarse para otra funcionalidad en el conjunto de la estación.

4.5 Tuberías, válvulas y uniones

4.5.1 Diseño

Los materiales de construcción utilizados en tuberías y accesorios se deben elegir de acuerdo con las condiciones de uso recomendadas en la Norma NTP 111.037.

Deben tomarse las medidas necesarias para evitar cualquier contracción diferencial suficiente para causar la deformación, el atasco de las piezas móviles, defectos de alineación, entre otros, y la formación de hielo de los componentes en contacto con la atmósfera. Se deben tomar medidas especiales con el fin de tener en cuenta las variaciones dimensionales de los tubos relacionados con los cambios de temperatura.

Todos los componentes situados aguas arriba de la ubicación de la válvula automática de interrupción por mínima temperatura deben ser adecuados para operar a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Asimismo, los materiales de los elementos situados aguas abajo de la válvula de seguridad por mínima temperatura deben ser adecuados para la temperatura más baja que se pueda producir, antes de que la válvula de seguridad por mínima temperatura se pueda cerrar.

Deben tomarse precauciones especiales para aquellos materiales en contacto accidental con GNL debido a una fuga o derrame. En caso de emergencia estas tuberías deben estar protegidas con aislamiento u otros medios para evitar su deterioro debido a las temperaturas extremas a que pueden verse sometidas hasta que se lleven a cabo las acciones correctivas pertinentes.

Los soportes de las tuberías y las fijaciones de las mismas sobre ellos deben evitar la creación de corrosión galvánica y permitir el movimiento de la tubería debido a la contracción o dilatación térmica sin rebasar las tensiones permitidas. El diseño del soporte debe ser adecuado para esta función y debe impedir cualquier puente frío entre el tubo y la estructura sobre la cual descansa o de la cual esté suspendida.

4.5.2 Dispositivos de seguridad

Los tramos de tubería comprendidos entre dos válvulas de cierre deben estar protegidos por un sistema de alivio de presión que evite daños a la misma en caso de que quede líquido criogénico o gas frío atrapado entre ambas válvulas.

Estos dispositivos de alivio deben tener un tramo de tubería de longitud mínima de 10 cm que los separe de la zona fría, para evitar que queden bloqueados por el hielo. La presión de ajuste de estos dispositivos debe ser inferior a la presión máxima de servicio establecida para la tubería protegida.

4.5.3 Montaje y construcción

Los procedimientos de soldadura deben ser conformes a las normas técnicas, ASME, ISO, UNE u otras equivalentes que sean reconocidas, que les sean de aplicación para el tipo de tubería elegido. Los soldadores deben estar capacitados para ejecutar su trabajo.

Se deben considerar las dilataciones y contracciones debidas a los cambios de temperatura, así como las vibraciones y movimientos.

Las uniones desmontables de tuberías se deben realizar con bridas.

Se deben prever las conexiones de venteo y purga necesarias para las pruebas, puesta en servicio, puesta fuera de servicio, operación y mantenimiento.

4.6 Instalación de control

Los sistemas de control de la estación de regasificación deben permitir vigilar y controlar la seguridad de la estación y los parámetros básicos de proceso, que permitan ajustar los parámetros de trabajo.

a) Estaciones de operación presencial

Para la dotación de los recipientes, los elementos mínimos de control para estaciones de operación presencial y funcionamiento manual deben ser los siguientes:

- Manómetro de presión de servicio.
- Indicador de nivel continuo de llenado.
- Indicador de nivel de punto alto o máximo admitido.
- Válvulas de servicio.
- Indicador de temperatura. El indicador debe ser monitoreado y así como activar automáticamente una alerta.

Se deben registrar en un cuadro de control general la presión y temperatura del gas antes de su salida de la estación, pudiendo registrarse otras variables de servicio que se estimen convenientes.

b) Estaciones de operación no presencial

Para estaciones de operación no presencial se deben establecer los siguientes controles y alarmas mínimos:

- Presión de servicio de recipientes.
- Nivel continuo de GNL en los recipientes.
- Temperatura del gas a la salida.
- Falta de alimentación eléctrica a la planta.
- Condición de operatividad del sistema de regasificación.
- Presencia de gas en sala de calderas de recalentadores y/o grupos alternativos de alimentación eléctrica.
- Accionamiento de válvulas de interrupción por mínima temperatura y válvulas automáticas.
- Ingreso no autorizado a la estación.

- Accionamiento de la parada de emergencia

El control y las alarmas deben transmitirse directamente al operador que pudiera estar en un lugar alejado y quedar asimismo registradas en el sistema de control, si existiera en la propia estación.

Toda la instrumentación de control y alarmas, debe ser independiente del funcionamiento normal de la estación (el proyectista debe evitar la necesidad de poner fuera de funcionamiento parte de la estación para el mantenimiento de la instrumentación). No obstante, en estaciones de operación no presencial, cuando el mantenimiento de la instrumentación requiera la falta prolongada de control de algún elemento que no disponga de control redundante o alternativo, esta carencia debe sustituirse por visitas periódicas de personal directo sobre la estación, a responsabilidad directa de la empresa operadora.

4.7 Instalación eléctrica

La clasificación de zonas de la estación se debe efectuar según el Código Nacional de Electricidad-Utilización o la norma IEC 60079-10-1.

Las instalaciones eléctricas, de iluminación y la instalación de eventuales tableros eléctricos o de control, se deben efectuar de acuerdo con lo indicado en la reglamentación vigente³.

Todas las estructuras y partes metálicas de la estación, así como el RCTGNL durante la operación de descarga, se deben hallar conectadas a tierra, de modo que la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 20 Ω .

4.7.1 Suministro de energía eléctrica

En el diseño de la estación de regasificación se debe contemplar que los equipos del SPE y equipos críticos mantengan sus condiciones de operación segura en caso de una falla o de una interrupción de la fuente de energía, además, debe contar con un sistema de alimentación de energía de respaldo (sistema de alimentación ininterrumpida – UPS) dimensionada a una capacidad y autonomía que garanticen mínimamente la parada segura de los equipos de la

³ A la fecha, la legislación vigente es el Código Nacional de Electricidad- Utilización.

estación. En caso de contar con otra fuente de energía alternativa (como un grupo electrógeno), la falla de una de las fuentes no debe afectar la capacidad de la otra.

Los sistemas de energía primaria y de emergencia serán determinados en la ingeniería del proyecto, tomando en cuenta la criticidad del funcionamiento de la estación de regasificación.

4.8 Instalación contra incendios

Los sistemas contraincendios podrán ser fijos, semifijos, móviles, portátiles o en combinación, en el tipo, calidad y cantidad adecuada para responder al mayor riesgo individual posible y/o a lo que el Estudio de Riesgos determine para cada área de las estaciones de regasificación en particular; sustentado con las NTP o normas NFPA, estándares API y prácticas recomendadas, código ASME u otras normas internacionales aceptadas por la entidad competente. Deben mantenerse en todo momento las vías de acceso, libres de obstáculos para el movimiento del equipo de extinción de incendios a una estación de regasificación de GNL.

Si la capacidad geométrica de almacenamiento de la estación de regasificación es superior a 450 m^3 y la distancia entre recipientes es inferior a 15 m, se exige irrigación superior para refrigeración de los mismos de una capacidad de 3 l/min/m^2 .

Las instalaciones que no dispongan de suministro exterior de agua deben estar dotadas de recipientes de almacenamiento y medios de bombeo que permitan el funcionamiento de la red durante 30 min a la presión y caudal establecidos.

