



Publicado por el

**Comité Internacional de la AISS  
para la Prevención de Riesgos  
Profesionales en la Industria  
Química**

ISSA Prevention Series No. 2004 (Sp)  
ISBN 92-843-3047-5  
ISSN 1015-8022  
1995

# *Seguridad en las instalaciones de gas licuado*

**(butano y propano)**



## LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL (AISS)

Fundada en 1927, la Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS) es una organización mundial no gubernamental que agrupa a instituciones responsables de los sistemas de seguridad social. Actualmente cuenta con más de 300 instituciones miembros en aproximadamente 125 países. La AISS persigue como objetivos la defensa, la promoción y el desarrollo de la seguridad social a través de tres programas principales de actividades.

A fin de intensificar las actividades prevencionistas en las industrias del sector químico (incluidas las industrias de: materias plásticas, explosivos, petróleo y caucho), en 1970 se constituyó un comité especializado, denominado



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS  
PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES  
EN LA INDUSTRIA QUÍMICA

La Secretaría del citado Comité es desempeñada por la Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie, cuya sede central se encuentra en Heidelberg (Alemania).



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS  
PARA LA PROTECCIÓN DE MAQUINAS

La Secretaría del citado Comité es desempeñada por la Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, cuya sede central se encuentra en Mannheim (Alemania).

# Seguridad en las instalaciones de gas licuado

## Butano y Propano

Guía práctica

Publicado por el

Comité Internacional para la Prevención de Riesgos Profesionales en la Industria Química, de la Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS)  
Postfach 10 14 80, D-69004 Heidelberg, Alemania

La versión española del presente manual ha sido realizada por la  
ASOCIACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES  
c/ Echaide, nº 4.- 20.005 San Sebastián. Tel. (943) 42 17 52, fax (943) 42 91 32



# Prólogo

Los Comités Internacionales de la Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS), tienen por misión contribuir, mediante el intercambio de experiencias y conocimientos, publicaciones y coloquios, al estudio y a la prevención de los accidentes laborales, de las enfermedades profesionales y, en términos generales, del conjunto de riesgos cubiertos por la Seguridad Social.

Para promover los encuentros internacionales entre especialistas y fomentar la elaboración de soluciones a problemas específicos, la Dirección del Comité de Química de la AISS ha creado el grupo de trabajo «Protección contra las Explosiones». Pretende así contribuir a la armonización técnica entre países industrializados y difundir sus conocimientos en los países que aún están en vías de desarrollo.

El presente manual, que ha sido confeccionado en estrecha colaboración con el Comité de Protección de Máquinas, ofrece a los ingenieros, directivos de empresa y técnicos de seguridad no especializados en el tratamiento de los gases licuados, la posibilidad de evaluar en sus empresas los riesgos que pueden resultar de la concepción, diseño, construcción y puesta en marcha de una instalación de G.L.P.

La publicación no constituye una ayuda a la elección de medidas de protección concretas, porque las diferencias entre reglamentaciones nacionales no lo permiten. La intención está puesta en dar a conocer los riesgos y problemas que plantean las instalaciones de gases licuados y las soluciones generales y de principio que son aplicables.



Lauer  
Presidente del  
Comité de Química



# Autores y colaboradores

## Presidencia

Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (CNA)  
R.J.Ott

## Con la colaboración de

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Vienne (A)  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), Sankt Augustin (D)  
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg (D)  
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Mannheim (D)  
Ciba-Geigy AG, Bâle (CH)  
Institut national de recherche et de sécurité (INRS), Paris (F)  
Directoraat-Generaal van de Arbeid, Voorburg (NL)  
Stichting Sereb, Geldermalsen (NL)  
Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (CNA), Lucerne (CH)  
Stazione Sperimentale per i Combustibili (SSC), San Donato Milanese/Milano (I)

## Autores

A. Fiumara, San Donato Milanese (I)  
H. Beck, Sankt Augustin (D)  
**K.-H. Fischer**, Dortmund (D)  
M. Glor, Bâle (CH)  
P. Gros, Paris (F)  
K. Isselhard, Heidelberg (D)  
J.P.M. M. Meissen, Geldermalsen (NL)  
**R.J. Ott**, Lucerne (CH)  
P.C. Parlevliet, Voorburg (NL)  
S. Radandt, Mannheim (D)  
H. Rainbauer, Vienne (A)  
L. Rossinelli, Lucerne (CH)  
**F. Scheller**, Lucerne (CH)

## Diseño gráfico

K.-H. Fischer, Dortmund (D)  
R.J. Ott, Lucerne (CH)  
F. Scheller, Lucerne (CH)  
**D. Settele**, Mannheim (D)



# Índice

<b>Definiciones .....</b>	<b>10</b>
<b>Propiedades y riesgos .....</b>	<b>15</b>
<b>Medidas aplicables a la concepción y montaje</b>	
Generalidades .....	28
Instalaciones abastecedoras .....	35
Instalaciones consumidoras .....	42
<b>Explotación y mantenimiento</b>	
Explotación .....	48
Mantenimiento .....	54
<b>Medidas a adoptar en caso de fuga de gas, con o sin incendio .....</b>	<b>57</b>
<b>Control de las instalaciones de gas licuado .....</b>	<b>60</b>
<b>Publicaciones de la AISS .....</b>	<b>62</b>

# Definiciones

**¿Qué se entiende por gas licuado de petróleo?**

El término gas licuado de petróleo (G.L.P.), se aplica aquí a los gases combustibles licuables bajo presión, como el propano, el butano y sus mezclas.

En la denominación «gas licuado» se produce una contradicción. Según las leyes de la física, la materia sólo puede existir, a determinadas temperaturas y presiones, en uno de estos tres estados: sólido, líquido o gaseoso. Sin embargo, en un recipiente a presión, los hidrocarburos de bajo punto de ebullición pueden encontrarse a la vez en dos fases; una líquida y otra gaseosa. De ahí la expresión «gas licuado».

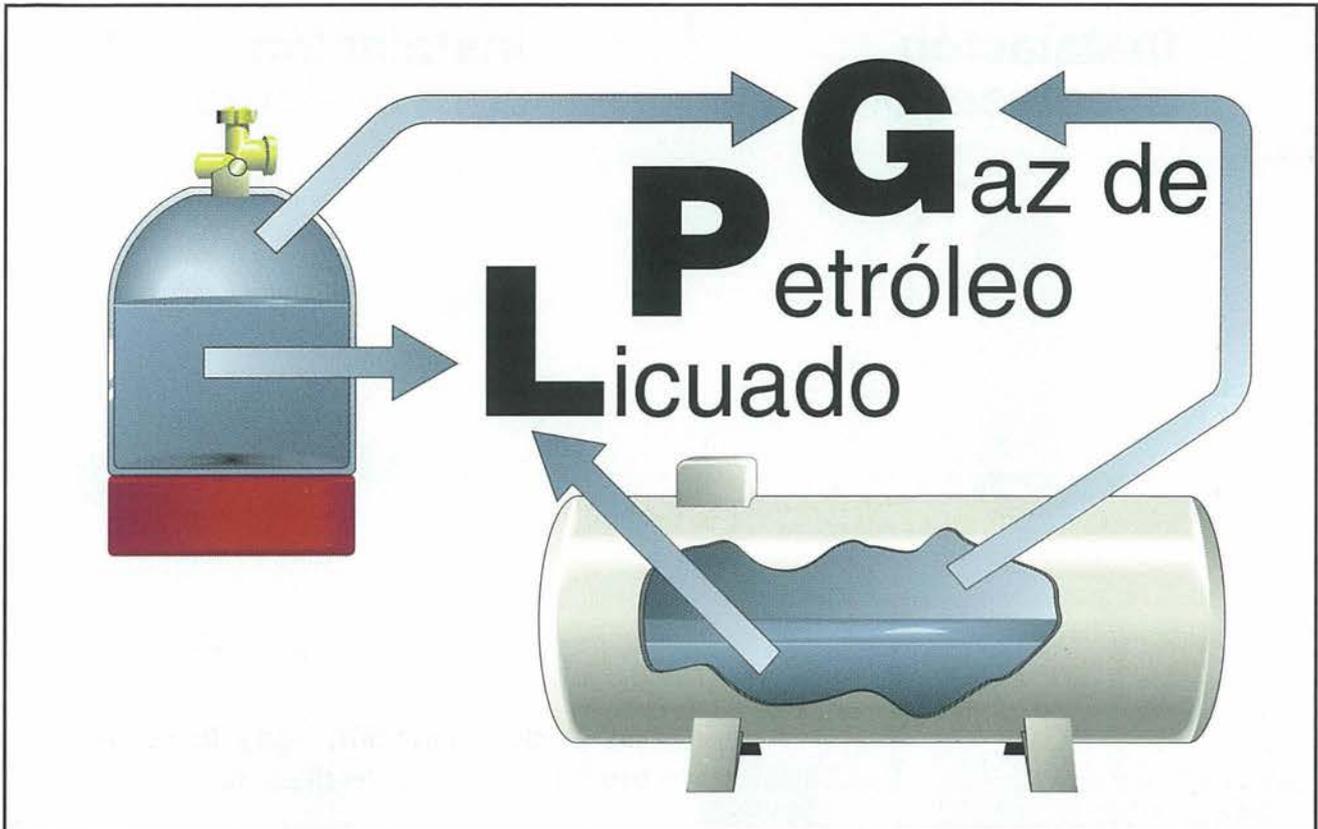


Figura 1: En un recipiente a presión, los hidrocarburos de bajo punto de ebullición presentan dos estados simultáneos; líquido y gaseoso

**¿Qué se entiende por instalación de gas licuado?**

Una instalación de gas licuado es un conjunto constituido por una instalación abastecedora y una instalación consumidora que permite utilizar el gas como combustible o agente propulsor.

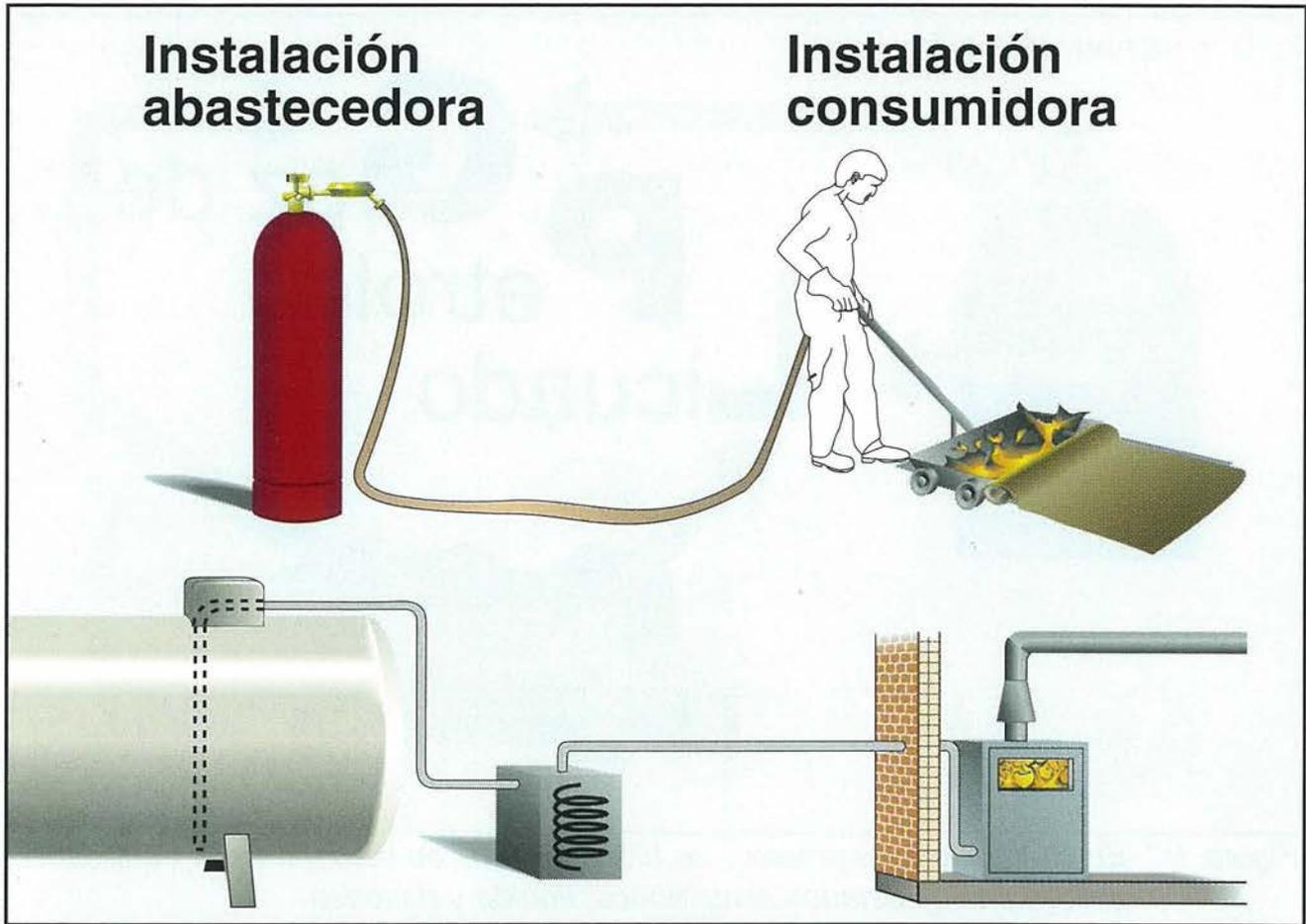


Figura 2: Instalaciones abastecedoras e instalaciones consumidoras

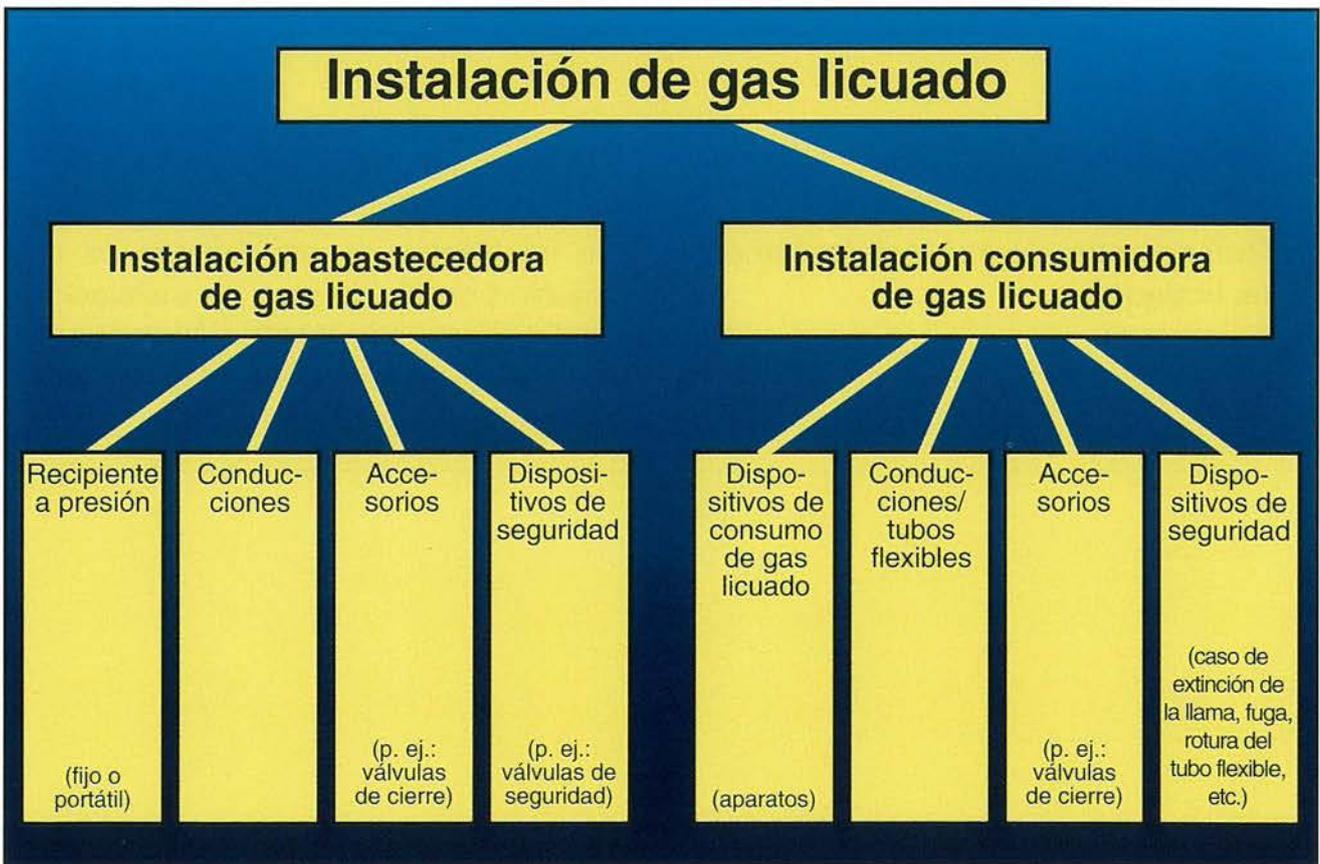
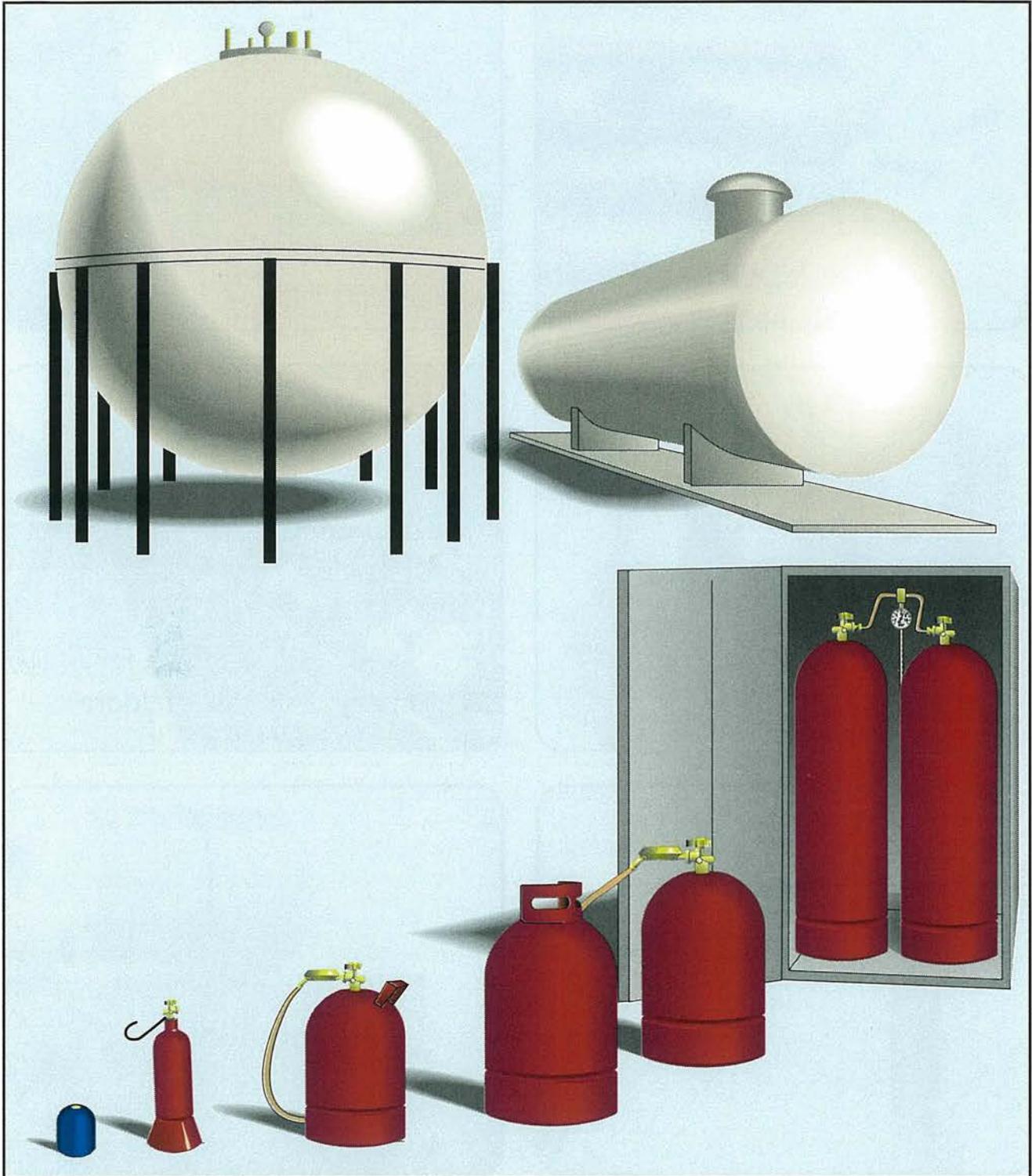