4.9 Estación de regulación y medición

En el caso de que la estación de regasificación suministre gas a una red de distribución se debe instalar un conjunto de regulación conforme a las exigencias establecidas en la Norma UNE 60312 o norma equivalente.

Si la estación de regasificación suministra gas a un único usuario, la medición de su consumo no es exigible, debiendo instalarse un conjunto de regulación que cumpla con los requisitos establecidos en la UNE 60670-3 o la Norma UNE 60620-5 o la NTP 111.010 o norma

equivalente según proceda, de acuerdo con la presión de suministro a la correspondiente instalación receptora.

4.10 Instalación de odorización

Antes de su salida de la estación, el gas debe ser odorizado en el nivel que indica la NTP 111.004 de forma que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla cuya concentración volumétrica sea 1/5 de la correspondiente al límite inferior de inflamabilidad.

5 Emplazamiento

5.1 Condiciones generales

La instalación debe estar protegida, como mínimo, por una cerca de malla metálica u otro material no inflamable que impida que personas ajenas al servicio puedan manipular las instalaciones o acercarse a las mismas. La cerca de malla metálica debe disponer como mínimo de dos salidas suficientemente separadas, de manera que asegure la posibilidad de evacuación en caso necesario, y dotadas con puertas correderas o de apertura hacia el exterior.

La cerca de malla metálica puede no instalarse si la planta se halla en el interior de un predio cercado al que no acceden personas ajenas al servicio.

El emplazamiento de la instalación debe permitir el fácil acceso de los vehículos de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios, así como del personal autorizado. En el interior de la estación la circulación de vehículos debe limitarse a lo estrictamente necesario para las labores de abastecimiento, mantenimiento y extinción de incendios. La circulación debe disponerse de tal forma que se eviten maniobras, debiendo el estacionamiento permitir la forma más rápida de evacuación del vehículo.

El nivel de iluminación sobre todo de la zona de descarga, debe ser suficiente para garantizar la seguridad general de las operaciones que se realicen en la estación, con un valor mínimo de 300 lux en el plano de trabajo de manipulación de las válvulas.

El sistema de iluminación debe cumplir con el área clasificada correspondiente.

Debe colocarse en sitio visible los carteles y letreros que indique el tipo de instalación, los peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas; así como las señales de seguridad donde corresponda según el estudio de riesgo (véase Anexo B).

5.2 Diques de contención contra derrames

En estaciones de regasificación con recipientes de almacenamiento con capacidad geométrica total superior a 2 m³ deben contar con un dique de contención.

La finalidad de los diques de contención debe ser el contener y confinar el GNL que, por causas accidentales, pueda verterse. En sus inmediaciones deben existir las medidas necesarias de actuación contra incendio, así como los elementos de actuación que permita minimizar los efectos derivados de la vaporación súbita del GNL. Además, se debe considerar la instalación de dispositivos de detección de fugas y medidas para controlar la tasa de evaporación de GNL derramado en la contención, tal como se establece en 8.1.2.2.1 de la NTP 111.032-1.

Si un dique de contención alberga más de un recipiente, la capacidad máxima conjunta de los recipientes no debe ser superior a 270 m³.

En el interior de los diques de contención deben instalarse los elementos asociados al recipiente o conjunto de recipientes, así como las instalaciones criogénicas asociadas a los vaporizadores. Los vaporizadores deben contar con dique de contención

La instalación de toda tubería criogénica exterior a los diques de contención debe garantizar que cualquier posible derrame de GNL sea canalizado al dique de contención de mayor capacidad. Toda instalación dentro del dique de contención debe cumplir con las especificaciones criogénicas

Los diques de contención pueden estar formados por barreras naturales, muros de contención o una excavación en el terreno capaz de resistir las acciones mecánicas, térmicas o químicas del GNL.

Las paredes de los diques de contención de los recipientes deben estar como mínimo a 1,5 m de cualquier superficie lateral o frontal de los mismos.

En el caso de existir varios recipientes en el mismo dique de contención, la separación mínima entre ellos debe ser de 2 m .

Los diques de contención pueden ser adyacentes (muro de contención común) o no adyacentes, en cuyo caso los debe separar una distancia mínima de 4 m para permitir el paso de vehículos.

El fondo puede estar cubierto por un revestimiento aislante, o construido con materiales especiales, para minimizar la evaporación. Este no debe estar cubierto por grava, ni vegetación. Puede considerarse cualquier medio que limite la evaporación y reduzca la radiación de los vertidos inflamados.

La capacidad de los diques de contención se debe establecer de acuerdo con los principios siguientes:

- Si el dique de contención alberga a un solo recipiente, el volumen útil mínimo de aquel debe ser el de la capacidad geométrica del recipiente.
- Si el dique de contención alberga más de un recipiente, el volumen del dique de contención debe ser el de la capacidad geométrica del recipiente mayor. En esta situación, en la que varios recipientes compartan el mismo dique de contención, se deben extremar las medidas de protección para que los recipientes y los diques de contención resulten protegidos ante las bajas temperaturas por derrame o exposición al fuego, a causa del vertido de alguno de los recipientes. Para el diseño de la cimentación de los recipientes considerar lo establecido en 7.3 de la norma UNE EN 13645 que se indican en los dos párrafos siguientes:

La cimentación debe estar diseñada de acuerdo con procedimientos reconocidos de ingeniería civil incluyendo las prescripciones para cargas sísmicas, si están recomendadas. El diseño de la cimentación debe considerar los derrames de GNL, los incendios y la posible duración del derrame y del incendio.

Debe evitarse, en condiciones normales, las heladas debidas al GNL en el suelo que soporta el tanque, pueden recomendarse dispositivos de medida de temperatura del suelo y calentadores subterráneos.

- Para el dique de contención que alberguen más de un recipiente y no se hayan tomado las medidas del párrafo anterior, el volumen del dique de contención deberá ser la suma de la capacidad geométrica de los recipientes.

Las uniones entre los equipos y las tuberías criogénicas, interiores al dique de contención deben realizarse preferentemente por soldadura, para evitar posibles puntos de derrame de GNL. No obstante, en aquellos casos donde no fuera posible la soldadura (válvula, equipos auxiliares, uniones embridadas o roscadas en contacto permanente con el GNL), estas deben diseñarse de tal forma que su posible vertido quede confinado dentro del dique de contención. De no ser así y si este posible punto de fuga está situado por encima de la altura del dique de contención y a menos de 5 m de distancia de la pared del dique, debe aplicarse una protección tipo pantalla, que obligue al GNL proyectado por la fuga a desviar su trayectoria para realizar el vertido en el interior del dique de contención.

Las válvulas de aislamiento de emergencia deben ser a prueba de fallos. Se debe instalar una válvula de aislamiento comandada normalmente cerrada accionada por el sistema SPE (ESD) a la entrada de cada dispensador.

El método de accionamiento de la válvula de aislamiento o corte de emergencia GNL del tanque de almacenamiento de GNL depende de la capacidad del tanque de almacenamiento de GNL como se especifica en la Tabla 1.

Tabla 1 - Actuación de las válvulas de aislamiento de líquido del almacenamiento de GNL

Volumen bruto de almacenamiento de GNL m³	Actuación de las válvulas de aislamiento de emergencia de líquido
Hasta 10	Funcionamiento manual seguro en caso de emergencia
>10 a 120	Válvula de aislamiento o corte automática, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por el SPE
>120	Válvula de aislamiento o corte automático, con indicador de posición, antes o después de la primera válvula de cierre manual, activada por la puesta en marcha del SPE.

Las válvulas automáticas de retención de productos a prueba de fallas deben estar diseñadas para cerrarse en caso de que ocurra cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Detección de fuego o exposición.
- (2) Flujo incontrolado de GNL desde el recipiente de GNL.
- (3) Operación manual desde una ubicación local y desde una ubicación remota.

5.3 Distancias de seguridad

Las distancias indicadas en este subcapítulo son las mínimas que deben existir entre los límites del recipiente o recipientes y los diversos lugares que se citan.

Las estaciones de regasificación se clasifican según la capacidad geométrica conjunta de almacenamiento:

Capacidad

A.	Inferior o igual a	2 m ³
B	Superior a 2 m ³	hasta 5 m ³
C	Superior a 5 m ³	hasta 10 m ³
D	Superior a 10 m ³	hasta 20 m ³
E	Superior a 20 m ³	hasta 40 m ³
F	Superior a 40 m ³	hasta 80 m ³
G	Superior a 80 m ³	hasta 160 m ³
H	Superior a 160 m ³	hasta 400 m ³
I	Superior a 400 m ³	hasta 1 500 m ³

En la Tabla 1 se indican las distancias que los recipientes deben mantener respecto a los siguientes elementos.

Tabla 1 – Distancias de seguridad

Distancias en metros

Capacidad total instalada	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Elementos a proteger:									
Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües ¹⁾	3	5	7	9	12	15	20	20	25
Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados ¹⁾	2	5	7	9	12	15	15	15	15
Proyecciones de líneas eléctricas aéreas ²⁾	10	10	12	15	15	15	15	15	15
Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas ¹⁾	2	7	8	9	12	15	25	30	35
Aberturas de centros de afluencia masiva de público ²⁾	9	9	12	14	20	24	34	44	55

1) Las distancias indicadas para estos elementos (excepto las indicadas en la columna B) se pueden reducir aplicando muros, paredes ciegas o pantallas.

2) A las distancias indicadas, para estos elementos no se permite su reducción.

La distancia de la zona de conexión fija de mangueras de las islas de descarga a los elementos establecidos debe ser la equivalente a la capacidad B. Excepto en el caso de las estaciones de capacidad inferior o igual a 2 m³, para las que deben aplicarse las distancias indicadas para la categoría A.

Cuando no sea posible cumplir con dichas distancias, deben justificarse todas las variaciones que se introduzcan y las medidas de otro orden que se tomen en sustitución, como, por ejemplo, la aplicación de pantallas u obstáculos que obliguen al gas a efectuar un recorrido igual o superior a las distancias exigidas en la Tabla 1.

La utilización de muros, paredes ciegas o pantallas permite reducir las distancias establecidas en la Tabla 1 hasta un 50 % , de acuerdo con lo indicado en el Anexo A, excepto para las siguientes, en que no se permite ninguna reducción:

- Distancias a las proyecciones de líneas eléctricas aéreas.
- Distancias a aberturas de afluencia masiva de público.

- Distancias desde la zona de conexión fija de mangueras de las islas de descarga, que deben seguir siendo equivalentes a la capacidad geométrica que corresponden a las del tipo B.

En caso de necesitarse reducir distancias respecto a lo indicado por la Tabla 1, el dique de contención puede considerarse como un obstáculo (a efectos del propósito que se persigue con un muro, pared ciega o pantalla), debiendo tenerse en cuenta en el cálculo de la distancia a reducir el recorrido que supone el doble de la altura de la pared interior del dique de contención, así como el posible relieve del terreno.

En caso de introducirse un muro, pared ciega o pantalla adicional, no se permite más que uno de ellos. En el cálculo de sus dimensiones debe cumplirse que la suma del doble de su altura junto con el recorrido arriba indicado para el dique de contención debe ser, al menos, igual a la distancia a reducir, no exigiéndose para el elemento añadido una altura mínima (véase Figura A.3).

El muro adicional se permite ubicarlo sobre el propio dique de contención (como una prolongación del mismo), entre el límite de la propiedad y el dique de contención o en el mismo límite de propiedad.

La longitud del muro, pared ciega o pantalla debe ser tal que el recorrido horizontal de una eventual fuga de gas no sea más corto que la distancia indicada en el cuadro de distancias ($d_1 + d_2 + d_3 \geq D$ y $d'_1 + d'_2 + d'_3 \geq D$); (véase Figura A.5).

El muro, las paredes ciegas o pantallas no deben tener ninguna abertura

La adopción de reducción de distancias establecidas debe ser presentada y aprobadas por la Entidad competente⁴.

⁴ A la fecha la Entidad competente es el Ministerio de Energía y Minas.

6 Pruebas preoperativas

Antes de la instalación de los equipos a presión se debe verificar que disponen de la documentación que respalde, su cumplimiento con la reglamentación vigente⁵, así como efectuar una inspección visual del estado de los mismos.

Los recipientes de almacenamiento deben someterse a una prueba de estanqueidad a una presión de prueba de 1,1 veces la presión máxima de servicio durante al menos 24 h . La prueba debe ser preferentemente neumática realizada con gas inerte exento de humedad.

En los recipientes con aislamiento al vacío, la prueba de estanqueidad puede sustituirse con una medida del vacío durante 1 h . Si la medición de vacío es inferior a 0,6 mbar la prueba puede darse por válida, debiendo en caso contrario realizar la prueba de estanqueidad

La instalación debe someterse a una prueba de comprobación de los sistemas de seguridad con precintado de las válvulas de seguridad. Se deben prever los puntos de vaciado y venteo que se precisan para las pruebas neumáticas en tuberías, asegurando que la instalación esté completamente llena cuando comiencen estas pruebas, y que se vacíe totalmente al concluir las.

7 Operación

7.1 Generalidades

El personal que opera la estación debe tener conocimientos apropiados de la instalación, de la manipulación del gas natural en sus fases líquida y gaseosa, de las diferentes operaciones que en la estación se ejecutan, de la utilización de instrumental y herramientas, así como de los sistemas de seguridad y equipos de protección individual.

El personal de control de la estación debe ser conocedor de la forma de actuar ante una situación de emergencia.

⁵ A la fecha la legislación vigente en gas natural es el Decreto Supremo 057-2008 EM y sus modificatorias que aprueba el Reglamento de comercialización para el Gas Natural Comprimido y el Gas Natural Licuefactado.

7.2 Puesta en frío de la instalación criogénica

Antes de efectuar la primera carga de GNL de la instalación, se debe efectuar la puesta en frío del recipiente y de los circuitos criogénicos, mediante una carga controlada de nitrógeno líquido que asegure el vector gradiente de enfriamiento adecuado a cada recipiente antes del vaciado del nitrógeno líquido se deben inspeccionar todos los circuitos criogénicos, dedicando especial atención a las conexiones criogénicas.

Asimismo, se debe efectuar la medición de vacío durante todo el proceso de enfriamiento garantizando que este se mantenga por debajo de 0,6 mbar .

Se debe vigilar, en función de las características del recipiente, que la primera carga de GNL se realice con plenas garantías de que el nitrógeno líquido y el resto de componentes empleados en las pruebas, después de vaporizados, se hayan extraído completamente del recipiente.

NOTA: Eventualmente podría utilizarse el GNL para enfriar el recipiente, para la primera carga de GNL pero con procedimiento indicado y asesorado por el fabricante.

7.3 Operaciones de descarga

Debe existir y cumplirse un procedimiento escrito que incluya como mínimo las indicaciones y comprobaciones que se describen a continuación.