Figura 3: Partes de las instalaciones de gas licuado

**¿Qué es una instalación abastecedora?**

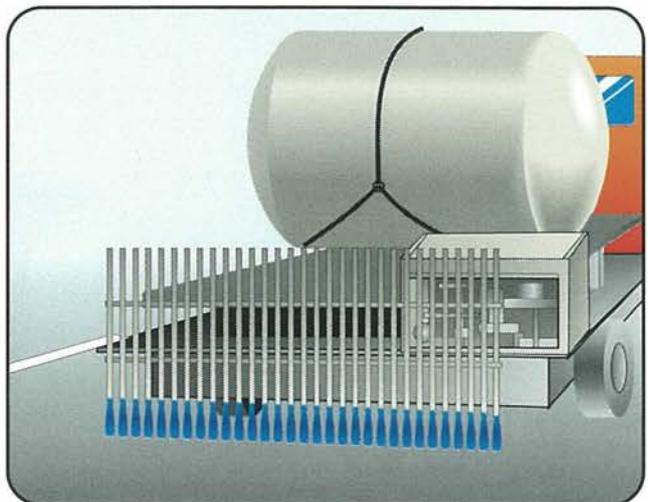
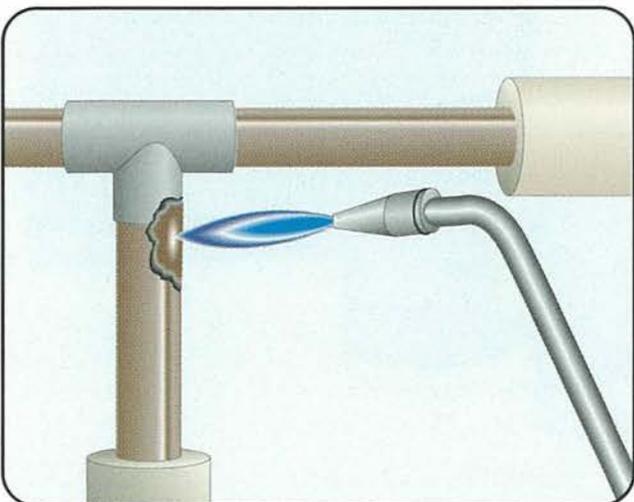
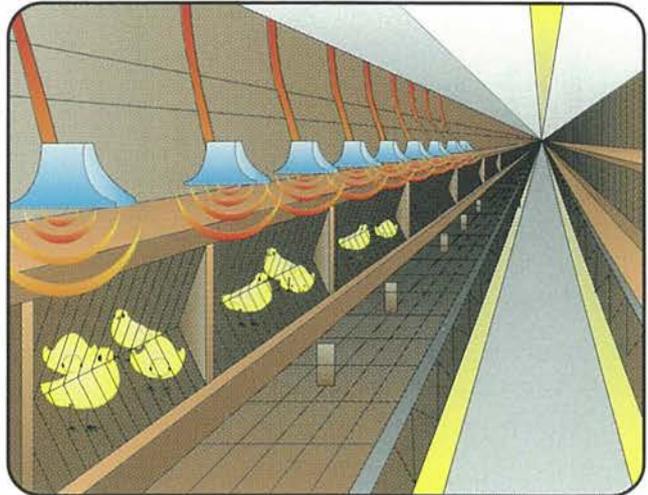
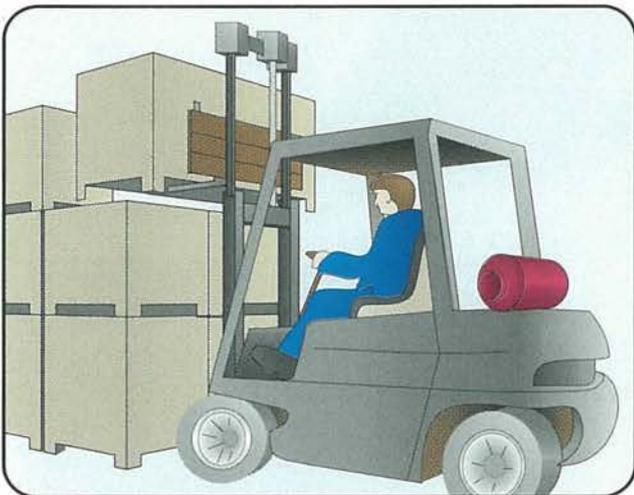
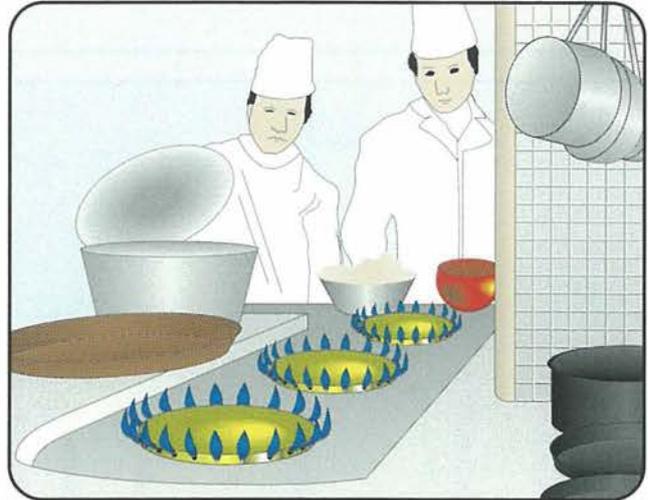
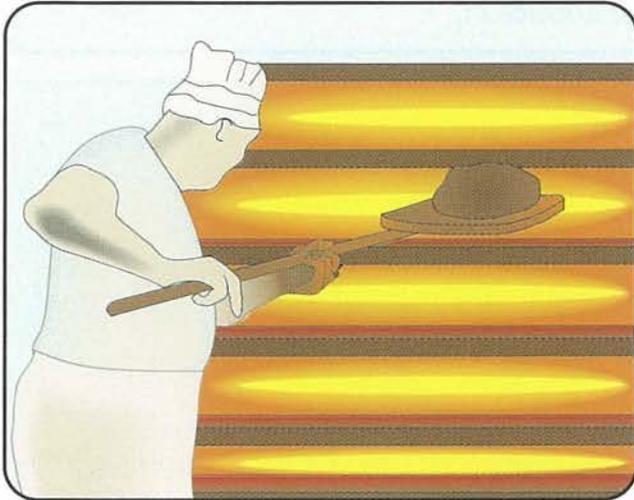
Las instalaciones abastecedoras comprenden los recipientes destinados al abastecimiento de las instalaciones consumidoras (depósitos, tanques, botellas), así como los equipos y elementos accesorios y la red de conducciones de distribución.



*Figura 4: Instalaciones abastecedoras de gas licuado*

**¿Qué es una instalación consumidora?**

Las instalaciones consumidoras comprenden los aparatos que funcionan con gas, así como sus equipos y elementos accesorios.



*Figura 5: Instalaciones consumidoras de gas licuado*

# Propiedades y riesgos

## ¿Cuáles son las propiedades de los gases licuados?

La prevención de los riesgos ligados a la utilización de los gases licuados como fuente de energía, pasa por el perfecto conocimiento de las características físicas y químicas de estos productos.

Las propiedades más importantes de los gases licuados, desde el punto de vista de la seguridad, son las siguientes:

- El gas licuado es, en su fase gaseosa, un gas combustible que puede formar mezclas explosivas con el aire o el oxígeno (Figura 6).
- Teniendo en cuenta su densidad, el butano y el propano en fase gaseosa son casi dos veces más pesados que el aire. Por este motivo tienen tendencia a propagarse y acumularse, como los líquidos, en las partes bajas (Figura 7).

Por esta razón las instalaciones de gas licuado no deben ubicarse por debajo del nivel del suelo, más que en condiciones muy concretas.

- Los gases licuados son incoloros y por tanto invisibles.
- Dado que los gases licuados puros son inodoros, para facilitar la detección olfativa de las fugas, se les añade una pequeña cantidad de un producto odorizante.
- Los gases licuados pasan del estado gaseoso al estado líquido, con una

presión relativamente baja.

- Los gases licuados presentan variaciones de volumen particulares:
  - La dilatación térmica de la fase líquida en contraposición con otros líquidos, como por ejemplo el agua, es excepcionalmente elevada.
  - También es considerable el aumento de volumen durante la vaporización: 1 Kg. de propano ocupa en estado líquido, un volumen de alrededor de 2 litros. 1 Kg. de propano ocupa, en estado gaseoso, un volumen de aproximadamente 500 litros (Figura 10).

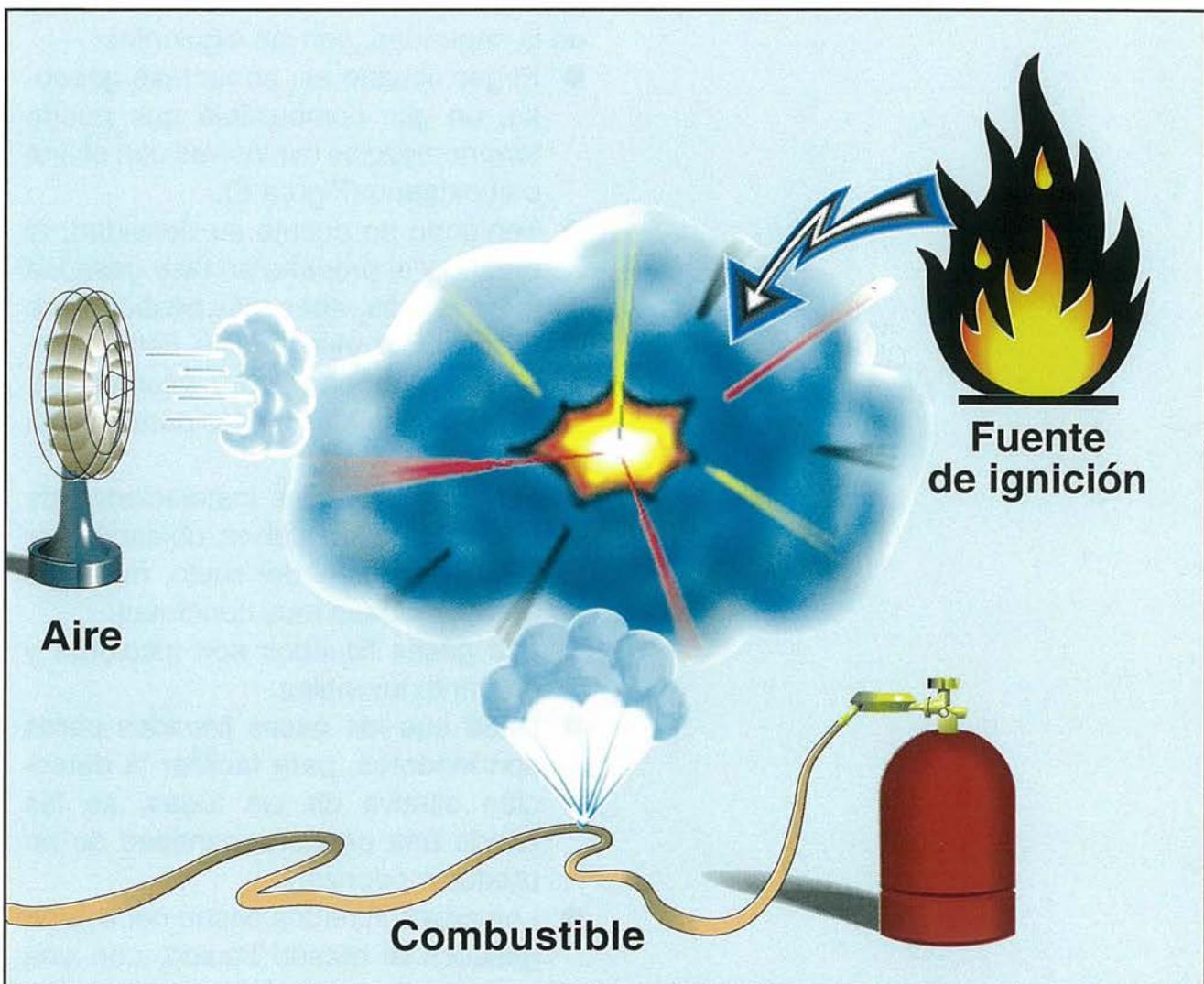


Figura 6: Condiciones necesarias para que se produzcan explosiones de gas licuado



Figura 7: Forma de propagación de los gases licuados

**Los gases licuados (Propano y Butano) son gases invisibles, detectables por el olfato, fácilmente inflamables y más pesados que el aire.**

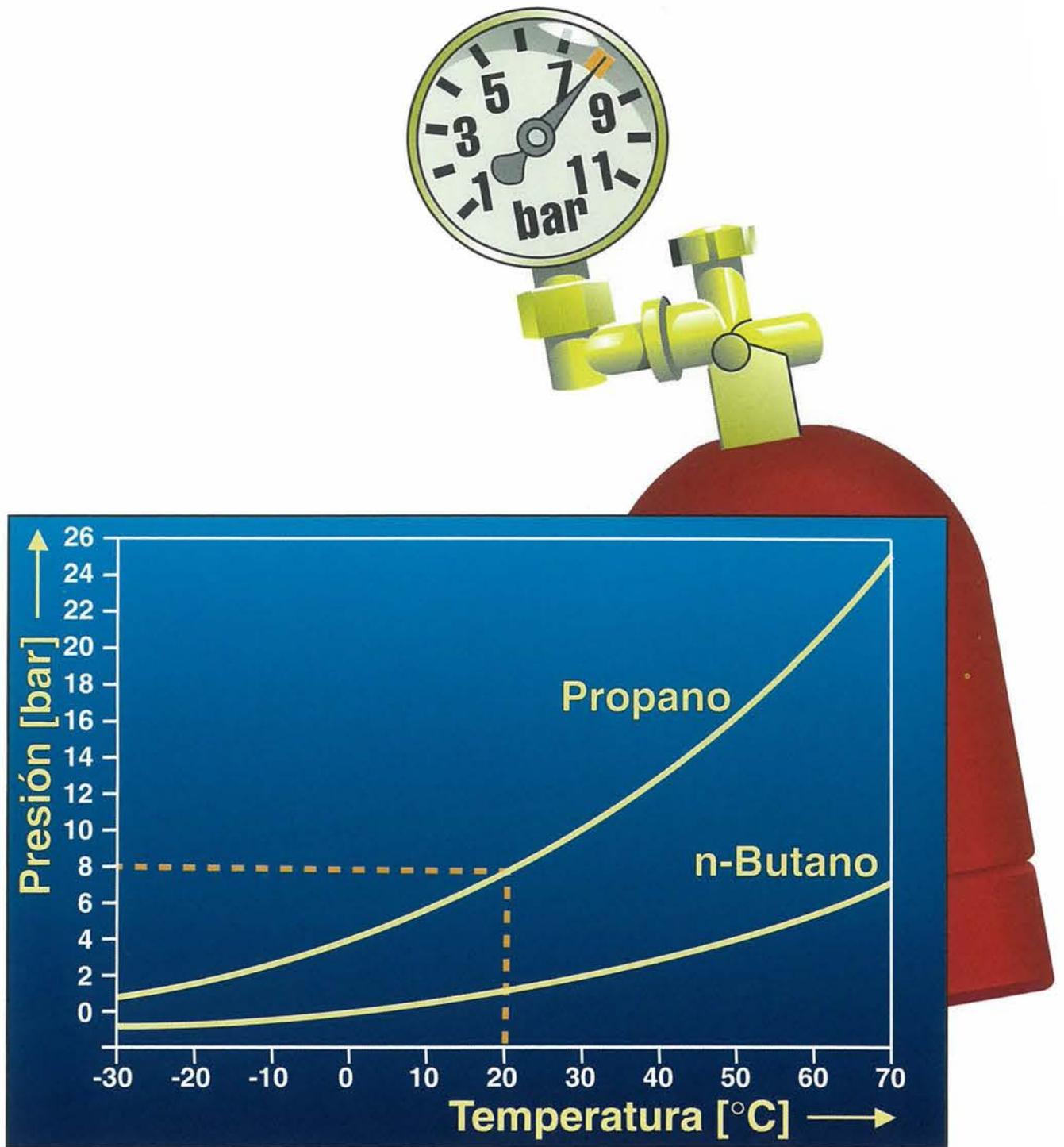


Figura 8: Curvas de presión de vapor del propano y butano, en función de la temperatura

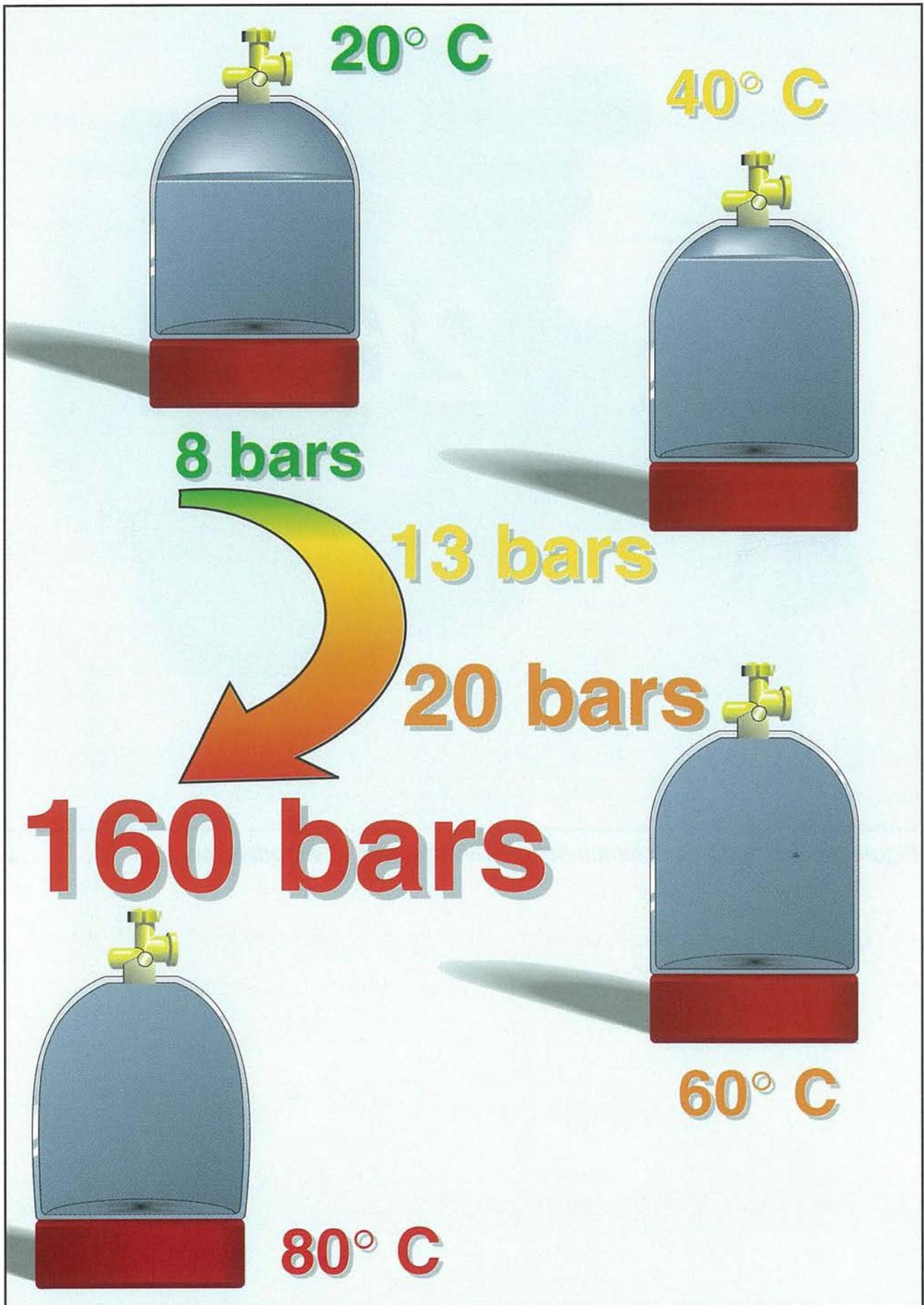


Figura 9: Dilatación del propano licuado, en función de la temperatura



Figura 10: Aumento de volumen del propano durante la vaporización

**¿Qué riesgos entrañan el almacenamiento y la utilización de los gases licuados?**

Las dos fuentes principales de riesgo en el almacenamiento y utilización de gases licuados son la fuga incontrolada de gas en estado líquido o gaseoso y la combustión incompleta.

Los peligros que esto conlleva son:

- Explosión e incendio
- Intoxicación, debida especialmente al monóxido de carbono

Hay que tener en cuenta también las llamadas «quemaduras por frío» (fuerte sustracción de calor, que produce quemaduras en la piel), y el peligro de asfixia.



*Figura 11: Principales riesgos ligados al almacenamiento y utilización del gas licuado; riesgo de explosión e incendio, y riesgo de intoxicación*

## ¿Cuándo existe riesgo de incendio o de explosión?

Una fuga de gas licuado puede ser inflamada por una fuente de ignición. El riesgo es especialmente grande si el gas licuado se acumula en zonas bajas como sótanos, fosos, pozos, zanjas, etc.

- La presión en contenedores de gas licuado como tanques o botellas, depende únicamente de la temperatura (véanse las curvas de presión de vapor de la figura 8); a 20 °C, por ejemplo, la presión del propano es de 8 bars aproximadamente. Un fuerte calentamiento de los recipientes conduce a una elevación de la presión interior (ver figura 9), con lo que puede producirse:
  - una importante fuga de gas licuado a través de la válvula de seguridad o ...
  - el reventón del recipiente, lo que puede producir consecuencias especialmente graves.
- Por añadidura con la subida de la temperatura aumenta también el volumen del líquido. Por ello, es preciso dejar siempre, como medida de seguridad, una fase gaseosa en la parte superior de los recipientes de gas licuado (Figura 14), que actúe como amortiguador.