Los vehículos RCTGNL, encargados del abastecimiento del GNL, deben cumplir las seguridades establecidas en la reglamentación vigente sobre transporte de mercancías peligrosas⁶ y su conductor debe poseer la formación y acreditación necesaria en este sentido.

La operación de descarga debe ser atendida permanentemente como mínimo de dos personas, una de la organización que abastece otra de la que recibe; ambas calificadas por las entidades a las que pertenecen.

⁶ A la fecha, la legislación vigente es el Decreto Supremo 021-2008-MTC del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que establece el Reglamento Nacional de Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos.

El RCTGNL se debe situar en un punto próximo al punto de transferencia y orientada hacia la salida de la estación, de forma tal que su alejamiento de la zona, en caso de emergencia, no presente dificultades, y pueda realizarse sin necesidad de maniobra.

Después de estacionar el RCTGNL y antes de empezar la operación de descarga, se debe proceder de inmediato a:

- Accionar el freno de estacionamiento, parar el motor y enganchar la caja de cambios.
- Calzar las ruedas.
- Conectar a tierra el vehículo.
- No obstante, se puede efectuar la descarga con el motor en funcionamiento en aquellos casos en que el equipo de trasvase esté ubicado en el vehículo y para cuya operación sea necesario el funcionamiento del mismo y que haya sido fabricado para operar en áreas clasificadas con riesgo de explosión. En este caso se debe implementar un protocolo de medición de atmósferas explosivas y, en cuyo caso, se tomarán medidas adicionales para garantizar las condiciones de seguridad.

NOTA: En el subcapítulo 24A.1.3 del DS N° 037-2014-EM señala bombas de trasiego de GNL certificadas para su funcionamiento en áreas clasificadas con riesgo de explosión.

En el trasiego de GNL desde el RCTGNL al tanque de almacenamiento, este último debe contar con un indicador sonoro y un dispositivo de medición de nivel de líquido con una calibración, que permita al operador evitar su sobrellenado.

NOTA: En el subcapítulo 24A.1.3 del DS 037-2014-EM, dispone que los tanques de almacenamiento de la instalación cuenten con un indicador sonoro y un dispositivo de medición de nivel de líquido que permitan evitar su sobrellenado.

La conexión y desconexión de las mangueras de descarga se deben realizar con motor apagado. El funcionamiento del motor y la conexión de la batería se deben realizar durante el tiempo estrictamente necesario para la descarga.

Si durante la descarga se precise utilizar herramientas, deben ser antichispas; y las lámparas portátiles ser a prueba de explosión.

Antes de empezar el llenado de los recipientes se debe comprobar la cantidad máxima que cada uno de ellos puede admitir, y que el RCTGNL esté correctamente conectado a tierra.

Deben comprobarse las condiciones de presión y nivel de líquido del recipiente de almacenamiento durante toda la operación. Se deben controlar estos y el resto de parámetros de la instalación.

7.4 Mantenimiento y revisiones periódicas

Todos los equipos y componentes de la instalación se deben someter a las operaciones de control y mantenimiento que indique el fabricante de los equipos y componentes, debiendo efectuarse periódicamente las comprobaciones y verificaciones necesarias para conocer en todo momento el estado de la instalación, así como adoptar las medidas pertinentes para asegurar su correcto funcionamiento y condiciones de seguridad.

En cuanto a las revisiones periódicas, estas deben incluir las siguientes comprobaciones:

- Medición del vacío del recipiente (se debe aceptar si la medición es inferior a 0,60 mbar absoluta).
- Prueba de estanquidad (puede sustituirse por una medida del vacío).
- Comprobación y precintado de válvulas del recipiente incluyendo las válvulas de seguridad.
- Comprobación del cumplimiento de las condiciones reglamentarias.
- Comprobación de la toma de tierra.

Debe efectuarse en el recipiente una prueba neumática a 1,1 veces su presión máxima admisible. Esta prueba debe realizarse con gas inerte o con el propio gas del recipiente, evitando con ello la introducción de humedad en el mismo. La periodicidad será la indicada por el fabricante o la establecida por la entidad competente.

7.5 Plan de contingencias

Se debe establecer un plan de contingencia para la estación de regasificación de GNL.

De acuerdo con las características propias de su construcción, toda estación de regasificación debe tener un Estudio de Riesgos y un Plan de Contingencia⁷ para atención de emergencias y que sea aprobado por la Entidad Competente, los cuales deben ser conocidos y puestos en práctica por la totalidad del personal involucrado en este trabajo.

Para la etapa de operación, debe instrumentarse un plan de contingencia de respuesta a situaciones de emergencia y estar disponible al personal de la estación de regasificación servicio. Dicho plan debe actualizarse e incorporar criterios de diseño y procedimientos utilizados comúnmente en la industria internacional.

⁷ El Decreto Supremo 043-2007-EM, Reglamento de seguridad en actividades de hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas establece contar con un plan de contingencia. Ley 28551.

ANEXO A (NORMATIVO)

Consideración de distancias a elementos a proteger y reducción de las mismas mediante la utilización de muros, paredes ciegas o pantallas

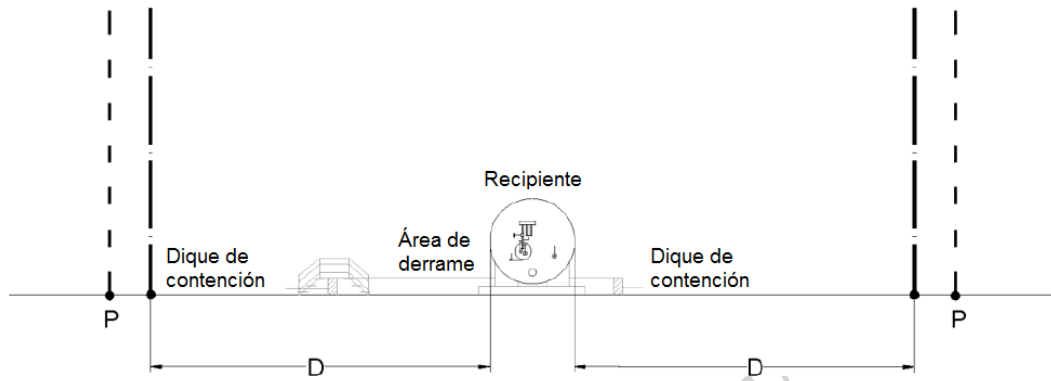
Leyenda general aplicable a todas las figuras.

D	Distancia de seguridad (Tabla 1): Distancia mínima que debe existir entre los límites del recipiente o recipientes y el elemento que se quiere proteger
P	Posición del elemento que se quiere proteger (Tabla 1)
De	Distancia de seguridad equivalente a la Distancia de seguridad D cuando se introduce un muro reductor $De = Dr + H_{cint} + H_{cext} + H_{mint} + H_{mext}$, siendo $De \geq D$
Dr	Distancia reducida de seguridad cuando se introduce un muro reductor $Dr = D - R$
R	Distancia a reducir por la introducción de un muro reductor
Hc	Altura del muro del dique de contención
Hcint	Altura interior del muro del dique de contención
Hcext	Altura exterior del muro del dique de contención
Hm	Altura del muro reductor
Hmint	Altura interior del muro reductor
Hmext	Altura exterior del muro reductor
M	Muro reductor
MA, MB, MC	Alternativas de ubicación del muro reductor

- L Longitud mínima del muro reductor
- LA, LB, LC Longitud mínima del muro reductor en función de la alternativa de ubicación escogida
- d1 Distancia de un extremo del muro reductor al punto más próximo a la proyección vertical del depósito
- d2 Ancho del muro reductor en un extremo
- d3 Distancia de un extremo del muro reductor al punto más próximo del elemento puntual a proteger
- d'1 Distancia del extremo contrario del muro reductor al punto más próximo a la proyección vertical del depósito
- d'2 Ancho del muro reductor en el extremo contrario
- d'3 Distancia del extremo contrario del muro reductor al punto más próximo del elemento puntual a proteger

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Vista de perfil



Vista en planta

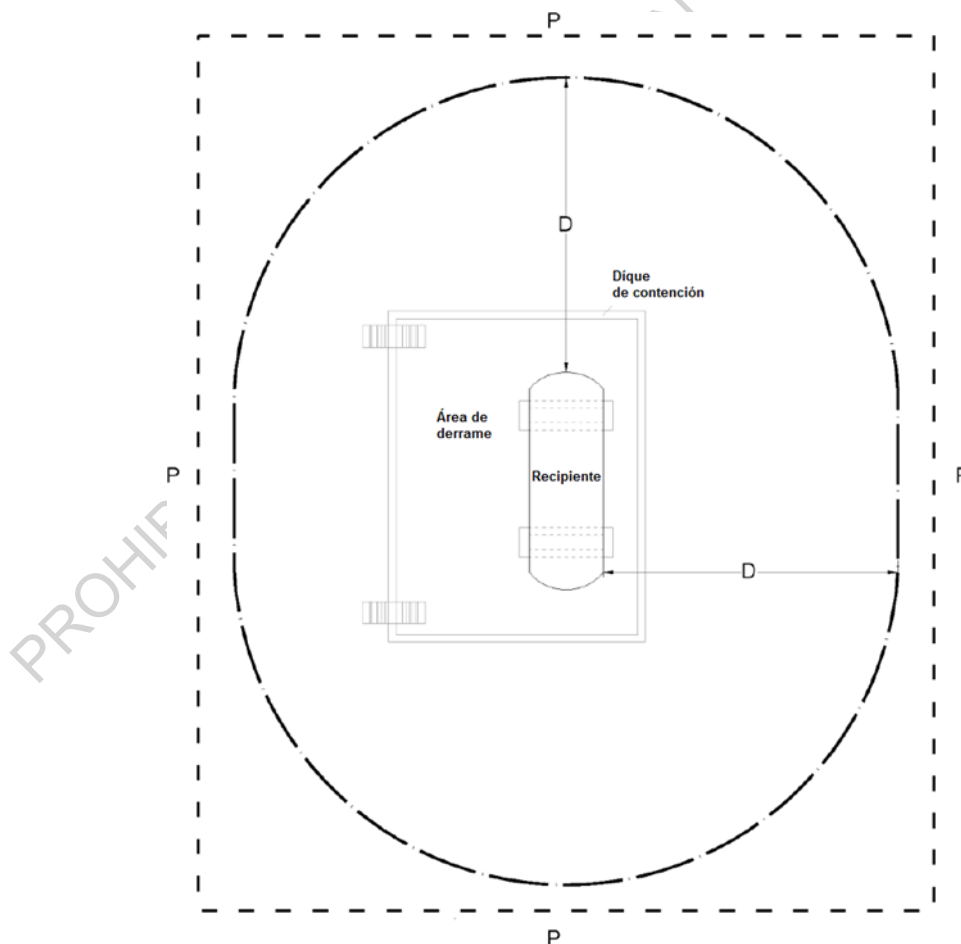
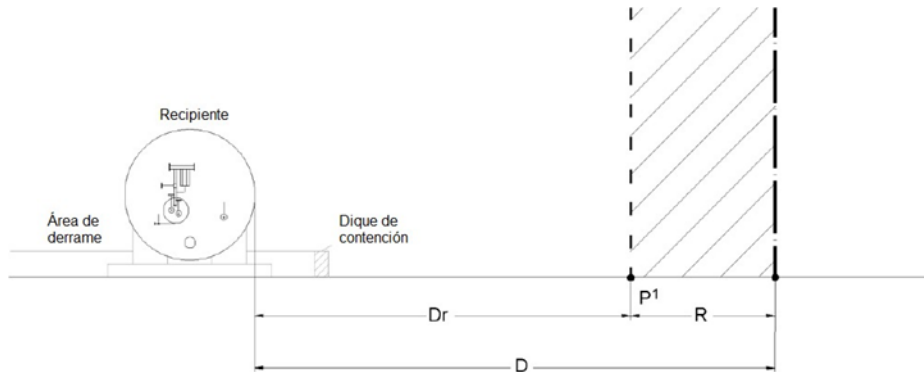
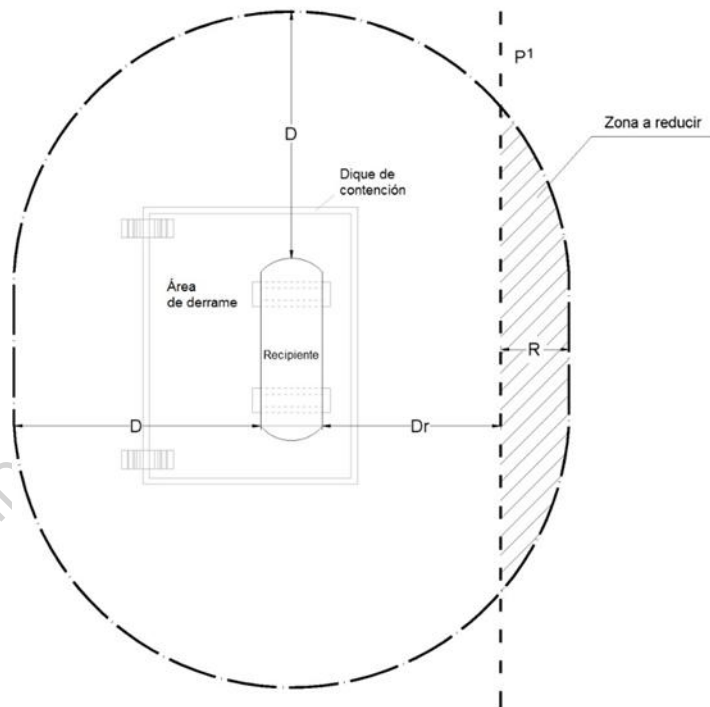


Figura A.1 - Distancia de seguridad. Metodología de medición

Vista de perfil. Reducción distancia de seguridad



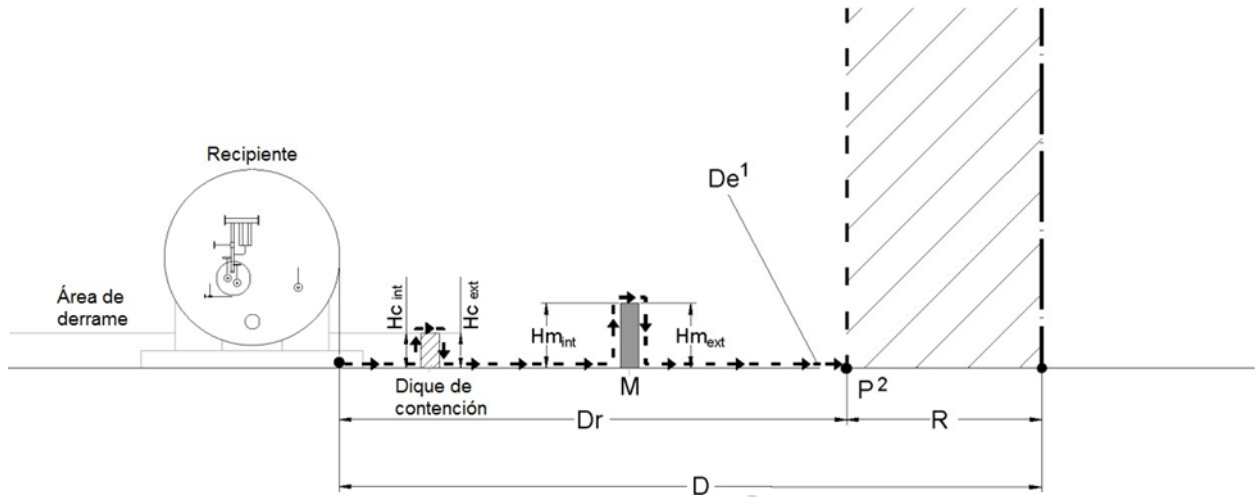
Vista en planta. Reducción distancia de seguridad