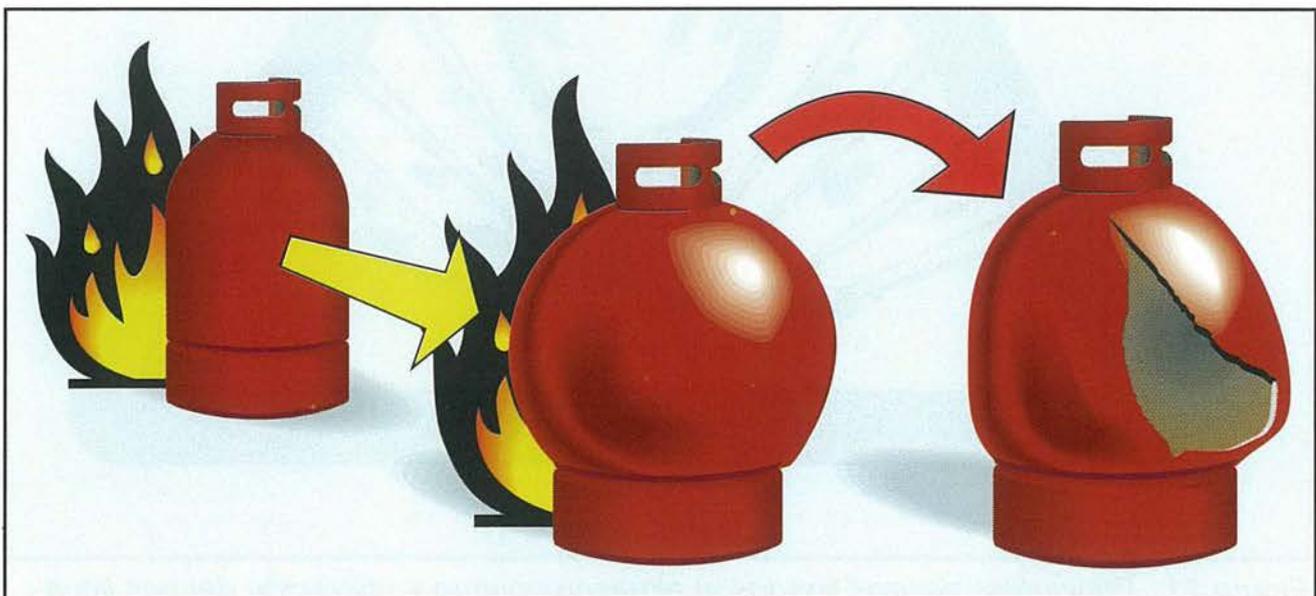


Figura 12: Efecto de las llamas sobre una botella de gas licuado

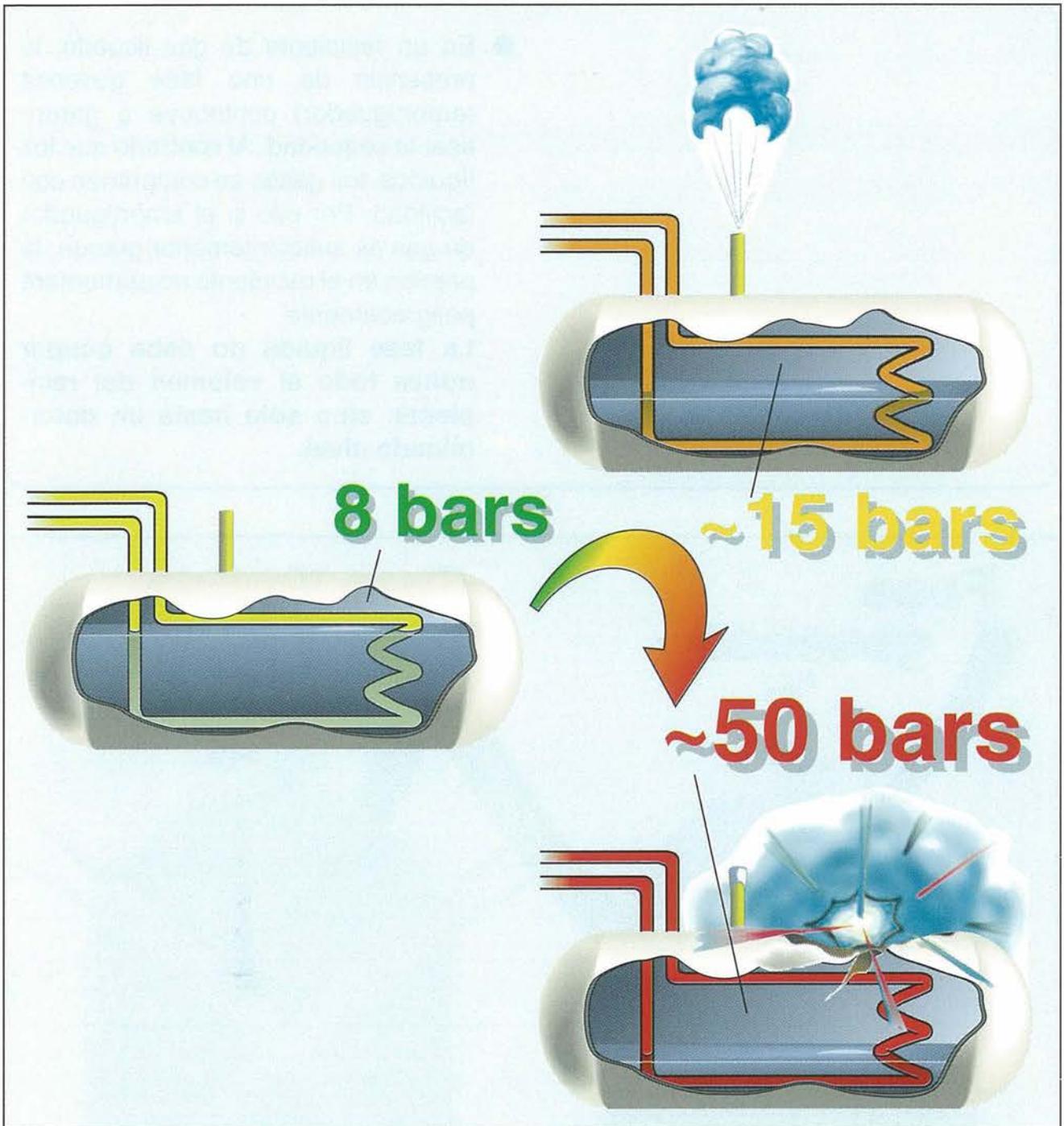


Figura 13: Calentamiento excesivo de un recipiente de gas licuado debido al funcionamiento anómalo del sistema de calentamiento interno de una instalación de producción, por ejemplo. La válvula de seguridad entra en funcionamiento, pero si ésta se obtura, el recipiente reventará

- En un recipiente de gas licuado, la presencia de una fase gaseosa (amortiguador) contribuye a garantizar la seguridad. Al contrario que los líquidos, los gases se comprimen con facilidad. Por ello si el amortiguador de gas es suficientemente grande, la presión en el recipiente no aumentará peligrosamente.

**La fase líquida no debe ocupar nunca todo el volumen del recipiente, sino sólo hasta un determinado nivel.**

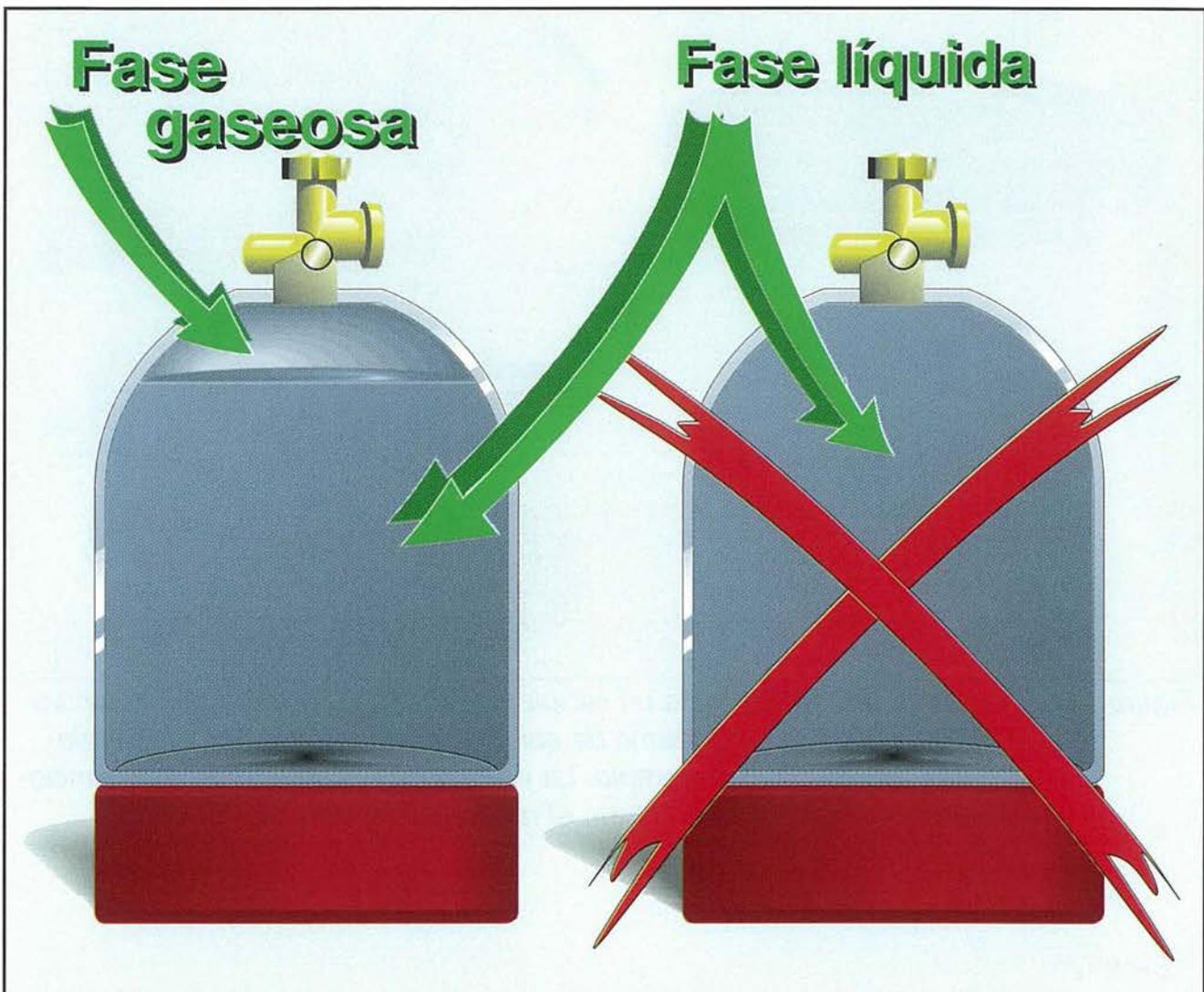


Figura 14: La presencia de una fase gaseosa reduce los riesgos de reventón de los recipientes de gas licuado (el nivel debe atenerse a la reglamentación de cada país)

- El volumen de un gas licuado en su fase líquida, depende en gran medida de la temperatura. Una elevación de 10 °C de la temperatura, se traduce en un aumento de la presión de 70 a 80 bars en el recipiente. Si con motivo de esta subida de presión se rompe una parte de la instalación (por ejemplo una tubería), se libera de golpe una gran cantidad de gas licuado. El consiguiente proceso de vaporización hace que el volumen de gas se multiplique por 260 aproximadamente.
- De las instalaciones consumidoras (aparatos) que no están equipadas con un dispositivo de control de la llama, puede salir gas sin quemar, capaz de formar mezclas explosivas con el aire.
- La manipulación inexperta de aparatos consumidores (transporte de un hornillo, por ejemplo) puede ser el origen de un incendio.

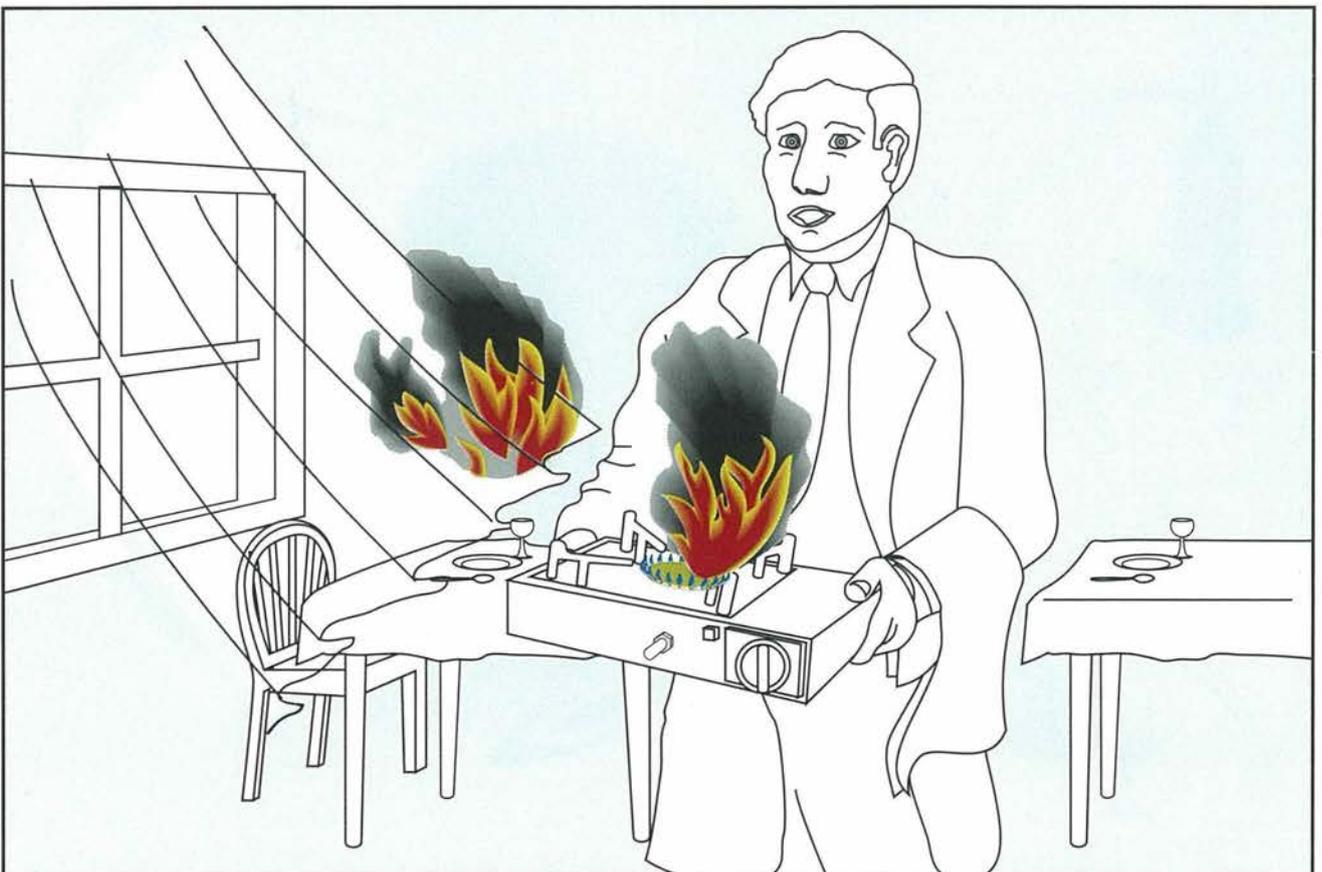


Figura 15: Manejo incorrecto de aparatos consumidores (en este caso un hornillo)

## ¿Cuándo existe riesgo de intoxicación?

El riesgo de intoxicación resulta, como regla general, no del gas licuado en sí mismo, sino de su combustión incompleta. La combustión de gas licuado necesita grandes cantidades de aire (para 1 Kg. de gas licuado aproximadamente 12 m<sup>3</sup> de aire).

Se puede formar monóxido de carbono (CO), en cantidades peligrosas, cuando:

- la cantidad de aire aportada al entorno de las instalaciones o aparatos consumidores, es insuficiente y no existe conducto de evacuación de los gases de la combustión,
- la ventilación general de los locales donde se ubican las instalaciones o aparatos consumidores de gas es insuficiente o los productos de la combustión no son evacuados al aire libre,
- se utilicen instalaciones o aparatos consumidores sucios, mal instalados o defectuosos.

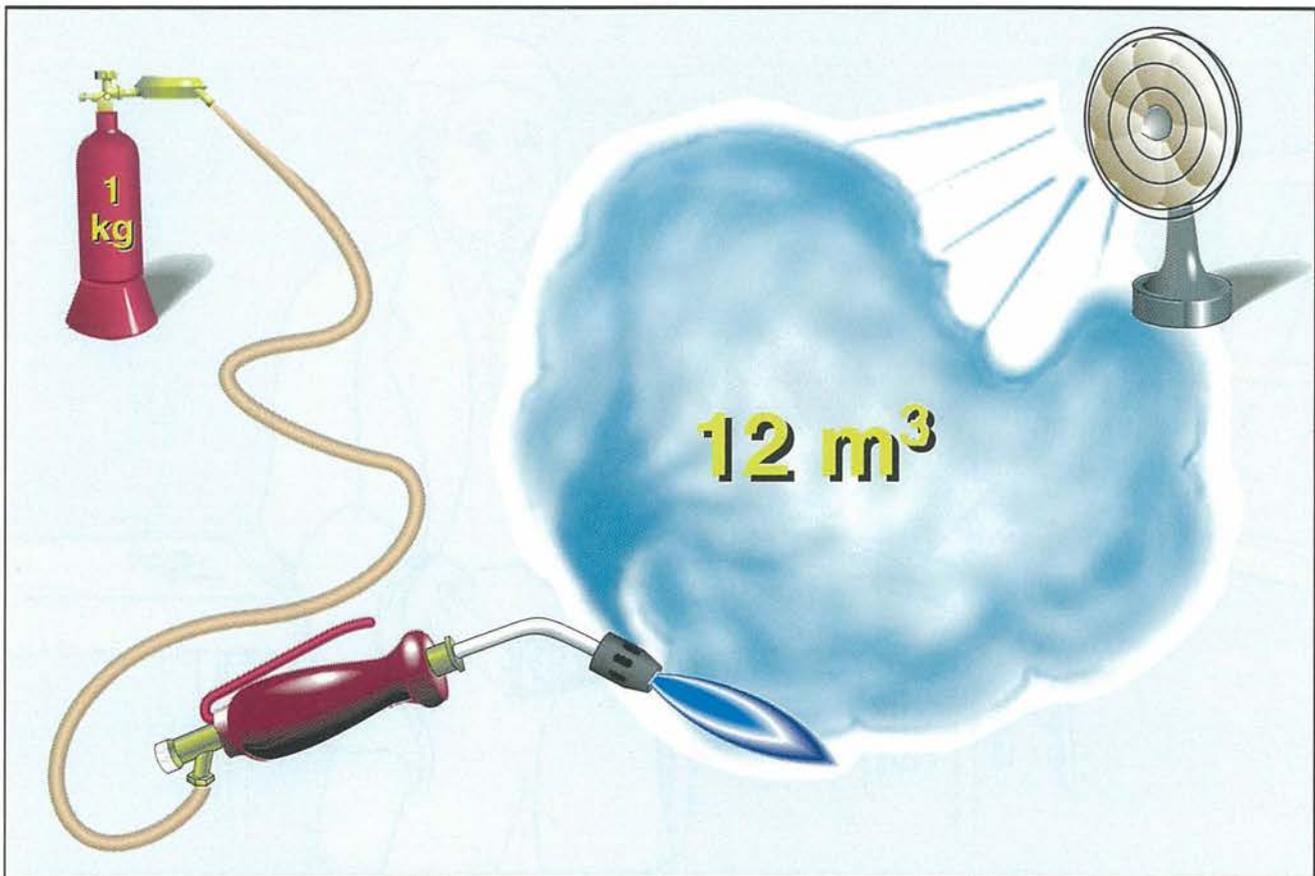


Figura 16: Cantidad de aire necesario para la combustión de gas licuado



Figura 17: Formación de CO como consecuencia de la utilización de un quemador sucio

**Para prevenir el riesgo de explosión ligado a las fugas de gas y el riesgo de intoxicación ligado a la combustión incompleta, es indispensable el conocimiento exacto de las normas de utilización y de seguridad aplicables al caso.**

# Medidas aplicables a la concepción y montaje

## Generalidades

**¿Qué debe tenerse en cuenta para garantizar la estanqueidad de las instalaciones y la correcta elección de los materiales?**

Las instalaciones de gas licuado deben ser realizadas de tal forma que resistan las presiones y las sollicitaciones previsibles y que presenten una estanqueidad suficiente, teniendo en cuenta las condiciones de utilización previstas y las propiedades del gas licuado.

Los materiales utilizados en la construcción de estas instalaciones deben, en la medida de lo posible, ser no combustibles y resistentes. Las partes de la instalación que estén en contacto con el gas licuado deben ser resistentes al mismo.

**¿Qué reglas hay que observar en el montaje de una instalación de gas licuado?**

Las partes de la instalación como depósitos, recipientes, botellas, canalizaciones o aparatos consumidores, deben estar montadas de tal forma que en caso de fuga de gas licuado, éste no pueda expandirse y propagarse por locales situados en el subsuelo; sótanos, fosos, pozos y similares. Es aconsejable adoptar medidas complementarias de aireación y ventilación de los locales.

**¿Qué medidas precautorias deben adoptarse cuando una instalación de gas licuado está situada en un local subterráneo?**

Cuando partes de una instalación de gas licuado tales como depósitos, canalizaciones, uniones desmontables y aparatos consumidores, están ubicadas en un local subterráneo, deben adoptarse diversas medidas preventivas complementarias de acuerdo con las reglamentaciones de cada país. En términos generales, se trata de las medidas siguientes:

- ventilación general del local
- entrada de gas supeditada a una ventilación eficaz (acoplamiento, ver figura 18)
- instalaciones o aparatos consumidores equipados con dispositivos de control de llama (figuras 18 y 32)
- dispositivos de seguridad contra fugas de gas (figura 19)
- regulador de presión con dispositivo de control de estanqueidad y dispositivo de seguridad contra rotura del tubo flexible (figura 20)
- dispositivo de seguridad contra rotura de tubo flexible (figura 21)

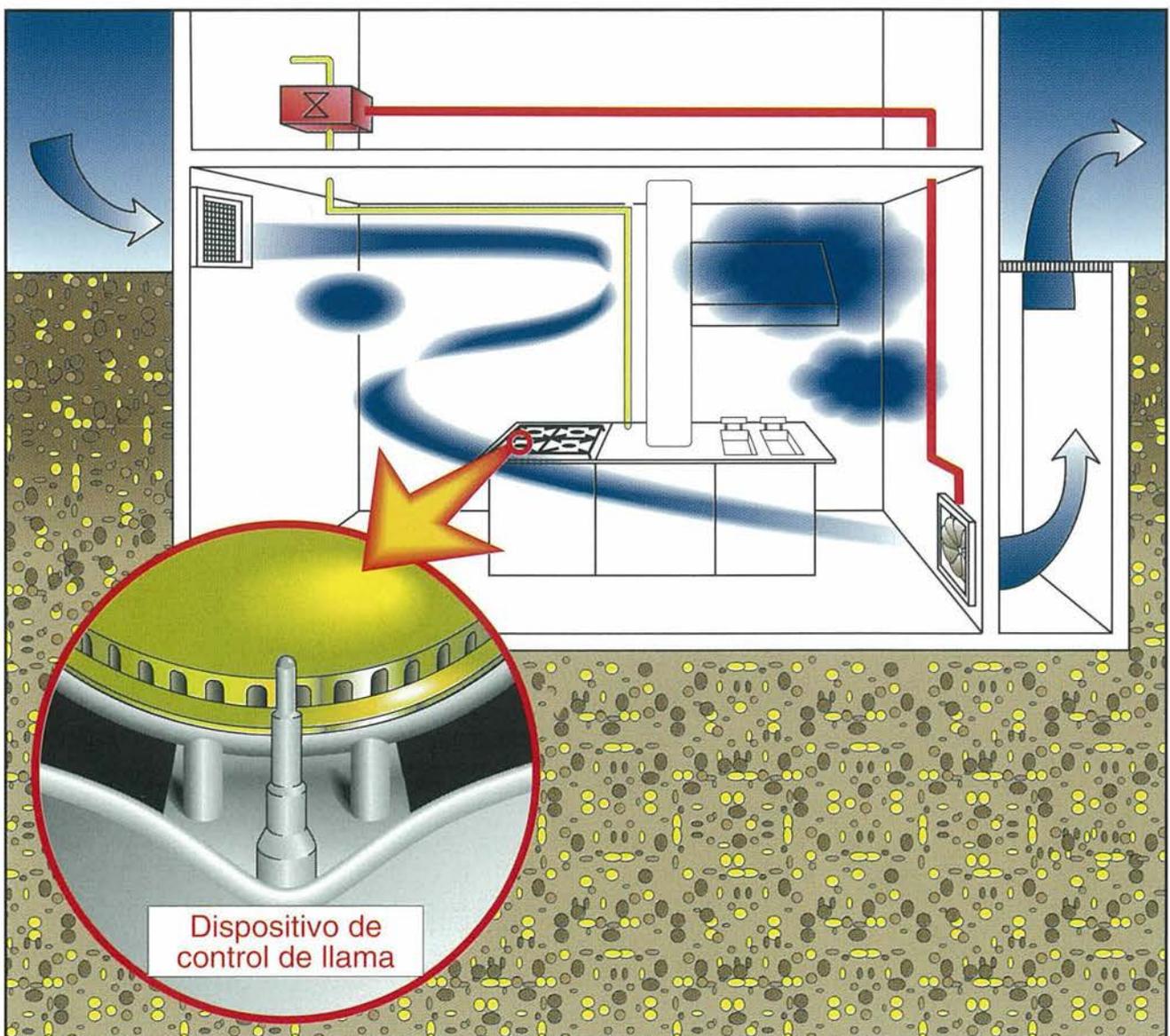


Figura 18: Acoplamiento de la alimentación de gas y del sistema de ventilación, en una instalación consumidora instalada en un sótano