- 1 La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes elementos a proteger indicados en la Tabla 1:
 - Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.
 - Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados.
 - Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

Figura A.2 – Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia

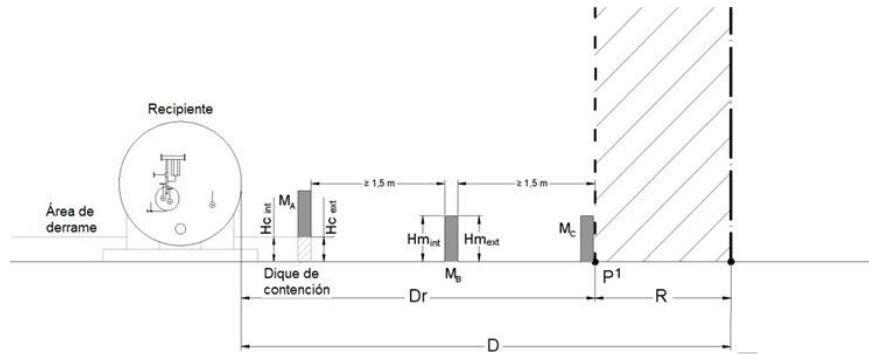
Vista de perfil. Ejemplo muro reductor. Metodología de medición



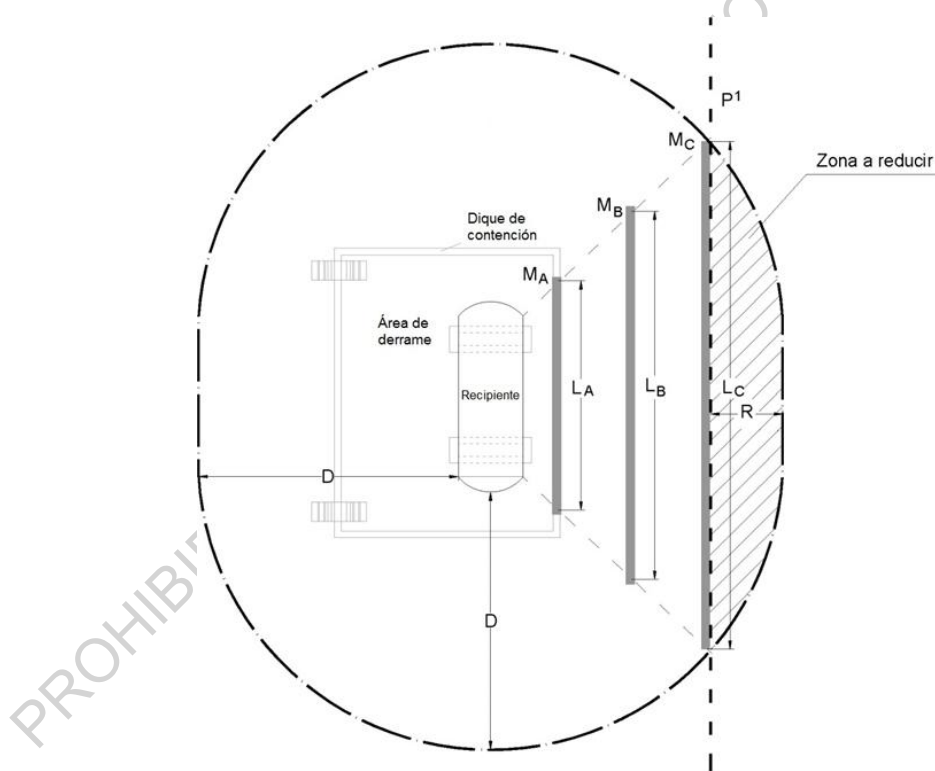
- 1 $De = Dr + Hc_{int} + Hc_{ext} + Hm_{int} + Hm_{ext}$, siendo $De \geq D$
- 2 La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes elementos a proteger recogidos en la Tabla 1:
 - Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües.
 - Motores, interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados.
 - Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

**Figura A.3 - Distancia de seguridad. Metodología de medición.
Reducción de la distancia. Consideración de la altura del muro reductor**

Vista de perfil. Altura del muro reductor



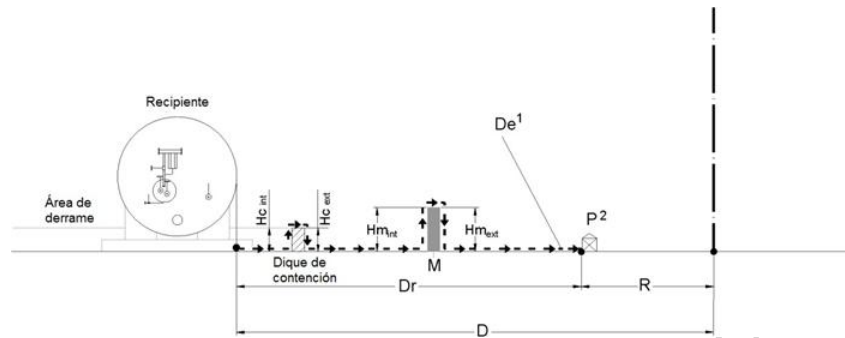
Vista en planta. Longitud del muro reductor



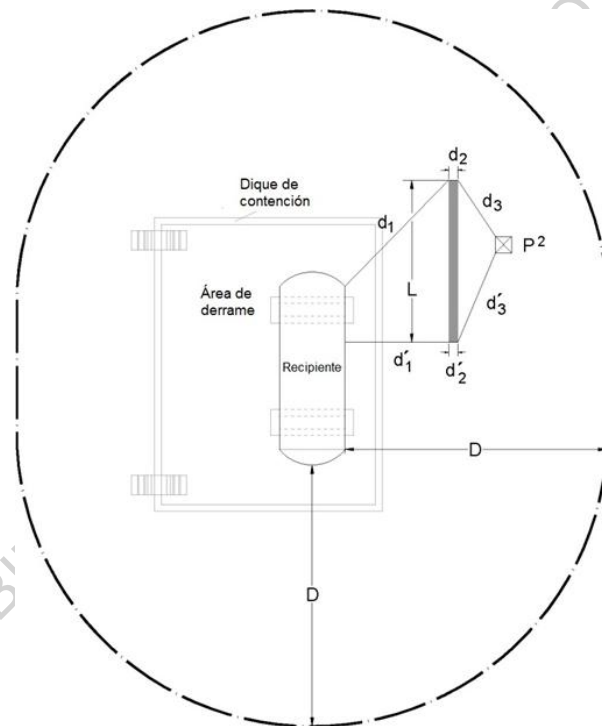
- 1 La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes Elementos lineales a proteger recogidos en la Tabla 1:
 - Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües
 - Motores e interruptores (no antideflagrantes), recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados
 - Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

Figura A.4 – Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia. Alternativas de aplicación del muro reductor (elementos lineales)

Vista en perfil. Altura del muro reductor



Vista en planta. Longitud del muro reductor



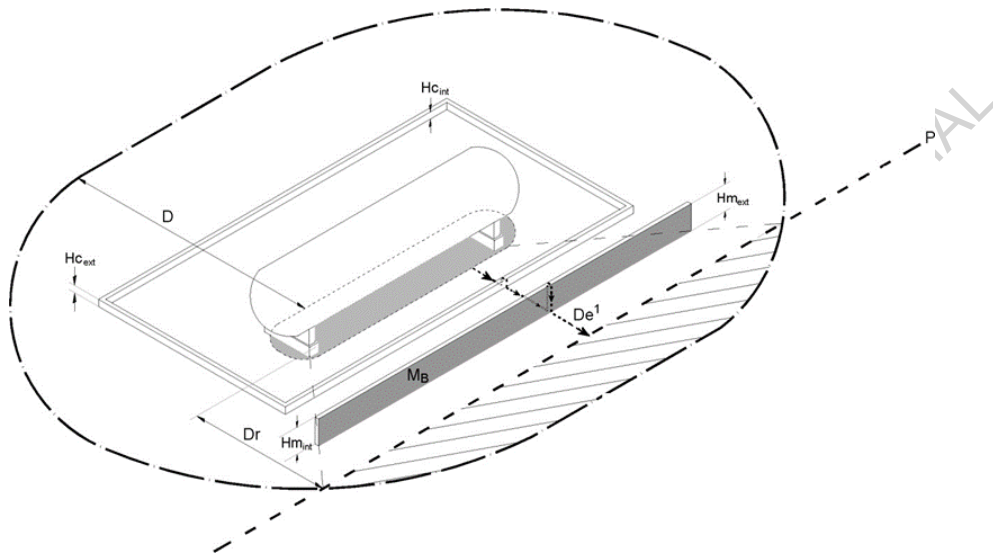
$$d_1 + d_2 + d_3 \geq D$$

$$d'_1 + d'_2 + d'_3 \geq D$$

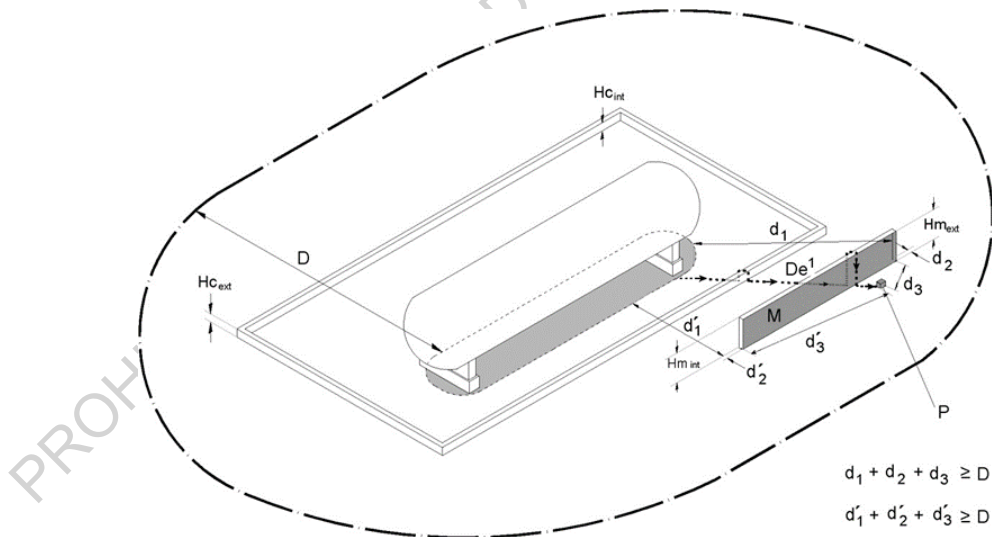
- 1 $De = Dr + Hc_{int} + Hc_{ext} + Hm_{int} + Hm_{ext}$, siendo $De \geq D$
- 2 La reducción de distancias de seguridad se permite para los siguientes Elementos puntuales a proteger recogidos en la Tabla 1:
 - Aberturas de inmuebles, sótanos, alcantarillas o desagües
 - Motores e interruptores (no antideflagrantes) recipientes de material inflamable ajenos a la instalación, puntos de ignición controlados
 - Límites de propiedad, vías públicas, carreteras, líneas férreas.

Figura A.5 – Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia. Alternativas de aplicación del muro reductor (elementos puntuales)

Muro reductor para elementos lineales. Alternativa B. Muro reductor en zona intermedia [MB]



Muro reductor para elementos puntuales



$$d_1 + d_2 + d_3 \geq D$$

$$d'_1 + d'_2 + d'_3 \geq D$$

- 1 $De = Dr + Hc_{ext} + Hc_{int} + Hm_{int} + Hm_{ext}$, siendo $De \geq D$

Figura A.6 – Distancia de seguridad. Metodología de medición. Reducción de la distancia. Alternativas de aplicación del muro reductor (isométricos)

ANEXO B (INFORMATIVO)

Carteles, señales de seguridad y letreros

B.1 Los carteles, señales de seguridad, y letreros con los colores de seguridad, colores de contraste, letras y símbolos gráficos o pictóricos deben corresponder a lo establecido en la NTP 399.010-1. A continuación la relación de los carteles y señales de seguridad, a ser consideradas donde los estudios de riesgo lo establezcan.

- Rombo NFPA (3;4;0;W).
- Rombo (Gas Inflamable 2).
- Código Naciones Unidas (UN 1972).
- Apague equipos eléctricos.
- Prohibido hacer fuego abierto a menos de 50 metros.
- Peligro GNL Inflamable.
- Parada de emergencia.
- Atención quemadura por baja temperatura.
- Cuidado atmósfera inflamable.
- Atención riesgo eléctrico.
- Uso obligatorio de: guantes criogénicos, protector facial, zapatos de seguridad, ropa antiestática, casco de seguridad, protección auditiva, detector de gases, mandil criogénico; según corresponda, son los EPP dentro de la estación.
- Prohibido el ingreso.
- Gas combustible Prohibido fumar.