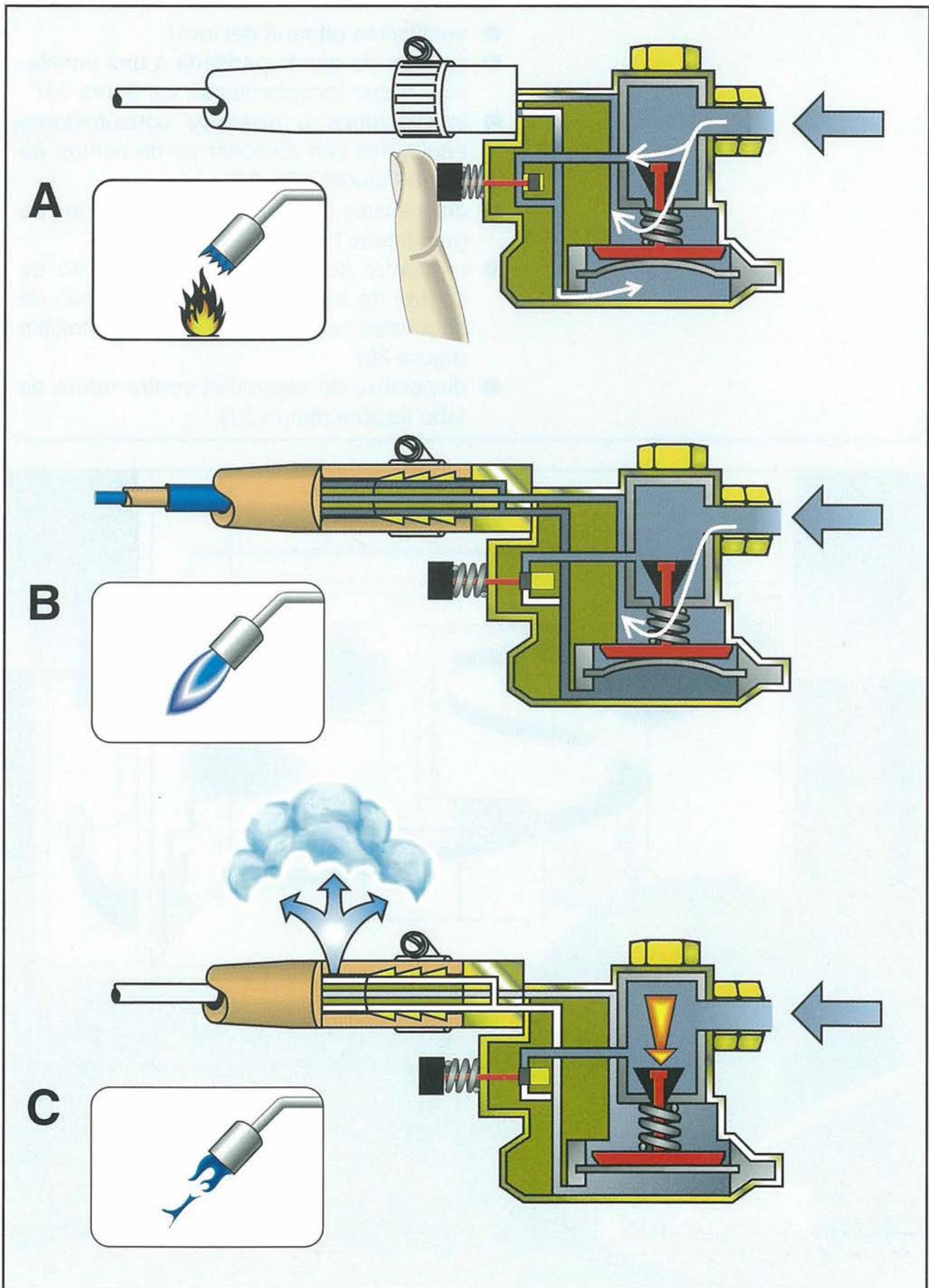


Figura 19: Forma de funcionamiento de un dispositivo de seguridad contra fugas  
 A) Encendido, B) Funcionamiento normal, C) Fuga de gas

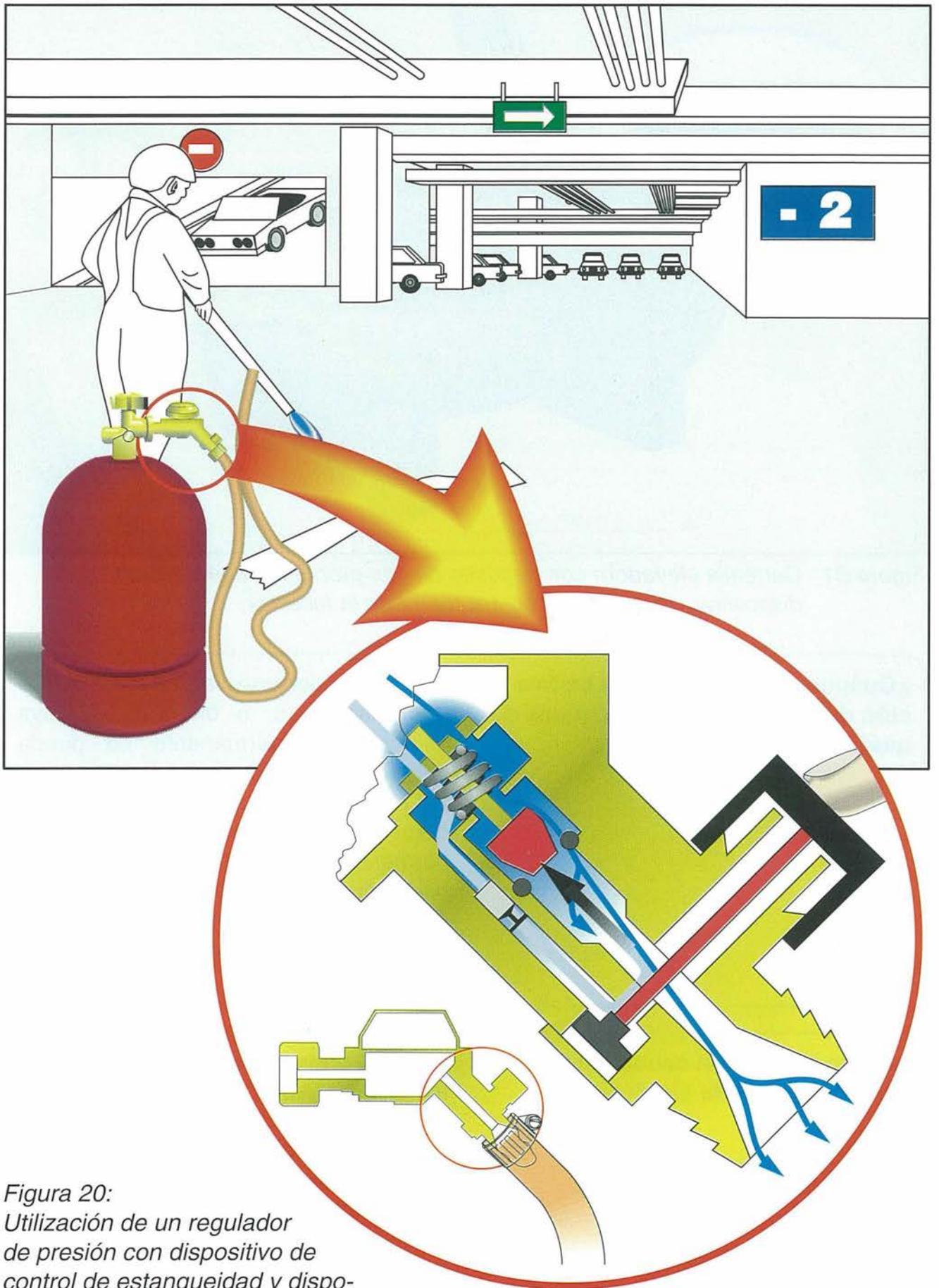


Figura 20:  
Utilización de un regulador  
de presión con dispositivo de  
control de estanqueidad y dispo-  
sitivo de seguridad contra rotura del  
tubo flexible, en instalaciones o aparatos consumidores instalados en sótanos

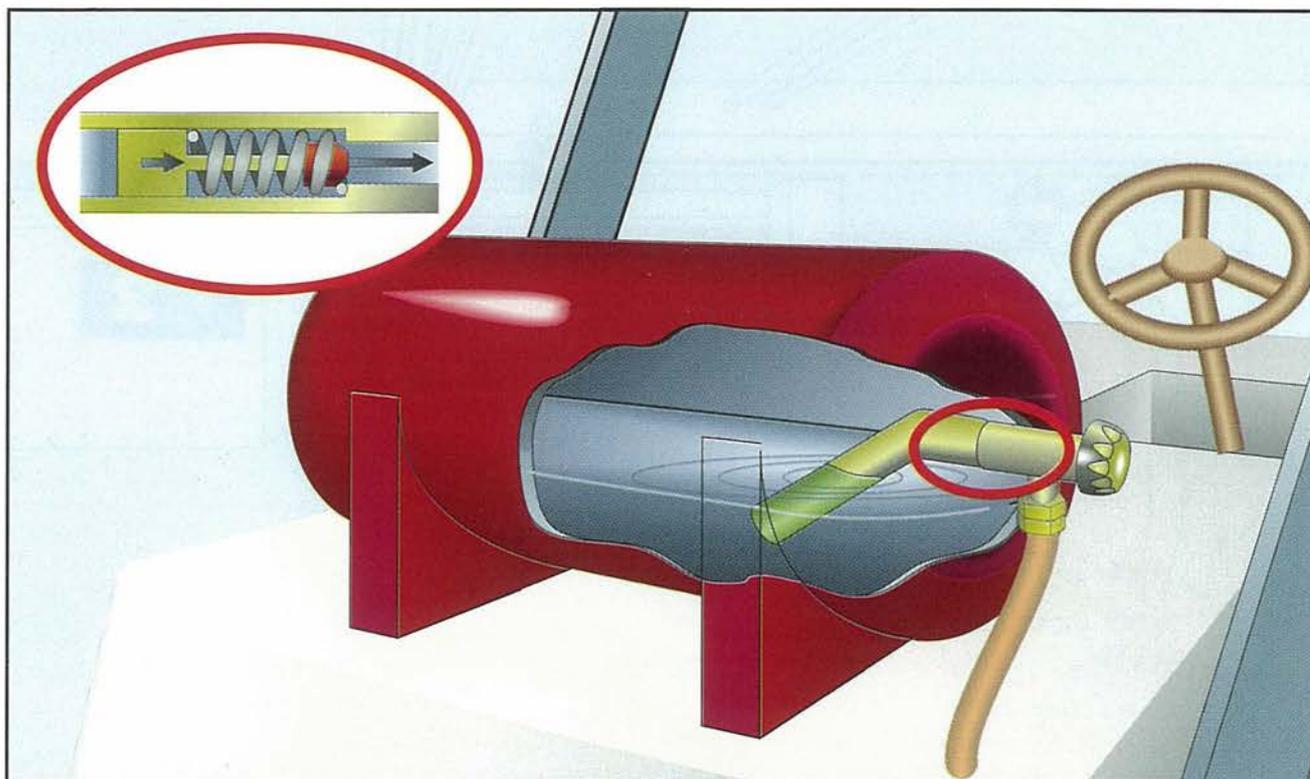


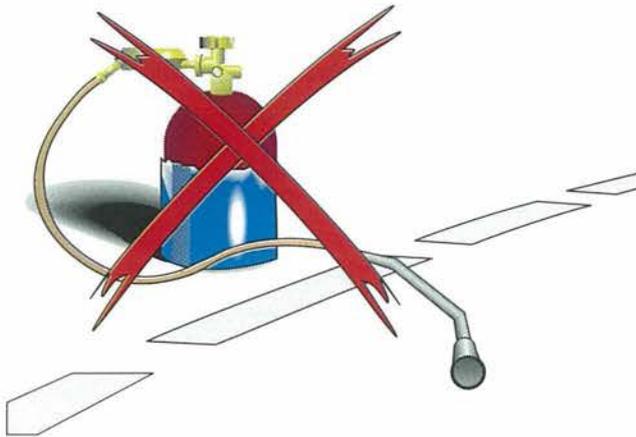
Figura 21: Carretilla elevadora con depósito de gas propulsor, equipado con un dispositivo de seguridad contra rotura de la tubería

**¿Cuándo es aconsejable la instalación de alarmas en caso de fugas de gas?**

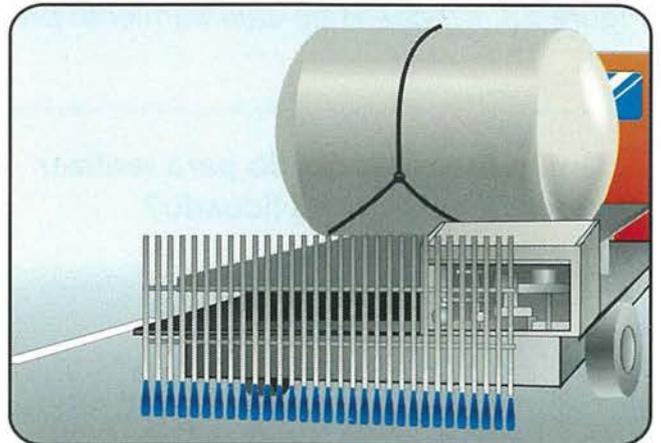
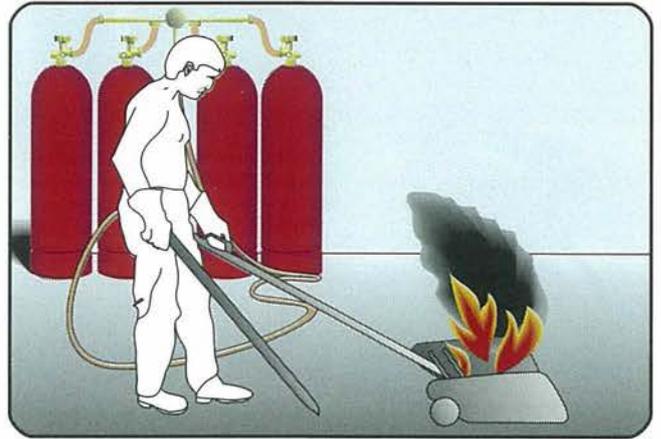
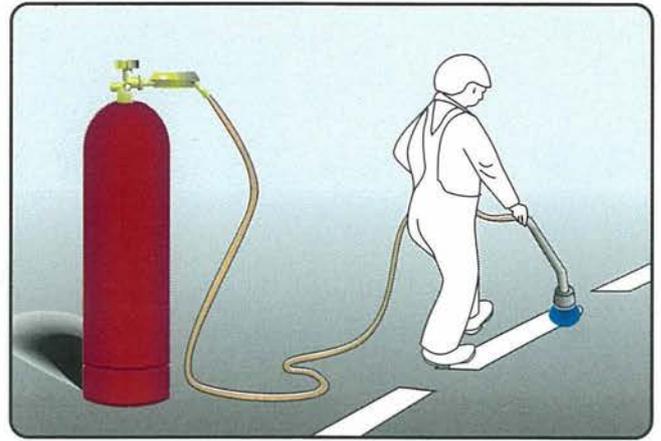
En las instalaciones abastecedoras de gran capacidad, o en aquéllas cuya estanqueidad permanente no pueda obtenerse mediante medidas técnicas, así como en las instalaciones consumidoras que no estén vigiladas de forma permanente (instalaciones bajo el nivel del suelo, por ejemplo), es conveniente prever, como medida complementaria, un sistema de alarma que detecte las fugas.

**¿Cómo obtener un caudal de vaporización suficiente sin riesgo?**

Se debe prever siempre una instalación abastecedora que asegure un caudal de vaporización suficiente. Para esto se utilizará, si fuera necesario, un vaporizador (que asegure la vaporización completa del líquido). La instalación de recipientes en las proximidades de fuentes de calor, o su recalentamiento puntual (mediante un soplete, por ejemplo), están totalmente proscritos.



Instalación abastecedora con caudal de vaporización insuficiente



Instalaciones abastecedoras que aseguran un caudal de vaporización suficiente

Figura 22: Medidas que permiten asegurar sin peligro un caudal de vaporización suficiente

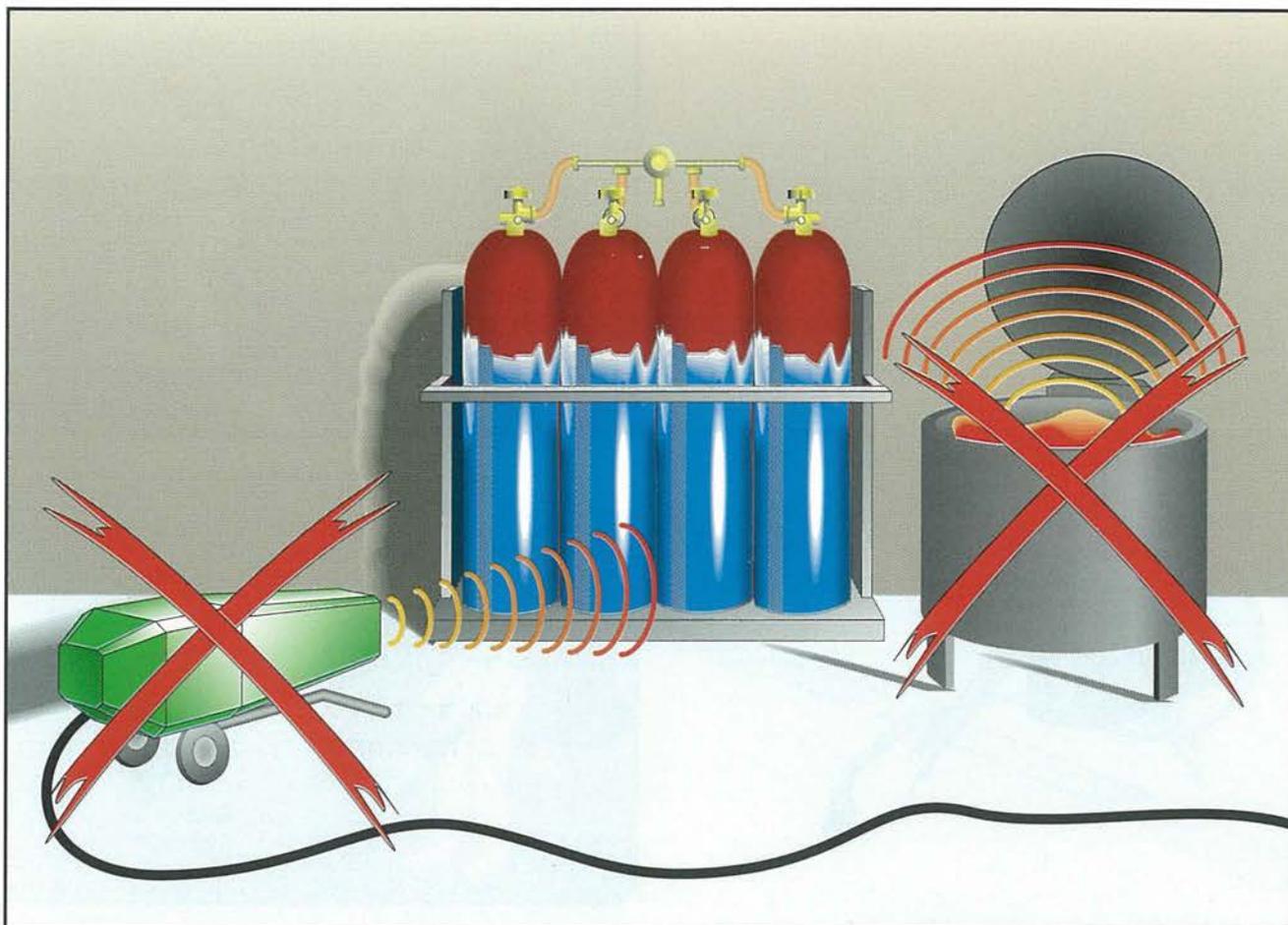


Figura 23: Procesos de calentamiento prohibidos para las botellas de gas licuado

**¿Quién está autorizado para realizar instalaciones de gas licuado?**

Las instalaciones de gas licuado y sus correspondientes dispositivos sólo pueden ser realizadas por personas que tengan unos conocimientos suficientes acerca de las propiedades de los gases licuados y sobre las técnicas de instalación. Es responsabilidad del instalador garantizar la seguridad de la instalación mediante el cumplimiento adecuado de la normativa en vigor.

**¿Cuáles son las instalaciones sujetas a autorización y/o aprobación?**

La reglamentación de cada país indica los casos en los que se necesita autorización para:

- las botellas y equipos, así como
- su emplazamiento y
- su instalación

# Instalaciones abastecedoras

¿Cuáles son las exigencias aplicables a los recipientes (depósitos, botellas, etc.)?

Los recipientes deben ser construidos y equipados conforme a la reglamentación de cada país, teniendo en cuenta especialmente:

- la **resistencia** necesaria, según el gas almacenado y la temperatura admisible
- se deben instalar **válvulas de seguridad** en los recipientes fijos para asegurar la liberación del exceso de presión

¿Cuáles son las medidas a adoptar durante el montaje de una instalación abastecedora para prevenir los riesgos derivados de las fugas de gas?

Durante el montaje de una instalación abastecedora, se deben adoptar las siguientes medidas:

- Los recipientes y sus conductos de descarga, deben ser montados y dispuestos de tal forma que, en caso de fuga, el gas pueda ser evacuado sin peligro, a la vez que se evita su acumulación (especialmente bajo el depósito).
- Cuando no se puede descartar la posibilidad de que ocurra un escape de gas no quemado y la consiguiente formación de una atmósfera explosiva, los puntos de la instalación en los que pueda producirse una fuga deben ser rodeados por una zona de seguridad exenta de fuentes de ignición. Esta zona debe ser dimensio-

nada conforme a la reglamentación nacional.

Si las condiciones son desfavorables y si los edificios y/o las alcantarillas se encuentran cerca de la zona que presenta un riesgo de explosión, puede ser necesario combinar varias medidas preventivas, por ejemplo:

- prolongar los conductos de descarga, o
- limitar la zona de riesgo de explosión mediante un muro estanco al gas.

Las zonas con peligro de explosión están definidas según el tipo de recipiente, su montaje y su entorno. En el interior de estas zonas se deben cumplir ciertas exigencias para la eliminación de las fuentes de inflamación.

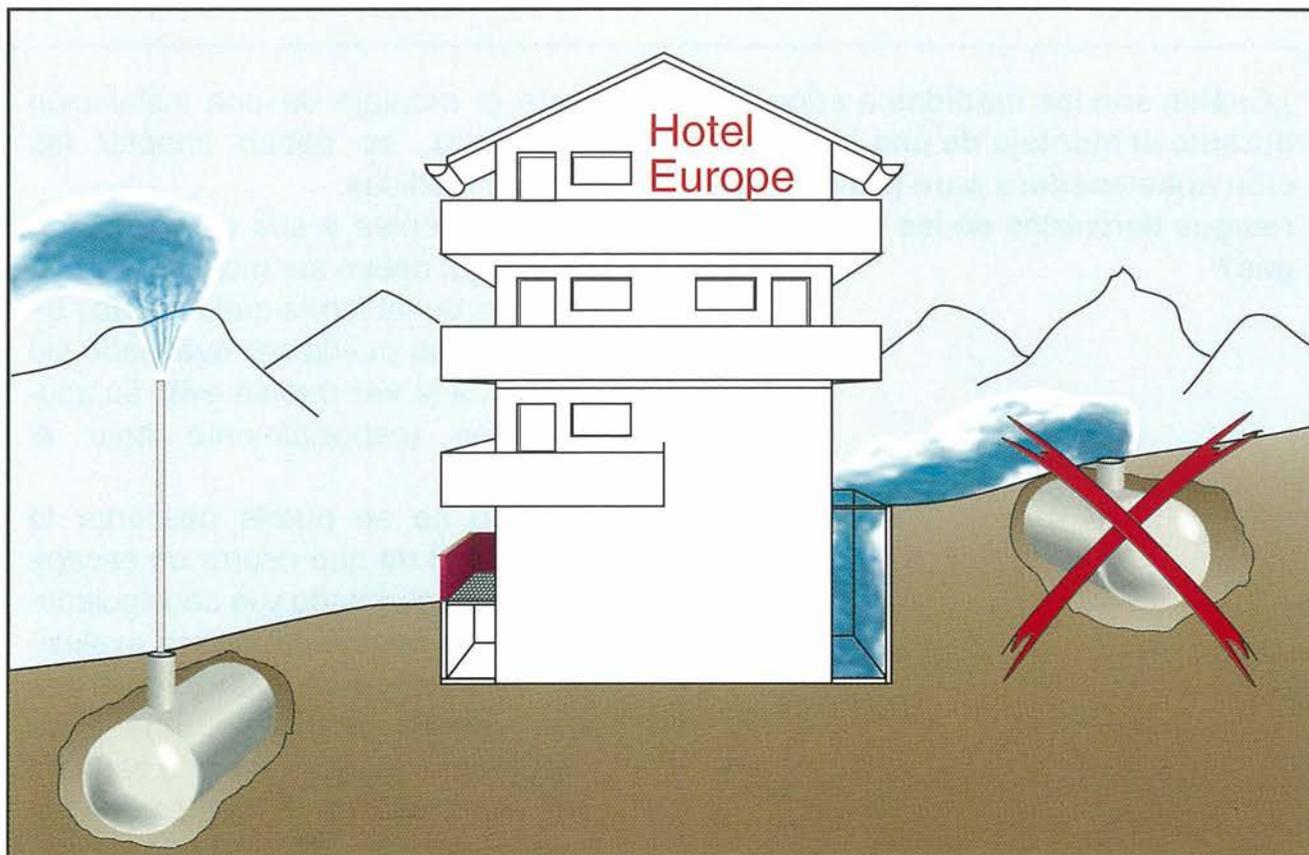


Figura 24: Disposición de los recipientes y de sus conductos de descarga

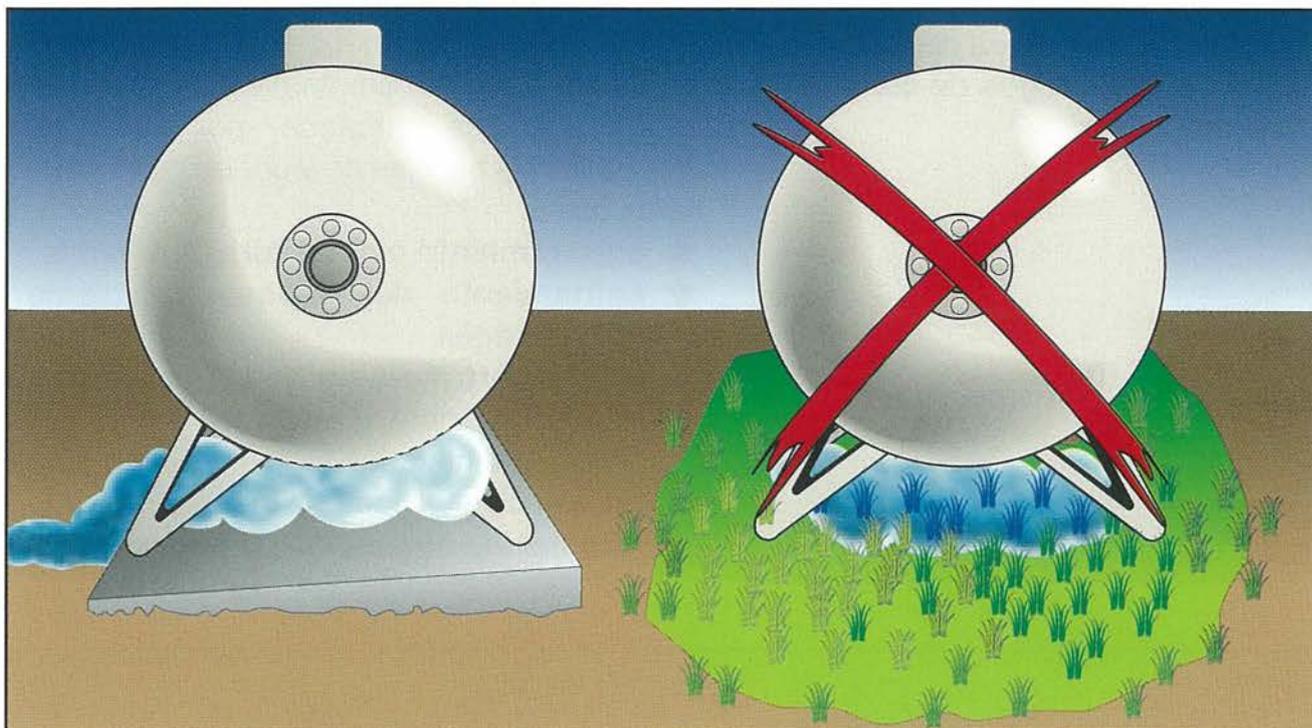


Figura 25: La instalación del depósito sobre una superficie inclinada en un sentido apropiado, evita el riesgo de inflamación bajo el depósito

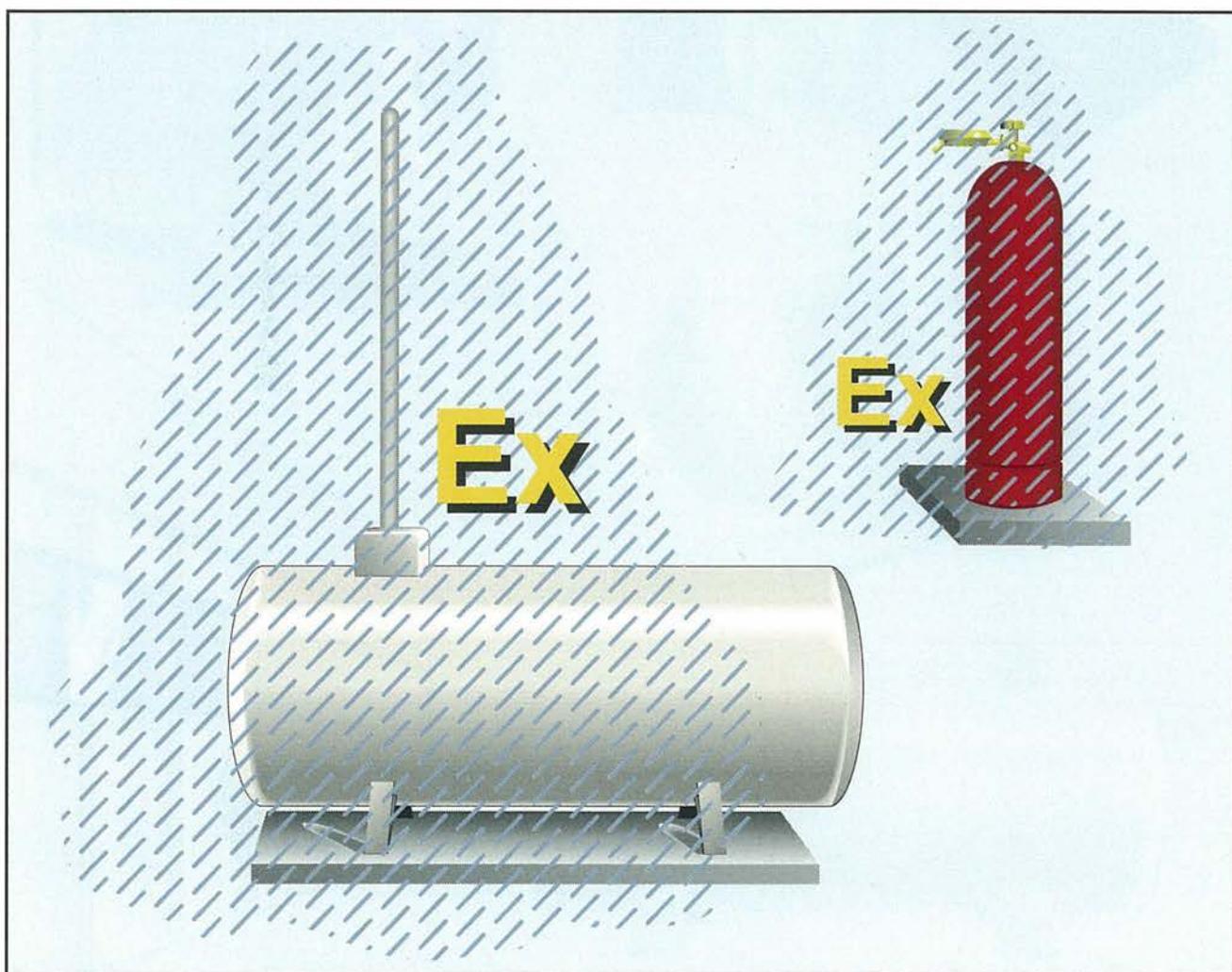


Figura 26: Delimitación de las zonas con peligro de explosión alrededor de las instalaciones

**¿Cómo proteger los recipientes fijos contra riesgos de calentamiento excesivo?**

Los recipientes fijos deben estar protegidos contra el riesgo de calentamiento (por incendio de objetos cercanos, por ejemplo), siguiendo las normas en vigor en cada país, tales como:

- **enterramiento o cobertura con tierra**
- **enfriamiento del depósito** mediante riego de agua
- **aislamiento térmico** de los recipientes instalados sobre el nivel del suelo, por medio de materiales que ofrecen una resistencia suficiente al fuego
- respetar las **distancias de seguridad**

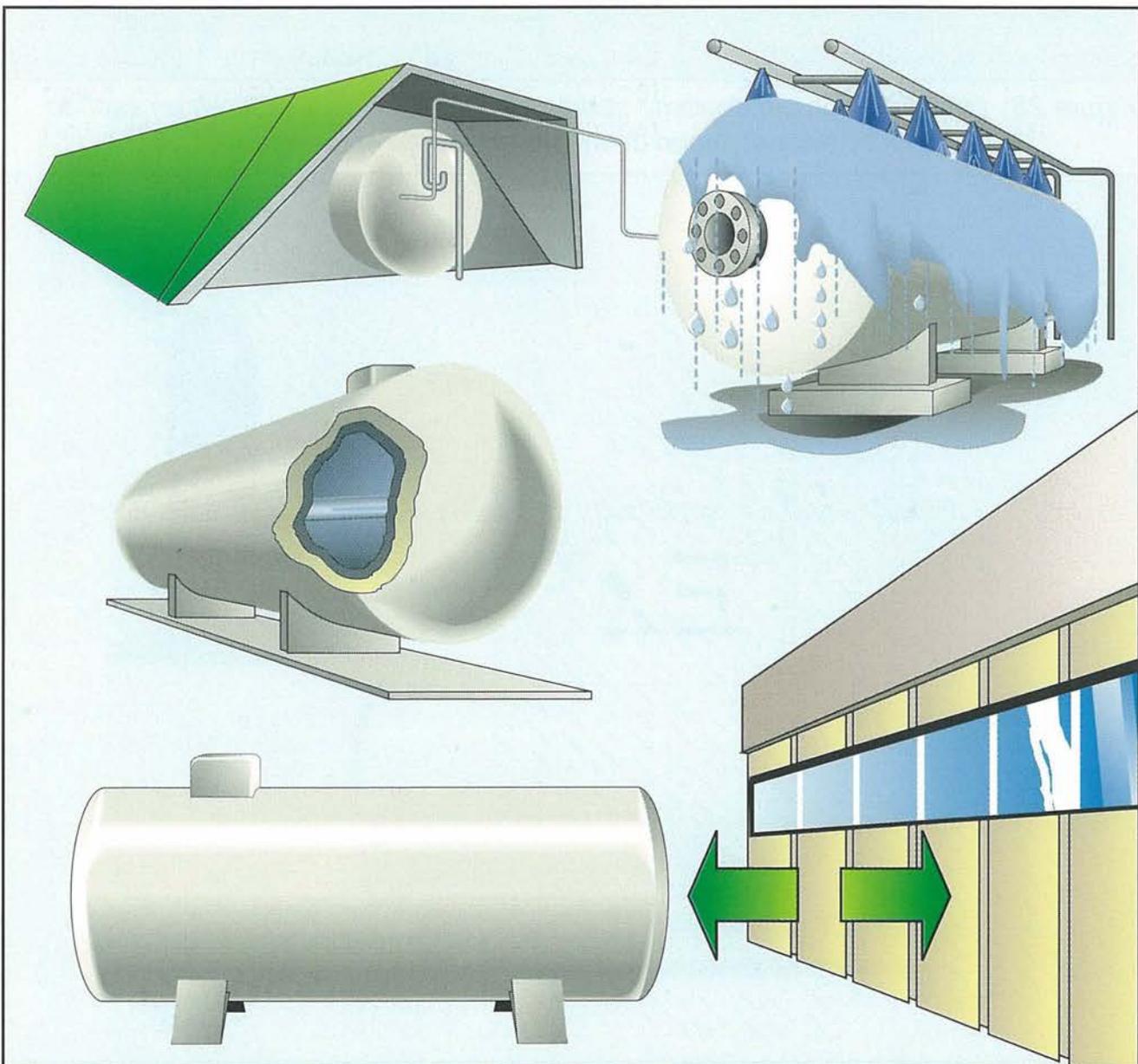


Figura 27: Ejemplos de medidas de aislamiento térmico

¿Cómo determinar las distancias de seguridad necesarias para garantizar la protección contra incendios?

Se pueden aplicar los siguientes criterios:

- Cuando mayor sea la **capacidad de almacenamiento de gas licuado**, mayores serán las distancias de seguridad.
- El **tipo de construcción** de los objetos cercanos tiene un papel determinante, cuanto menor sea su resistencia al fuego, mayores serán las distancias de seguridad.
- Se debe tener en cuenta la **finalidad de los edificios y de los objetos cercanos**: cuanto mayor sea el potencial de incendio y el número de personas, mayores serán las distancias de seguridad.

¿Qué medidas deben adoptarse cuando no pueden respetarse las distancias de seguridad?

La construcción de paredes o pantallas de protección, con resistencia suficiente al fuego, reduce considerablemente, en caso de incendio, el calor irradiado sobre los equipos cercanos; lo que permite, en consecuencia, reducir las distancias de seguridad. Se debe tener en cuenta que la altura y la longitud de la pantalla de protección debe ajustarse a las dimensiones del depósito y de los equipos vecinos.

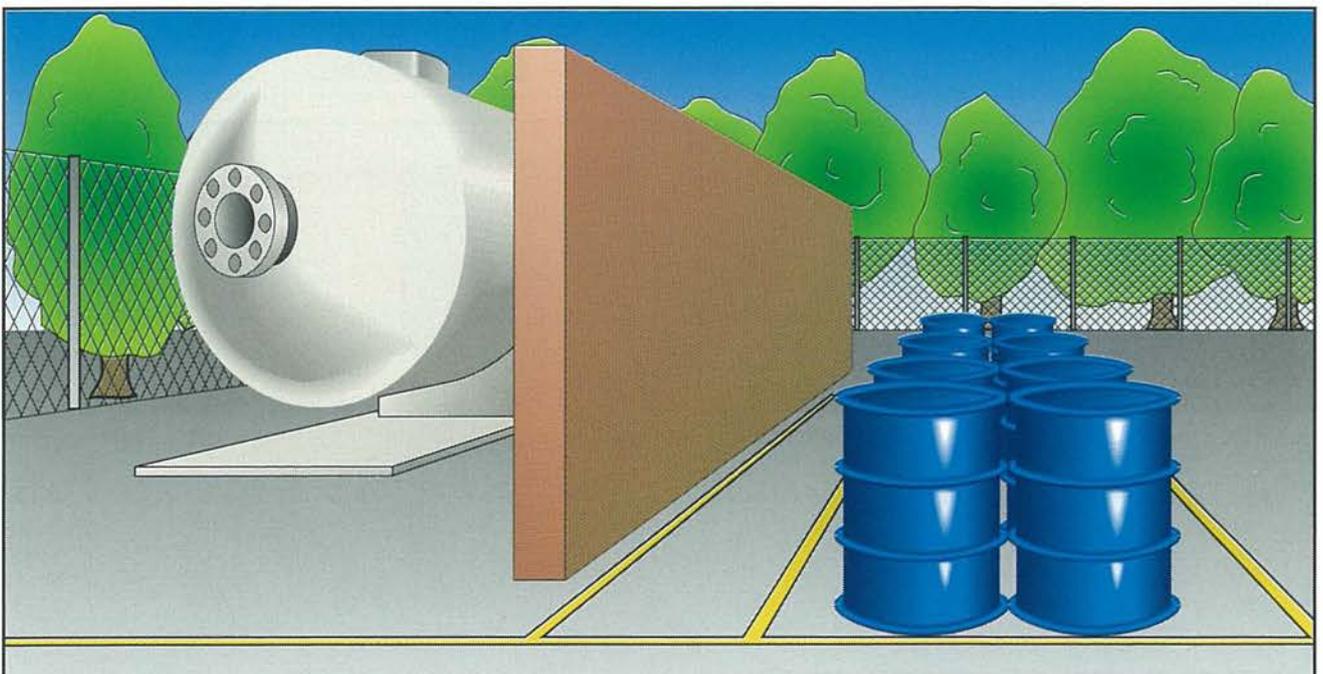
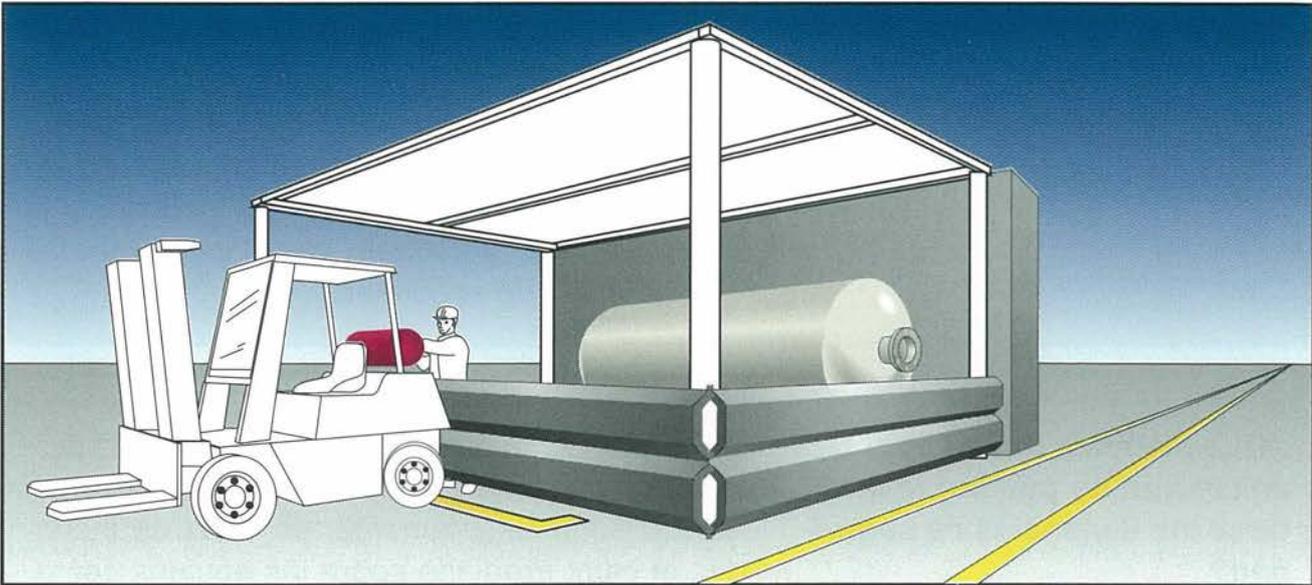


Figura 28: Pantalla de protección que aísla al depósito, respecto de los equipos cercanos

**¿Cómo proteger las instalaciones abastecedoras contra los riesgos de colisión?**

Las instalaciones abastecedoras (depósitos, baterías, botellas, etc.) pueden ser arrolladas por vehículos, grúas, puentes móviles, etc. Por eso, deben ser protegidas contra el riesgo de colisión, por ejemplo, por medio de barreras de seguridad.

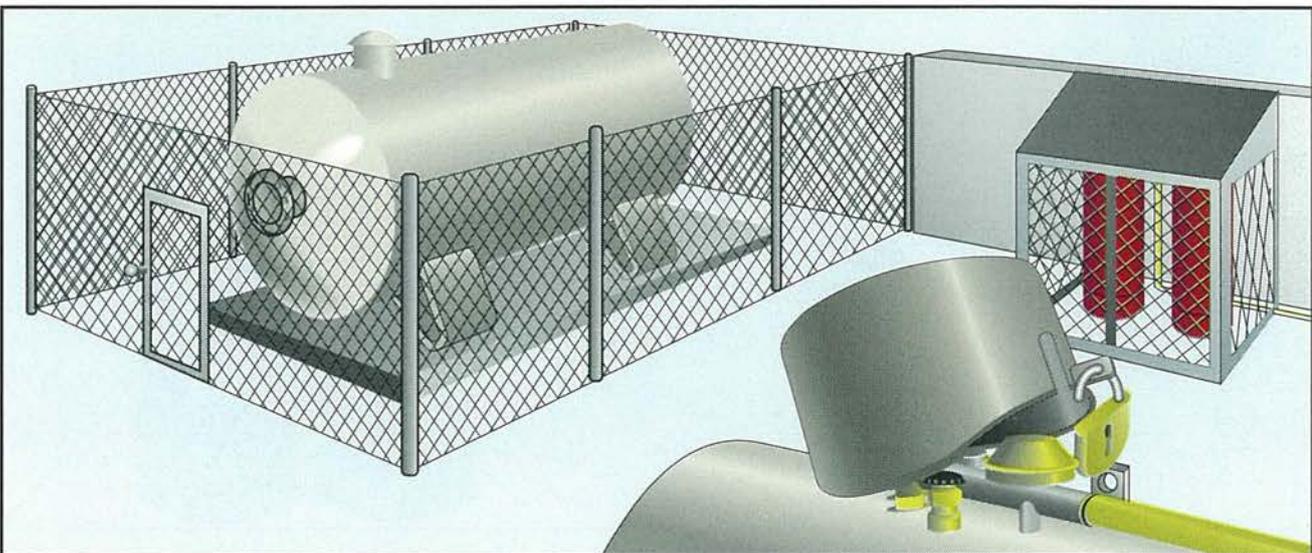


*Figura 29: Protección de instalaciones abastecedoras contra riesgos de colisión*

**¿Cómo prohibir el acceso a personas no autorizadas?**

Los accesos a los depósitos, y los propios recipientes, deben protegerse contra la entrada de personas no autorizadas, por uno de los medios siguientes:

- cubierta de protección que pueda cerrarse
- cerramiento perimetral de los recipientes
- cerramiento perimetral de la empresa
- vigilancia de los accesos

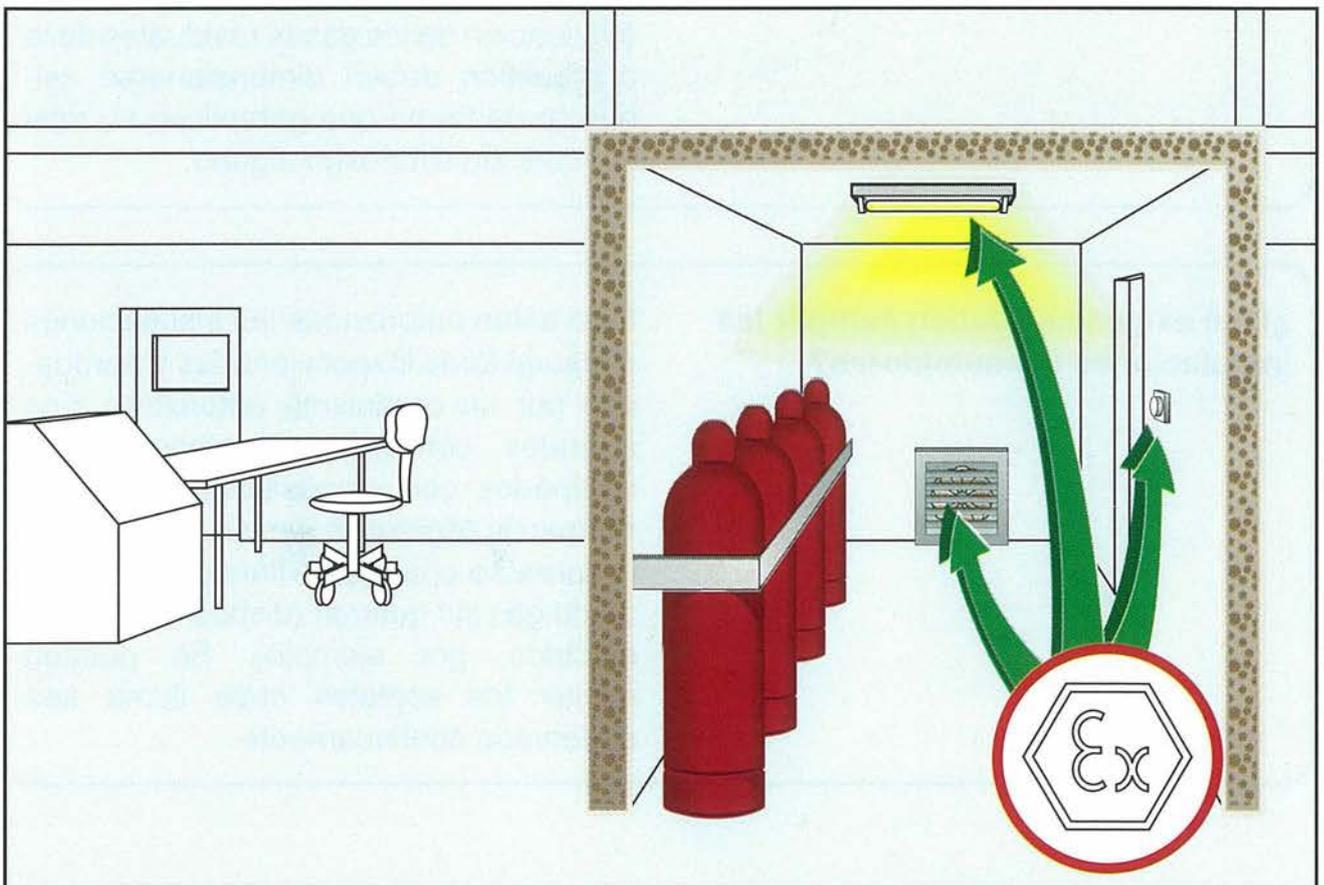


*Figura 30: Prohibición de acceso a personas no autorizadas*

**¿Qué exigencias deben cumplir los locales donde se almacena gas licuado?**

Deben respetar las siguientes exigencias:

- estos locales deben estar separados de locales vecinos por barreras que presenten una resistencia suficiente al fuego
- las salidas de emergencia deben estar situadas de tal forma que puedan ser utilizadas en todo momento de forma rápida y segura. Tales salidas deben estar convenientemente señalizadas
- debe asegurarse la renovación suficiente del aire por medio de ventilación natural o forzada
- los locales deben estar contruidos conforme a las exigencias aplicables a las zonas que presentan riesgo de explosión.



*Figura 31: Exigencias aplicables a los locales de almacenamiento*

**¿Cuándo se debe proceder a un análisis preventivo de riesgos tecnológicos?**

Según el tamaño y la complejidad de la instalación, la reglamentación nacional puede exigir la realización de análisis de riesgos y la definición de estrategias de seguridad, así como la adopción de medidas de seguridad técnicas u organizativas.

# Instalaciones consumidoras

**¿Qué debe tenerse en cuenta al diseñar instalaciones consumidoras de gas licuado?**

Las canalizaciones de alimentación deben dimensionarse de forma que queden asegurados un caudal y una presión de gas suficientes. Los conductos de evacuación de los gases residuales de la combustión deben dimensionarse asimismo de forma que garanticen su total evacuación sin riesgo alguno.

**¿Qué exigencias deben cumplir las instalaciones consumidoras?**

Sólo están autorizadas las instalaciones consumidoras inspeccionadas y aprobadas por un organismo autorizado. Los aparatos consumidores deben estar equipados con dispositivos que interrumpan la llegada de gas en caso de que la llama se apague, evitando así la salida de gas sin quemar (dispositivo termoelectrónico, por ejemplo). Se pueden excluir los sopletes cuya llama sea observada continuamente.

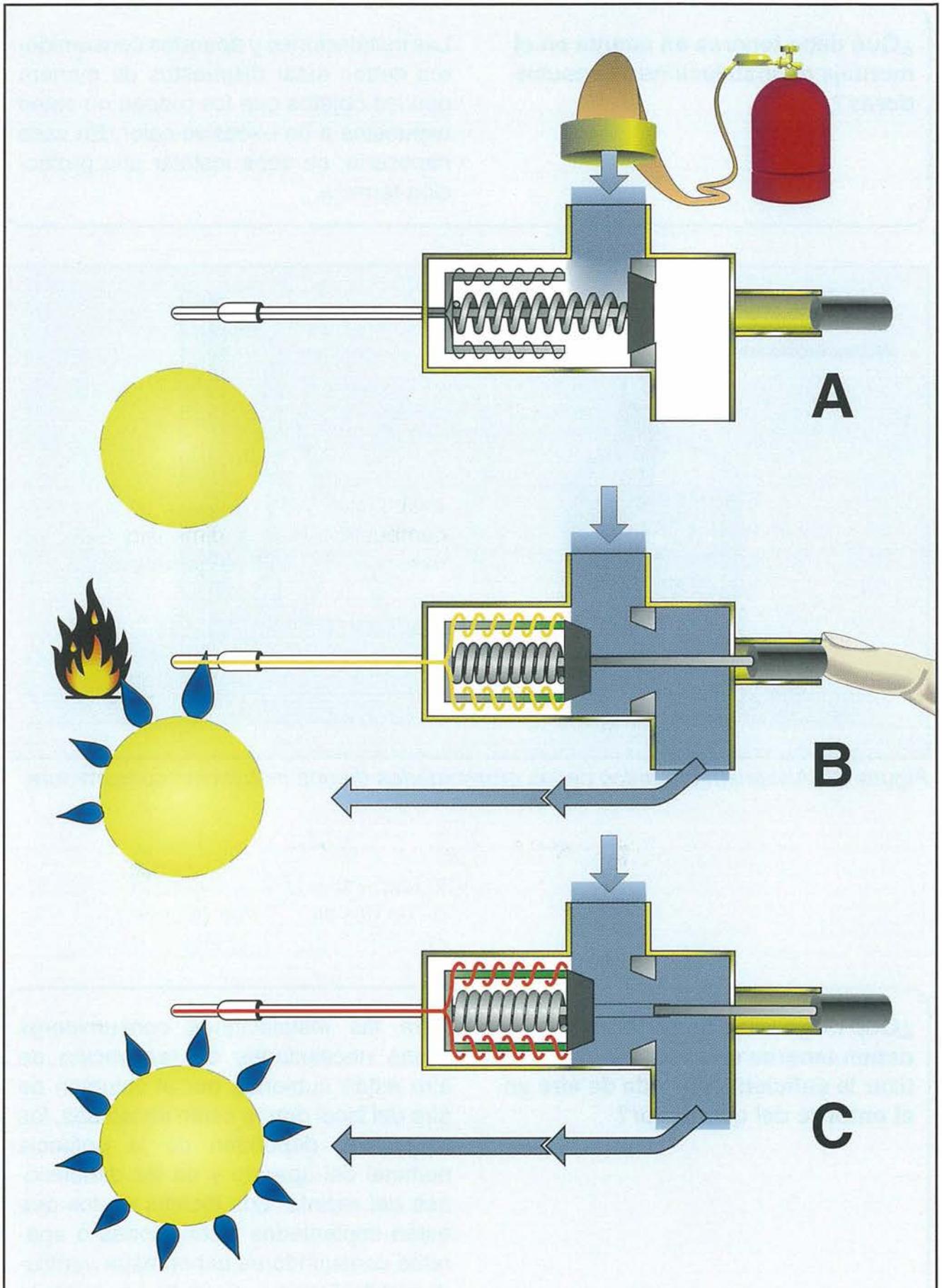
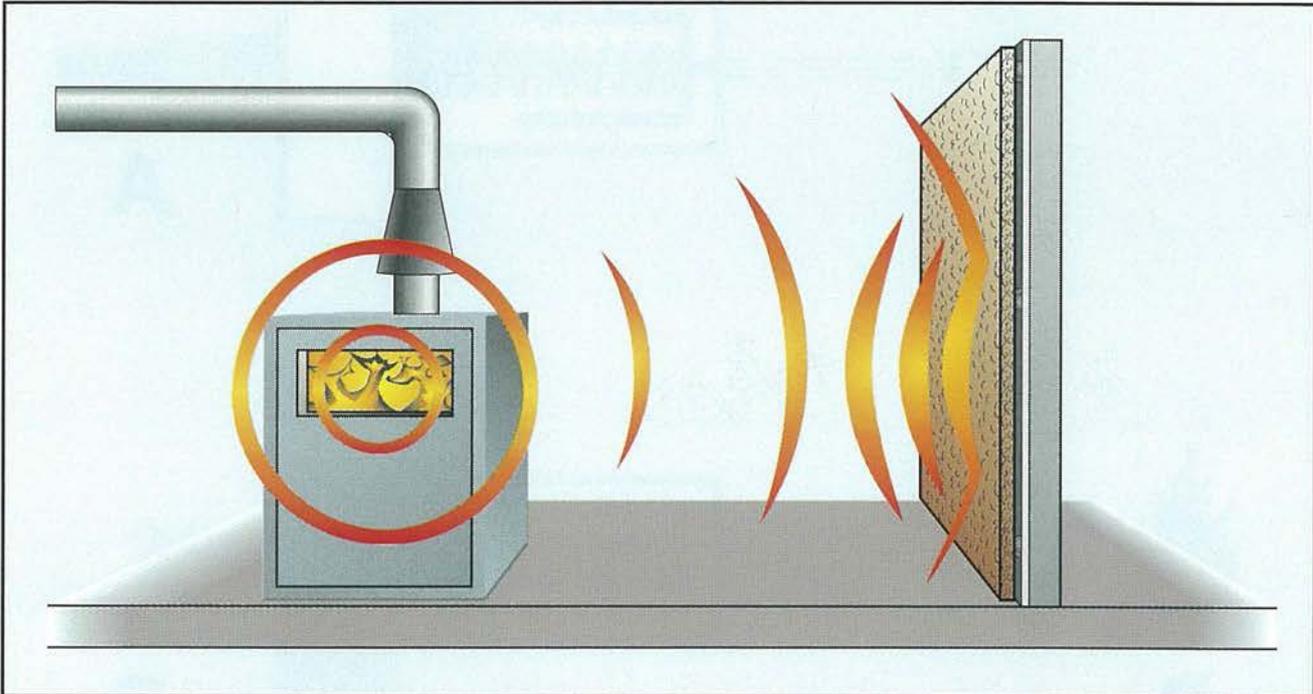


Figura 32: Funcionamiento de un dispositivo termoelectrico de control de llama  
 A) inactivo, B) fase de ignición, C) en funcionamiento

**¿Qué debe tenerse en cuenta en el montaje de instalaciones consumidoras?**

Las instalaciones y aparatos consumidores deben estar dispuestos de manera que los objetos que los rodean no estén expuestos a un excesivo calor. En caso necesario, se debe instalar una protección térmica.



*Figura 33: Aislamiento térmico de las proximidades de una instalación consumidora*

**¿Qué exigencias de ventilación deben tenerse en cuenta para garantizar la suficiente entrada de aire en el entorno del quemador?**

Para las instalaciones consumidoras cuyas necesidades de renovación de aire están cubiertas por el volumen de aire del local donde están instaladas, las exigencias dependen de la potencia nominal del aparato y de las dimensiones del recinto. Los locales en los que están implantadas instalaciones o aparatos consumidores deben estar ventilados de tal forma que resulte imposible la formación de atmósferas peligrosas.

- En condiciones favorables es suficiente la ventilación natural del local. Tales condiciones favorables pueden presentarse por ejemplo cuando las paredes disponen de dos aberturas de ventilación abiertas permanentemente, situadas en paredes opuestas y dispuestas una arriba y otra abajo.
- En condiciones desfavorables puede ser necesario recurrir a la ventilación artificial del local.

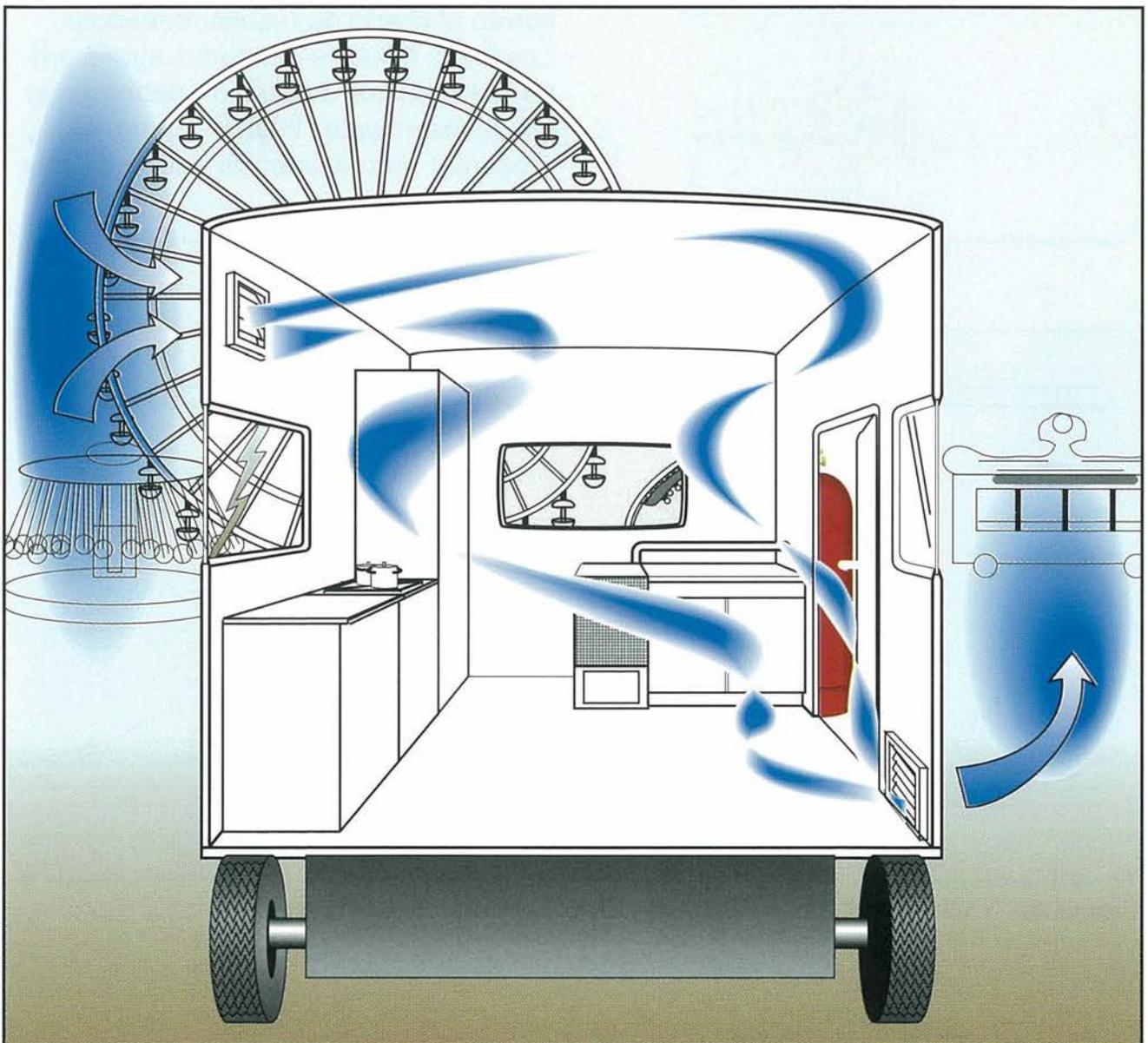


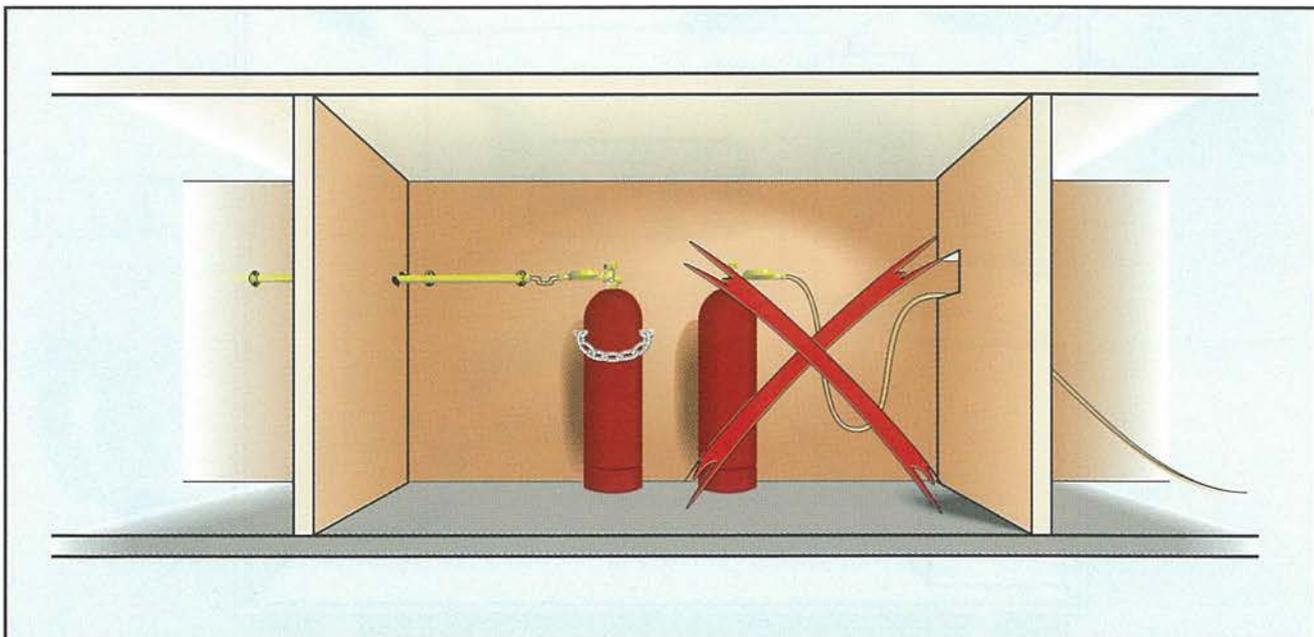
Figura 34: Ventilación de un espacio donde está implantada una instalación consumidora (en este caso una caravana)

**¿Cuándo pueden emplearse tubos flexibles y qué exigencias deben cumplir?**

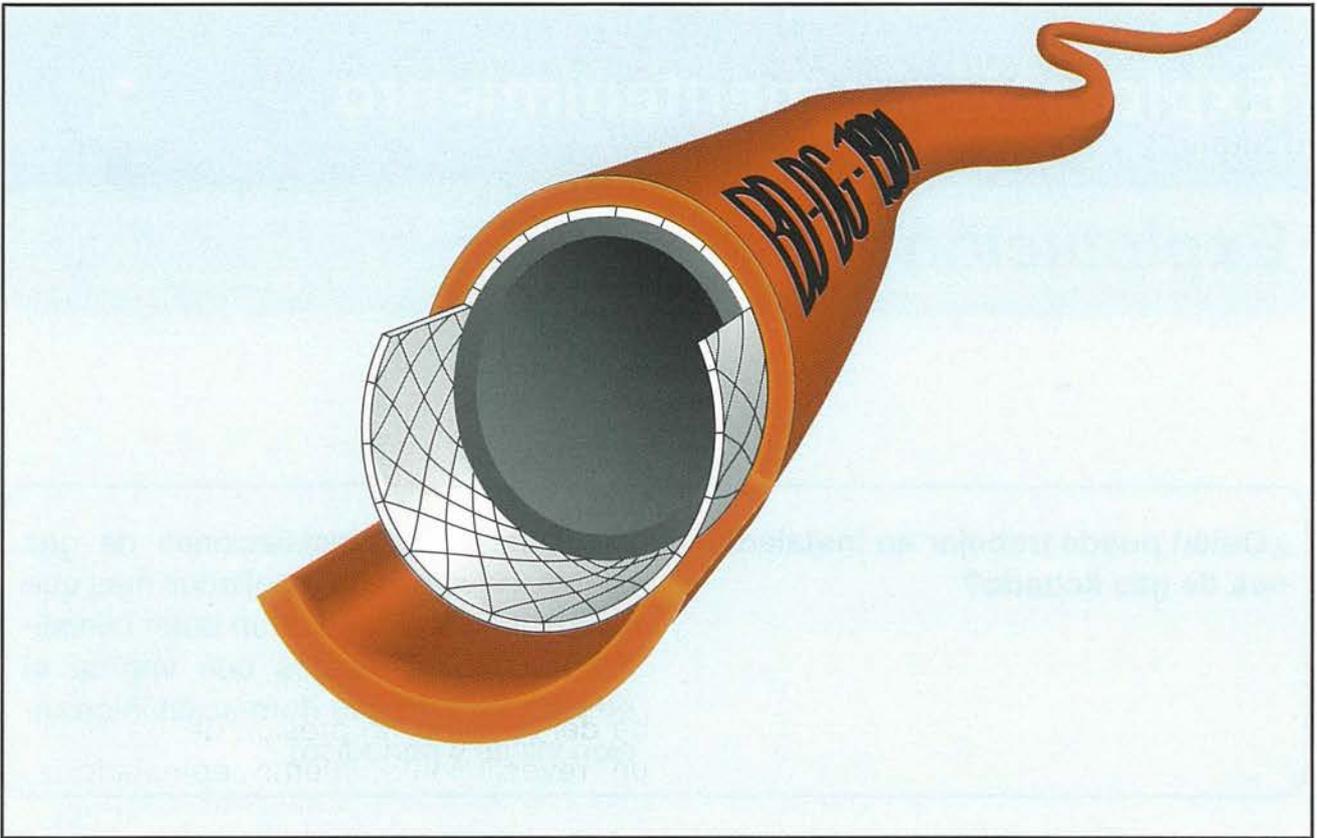
En las instalaciones fijas, los tubos flexibles sólo deben emplearse, en principio, para unir la instalación abastecedora a conductos fijos o a una instalación consumidora. Sólo son admisibles cuando razones técnicas, como la necesidad de desplazar la instalación consumidora, hacen imposible el empleo de conducciones fijas.

Los tubos flexibles deben ser estancos y resistentes a la presión. No deben ser alterados por los gases licuados y deben estar reforzados cuando se monten en instalaciones consumidoras en las que corran el riesgo de resultar dañados.

Los tubos flexibles montados aguas arriba del reductor de presión deben tener un revestimiento interno apropiado y presentar una resistencia suficiente a la presión.



*Figura 35: Tubos flexibles. Utilización correcta/utilización incorrecta*



*Figura 36: Tubo flexible reforzado, marcado de acuerdo a la reglamentación*

# Explotación y mantenimiento

## Explotación

**¿Quién puede trabajar en instalaciones de gas licuado?**

Los trabajos en instalaciones de gas licuado no deben ser confiados más que a personas que tengan un buen conocimiento de los riesgos que implica el empleo de este gas (formación/información inicial y periódica).

**¿Qué debe tenerse en cuenta en la instalación de botellas de gas licuado?**

- Las botellas de gas no deben ser instaladas en vías de salida de emergencia. Se admite la instalación, sin embargo, en pasillos reservados a personas o a vehículos, siempre que se tomen las medidas de protección adecuadas y que no entorpezcan las vías de salida de emergencia.
- Las botellas de gas licuado no se deben instalar en zonas donde exista un alto riesgo de incendio (presencia de sustancias sólidas fácilmente inflamables o autoinflamables, por ejemplo).
- Las botellas de gas licuado deben colocarse con la válvula hacia arriba y fijarse de forma que no puedan volcar.
- Las conexiones no utilizadas deben cerrarse con dispositivos adecuados (punteras, tapones y similares). Las botellas vacías se deben almacenar con las válvulas cerradas.

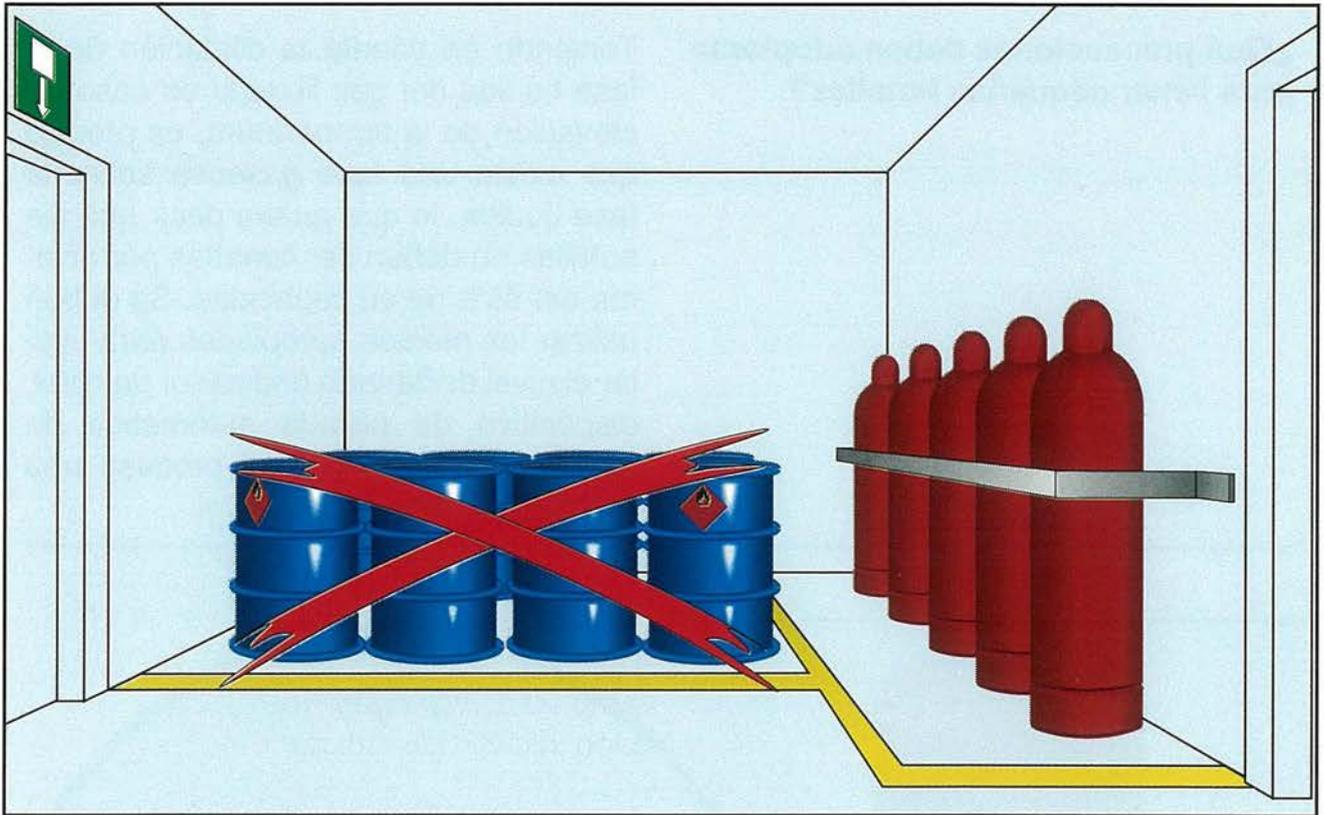


Figura 37: Instalación de botellas de gas licuado

**¿Qué debe tenerse en cuenta al conectar botellas de gas licuado?**

Antes de hacer la conexión se debe verificar el estado de las juntas de estanqueidad del regulador de presión. Después del montaje y reglaje de este último, se debe controlar la estanqueidad y la posición del tubo flexible.

**¿Cuándo se deben cerrar las válvulas de las botellas?**

Las válvulas de la botella se deben cerrar:

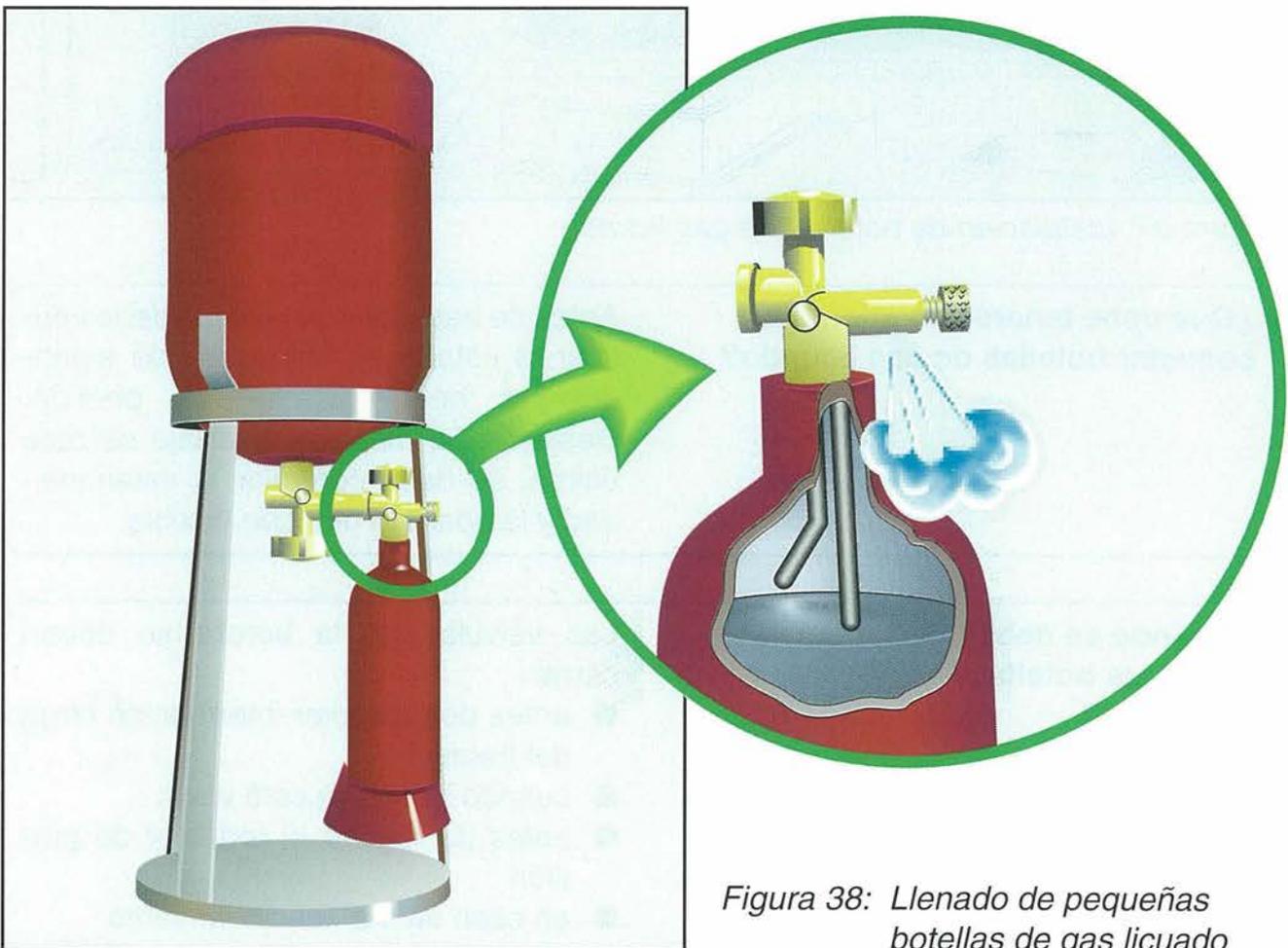
- antes de cualquier interrupción larga del trabajo
- cuando la botella esté vacía
- antes de regular el reductor de presión
- en caso de mal funcionamiento

**¿Qué hacer con las botellas vacías?**

Las botellas vacías o supuestamente vacías no se deben almacenar nunca con la válvula abierta, porque si aumenta la temperatura ambiente puede producirse una fuga de gas residual (ver Propiedades y Riesgos en página 15).

**¿Qué precauciones deben adoptarse para llenar pequeñas botellas?**

Teniendo en cuenta la dilatación de la fase líquida del gas licuado en caso de elevación de la temperatura, es preciso que exista una fase gaseosa sobre la fase líquida, lo que quiere decir que las botellas no deben ser llenadas por encima del 85% de su capacidad. Se deben utilizar los medios apropiados para vigilar el nivel de llenado (indicador de nivel; dispositivo de parada automática de llenado), e interrumpir el proceso una vez que se alcance ese nivel.



*Figura 38: Llenado de pequeñas botellas de gas licuado*

**¿Qué puede hacerse para evitar intoxicaciones en la utilización de instalaciones móviles?**

También el uso de aparatos consumidores móviles exige una buena ventilación. Abrir ventanas o introducir aire fresco por cualquier otra vía, es la medida más importante contra el peligro de intoxicación.

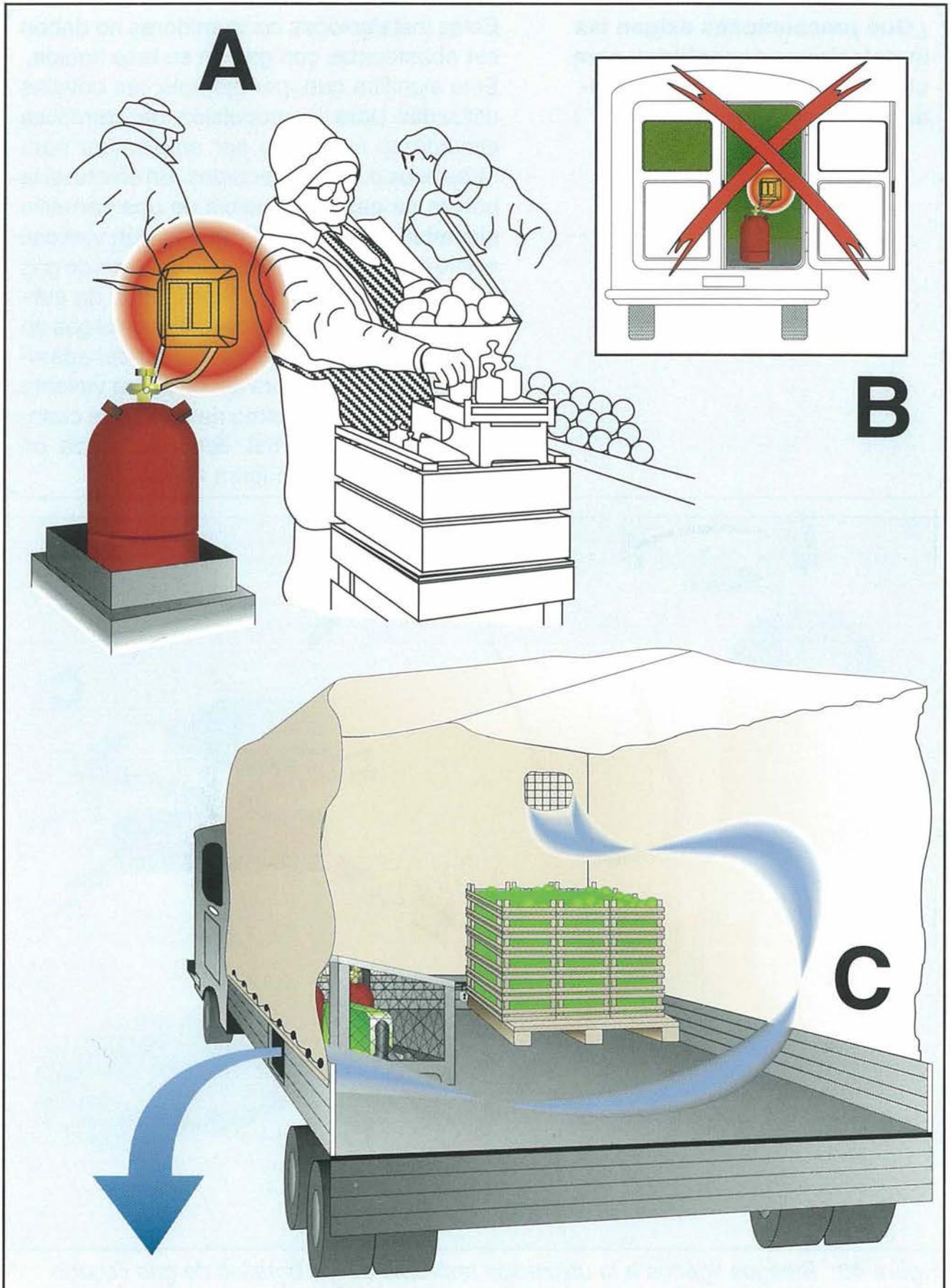
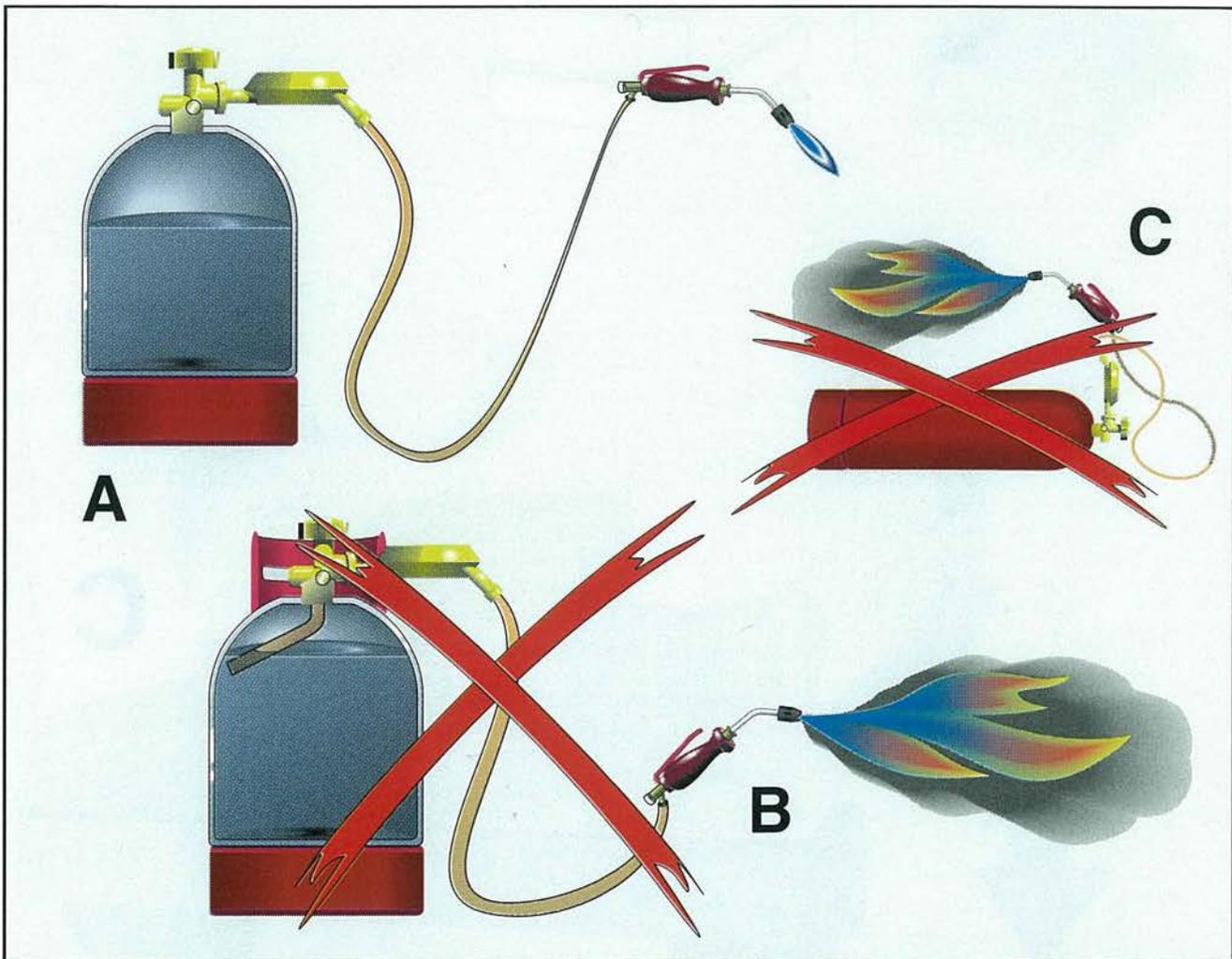


Figura 39: Utilización de instalaciones móviles  
A) al aire libre, B) en zonas insuficientemente ventiladas  
C) en zonas ventiladas

**¿Qué precauciones exigen las instalaciones concebidas para utilizar gas licuado exclusivamente en su fase gaseosa?**

Estas instalaciones consumidoras no deben ser abastecidas con gas en su fase líquida. Esto significa que, por ejemplo, las botellas utilizadas para la propulsión de carretilla elevadoras no deben ser empleadas para otros usos o en otros equipos. En efecto, si la botella de gas combustible de una carretilla elevadora se encuentra en posición vertical, existe el riesgo de que el tubo de toma de gas quede sumergido en la fase líquida de éste (Figura 40.B); en estas condiciones el gas en forma líquida llegará al quemador del aparato consumidor y arderá allí de forma violenta e incontrolada. El mismo riesgo existe cuando una botella normal, llena, se utiliza en posición horizontal (Figura 40.C).

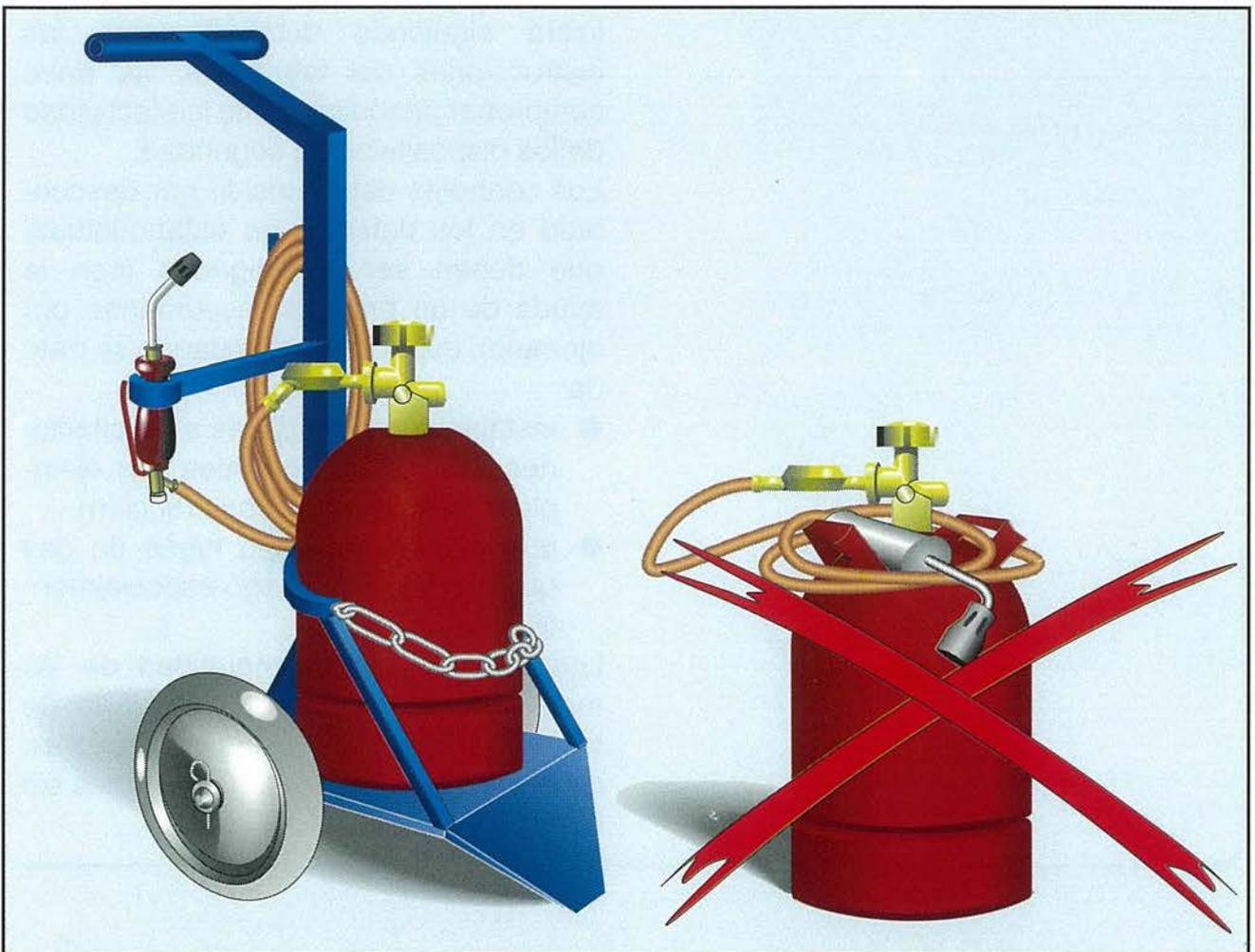


*Figura 40: Riesgos ligados a la utilización impropia de las botellas de gas licuado  
A) Utilización correcta, B) Utilización incorrecta; botella de gas propulsor utilizada para la alimentación como gas combustible  
C) Utilización incorrecta; botella llena utilizada en posición horizontal*

**¿Qué debe tenerse en cuenta para utilizar sopletes manuales?**

Los sopletes en funcionamiento y los sopletes aún calientes no deben posarse sobre los recipientes o los tubos de gas licuado, ni en sus proximidades. Los sopletes deben ponerse sobre una superficie apropiada (de material no combustible) y de tal forma que la llama no pueda afectar a objetos o sustancias combustibles.

Durante las pausas o interrupciones prolongadas del trabajo el soplete debe imperativamente ser apagado.



*Figura 41: Formas correcta e incorrecta de depositar el soplete caliente*

**Las consignas de seguridad (que figuran, por ejemplo, en el cuello de las botellas), deben respetarse escrupulosamente. Después de cada utilización, debe cerrarse la válvula de la botella.**

# Mantenimiento

**¿Qué reglas deben observarse para el mantenimiento de las instalaciones de gas licuado?**

El mantenimiento de las instalaciones de gas licuado debe estar a cargo de personal debidamente formado, y se realizará siguiendo detalladamente las instrucciones del fabricante. Se debe comprobar periódicamente la efectividad de los dispositivos de seguridad.

Los controles deben incidir por descontado en los defectos de estanqueidad, que deben ser investigados (con la ayuda de un producto espumante, por ejemplo), especialmente cuando se trate de:

- instalaciones sometidas a solicitaciones y riesgos importantes (por ejemplo en las obras de construcción)
- puestos de trabajo o fugas de gas que entrañan un riesgo especialmente alto.

Los defectos de estanqueidad de los recipientes, de la grifería y valvulería, de las canalizaciones o de las instalaciones consumidoras, deben ser eliminados sin demora.

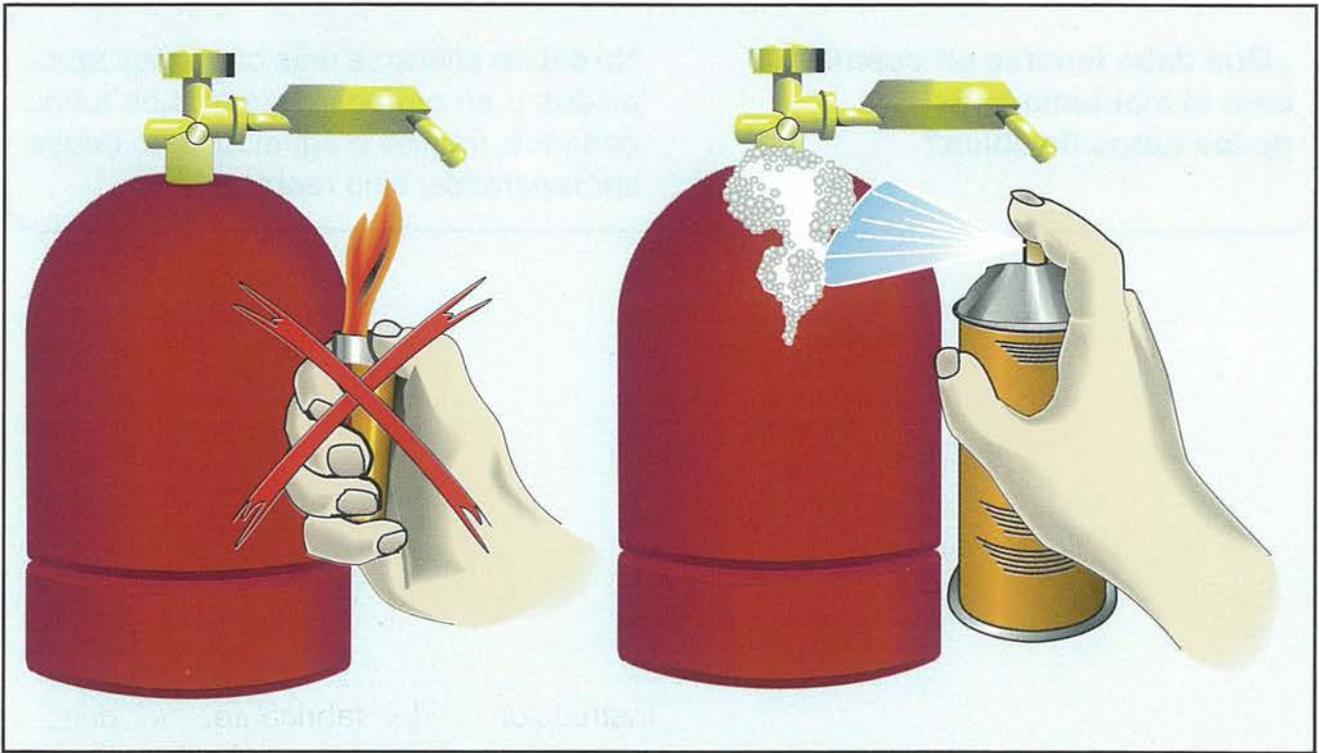


Figura 42: Comprobación de la estanqueidad de una instalación de gas licuado

**¿Qué reglas deben observarse para realizar trabajos de conservación en las proximidades de las instalaciones de gas licuado?**

Para realizar trabajos de conservación, como soldar o esmerilar, en áreas que presentan peligro de explosión o incendio, deben adoptarse medidas de protección especiales.



Figura 43: Medidas especiales de protección para soldar en áreas con peligro de explosión o incendio

**¿Qué debe tenerse en cuenta para el mantenimiento de los tubos flexibles?**

No deben utilizarse más que tubos apropiados y en perfecto estado. Los tubos dañados, frágiles o agrietados no deben ser reparados, sino reemplazados.

# Medidas a adoptar en caso de fuga de gas, con o sin incendio

**¿Qué medidas de lucha contra el fuego son aplicables?**

Las instalaciones que entrañen riesgo de incendio deben estar equipadas con sistemas de extinción adecuados.

Los sistemas o dispositivos de activación de las instalaciones de detección y extinción de incendios, deben ubicarse en puntos estratégicos y disponerse de tal forma que puedan ser localizados y accionados sin riesgo en caso de urgencia.

**¿Qué hacer en caso de fuga de gas licuado sin incendio?**

En caso de fuga de gas sin incendio, debe actuarse inmediatamente para:

- cerrar los grifos de paso para interrumpir la salida del gas
- evitar las fuentes de ignición, de cualquier naturaleza. No accionar los interruptores eléctricos ni otros aparatos similares. Eventualmente – y si se encuentran fuera de la zona de riesgo – se accionarán los interruptores generales o se retirarán los cortacircuitos principales. Apagar las llamas desnudas. No fumar.

En caso de fuga de gas licuado al aire libre, se delimitará y acordonará la zona de riesgo y se avisará al servicio de bomberos u otros servicios especializados. Si la fuga de gas licuado se produce dentro de un local, se procederá a ventilar inmediatamente la zona. Las botellas que presenten un defecto de estanqueidad deben ser retiradas de los locales y transportadas a lugar seguro, al aire libre.

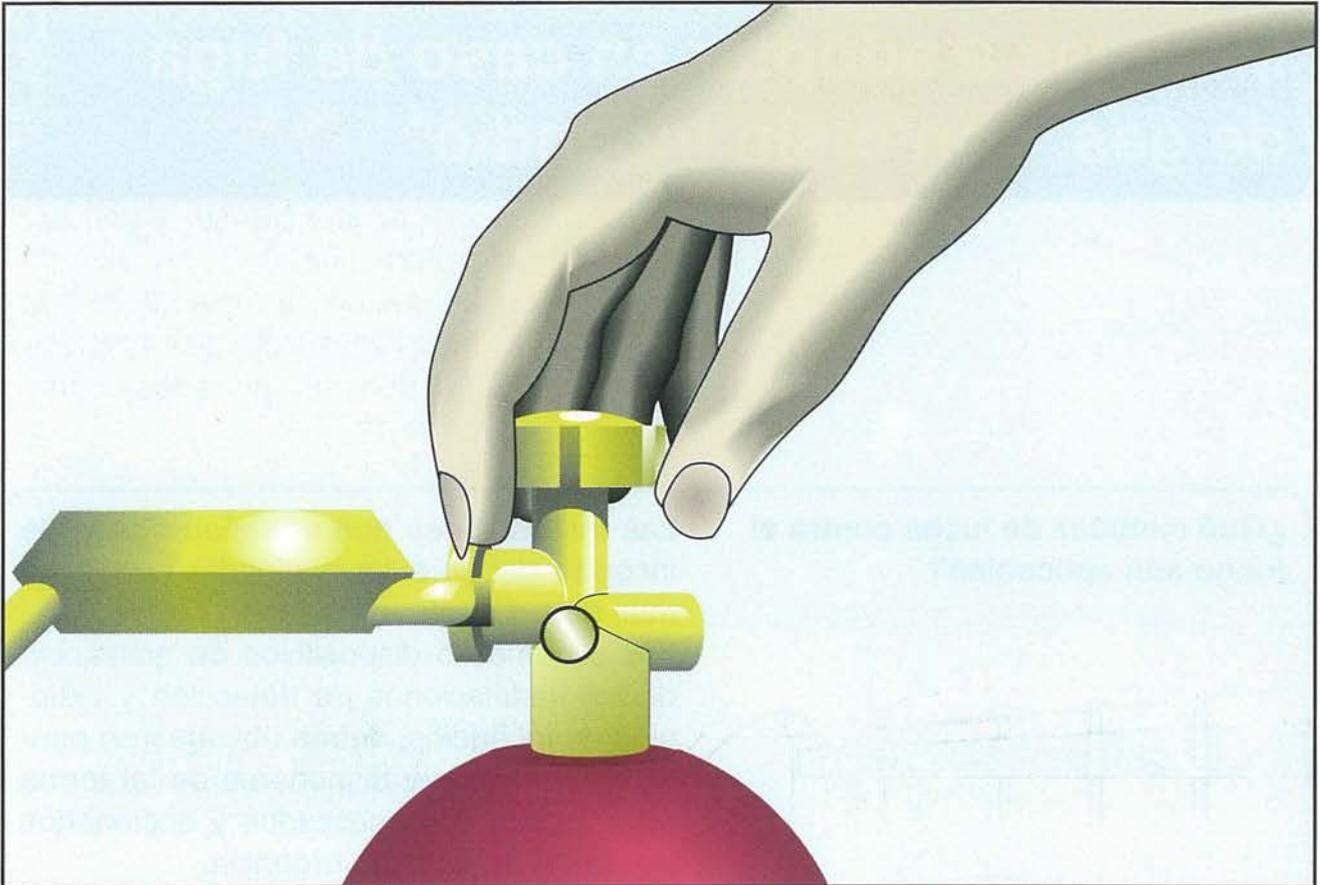


Figura 44: Cierre de la válvula, en caso de fuga de gas



Figura 45: Eliminar fuentes de ignición en caso de fuga de gas

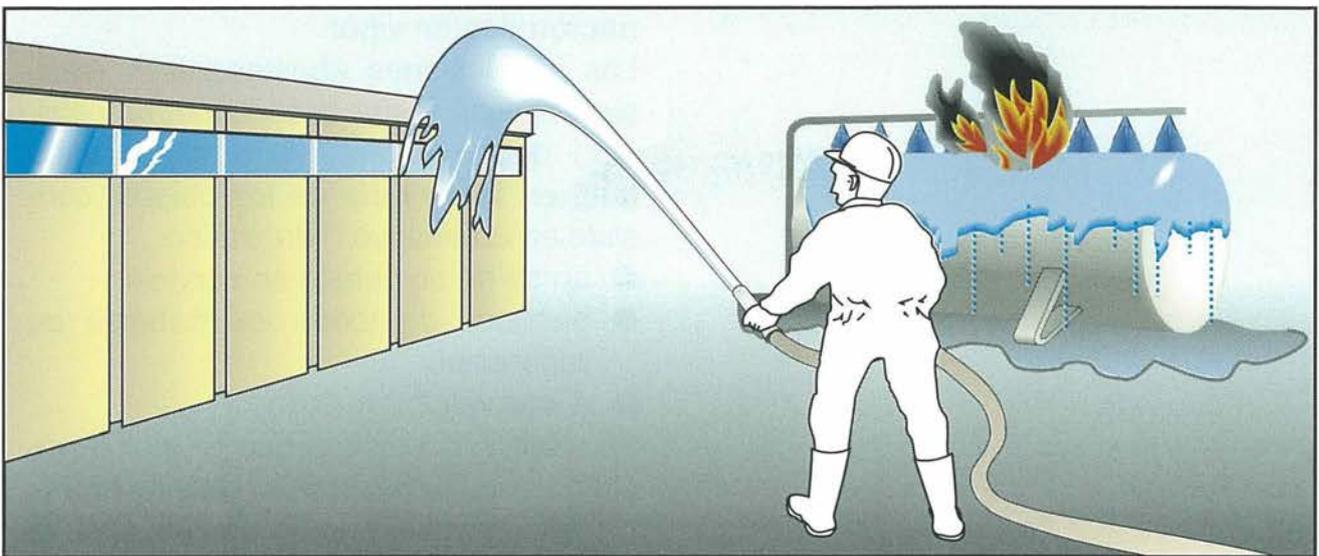
**¿Qué hacer en caso de fuga de gas con incendio, en una instalación de gas licuado?**

En este caso deben cerrarse inmediatamente todos los grifos y válvulas, a fin de cortar la alimentación de gas.

Los recipientes fijos y los equipos amenazados por el incendio deben ser refrigerados con agua.

Llevar, si es posible, a lugar seguro al aire libre, las botellas incendiadas cuyos grifos no pueden ser cerrados, y las botellas de reserva.

Alertar a los servicios de lucha contra el fuego y a los servicios especializados.



*Figura 46: Enfriamiento de recipientes y equipos amenazados por el incendio*

**No apagar el fuego en el punto de fuga del gas licuado, más que en el caso de que sea posible detener la fuga (prevención del riesgo de explosión).**

**¿Qué debe hacerse en caso de incendio en las proximidades de las instalaciones de gas licuado?**

- enfriar los recipientes y las instalaciones fijas por medio, por ejemplo, de sistemas de riego fijos o de lanzas de agua
- alejar las botellas de gas de la zona de riesgo o, en caso de no poder hacerlo, refrigerarlas
- dar la alarma
- apagar el fuego alrededor de la instalación de gas licuado

# Control de las instalaciones de gas licuado

## ¿Cómo se deben controlar las instalaciones de gas licuado?

Las instalaciones de gas licuado se deben controlar siguiendo las normas **nacionales** en vigor.

Las instalaciones abastecedoras (recipientes fijos y sus accesorios, botellas, etc.) deben someterse a una prueba que, en la mayoría de los países, consiste en un ensayo hidrostático:

- antes de su puesta en servicio
- después de todos los trabajos de reparación
- a intervalos regulares

Se realiza una comprobación (por ejemplo comprobación interna o de presión)

En las instalaciones consumidoras se deben comprobar especialmente:

- la estanqueidad
- la correcta concepción y
- la seguridad de funcionamiento



# Publicaciones de la AISS

**AISS**

Comité de Química  
Grupo de Trabajo «Prevención de Explosiones»

Explosiones de polvo (al./ing./fr./esp.)  
(1987)

Explosiones de gas (Prevención de las explosiones de gas, vapores y nieblas inflamables mezcladas con el aire) (al./ing./fr./ital.)  
(1992)

Seguridad en las instalaciones de gas licuado (butano y propano) (al./ing./fr./ital./esp.)  
(1995)

Dirijan sus pedidos a: AISS Comité de Química  
Postfach 10 14 80  
D-69004 Heidelberg, Alemania

**AISS**

Comité de Máquinas  
Grupo de Trabajo «Explosiones de polvo»

Reglas para la protección de las máquinas y los aparatos contra las explosiones de polvo

- Medidas preventivas y constructivas (al./ing./fr./esp.)  
(1978)
- Recopilación de ejemplos (al./ing./fr.)  
(1990)
- Medidas de supresión de las explosiones (al./ing./fr.)  
(1990)

Dirijan sus pedidos a: AISS Comité de Máquinas  
Dynamostrasse 7–9  
D-68165 Mannheim, Alemania

## LA AISS Y LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

La Comisión Permanente de la AISS para la prevención de riesgos profesionales reúne a especialistas de todos los países del mundo. Encargada de promover la cooperación internacional en el ámbito de la prevención, la Comisión realiza estudios sobre aspectos específicos tales como el papel de los medios de difusión en la prevención o las estrategias de seguridad integrada en el puesto de trabajo, en la vía pública o en el hogar. Además, coordina las actividades de siete Comités Internacionales especializados por ramas de actividad (industria y agricultura) y de otros dos Comités encargados de las técnicas de información y de la investigación en el campo de la prevención, respectivamente. Las Secretarías de dichos Comités son asumidas por diferentes países.

Las actividades de los Comités Internacionales de la AISS son, principalmente:

- El intercambio de información entre organismos dedicados a la prevención de accidentes y enfermedades profesionales
- La organización de reuniones especializadas, grupos de trabajo, mesas redondas y coloquios internacionales
- La realización de encuestas y estudios
- La promoción de la investigación
- La edición de documentos y publicaciones sobre Seguridad e Higiene Industrial

Si Vd. desea obtener más información sobre estos Comités y sobre las actividades de la AISS, puede solicitar, a cualquiera de las Secretarías de los diferentes Comités, el folleto titulado «Seguridad para todos», disponible en alemán, inglés, francés y español.

## MIEMBROS DE LOS COMITÉS INTERNACIONALES

Cada Comité Internacional de la AISS cuenta con tres categorías de miembros:

- pueden ser **miembros de pleno derecho de los Comités**, los miembros de pleno derecho o los miembros asociados de la AISS, así como otros organismos sin fin lucrativo
- pueden ser **miembros asociados**, las empresas u organismos, aún con fin lucrativo, que posean una cualificación suficiente en el ámbito de las actividades del Comité
- pueden ser **miembros correspondientes**, a título individual, los especialistas en las materias que son objeto de las actividades del Comité.

Si así lo solicita, a cualquiera de las Secretarías de los diferentes Comités, éstas le remitirán información complementaria y los formularios de adhesión.

# UNO, AL MENOS, DE LOS COMITÉS INTERNACIONALES DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES, CORRESPONDE A SU SECTOR: NO DUDE EN PONERSE EN CONTACTO CON ÉL



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES EN LA AGRICULTURA  
Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften  
Weissensteinstrasse 72, D-34131 KASSEL-WILHEIMSHÖHE, República Federal de Alemania



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES EN LA INDUSTRIA QUÍMICA  
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie  
Postfach 10 14 80, D-69004 HEIDELBERG, República Federal de Alemania



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES EN LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS  
Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTB)  
Tour Amboise  
204, Rond-point du Pont-de-Sèvres, F-92516 BOULOGNE-BILLANCOURT, Francia



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES ORIGINADOS POR LA ELECTRICIDAD  
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik  
Gustav Heinemann Ufer 130, D-50968 KÖLN, República Federal de Alemania



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA INFORMACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES  
Arbetskyddsämnden  
Sveavägen 21, Box 3208, S-103 64 STOCKHOLM, Suecia



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES EN LA INDUSTRIA METALÚRGICA  
Allgemeine Unfallversicherungsanstalt  
Adalbert-Stifter-Strasse 65, A-1200 WIEN XX, Austria



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PROTECCIÓN DE MAQUINAS  
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten  
Dynamostrasse 7-9  
D-68165 MANNHEIM, República Federal de Alemania



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES EN LAS MINAS  
OKD - Rozvoj a projektování  
(Ostrava-Karviná Coal Mines - Development and Projecting)  
Havlíckovo nábr. 38, CS-730 16 OSTRAVA 1, Checoslovaquia



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES  
Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)  
30, rue Olivier-Noyer, F-75680 PARIS CEDEX 14, Francia



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES  
Caisse régionale d'assurance-maladie d'Ile-de-France CRAMIF  
17-19, place de l'Argonne, F-75019 PARIS, Francia



COMITÉ INTERNACIONAL DE LA AISS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES EN LOS SERVICIOS DE SALUD  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)  
Postfach 76 02 24  
D-22089 HAMBURG, República Federal de Alemania



GRUPO DE TRABAJO DE LA AISS SOBRE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL  
Centro Nacional de Medios de Protección del INSHT  
Apdo. Correos 615,  
E-41080 SEVILLA, España