- Apague su celular.
- No hacer fuego.
- Letrero con nombre de la estación, número de emergencia del operador de la estación y actividades ante una emergencia.
- Otros letreros como instrucciones de operación de equipos, dispositivos, uso de equipos contra incendios.
- Señales de seguridad de evacuación, donde corresponda según el estudio de riesgo

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

INFORMACIÓN ADICIONAL A LA SEÑAL DE SEGURIDAD (MEDIDAS MÍNIMAS)	CARTEL CON SEÑAL DE SEGURIDAD E INFORMACIÓN ADICIONAL
ROMBO DE NFPA (0,30 m x 0,30 m)	
ROMBO PELIGRO GAS INFLAMABLE (0,30 m x 0,30 m)	
CÓDIGO DE LAS NACIONES UNIDAS (0,30 m x 0,30 m)	
APAGUE EQUIPOS ELÉCTRICOS (0,60 m x 0,30 m)	
PELIGRO HACER FUEGO ABIERTO A MENOS DE 50 METROS (0,60 m x 0,30 m)	
PELIGRO GNL INFLAMABLE (0,30 m x 0,10 m)	
PARADA DE EMERGENCIA (0,30 m x 0,10 m)	
CARTEL DE ADVERTENCIA ATENCIÓN QUEMADURAS POR BAJA TEMPERATURA (0,50 m x 0,30 m)	
CARTEL DE ADVERTENCIA CUIDADO ATMÓSFERA INFLAMABLE (0,50 m x 0,30 m)	
CARTEL DE ADVERTENCIA ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO (0,50 m x 0,30 m)	

INFORMACIÓN ADICIONAL A LA SEÑAL DE SEGURIDAD (MEDIDAS MÍNIMAS)	CARTEL CON SEÑAL DE SEGURIDAD E INFORMACIÓN ADICIONAL
<p>CARTEL CON SEÑALES DE OBLIGACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - USO OBLIGATORIO DE GUANTES CRIOGÉNICOS - USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL - USO OBLIGATORIO DE ZAPATOS DE SEGURIDAD - USO OBLIGATORIO DE ROPA ANTIESTÁTICA - USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD - USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA - USO OBLIGATORIO DE DETECTOR DE GASES - USO OBLIGATORIO DE MANDIL CRIOGÉNICO <p>(CARTEL DE 0,90 m x 0,75 m)</p>	
<p>CARTELES CON SEÑALES DE PROHIBICIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PROHIBIDO EL INGRESO - APAGUE SU CELULAR - GAS COMBUSTIBLE NO FUMAR - NO HACER FUEGO ABIERTO <p>(0,60 m x 0,90 m)</p>	
<p>LETRERO QUE INDICA ACTIVIDADES ANTE UNA EMERGENCIA</p> <p>(LETRERO DE 0,50 m x 0,65 m)</p>	

B.2 Al ingreso de la estación de regasificación, en previsión de riesgos, puede instalarse un cartel con señales múltiples de seguridad, que indique lo siguiente:

SOLO PERSONAL AUTORIZADO PUEDE INGRESAR A LA ESTACION DE REGASIFICACION			
	PROHIBIDO EL INGRESO		APAGUE SU CELULAR
	GAS COMBUSTIBLE NO FUMAR		NO HACER FUEGO
AL INGRESAR USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)			
	USO OBLIGATORIO DE GUANTES CRIOGENICOS		USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL
	USO OBLIGATORIO DE ZAPATOS DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE ROPA ANTISTATICA
	USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD		USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA
	USO OBLIGATORIO DE DETECTOR DE GASES		USO OBLIGATORIO DE MANDIL CRIOGENICO

PROF,

ANEXO C (NORMATIVO)

Instalaciones de GNL-GN para el suministro a industrias, comercios y residencias

C.1 En el caso de disponer de vaporizadores atmosféricos, deberá tenerse en consideración la reducción de la temperatura del gas emitido a causa del hielo que se forma sobre las aletas. Los vaporizadores se podrán disponer en estos casos en dos secciones paralelas que se podrán aislar de tal manera que cuando una de las secciones esté en funcionamiento la otra esté descongelando.

C.2 La Estación de Regulación de Presión y Medición (ERPM) debe cumplir con lo establecido en el capítulo 12 de la NTP 111.010. El propósito debe ser entregar una presión regulada según el tipo de instalación a la que se destine el gas natural. Véase Figura C.1

C.3 En el caso del diseño de instalaciones de GNL para suministrar gas natural a redes de distribución urbana (residencias y comercios), se debe considerar un almacenamiento de GNL para una autonomía de 72 horas (3 días) para cubrir la demanda del consumo residencial y comercial.

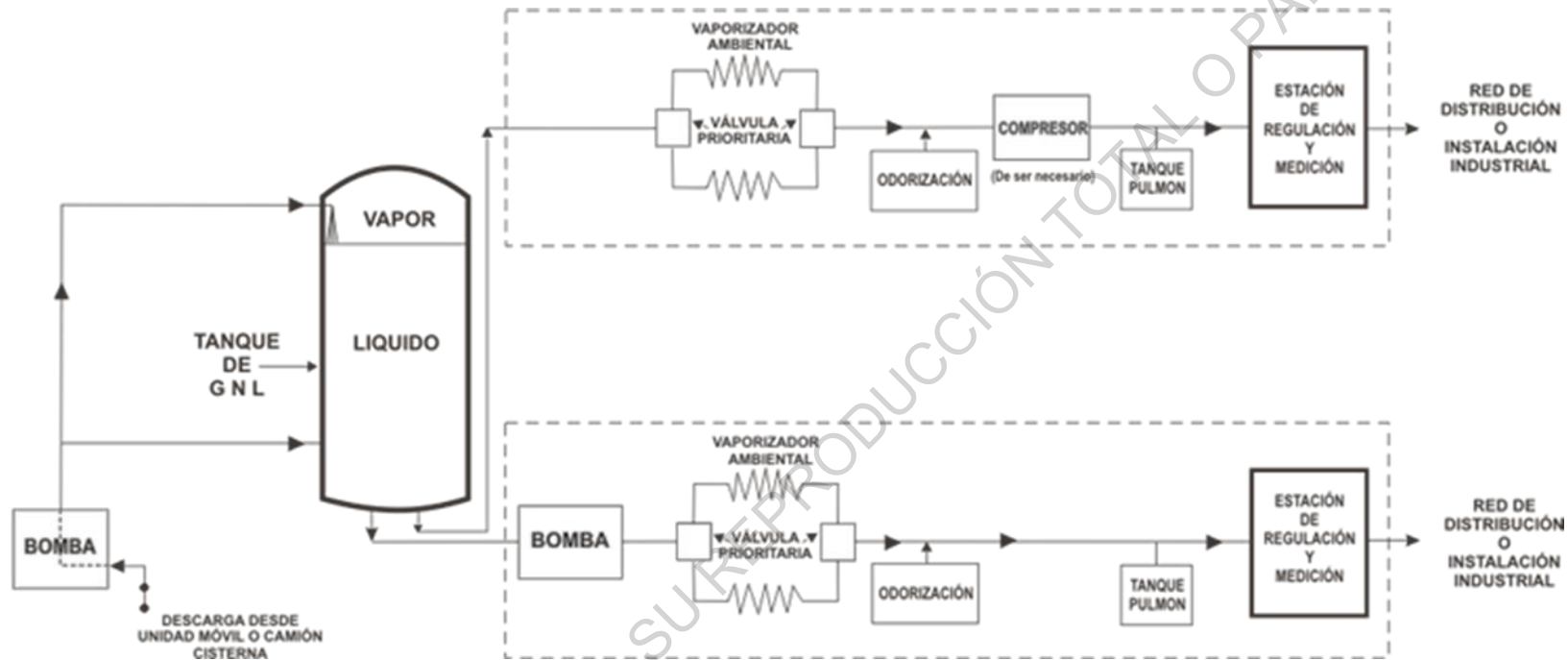


Figura C.1 - Esquema referencial para instalaciones GNL-GN para suministro a industrias, comercios y residencias

BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNE 60210:2018, Plantas satélite de gas natural licuado (GNL)
- [2] NTP 399.010-1:2016, SEÑALES DE SEGURIDAD. Símbolos gráficos y colores de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad y franjas de seguridad
- [3] UNE-EN 1473:2017, Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Diseño de las instalaciones terrestres
- [4] NFPA 59A:2019, Norma para la producción, almacenaje y manipulación del gas natural licuado (GNL)
- [5] ISO 16924:2016, Natural gas fuelling stations — LNG stations for fuelling vehicles

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL