

# Guía Operativa

INTERVENCIÓN ANTE ACCIDENTES EN EL  
TRANSPORTE DE MATERIAS PELIGROSAS  
EN VEHÍCULOS CISTERNA





## Prólogo

Es un placer poder escribir estas líneas, en nombre de todos los que hemos participado en la redacción de esta guía operativa y de los que han hecho posible publicarla, porque nuestra gran ilusión se ha hecho realidad: poner al alcance de cualquier bombero nuestros conocimientos sobre cisternas de transporte de mercancías peligrosas y cómo actuar sobre ellas en caso de accidente; conocimientos adquiridos a partir del interés, la consulta, la práctica y, en gran medida, la experiencia.

¿Cómo se ha gestado este proyecto? A partir de encuentros periódicos de trabajo que, integrantes de diversos cuerpos de bomberos, iniciamos en el año 2012 con el objetivo de compartir y avanzar en el conocimiento de la intervención ante riesgos tecnológicos. A lo largo de estos encuentros hemos iniciado diversos grupos de trabajo, uno de los cuales (el primero en finalizar y “materializarse”) ha tratado la redacción de esta guía que tenéis física o “digitalmente” entre manos.

En seguida os daréis cuenta que esta guía está escrita por bomberos y para bomberos, sobre todo por el enfoque práctico y eminentemente operativo que le hemos querido dar. Muchos lamentábamos la ausencia de un documento de esta naturaleza, que nos pudiese servir de ayuda a la formación del conocimiento operativo y a la redacción de procedimientos de intervención.

El cuerpo principal del documento se dedica a exponer la metodología genérica de intervención ante accidentes de cisternas de mercancías peligrosas, y deja para los anexos el desarrollo más exhaustivo del conocimiento sobre las cisternas de transporte por carretera o ferrocarril.

Dicha metodología genérica persigue ofrecer una sistemática de intervención en accidentes con mercancías peligrosas, concretando las funciones tácticas a ejecutar por el operativo de bomberos, y ordenándolas en el tiempo atendiendo a su prioridad. Sobre todo, pretende ser una ayuda a los mandos operativos de la intervención.

Los anexos tratan con mucho detalle la identificación y la descripción de las diferentes familias de cisternas, así como de sus elementos más característicos y de los métodos de trasvase y levantamiento en caso de vuelco. Muchos de los anexos tienen, prácticamente, vida propia.

Sin más demora, os invitamos a que os adentréis en el mundo de la intervención en accidentes de cisternas de transporte de mercancías peligrosas.

Cuanta mayor utilidad encontréis a esta guía, mayor será nuestra satisfacción.

**Albert Ventosa Carulla**

Coordinador del grupo de trabajo de redacción



## Autores:

<b>Lluís Domingo de Barberá</b>	Bombers de la Generalitat de Catalunya
<b>Albert Ventosa Carulla</b>	Bombers de la Generalitat de Catalunya
<b>Javier Elorza Gomez</b>	Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación Foral de Bizkaia
<b>Jose María Bilbao Ruiz</b>	Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación Foral de Bizkaia
<b>Jose María Gil Gutiérrez</b>	Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Diputación Foral de Bizkaia
<b>Francisco Velamazán Cabrero</b>	S.P.E.I.S Toledo
<b>José Antonio Marín Ayala</b>	Consortio de Extinción de Incendios y Salvamento de la Región de Murcia
<b>Jesús Belmonte Pérez</b>	S.E.I.S del Ayuntamiento de Murcia

## Agradecimientos:



# índice

1.	OBJETO DE LA GUÍA TÉCNICA.	007
2.	DESTINATARIOS.	007
3.	ÁMBITO.	007
4.	NORMATIVA BÁSICA DE APLICACIÓN.	007
5.	FUNCIONES DEL TRANSPORTISTA Y DEL EXPEDIDOR EN CASO DE ACCIDENTE.	008
6.	METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN.	009
7.	CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE.	023
	7.1. Consideraciones generales	023
	7.2. Análisis de la necesidad y viabilidad del trasvase de la cisterna accidentada.	023
	7.3. Requerimientos técnicos para la operativa	026
	7.4. Posiciones de la cisterna accidentada. Influencia en la valvulería.	030
	7.5. Problemas que pueden surgir antes y durante el trasvase.	031
	7.6. Organización operativa.	036

## ANEXOS

<b>Anexo 01.</b>	VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA.	041
<b>Anexo 02.</b>	FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS	061
<b>Anexo 03.</b>	FICHAS DE INTERVENCIÓN	109
<b>Anexo 04.</b>	PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS.	137
<b>Anexo 05.</b>	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS.	145
<b>Anexo 06.</b>	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES.	161
<b>Anexo 07.</b>	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/ DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS).	175
<b>Anexo 08.</b>	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES LICUADOS DEL PETRÓLEO (GLP).	191
<b>Anexo 09.</b>	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS GFA (CRIOGÉNICAS).	205
<b>Anexo 10.</b>	INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO (GNL).	217
<b>Anexo 11.</b>	BOTELLAS Y BOTELLONES.	233

**1. OBJETO DE LA GUIA OPERATIVA.**

Esta Guía Operativa es un documento formativo que pretende aportar conocimientos operativos básicos para afrontar la actuación de bomberos ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna.

**2. DESTINATARIOS.**

Los destinatarios de la Guía Operativa son los integrantes operativos de cuerpos de bomberos. En especial, se dirige a los mandos operativos intermedios y superiores, para facilitar la toma de decisiones estratégicas y tácticas.

**3. ÁMBITO.**

El ámbito de la Guía Operativa es la intervención de bomberos ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna o contenedor cisterna, por carretera o ferrocarril. No se incluye el transporte en bultos (cajas, sacos, GRG, ...), aunque muchos aspectos de la guía le son de completa aplicación.

**4. NORMATIVA BÁSICA DE APLICACIÓN.**

Los antecedentes de la regulación de la intervención en los accidentes con mercancías peligrosas, previos a la Ley 2/1985 de Protección Civil y a la Norma Básica, fueron la Orden del Ministerio del Interior del 2 de noviembre de 1981, por la que se aprobó el plan de actuación para los posibles casos de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera, y la Orden del Ministerio del Interior del 30 de noviembre de 1984, por la que se aprobó el plan de actuación para caso de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril".

Posteriormente, se promulgó la O.M. INT/3716/2004 por la que se "Publican las fichas de intervención para la actuación de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocados por accidentes en el Transporte de M.P. por carretera y ferrocarril".

El transporte terrestre de MMPP por carretera se halla regulado actualmente en España por dos normas fundamentales:

- Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- ADR (Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera). Las operaciones de carga y descarga de cisternas se incluyen siempre como actividades integrantes del proceso de transporte. Durante el transporte se dan las condiciones en que las probabilidades de accidente son mayores, debido a las circunstancias múltiples que pueden concurrir en el trayecto en el que se realiza el transporte con la cisterna en movimiento, a las peculiaridades de las diversas zonas de paso, y al riesgo que generan terceros vehículos.

La tipología de los accidentes con MMPP, tabla que se muestra a continuación, se atiene a la clasificación que estipula el Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

TIPOLOGÍA	CONTINENTE	CONTENIDO
TIPO 1	Bien	Bien
TIPO 2	Desperfectos, vuelco o descarrilamiento	Si fuga
TIPO 3	Desperfectos	Fuga o derrame
TIPO 4	Daños o incendio	Fuga con llamas
TIPO 5	Destrucción	Explosión

## 5. FUNCIONES DEL TRANSPORTISTA Y DEL EXPEDIDOR EN CASO DE ACCIDENTE.

El artículo 4 del Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, por el que se aprueba la directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de materias peligrosas por carretera y ferrocarril, define las funciones del transportista y del expedidor en caso de accidente:

- **Expedidor:** A petición del órgano director de la emergencia, proporcionará las informaciones que les sean requeridas acerca de la naturaleza, características y modo de manipulación de las materias peligrosas involucradas, y podrá ser requerida la presencia de un representante del expedidor en el lugar del accidente.
- **Transportista por carretera:** A petición del órgano director de la emergencia, proporcionará los medios materiales y el personal adecuado para recuperar, trasvasar, custodiar y trasladar en las debidas condiciones de seguridad los materiales que se hayan visto involucrados en el accidente.
- **Transportista por ferrocarril:**
  - Dispondrán de la organización y medios necesarios para efectuar las actuaciones más urgentes de lucha contra el fuego y de salvamento y socorro de posibles víctimas.
  - A petición del órgano director de la emergencia, proporcionará los medios necesarios para la retirada o trasvase de las materias peligrosas involucradas en el accidente y para su transporte en las adecuadas condiciones de seguridad.
- El expedidor y el transportista (por carretera o ferrocarril) colaborarán con las autoridades competentes, en las labores para descontaminar el área afectada por el accidente, retirar los materiales contaminados y proceder al traslado de los mismos a un lugar apropiado para su acondicionamiento como residuos.
- Los expedidores y transportistas de materias peligrosas podrán desempeñar las actividades previstas en los puntos anteriores, mediante la organización y los medios puestos a su disposición en virtud de los acuerdos o pactos para actuaciones de ayuda mutua en caso de accidente y de colaboración con las autoridades competentes.

Según los párrafos anteriores, la intervención sobre la cisterna corresponde al transportista, con los medios humanos y materiales necesarios, que podrán ser de su propiedad o contratados a un tercero.

De todas formas, los cuerpos de bomberos tenemos que estar capacitados (disponer de conocimiento + recursos técnicos) para:

- Comprender y evaluar el riesgo de las acciones que emprenda el transportista.
- Intervenir sobre la cisterna en caso de incapacidad del transportista, dentro de los límites razonables, que podrán estar definidos y escritos, siempre que exista un manifiesto riesgo para las personas, los bienes o el medio ambiente y no se pueda demorar la mitigación o recogida del producto derramado.

En caso de incapacidad del transportista, y como alternativa o complemento a nuestra intervención, el expedidor u otro transportista puede aportar los medios para realizar el servicio, con cargo económico al transportista que ha sufrido el accidente y compartiendo responsabilidades con él.

6. METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN.

La metodología básica que se expone a continuación es la síntesis combinada de procedimientos consolidados y complementarios: PAS, IEDO, Tokeva, aplicados a la intervención ante accidentes en el transporte de materias peligrosas en vehículos cisterna.

Esta metodología se esquematiza a continuación:

<b>P</b>	<b>(1) a (4) Autoprotección</b>
	<b>(5) Reconocimiento del escenario</b> <i>¿qué pasa?</i>
	<b>(6) Evaluación del riesgo</b> <i>¿qué puede pasar?</i>
	<b>(7) Dar seguridad a la zona de intervención</b>
<b>A</b>	<b>(8) Alertar/Informar</b>
<b>S</b>	<b>(9) Rescate / evacuación / confinamiento de víctimas (reales + potenciales)</b>

<b>I N T E R V E N C I Ó N</b>	<b>(10) Zonificación</b>										
	<b>(11) Control de la extensión del escenario:</b> Limitar dispersión de líquidos y exposición a gases										
	<table border="0"> <tr> <td>Líquidos:</td> <td>Gases y vapores en el aire:</td> <td>Líquidos volátiles y gases licuados:</td> </tr> <tr> <td><b>Conducir y contener</b></td> <td><b>Favorecer la dispersión</b></td> <td><b>Dificultar la evaporación</b></td> </tr> </table>	Líquidos:	Gases y vapores en el aire:	Líquidos volátiles y gases licuados:	<b>Conducir y contener</b>	<b>Favorecer la dispersión</b>	<b>Dificultar la evaporación</b>				
	Líquidos:	Gases y vapores en el aire:	Líquidos volátiles y gases licuados:								
	<b>Conducir y contener</b>	<b>Favorecer la dispersión</b>	<b>Dificultar la evaporación</b>								
	<b>Intervención sobre la cisterna</b>										
	<table border="0"> <tr> <td><b>Control del incendio</b></td> <td><b>Control de la fuga</b></td> <td><b>Trasvase</b></td> <td><b>Levantamiento</b></td> <td><b>Gestión de residuos</b></td> </tr> <tr> <td><b>(12)</b></td> <td><b>(13)</b></td> <td><b>(14)</b></td> <td><b>(15)</b></td> <td><b>(16)</b></td> </tr> </table>	<b>Control del incendio</b>	<b>Control de la fuga</b>	<b>Trasvase</b>	<b>Levantamiento</b>	<b>Gestión de residuos</b>	<b>(12)</b>	<b>(13)</b>	<b>(14)</b>	<b>(15)</b>	<b>(16)</b>
	<b>Control del incendio</b>	<b>Control de la fuga</b>	<b>Trasvase</b>	<b>Levantamiento</b>	<b>Gestión de residuos</b>						
	<b>(12)</b>	<b>(13)</b>	<b>(14)</b>	<b>(15)</b>	<b>(16)</b>						
	<b>(17) Descontaminación</b>										

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

I. **P A S** (Proteger, Alertar y Socorrer).

AUTOPROTECCIÓN

(1) **Ubicación vehículos de intervención.**

Al llegar al lugar del accidente, los vehículos se situarán, por defecto, a **50 metros**. El mando operativo mantendrá esta distancia o la modificará (al alza o a la baja) tras la identificación del escenario (5º) y evaluación del riesgo (6º).

Tras la zonificación (10º), los vehículos de intervención, salvo decisión del mando operativo, se mantendrán **en zona templada**.

(2) **Nivel de equipamiento personal.**

El nivel de equipamiento personal utilizado dependerá de las funciones que tenga encomendadas el bombero durante la operativa y no de la zona donde se encuentre.

Nivel autoprotección	Situación
<p><b>Nivel I</b> <b>(Traje de intervención + ERA)</b></p>	<p>Bomberos que <u>NO</u> puedan entrar en contacto con la materia peligrosa (voluntaria o involuntariamente).</p> <p>Habitual en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento del escenario.</li> <li>• Rescate de víctimas.</li> <li>• Líneas de autoprotección.</li> <li>• Balizamiento</li> <li>• Extinción de incendios.</li> <li>• Descontaminación (si el producto lo permite)</li> <li>• Tareas auxiliares (vestido/desvestido de intervinientes, abastecimiento de materiales, control de acceso y ERA de intervinientes,...)</li> </ul> <p>ERA en uso o a la espalda (preparado para su uso). Se podría prescindir del ERA únicamente si NO hay riesgo por inhalación, de inflamabilidad / explosión o por salpicaduras sobre el rostro.</p>
<p><b>Nivel II</b> <b>(Nivel I + Traje químico tipo 3 con guantes y botas químicas)</b></p>	<p>Bomberos que <u>SÍ</u> puedan entrar en contacto con la materia peligrosa (voluntaria o involuntariamente), en caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga de líquido.</li> <li>• Fuga de gas en exterior.</li> <li>• Fuga NO importante de gas en recinto cerrado.</li> <li>• Manipulación de válvulas, bombas, depósitos... sin fuga o con fuga (líquido o gas), exponiéndose a contacto superficial, esporádico y a baja presión.</li> </ul> <p>ERA en uso o a la espalda (preparado para su uso). Se podría prescindir del ERA únicamente si NO hay riesgo por inhalación, de inflamabilidad / explosión o por salpicaduras sobre el rostro.</p>
<p><b>Nivel II aligerado</b> <b>(Traje químico tipo 3 con guantes y botas químicas + ERA)</b></p>	<p>Nivel II sin chaquetón ni sobrepantalón.</p> <p>Para situaciones en que se prescribe el Nivel II (caso anterior), pero:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay riesgo de inflamabilidad.</li> <li>• No hay elementos punzantes o cortantes que puedan ocasionar desgarros en el traje químico.</li> </ul> <p>ERA en uso o a la espalda (preparado para su uso). Se podría prescindir del ERA únicamente si NO hay riesgo por inhalación, de inflamabilidad / explosión o por salpicaduras sobre el rostro.</p>

<p><b>Nivel III</b></p> <p><b>(Traje químico estanco a gases tipo 1a, 1b o 1c + ERA)</b></p>	<p>Bomberos que <u>Sí puedan entrar en contacto con la materia peligrosa</u> (voluntaria o involuntariamente), en caso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuga de líquido, con necesidad de tener que sumergirse parcialmente (piernas, brazos).</li> <li>• Fuga importante de gas en recinto cerrado.</li> <li>• Manipulación de válvulas, bombas, depósitos... con fuga (líquido o gas), exponiéndose a contacto intenso y duradero.</li> <li>• Manipulación de válvulas, bombas, depósitos... con fuga (líquido o gas), exponiéndose a presión de fuga elevada.</li> </ul> <p><u>Nota importante:</u> Nivel III no protege contra radiación térmica ni explosiones. Ante productos inflamables usar sólo si se ha controlado el riesgo de ignición.</p>
--	--

Habitualmente el/los equipos de bomberos que intervienen en tareas de contención de la fuga, control de la fuga, trasvase y gestión de residuos, se equiparán con nivel II o nivel II aligerado, el resto con nivel I.

### (3) Instalación básica exclusiva de autoprotección.

Sin fuga	1 línea ( $\geq$ 3 mangueras) Ø45mm o Ø 25mm
Fuga poco importante	
Fuga importante	1 línea ( $\geq$ 3 mangueras) Ø45mm
Incendio	

### (4) Supervisión continua de las condiciones de seguridad.

Vigilancia de las condiciones de seguridad en el escenario accidental, mediante un bombero o mando con funciones de "vigía".

- Comprobación, realización y seguimiento de lecturas de concentración de gas y explosividad, dentro del área general de operaciones.
- Seguimiento de la temperatura y/o presión del contenido de la cisterna (para líquidos que se transportan enfriados o calentados).
- Seguimiento de variaciones en el comportamiento de la fuga, del incendio,...

### (5) Reconocimiento del escenario.

Composición rápida pero precisa de qué está pasando:

- Identificación de la naturaleza y estado del accidente.
- Forma de la cisterna (para gases, líquidos o sólidos pulverulentos).
- Panel naranja y placas etiquetas.
- Afectación a personas e instalaciones.
- Productos involucrados y sus peligros intrínsecos, lugar y condiciones de fuga, presencia de intervinientes y otras personas.
- Orografía del terreno, condiciones atmosféricas (fuerza del viento, dirección), etc.

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

<b>Afectación a personas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Heridos.</li> <li>○ Contaminados.</li> <li>○ Atrapados (atrapamiento mecánico / físico).</li> <li>○ Necesidad de evacuación / alejamiento / confinamiento.</li> </ul>
<b>Afectación a bienes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Otros vehículos implicados.</li> <li>○ Infraestructuras.</li> <li>○ Edificios.</li> <li>○ Contaminación del entorno.</li> </ul>
<b>Entorno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fuentes de ignición.</li> <li>○ Edificios cercanos.</li> <li>○ Carretera cortada.</li> <li>○ Elementos vulnerables próximos: colegio, camping, hospital, hotel,...</li> <li>○ Proximidad de cursos de agua superficiales / subterráneos (acuíferos).</li> </ul>
<b>Cisterna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vehículo estable / inestable.</li> <li>○ Cisterna / contenedor cisterna. Llena / vacía / vacía limpia / compartimentos llenos / compartimentos vacíos / compartimentos vacíos limpios.</li> <li>○ Placa características cisterna: número y volumen de compartimentos, presión de servicio, presión de prueba, material,..</li> <li>○ Valvulería: carga/descarga inferior o superior, número de válvulas de carga/descarga, válvulas de sobrepresión, válvulas de fondo de acción manual / neumática / hidráulica.</li> <li>○ Estado general del vehículo, de la cisterna (roturas, pliegues,...), de las bocas de hombre y de la valvulería.</li> <li>○ Incendio sobre la cisterna. ¿Está alimentado por la propia materia peligrosa que transporta? Superficie ardiendo, superficie</li> </ul>
<b>Producto/s</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificación: Panel naranja / carta de porte / nombre / número ONU / etiquetas de peligro.</li> <li>○ Volatilidad (presión de vapor): Líquido volátil (<math>P_v \geq 0,1 \text{ Patm}</math>) / líquido poco volátil (<math>P_v &lt; 0,1 \text{ Patm}</math>).</li> <li>○ Peligro intrínseco: Tóxico / inflamable / corrosivo / comburente / temperatura de transporte / otros.</li> <li>○ Reacciona con el agua.</li> <li>○ Reacciona ante aumento de la temperatura.</li> <li>○ Toxicidad de los humos de combustión.</li> </ul>
<b>Metereología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dirección y velocidad de viento.</li> <li>○ Precipitación.</li> <li>○ Temperatura.</li> </ul>
<b>Fuga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fuga de producto/s y caudal aproximado.</li> <li>○ Origen y destino del producto fugado.</li> <li>○ Superficie mojada.</li> <li>○ Desde cuándo fuga y hasta cuándo podría estar fugando.</li> <li>○ Volumen del/los compartimento/s que fuga/n.</li> </ul>

(6) Evaluación del riesgo.

Se trata de imaginar la posible evolución de los acontecimientos próximos y prever el riesgo que suponen.

Evaluación del riesgo de incendio, de explosión, de fuga tóxica, corrosiva,... de inestabilidad del vehículo, de rotura de la cisterna, riesgo sobre los intervinientes y sobre el entorno: población, elementos vulnerables próximos (carretera, ferrocarril, hospital, centro escolar, playa, centro de ocio,...) y medio ambiente (cursos de agua, residuos,...).

<b>Riesgo sobre protagonistas e intervinientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Atropello.</li> <li>○ Contaminación por contacto con el producto.</li> <li>○ Inhalación de vapores tóxicos / corrosivos.</li> <li>○ Exposición o incendio.</li> <li>○ Alta / Baja temperatura del producto.</li> </ul>
<b>Riesgo sobre el escenario del accidente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inestabilidad del vehículo cisterna</li> <li>○ Sobreaccidente por colisión de otro vehículo.</li> <li>○ Rotura de la cisterna</li> <li>○ Fuga.</li> <li>○ Incendio.</li> <li>○ Rotura o explosión de la cisterna, en caso de exposición a incendio o de materia peligrosa que reaccione violentamente ante incremento de temperatura.</li> <li>○ Rotura de la cisterna, en caso de levantamiento.</li> <li>○ Dispersión, en aire, de vapores inflamables / tóxicos / corrosivos.</li> <li>○ Dispersión, en suelo, del líquido.</li> <li>○ Dispersión, en suelo, del líquido inflamado.</li> </ul>
<b>Riesgo sobre el entorno y elementos vulnerables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dispersión, en aire, de vapores inflamables / tóxicos / corrosivos.</li> <li>○ Dispersión, en suelo, del líquido.</li> <li>○ Dispersión, en suelo, del líquido inflamado.</li> </ul>
<b>Riesgo sobre el medio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contaminación cursos de agua superficiales / subterráneos (acuíferos).</li> <li>○ Contaminación de tierras.</li> </ul>

### (7) Dar seguridad a la zona de intervención (protección del escenario y entorno).

Algunas actuaciones posibles:

- Asegurar vehículos y elementos no estables.
- Impedir el acceso a personas y vehículos.
- Prevenir riesgo de incendio (anular fuentes de ignición, cobertura con espuma, proyección de agua pulverizada,...)



- En incendio: Refrigerar y/o alejar elementos vulnerables próximos.

**06** METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

**(8) Información a Sala de Control.**

Comunicación concisa con Sala de Control:

- Descripción del escenario accidental.
- Evaluación del riesgo.
- Planteamiento del plan de acción.
- Demanda de activación de recursos propios y ajenos.

**(9) Rescate, evacuación o confinamiento de víctimas (reales y potenciales).**

**a. Rescate y evacuación de las víctimas reales:**

- Víctimas del accidente de tráfico del vehículo cisterna u otros vehículos afectados
- Víctimas por contacto o exposición a la materia peligrosa.

Puede ser necesaria **capucha de protección respiratoria** durante el rescate, descontaminación y traslado hasta el exterior de la zona caliente. Se valorará la necesidad de la oxigenoterapia.

Si la víctima ha estado en contacto con la materia peligrosa se procede a la **descontaminación** (siempre que no requiera de otro tratamiento prioritario de estabilización):

- Tiene que ser inmediata:
  - + No se recogen las aguas de la descontaminación, por lo que **no se monta balsa ni otro sistema de contención.**
  - + Para el rescate y la descontaminación, equiparse con **nivel I. Nivel II** únicamente si es inevitable el contacto directo con la materia peligrosa.
- No es necesario desvestirse completamente a la víctima, únicamente de la ropa impregnada de producto y de la que moleste para la descontaminación.
- Se aplicará agua abundante **durante 15 minutos**, en el caso de producto tóxico o corrosivo.

**b. Evacuación y/o confinamiento sobre las víctimas potenciales:**

Son víctimas potenciales aquellas que puedan recibir los efectos inmediatos o posteriores que pueda desencadenar un posible accidente sobrevenido:

- Curiosos
- Vecinos
- Ocupantes de vehículos próximos
- Actuantes sin el equipamiento de autoprotección necesario
- Personal de la empresa transportista o de grúas, no expresamente autorizado,...
- ...

La **evacuación, alejamiento o confinamiento** (según sea adecuado) de víctimas potenciales, es prioritario al resto de acciones que se describen a continuación, y en general precisará de la colaboración de las fuerzas de seguridad.

## II. INTERVENCIÓN

La intervención comienza por la zonificación y acaba por la descontaminación, y entre ambas tareas se desarrolla propiamente la intervención, que presenta 2 prioridades:

- 1ª) Control de la extensión del escenario.
- 2ª) Intervención sobre la cisterna.

### (10) Zonificación.

Delimitación de las zonas de intervención de bomberos: zona caliente y zona templada (también llamada zona tibia). Para la zona templada se acostumbra a establecer la misma distancia que para la zona caliente (a partir de ella).

Escenario del accidente	Radio de la zona caliente			
	50 m (2,5 mangueras)	100 m (5 mangueras)	300 m	1.000 m
<b>Sin fuga</b>	Por defecto			
<b>Fuga de sólido pulverulento o granulado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga poco importante.</li> <li>Fuga importante, sin viento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga importante, con viento.</li> </ul>		
<b>Fuga de líquido</b> (Distancia desde límites del charco. Con incendio o sin. Sin riesgo de explosión)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga poco importante.</li> <li>Fuga importante sin incendio, de líquido poco volátil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga importante de líquido volátil.</li> <li>Fuga importante con incendio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga importante de líquido volátil y tóxico.</li> </ul>	
<b>Fuga de gas</b> (Con incendio o sin. Sin riesgo de explosión)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga de gas inerte (con independencia de su importancia)</li> <li>Fuga poco importante de gas NO tóxico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga importante de gas NO tóxico.</li> <li>Fuga poco importante de gas tóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga importante de gas tóxico.</li> <li>Fuga catastrófica, de gas NO tóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuga catastrófica de gas tóxico</li> </ul>
<b>Riesgo de explosión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recipiente pequeño (bidón) de líquido, expuesto al fuego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recipiente grande (cisterna, depósito fijo) de líquido, expuesto a llamas continuas, extensas y directas.</li> <li>Acumulación de gas / vapor inflamable en espacio confinado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recipiente pequeño (bombona) de gas licuado expuesto a llamas.</li> <li>Poca cantidad de material explosivo (&lt;1 Tn)</li> <li>Acumulación importante de gas / vapor inflamable en espacio confinado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recipiente grande (cisterna, depósito fijo) de gas licuado, expuesto a llamas continuas, extensas y directas</li> <li>Gran cantidad de material explosivo (&gt;1 Tn)</li> </ul>

**06** METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

Notas:

- En caso de fuga, el radio se medirá desde el límite del charco.
- En caso de fuga, la delimitación de las zonas podrá precisarse con la lectura obtenida de explosímetro, tubos colorimétricos, analizador de gases (electroquímico, fotoionizador,...),...
- En caso de fuga de líquido volátil y viento dominante, la zona caliente adoptará forma de pluma, midiéndose el radio sobre el eje longitudinal e incrementándose en un 50%.
- Líquido volátil:  $P_v \geq 0,1$  bar
- Líquido poco volátil:  $P_v < 0,1$  bar
- Fuga importante de líquido: Se valorará la superficie de charco y su capacidad de crecimiento. Superficie  $> 25$  m<sup>2</sup> se consideraría fuga importante.

**(11) Control de la extensión del escenario.**

Algunas actuaciones posibles:

- Cubrir alcantarillado.



- Conducir y contener el líquido con un dique en el canal de aguas pluviales de la carretera.



- Conducir y contener el líquido en un compartimiento vacío de la cisterna accidentada.
- Conducir, contener y recircular el líquido al propio compartimento de la fuga, mientras no se esté en condiciones de contenerlo en otro vehículo cisterna o depósito.
- Conducir y contener el líquido en depósitos, en balsa de fortuna realizada con mangueras o escaleras y lona, ...



- Conducir el gas o vapores con cortinas de agua (si se dispone de suministro continuo de agua).



- Dificultar la evaporación del gas licuado o líquido volátil, por cubrición del charco con lonas o espuma.
- Disminuir la concentración de vapores en aire, mediante turbulencias de aire, generadas con agua pulverizada o ventiladores (antideflagrantes, si riesgo inflamable).



06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

**(12) Control del incendio.**



Necesidades:

- Identificar los combustibles que participan en el incendio:
  - Fuga de la materia peligrosa que transporta (incendio intenso y sostenido en el tiempo)
  - Tractora.
  - Combustible de los depósitos de la tractora.
  - Neumáticos.
  - Otro vehículo, presente en el accidente.
  - ...
- Extinción con agua y/o espuma: determinación de la compatibilidad con las MMPP.
- Dotaciones de personal para la intervención (ataque, relevo, logística, ...)
- Disponibilidad de agua.
- Disponibilidad de espumógeno.

**(13) Control de la fuga.**

El control de la fuga, si es posible, puede intentarse mediante:

- Accionamiento de válvulas:
  - Válvulas de fondo (neumáticas/hidráulicas → desconectar el manguito para garantizar la despresurización de la válvula y su cierre)



- Válvulas de corte o descarga.
- Válvulas del colector de presión.

- Apriete de bridas. (Atención: si el producto es corrosivo, pueden romperse)
- Sustitución de juntas en bridas, racores, ...
- Sellado de poros.
- Taponamiento con cuñas, conos, palos u otros elementos de fortuna.
- Taponamiento con cojines neumáticos.



#### (14) Trasvase

Referirse a los anexos 05, 06, 07, 08, 09 y 10.

#### (15) Levantamiento.

Referirse al anexo 04 Principios básicos del levantamiento de cisternas.

#### (16) Recuperación del vertidos y gestión de residuos.

Recogida de la materia peligrosa vertida, y que puede encontrarse mezclada con tierras, en forma de charcos,...

Conviene no mezclar el vertido con la materia todavía contenida en la cisterna: la primera será gestionada como residuo, la segunda puede ser aprovechada por el fabricante (menor generación de residuos).

Los residuos generados durante el accidente y la intervención para su resolución tienen que ser gestionados a través de la agencia u organismo competente (gestor autorizado de residuos), que tendrá que haber sido avisado con prontitud para que la gestión de residuos sea efectiva y ágil.

### (17) Descontaminación *in-situ* de intervinientes y equipos

Necesaria siempre que intervinientes y/o materiales (herramientas, depósitos, mangueras, bombas, ...) han estado en contacto con el producto.

Si el producto es un gas, con independencia de su riesgo, en general, es suficiente airear (de forma natural o forzada).

Si el producto es un líquido o sólido pulverulento, la descontaminación se realiza con agua y aditivo en caso necesario

Las aguas de la descontaminación son recogidas y gestionadas como residuo únicamente cuando el producto sea tóxico, radiológico o bacteriológico. En estos casos la descontaminación se efectúa con bajo caudal (para minimizar el residuo). En los demás casos (inflamable, corrosivo, comburente) las aguas se pueden tirar sin inconveniente, para lo que se emplea descontaminación de gran caudal.

Para la descontaminación interna de bombas, mangotes y depósitos, se hace circular agua (con aditivo, en caso necesario) en circuito cerrado, a través de ellos, durante 15 minutos. Posteriormente, el agua de recirculación se tira o se gestiona como residuo, de acuerdo al criterio anterior. A continuación se hace pasar agua limpia (en circuito abierto, sin recircular) durante 5 minutos más, para aclarar.

A continuación se detallan las tareas de descontaminación:

- **Descontaminación externa**

El equipo o material está contaminado en su superficie externa. Ejemplos: trajes nivel II, nivel III, botas, guantes, ERA, acoples, mangotes, herramientas,...

Para descontaminar "in situ" materias peligrosas no solubles en agua, del tipo: grasas, pinturas, aceites, hidrocarburos, ... se añadirá detergente (alternativa: espumógeno) al agua de cepillado.

- **Descontaminación externa CON recogida de aguas.**

Si la materia peligrosa es un líquido tóxico (peligro: 60, 63, 638, 639, 66, 663, 68, 69,336, 856, 86, 886), recogeremos las aguas de descontaminación para gestionarlas posteriormente como residuo.

Se montará ducha de bajo caudal, balsa de fortuna, depósito, ... para la recogida de las aguas.

Se utilizará el mínimo caudal de agua posible y nos ayudaremos de cepillos o esponjas.

Procedimiento (en 1 o más balsas):

1. Lavado con agua.
2. Cepillado con agua o agua+aditivo
3. Aclarado con agua.
4. Si el líquido es volátil, se puede completar el proceso, exponiendo el equipo contaminado a una corriente de aire del ventilador.
5. Los auxiliares de descontaminación irán equipados con un nivel II y se considerara el uso del ERA o de máscaras de filtro adecuadas.



Se recogen las aguas de descontaminación, y se trasvasan hacia depósito.

- **Descontaminación externa SIN recogida de aguas.**

Si la materia peligrosa no es un líquido tóxico (inflamable, comburente, corrosivo) NO se recogen las aguas. Se pueden verter libremente.

Se utilizará GRAN caudal de agua.

Procedimiento:

1. Lavado con agua.
2. Cepillado con agua o agua+aditivo
3. Aclarado con agua, con línea Ø25mm, durante 5 minutos.



Si el líquido es muy soluble en agua, se pueden obviar los pasos 1 y 2.

06 METODOLOGÍA BÁSICA DE INTERVENCIÓN

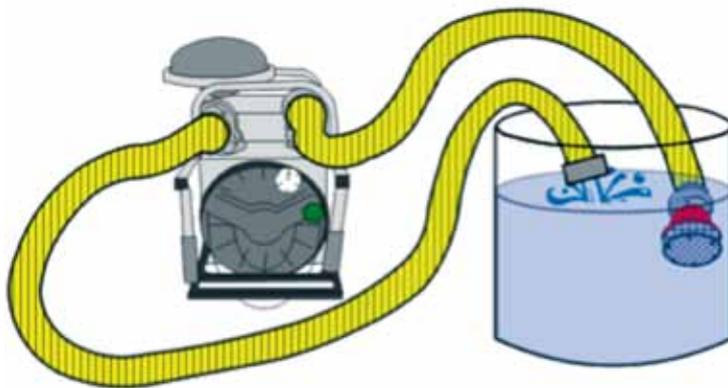
• **Descontaminación interna**

El equipo o material está contaminado en su superficie interna. Ejemplos: bomba, mangotes, depósitos,...

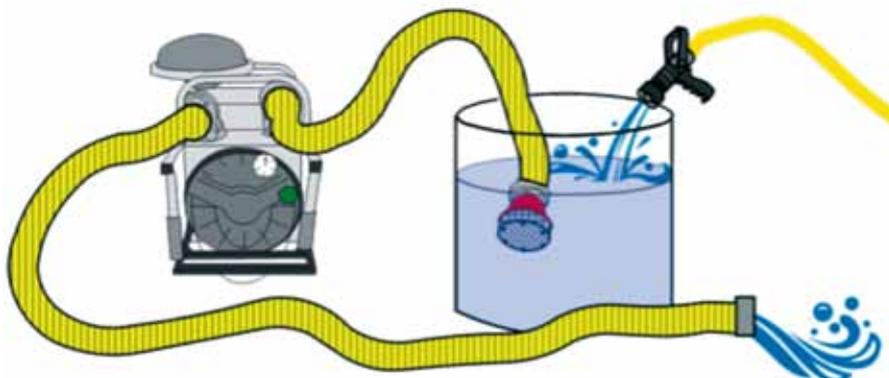
Para descontaminar materias peligrosas no solubles en agua, del tipo: grasas, pinturas, aceites, hidrocarburos, ... se añadirá detergente (alternativa: espumógeno) al agua de recirculación.

Procedimiento:

1. Previa a la descontaminación interna se ha de efectuar la descontaminación externa.
2. Montaje de un circuito cerrado:



3. Recircular el agua (con aditivo si fuera necesario) del depósito durante **15 minutos**.
4. Gestión del agua recirculada:
  - a. Si la materia peligrosa es un líquido tóxico (peligro: 60, 63, 638, 639, 66, 663, 68, 69,336, 856, 86, 886), retiraremos el depósito con agua recirculada (para ser gestionada posteriormente como residuo) y se substituye por un depósito limpio.
  - b. Si la materia peligrosa no es un líquido tóxico, vaciar el agua del depósito (NO se recogen las aguas. Se pueden verter libremente).
5. Se hace circular agua en circuito abierto durante **5 minutos**.



## 7. CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

### 7.1. Consideraciones Generales

El transportista es quien debe hacerse cargo de las operaciones de trasvase, mediante los recursos humanos y técnicos necesarios, con la participación de Bomberos en la medida que lo requiera la situación y en función de sus capacidades disponibles (conocimientos y recursos técnicos).

El máximo mando de la intervención de Bomberos debe conocer, autorizar y coordinar el procedimiento de trasvase y levantamiento de la cisterna, en los casos que sea necesario realizarlos.

### 7.2. Análisis de la necesidad y viabilidad del trasvase de la cisterna accidentada.

En general, salvo en casos muy concretos que mencionamos más adelante, intentaremos trasvasar las cisternas previamente a su movilización, limitando con ello el esfuerzo mecánico del material y, en caso de rotura, minimizando la cantidad de producto vertido al exterior.

El trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- a) La cisterna está volcada. Por el riesgo de rotura del depósito durante el levantamiento, conviene reducir tanto como se pueda la cantidad de producto (peso) dentro de él.
- b) La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (gran distancia al punto de emplazamiento, por ejemplo), y es necesario aligerarla.
- c) La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente hace poco seguro y desaconsejable arrastrarla o transportarla sobre una góndola sin vaciarla.
- d) La cisterna no está volcada, pero se desea trasladarla directamente al taller y es preciso vaciarla antes.

Solo nos plantearemos levantar una cisterna llena o semi-llena, cuando:

- El depósito sea constructivamente resistente y esté en buenas condiciones tras el accidente. Factores a valorar:
  - Tipo y estructura de la cisterna.
  - Grosor de chapa del depósito.
  - Material de construcción del depósito (aluminio, acero, acero inoxidable, en orden creciente de resistencia).
  - Estado de la cisterna tras el accidente (inalterada, impactos, arrugas, grietas, ...)
- La cisterna presente daños graves en las válvulas de fondo y/o conductos de descarga, que impidan el trasvase, siempre y cuando se cumpla (en un grado mínimo imprescindible) la premisa anterior relativa a la resistencia mecánica del depósito, y se tenga en cuenta el riesgo intrínseco del producto transportado.
- El producto transportado tenga un riesgo intrínseco muy elevado y/o la maniobra de trasvase sea compleja, situaciones que harían desaconsejable el trasvase sobre el terreno, siempre y cuando se cumpla (en un grado mínimo imprescindible) la premisa anterior relativa a la resistencia mecánica del depósito.

La resistencia constructiva del depósito, es el factor principal (aunque no el único) en la toma de la decisión de realizar movilizaciones de la cisterna accidentada sin un trasvase previo del producto.

A continuación se compara la resistencia constructiva del depósito, de menor a mayor, entre familias de cisternas:

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

	TIPO DE CISTERNA	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DEPÓSITO
1	Líquidos químicos corrosivos en cisternas de poliéster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Poliéster</li> </ul>
2	Líquidos carburantes (Gasoil, gasolina, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Aluminio</li> <li>• 4 - 5 mm de grueso</li> </ul>
3	Líquidos químicos diversos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Acero o acero inoxidable</li> <li>• 3 - 4 mm de grueso</li> </ul>
4	Gas Natural Licuado (GNL)*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Acero inoxidable</li> <li>• 5 - 6 mm de grueso</li> <li>• Aislamiento exterior de espuma de poliuretano.</li> </ul>
5	Líquidos de carga/descarga superior (Muy tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Acero</li> <li>• 5 mm de grueso</li> </ul>
6	Criogénicas de doble casco: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gases de fraccionamiento del aire (GFA: O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, He, CO<sub>2</sub>, ...)</li> <li>- Gas Natural Licuado (GNL)*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doble casco: Interior y exterior</li> <li>• Depósito interior:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acero inoxidable</li> <li>- 5 mm de grueso</li> </ul> </li> <li>• Depósito exterior:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acero.</li> <li>- 3 - 4 mm de grueso</li> </ul> </li> </ul>
7	Gases de carga/descarga superior (Muy tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Acero</li> <li>• 8 mm de grueso</li> </ul>
8	Gases Licuados del Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocasco</li> <li>• Acero</li> <li>• 10 - 12 mm de grueso</li> </ul>

\* El GNL se transporta tanto en cisternas monocasco con aislante exterior de polietileno como de doble casco con aislamiento al vacío.

A menor resistencia, más desaconsejable es el levantamiento sin trasvase previo. Sin que pueda tomarse como regla fija a seguir, se han agrupado por colores los diversos tipos de cisterna:

**Rojo:**

Tipos de cisternas que nunca se tienen que levantar llenas, por su gran fragilidad.

Las cisternas de carburantes pequeñas, de reparto, por su menor envergadura, son algo más resistentes que las cisternas semi-remolque.

**Amarillo:**

Tipos de cisternas que preferiblemente no se levantarán llenas, pero que en caso de necesidad y siempre que estén en muy buen estado tras el accidente, se podría valorar su levantamiento sin vaciarlas previamente, tomando las siguientes medidas:

- La maniobra de levantamiento será alguna de las 2 definidas en el anexo correspondiente.
- Nunca se utilizará cable de acero, sino las eslingas más anchas disponibles.
- Las eslingas se pasaran alrededor del depósito abrazándola siguiendo la línea de las "costillas" (cisternas de líquidos), o bien, siguiendo la traza de las soldaduras interiores de los mamparos rompeolas y/o compartimentadores (cisternas de líquidos). Para las cisternas calorifugadas de líquidos, donde no puede apreciarse la traza de dichas soldaduras, los mamparos rompeolas y/o compartimentadores pueden ubicarse por los testigos de rotura situados en el vientre de la cisterna.



Se desaconseja levantar llenas las cisternas monocasco de GNL, por su gran envergadura, diámetro y discreto grosor de virola, así como por el peligro que entrañaría su rotura en el entorno de operaciones. Si aun así, se plantea el levantamiento sin trasvase, es preciso:

- Marcar una estricta zonificación durante el levantamiento.
- Ejercer una atenta tutela de los grúas, habiendo definido un plan para su evacuación o rescate en caso de rotura de la cisterna (las grúas son puntos calientes de ignición del GNL).

**Verde:**

Se acostumbra a levantarlas llenas. El riesgo es bajo si la cisterna está en buen estado tras el accidente y se procede con precaución.

**07** CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

### 7.3. Requerimientos técnicos para la operativa

A continuación se relaciona, sin entrar en mucho detalle, el equipamiento adecuado para la realización de un trasvase. Algunos elementos son imprescindibles y otros son convenientes.

#### 7.3.1. Equipos de protección individual y comunicaciones.

La intervención ante mercancías peligrosas requiere el uso de equipo específico de protección individual, de un nivel u otro según las funciones que se tengan encomendadas durante la intervención.

En el apartado correspondiente a la autoprotección ya se ha referido a los niveles I (chaquetón, sobrepantalón, guantes, botas, ERA), II (nivel I, traje antisalpicaduras), II aligerado (nivel I sin chaquetón ni sobrepantalón, traje antisalpicaduras) y III (traje estanco).

Los equipos de comunicación del tipo craneal, laríngeo o similar, favorecen las comunicaciones en intervenciones de buceo químico.

#### 7.3.2. Cisterna receptora

Para vaciar la máxima cantidad posible de producto de la cisterna accidentada, necesitaremos otra cisterna, o incluso dos si trasvasamos gas y la maniobra escogida no permite mantener controlada la presión en el interior de la cisterna receptora.

Requisitos de la cisterna receptora:

- Tiene que ser de la misma familia que la cisterna accidentada.
- Tiene que tener igual o mayor capacidad que la cisterna accidentada.
- Si la cisterna accidentada es compartimentada, la cisterna receptora también tiene que serlo.
- Si la cisterna accidentada es compartimentada pero transporta un único producto, la cisterna receptora puede ser compartida o monocuba.
- Si la cisterna accidentada es monocuba, la cisterna receptora puede ser compartida o monocuba.
- La cisterna receptora tiene que estar limpia, a no ser que haya transportado el mismo producto a trasvasar.
- En caso de trasvase de gas, la cisterna receptora tiene que estar despresurizada. Si no lo está, seguramente y en función de la metodología escogida de trasvase, se tendrá que desgasificar completamente antes de empezar a trasvasar. A esto se lo denomina expansionar la cisterna.

Algunas empresas transportistas disponen de vehículos cisterna especialmente equipados para intervenir en trasvase (cisterna de GLP con compresor, cisterna silo con sistemas de aspiración al vacío, cisterna criogénica con evaporador de gran dimensión, ...).

#### 7.3.3. Equipos de trasvase.

Los equipos de trasvase en accidente (bomba, compresor, mangueras, ...) dependen del tipo de producto a trasvasar.

A continuación se hacen algunas observaciones en relación a los equipos de trasvase para líquidos, pues es común que los Servicios de Bomberos dispongan de algunos de ellos. Hay que tener en cuenta que no es habitual que los SPEIS dispongan de equipos para trasvase de gases, pues son más complejos y el riesgo que entraña su manipulación requiere la presencia de especialistas, por lo que en la mayoría de las ocasiones sobrepasa nuestra capacidad.

Para líquidos, las bombas más comunes son:

- centrífuga
- neumática de membrana (o de diafragma)
- peristáltica.

La bomba centrífuga es la que proporciona mayor caudal de trasiego de las tres, pero no es autocebante, por lo que no es apropiada para trasvases en que la instalación no esté en carga (ejemplo: aspiración desde una boca de hombre).

Estos tres tipos de bombas pueden estar preparadas para el trasiego de líquidos inflamables y/o corrosivos.

La bomba peristáltica es autocebante, es la más polivalente y la más adecuada para la recogida de vertidos en el suelo, canales pluviales, ... (pues tiene buena capacidad de succión) pero es la que ofrece menor caudal.

La bomba de membrana también es autocebante y es la opción más equilibrada para el trasvase de líquidos químicos, pues ofrece algo más de caudal que la peristáltica (aunque no mucho más) y es muy sencilla de mantenimiento. Además la fuerza motriz es el aire comprimido que proporciona un compresor que puede estar situado a un centenar de metros, fuera de la zona caliente de intervención.



BOMBA PERISTÁLTICA



BOMBA DE MEMBRANA



COMPRESOR DE AIRE

El mismo compresor de la bomba de membrana puede utilizarse para el trasvase por presión de cisternas de líquidos, como alternativa al uso de la propia bomba, por lo que el conjunto: bomba de membrana + compresor, es muy resolutivo.

En relación con las mangueras, hay variedades específicas para corrosivos, para inflamables y para hidrocarburos pero, teniendo en cuenta el poco uso que se espera de ellas en un equipo de trasvase de emergencias, es aconsejable disponer de un único tipo, compatible con una mayoría de líquidos químicos.

Las mangueras polivalentes acostumbran a ser interiormente de polietileno de alta densidad o de PTFE (Teflón): las primeras son más sencillas y más elásticas, mientras que las segundas son más resistentes y más rígidas.

Están formadas por varias capas, que integran una espiral cilíndrica interior de cable de acero, para dar mayor resistencia a la presión interior y para conducir la electricidad estática y poder derivarla a tierra. Algunas de ellas disponen de una malla exterior en acero inoxidable.

07 CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE



Manguera polivalente química, compuesta de diversas capas y con espiral cilíndrica de acero

7.3.4. Otros recursos especiales para el trasvase de gases.

RECURSOS PARA PRESURIZAR LA CISTERNA ACCIDENTADA

- Serpentín de regasificación portátil

Con este elemento se puede realizar un trasvase por presión mediante regasificador. Es la sistemática utilizada en cisternas que transportan productos criogénicos que no disponen, o no de la dimensión adecuada, de un serpentín regasificador. Consiste en hacer pasar producto en fase líquida por un serpentín para que se expanda, generando gas que se introduce de nuevo en el interior del depósito accidentado, aumentando la presión y desplazando el producto a trasvasar.



- Baterías de botellas de gas Nitrógeno

Algunos productos, debido a su alto riesgo de reacción violenta, alta inflamabilidad o corrosividad desaconsejan el uso de bomba y que tengan contacto con aire. En estos casos la alternativa es realizar el trasvase inyectando en la cisterna accidentada presión de gas inerte (N<sub>2</sub>). El inconveniente de esta sistemática es su complejidad y la difícil disponibilidad sobre el terreno de los elementos necesarios, con los que sí contamos en entornos e instalaciones industriales.

Este recurso permite realizar un trasvase utilizando la presión de un gas inerte, pero implica liberar gases de la cisterna receptora para evitar su sobrepresurización (con tratamiento o no de los gases liberados) o utilizar diversas cisternas receptoras.



#### RECURSOS PARA TRATAR GASES LIBERADOS DE LA CISTERNA RECEPTORA

El inconveniente de esta sistemática es su complejidad y la difícil disponibilidad sobre el terreno de los elementos necesarios, más fácilmente disponibles en entornos e instalaciones industriales.

En el caso de que dispongamos sobre el terreno de los elementos necesarios, podemos realizar el trasvase presurizando la cisterna accidentada mediante la inyección de un gas inerte a presión, generalmente nitrógeno. La limitación de presión en la cisterna receptora hace necesario liberar sus gases. Con ciertos productos, esta acción genera riesgos no aceptables que deben ser gestionados correctamente.

Para ello las emisiones de gas al exterior pueden:

- ser lavadas en un scrubber (con agua o reactivo a contracorriente)
- ser quemadas en una antorcha
- ser absorbidas en un reactivo (dentro de un depósito o de un contenedor).



Scrubber (lavado de gases de venteo)  
con agua o reactivo a contracorriente



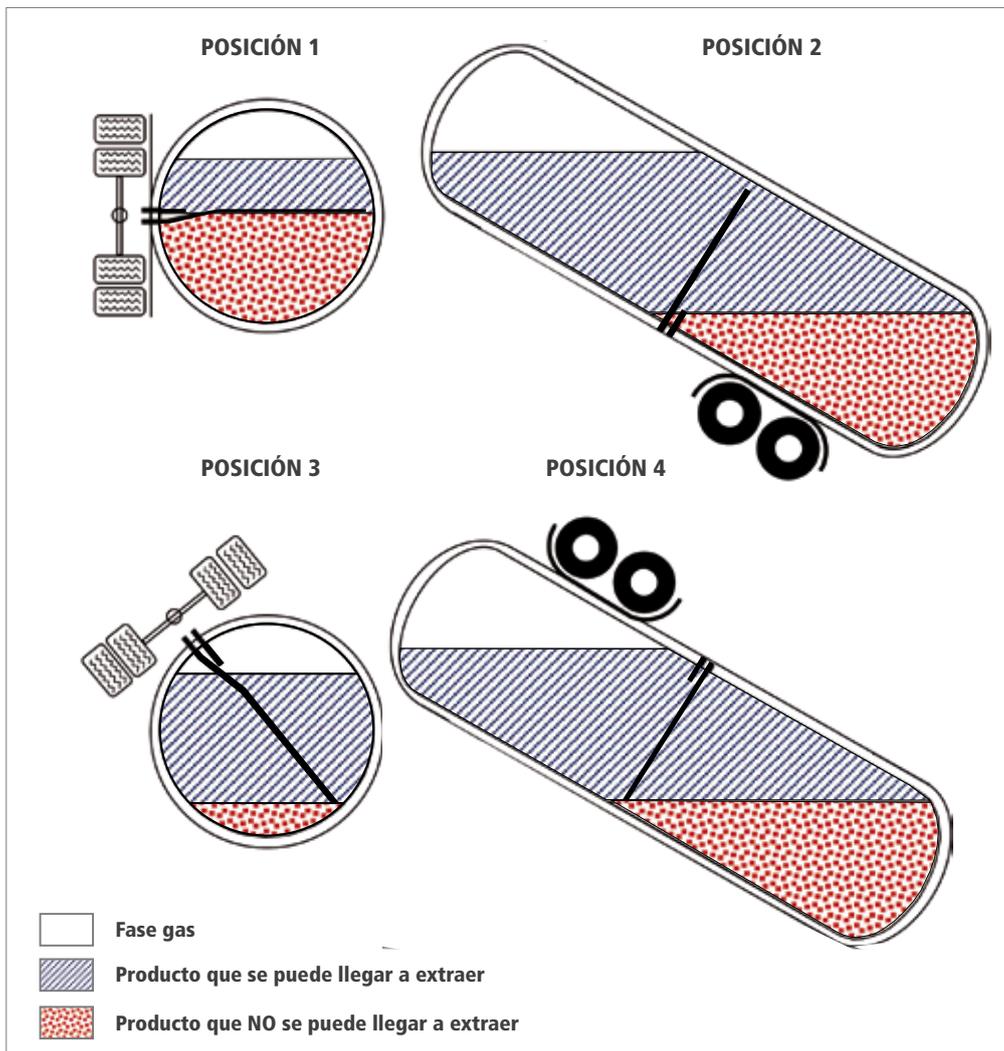
Antorcha para combustión  
de gases de venteo

**07** CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

**7.4. Posiciones de la cisterna accidentada. Influencia en la valvulería.**

Cuando la cisterna no se encuentra en posición de régimen de marcha es posible que el procedimiento de diseño de trasvase estándar de la misma no sea operativo, pudiéndose dar situaciones que podrán variar a lo largo del trasvase, en las cuales:

- la fase (líquida o gas) de las salidas se haya intercambiado,
- todas las salidas estén en contacto con la fase líquida,
- a partir de cierto volumen de trasvase pasemos a tener todas las salidas en contacto con la fase gas.
- Para líquidos, las bombas más comunes son:



El esquema superior muestra cómo quedan estratificadas las fases líquida y gas, según la posición de vuelco de la cisterna.

También se muestra, para el caso concreto de una cisterna de GLP y su valvulería, hasta qué nivel se podría trasvasar el producto aplicando las sistemáticas adecuadas.

Para poder realizar el trasvase de la máxima cantidad de producto, será necesario conocer la valvulería de la cisterna siniestrada, valorar las opciones que tenemos y contar con material de acoples y accesorios que permitan superar problemas como la operatividad de las válvulas de fondo y corte.

La información de la valvulería específica para cada tipo de cisterna y cómo afecta su posición a las operaciones de trasvase en caso de vuelco, se encuentran ampliamente explicadas en los anexos de esta guía operativa.

## 7.5. Problemas que pueden surgir antes y durante el trasvase.

### 7.5.1. Apertura de las válvulas de fondo.

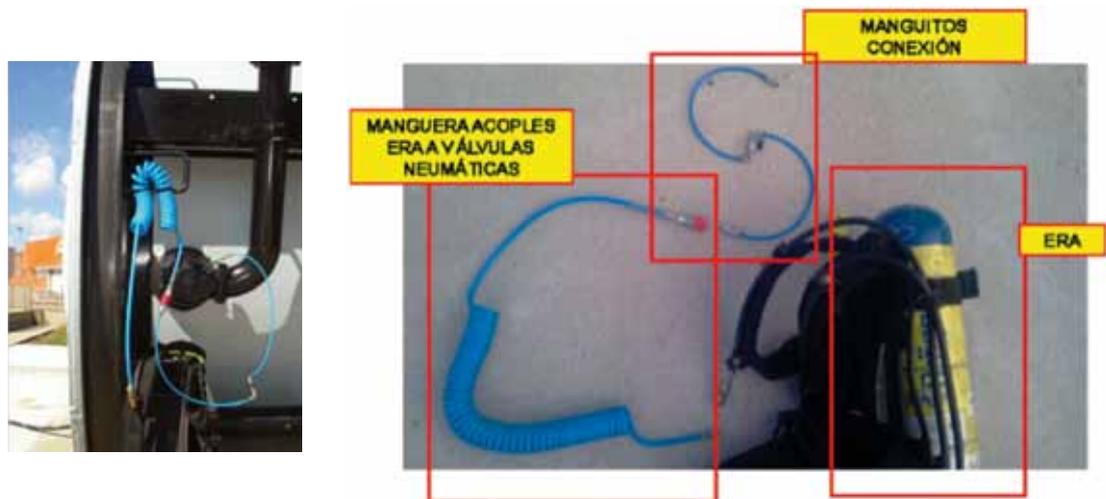
En caso de accidente o avería, podemos encontrarnos con distintas dificultades para lograr la apertura de las válvulas de fondo de la cisterna, en función del tipo de accionamiento para el que estén diseñadas.

- Válvula de fondo de apertura manual inferior de palanca
  - Si la palanca original ha quedado inutilizada, podemos intentar desmontarla y seguidamente accionar el cuadradillo solidario a la válvula con una llave fija.
  - En caso de que el cuadradillo haya quedado segado o inutilizado, podemos desmontar la brida de unión con la válvula de corte, quedando a la vista el vástago que está solidario con el conjunto válvula y muelle interior. Procederemos a empujar este vástago vertical provocando la apertura de la válvula y la salida de líquido (es un sistema en que no entrar en contacto con producto resulta complicado)
  - Si el problema es debido a una desalineación por impacto de la tubería de salida respecto a su posición habitual (con posible salida de producto por mal asiento de la válvula), que dificulta el normal accionamiento de la válvula, podemos intentar llevar el conjunto a su posición original.
- Válvula de fondo de apertura manual de volante superior
  - Si el volante ha quedado inutilizado, una opción es aflojar la pletina situada en la zona superior de la cisterna sobre la que gira el vástago que acciona (atravesando todo el deposito por el interior) la válvula de fondo, y estirar de todo el conjunto logrando una obertura parcial y la salida de producto.



**07** CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

- Válvula de fondo de accionamiento inferior neumático. Podemos diferenciar dos tipos:
  - Aquellas que cuentan con una palanca similar a las manuales de palanca, en las cuales un pistón neumático exterior es quien realiza el desplazamiento de dicha palanca logrando la abertura y cierre desde una consola de control.
    - Si desunimos este pistón exterior de la palanca, pasamos a tener una válvula de fondo de abertura manual inferior de palanca standard, y podremos realizar las acciones descritas anteriormente para esta topología de accionamiento.
    - Si el problema es de aportación de aire al pistón neumático exterior, podemos optar por aplicar nosotros la presión mediante el "Kit de presurización portátil".
  - Las válvulas de fondo accionadas directamente con un pulmón situado en la parte baja del codo de salida, que desplaza el vástago vertical que está solidario con el conjunto válvula y muelle interior. Para que se produzca la abertura es necesario aportar aire a unos 7 bares de presión, logrando vencer el muelle interior. En el momento en que no hay presión de aire (voluntariamente o por rotura de los manguitos de presión) el sistema cierra la salida de líquido.
    - Si el problema es de aportación de aire al pulmón, podemos optar por aplicar nosotros mediante el "Kit de presurización portátil" presión a la consola de mandos de accionamiento de toda la valvulería de la cisterna, o hacerlo de forma individualizada a aquellas válvulas que nos interese abrir.



- Otra opción para lograr la abertura de la válvula de fondo es roscando un tornillo de la métrica adecuada en el orificio existente para este uso en el pulmón, con esta acción vamos desplazando el vástago vertical sin necesidad de aportar aire, logrando la obertura y salida de líquido.



TORNILLO DE APERTURA MANUAL

- Si el problema de funcionamiento es debido a una desalineación por impacto de la tubería de salida respecto a su posición habitual (con posible salida de producto por mal asiento de la válvula), que dificulta el normal accionamiento de la válvula, podemos intentar llevar el conjunto a su posición original. A partir de aquí tenemos las opciones explicadas con anterioridad.
- Situaciones en que no podemos lograr la apertura de la válvula de fondo
  - Podemos encontrarnos accidentes en que no hay opción de utilizar la válvula de fondo; esto nos obliga a buscar nuevas formas de extraer el producto que se encuentra en el interior de la cisterna. Un ejemplo puede ser en algunos vuelcos de cisternas de carburantes utilizar las salidas de recuperación de vapores como posibles salidas de líquidos; y otras opciones imaginativas.



ACOPLE PARA APROVECHAR LA VÁLVULA DE RETORNO DE VAPORES COMO SALIDA DE PRODUCTO

### 7.5.2. Sobrepresión excesiva en la cisterna de gas accidentada.

Si la presión de la cisterna accidentada de gas es excesiva, por seguridad, antes de proceder con el montaje del circuito de trasvase, se desgasificará hasta la presión de servicio (si hay algún conducto que pueda abrirse y que esté comunicado con la fase gas, que lo permita).

No conviene tampoco despresurizar en exceso si se ha planteado un trasvase de la cisterna accidentada, pues una presión alta es imprescindible para vaciar la cisterna accidentada en una mayoría de los métodos de trasvase.

### 7.5.3. Manipulación incorrecta de válvulas.

Antes de cualquier montaje del circuito de trasvase (y después de asegurarse que es posible abrir la/s válvula/s de fondo) se verificará que la/s válvula/s de fondo y la/s válvula/s de corte están completamente cerradas.

Una vez montado el circuito de mangueras, bomba, ... y para iniciar las operaciones de trasvase, se abrirá primero la válvula de fondo y posteriormente la de corte.

Una vez acabado el trasvase, se procederá a la inversa, primero se cerrará la válvula de corte y posteriormente la válvula de fondo.

**07** CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

7.5.4. Inestabilidad de las mangueras que se introducen por la boca de hombre.

Las mangueras que aspiren a través de la boca de hombre o que impulsen el producto a través de ella en la cisterna receptora, deben subirse y bajarse encordadas, y durante el trasvase deben estar fijadas con cuerdas, para garantizar su estabilidad, sobre todo por las vibraciones que transmite la bomba durante su funcionamiento.

7.5.5. Depresión en cisterna accidentada de líquido.

Si no se habilita ninguna entrada de aire al depósito de la cisterna accidentada mientras se está trasvasando, puede suceder:

- La interrupción del trasvase debido a que la bomba no consigue aspirar más producto.
- Posible colapso estructural hacia el interior de la cisterna accidentada, al aspirar con bomba.



Para evitar la depresión es necesario:

- Dejar abierta la boca de hombre del compartimento que se esté vaciando

O bien,

- Dejar abierta la válvula de entrada del colector de presión al compartimento.

7.5.6. Vaciado de una cisterna volcada de líquido.

Las cisternas de líquidos químicos no tienen válvulas antidepresión, a diferencia de las de carburantes. Si la cisterna está volcada, a medida que extraemos el producto enseguida generaremos el vacío en el interior del depósito, pues no hay manera de que entre el aire en su interior, y se detendrá el trasvase.

Posibles soluciones para evitarlo (se explican con más detalle en el anexo de trasvase de cisternas de líquidos químicos):

- a) Trasvasar con presión de aire (empujar el producto en vez de aspirarlo).
- b) Habilitar una entrada de aire («chimenea»), mediante soluciones de «fortuna» o con accesorios específicos, para que entre el aire dentro del depósito.
- c) Abrir de forma controlada la boca de hombre, conteniendo en una balsa de fortuna, cubeta o bidón, y bombear el producto desde la balsa.
- d) Practicar una abertura en el depósito (si producto no inflamable) y aspirar desde la abertura. Es un método desaconsejado por ser destructivo.

#### 7.5.7. Sobrepresión en cisterna receptora de líquido.

Si no se habilita ninguna salida de aire en la cisterna receptora, irá subiendo la presión del compartimento a medida que se vaya llenando con el producto trasvasado, dificultando cada vez más el trabajo de la bomba.

Para evitar la sobrepresión, se tiene que:

- Dejar abierta la boca de hombre del compartimento que se esté llenando

O bien,

- Dejar abierta la válvula de entrada del colector de presión al compartimento.

#### 7.5.8. Sobrepresión en cisterna receptora de gas.

Uno de los problemas que presenta todo trasvase de gases es la sobrepresión que se genera en la cisterna receptora, que si no se consigue controlar a mínimos, irá creciendo hasta presiones demasiado altas para que la bomba u otro sistema de impulsión, las supere, por lo que el trasvase se parará. En este caso sería necesario substituir la cisterna receptora por otra vacía (y despresurizada), hecho que alarga y dificulta las tareas de trasvase. La solución para evitarlo, es realizar un control de gases de la cisterna receptora:

- Despresurizar (desgasificar) la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

O bien,

- Cerrar el circuito de gases, para que se compensen las presiones (como se detallará más adelante).

#### 7.5.9. Estanqueidad del circuito de trasvase.

En cualquiera de las modalidades de trasvase a las que se hace referencia en los anexos, y de forma previa a la puesta en marcha del trasvase, hay que realizar una inundación de todo el circuito de mangueras, bomba, ... para verificar su estanqueidad.

En caso de fuga de producto, se repasará el apretado de racores y el estado de las juntas de estanqueidad.

Es interesante colocar visores de vidrio intercalado en la manguera tanto en la aspiración y impulsión de la bomba como en el circuito diseñado en trasvases por presión de aire.

#### 7.5.10. Purga del circuito de trasvase antes de desmontarlo.

El diseño de la maniobra debe prever el fácil vaciado del circuito, si es posible hasta que no quede nada de producto. A este efecto se puede hacer trabajar la bomba en vacío o mantener la circulación de aire a presión una vez agotado el producto a trasvasar si estamos utilizando compresor, para vaciar el circuito de mangueras y evitar riesgo de pérdida de producto en el desmontaje.

Es necesario asegurarse de que no pueda salir producto antes de desmontar mangueras o accionar válvulas. Por precaución deben ponerse cubetas de recogida bajo las conexiones por donde pueda salir producto acumulado, una vez se cierren válvulas y se desmonte el circuito.

### 7.6. Organización operativa.

Estableceremos la organización operativa básica mínima necesaria en el caso de que el cuerpo de Bomberos tuviese que hacer frente a una maniobra de trasvase.

El escenario que podemos afrontar con este nivel organizativo es el que engloba la gran mayoría de actuaciones de trasvase sobre el terreno; implicando a productos y acciones que requieran uso de EPI de Nivel I y Nivel II según la función desarrollada, contando con la descontaminación adecuada para los intervinientes según la función desarrollada y manteniendo las instalaciones de autoprotección e intervención que garanticen la seguridad del área de intervención.

En situaciones en que sea una empresa externa quien realice dicho trasvase, sus operarios realizarán algunas de las funciones determinadas en este posicionamiento operativo (principalmente el trasiego de producto); pero será competencia del cuerpo de bomberos integrarlos en el modelo organizativo general, estableciendo la zonificación, determinando el uso de EPI adecuados y velando por la seguridad del entorno y los actuantes.

La organización operativa vendrá determinada por las funciones necesarias a desarrollar mientras se prepara, ejecuta y finaliza el trasvase de la cisterna accidentada. Estas son:

- Jefe de la Intervención
- Vigía
- Intervención (sobre las cisternas)
- Control de accesos
- Logística
- Descontaminación / Instalaciones de autoprotección e intervención (sobre el escenario)

Estas funciones requieren de un mínimo de 12 actuantes, de los cuales a ser posible dos deberían ser mandos. Las acciones a ejecutar se realizarán en muchos casos de forma simultánea en el tiempo; y será el Jefe de Intervención quien irá dando la opción de iniciar nuevas acciones, que impliquen situaciones de mayor riesgo, a medida que las medidas de control de estos riesgos o sus consecuencias estén implementadas.

Podríamos definir que, de forma general, una posible salida mínima de recursos para hacer frente a esta actuación estaría compuesta por:

- 1 FRQ con 4 actuantes
- 1 BUP con 4 actuantes
- 1 BNP con 2 actuantes
- 1 Vehículo Ligero con 1 mando y 1 bombero/conductor

## ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN OPERATIVA BÁSICA EN ACTUACIONES DE TRASVASE

2 Mandos +  
10 Bomberos



## FUNCIONES EN LA ACTUACIÓN DE TRASVASE

### 1. JEFE DE INTERVENCIÓN

Máximo mando del servicio sobre el terreno. Protección: Nivel I

Reconocimiento del escenario, con valoración y toma de decisiones en relación a:

- Nivel de protección adecuado.
- Dirección del viento.
- Dirección de aproximación y emplazamiento de los recursos propios en zona segura.
- Definición de las zonas caliente y tibia.
- Definición de las primeras actuaciones a realizar

Una vez estabilizado y asegurado el entorno/escenario de trabajo procederá a la valoración y toma de decisiones en relación a:

- Tipología de trasvase a realizar
- Distribución de funciones entre el personal
- Nivel de protección adecuado.
- Determinación del tipo de descontaminación necesaria y montaje a realizar
- Determinación del tipo de instalaciones de autoprotección e intervención (que garanticen mientras se realiza el trasvase la seguridad de la zona de intervención), detección de riesgos y qué medidas deben tomarse para paliarlos.

**07** CONCEPTOS OPERATIVOS DEL TRASVASE

 **2. VIGIA**

Bombero encargado de realizar un control de la seguridad global de la intervención. (Nivel I)

- Delimitación de la zona caliente
- Detección de riesgos: visualización del escenario de forma continua 360°, lecturas con detectores de gases o explosímetros adecuados al producto, lectura con cámara térmica, demanda de seguimiento periódico de presión y temperatura de las cisternas.

 **3. INTERVENCIÓN (SOBRE LA CISTERNA Y SU TRASVASE)**

Bombero Cisterna A (Accidentada) (Nivel II)

- Montaje de los mangotes, cubetos, cuerdas y demás útiles necesarios para realizar el trasvase.
- Manipulación de las válvulas y demás acciones a requerimiento del Jefe de la maniobra
- Control y seguimiento del trasvase respecto a la cisterna A

Bombero Cisterna B (Receptora) (Nivel II)

- Montaje de los mangotes, cubetos, cuerdas y demás útiles necesarios para realizar el trasvase.
- Manipulación de las válvulas y demás acciones a requerimiento del Jefe de la maniobra
- Control y seguimiento del trasvase respecto a la cisterna B

Bombero encargado de Bomba (Nivel I)

- Recogida y traslado del material y herramientas referidas al trasvase, llevándolas hasta el punto de entrada a la zona caliente. Posterior entrada a la zona caliente.
- Montaje de la bomba y/o compresor-regulador de presión, mangotes, cubetos, y demás útiles necesarios para realizar el trasvase.
- Manipulación de las válvulas y demás acciones a requerimiento del Jefe de la maniobra
- Control y seguimiento del trasvase respecto a la bomba y/o compresor-regulador de presión

Jefe de Maniobra de Traslado (Nivel I)

- Supervisará todas las maniobras, manipulación de las válvulas y demás acciones durante el trasvase
- Tendrá comunicación continua y visión directa con los tres Bomberos implicados directamente en el trasvase
- Tendrá comunicación continua con el jefe de la emergencia y el vigía con el personal que apoya la actuación y no ha entrado en la zona caliente.

Bombero SOS / Relevo, A (Nivel II)

Bombero SOS / Relevo, B (Nivel II)

- Ayudará a equiparse con el Nivel II a los 2 bomberos que entraran en zona caliente para encargarse de las cisternas.
- Con la ayuda del otro Bombero SOS / Relevo, se equipará con Nivel II
- Realizará la función SOS / Relevo en binomio a requerimiento del Jefe de Intervención

 **4. CONTROL DE ACCESOS**

Bombero/Conductor (Nivel I)

- Realiza el control de accesos a la zona caliente.
- Controla los consumos y las necesidades de aportación de aire de los actuantes.
- Establece los pasillos de entrada a la zona caliente y de salida de la zona caliente hacia el área de descontaminación.

## 5. LOGÍSTICA

### Bombero/Conductor (Nivel I)

- Da respuesta a las necesidades de material y herramientas referidas al trasvase, que no hayan sido previamente recogidas por el bombero encargado de la bomba, llevándolas hasta el punto de entrada a la zona caliente.
- Da respuesta a las necesidades hidráulicas de las instalaciones de autoprotección e intervención (que garanticen mientras se realiza el trasvase la seguridad de la zona de intervención)

## 6. DESCONTAMINACIÓN / INSTALACIONES AUTOPROTECCIÓN E INTERVENCIÓN

### Bombero A (Nivel I)

### Bombero B (Nivel I)

- Montaje y actuación con las instalaciones de autoprotección e intervención determinadas por el Jefe de la Intervención. Esta acción, que parte de una situación en que el escenario es lo bastante estable como para plantear el trasvase; podrá ser preventiva, puntual o realizarse de forma reiterada a lo largo de las operaciones de trasvase.
- Preparación de la zona de descontaminación con la configuración y características determinadas por el Jefe de la Intervención.
- La duplicidad de funciones hace que atendiendo a las necesidades de descontaminación el Jefe de Intervención determine en que proceso del trasvase decide hacer relevos de los actuantes, si en algún momento hay que detener el trasvase o si hay que priorizar una descontaminación o una acción para garantizar la seguridad del área de intervención.

## REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIONES

Es aconsejable sectorizar las comunicaciones siguiendo un criterio de tramos de control, de seguridad global en el servicio y de Comunicación con el centro de Control de Bomberos.

- El Jefe de intervención mantendrá comunicación por radio por dos canales diferentes con:
  - Control Central de Bomberos (Canal General)
  - Jefe de maniobra de trasvase, Bombero Vigía, Bombero Control accesos, Bomberos de descontaminación / líneas de intervención, Bombero Logística (Canal Local 1)
- El Jefe de maniobra de trasvase mantendrá comunicación por radio por dos canales diferentes con:
  - Jefe de la Intervención (Canal Local 1)
  - Los bomberos de cisterna y el bombero de bomba de trasvase, y con los bomberos SOS / Relevo (Canal Local 2, y si es posible, con visión directa)
- El Bombero Vigía estará a la escucha de los Canales Locales 1 y 2 y podrá comunicar por el que sea necesario según las necesidades.



# Anexo 01

Válvulas y otros elementos de la cisterna



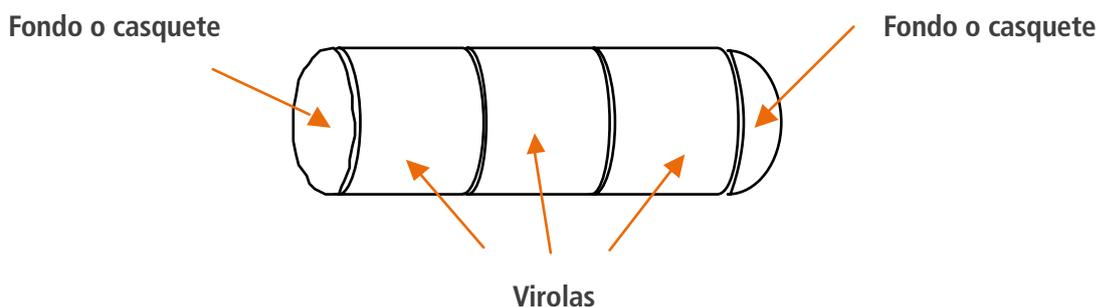
## índice

1. EL DEPOSITO
2. PLACA DE CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO.
3. ROMPEOLAS.
4. BOCA DE HOMBRE.
5. CUBETO.
6. PROTECCIÓN ANTIVUELCO.
7. PARASOL.
8. CONDUCCIONES DE CARGA/DESCARGA.
9. VÁLVULA DE FONDO.
10. VÁLVULA DE CORTE.
11. RACORES Y BRIDAS.
12. BOMBA DE TRASVASE.
13. COLECTOR DE PRESIÓN.
14. SISTEMA DE APORTE DE CALOR.
15. VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN Y DISCO DE ROTURA.
16. VÁLVULA DE 5 EFECTOS Y VÁLVULAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES.
17. GALGA ROTATIVA O INDICADOR DE NIVEL.

En este anexo se describen diferentes elementos que incorporan los vehículo cisterna (depósito, rompeolas, válvulas de fondo, válvulas de sobrepresión, parasol, ...). Algunos de estos elementos no se encuentran en todas las cisternas, sino sólo en algunas, según el tipo de producto o familia de productos que transporten.

### 1. EL DEPÓSITO

El depósito se construye a partir de virolas curvadas y 2 fondos o casquetes, uno en cada extremo. Las virolas y casquetes están unidos mediante soldaduras



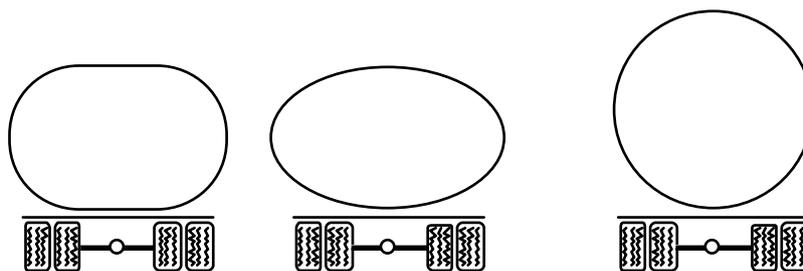
Para dotarlos de mayor resistencia, los depósitos acostumbran a estar reforzados exteriormente con unas costillas (denominadas omegas), que a su vez son el medio de fijación del depósito al chasis.



Las costillas pueden ser completas (abrazan todo el depósito) o parciales. En la figura se observan ambos tipos.

Las costillas acostumbran a estar presentes tanto en los depósitos de transporte de líquidos como de gases, aunque hay algunas excepciones, como las cisternas de carburantes (no se presurizan nunca, por lo que no requieren un depósito reforzado) y las de GLP (el grosor de las virolas para soportar la presión interior hace innecesario reforzar el depósito).

El depósito puede tener sección transversal policéntrica, elíptica o circular:



Las dos primeras no son geometrías óptimas para resistir presión interior al depósito, por lo que las secciones policéntricas y elípticas siempre indican una presión de servicio (máxima presión de trabajo que puede alcanzar el depósito) atmosférica, como en el caso del transporte de carburantes. El resto de productos líquidos, también se transportan a presión atmosférica, pero como muchos de ellos se descargan por presión de aire, la cisterna tiene que resistir presiones de servicio alrededor de los 2 bar.

La sección transversal circular no presupone nada: se utiliza para el transporte de gases, líquidos (también de carburantes) y sólidos pulverulentos o granulados.

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

2. PLACA DE CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

La cisterna siempre tiene una placa con las características del depósito, que puede encontrarse en cualquier lugar, pero que normalmente está en un lateral, sobre el chasis.

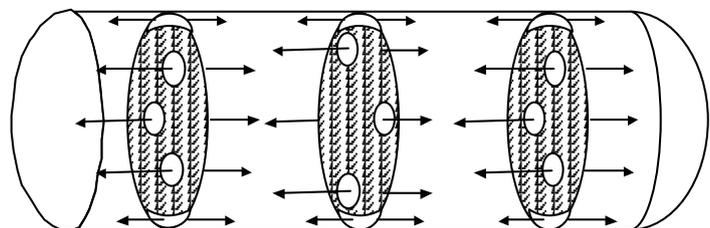


Esta placa contiene información muy valiosa sobre la cisterna:

- Presión de servicio (máxima presión de trabajo que puede alcanzar el depósito, normalmente durante el proceso de carga o descarga).
- Presión de prueba (presión hidrostática a la que se somete periódicamente el depósito, siempre mayor a la presión de servicio)
- Número de compartimentos
- Capacidad máxima de cada compartimento (en litros).

3. ROMPEOLAS

Las cisternas monocuba y los compartimentos de más de 7.500 litros, tienen interiormente tabiques perforados que limitan el desplazamiento de la carga durante el transporte (especialmente durante las aceleraciones y desaceleraciones), con objeto de dar mayor estabilidad al vehículo cisterna durante la marcha.



Los orificios de un rompeolas al contiguo no están confrontados, para dificultar el paso del líquido en el eje longitudinal del depósito, con la excepción de la aberturas inferiores (para que el depósito se pueda vaciar completamente) y superiores (para comunicar las fases gas o permitir el paso del aire).

#### 4. BOCA DE HOMBRE

La boca de hombre permite que una persona pueda acceder al interior del depósito o del compartimento, para tareas de mantenimiento, inspección o limpieza.

Únicamente las cisternas de transporte de líquidos químicos, carburantes, asfaltos y sólidos granulados o pulverulentos, tienen tapas practicables para poder abrir la boca de hombre.



En el resto de cisternas: líquidos y gases de carga y descarga superior (grandes tóxicos), GNL, GLP y gases criogénicos, las tapas de boca de hombre no son practicables, sino embreadas, por el riesgo inherente del producto y/o la presión interior del depósito. Como excepción, las cisternas de GNL y gases criogénicos no tienen boca de hombre.



El número de bocas de hombre no siempre está en consonancia con el número de compartimentos, sino con los espacios entre rompeolas (en caso de depósito monocuba) o espacios entre mamparos (en caso de depósito compartimentado). En el caso de depósito compartimentado sí que suele ser habitual que haya una boca de hombre por cada compartimiento. Únicamente si el compartimento supera los 7.500 litros, tiene que disponer de rompeolas interior, por lo que tendrá 2 bocas de hombre.

#### 5. CUBETO

Las cisternas de transporte de líquidos químicos, carburantes y asfaltos tienen la boca de hombre en el interior de un cubeto, encargado de recoger el producto que pueda verter durante la carga de la cisterna por la boca de hombre..

El cubeto puede ser individual para cada boca de hombre o único para todas las bocas (cubeto corrido).

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA



Cada cubeto tiene uno o dos sumideros, para conducir el agua de lluvia y, en su caso, el producto vertido, al suelo. Dichos tubos de desagüe disponen de válvula de corte.

6. PROTECCIÓN ANTIVUELCO

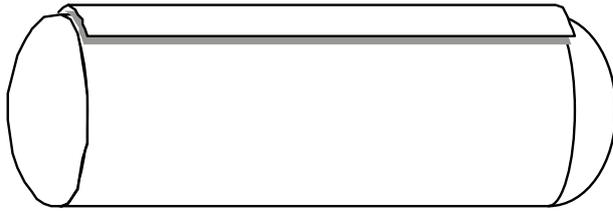
La protección antivuelco es el elemento que sobresale superiormente del depósito en cisternas de líquidos químicos, con el propósito de proteger (en caso de vuelco) la boca de hombre y válvulas que se encuentren junto a ella.



## 7. PARASOL

El parasol es habitual en las cisternas de transporte de GLP, pero no todas lo llevan.

Se trata de una plancha curva que está sobrepuesta unos 4 centímetros al depósito, y que evita que la radiación solar incida directamente sobre él, evitando a su vez el incremento de la temperatura del GLP y el aumento de la presión en el interior del depósito.



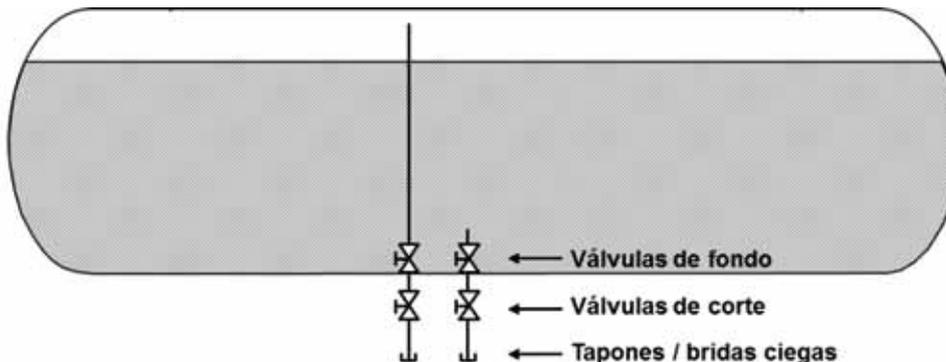
## 8. CONDUCCIONES DE CARGA/DESCARGA

Son los conductos que penetran en el depósito y que durante el proceso de carga y/o descarga están destinados a conducir el producto en su fase líquida, y en su caso, también en fase gas.

Por exigencia del ADR, todas las conducciones de carga y descarga tienen que disponer de 3 cierres, en el siguiente orden (de interior a exterior del depósito):

1. Válvula de fondo.
2. Válvula de corte.
3. Tapón o brida ciega

Como ejemplo, el esquema de una cisterna de GLP sería:



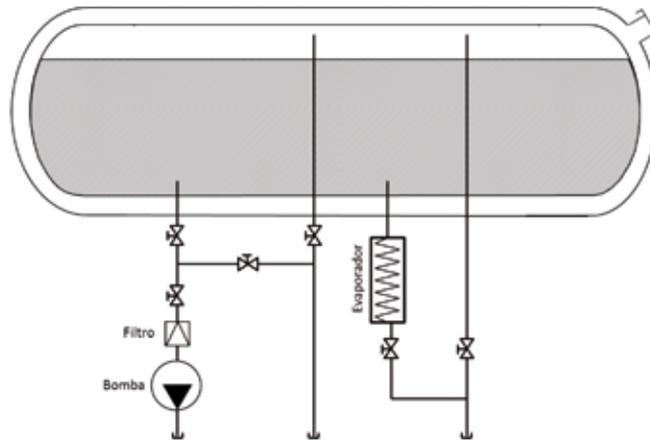
Hay 2 excepciones a esta exigencia:

- Las cisternas de carga y descarga superior. No tienen, obviamente, válvulas de fondo.



ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

- Las cisternas criogénicas de doble casco. No permiten alojar una válvula en el depósito interior con accionamiento exterior.



9. VÁLVULA DE FONDO

Es una válvula interior al depósito, y tiene por objeto garantizar la estanqueidad del depósito en caso de rotura de los conductos de carga/descarga.

Actúa como el tapón de una bañera. Aunque esté llena de agua y rompamos el tubo de desagüe, no se verterá agua mientras el tapón ajuste correctamente.



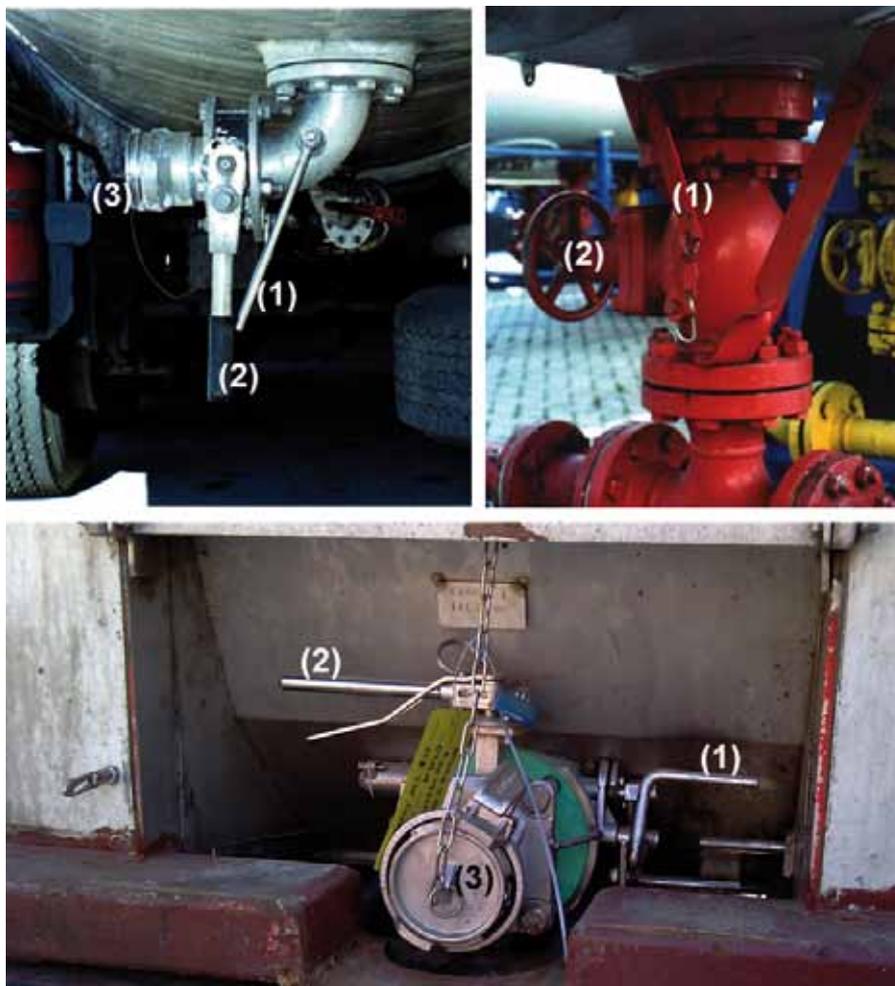
Aunque la válvula es interior al depósito, su accionamiento es exterior.

Tipos y ubicación de los accionamientos de la válvula de fondo:

- Accionamiento manual. Se puede encontrar en:
  - a) El lomo superior del depósito, junto a las bocas de hombre, con forma de volante. Es exclusivo de cisternas de líquidos químicos. Se observan tantos volantes como válvulas de fondo.



b) En el cuerpo exterior de la válvula de fondo, con forma de palanca.

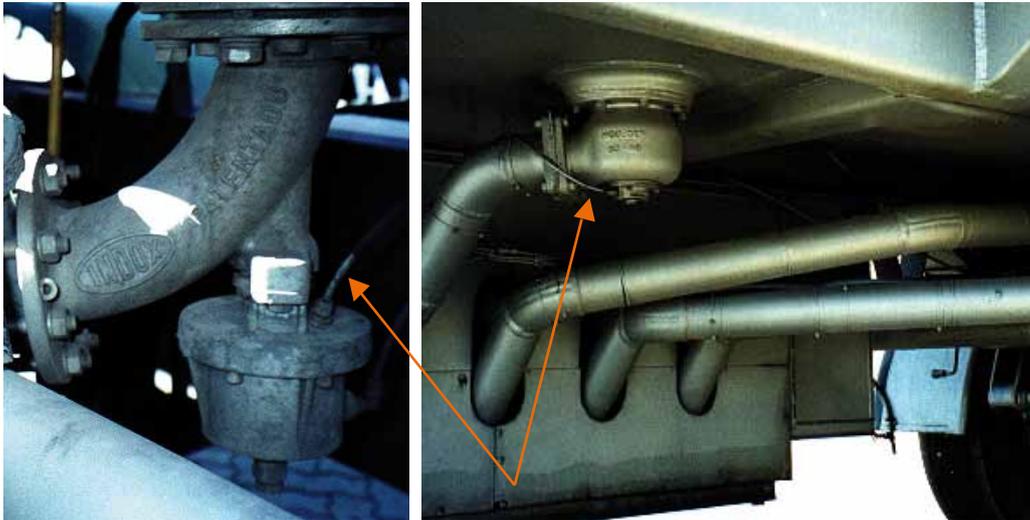


(1): accionamiento válvula de fondo. (2): válvula de corte. (3): tapón.

- Accionamiento neumático. Es el más frecuente. Funciona con la presión del circuito de aire comprimido del vehículo y sólo se puede operar si la cisterna está frenada. La válvula de fondo se mantiene abierta mientras está presurizada (unos 7 bar) y está cerrada si no hay presión en el circuito.

Si la válvula estuviese abierta y el tubo neumático se rompiese, desenganchase o quemase, la válvula de fondo se cerraría instantáneamente.

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA



Circuito neumático

Accionamiento neumático con pistón:



- Accionamiento hidráulico. Poco habitual. Funciona de forma similar al accionamiento neumático, pero con presión hidráulica, ejercida con una sencilla bomba manual de pistón.

## 10. VÁLVULA DE CORTE

En el extremo de cada conducción de carga/descarga, entre la válvula de fondo y el tapón del racor o brida ciega, se encuentra la válvula de corte. Su misión es abrir y cerrar el paso de producto durante la carga y descarga de la cisterna, ajustando su apertura al caudal deseado.

La apertura de la válvula de corte tiene que ir precedida de la apertura de la válvula de fondo, y su cierre tiene que ir seguido del cierre de la válvula de fondo.

La válvula acostumbra a ser del tipo de bola o de mariposa para líquidos (accionamiento por palanca) y de compuerta para gases licuados (accionamiento por volante).



## 11. RACORES Y BRIDAS

Los conductos de carga/descarga acaban en racores o bridas para la conexión de las mangueras.

Tipos:

- Para gases licuados y líquidos muy tóxicos se emplean racores de tipo rosca (de diferentes tipos y sentido de giro) y bridas.



ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

- Para líquidos químicos, los racores habituales son de tipo **guillemín** en cisternas del sur de Europa, y de tipo **tankwagen** (DIN 28450) en cisternas del centro y norte de Europa. El racor guillemín no tiene género, pero el tankwagen sí (hay macho y hembra).



Guillemín



Tankwagen

- Para carburantes, el racor habitual es de tipo Api. El racor **Api** es de tipo seco (el racor dispone de válvula, que se cierra al desconectar la manguera, para que no se vierta producto interior al conducto).



12. BOMBA DE TRASVASE

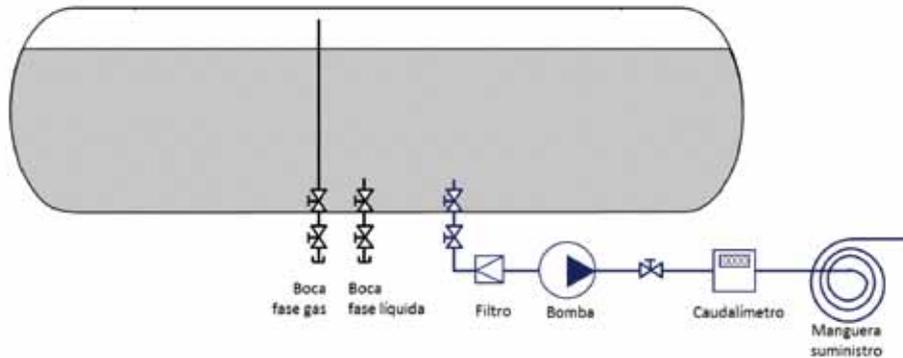
Algunas cisternas incorporan bomba de trasiego, normalmente dentro de un armario.

Es habitual en cisternas de:

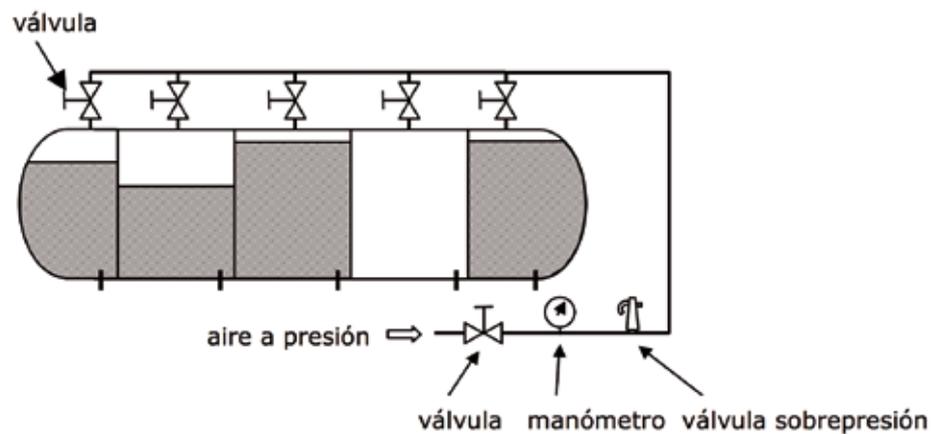
- Gases licuados criogénicos (ej: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, ...).
- GLP, pensadas para la distribución a pequeños clientes.
- Carburantes (gasoil, principalmente), para la distribución a pequeños clientes.



En estos casos el conducto de aspiración de la bomba también dispone de la correspondiente válvula de fondo. Para el caso de una cisterna de GLP, el esquema sería:



### 13. COLECTOR DE PRESIÓN



Las cisternas de líquidos químicos disponen de un conducto a través del cual se introduce aire hacia el interior del depósito o compartimento, sometiéndolo a presión (hasta 2 bar) para descargar el producto.

Este colector tiene un racor (normalmente kamlok o exprés) donde conectar el compresor, una válvula de corte, manómetro y válvula de sobrepresión (tarada a 2 bar), y en el lomo del depósito, tantas ramificaciones como compartimentos tiene el depósito (una en caso de depósito monocuba), comunicadas con el interior del compartimento con una válvula de corte (junto a la boca de hombre).



ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA



14. SISTEMA DE APORTE DE CALOR

Los productos que son muy densos o solidifican a temperatura ambiente, se transportan calientes para mantenerlos fluidos. Es el caso de fuel-oil, ácido acético, asfalto,...

Se cargan calientes y, salvo en raras excepciones, durante el transporte no se calienta el producto para mantener su temperatura, sino que se conserva por el calorifugado del depósito.

Como consecuencia de una cierta pérdida de calor durante el trayecto, suele ser necesario calentar de nuevo el producto unos grados hasta la temperatura óptima de descarga. Para ello, las cisternas disponen de un sistema de calentamiento que se hace funcionar en los momentos previos a la descarga.

Las cisternas calorifugadas disponen de un sistema de aporte de calor que puede ser de 2 tipos:

- Serpentín de vapor:

Es el sistema más habitual. Es exterior al depósito (no está en contacto con el producto) y se encuentra oculto bajo el calorifugado.

En los extremos del serpentín, hay un racor de conexión, generalmente del tipo exprés o rosca, y en el extremo opuesto (y en el punto más bajo del depósito), una válvula de descarga de sobrepresión (tarada a 4 bar) y una llave de purga.



- Resistencia eléctrica:

No es habitual. Es más frecuente en contenedores cisterna. Se trata de una resistencia eléctrica, ubicada entre el depósito y el calorifugado, de forma similar al serpentín de vapor.



### 15. VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN Y DISCO DE ROTURA.

La válvula de sobrepresión (de alivio) abre automáticamente cuando la presión en el interior del depósito supera una determinada presión de tarado, dejando escapar gases o vapores al aire, hasta que cierra, una vez ha disminuido la presión por debajo del valor de tarado.

No todas las cisternas incorporan válvula de sobrepresión (de alivio) en su depósito. Disponen de este tipo de válvula las que transportan:

- GNL
- Gases licuados criogénicos (ej: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, ...).
- Líquidos muy volátiles (ej: metanol, estireno, acetaldehído, resinas) o muy reactivos (ej: ácido nítrico).

Las cisternas de GLP pueden tenerlas o no, en función del criterio del transportista.



Cisterna de GNL. Las válvulas de sobrepresión del depósito son las rotuladas como PSV1



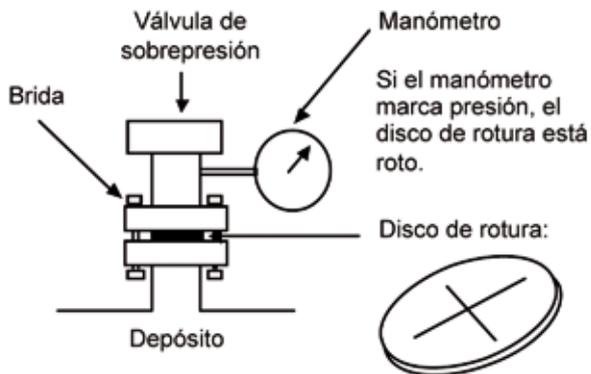
Válvula de sobrepresión para líquidos con disco de rotura



Válvulas de sobrepresión de cisterna de GLP

ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

Las válvulas de sobrepresión de líquidos acostumbran a montar previamente un disco de rotura, para dar más seguridad al conjunto ante posibles fallos de estanqueidad de la propia válvula. Además, se intercala un manómetro entre ambos elementos, para que haya constancia de que se ha roto el disco una vez la válvula de sobrepresión haya cerrado tras un alivio de presión.



El disco de rotura es una superficie circular metálica, debilitada en 2 ejes, tarada para que rompa a una determinada presión.

16. VÁLVULA DE 5 EFECTOS Y VÁLVULAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

La válvula de 5 efectos y el colector y válvulas de recuperación de vapores, son exclusivos de las cisternas de carburantes.

Válvula de recuperación de vapores



Válvula de 5 efectos

La válvula de 5 efectos permite la acción de diversas funciones en un mismo dispositivo:

- 1) Válvula de aireación: evacuación de vapores durante la carga.
- 2) Válvula de vacío: entrada de aire exterior durante la descarga.
- 3) Válvula de sobrepresión en caso de acumulación excesiva de vapores.

- 4) Contención del líquido en caso de vuelco o inclinación mayor a 15° (a la salida de una rotonda o en un vuelco, por ejemplo).
- 5) Malla antichispas.

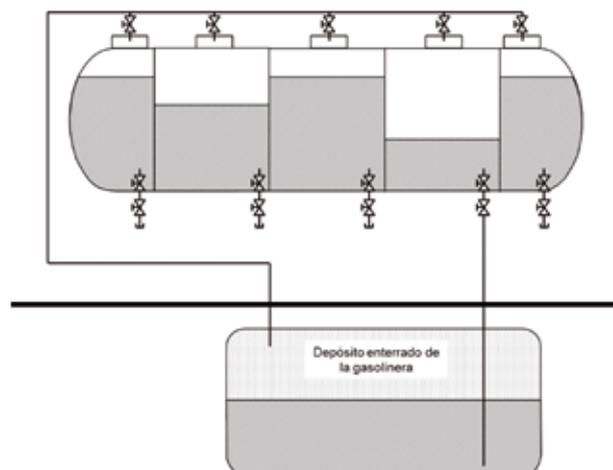
Aunque no tendría que ocurrir, no es infrecuente que en caso de vuelco, fugue combustible por la válvula de 5 efectos.



Junto a la boca de hombre de cada compartimento, una válvula neumática comunica su interior con un colector común a todos los compartimentos. El extremo opuesto del colector acaba en un racor tipo API ubicado en el interior del armario de conductos de carga/descarga.

Este colector es completamente exterior y en ocasiones discurre por el interior de la cámara que forma la pared del cubeto.

El objetivo de este conducto es cerrar el circuito de vapores del combustible comunicando la fase gaseosa del depósito enterrado de la gasolinera con la de la cisterna, durante el proceso de descarga o carga, y evitar que se venteen al aire.



Si no se utilizase el sistema de recuperación de vapores, durante la carga de la cisterna sus vapores saldrían a través de la válvula de 5 efectos (para evitar la sobrepresión del compartimento), y durante la descarga, el aire entraría también a través de la misma válvula (para evitar el vacío en el compartimento).

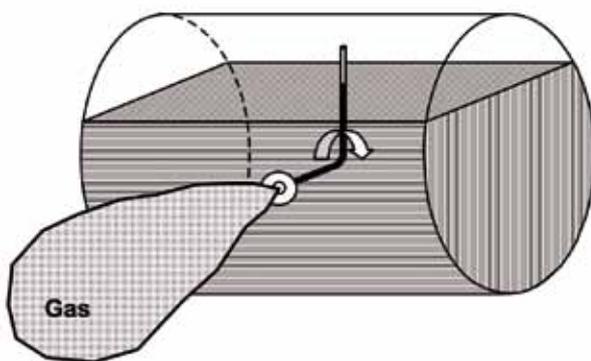
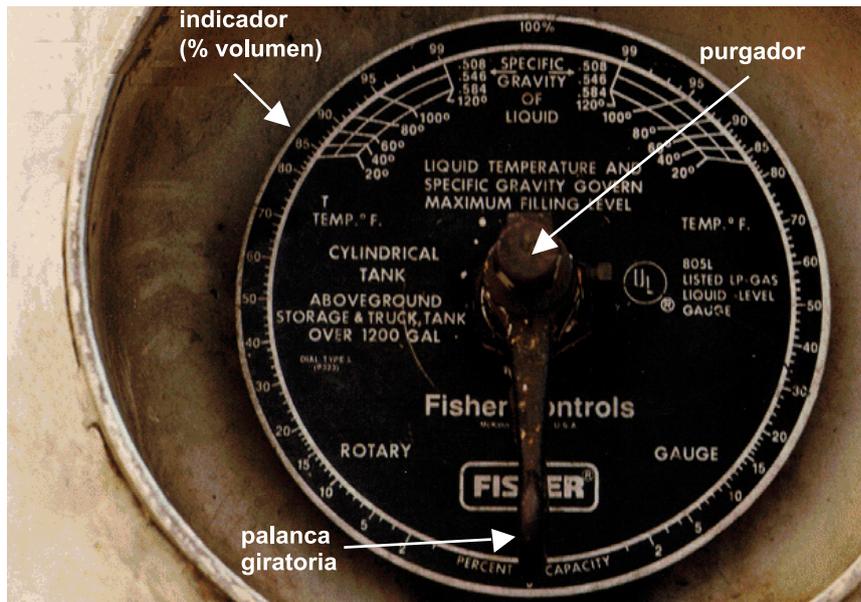
ANEXO 01 VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS DE LA CISTERNA

17. GALGA ROTATIVA O INDICADOR DE NIVEL

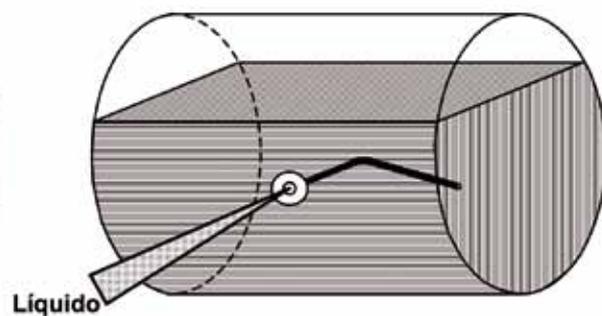
La galga rotativa es un instrumento muy simple, exclusivo de las cisternas de transporte de GLP, que permite conocer el nivel del líquido contenido en el depósito.

Está compuesta por una palanca giratoria, un purgador situado en el eje de la palanca (con su tapón correspondiente) y un disco graduado con el tanto por ciento del volumen total del depósito.

En el interior del depósito, solidario a la palanca giratoria, hay un tubo de pequeño diámetro en forma de codo a 90°, que gira cuando se hace girar la palanca.



El extremo del tubo interior está en la fase gas: por el purgador sale gas.



El extremo del tubo interior está sumergido en la fase líquida: por el purgador sale líquido.

Para mirar el nivel de líquido contenido en el depósito, giramos la palanca hasta situarla arriba en posición vertical, abrimos el tapón del purgador y empezará a salir gas (pues el extremo del tubo interior está en su punto más alto). Si continuamos girando la palanca, continuará saliendo gas hasta que llegará el momento en que salga un chorrillo de líquido, como consecuencia de que el extremo del tubo ha llegado a la superficie de la fase líquida.

En este momento, si se consulta la lectura que nos da la palanca de giro sobre el disco indicador, sabremos el tanto por ciento (%) de volumen de líquido respecto la capacidad total del depósito.

Esta lectura, por descontado, sólo será fiable cuando la cisterna esté en posición de marcha (sobre sus ruedas, no volcada) y horizontal.

Si continuamos girando la palanca, continuará saliendo el chorrito de GLP líquido, porque el tubito interior estará completamente sumergido en la fase líquida. Para que deje de salir producto, se rosca el tapón en el purgador.





## Anexo 02

Fichas descriptivas de las familias de cisternas

## FICHAS DE RECONOCIMIENTO DE CISTERNAS

En este apartado se recogen una serie de fichas para reconocimiento e identificación de los diversos tipos de cisternas que transportan mercancías peligrosas: una general y diez específicas, cuyo contenido es el siguiente:

### FICHA GENERAL DE IDENTIFICACIÓN.

Partiendo de la forma de la cisterna, permite, mediante una serie de preguntas rápidas, determinar el tipo. Cada serie de preguntas termina en una o más fotos, y un número de ficha, que dirige a las fichas técnicas.

### FICHAS TÉCNICAS

Con información ampliada y específica para cada tipo de cisterna. Encontramos diez diferentes: nueve para las distintas tipologías que podemos encontrar habitualmente, y una para vehículos destinados al transporte de botellas de gases industriales. Todas siguen una misma estructura y contenido, recogiendo la siguiente información:

**Página 1.** Número de ficha y tipo de cisterna, acompañado de cuatro fotografías del tipo tratado. En la parte superior aparece el código ADR, cuyo significado se explica más adelante en forma de esquema.

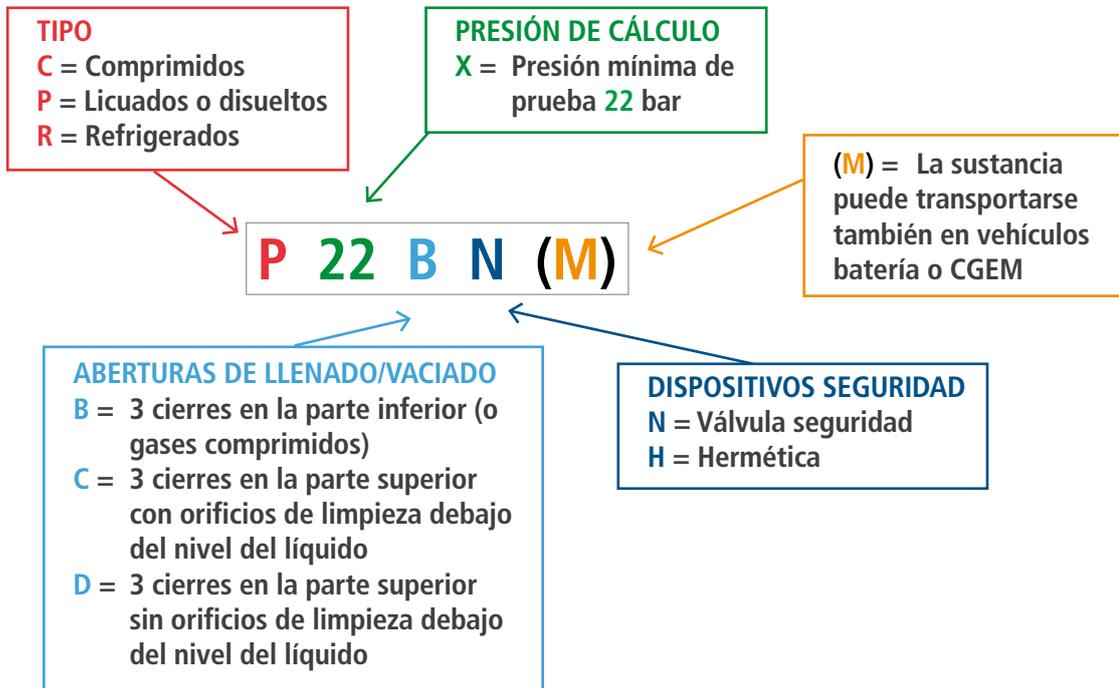
**Página 2.** Dispositivos de seguridad, carga y control. Una breve descripción de las características técnicas de la cisterna (capacidad, material de construcción, dispositivos de seguridad, bocas de carga y descarga, ...), acompañada de una serie de fotografías de los elementos más representativos de ese tipo de cisternas.

**Página 3.** Esquema de la cisterna, con las conducciones y bocas de carga y descarga.

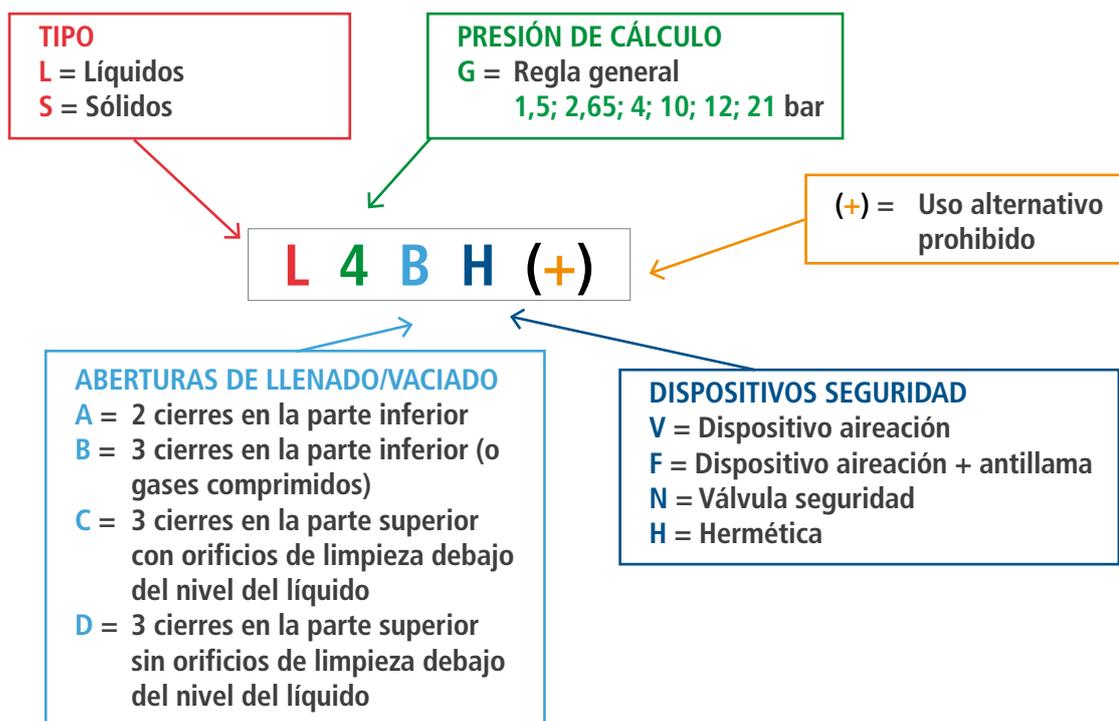
**Página 4.** Se recoge una serie de paneles naranja y placas etiquetas de los productos más transportados, con el nombre correspondiente. Debe advertirse que, aparte de las placas etiqueta de peligro, algunas sustancias deben llevar además la marca de peligroso para el medio ambiente que se muestra a continuación, que irá junto a las placas etiqueta con su mismo formato y dimensiones.



## CÓDIGO CISTERNAS CLASE 2 (GASES)



## CÓDIGO CISTERNAS CLASES 3 A 9 (LÍQUIDOS Y SÓLIDOS)



ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS





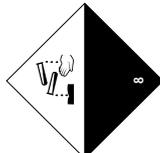
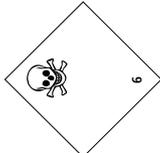




ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

01

# CISTERNAS PARA LÍQUIDOS DIVERSOS



CÓDIGO CISTERNA ADR : L4BN / L4BH

CALORIFUGADAS



SIN CALORIFUGAR



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas polivalentes, denominadas así por la variedad de productos que pueden transportar, aunque todos en estado líquido, o fundido. Pueden ser monocuba o compartimentadas. Cada compartimento suele tener unos 7.500 litros de capacidad. Disponen de varias bocas de hombre en la parte superior con cubetos de recogida que pueden ser tantos como bocas o uno corrido que agrupe a todas. No están presurizadas.

**CAPACIDAD.** Variable, hasta 38.000 litros.

**MATERIAL.** Acero inoxidable.

**AISLAMIENTO.** Las calorifugadas, fibra de vidrio (100 mm) con recubrimiento exterior de aluminio, poliéster o inoxidable.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Válvula de vacío. Puede montar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (IMDG). Dispositivos antivuelco en el superior de la cisterna. Colector de presión para descarga que actúa también como recogida de vapores.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Manómetro en colector de presión

**CARGA/DESCARGA.** Cuentan con una o varias bocas de descarga (monocuba o compartimentada) con triple cierre: válvula de fondo, válvula manual y racor con tapón. Las válvulas de fondo pueden ser manuales, hidráulicas o neumáticas, y pueden estar en la parte superior o inferior de la cisterna. La carga puede efectuarse por arriba o por abajo pero con recuperación de vapores, y la descarga por abajo. Se puede ayudar con una sobrepresión máxima de 2 bar.



COLECTOR DE PRESIÓN.  
RECUPERACIÓN DE VAPORES



BOCAS CARGA/DESCARGA



PROTECCIONES ANTIVUELCO

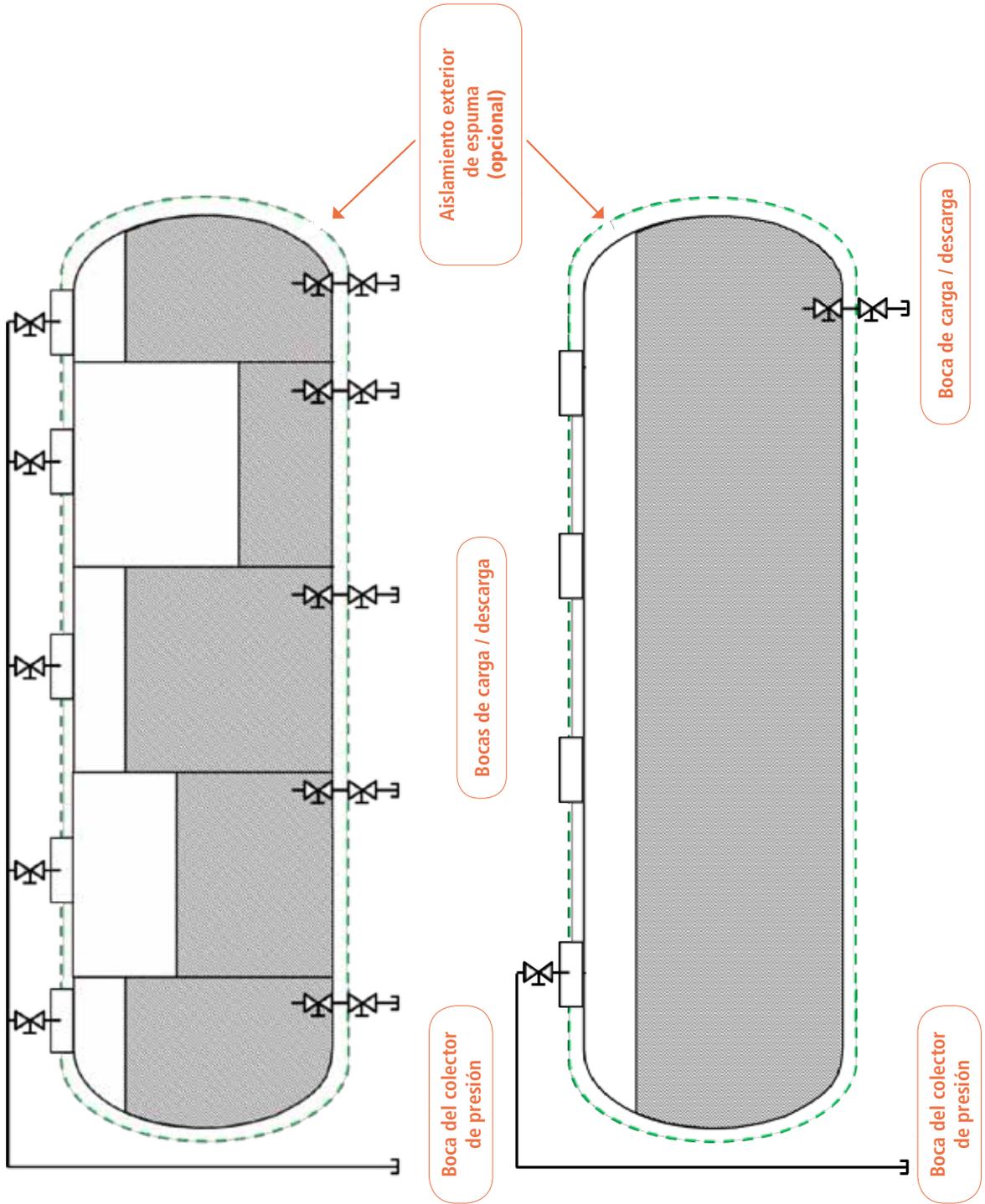


BOCA DE HOMBRE. CONEXIÓN AL  
COLECTOR Y VÁLVULA DE FONDO



VÁLVULAS DE FONDO.  
NEUMÁTICA Y MANUAL

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



PRODUCTOS TRANSPORTADOS

<b>336</b>	
<b>1230</b>	

METANOL

<b>80</b>	
<b>1789</b>	

ÁCIDO CLORHÍDRICO

<b>85</b>	
<b>2031</b>	

ÁCIDO NÍTRICO

<b>80</b>	
<b>1830</b>	

ÁCIDO SULFÚRICO

<b>80</b>	
<b>1824</b>	

HIDRÓXIDO SÓDICO EN SOLUCIÓN

<b>58</b>	
<b>2014</b>	

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN



## CISTERNAS PARA CARBURANTES

02

CÓDIGO CISTERNA ADR : L4BN / L4BH

SEMIRREMOLQUE (PRIMARIO)



CISTERNA FIJA (REPARTO)



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas diseñadas para el transporte de hidrocarburos líquidos. Podemos encontrar dos tipos: las de reparto, con cisterna fija, y las de transporte primario (semirremolque). Las primeras suelen ser monocuba, y las segundas compartimentadas, con cuatro, cinco, o seis mamparos estancos.

**CAPACIDAD.** Las de reparto suelen variar desde los 1.500 litros hasta los 20.000. Las de transporte primario, hasta 44.000 litros.

**MATERIAL.** Aleación de aluminio.

**AISLAMIENTO.** NO.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Cada compartimento dispone de una boca de hombre en la que se encuentra la válvula de cinco efectos. Una de sus funciones es actuar como válvula de sobrepresión. Está tarada a 200-275 mbar.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Dispositivo electrónico de control de llenado, situado también en la boca de hombre.

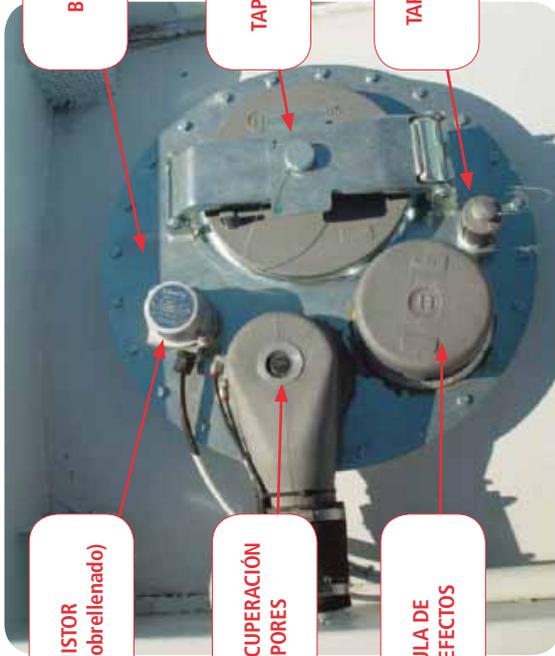
**CARGA/DESCARGA.** Las bocas de carga/descarga se sitúan normalmente en un armario central, junto con la conexión para la recuperación de vapores. Cuentan con conexión API RP-1004 de 4" más válvula manual o neumática de fondo. Cada conexión corresponde a un compartimento.

TAPA PASO DE HOMBRE DN 500

TERMISTOR  
(Sensor de sobrellenado)VÁLVULA RECUPERACIÓN  
DE VAPORESVÁLVULA DE  
CINCO EFECTOS

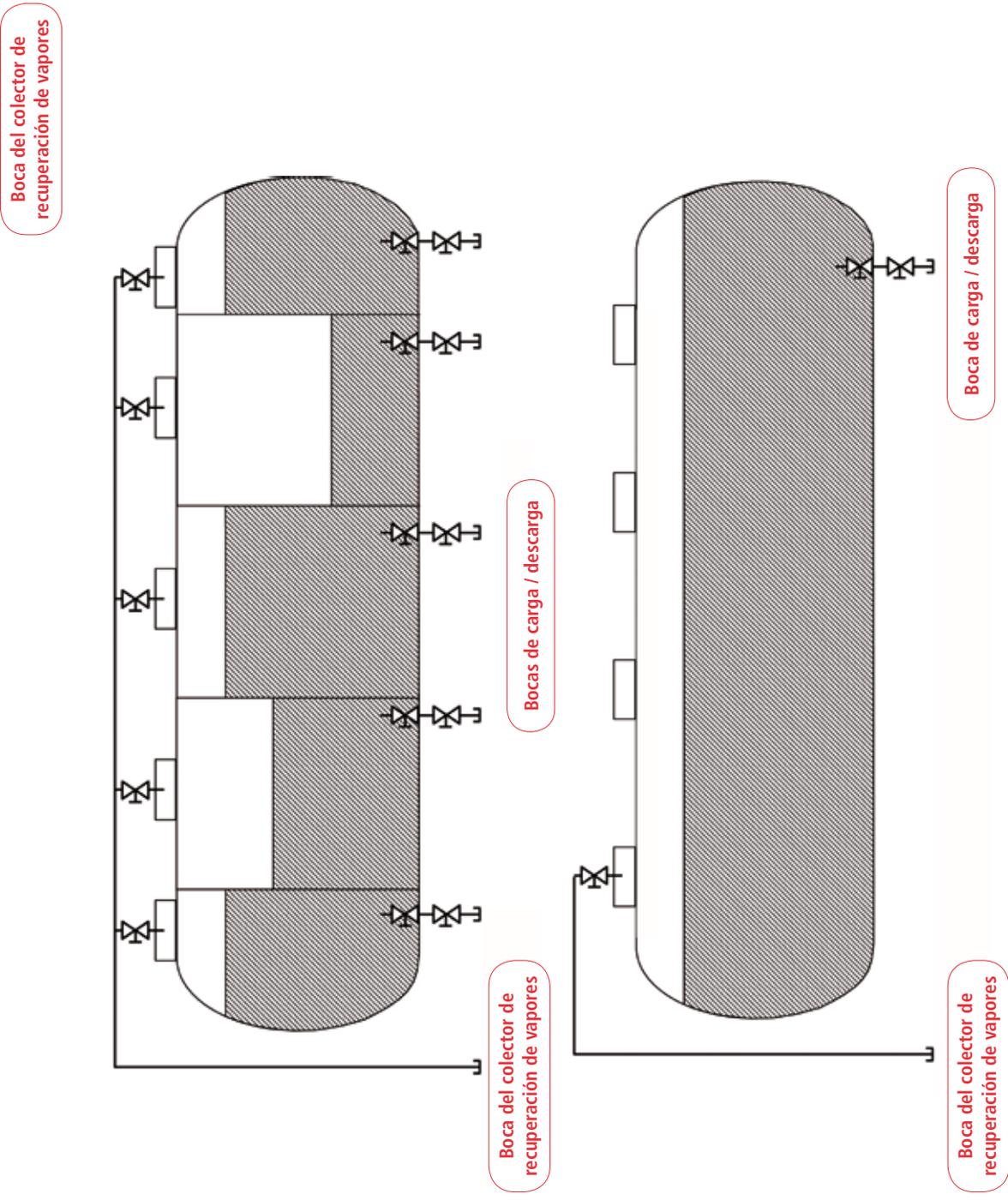
BOCA DE HOMBRE

TAPÓN 10" CON CIERRE

TAPÓN GUÍA CALIBRE  
(Nivel manual)BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULA DEL  
COLECTOR DE RECUPERACIÓN DE VAPORES  
(borde rojo)

VÁLVULA NEUMÁTICA DE FONDO

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



## PRODUCTOS TRANSPORTADOS

<b>30</b>
<b>1202</b>



GASÓLEO

<b>33</b>
<b>1203</b>



GASOLINA

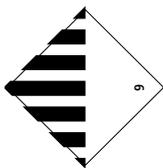
<b>30</b>
<b>1223</b>



QUEROSENO



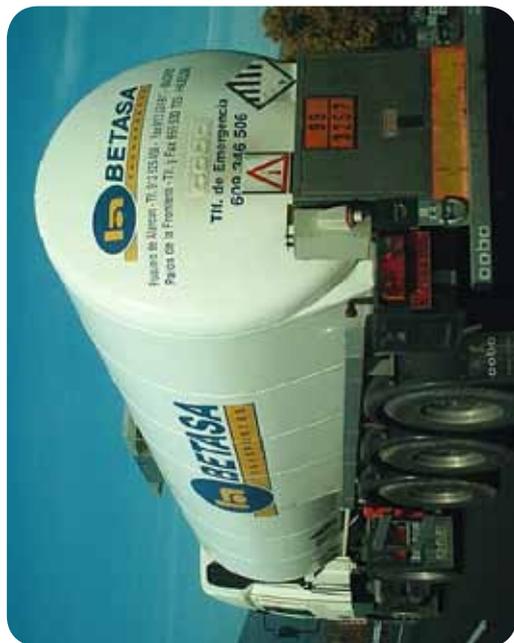
ESTAS CISTERNAS PUEDEN TRANSPORTAR LOS SIGUIENTES NÚMEROS ONU POR ORDEN DE PELIGROSIDAD: 1203 (GASOLINA), 1268 (NAFTA), 1863 (COMBUSTIBLE AVIACIÓN), 1223 (QUEROSENO), 1203 (GASÓLEO). SI TRANSPORTAN VARIOS DE ESTOS PRODUCTOS, PUEDEN IR MARCADAS SOLO CON EL NÚMERO DEL MÁS PELIGROSO TRANSPORTADO.



# CISTERNAS PARA ASFÁLTICOS

03

CÓDIGO CISTERNA ADR : L4BN



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL



BOCA DE CARGA Y VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN CON DISCO DE RUPTURA

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas monocuba destinadas al transporte de asfaltos y otros derivados del petróleo. Cuenta con resistencias eléctricas en la parte trasera para los productos transportados en caliente. Normalmente dispone de una sola boca de acceso, con cubeto y plataforma, a la que se accede por escalera lateral o trasera.

**CAPACIDAD.** 30.000 litros.

**MATERIAL.** Acero inoxidable.

**AISLAMIENTO.** Fibra de vidrio (100/150 mm) con recubrimiento exterior de aluminio o poliester.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Válvula de vacío. Puede montar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (IMDG) y válvula de aireación neumática (no es obligatoria)

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Habitualmente, termómetro en la parte posterior, junto a boca de descarga.

**CARGA/DESCARGA.** La carga se realiza por la parte superior. La descarga por boca situada en la parte inferior trasera. Las válvulas de accionamiento para la descarga se sitúan en el lateral trasero. La descarga se puede realizar con la tapa superior abierta, o ayudando con una presión máxima de 2 bar.

**LOS PRODUCTOS TRANSPORTADOS NORMALMENTE SON:**  
1267, 1268, 1999, 3256, 3257 y 3258.



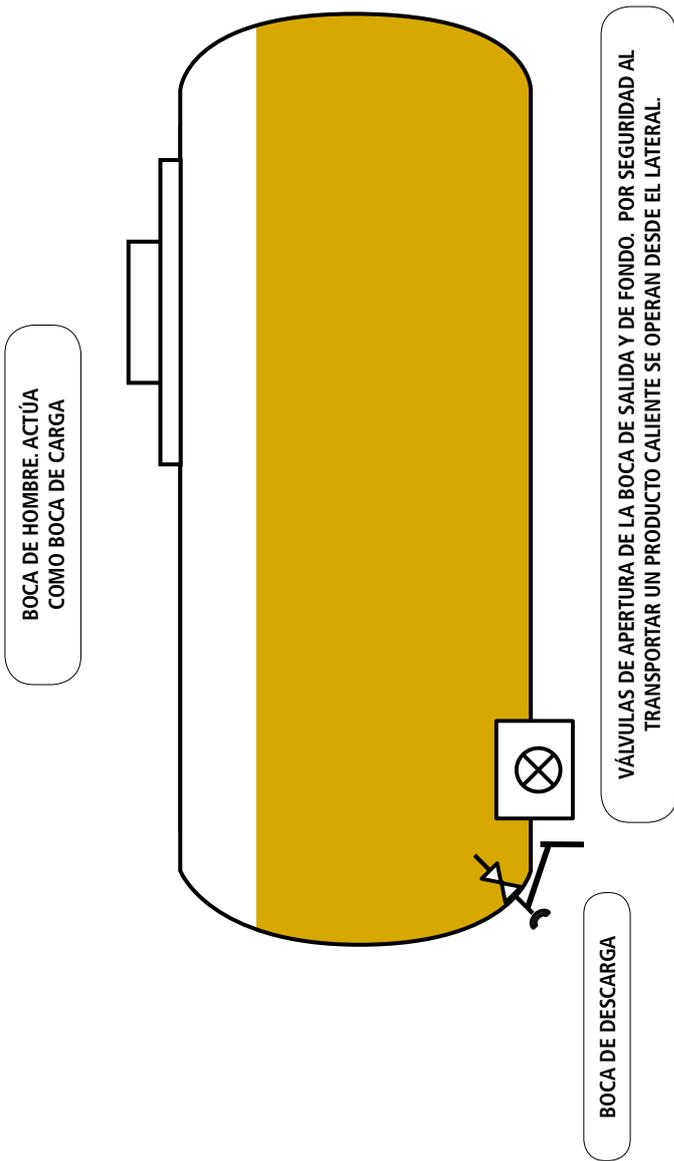
VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO DE BOCA DE DESCARGA Y FONDO



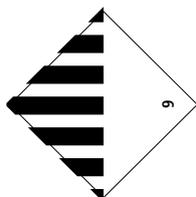
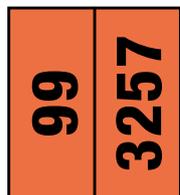
BOCA DE DESCARGA, CON VÁLVULA DE ACCIONAMIENTO LATERAL, TERMÓMETRO Y CONJUNTO DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS

ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

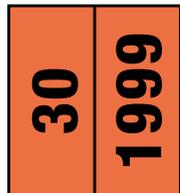
ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



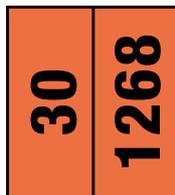
**PRODUCTOS TRANSPORTADOS**



**LÍQUIDO A TEMPERATURA ELEVADA**



**ALQUITRANES LÍQUIDOS**



**DESTILADOS DEL PETRÓLEO**



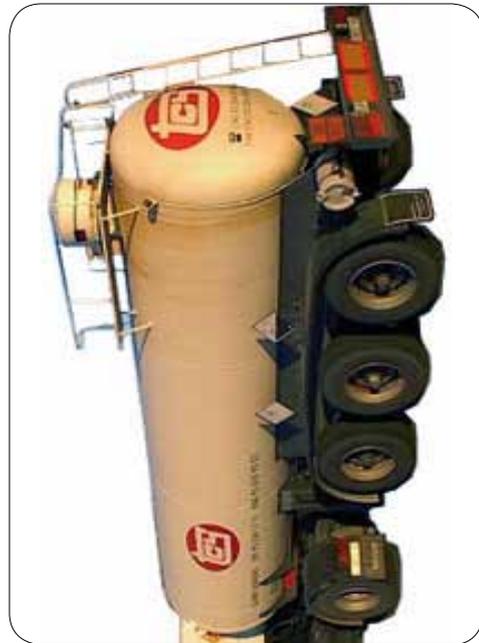
LA MARCA PARA PRODUCTOS TRANSPORTADOS EN CALIENTE ES PARA LOS NÚMEROS ONU 3256, 3257 Y 3258



**CISTERNAS PARA  
GRANDES TÓXICOS**

**04**

CÓDIGO CISTERNA ADR : L10DH



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas monocuba de diseño especial para el transporte de líquidos o gases muy tóxicos. Son herméticas y solo disponen de una boca de hombre no practicable en la parte superior en donde se encuentra la valvulería, en el interior de un cajón de protección. No tienen conductos ni válvulas en su parte inferior. El diseño es muy similar para el transporte de gases, variando el tipo de cierre de las válvulas y la presión de servicio, lo que determina el grosor de la cisterna. La presión de prueba habitual para líquidos es de 10 bar, pero para algunos productos se exigen presiones mayores (cianuro de hidrógeno 15 bar; fluoruro de hidrógeno 21 bar).

**BOCAS CARGA/DESCARGA. VÁLVULAS DE APERTURA MANUAL EN EL CASO DE LÍQUIDOS; APERTURA NEUMÁTICA PARA GASES. ES EL PRINCIPAL ELEMENTO PARA DIFERENCIAS AMBAS CISTERNAS.**



**CAPACIDAD.** Variable según la densidad del producto. Pueden llegar a 30.000 litros en el caso de líquidos y unos 18.000 para gases.

**MATERIAL.** Acero inoxidable de 5 mm para líquidos. Acero al carbono de 11 mm para gases.

**AISLAMIENTO.** No

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Pueden llevar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (en cisternas IMDG).

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Las que disponen válvula de sobrepresión, acompañan un manómetro.

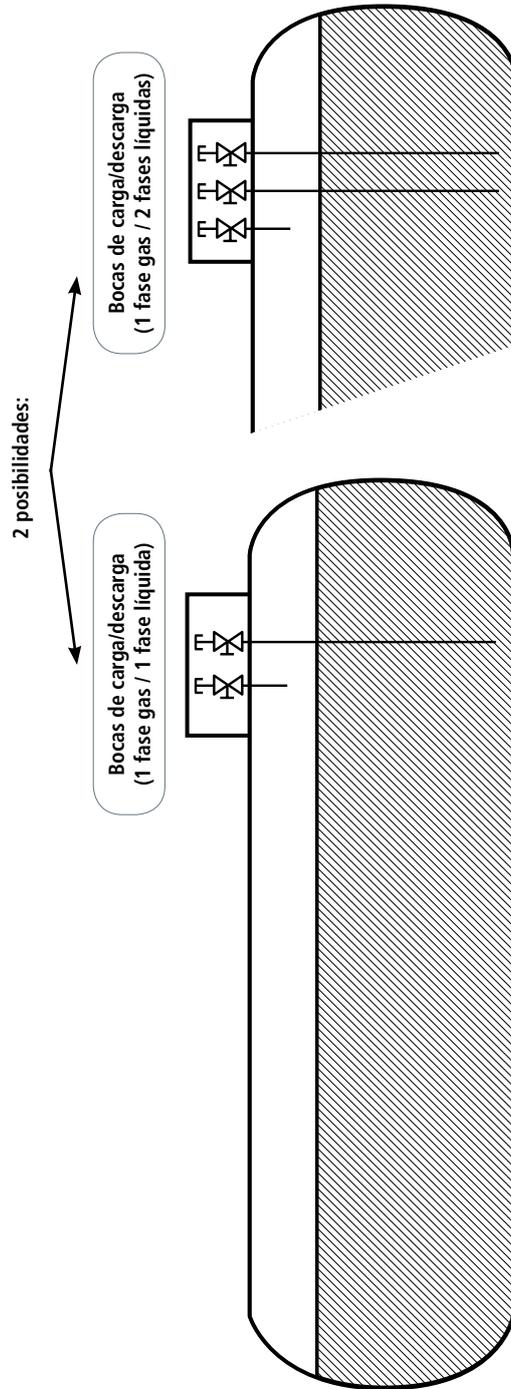
**CARGA/DESCARGA.** Habitualmente, una válvula fase líquida y otra gas, pero pueden tener dos para fase líquida y una para gas.

La carga y descarga se hace por la parte superior, ayudada por una sobrepresión de la cisterna.



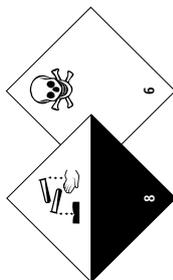
**BOCA DE HOMBRE CON VÁLVULA PARA FASE LÍQUIDA Y FASE GASEOSA Y VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN CON DISCO DE RUPTURA. DETALLE DE AMBAS.**

**ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA**



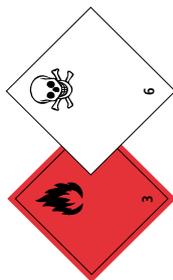
PRODUCTOS TRANSPORTADOS

**886**  
**1052**



FLUORURO HIDRÓGENO

**336**  
**1093**



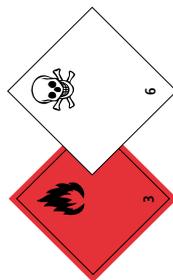
ACRILONITRILLO

**336**  
**1131**



SULFURO DE CARBONO

**663**  
**1613**



CIANURO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN

**X338**  
**1295**



ACRILONITRILLO



# CISTERNAS PARA GASES LICUADOS

05

CÓDIGO CISTERNA ADR : P30BN



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL



PARASOL



CONEXIONES CARGA / DESCARGA Y VALVULAS DE FONDO



ARMARIO DISTRIBUCIÓN CON BOMBA



GALGA ROTATIVA



BOCA DE HOMBRE. EN SU INTERIOR SE ENCUENTRA LA GALGA ROTATORIA, MANÓMETRO Y TERMÓMETRO.

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas destinadas al transporte de gases licuados, principalmente GLP, aunque pueden transportar otros gases derivados del petróleo, y otros totalmente diferentes, como el amoníaco. Cuentan con una boca de hombre no practicable, fijada con tornillería, que puede ir en la parte trasera, delantera o ventral.

**CAPACIDAD.** Variable, entre 3.000 y 48.000 litros. La carga habitual es el 85% de la capacidad, lo que representa aproximadamente una masa equivalente a la mitad del volumen.

**MATERIAL.** Acero al carbono. 10 mm en la virola y 12 mm en los fondos.

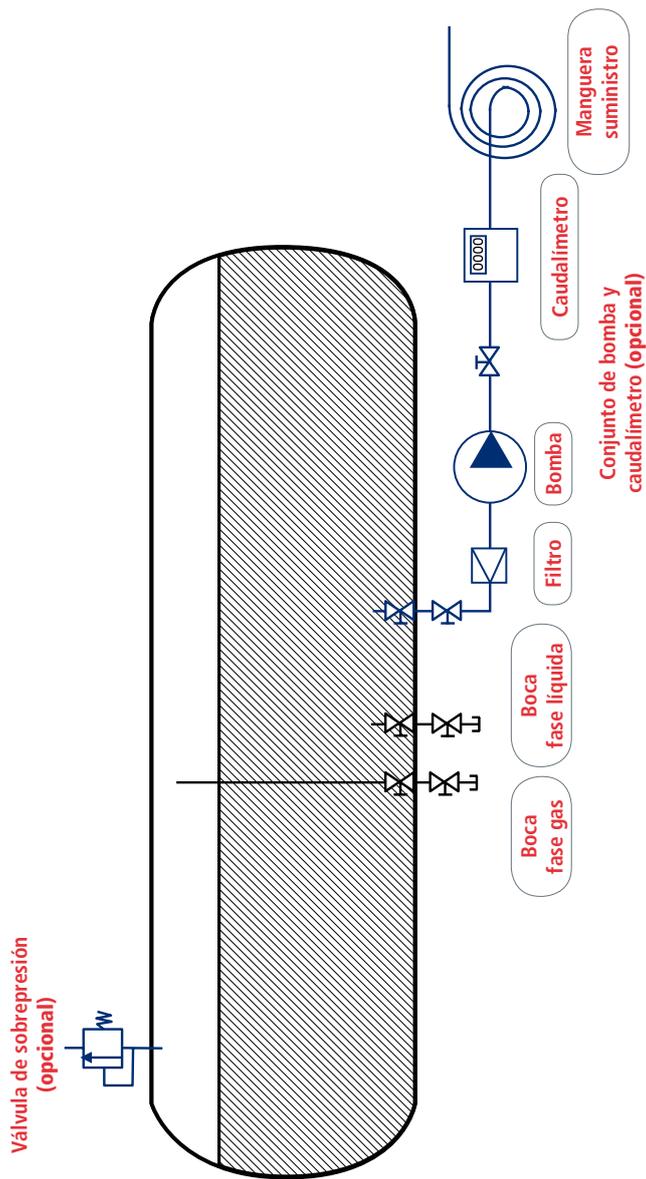
**AISLAMIENTO.** NO. Suelen disponer de un parasol en la parte superior. Se trata de una chapa separada de la cisterna unos 4 cm que cubre la fase gaseosa, evitando un calentamiento excesivo por radiación solar.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Normalmente no cuenta con válvulas de sobrepresión del depósito.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Galga rotativa para control del nivel. Suelen disponer también de termómetro y manómetro.

**CARGA/DESCARGA.** Dos bocas situadas en la parte central o en armario, una para fase líquida (rojo) y otra para fase gas (amarillo). Cada boca cuenta con válvula de fondo (Fisher o Rego) de accionamiento manual, hidráulico o neumático, válvula de corte manual (volante o bola), y conectores con tapón (normalmente tipo Wecco).

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULAS SEGURIDAD



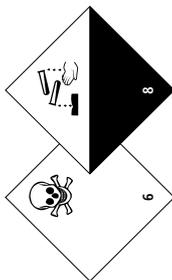
PRODUCTOS TRANSPORTADOS

**23**  
**1965**



HIDROCARBUROS LICUADOS EN MEZCLA

**268**  
**1005**



AMONIACO ANHIDRO

**23**  
**1011**



BUTANO

**23**  
**1978**



PROPANO

**239**  
**1010**



BUTADIENO

**23**  
**1077**



PROPILENO



# CISTERNAS PARA GASES CRIOGÉNICOS

06

CÓDIGO CISTERNA ADR : R5,2BN/R30BN



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

## CARACTERÍSTICAS

Transportan mayoritariamente gases de fraccionamiento del aire en estado líquido y a muy baja temperatura. Encontramos dos tipos: las de doble casco aisladas al vacío (para argón, nitrógeno y oxígeno) y las monocasco con aislamiento de poliuretano (para CO<sub>2</sub> y óxido nítrico). En las primeras, la presión de servicio está en unos 3 bar, mientras que en las segundas ronda los 23 bar.

**CAPACIDAD.** Variable. Desde unos 18.000 litros para cisternas sobre camión, hasta 33.000 litros en semirremolques.

**MATERIAL.** Acero inoxidable interior y acero al carbono exterior en las de doble casco. Acero al carbono resistente a las bajas temperaturas para las monocasco.

**AISLAMIENTO.** Cámara de vacío con aislante en las de doble casco. Poliuretano (200 mm) y envolvente de aluminio en las monocasco.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Válvulas de sobrepresión en armario trasero, taradas a la presión de servicio. Normalmente, el venteo se dirige al suelo o hacia arriba por el exterior del armario.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Indicadores de nivel, presión del tanque y presión de la bomba..

**CARGA/DESCARGA.** Suelen disponer tres bocas: la de carga-descarga en fase líquida, otra en fase gaseosa, y otra mixta líquido gas.



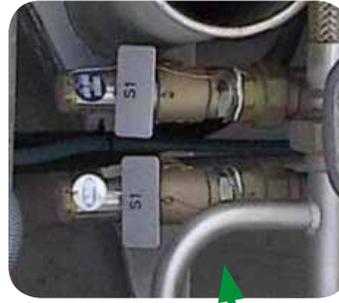
BOCAS CARGA/DESCARGA



CONTROL DE LA BOMBA



INDICADORES DE PRESIÓN Y NIVEL



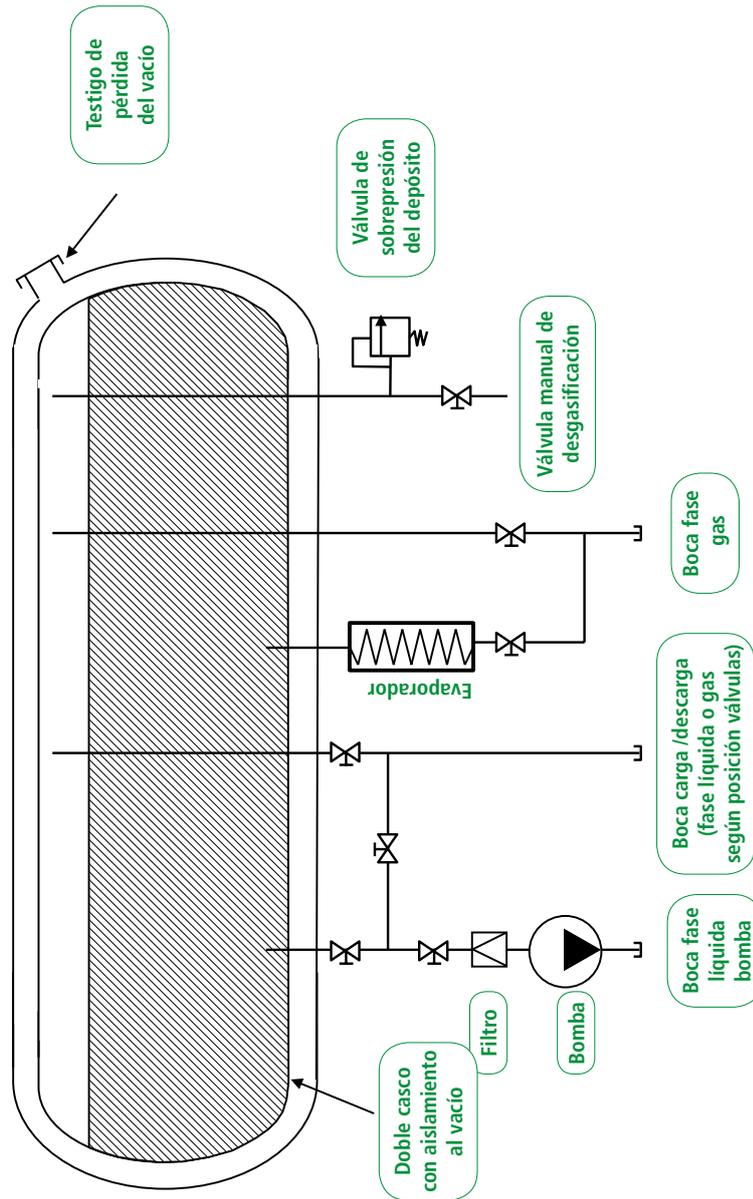
VÁLVULAS DE SOBREPRESIÓN



SERPETÍN. SITUADO NORMALMENTE EN LA PARTE CENTRAL DE LA CISTERNA

EL ARMARIO TRASERO ES UN ELEMENTO TÍPICO Y CARACTERÍSTICO DE ESTAS CISTERNAS.

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULAS SEGURIDAD



Nota:  
No se ha representado la válvula de sobrepresión de cada boca y de los tramos entre válvulas.

PRODUCTOS TRANSPORTADOS

**22**  
**1951**



ARGÓN

**22**  
**1977**



NITRÓGENO

**23**  
**1011**



DIÓXIDO DE CARBONO

**225**  
**1073**



OXÍGENO

**225**  
**2201**



OXIDO NITROSO



# CISTERNAS PARA GAS NATURAL

07

CÓDIGO CISTERNA ADR : R9,1BN



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas específicas para el transporte de gas natural licuado con siete rompeolas interiores. La presión habitual de transporte se sitúa en torno a 1,5 bar. Hay dos tipos, las monocasco y las de doble casco. Todos los dispositivos de seguridad, carga/descarga y control, se encuentran en un armario central bajo la cisterna.

**CAPACIDAD.** 56 m<sup>3</sup> con una carga aproximada de 22.000 kg.

**MATERIAL.** Acero inoxidable.

**AISLAMIENTO MONOCASCO.** 130 mm de poliuretano y envolvente de aluminio o acero en la virola, y poliéster en los fondos.

**AISLAMIENTO DOBLE CASCO.** Cisterna interior de 3 mm y exterior de 4 mm en acero al carbono. Cámara de vacío entre ambas con relleno de perlita.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Cuentan con tres válvulas de seguridad, dos taradas a 7 bar y una a 9,1 bar, que descargan en un apagal-lamas en la parte superior de la cisterna.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Válvula de máximo llenado, manómetro y termómetro. Pueden disponer también de válvulas de vaciado de emergencia.

**CARGA/DESCARGA.** Disponen dos válvulas para fase líquida, una de 3" y otra de 2", y una de 2" para fase gaseosa, todas con triple cierre: válvula neumática de fondo, dispositivo de apertura manual y obturador del racor de conexión.



VÁLVULAS DE VACIADO DE EMERGENCIA



VÁLVULA MÁXIMO LLENADO



APAGALLAMAS



VÁLVULAS DE SEGURIDAD



BOCAS DE CARGA Y DESCARGA

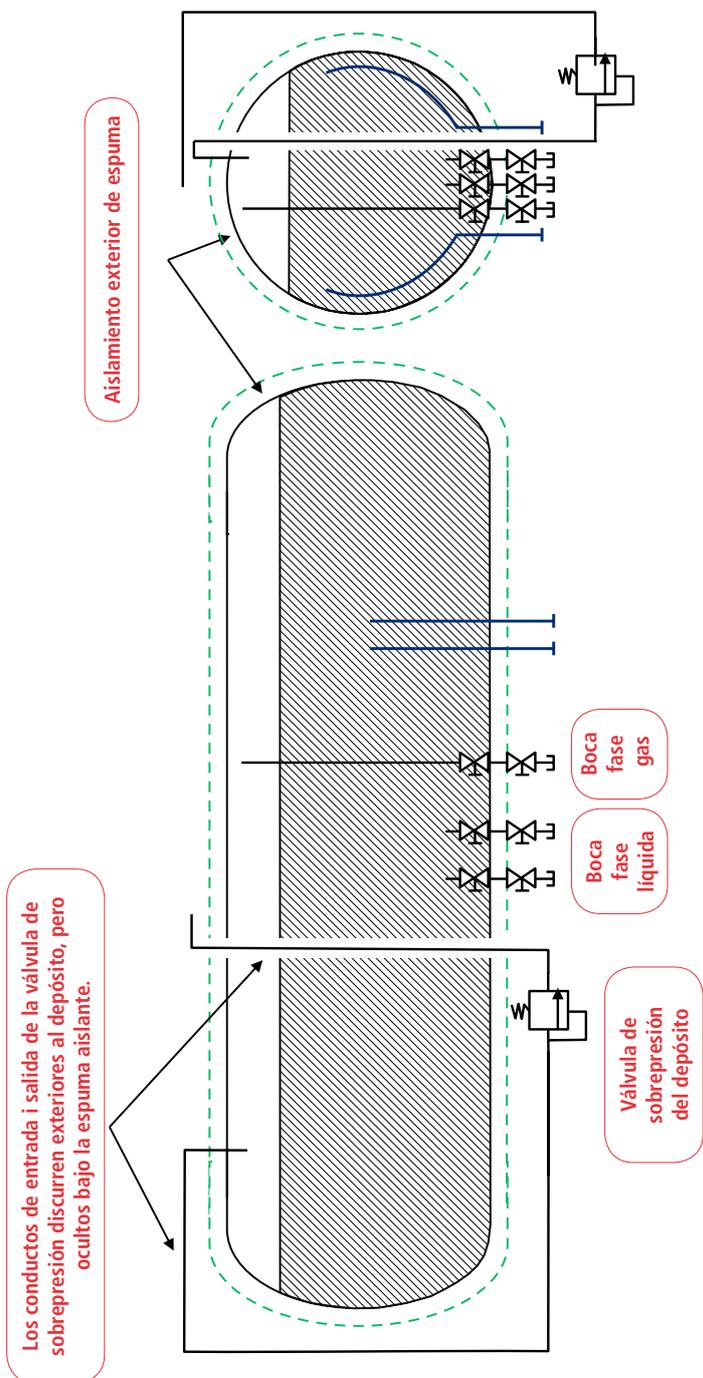


MANÓMETRO Y TERMÓMETRO



CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDO

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULAS SEGURIDAD



**PRODUCTOS TRANSPORTADOS**



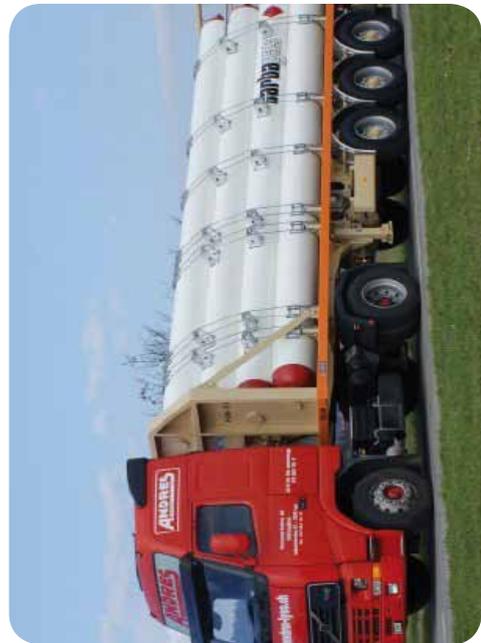
**METANO LÍQUIDO REFRIGERADO  
(GAS NATURAL LICUADO)**



# VEHÍCULO BATERÍA

08

CÓDIGO CISTERNA ADR : C300BN



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL



BOCAS DE CARGA/DESCARGA. LA DERECHA ES LA CARGA

## CARACTERÍSTICAS

El vehículo batería es un tipo de cisterna destinado al transporte de gases comprimidos a alta presión (normalmente sobre 200 bar), y otros que, por su peligrosidad, el ADR solo permite su transporte en este tipo de vehículos o CGEM, tales como:

- UN 1049 Hidrógeno.
- UN 1001 Acetileno.
- UN 1067 Dióxido de nitrógeno.
- UN 1076 Fosgeno.
- UN 1081 Tetrafluoroetileno.

Este tipo de vehículo incluye elementos unidos entre sí por una tubería colectora común, y montados de manera permanente en la unidad de transporte. Pueden formar parte de un vehículo batería los siguientes elementos:

- BOTELLAS (capacidad hasta 150 litros).
- BOTELLONES (hasta 1.000 litros)
- TUBOS (hasta 3.000 litros).
- BLOQUES DE BOTELLAS (máximo 3.000 litros por bloque).
- CISTERNAS (capacidad superior a 450 litros).

Sea cual sea la configuración del vehículo, siempre se descarga el contenido, nunca los elementos que lo forman.

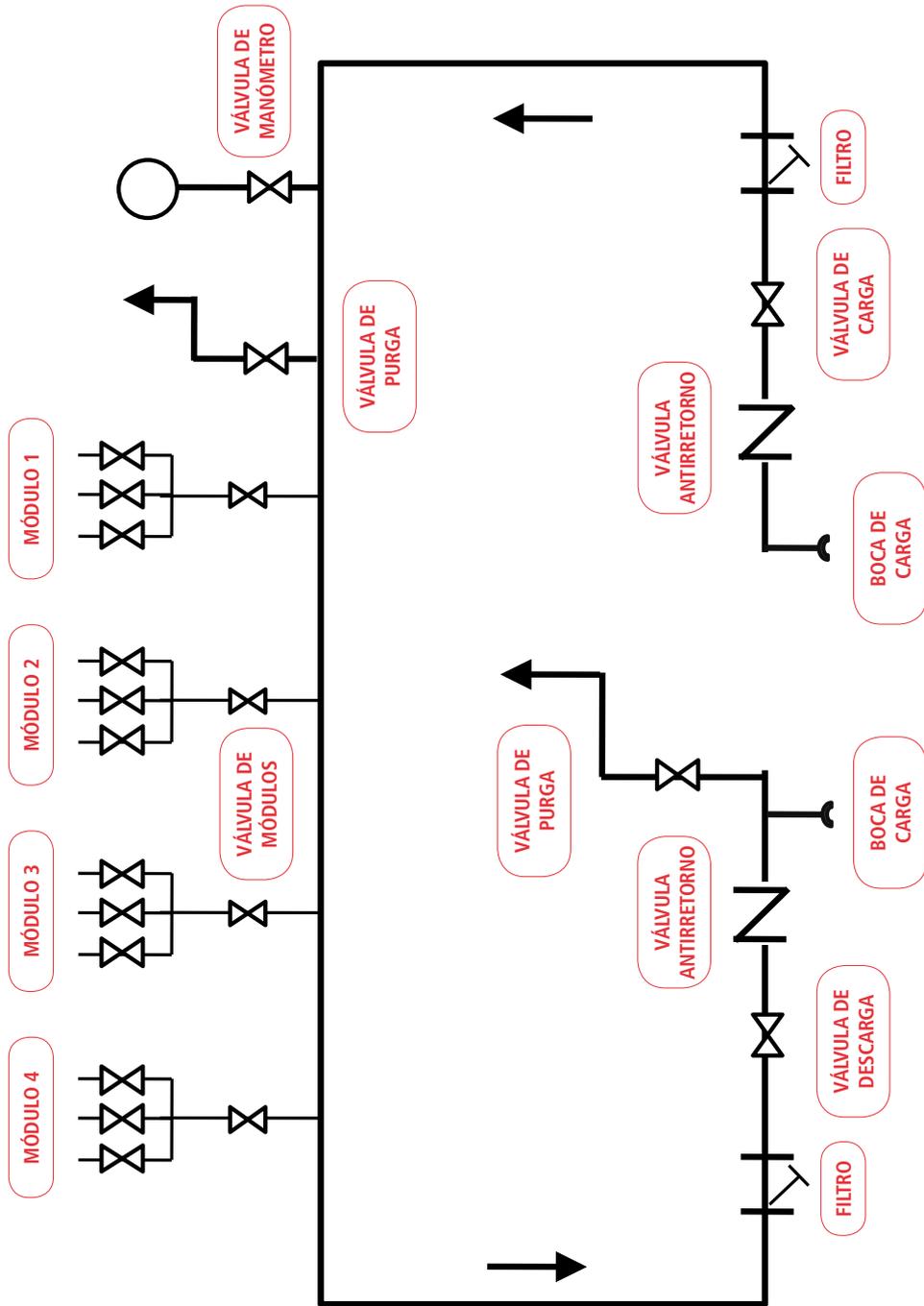


VÁLVULA DE CARGA/DESCARGA CON VÁLVULA DE PURGA



VÁLVULAS DE MÓDULOS

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA Y VÁLVULERÍA



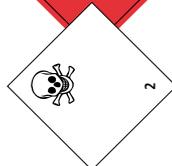
PRODUCTOS TRANSPORTADOS

**23**  
**1049**



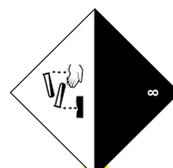
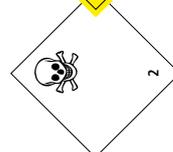
HIDRÓGENO COMPRIMIDO

**268**  
**1005**



MONÓXIDO DE CARBONO COMPRIMIDO

**265**  
**1067**



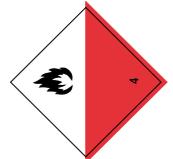
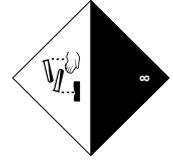
DIÓXIDO DE NITRÓGENO

**239**  
**1081**



TETRAFLUOROETILENO

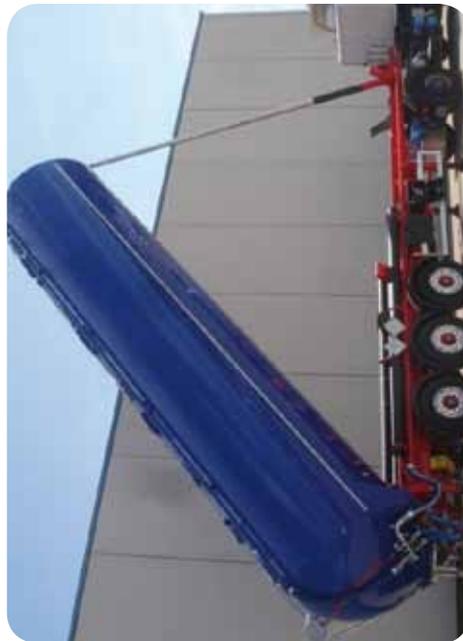
ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS



# CISTERNAS PARA SÓLIDOS

09

CÓDIGO CISTERNA ADR : SGAN



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CARGA Y CONTROL

## CARACTERÍSTICAS

Cisternas monocuba con diseño especial para el transporte de sólidos en grano o pulverulentos. Cuentan con un pistón basculante en la parte delantera para elevar la cisterna y facilitar la descarga. Dispone de varias bocas de hombre y racores de conexión (normalmente Storz) en la parte superior para hacer la carga lo más repartida posible.

**CAPACIDAD.** Hasta 63.000 litros.

**MATERIAL.** Aluminio.

**AISLAMIENTO.** No.

**DISPOSITIVOS SEGURIDAD.** Válvula de vacío. Pueden montar válvula de seguridad en el colector trasero.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Manómetros en colector para verificar presión de descarga.

**CARGA/DESCARGA.** La carga se realiza por la parte superior y la descarga por un cono trasero característico que dispone de válvula manual con racor y tapón. En el proceso de descarga se eleva la cisterna mediante el pistón delantero y se ayuda con una sobrepresión máxima de 2 bar. A tal fin, dispone de un colector próximo a la boca de descarga. El cono trasero monta normalmente un sistema neumático de fluidificación para evitar la aglomeración del producto.

**EL PISTÓN DELANTERO Y EL CONO TRASERO SON LOS ELEMENTOS MÁS CARACTERÍSTICOS DE ESTAS CISTERNAS.**



CONO TRASERO DE DESCARGA  
CON FLUIDIFICADOR NEUMÁTICO



COLECTOR DE PRESIÓN CON  
VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN



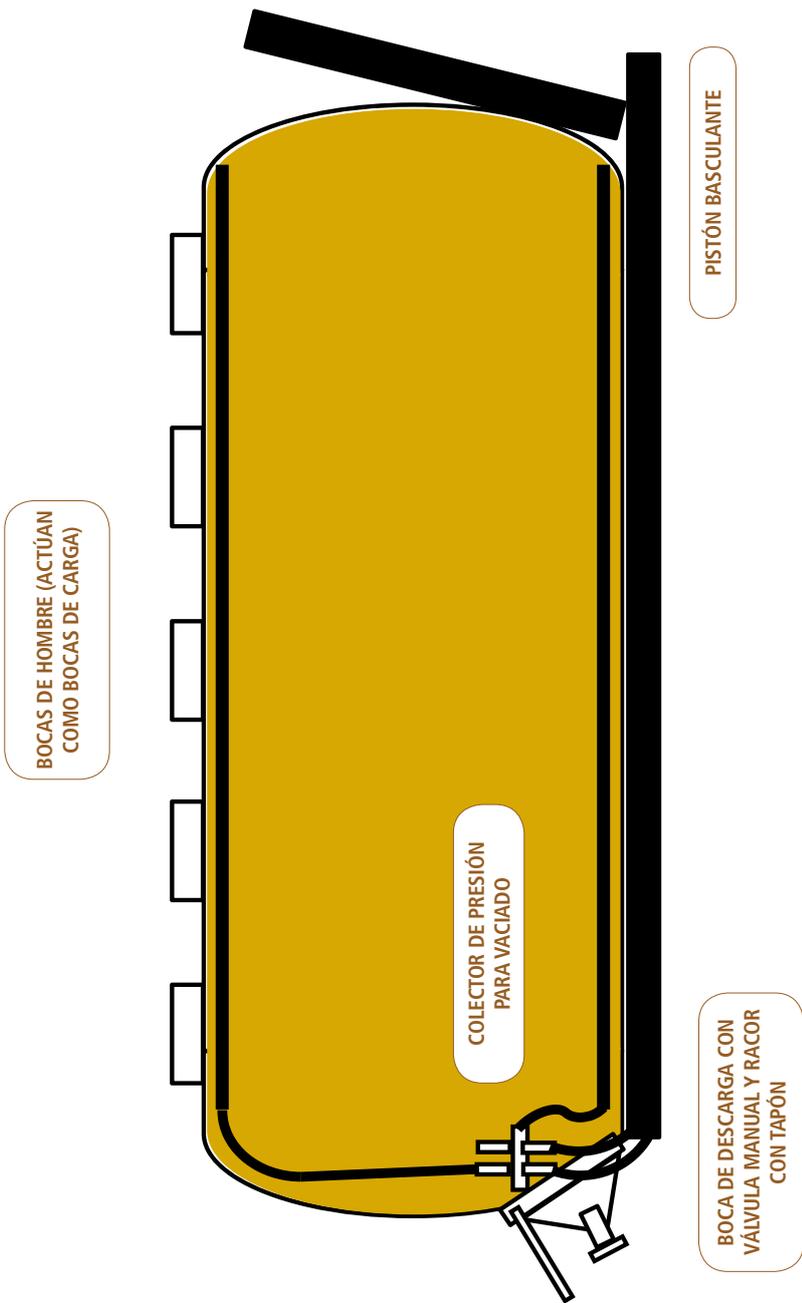
BOCAS DE HOMBRE Y RACORES  
PARA CARGA



PISTÓN BASCULANTE

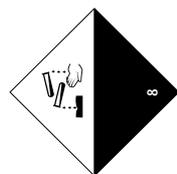
ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



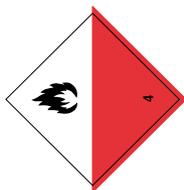
PRODUCTOS TRANSPORTADOS

**80**  
**1823**



HIDRÓXIDO SÓDICO SÓLIDO

**40**  
**1361**



CARBÓN

**40**  
**1382**



SULFURO POTÁSICO

**50**  
**1505**



PERSULFATO DE SODIO

**50**  
**3378**

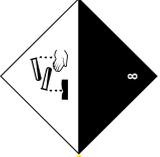


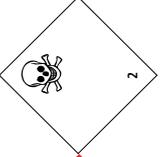
CARBONATO SÓDICO PEROXIHIDRATADO

ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

10

## VEHÍCULOS BOTELLAS








CÓDIGO ADR :



TRANSPORTE 1º ( 16 CESTAS)



TRANSPORTE 2º ( 8 CESTAS)



VEHÍCULO CAJA MIXTO  
CESTAS+ARMARIO BOTELLERO



TRANSPORTE 1º y 2º de GLP

ELEMENTOS DE TRANSPORTE

CARACTERÍSTICAS

Transporte de recipientes que contienen:

- gases comprimidos
- gases disueltos (acetileno, amoniaco)
- gases licuados (GLP)
- criogénicos

**CAPACIDAD:** B-1 a B-50 litros (capacidad de litros en agua) Ranger hasta 180 litros.

**MATERIAL.** Acero al carbono, acero inoxidable, aluminio y aleaciones especiales para H<sub>2</sub>, CO, etc.

**AISLAMIENTO.** Solo en gases criogénicos .

**SEGURIDAD.** Disco de rotura en gases licuados. Válvula sobrepresión o descarga en criogénicos. Toma a tierra del bloque en gas inflamable. Tapón fusible en acetileno.

**DISPOSITIVOS CONTROL.** Manómetros incorporados en la válvula o en la instalación ( manoreductor).

**TIPOS DE RECIPIENTE:** ( Pms:Pmáx servicio)

Botellas de acero sin soldadura. Pms:?

Botellas de acero soldadas. Pms :60 bar

Botellas de acero soldadas para Cloro. Pprueba:30 bar

Botellas aleación aluminio sin soldaduras. P: ?

Botellas para Acetileno. Pprueba: 60 bar,

Botellones criogénicos. Pms: 35 bar

Botellones de acero. Pms: ?

Conexión a tierra  
bloque de hidrógeno



BOTELLÓN CRIOGÉNICO



GLP .BUTANO( 11,5 bar) Y  
PROPANO (23 bar)



CESTAS 16xB50



GAS COMPRIMIDO  
HASTA 300 bar



BLOQUES 16xB50



RANGER 4-15 bar

ANEXO 02 FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS FAMILIAS DE CISTERNAS

VALVULAS DE CARGA/DESCARGA. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.



CON MANOMETRO INCORPORADO



CON DISCO DE ROTURA ( a 26 Kg/cm<sup>2</sup> )



CON DISCO DE ROTURA



CO2 CON DISCO DE ROTURA ( a 80 Kg/cm<sup>2</sup> )



VALVULAS CRIOGÉNICAS



NIVEL DE LÍQUIDO  
VÁLVULA FASE LÍQUIDA  
VÁLVULA FASE GAS  
VÁLVULA SOBREPRESIÓN  
MANÓMETRO

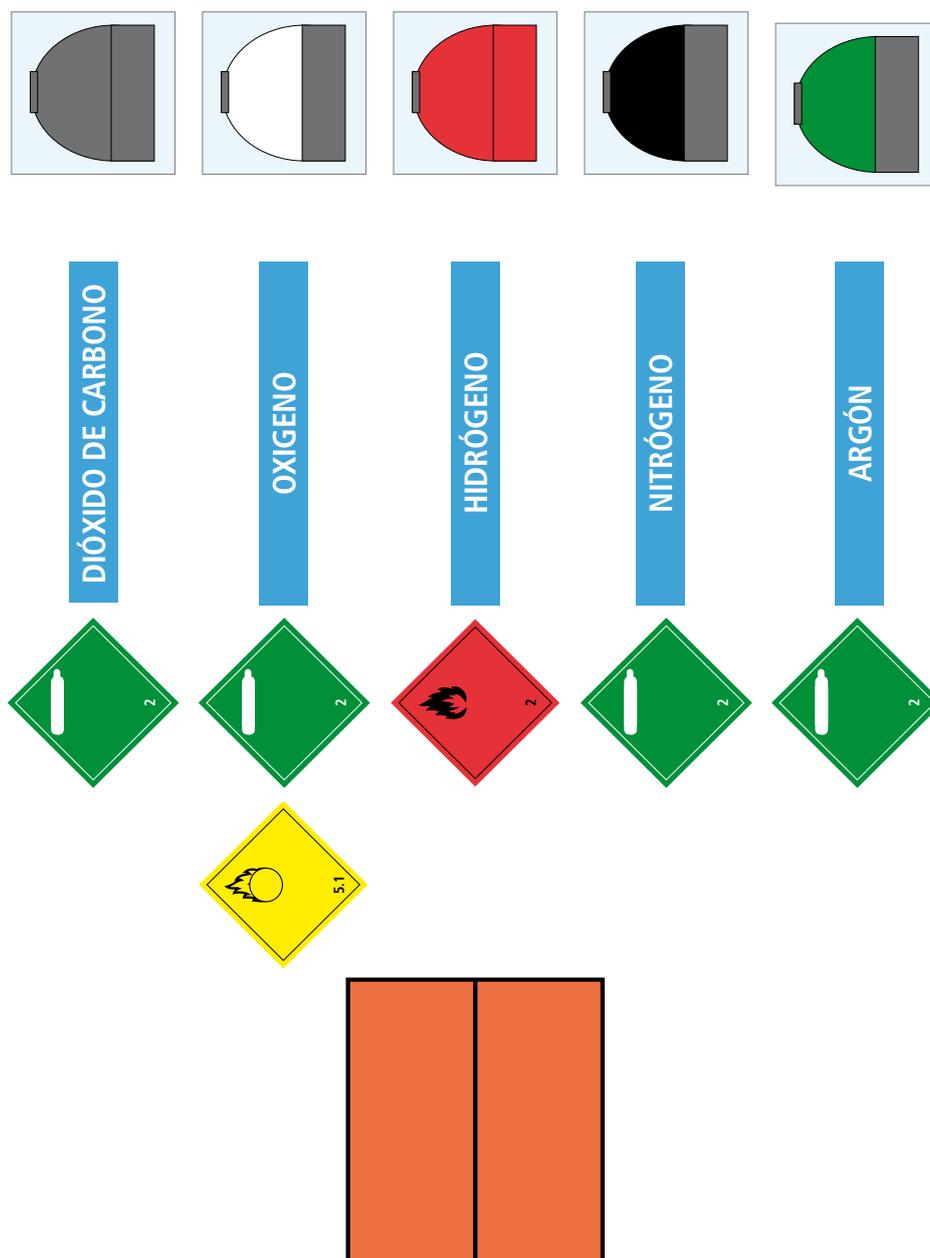


VÁLVULA DE CARGA Y DESCARGA DEL BLOQUE



GAS LICUADO. DOBLE VÁLVULA "5"=SONDA

PRODUCTOS TRANSPORTADOS



LOS PRODUCTOS AQUÍ REFERENCIADOS NO SON LOS ÚNICOS INCLUIDOS EN ESTE GRUPO

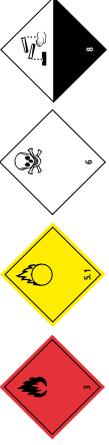


# Anexo 03

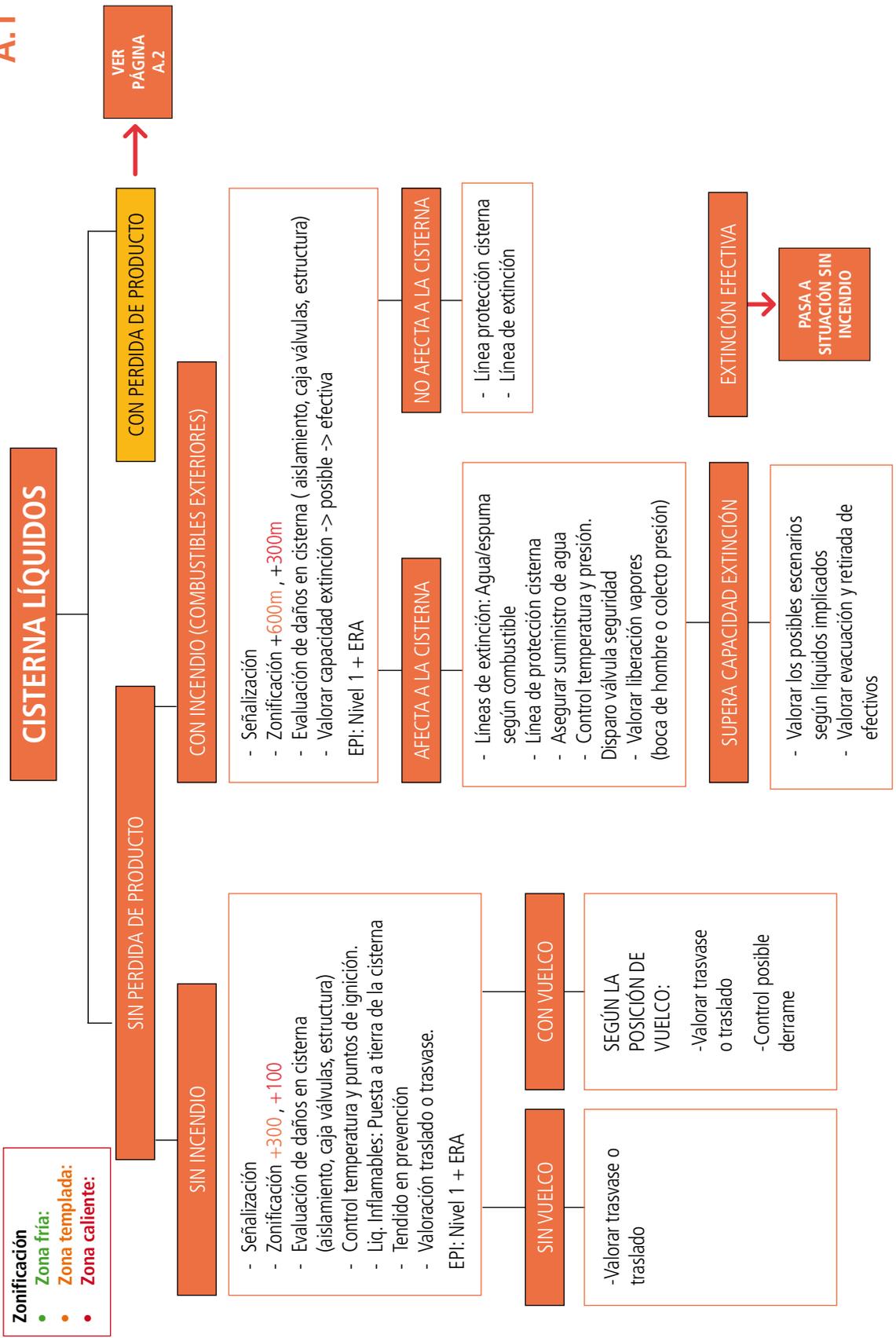
Fichas de intervención



# A CISTERNAS LÍQUIDOS DIVERSOS



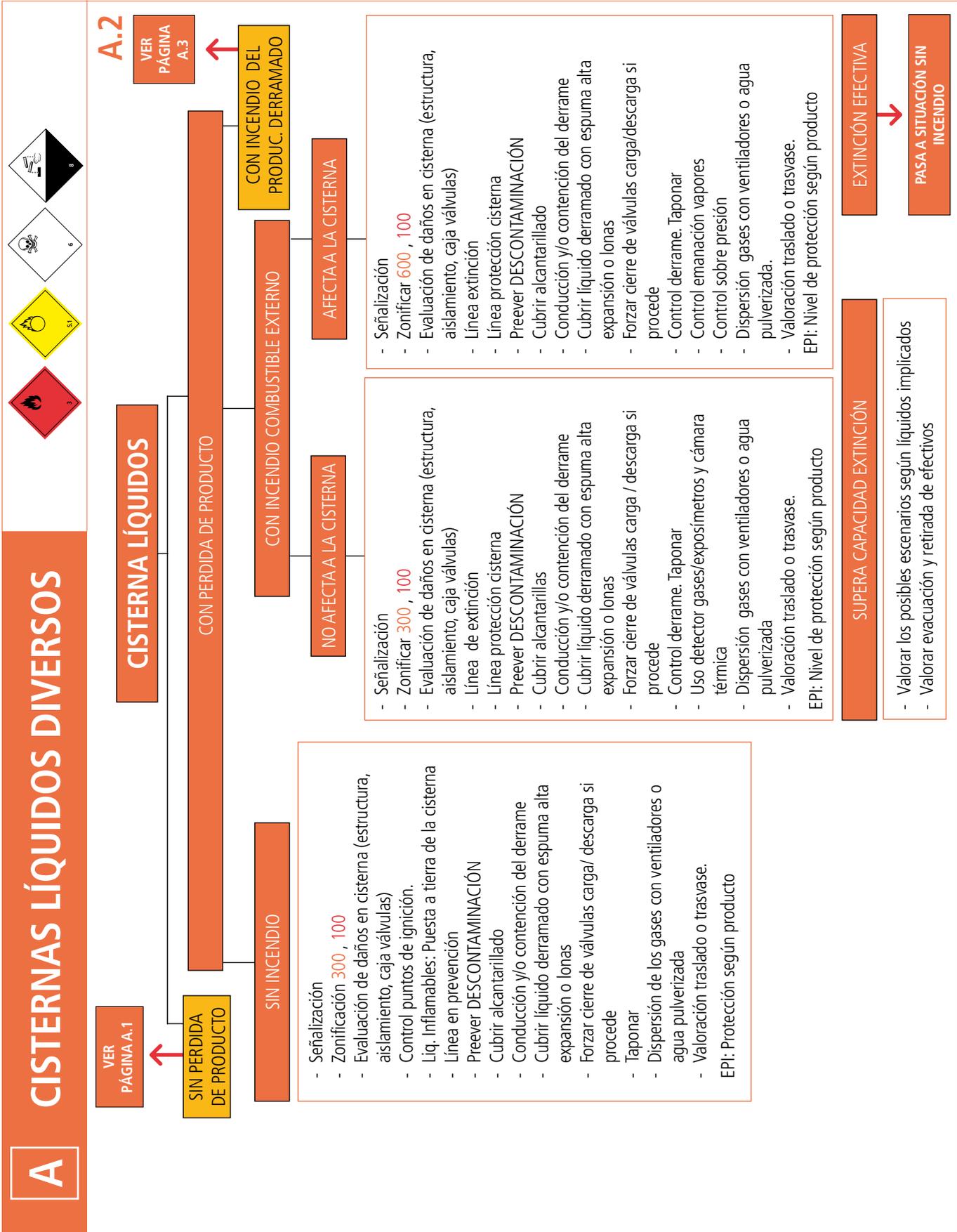
A.1



**Zonificación**

- Zona fría:
- Zona templada:
- Zona caliente:

## ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



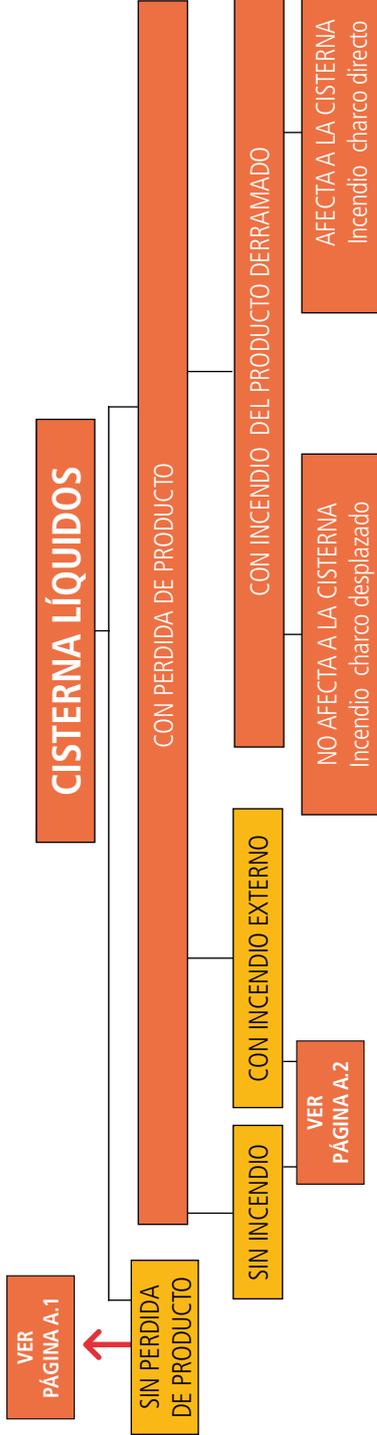
# CISTERNAS LÍQUIDOS DIVERSOS

A



A.3

## CISTERNA LÍQUIDOS



- Señalización
- Zonificar 300 , 100
- Evaluación de daños en cisterna (estructura, aislamiento, caja válvulas)
- Línea de extinción
- Línea protección cisterna
- Prever DESCONTAMINACIÓN
- Cubrir alcantarillas
- Conducción y/o contención del derrame
- Cubrir líquido derramado con espuma alta expansión o lonas
- Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
- Control derrame. Taponar
- Dispersión gases con ventiladores o agua pulverizada
- Valoración traslado o trasvase.
- EPI: Nivel de protección según producto

**SUPERA CAPACIDAD EXTINCIÓN**

- Valorar los posibles escenarios según líquidos implicados
- Valorar evacuación y retirada de efectivos

- Señalización
- Zonificar 300 , 100
- Evaluación de daños en cisterna (estructura, aislamiento, caja válvulas)
- Línea extinción
- Línea protección cisterna
- Prever DESCONTAMINACIÓN
- Cubrir alcantarillado
- Conducción y/o contención del derrame
- Forzar cierre de válvulas carga/descarga si procede
- Cubrir líquido derramado con espuma alta expansión o lonas
- Control derrame. Taponar
- Dispersión gases con ventiladores o agua pulverizada
- Control emanación vapores
- Control sobre presión.
- Valoración traslado o trasvase.
- EPI: Nivel de protección según producto

**EXTINCIÓN EFECTIVA**

➔

**PASA A SITUACIÓN SIN INCENDIO A.2**

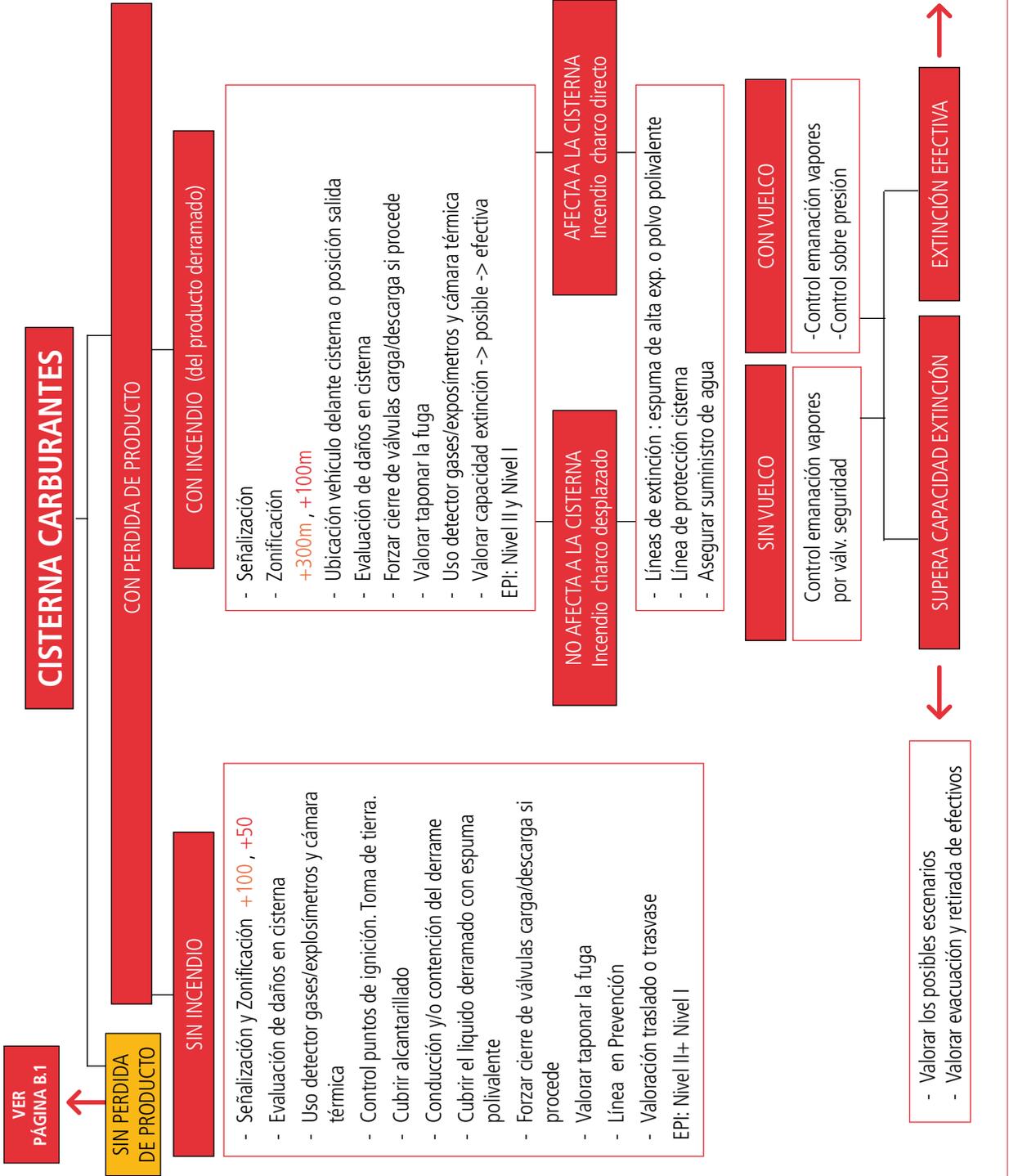


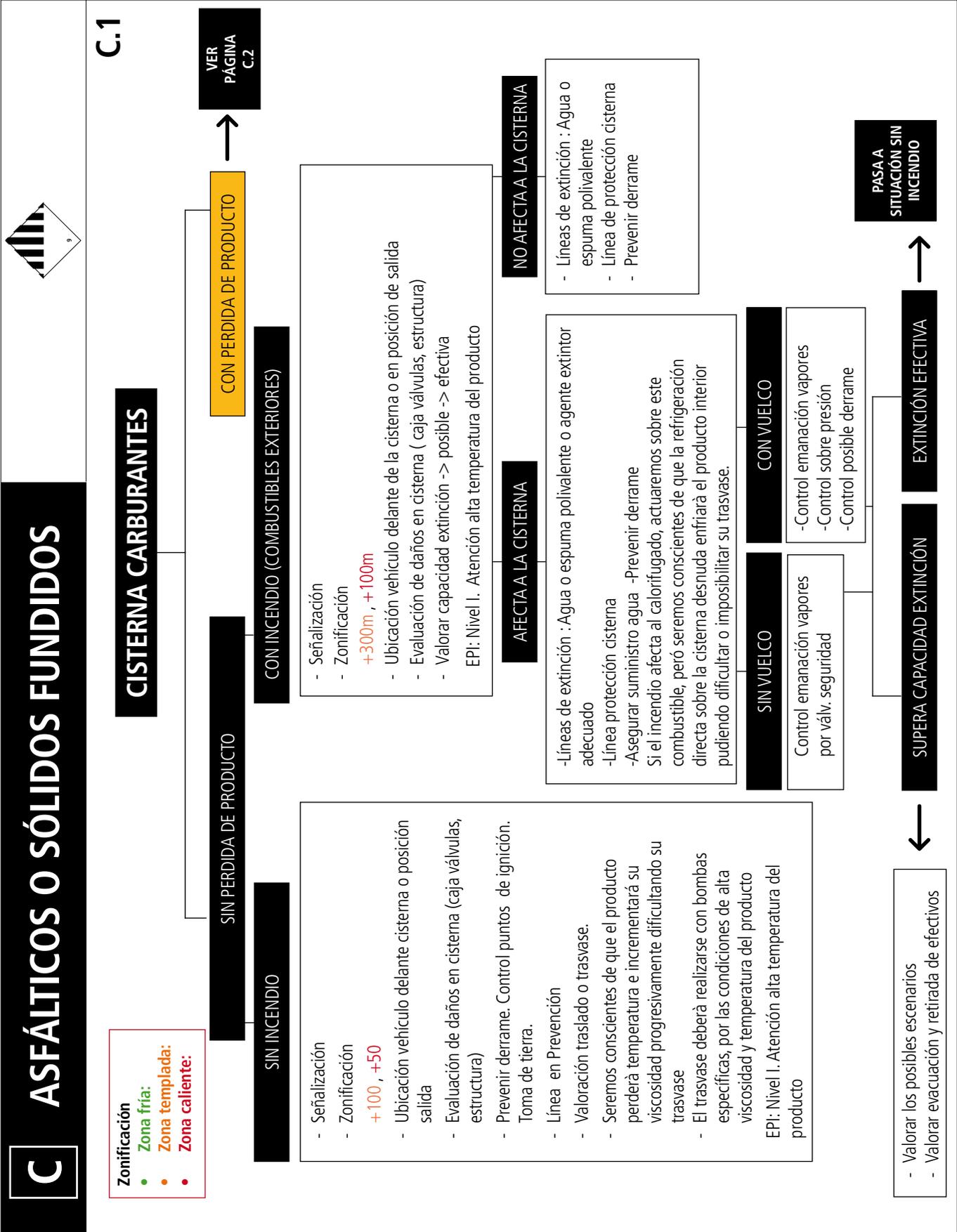


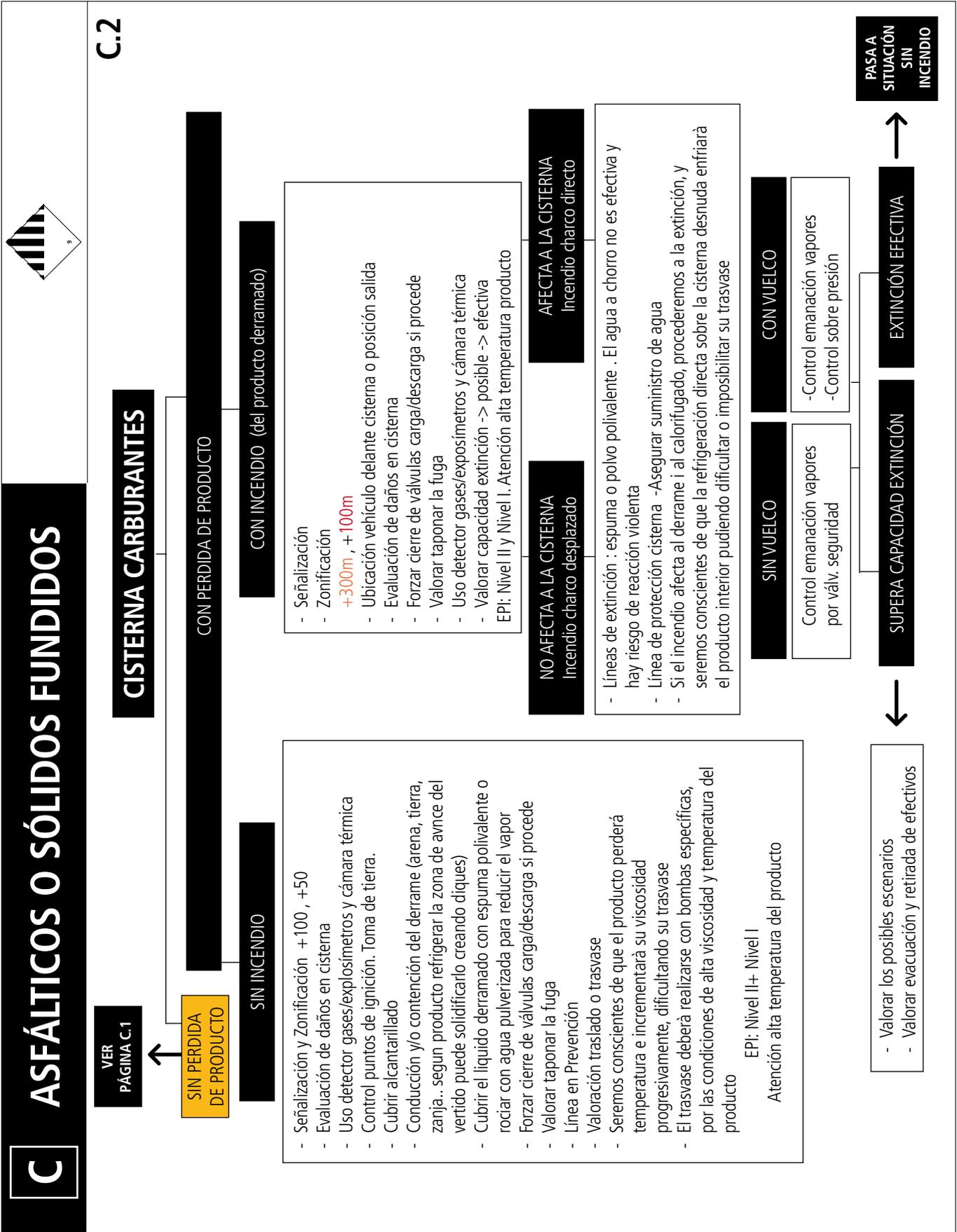
# CISTERNAS CARBURANTES

**B**

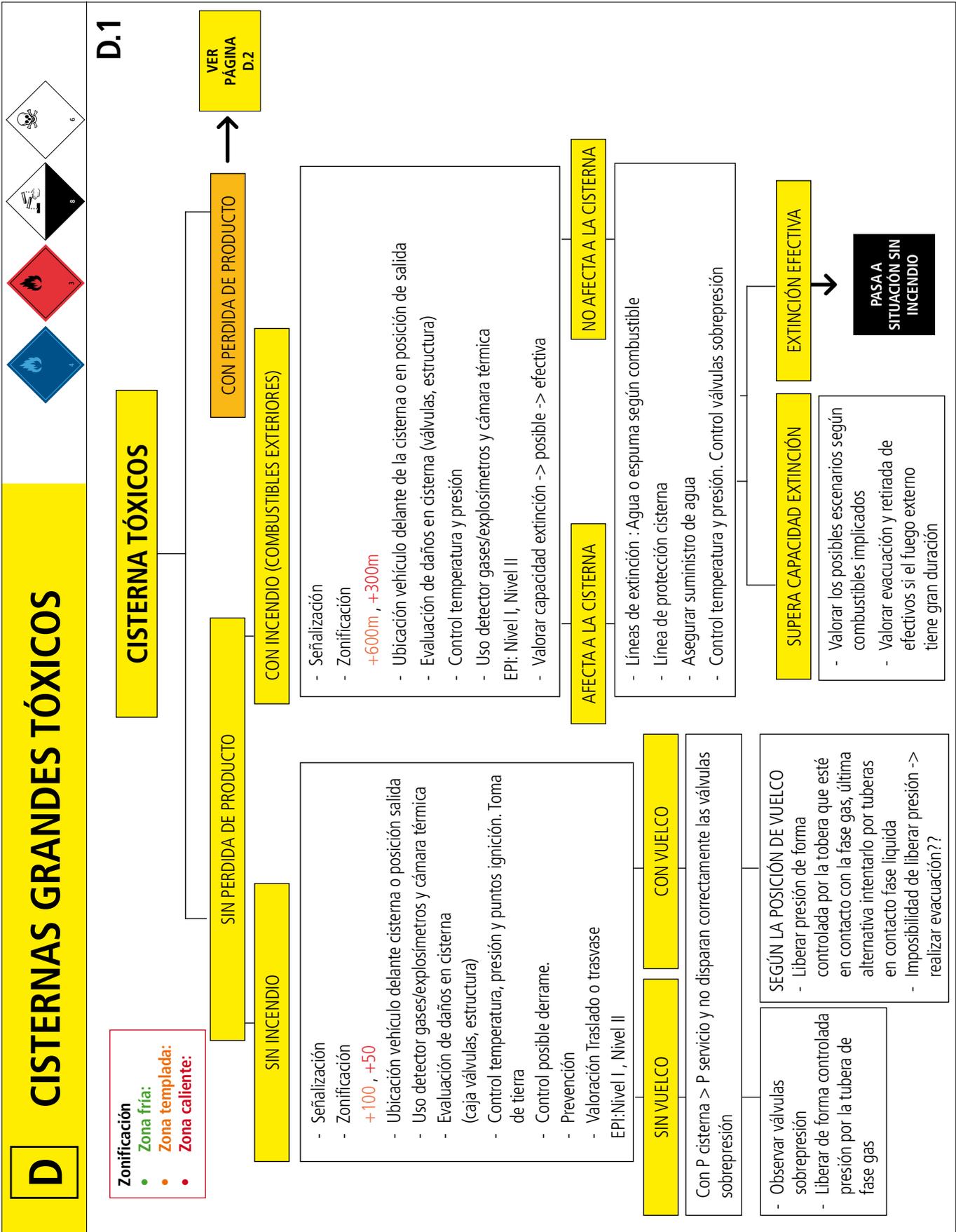
**B.2**

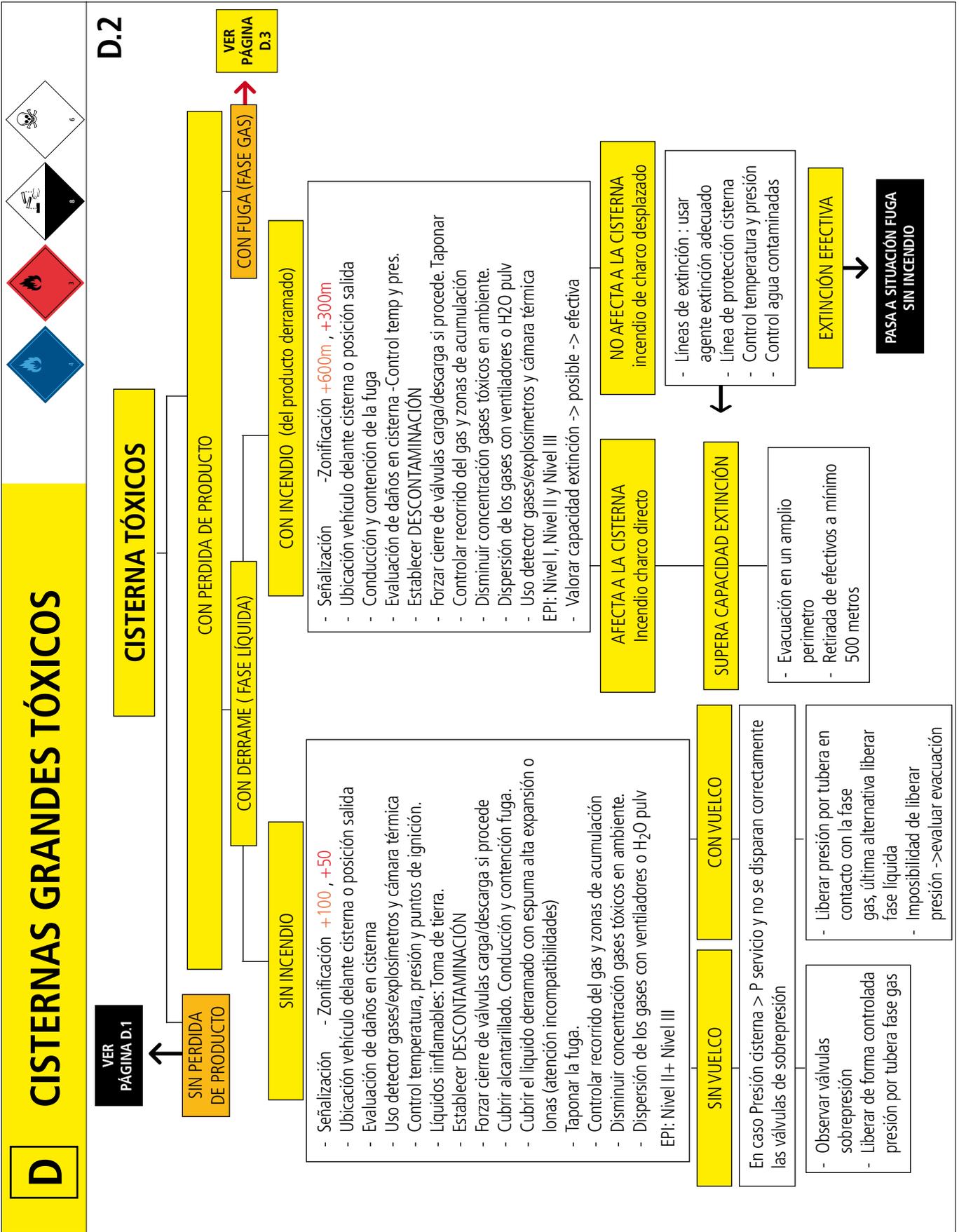




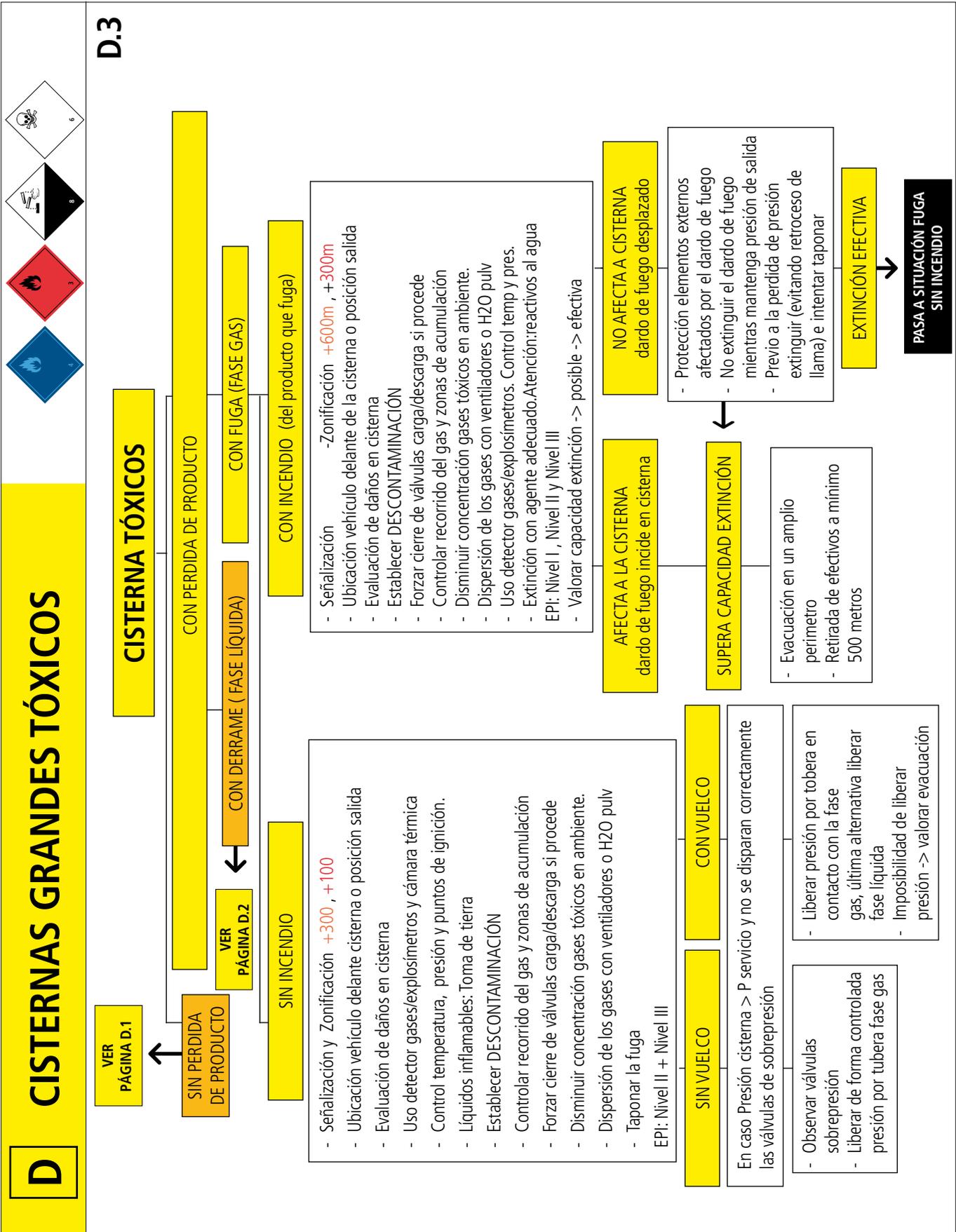


ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN





ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN

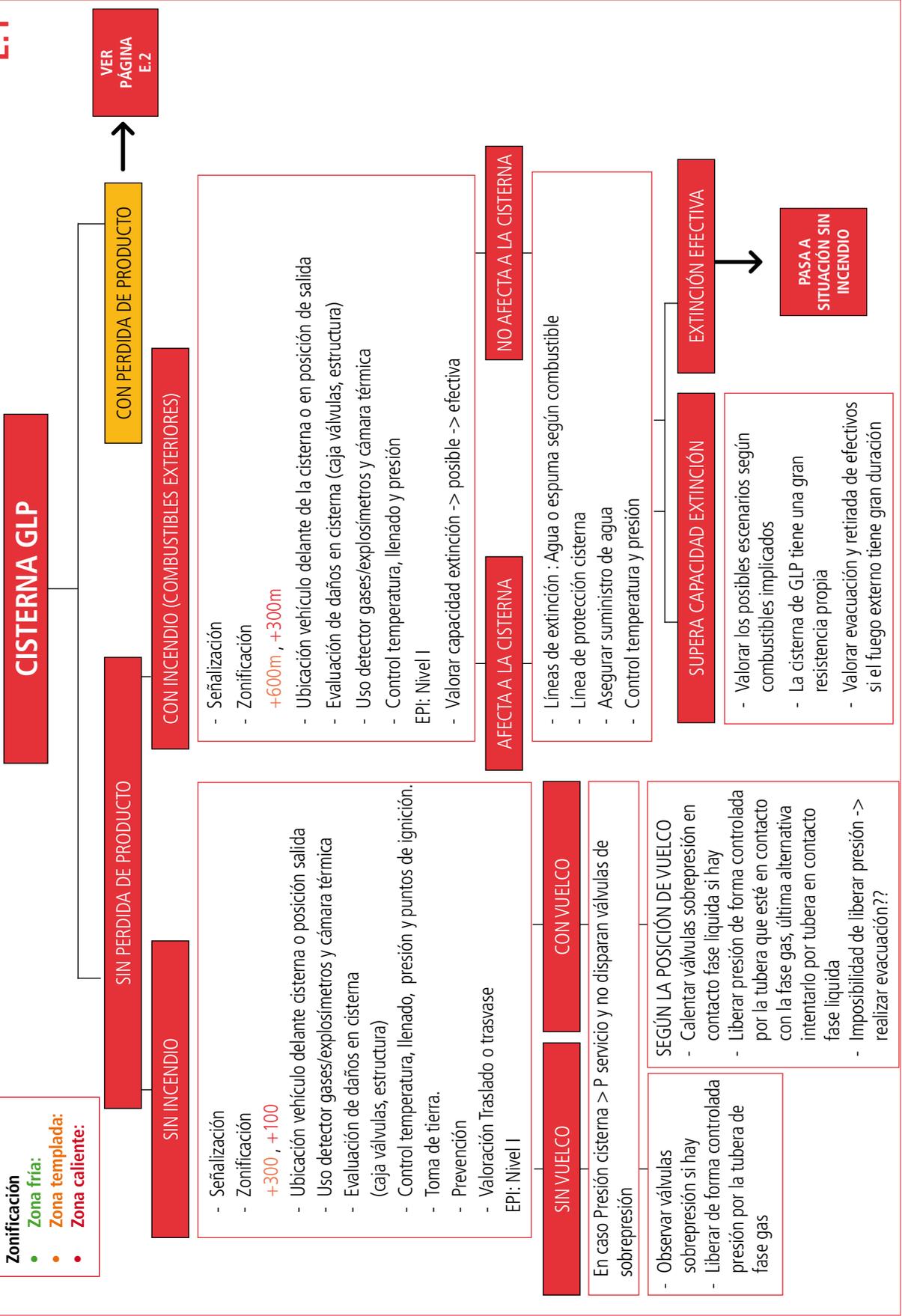




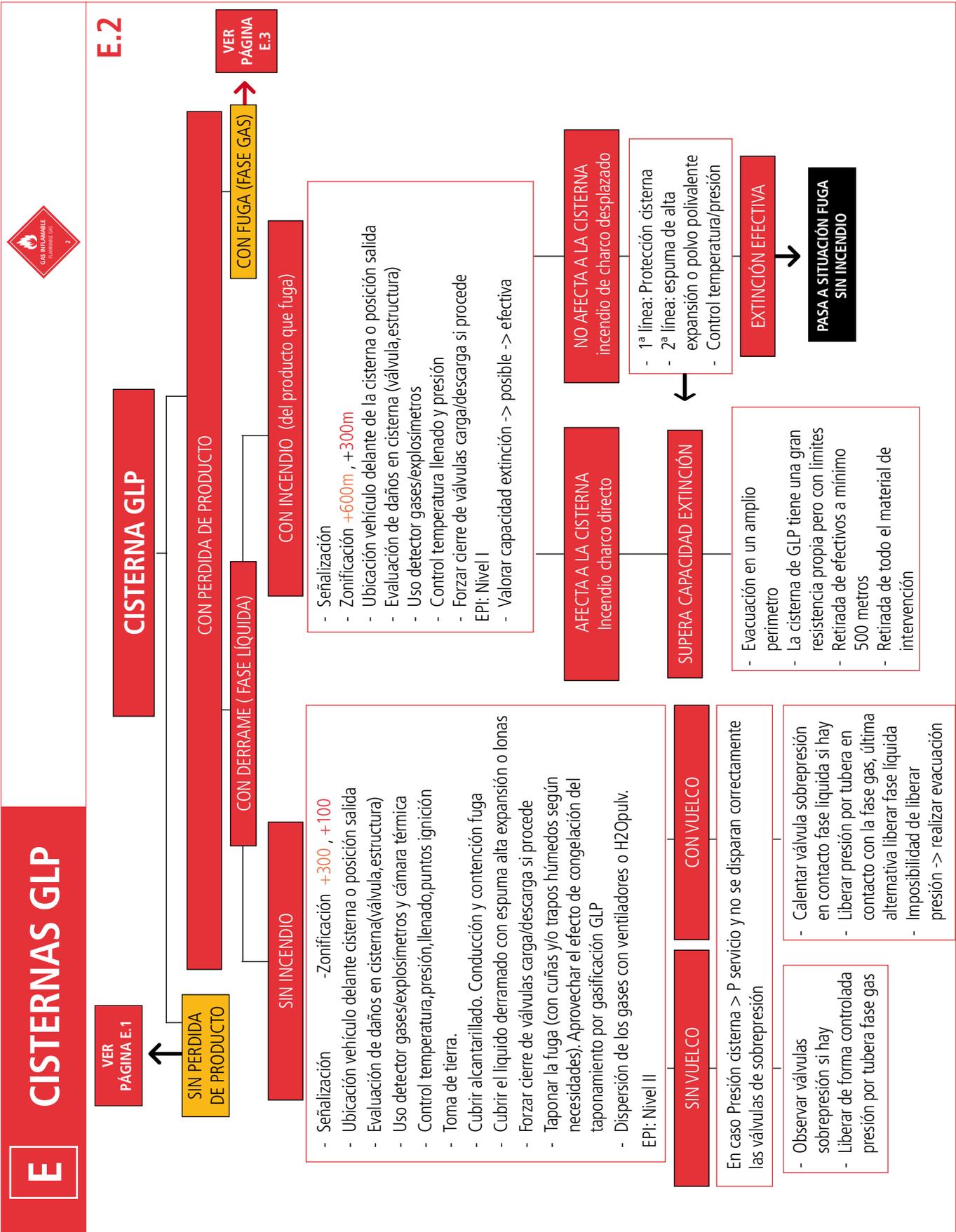
# E CISTERNAS GLP

E.1

- Zonificación
- Zona fría:
- Zona templada:
- Zona caliente:



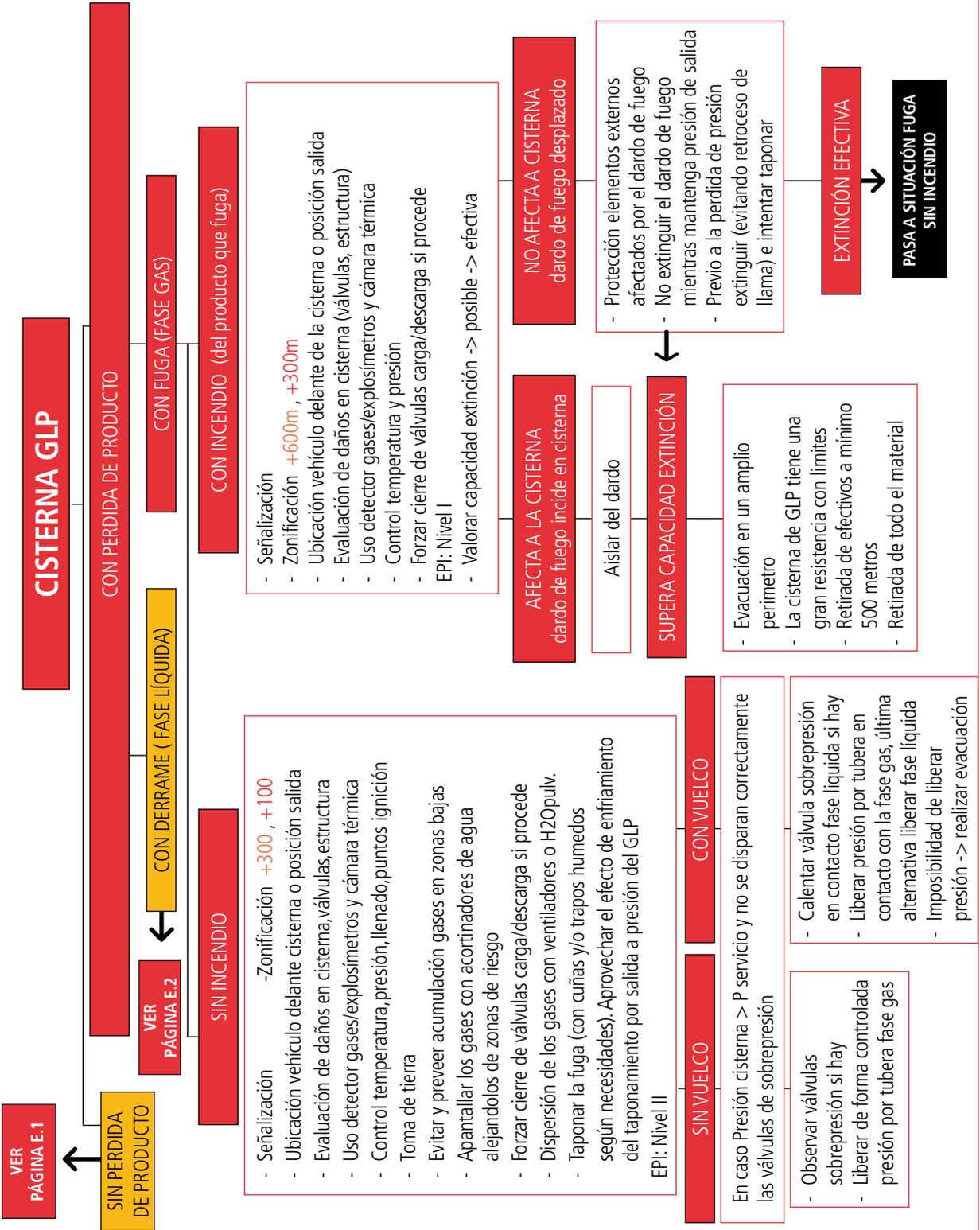
ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



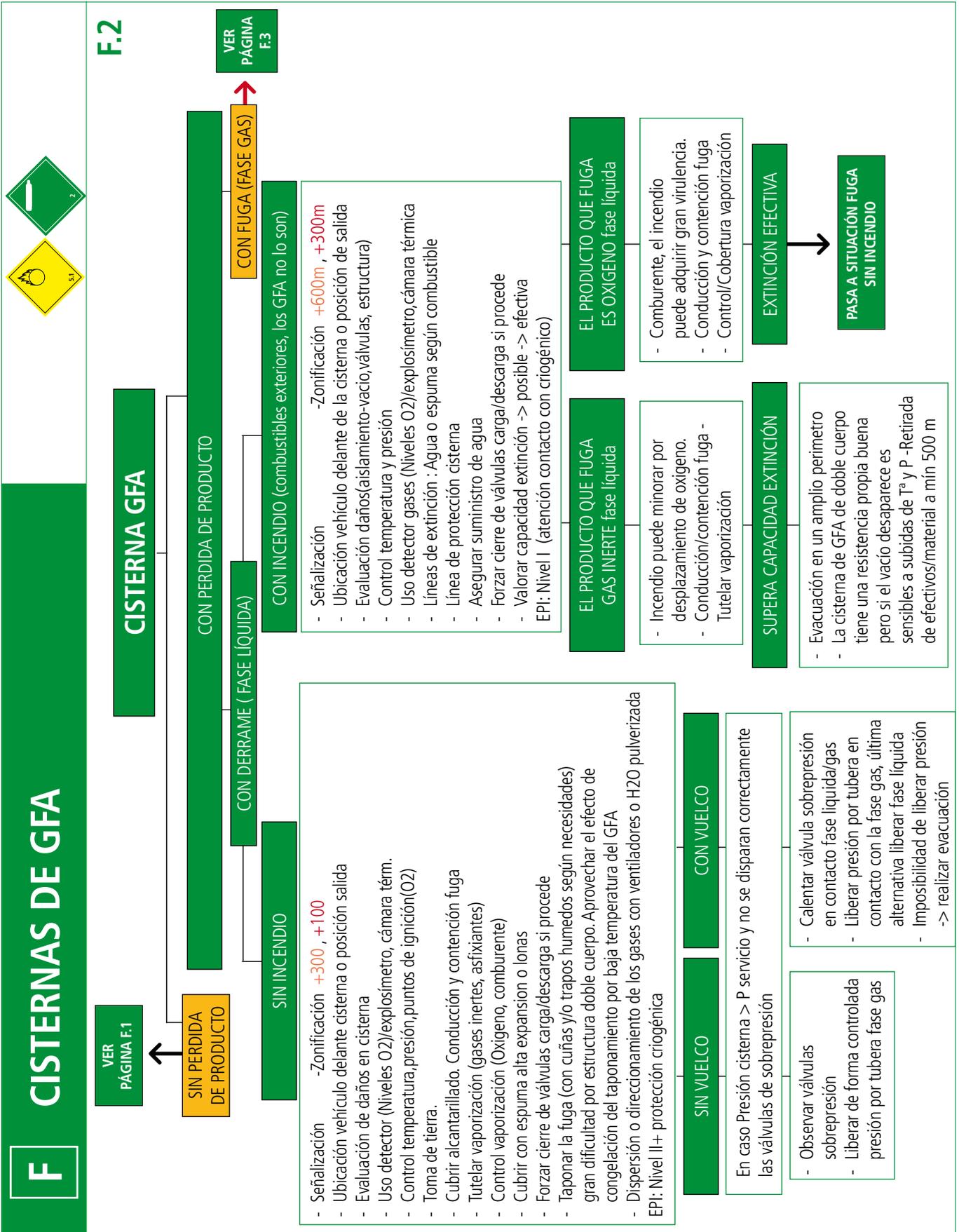


# E CISTERNAS GLP

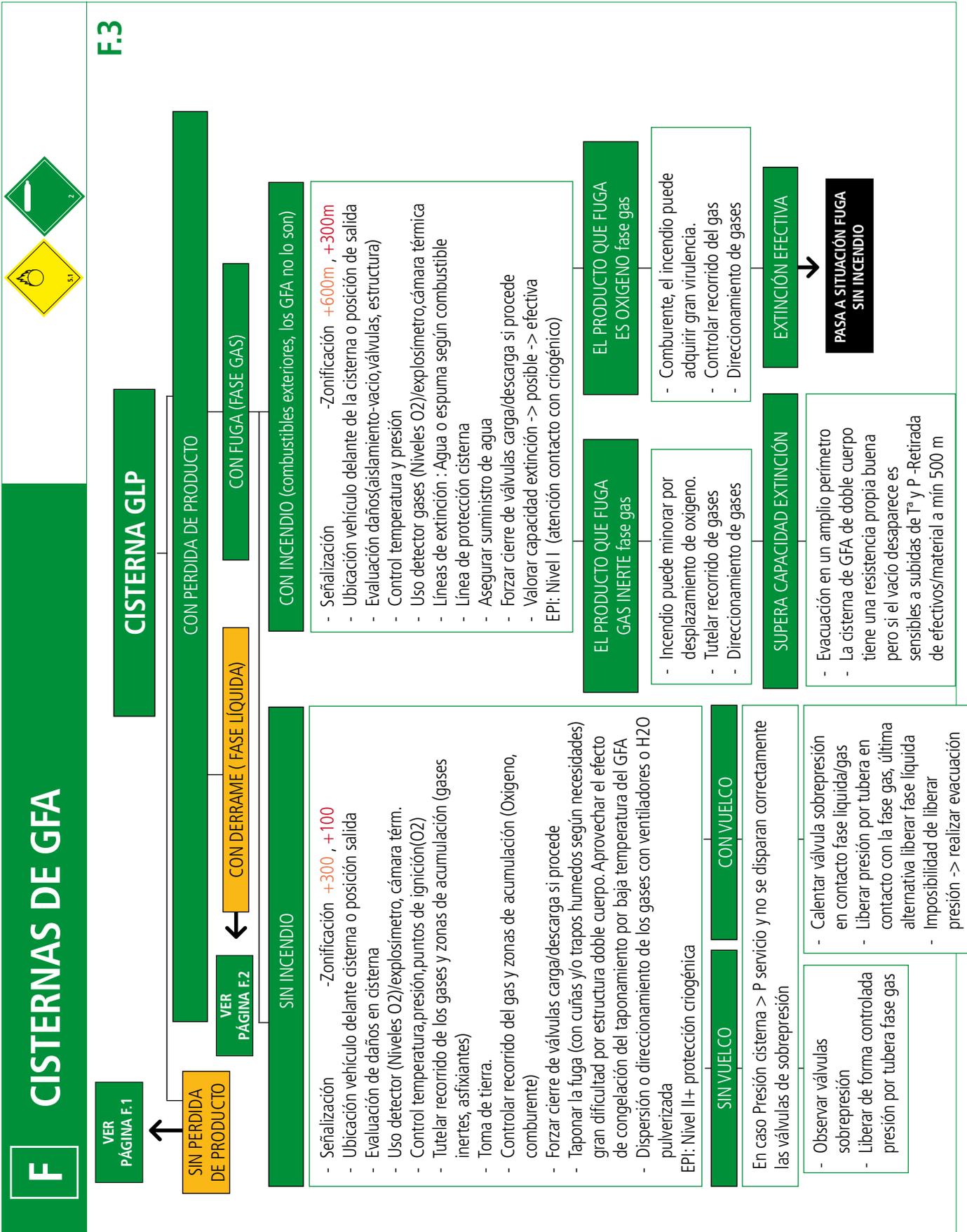
## E.3







ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



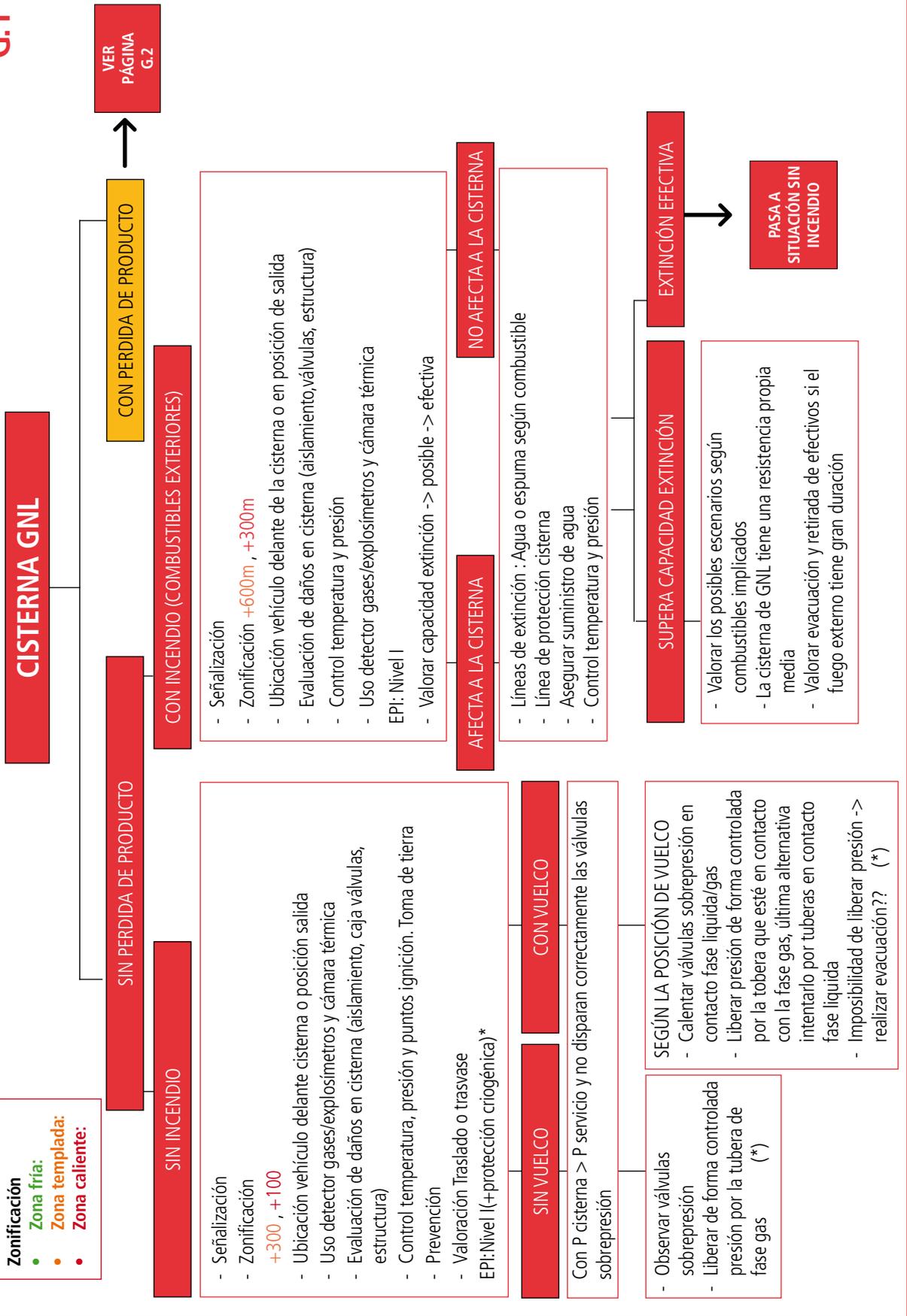


# CISTERNAS GAS NATURAL

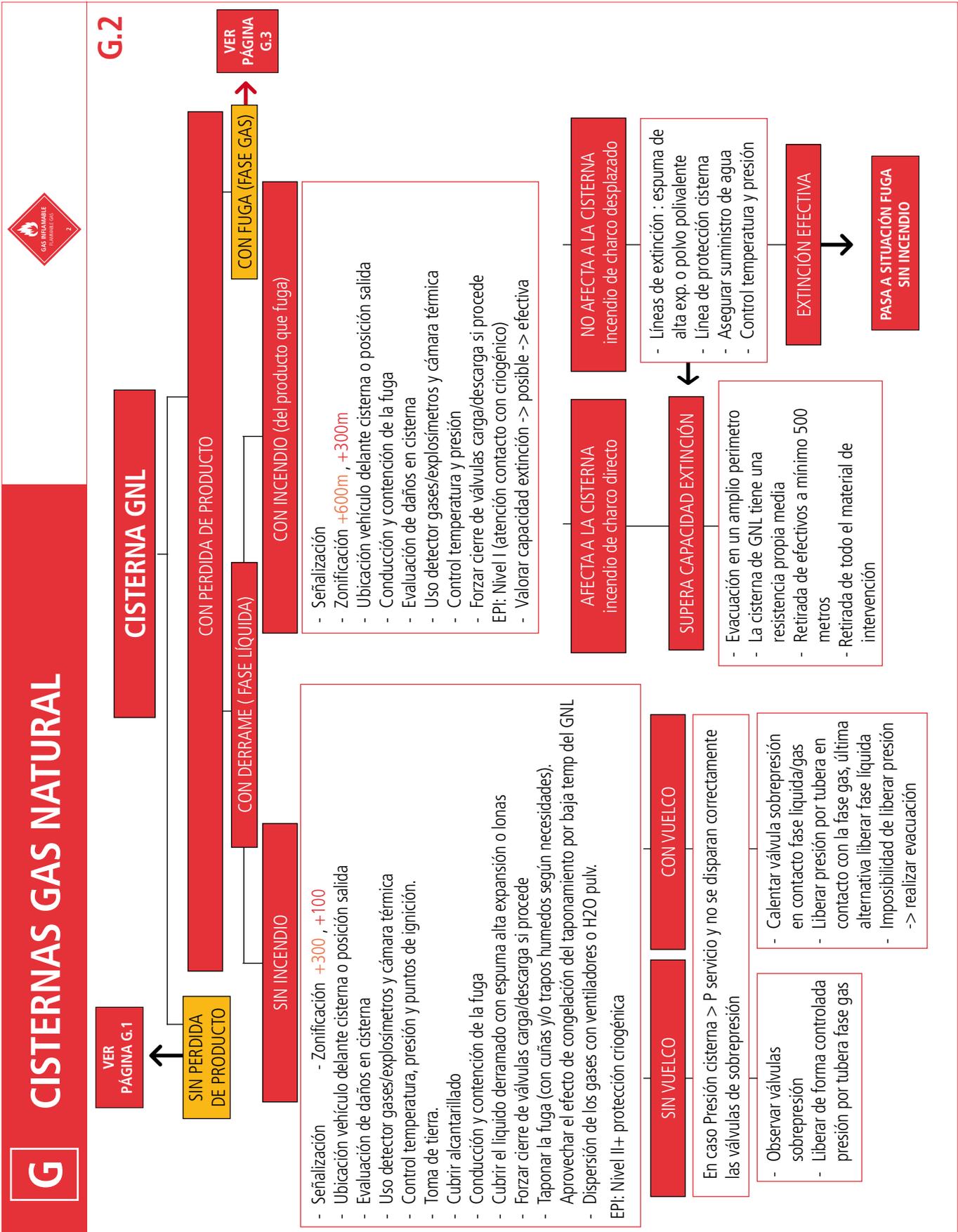
**G**

**G.1**

- Zonificación**
- Zona fría:
  - Zona templada:
  - Zona caliente:



## ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



CON FUGA (FASE GAS)

VER PÁGINA G.3

NO AFECTA A LA CISTERNA  
incendio de charco desplazado

- Líneas de extinción : espuma de alta exp. o polvo polivalente
- Línea de protección cisterna
- Asegurar suministro de agua
- Control temperatura y presión

EXTINCIÓN EFECTIVA

PASA A SITUACIÓN FUGA SIN INCENDIO

AFECTA A LA CISTERNA  
incendio de charco directo

SUPERAR CAPACIDAD EXTINCIÓN

- Evacuación en un amplio perímetro
- La cisterna de GNL tiene una resistencia propia media
- Retirada de efectivos a mínimo 500 metros
- Retirada de todo el material de intervención

CON VUELCO

En caso Presión cisterna > P servicio y no se disparan correctamente las válvulas de sobrepresión

- Observar válvulas sobrepresión
- Liberar de forma controlada presión por tubería fase gas

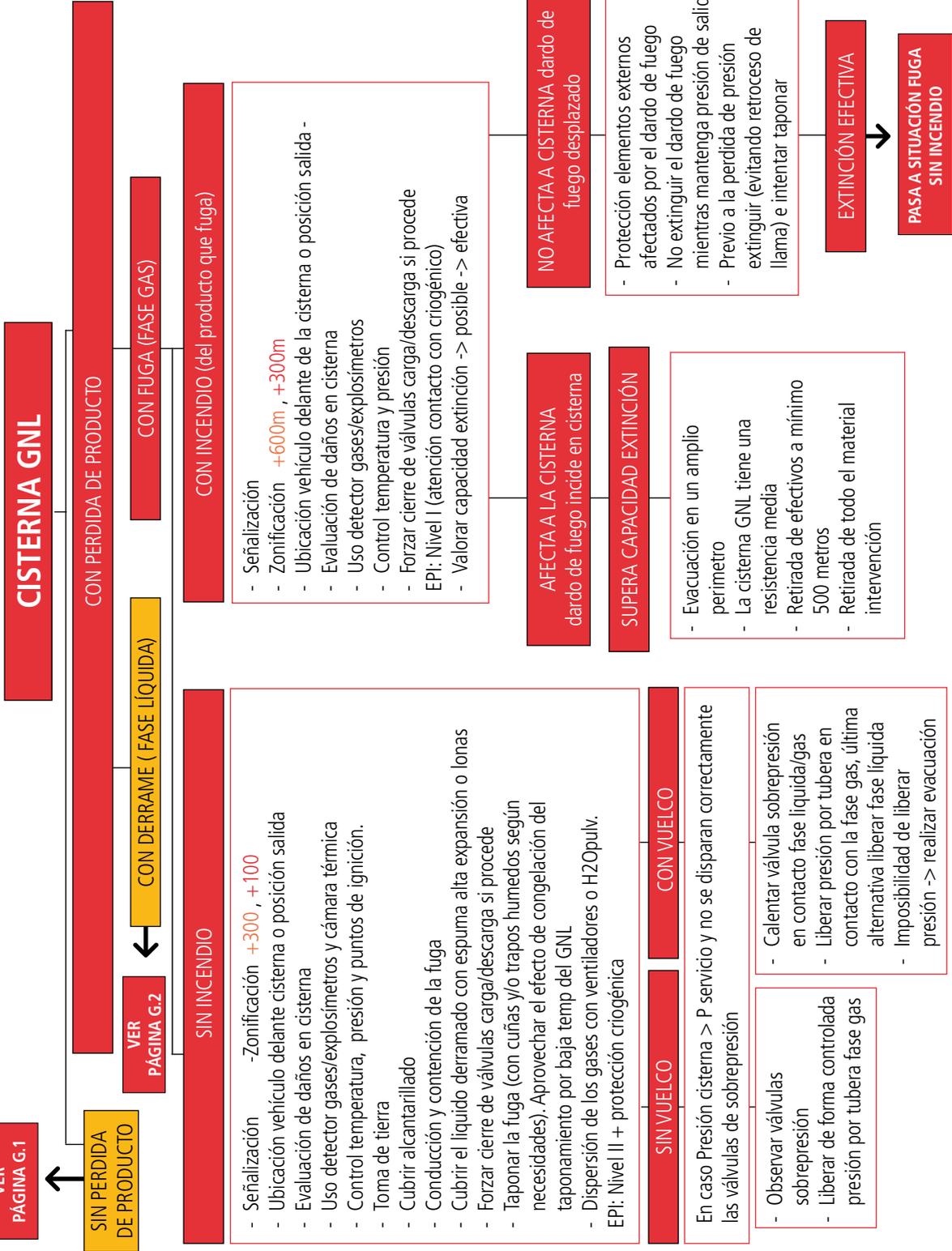
CON VUELCO

- Calentar válvula sobrepresión en contacto fase líquida/gas
- Liberar presión por tubería en contacto con la fase gas, última alternativa liberar fase líquida
- Imposibilidad de liberar presión -> realizar evacuación

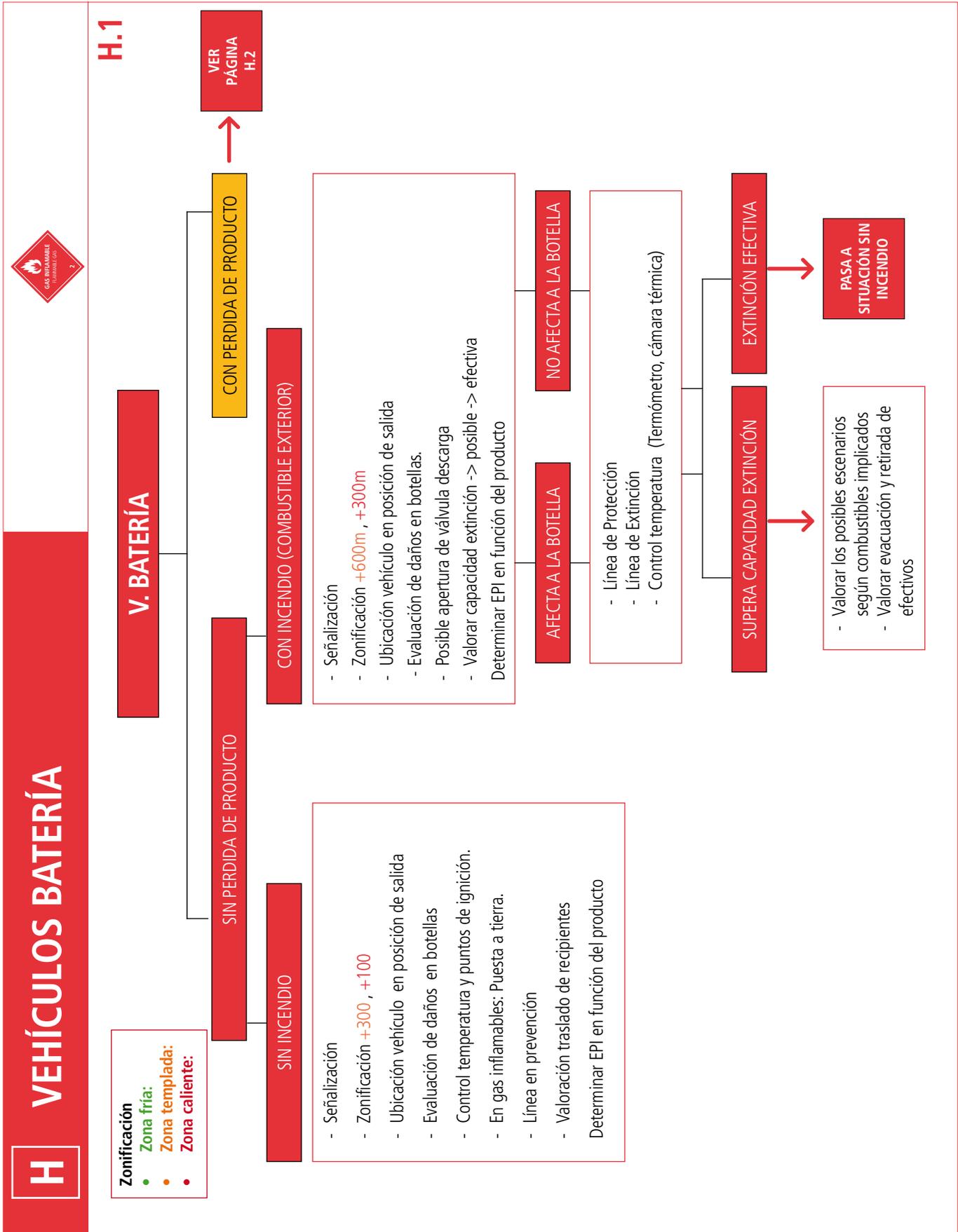


# G CISTERNAS GAS NATURAL

## G.3



## ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN

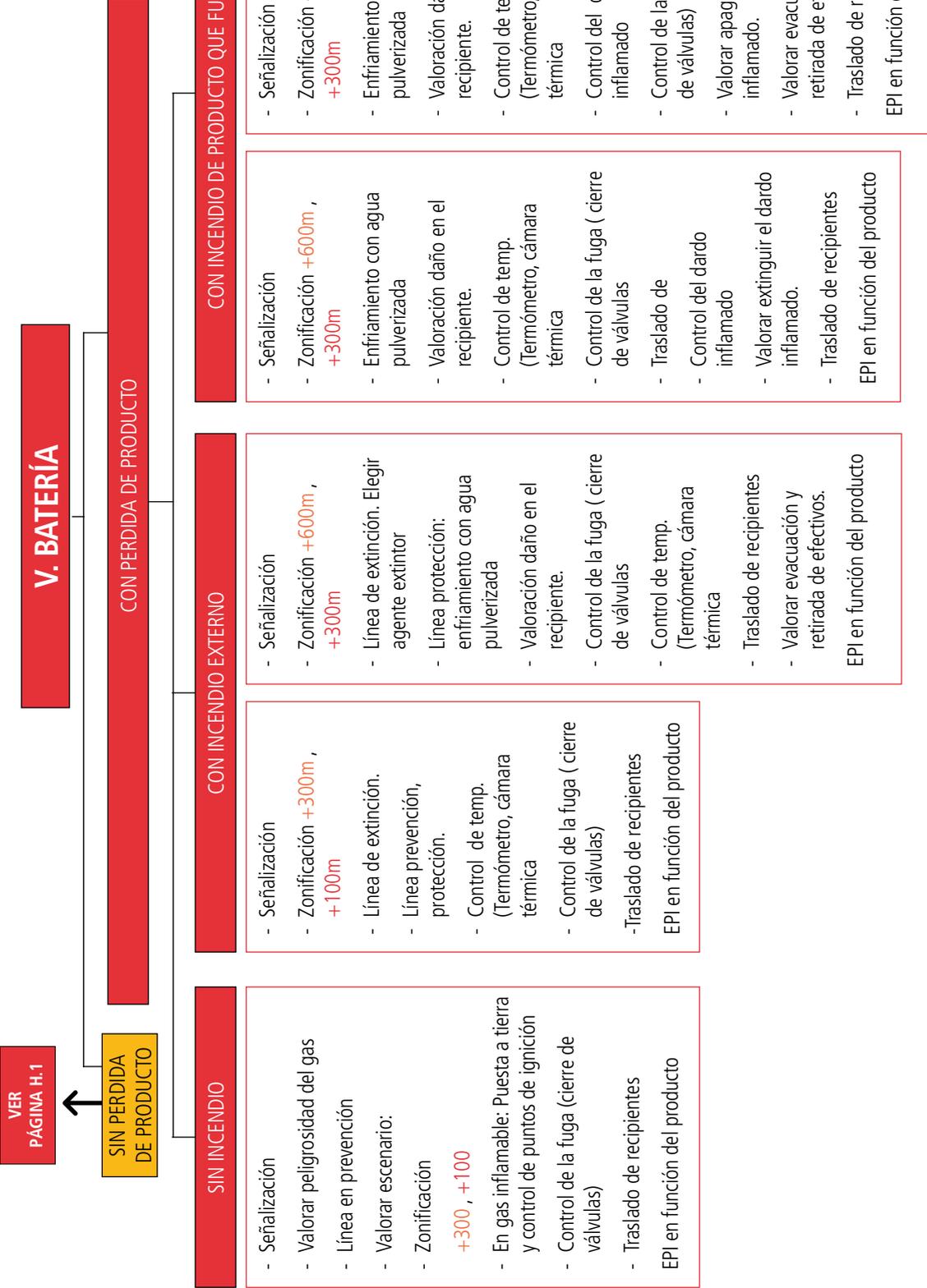


**H**

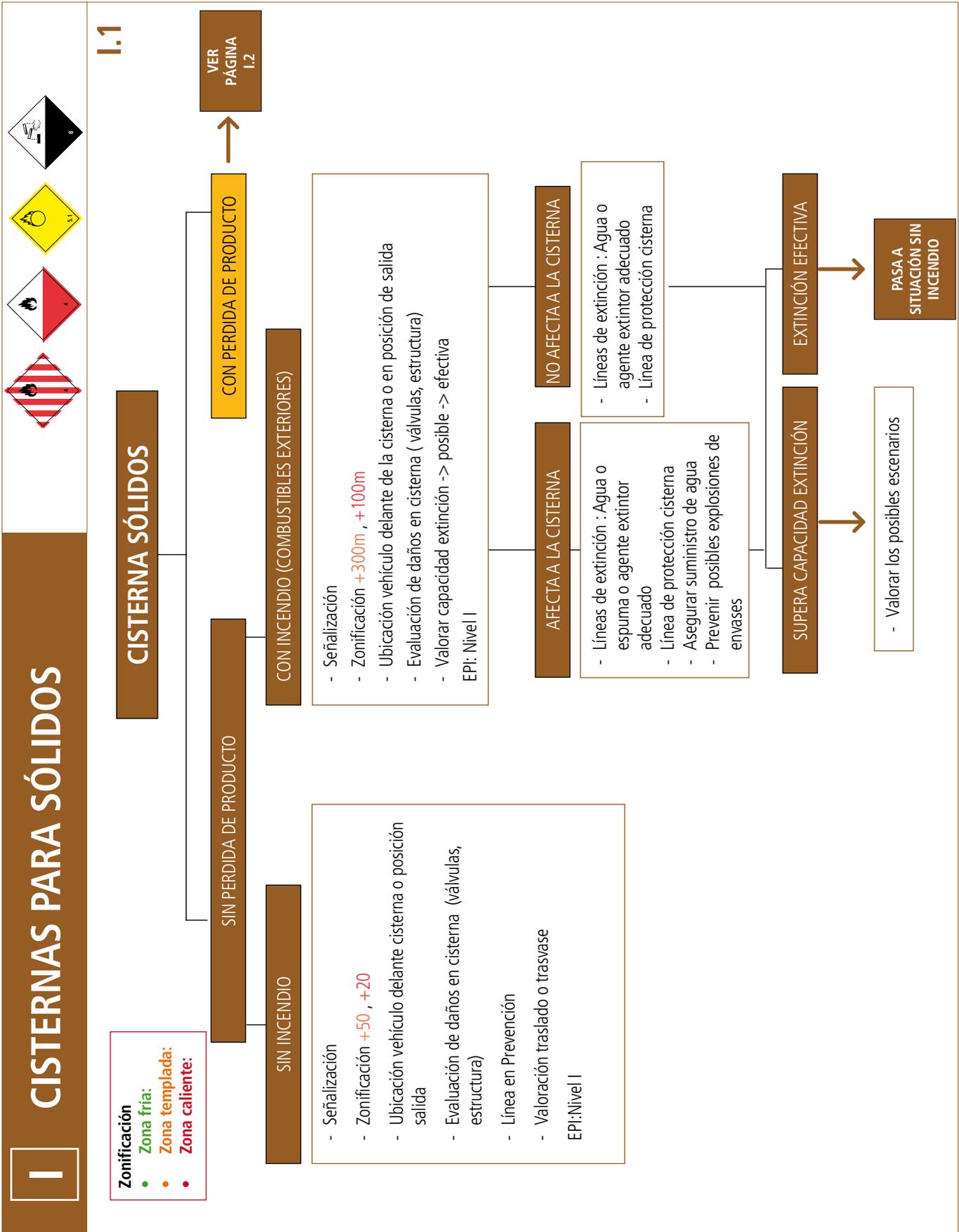
**VEHÍCULOS BATERÍA**



**H.2**

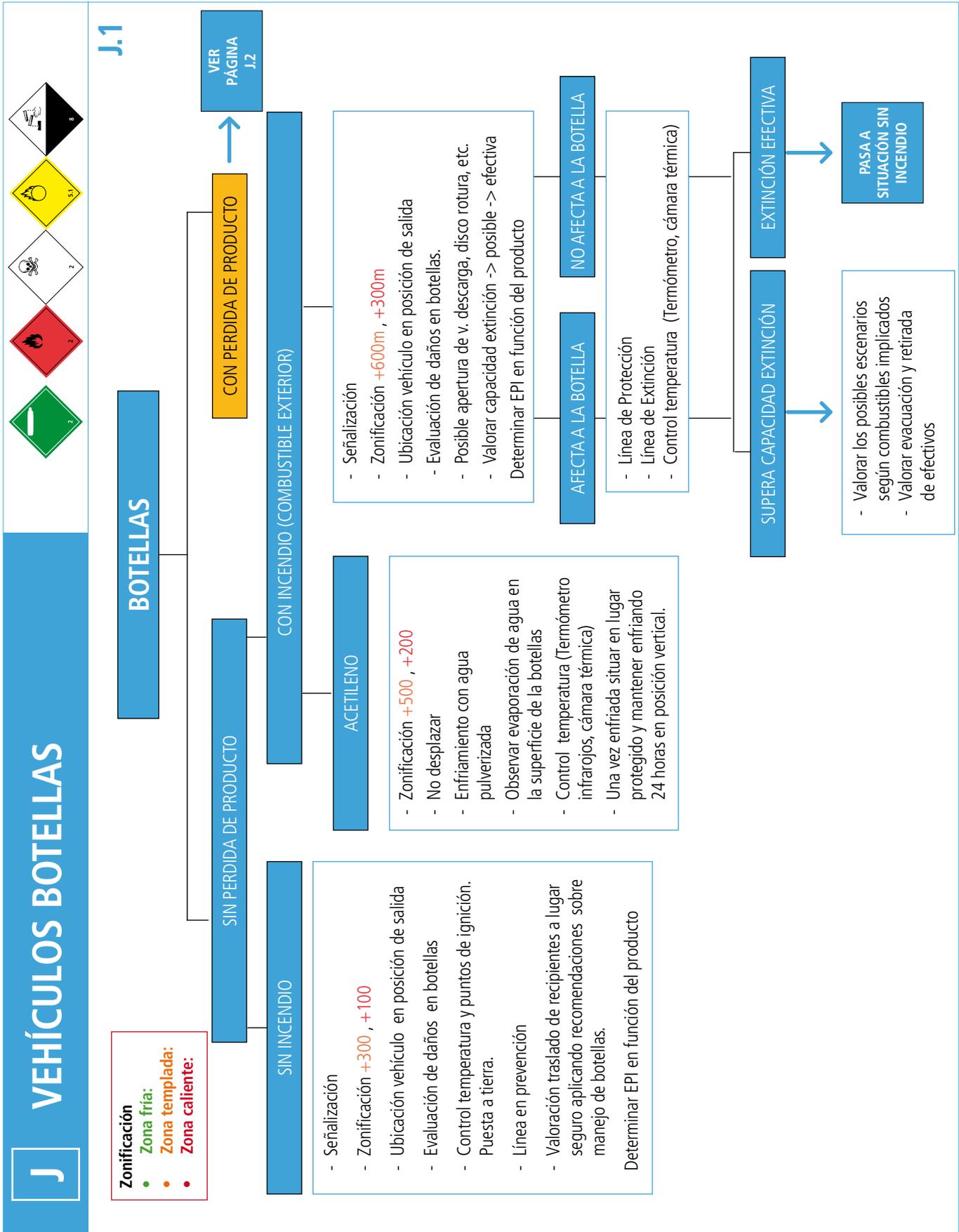


## ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN

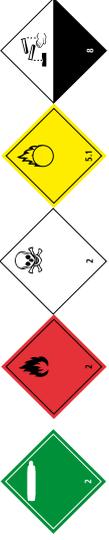




## ANEXO 03 FICHAS DE INTERVENCIÓN



# J VEHÍCULOS BOTELLAS



J.2

VER PÁGINA J.1

## BOTELLAS

SIN PERDIDA DE PRODUCTO

CON PERDIDA DE PRODUCTO

### SIN INCENDIO

- Señalización
  - Valorar peligrosidad de gas (tóxico, inflamable..)
  - Línea en prevención
  - Valorar escenario:
  - Zonificación **+300** , **+100**
  - Puesta a tierra y control de puntos de ignición
  - Control de la fuga
  - Traslado de recipientes a lugar seguro aplicando recomendaciones sobre manejo de botellas.
- EPI en función del producto

### CON INCENDIO EXTERNO

#### NO AFECTA LA BOTELLA

- Señalización
  - Zonificación **+600m** , **+300m**
  - Línea de extinción
  - Línea prevención: enfriamiento con agua pulverizada
  - Valoración daño en el recipiente.
  - Control de temp.
  - Control de disparo del disco de rotura
  - Traslado a lugar seguro aplicando recomendaciones sobre manejo de botellas.
  - Valorar evacuación y retirada de efectivos.
- EPI en función del producto

#### AFECTA A LA BOTELLA

- Señalización
  - Zonificación **+600m** , **+300m**
  - Línea de extinción
  - Línea prevención: enfriamiento con agua pulverizada
  - Valoración daño en el recipiente.
  - Control de temp.
  - Control de disparo del disco de rotura
  - Traslado a lugar seguro aplicando recomendaciones sobre manejo de botellas.
  - Valorar evacuación y retirada de efectivos.
- EPI en función del producto

### CON INCENDIO DE PRODUCTO QUE FUGA

#### NO AFECTA A OTRA BOTELLA

- Señalización
  - Zonificación **+600m** , **+300m**
  - Enfriamiento con agua pulverizada
  - Valoración daño en el recipiente.
  - Control de temp.
  - Control del dardo inflamado ( fuga por válvula o por disco de rotura)
  - Valorar apagar el dardo inflamado.
  - Traslado a lugar seguro aplicando recomendaciones sobre manejo de botellas.
  - Valorar evacuación y retirada de efectivos.
- EPI en función del producto

#### AFECTA A OTRA BOTELLA

- Señalización
  - Zonificación **+600m** , **+300m**
  - Enfriamiento con agua pulverizada
  - Valoración daño en el recipiente.
  - Control de temp.
  - Control del dardo inflamado ( fuga por válvula o por disco de rotura)
  - Valorar apagar el dardo inflamado.
  - Traslado a lugar seguro aplicando recomendaciones sobre manejo de botellas.
  - Valorar evacuación y retirada de efectivos.
- EPI en función del producto







## **Anexo 04**

Principios básicos del  
levantamiento de cisternas

ANEXO 04 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS

#### 4.1. PUNTOS DE ANCLAJE

Los puntos de anclaje para las cinchas serán los puntos de mayor resistencia, asociados al chasis, en concreto:

- Uniones de los ejes del semi-remolque a la cisterna (en las cisternas de líquidos, junto a las costillas de la cisterna).



- Unión de las patas del semi-remolque a la cisterna (en las cisternas de líquidos, junto a la costilla de la cisterna).



- Unión del "King-pin" del semi-remolque a la cisterna.

#### 4.2. MANIOBRAS BÁSICAS DE LEVANTAMIENTO.

Se necesita un mínimo de 2 grúas para ejecutar el levantamiento de una cisterna volcada.

Ambas grúas tienen que ser de una capacidad mínima de carga de 100 Tn. Si son de menor capacidad, no podrán trabajar con tanta proyección de pluma, por lo que el emplazamiento para ambas grúas tendrá que ser óptimo y muy próximo a la cisterna accidentada.

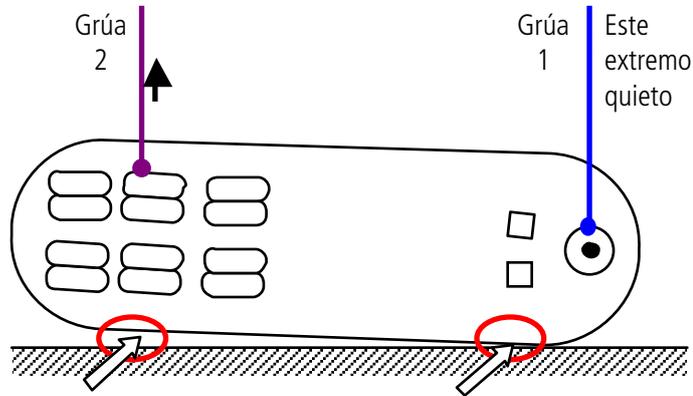
Que la tractora esté unida al semi-remolque no impide ni dificulta en exceso el levantamiento del conjunto. Aun así, si es posible, se accionará la quinta rueda para liberar el "king pin" y separar la tractora.

Los métodos más habituales, aunque no los únicos, son:

##### 4.2.1. Grúas por costados.

- Cada grúa opera sobre un costado diferente.
- Una grúa estira, forzando el giro de la cisterna.
- La otra cisterna retiene la caída (abalanzada) del giro.

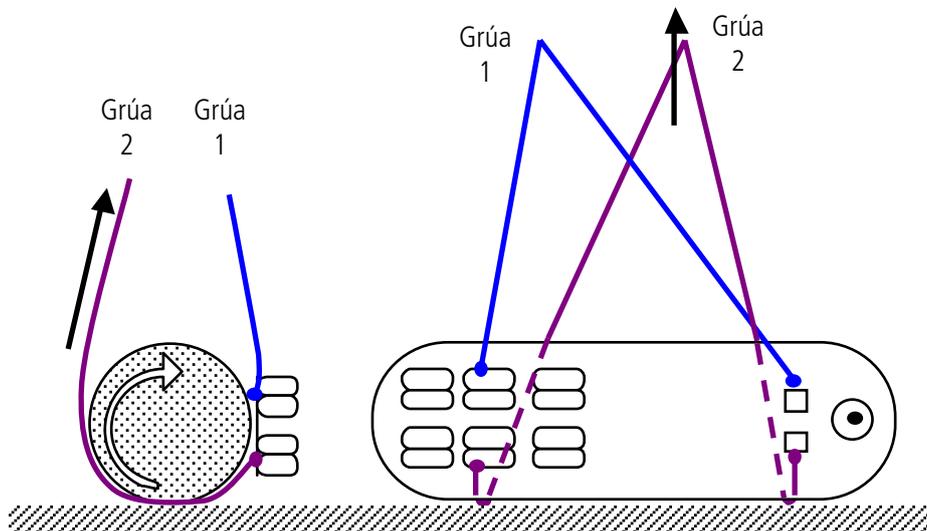
Se requiere pasar 2 cinchas por debajo de la cisterna: Si el suelo es llano, será necesario levantar mínimamente la cisterna para dejar sitio al paso de las cinchas. Una grúa tensa y mantiene sujeto (quieto) un extremo de la cisterna, mientras la otra grúa sube unos centímetros el otro extremo.



Alternativamente puede levantarse la cisterna con la ayuda de cojines neumáticos y cuñas. En caso de cisternas de líquidos: situados bajo puntos fuertes de la cisterna (costilla de la cisterna, o bien, las soldaduras de los mamparos rompeolas o compartimentadores).



Una vez pasadas las cinchas, se sujetan en los puntos de anclaje (apartado 2) y se realiza la siguiente maniobra:



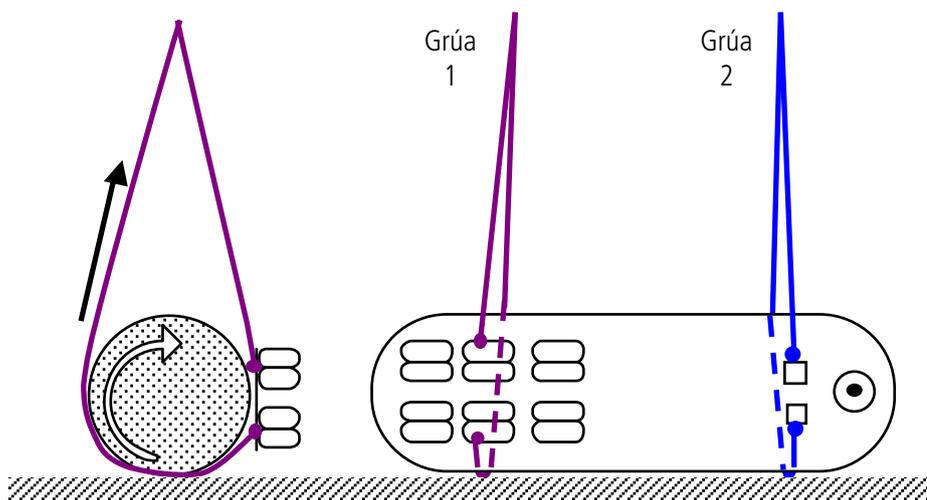
ANEXO 04 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS



4.2.2. Grúas por extremos.

- Cada grúa opera sobre un fondo (extremo) diferente.
- Cada grúa combina el estiramiento y la retención.

Al igual que en la maniobra anterior, se requiere pasar 2 cinchas por debajo de la cisterna. Se procede de la misma forma para pasarlas.





ANEXO 04 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEVANTAMIENTO DE CISTERNAS

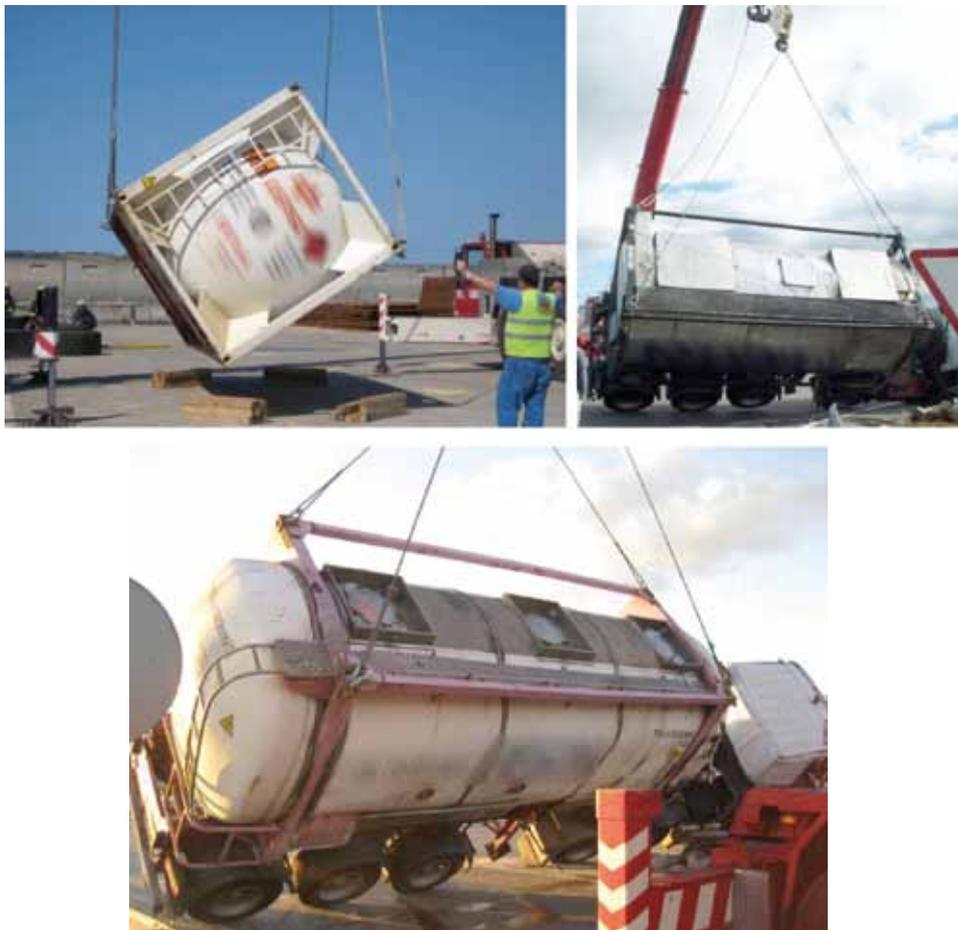
4.2.3. Por bocas de hombre (cisternas vacías).

Si la cisterna está vacía, la maniobra más sencilla es que la grúa estire de cables de acero, que están unidos a unas barras que se introducen por las bocas de hombre.



4.3. LEVANTAMIENTO DE CONTENEDORES CISTERNA.

Si el contenedor cisterna no está dañado en su bastidor y en las uniones entre éste y la cisterna, no será necesario vaciarlo para proceder a su levantamiento en caso de vuelco.









## **Anexo 05**

Intervención y trasvase de  
cisternas de líquidos químicos

**ANEXO 05** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

**5.1. Cisternas de líquidos químicos. Características generales.**

5.1.1. Algunos ejemplos de líquidos químicos:

	Nombre	Sinónimos	Núm. ONU	Núm. Peligro
<b>Inflamables (no carburantes)</b>	Alquitrán líquido		1999	99
	Pentano. Isopentano		1265	33
	Etolol	Alcohol etílico	1170	33
	Metanol	Alcohol metílico	1230	336
	Propanol	Alcohol propílico	1274	33
	Formol	Formaldehido	1198	338
	Benceno		1114	33
	Tolueno		1294	33
	Xileno		1307	30
	Estireno	Vinilbenceno	2055	39
<b>Corrosivos (ácidos)</b>	Ácido acético	Ácido de vinagre	2789	83
	Ácido clorhídrico	Ácido muriático Sulfumán	1789	88
	Ácido fórmico		1779	80
	Ácido nítrico	Aguafuerte	2031	88
	Ácido sulfúrico	Aceite de vitriolo	1830	80
<b>Corrosivos (bases)</b>	Hidróxido sódico en solución	Sosa cáustica	1824	88
	Hipoclorito sódico	Lejía	1791	80

Los carburantes no se incluyen dentro de la denominación de "líquidos químicos". La gasolina y el gasoil se transportan en un tipo de cisterna diferente.

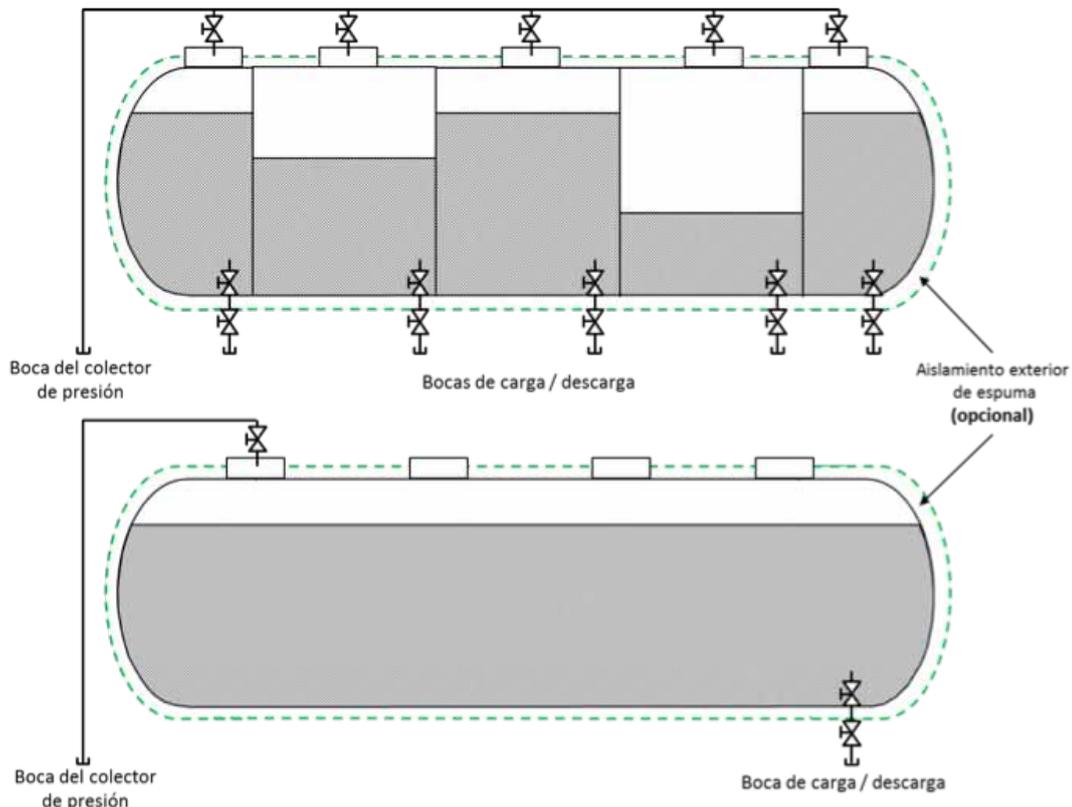
5.1.2. Características principales de las cisternas que transportan líquidos químicos:

- No están presurizadas: la presión interior del depósito durante el transporte es la atmosférica. En muchos casos, se vacían por presión de aire, por lo que están preparadas para soportar bajas presiones. Máxima presión de servicio = 2 bar.
- El depósito tiene:
  - Sección transversal circular
  - Sección longitudinal recta o en cuello de cisne.
- Virolas: Pueden ser de acero al carbono (3 - 4 mm grosor) o de aluminio (4,7 - 5,2 mm grosor).
- El volumen del depósito varía según la cisterna. Las mayores pueden llegar a tener un volumen total de 40m<sup>3</sup>.
- El coeficiente de llenado máximo es del 96%.
- Pueden estar o no compartimentadas. Si lo están, se puede distinguir porque:
  - En un lateral del depósito disponen de tantos soportes de panel naranja (de identificación del producto y peligro), tantos como compartimentos.
  - Se observan varias salidas de descarga del depósito, tantas como compartimentos.
- En el lomo superior, dispone de diversas bocas de hombre:

- En depósitos compartimentados, puede corresponder una o más por cada compartimento.
- En depósitos mono cuba, corresponde una por cada espacio entre mamparos rompeolas.
- Las bocas de hombre, tienen tapa de apertura rápida, normalmente de palomilla, y están dentro de cubetas. En algunas ocasiones, hay una única cubeta corrida común para todas las bocas de hombre, en vez de una cubeta por cada boca de hombre.
- Conducciones de carga/descarga:
  - Si el depósito no es compartimentado, acostumbra a tener un único conducto que entra al depósito por su cota inferior, junto al fondo posterior.
  - Si el depósito es compartimentado, tiene tantos conductos como compartimentos hay, que entran a cada compartimento por su cota inferior. Estos conductos pueden ser independientes los unos de los otros, o estar unidos a un colector común.
- Pueden estar calorifugadas (aisladas térmicamente) exteriormente, especialmente aquellas que se utilizan para el transporte de:
  - líquidos calientes (alquitrán, fueloil, ...)
  - líquidos inestables ante incrementos de temperatura (estireno, ...)
  - líquidos muy volátiles (metanol, ...).

En muchas ocasiones, cisternas calorifugadas transportan productos que no necesitan de tal aislamiento térmico, pero obedece únicamente a razones de disponibilidad o logística del transportista.

- Esquema básico (versiones compartimentada y monocuba):



ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

- Las cisternas calorifugadas pueden incorporar un serpentín entre el calorifugado y el depósito (exteriormente a él). Previamente a la descarga de una cisterna que transporta líquidos viscosos calientes, y para aumentar su fluidez durante la descarga, se introduce vapor de agua a elevada temperatura en el serpentín, calentándose el producto hasta la temperatura óptima de descarga.
- Las cisternas de líquidos químicos acostumbran a descargarse por presión de aire comprimido, introducido al compartimento a descargar a través del colector de presión.
- Cada compartimento tiene 1 conducto de descarga (fase líquida). No existe conducto de fase gas, ya que no hay tal fase gas, sino una mezcla de vapores y aire, todo ello a presión atmosférica.
- Las bocas de carga/descarga y las válvulas de corte están en un lateral inferior o en el fondo posterior (especialmente en cisternas monocasco).
- Cada compartimento tiene su válvula de fondo, que puede ser de accionamiento manual, neumático o hidráulico.

Características añadidas de las cisternas de líquidos corrosivos:

- El depósito, conductos y válvulas de las cisternas que transportan estos productos tienen que resistir la corrosión. Los materiales empleados, en función del producto, son:
  - acero inoxidable.
  - acero al carbono o inoxidable con recubrimiento interior de goma (ebonitado).
  - poliéster.
- Las cisternas con depósito de poliéster son las más vulnerables en caso de accidente, al ser un material muy frágil. No se utilizan mucho, pero su uso está autorizado por el ADR.

## 5.2. Introducción al trasvase de cisternas de líquidos químicos.

Normalmente el trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- Es necesario levantar una cisterna volcada, y por el riesgo existente se cree conveniente intentar reducir tanto como se pueda la cantidad (peso) dentro de ella.
- La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente desaconseja arrastrarla o transportarla sobre una góndola, en condiciones seguras.

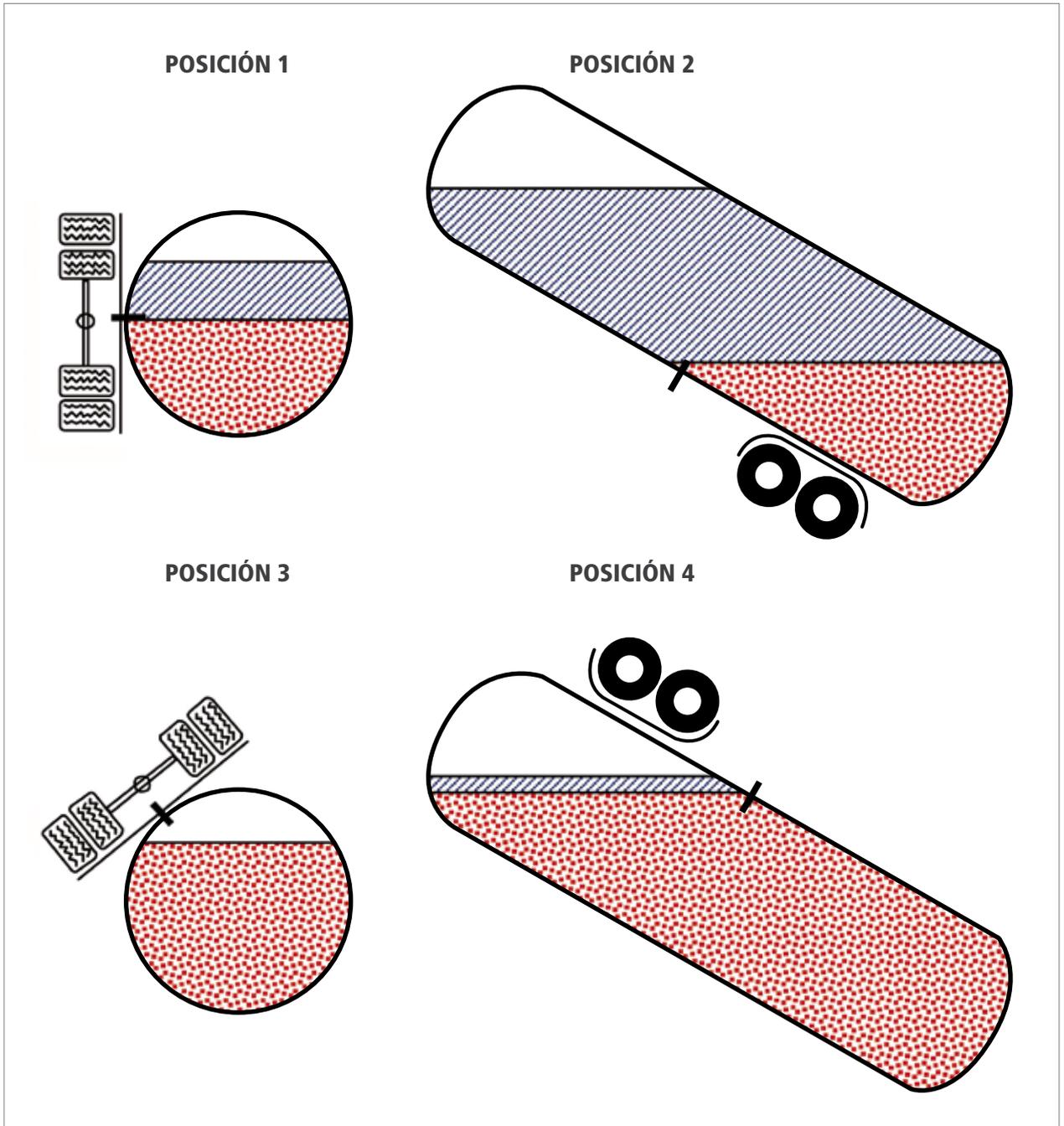
El trasvase de cisternas de líquidos químicos es siempre aconsejable en caso de vuelco, pues la resistencia mecánica del depósito no es elevada (porque no tiene que soportar presiones elevadas), y puede resquebrajarse al girar y levantar el vehículo cisterna con las grúas.

Si el trasiego de una cisterna volcada fuese muy difícil de realizar y se observa que el depósito se mantiene en buenas condiciones, sin deformaciones importantes, se podría intentar su levantamiento, asegurando (entre otras medidas) que se usan eslingas de lona y no cable de acero, y que se colocan tan cerca como sea posible de costillas del depósito.

El trasvase tiene que realizarlo el transportista o el equipo de intervención en quien delegue. Aun así, los bomberos tenemos que poseer el conocimiento necesario para evaluar, dar el visto bueno y coordinar las maniobras que el equipo de intervención del transportista quiera llevar a cabo. Las maniobras podrían ser realizadas por bomberos si disponemos de los conocimientos y equipamiento específico que se requiere, pues el nivel de riesgo es limitado.

Antes de proceder al inicio del montaje de la maniobra y posterior ejecución, si el producto transportado es inflamable o combustible, se tienen que derivar a tierra ambas cisternas y el equipo de trasvase.

La posición de la cisterna accidentada nos indicará la cantidad máxima de producto que podrá extraerse por las válvulas.



-  **Vapores**
-  **Producto que se puede llegar a extraer**
-  **Producto que NO se puede llegar a extraer**

**ANEXO 05** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

De la observación de los esquemas se puede deducir:

- Si hay vuelco de 90° (posición 1) la cantidad de producto que se puede extraer es poca.
- Si el vuelco es de más de 90° (posiciones 3 y 4), la cantidad de producto que puede extraerse es nula o tan poca, respectivamente, que no tiene sentido plantear un trasvase.

### 5.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

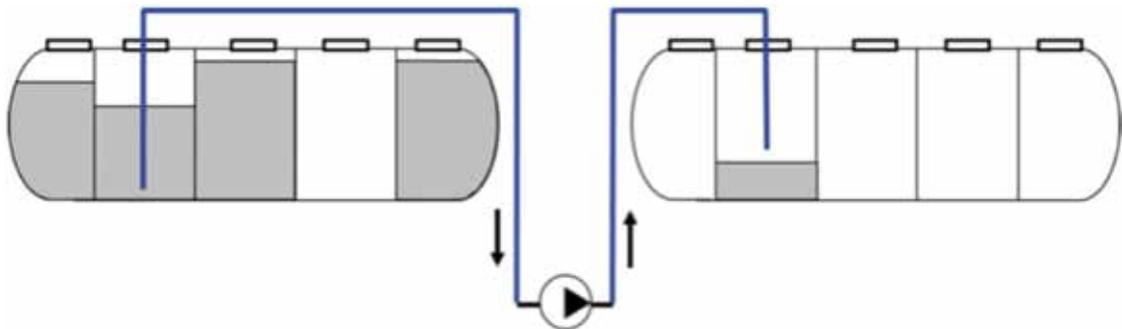
- Trasvase con bomba
- Trasvase con compresor
- Trasvase por gravedad

A continuación se describen, y se especifica si son válidos en caso de que la cisterna accidentada se encuentre volcada.

#### 5.3.1. Trasvase con bomba.

Es el sistema de trasvase más habitual en accidente. Se pueden plantear 3 montajes:

#### MONTAJE 1



Si la peligrosidad del producto transportado no lo impide, éste es el montaje más sencillo: se aspira de la boca de hombre de la cisterna accidentada y se impulsa a la boca de hombre de la cisterna receptora.

Ventajas:

- No se tiene que manipular ninguna válvula.
- No hay problema de depresión en la cisterna accidentada ni de sobrepresión en la receptora, porque las bocas de hombre en ambas cisternas están abiertas.

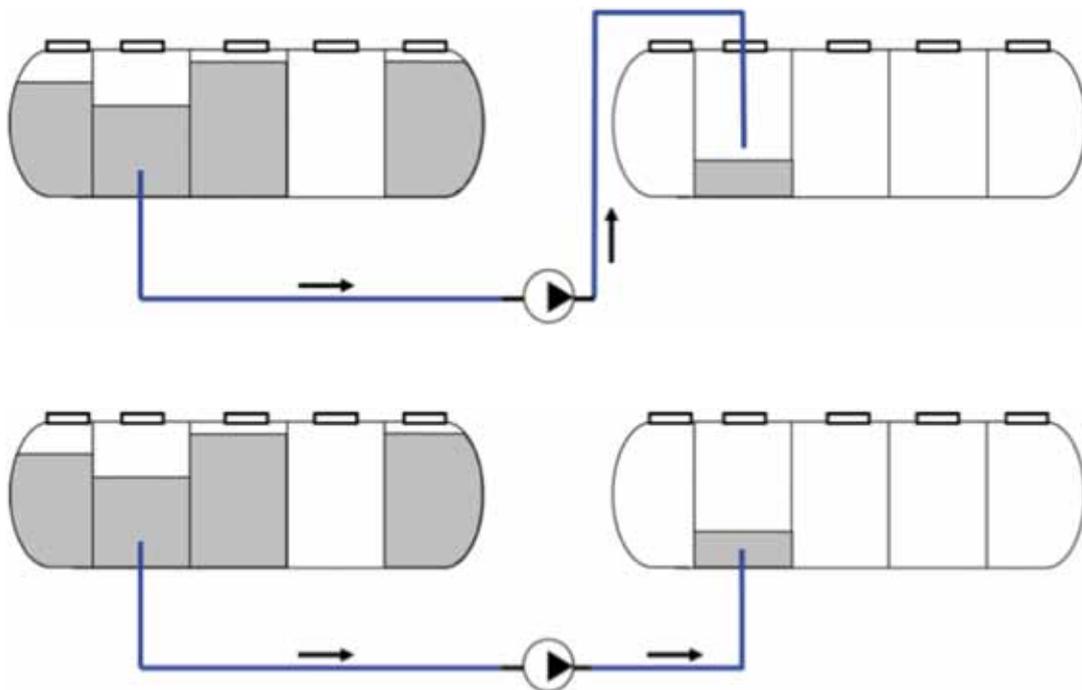
Desventaja:

- La bomba tiene que ser autocebante (neumática de diafragma, peristáltica,...). Una bomba centrífuga sin mecanismo de cebado no funcionará.
- Los mangotes tienen que estar atados a la boca de hombre para que no se salgan y caigan con la vibración de la bomba.
- Los vapores del líquido pueden salir libremente por la boca de hombre



### MONTAJES 2 y 3

Si alguna razón desaconseja aspirar por la boca de hombre de la cisterna accidentada, la alternativa es hacerlo por el conducto de carga/descarga y se impulsa hacia la boca de hombre de la cisterna receptora (montaje 2) o hacia el conducto de carga/descarga (montaje 3).



En estos montajes, se tiene que manipular las válvulas de fondo y de corte de la cisterna accidentada y, para el montaje 3, también las de la cisterna receptora.

No se necesita que la bomba sea autocebante, porque la instalación hasta la bomba en general está en carga.

La boca hombre del compartimento que se está vaciando, así como la del compartimento receptor, tienen que estar abiertas para evitar depresión y sobrepresión respectivamente.

ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

Ejemplo montaje 2:



Ejemplo montaje 3:

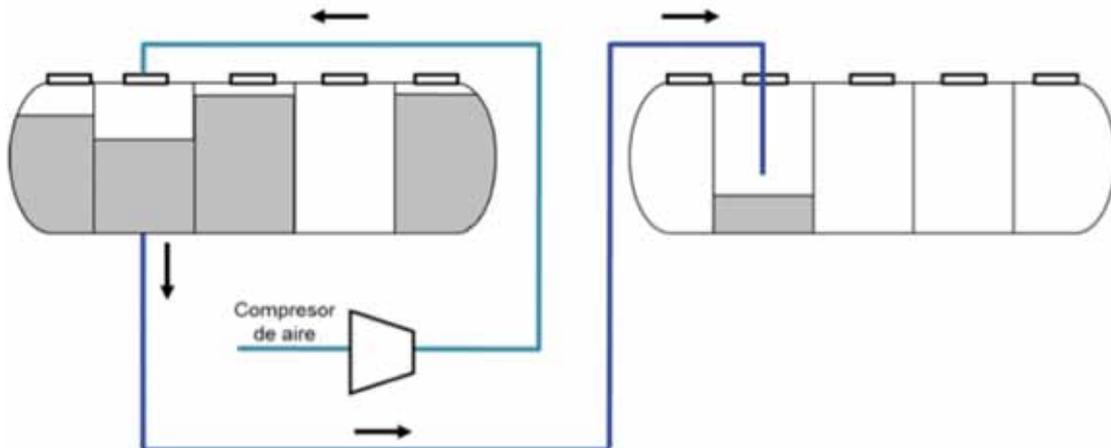


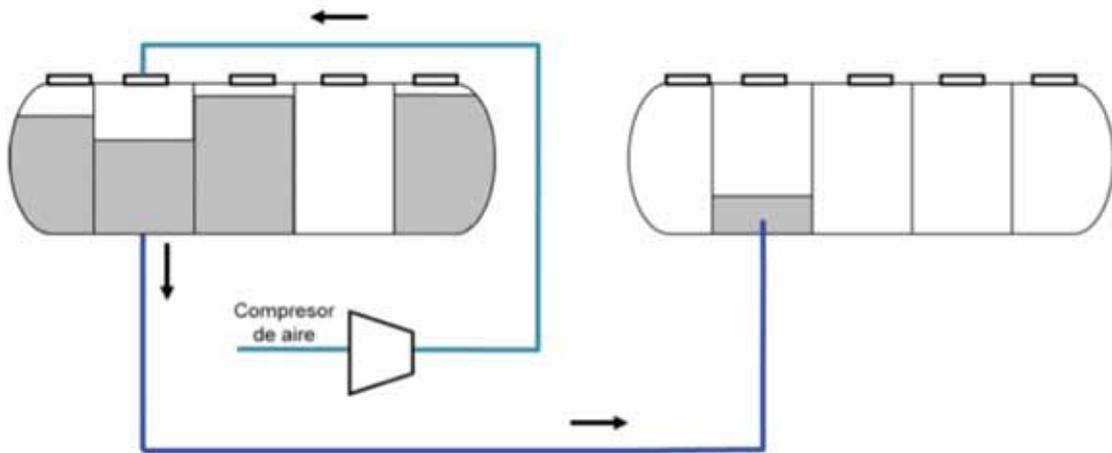
Ejemplo montaje 3:



5.3.2. Traspase con compresor.

Es el sistema habitual de descarga de las cisternas en planta, pero no lo es tanto para el trasvase en caso de accidente, pero es el más indicado cuando la cisterna está volcada, como se explica en el apartado correspondiente al trasvase de cisternas volcadas.





Este sistema de trasvase requiere que el depósito de la cisterna accidentada esté en buenas condiciones, porque en caso contrario, aumentando la presión en su interior podríamos romperlo.

Se introduce el aire comprimido al compartimento que queremos vaciar a través del colector de presión. La presión no tiene que ser elevada, desde algo menos de 1 bar hasta un máximo de 2 bar (si el depósito está en perfectas condiciones), que es la presión de servicio de las cisternas de líquidos químicos.

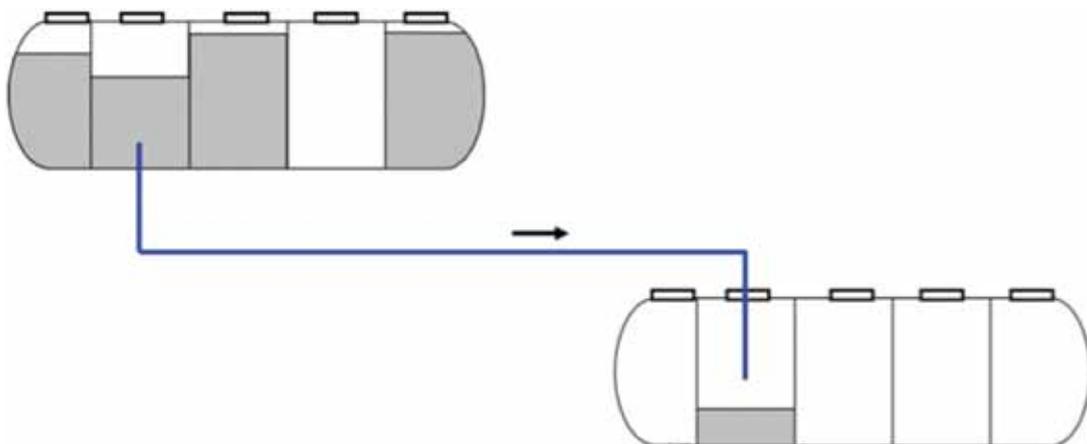


Colector de presión

El líquido se extrae por el conducto de carga/descarga y se impulsa a la boca de hombre de la cisterna receptora, o al conducto de carga/descarga (en este caso se tiene que dejar la boca de hombre abierta para que no aumente la presión de aire en el compartimento).

### 5.3.3. Trasvase por gravedad.

Es el sistema más sencillo, pero es difícil que se dé la circunstancia de que la cisterna accidentada esté junto a un corte en el terreno, que permita situar la cisterna receptora unos pocos metros en una cota inferior.



La boca de hombre de la cisterna accidentada tiene que permanecer abierta para que no se produzca el vacío en su interior.

ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

5.4. Trasvase de una cisterna volcada.

Las cisternas de líquidos químicos no tienen válvulas antidepresión, a diferencia de las de carburantes. Si la cisterna está volcada, a medida que extraemos el producto generaremos vacío en el interior del depósito, pues no hay manera de que entre el aire en su interior, e imposibilitará el trasvase.

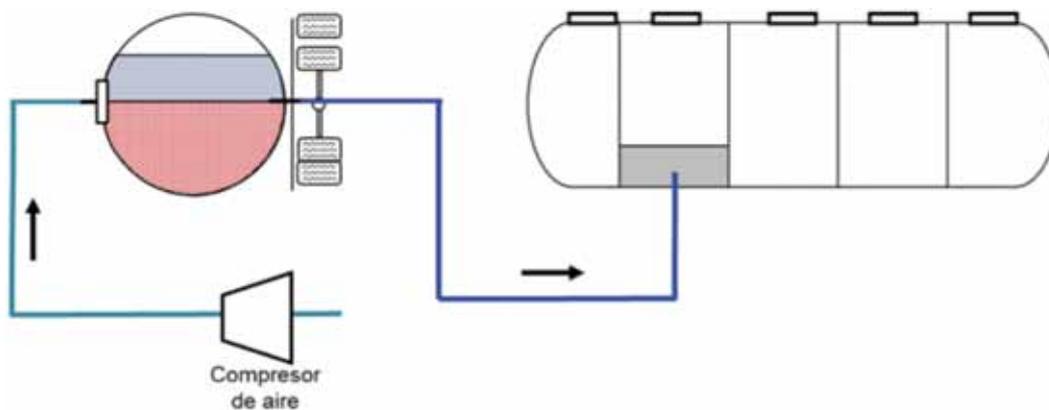
Posibles soluciones para evitarlo:

- a) Trasvasar con presión de aire (empujar el producto en vez de aspirarlo).
- b) Habilitar una entrada de aire («chimenea»), mediante soluciones de «fortuna» o con accesorios específicos, para que entre el aire dentro del depósito.
- c) Abrir de forma controlada la boca de hombre, conteniendo en una balsa de fortuna, cubeta o bidón, y bombear el producto desde la balsa.
- d) Practicar una abertura en el depósito (si producto no inflamable) para permitir la entrada de aire o para aspirar desde la abertura. Es un método desaconsejado por ser destructivo.

A continuación se describe cada una de ellas con más detalle.

5.4.1. Trasvase con presión de aire.

Es el mejor método para evitar la depresión en el interior del depósito. El estado del depósito tiene que garantizar una mínima resistencia ante el incremento de presión.



Ejemplo 1:



Ejemplo 1:



Ejemplo 2:

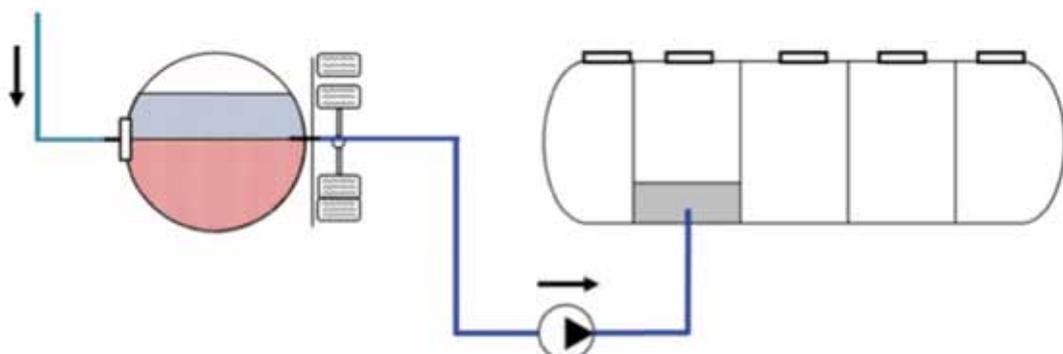


5.4.2. Habilitar una entrada de aire ("chimenea").

Se trata de evitar el vacío en el interior del depósito permitiendo la entrada de aire a través de algún conducto, mientras se aspira el producto.

No es una solución fácil pues, en general, el único conducto que puede comunicar con el interior del depósito, además del de carga/descarga que se utiliza para extraer el producto, es el de entrada del aire a presión por la boca de hombre.

La "chimenea" puede realizarse con un racor exprés de 1 pulgada (acople habitual del colector de presión) al que sigue un tubo flexible, o bien con soluciones de fortuna, como la que se observa en la fotografía inferior donde se ha utilizado el pasamanos (tubo hueco) de la barandilla quitamiedos junto con un manguito elástico que lo une a la entrada de aire:



ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS



#### 5.4.3. Apertura de la boca de hombre.

La apertura de la boca de hombre es un sistema habitual, aunque no por ello deseado, por los riesgos que entraña. Se trata de abrir de forma controlada la tapa de la boca de hombre y verter el producto en una balsa, para aspirarlo con bomba desde allí hasta la cisterna receptora. Una vez el nivel del líquido haya descendido al nivel inferior de la boca hombre dejará de verter y podremos aspirar directamente desde el interior del depósito.

Esta maniobra se realizará tantas veces como compartimentos tenga la cisterna.

Esta maniobra presenta 2 riesgos a considerar:

- La tapa no tiene que abrirse del todo, porque no es fácil mantener la apertura parcial soportando el empuje de la columna de líquido. Las palomillas permiten abrir parcialmente la tapa y evitar que se abra completamente.
- Los bomberos que manipulen y controlen la apertura de la boca de hombre acabaran, con toda seguridad, en contacto con el producto, por lo que tienen que disponer del nivel adecuado de equipamiento de autoprotección.

La forma más sencilla de recoger el vertido de producto es con una balsa de fortuna, formada por mangueras de Ø70mm enroscadas (llenas de agua o aire a presión), a manera de paredes, y una lona por encima, encajada.

Ejemplo 1:



Ejemplo 1:



Ejemplo 2:



ANEXO 05 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS QUÍMICOS

Ejemplo 2:



5.4.4. Practicar una abertura en el depósito.

Esta solución es del todo desaconsejada por ser destructiva. Además, no se puede realizar si el producto transportado es inflamable o combustible, por el riesgo que entraña.

Antes de plantear esta maniobra conviene valorar la viabilidad de cualquiera de las 3 soluciones anteriores, e incluso, valorar la posibilidad de levantar la cisterna llena, con las adecuadas precauciones.









## **Anexo 06**

Intervención y trasvase de  
cisternas de carburantes

ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

6.1. Cisternas de líquidos carburantes. Características generales.

Debido a la extensa variedad de productos y de cisternas empleadas para su transporte, vamos a tratar de simplificar y centrarnos en los tipos de cisternas más habituales y que representan el porcentaje mayor del transporte por carretera de MMPP.

6.1.1. Algunos ejemplos de líquidos carburantes:

Nombre	Sinónimos	Núm. ONU	Núm. Peligro
Gasóleo	Gasoil	1202	30
Gasolina		1203	33
Queroseno		1223	30

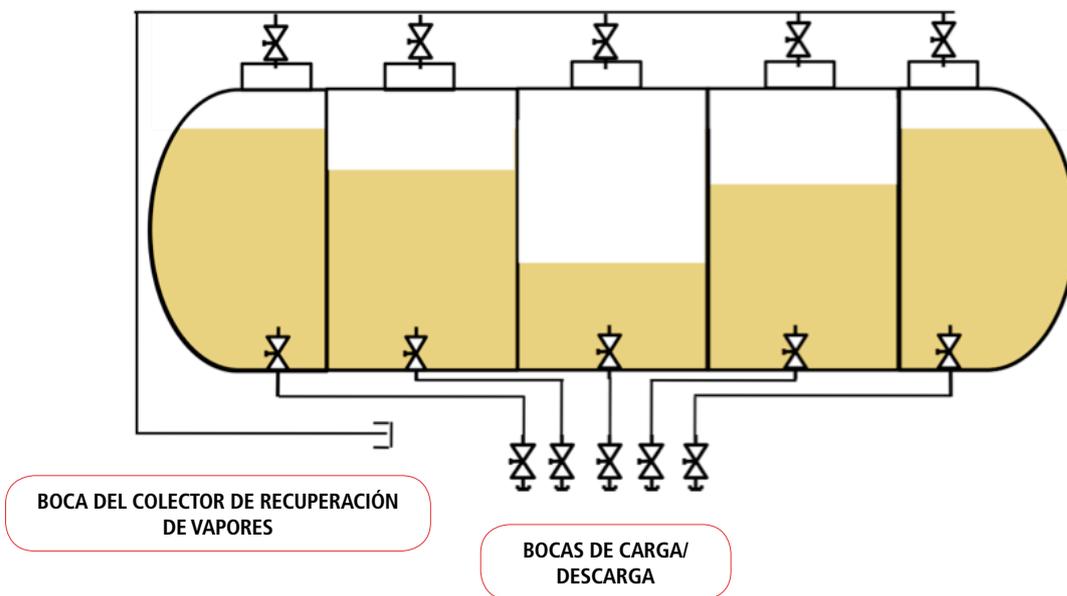


6.1.2. Características principales de las cisternas que transportan líquidos carburantes:

- Cisternas diseñadas para el transporte de hidrocarburos líquidos.
- Podemos encontrar dos tipos: las de reparto, con cisterna fija, y las de transporte primario (semirremolque).
- 1 a 6 tanques estancos pudiendo transportar más de un producto
- Las de reparto suelen ser monocuba, y las de transporte primario compartimentadas, con cuatro, cinco, o seis mamparos estancos.
- Si tiene un único depósito llevará tabiques rompeolas.
- Material de construcción, aluminio de 5 mm de espesor.
- Presión de transporte: atmosférica.
- Válvula de seguridad: sí, válvula de cinco efectos.
- Nivel de llenado: 98% gasoil, 96% gasolinas.
- Sección ovalada o circular.
- Capacidad: Las de reparto suelen variar desde los 1.500 litros hasta los 20.000. Las de transporte primario, hasta 44.000 litros.
- Material: Aleación de aluminio, de 5 mm de espesor



- No tienen aislamiento exterior
- Dispositivos seguridad: Cada compartimento dispone de una boca de hombre con una tapa en la que encontramos: una válvula de cinco efectos (vacío, sobrepresión, apagallamas y cierre en caso de vuelco), nivel electrónico, válvula de recuperación de gases, y tapón de nivel manual (éste puede encontrarse aquí o en la vertical de punto más bajo del compartimento).
- Dispositivos control: Dispositivo electrónico de control de llenado, situado también en la boca de hombre.
- Carga/descarga: Las bocas de carga/descarga se sitúan normalmente en un armario central, junto con la conexión para la recuperación de vapores. Cuentan con conexión API RP-1004 de 4" más válvula manual o neumática de fondo. Cada conexión corresponde a un compartimento.
- Esquema básico (versión compartimentada):



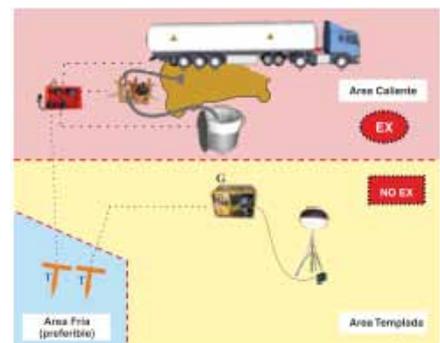
## 6.2. Introducción al trasvase de cisternas de líquidos carburantes.

En este tipo de cisternas se recomienda siempre vaciarla de contenido antes de proceder a su movilización, si su estructura está dañada y si la movilización entraña riesgo de daños al contenedor. La razón es la escasa resistencia de la cisterna a sollicitaciones mecánicas no previstas durante su transporte.

Dado que son productos combustibles o inflamables y apolares (no conductores de la electricidad por lo que acumulan cargas) es requisito poner a tierra todos los elementos implicados en el trasvase antes de comenzar las tareas de trasvase.

En caso de que el líquido sea muy inflamable, cubrir el derrame con espuma AFFF si es estático, y con espuma de media expansión si el derrame es dinámico. No echar espuma en derrames de gasoil o fuel.

A continuación analizaremos las acciones a realizar durante la preparación y ejecución de un trasvase de producto en una cisterna de carburantes.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

### 6.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- a) Traslase con bomba
- b) Traslase por gravedad

El trasvase con compresor no es válido para las cisternas de carburantes porque no es recomendable someterlas a presión, positiva o negativa.

Para los carburantes el sistema más habitual, por su seguridad y eficacia, es el trasvase con bomba. Además es el único que permite el vaciado casi completo de la cisterna accidentada, independientemente de la posición en que se encuentre.

Para este tipo de cisternas vamos a analizar las diferentes técnicas de trasvase en función de la posición en la que haya quedado la cisterna accidentada.

### 6.4. Técnicas de trasvase en función de la posición

Con el objeto de simplificar el análisis vamos a describir las diferentes técnicas de trasvase en función de la posición de la cisterna respecto de su eje longitudinal.

#### 6.4.1. Cisterna sobre sus ruedas (0°)

- 6.4.1.1. Supuesto 1: El circuito de presurización neumática del vehículo funciona.

Procedimiento específico:

1. Comprobar el buen funcionamiento de la instalación.
2. Conectar recirculación de gases, en el caso de gasoil los vapores podrían emitirse a la atmósfera, pero en el caso de gasolina hay que controlar en todo momento su salida.
3. Quitar tapa de la boca de carga-descarga y colocar el colector API (adaptador + visor de descarga) con la válvula cerrada, comprobando que el pistón neumático abre:
  - a. la válvula de fondo
  - b. la de recuperación de gases de ese compartimento
  - c. la válvula de seguridad del colector de gases.



Mientras no accionemos la llave de corte manual, el bulón de la llave de corte no empujará el cierre de seguridad de boca de carga-descarga.

4. Conectar recirculación de gases entre las dos cisternas. Al conectar la toma de recuperación de gases, el pistón cierra neumáticamente la válvula de seguridad del circuito de recuperación de gases también llamada de ayuda a la descarga. En el caso de conectar primero el API de carga/descarga se abrirá automáticamente la válvula de ayuda a la descarga y no se cerrará hasta conectar recuperación de gases.



Si se trasvase a otro depósito que no permita la recirculación de gases, abrir el tapón del nivel manual, para evitar vacío y para que no tenga que trabajar la válvula de 5 efectos.

5. Abrir la válvula de descarga y accionar bomba de trasvase hasta que se vacíe el compartimento, al menos hasta el nivel de la válvula de fondo.



6. Para terminar de vaciar el depósito (posición de gran inclinación), habría que aspirar desde arriba abriendo la tapa de hombre, o desde abajo desmontando la válvula de fondo.



– 6.4.1.2. Supuesto 2: El circuito de presurización neumática del vehículo no funciona

1. Quitar tapa de la boca de carga-descarga del compartimento a vaciar y colocar el colector API (adaptador + visor de descarga) con la válvula cerrada.



2. Abrir manualmente la válvula de fondo mediante el uso de un tornillo de métrica 10, de al menos 10 cm de longitud (previa extracción del tapón de protección de la rosca). Si no llevamos este tornillo en el material de dotación (a partir de ahora deberemos llevarlo dentro del material de MMPP), podremos encontrarlo:
  - a. En la cabina del chófer o bien,
  - b. Anclado junto a la válvula de fondo
  - c. Existen modelos de válvulas de fondo que incorporan un tornillo lo suficientemente largo como para activar manualmente el mecanismo. Bastará con extraer el tornillo, quitarle el tubo-arandela que evita accionar la válvula e introducirlo de nuevo sin este.



3. Abrir el tapón del nivel manual, para evitar vacío y para que no tenga que trabajar la válvula de 5 efectos.



4. Abrir la válvula de descarga y accionar bomba hasta que se vacíe el compartimento, al menos hasta el nivel de la válvula de fondo.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

5. Para terminar de vaciar el depósito (posición de gran inclinación), habría que aspirar desde arriba abriendo la tapa de hombre, o desde abajo desmontando la válvula de fondo.



En un caso de necesidad se podría intentar presurizar el circuito neumático desde otro vehículo o mediante un aparato presurizador tarado a 7 bar.

- 6.4.1.3. Supuesto 3: La posición del vehículo no permite el acceso al armario de carga-descarga.

1. Toda la descarga se realizaría por absorción desde la parte superior a través de la boca de hombre
2. Tratar de cerrar mediante un plástico encintado la mayor parte de la sección abierta de la boca de hombre, para evitar salida de vapores
3. No se podría realizar recirculación de gases entre cisternas



- 6.4.1.4. Supuesto 4: La posición del vehículo no permite el acceso ni a la boca de hombre ni al armario de descarga.

Una opción sería:

1. Desmontar el tramo de tubo después del codo de la **válvula de fondo** y:
  - a. Embridar o embocar una tubería de recogida y conexión a la bomba de trasvase, o
  - b. Colocar debajo un recipiente de recogida desde el que ir bombeando. El flujo de salida del líquido se controla mediante el tornillo de apertura de la válvula, para ajustarlo al caudal de bombeo de modo que no se descebe la bomba ni que se desborde el depósito.



6.4.2. Cisterna volcada lateralmente (90°)



1. Identificar los puntos de fuga y controlar su destino, evitando el alcance a cursos de agua o sumideros mediante barreras de contención y taponamiento.



2. Colocar depósitos de recogida para evitar que, a partir de nuestra llegada, el producto alcance el suelo.

Abrir el tapón del nivel manual, para evitar vacío y para que no tenga que trabajar la válvula de 5 efectos.



3. Evitar la absorción a la tierra colocando lonas o dispositivos de recogida, específicos o de fortuna.

4. Intentar taponar o reducir sección de salida con el objeto de minimizar la fuga y eliminarla si es posible.



5. Si hay fugas por junta de boca de hombre, válvula de 5 efectos u otro elemento de comunicación, se recogerá el vertido mediante canaletas y depósitos, para evitar que el producto llegue al suelo. Intentar apretar palomillas o tuercas de boca de hombre, u obturar puntos de salida.



6. En caso de que el líquido sea muy inflamable, cubrir el derrame con espuma AFFF si es estático, y con espuma de media expansión si el derrame es dinámico. No echar espuma en caso de gasoil o fuel.



Realizar mediciones continuas con explosímetro.

Dado que la valvulería está siempre en las zonas superior e inferior de la cisterna en su posición de transporte, en los casos de cisterna volcada, el bombeo a través de válvula solo nos permite vaciar hasta el nivel de la válvula, quedando un porcentaje importante, muchas veces cercano al 50% en el interior.

**ANEXO 06** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

En todos estos casos no queda otra solución que efectuar la apertura de un hueco, generalmente a través de boca de hombre o desmontando valvulería, para introducir un tubo sonda que nos permita evacuar la casi totalidad del líquido.

Por lo tanto en general este tipo de trasvase se hará en dos fases.

Fase 1ª. Absorción o vaciado a través de válvula, por gravedad o mediante bomba, o liberando el producto de forma controlada hasta el nivel del punto de salida.

Fase 2ª. Introducción de línea de absorción y bombeo del resto.

**Si hay salida de producto**

**Hay 2 opciones de trasvase.**

- 1 Desde la tapa de boca de hombre del tanque.**
- 2 Desde el armario de carga-descarga**

- 6.4.2.1. Supuesto 1. La tapa de boca de hombre del tanque es accesible.

En este caso iniciaremos el vaciado a través del tapón de nivel manual o a través de la válvula de recirculación de gases (si contamos con presión de aire para abrir la válvula). Para ello:



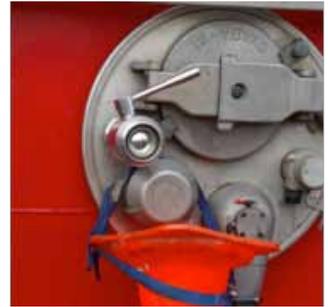
1. Tendremos la instalación de bombeo preparada.



2. Preparamos un acoplamiento de rosca hembra de 1,5" ó 2" (según fabricante) con válvula de corte.



3. En una maniobra rápida retiramos el tapón y colocamos el adaptador a rosca, con válvula de corte en la posición de cerrada. Se pierden pocos cc de líquido.



4. Se conecta la manguera a la válvula, se abre y se bombea hasta que la superficie del líquido llegue al nivel del tapón. La entrada de aire se producirá por la válvula de 5 efectos. Cuando el nivel de líquido alcanza el nivel superior del orificio de salida se rompe la vena líquida y hay que detener el bombeo.



5. Otra posibilidad es vaciar por gravedad. En este caso la entrada de aire y la salida de líquido se producen por el mismo orificio, lo que ralentiza el proceso.

6. El volumen restante tendremos que sacarlo abriendo la tapa del tanque.

7. Todavía queda un volumen antes de que se pueda abrir un orificio para el tubo sonda. Son unos pocos cm pero suponen varias decenas de litros. Para evacuar este volumen hasta llegar al nivel bajo de la tapa que nos permita abrirla del todo, habrá que aflojar el cierre para provocar una fuga controlada. Esta fuga se canalizará hacia un recipiente desde donde será bombeada al recipiente de destino.



8. Un vez que ya no salga más líquido por este método, se procederá a la apertura total de la tapa y se colocará un tubo sonda que nos permita bombear el resto del líquido hasta su punto más bajo.



9. Otra posibilidad es a través de la válvula de recuperación de gases, si disponemos del adaptador necesario. Para esto se desmonta el fuelle de goma y se coloca un adaptador y una válvula de corte. Una vez colocados todos los elementos necesarios para el trasvase se procede a la apertura neumática de la válvula de recuperación de gases.



- 6.4.2.2. Supuesto 2. La tapa de boca de hombre del tanque no es accesible

**Situación 2a: El cajón de carga y descarga queda hacia arriba o fácilmente accesible**

Se sigue el mismo procedimiento que en el caso de cisterna sobre sus ruedas, es decir hacer una instalación de bombeo a través de la boca de carga-descarga mediante colector API y adaptador a manguera de bombeo.



Además hay que tener en cuenta:

1. La entrada de aire para evitar el vacío se realizará a través de la válvula de 5 efectos. La válvula de recuperación de gases queda sumergida y si la abrimos se llenará de líquido el colector longitudinal de gases, aumentando el riesgo de fuga por algún punto dañado de la instalación.



2. Cuando el nivel de líquido alcanza el nivel superior del orificio de salida se rompe la vena líquida y hay que detener el bombeo.

3. Todavía queda un volumen antes de que se pueda abrir un orificio para introducir una línea de aspiración. Son unos pocos cm pero suponen varias decenas de litros. Para evacuar este volumen hasta llegar al nivel bajo de la válvula de fondo que nos permita retirarla, habrá que aflojar las tuercas de unión la válvula de fondo a la cuba para provocar una fuga controlada. Esta fuga se canalizará hacia un recipiente desde donde será bombeada al recipiente de destino.



4. Un vez que ya no salga más líquido por este método, se retirará la válvula de fondo y se introducirá la línea de aspiración que nos permita bombear el resto del líquido hasta su punto más bajo.



### Situación 2b: El cajón de carga y descarga queda hacia abajo y no se puede acceder

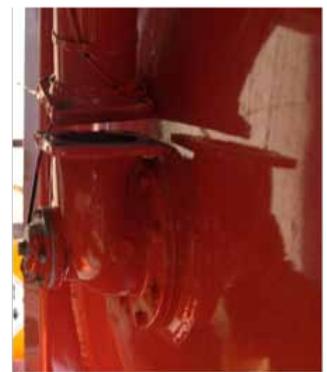
En este caso no se puede vaciar bombeando desde la boca de carga-descarga por lo que se efectuará todo el **bombeo a través de la válvula de fondo**:

1. Soltaremos las tuercas de la brida que está después del codo y que la une con el tubo que va hasta la boca de carga-descarga, o las de la válvula de fondo, en función de la posición.
2. Retiramos el tubo y, o bien conectamos la manguera de bombeo mediante brida de acoplamiento (si la tenemos), o bien producimos una salida controlada a una canaleta o embudo de recogida que traslada el líquido a un recipiente desde el que se pueda bombear.
3. Para esto se regula el caudal de salida desde el tornillo de apertura manual de la válvula de fondo.

Una vez que deja de salir líquido por este método, se aflojan las tuercas de la válvula de fondo para conseguir de nuevo una fuga controlada y recogida hasta alcanzar el nivel inferior de la válvula.



5. Se retira la válvula y por el orificio se introduce una línea de aspiración que nos permita completar el vaciado.



ANEXO 06 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE CARBURANTES

6.4.3. Cisterna volcada totalmente, con las ruedas hacia arriba (~ 180°)



En este caso las bocas de hombre no son accesibles. Hay que centrarse en las válvulas de fondo. Como quedarán en la fase gaseosa no se puede bombear a través de ellas, por lo que lo más operativo será retirarlas, quitando las tuercas, y bombear a través del hueco que dejan mediante línea de aspiración.

Atención al producto que puede salir por las juntas de las bocas de hombre o por la valvulería superior defectuosa o dañada. El producto fluirá por el terreno y hay que canalizarlo y recogerlo en el punto más favorable. En terreno blando hay que pensar en una balsa de recogida, cavando un hueco en el suelo y cubriéndolo con una lona.

Todas estas maniobras habrá que repetir las si es necesario para cada uno de los compartimentos, si la cisterna está compartimentada.





# Anexo 07

Intervención y trasvase de cisternas de líquidos y gases de carga/descarga superior (grandes tóxicos)



**ANEXO 07** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

**7.1. Cisternas de líquidos y gases de carga/descarga superior (grandes tóxicos). Características generales.**

7.1.1. Algunos ejemplos de líquidos y gases tóxicos de carga/descarga superior:

Nombre	Núm. ONU	Núm. Peligro
FLUORURO DE HIDRÓGENO ANHIDRO	886	1052
ÁCIDO FLUORHÍDRICO, con más del 60% y un máximo del 85% de FH	886	1790
ÁCIDO FLUORHÍDRICO con no más del 60% de Fluoruro de Hidrógeno	86	1790
MEZCLA DE ÁCIDO FLUORHÍDRICO Y ÁCIDO SULFÚRICO	886	1786
ÁCIDO FLUOROSILÍCICO	80	1778
ACRONITRILLO	336	1093
SULFURO DE CARBONO	336	1131
TRICLOROSILANO	338	1295
CIANURO DE HIDRÓGENO EN SOLUCIÓN	663	1613
CIANHIDRINA DE ACETONA	669	1541
PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	58	2014
ÁCIDO PERCLÓRICO	558	1873
COLORO	268	1017
DIÓXIDO DE AZUFRE	268	1079
FOSGENO	265	1076
SULFURO DE HIDRÓGENO	263	1053



7.1.2. Características principales de las cisternas que transportan líquidos y gases de carga/descarga superior (grandes tóxicos):

Debido a la extensa variedad de productos y de cisternas empleadas para su transporte, vamos a tratar de simplificar y centrarnos en los tipos de cisternas más habituales y que representan el porcentaje mayor del transporte líquidos y gases tóxicos por carretera.



Las materias tóxicas en estado líquido se transportan por carretera en cisternas monocuba de diseño especial para los riesgos y características generales de este tipo de productos. Son herméticas y solo disponen de una boca de hombre no practicable en la parte superior en donde se encuentra la valvulería, en el interior de un cajón de protección. La principal característica es que no tienen conductos ni válvulas en su parte inferior. El diseño es muy similar para el transporte de gases, variando el tipo de cierre de las válvulas y la presión de servicio, lo que determina el grosor de la cisterna. La presión de prueba habitual para líquidos es de 10 bar, pero para algunos productos se exigen presiones mayores (cianuro de hidrógeno 15 bar; fluoruro de hidrógeno 21 bar).

#### CODIGO DE CISTERNA ADR:

Ejemplo: L21DH(+) para Fluoruro de Hidrógeno (gas)

- L:** Cisterna para líquidos.
- 21:** Presión mínima de diseño.
- D:** Sin aberturas por debajo de la línea de líquido.
- H:** Cisterna hermética.

#### CAPACIDAD.

Variable según la densidad del producto. Pueden llegar a 30.000 litros en el caso de líquidos y unos 18.000 para gases.

#### MATERIAL.

Acero inoxidable o acero al carbono de espesores entre 5 y 15 mm.

#### AISLAMIENTO TERMICO. NO

#### DISPOSITIVOS SEGURIDAD.

Pueden llevar válvula de sobrepresión y disco de ruptura (en cisternas IMDG). También suelen llevar en la parte superior unos arcos de protección para el domo en caso de vuelco. Este arco no está diseñado para servir como punto de anclaje en un levantamiento.

#### DISPOSITIVOS CONTROL.

Las que disponen válvula de sobrepresión, acompañan un manómetro.



#### CARGA/DESCARGA.

Habitualmente, una válvula fase líquida de color rojo y otra gas de color amarillo, pero pueden tener dos para fase líquida y una para gas. La carga y descarga se hace por la parte superior, ayudada por una sobrepresión de la cisterna.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

ESCALERA

Disponen de escalera de acceso a la parte superior y rejilla de tránsito eventualmente con barandilla.



CISTERNA DE LÍQUIDOS TÓXICOS



Ejemplos de productos más habituales

- Ácido cianhídrico
- Acido perclórico
- Peróxido de hidrógeno
- Sulfuro de carbono
- Cianhidrina de acetona

CISTERNA DE GASES TÓXICOS



Ejemplos de productos más habituales

- Ácido fluorhídrico
- Cloro
- Dióxido de Azufre
- Fosgeno
- Sulfuro de Hidrógeno

Ciertos productos como el Acido Fluorhídrico se transportan también en iso-contenedores. Suelen ser de 20 o de 30 pies.

Dimensiones	20 PIES	30 PIES
Longitud (mm)	6058	9125
Anchura (mm)	2438	2438
Altura (mm)	2438-2591	2438-2591

Los iso-contenedores pueden ser a su vez del tipo T10 o T20 en función de la presión de trabajo. Por ejemplo la instrucción de transporte para el HF Anhidro establece:

	T10	T20
Longitud (mm)	4 bar	10 bar
Anchura (mm)	6 mm	8 mm
Altura (mm)	Sí	Sí

En cuanto al material de construcción, en función de la corrosividad del producto pueden ser de:

- Acero inoxidable.
- Acero al Carbono. (ej: para HF Anhidro)
- Acero al Carbono o revestimiento interior. (ej: para HF 75%)
- Revestimiento interior. (ej: para HF 40%)



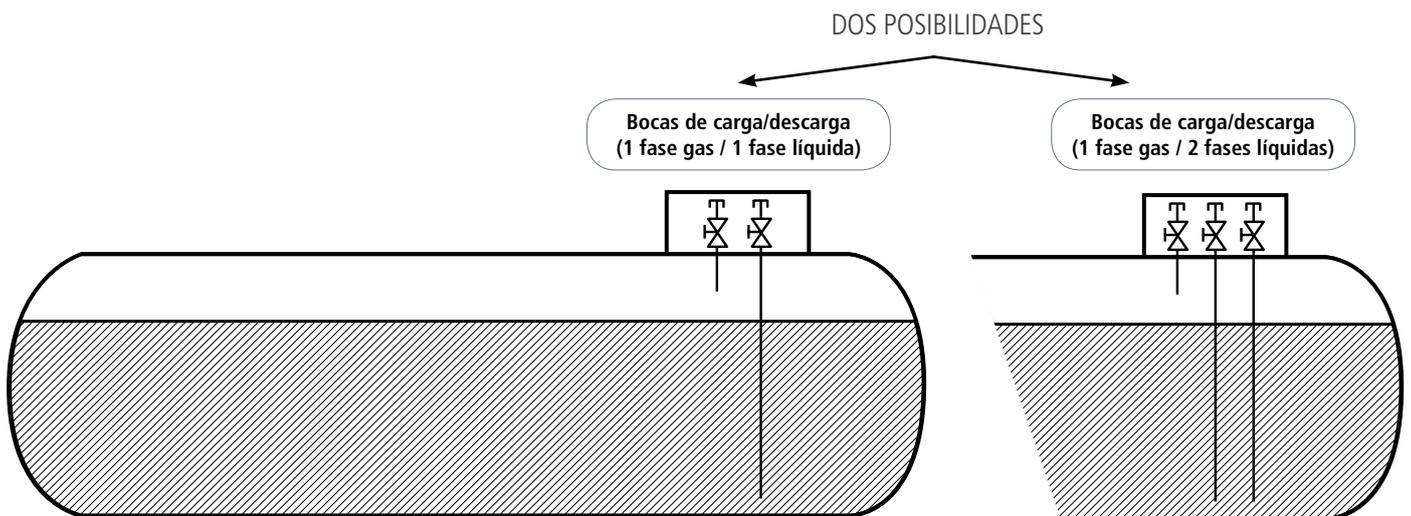
### VALVULERÍA:

Las válvulas de carga/descarga están situadas en la parte superior del depósito, para evitar roturas y fugas en caso de accidente. Las válvulas están protegidas con una tapa también llamada "domo". Tienen una o dos salidas/entradas fase líquida (tubo buzo) de color rojo y una de fase gas de color amarillo.



Tapa de protección de valvulería o domo.

### ESQUEMA BOCAS DE CARGA/DESCARGA



### BOCAS CARGA/DESCARGA:

Válvulas de apertura manual o neumática para accionamiento a distancia. Las cisternas de líquidos suelen tener apertura manual y las de gases y productos muy tóxicos apertura neumática. Es el principal elemento para diferenciar ambas cisternas.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

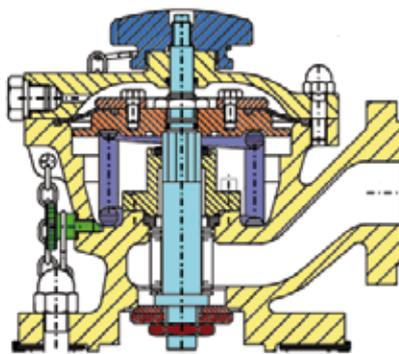


Válvulas tipo Richter (líquidos)

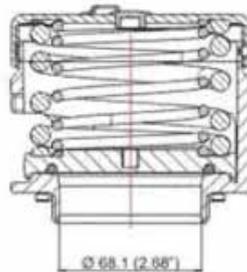


Válvulas tipo Phoenix (gases)

El HFA exige válvulas del tipo Phoenix. Otros líquidos tóxicos y corrosivos permiten la instalación de otro tipo de válvulas, como las Richter. Para el transporte marítimo se exige la incorporación de una válvula de seguridad con disco de ruptura.



Válvula Phoenix: sección y aspecto exterior.



Válvula de seguridad



Válvula Richter



Boca de hombre con válvula para fase líquida y fase gaseosa y válvula de sobrepresión con disco

## 7.2. Introducción al trasvase de cisternas de líquidos y gases tóxicos de carga/descarga superior.

Aunque este tipo de cisternas permitiría, por su naturaleza constructiva, en ciertos casos ser levantada con su carga, en ciertas circunstancias por razones de seguridad es preferible hacer un trasvase y vaciar la máxima cantidad de producto posible y con ello reducir el peso y la probabilidad de fallo del recipiente durante su manipulación.

Para ilustrar este análisis de posibilidades y procedimientos tomaremos como ejemplo una cisterna de Acido Fluorhídrico Anhidro, HFA, por ser un tipo de cisterna que recoge la máxima complejidad constructiva y de peligrosidad de producto.

### 7.2.1. Consideraciones para el trasvase:

#### EL TRASIEGO SIEMPRE SERÁ LA ÚLTIMA OPCIÓN POR LOS RIESGOS QUE GENERA.

¿Cuándo se tendrá que realizar un trasiego?

- a) Cuando el contenedor esté en una posición en la que no pueda ser desplazado ni movido por una grúa.
- b) Cuando la fuga no pueda ser taponada para el traslado del equipo a una instalación de descarga.

Puntos a considerar:

- Los trasiegos se harán a cisternas que hayan sido expansionadas (vacías) previamente.
- Asegurarse que la cisterna receptora tiene suficiente capacidad.
- El depósito receptor, previamente, deberá estar vacío y sin presión (expansionado).
- La presión de descarga deberá ser lo más baja posible, teniendo en cuenta la presión del tanque receptor y la presión de vapor del producto.
- El desnivel entre el contenedor y el depósito.
- Debe existir una permanente vigilancia durante la descarga.
- Comprobar si hay fuga por algún punto.

En los casos de fuga de producto puede ser necesario analizar los indicadores de una posible fuga. En el caso del HF estos indicadores son:

1. El ácido humea.
2. Olor característico.
3.  $\text{pH} < 1$ .
4. Pintura del contenedor afectada

### 7.2.2. Equipo de trasvase

- Cisterna para recepción del producto.
- Depósito de lavado de gases o cisterna para recepción de restos de fase gaseosa.
- Grupo moto bomba con empaquetadura de repuesto, o
- Compresor de aire con regulación de presión de salida.
- Bomba de membrana. Compresor motor gasolina. Bidón de combustible.
- Válvulas Richter (enteflonadas) de 1 ½ ”.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

- Mangueras Resistoflex 1 ½ " x 1500 con bridas.
- Mangueras Resistoflex 1 ½ " x 5000 con bridas.
- Adaptadores para diferentes tipos de brida
- Juegos de juntas
- Tornillería para ajuste de bridas incluyendo espárragos de diferentes longitudes
- Llaves de apriete de diferentes tipos y medidas (fijas, de dado, dinamométrica, inglesa,..)
- EPI adecuado al riesgo de cada momento y zona de trabajo.



7.2.3. En caso de Fuga.

La estructura constructiva de la cisterna hace muy difícil que se produzca una fuga por punzamiento o rotura del cuerpo de cisterna. En caso de fuga por estas razones habría que utilizar las técnicas convencionales de taponamiento poniendo especial atención a:

- La presión interna de la cisterna (presión de vapor)
- La toxicidad del producto para la elección del nivel de EPI adecuado.
- La corrosividad del producto para la elección del material de taponamiento y recogida.



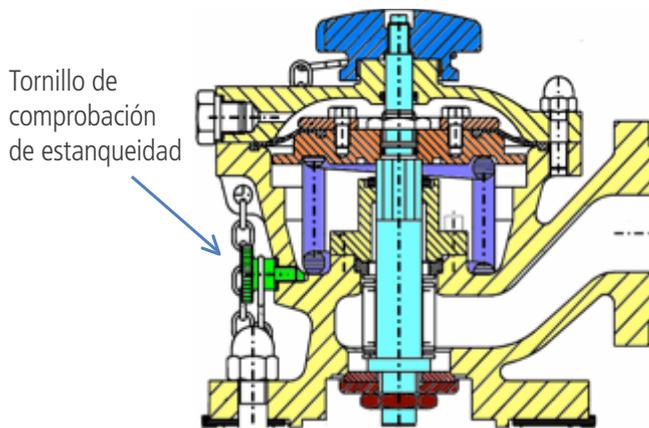
Si la fuga se ha producido por corrosión interna hay que considerar que, allí donde aparece el primer poro el interior está corroído. Si intentamos taponar con una cuña corremos el riesgo de romper la capa exterior, muy debilitada, y ampliar con ello la sección de fuga. Por esta razón la mejor opción, si la situación lo permite, es la obturación con cojines de presión.

Si la fuga se produce por la valvulería la primera acción es intentar el reapriete de válvulas o bridas. Para ello se comienza por la tornillería diametralmente opuesta a la fuga y se va apretando simultáneamente por ambos lados en dirección de la zona de fuga, para terminar por el tornillo más cercano a las fuga.

Si no se consigue eliminar la fuga y ésta se produce en una zona que se puede aislar mediante válvula: Cerrar válvula, soltar parcialmente la brida, cambiar la junta y reapretar.

Si la válvula no cierra correctamente: Colocar brida ciega y apretar.

Si una válvula Phoenix fuga por un lateral, apretar el tornillo de comprobación de estanqueidad. Si no desaparece la fuga, se suelta y se hermetiza la rosca con cinta de teflón.



Si la fuga se produce por la válvula de sobrepresión como consecuencia de la rotura del disco, se colocará el CAP o capuchón de seguridad que está siempre en el domo. Se rosca con la ayuda de cinta de teflón para ayudar a la hermeticidad.

Si no fuera posible se puede recurrir a encofrar la válvula.



Colocación del CAP sobre la válvula de sobrepresión.



Válvula encofrada con cemento.

### 7.3. Métodos de trasvase o trasiego

A continuación describimos diferentes posibilidades para el trasvase de este tipo de productos diferenciando distintas situaciones en función de la posición de la cisterna accidentada.

#### 7.3.1. Trasiego utilizando compresor de aire

Este método de impulsión no permite la recirculación de gases entre cisternas y los gases o vapores de la cisterna de destino tienen que liberarse al exterior. Si el producto o la situación lo exigen, los gases se lavarán (neutralizarán) en una solución o filtro adecuado.

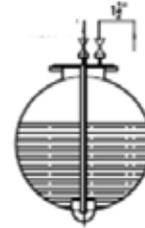
ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

– 7.3.1.1. Situación 1: CISTERNA EN POSICIÓN NORMAL (0°):

**Acciones generales**

1. Se conecta la línea de descarga a la válvula de fase líquido.
2. Se conecta el suministro de aire a presión a la válvula de fase gas.
3. Posibilidad de vaciado completo.

Es necesario que la cisterna receptora esté expansionada.



**Acciones específicas:**

1. Preparar la instalación de bombeo de aire.

Compresor, manguera, manoreductor, manguera hasta la válvula de fase gas.



Compresor y regulador de presión



Caja de puesta a tierra

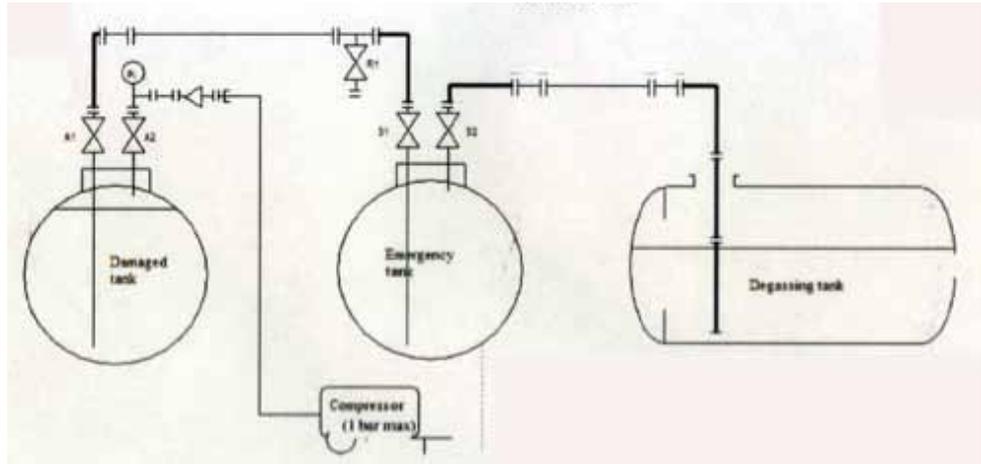
2. Acoplar las mangueras entre sí y presentar la instalación
3. Establecimiento de la puesta de tierra de todos los elementos (si el producto es inflamable).
4. Todo el personal debe llevar el EPI adecuado y sistema de anclaje si trabaja en altura.
5. Apertura o retirada del domo de protección.
6. Retirada de las bridas ciegas de transporte



Válvulas Richter con bridas ciegas de transporte. Colocación de bridas con acoplamientos y de mangueras.

7. Colocación de las bridas de trasvase provistas de los acoplamientos adecuados a las mangueras. Asegurarse de colocar la junta adecuada.
8. Conectar las mangueras hasta completar la instalación, que se plantea de la siguiente forma (ver esquema):

- a. La línea de aire va conectada a la válvula de fase gaseosa (amarilla) de la cisterna accidentada, mediante una manguera de aire comprimido.
- b. Se comunican las fases líquidas de ambas cisternas mediante mangueras de resistencia y sección adecuados a través de las válvulas de fase líquida (rojas).
- c. La válvula de fase gaseosa de la cisterna de destino se conecta mediante una manguera (puede ser de sección menor) con el depósito de lavado o filtrado, que a su vez tendrá una salida al exterior de liberación de presión.



Trasiego en posición vertical (presurización + lavado de gases)

9. Si las válvulas son Phoenix es necesario colocar la pieza de apertura manual, para no depender de la apertura neumática. Para ello:
- a. se desenrosca la tapa que cubre el bulón de accionamiento,
  - b. se rosca la pieza que va unida por una cadena a la válvula,
  - c. se coloca el dispositivo de seguro en su posición de apertura y la anilla de cerrado instantáneo se conectará con una zona segura para su activación mediante una cinta o cuerda,
  - d. se coloca una llave en la cabeza del tornillo de apertura que empuja el bulón del asiento de válvula hacia abajo, y se comprueba que no está bloqueado.



Válvula Phoenix con tapa



Acoplamiento para apertura manual



Apertura de la válvula



Maniobra de colocación de acopl.



Apertura de válvula fase gaseosa

**ANEXO 07** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

10. Colocar la tapa de hermeticidad para la válvula de sobrepresión y disco de seguridad
11. Comprobar que todas las válvulas están cerradas y arrancar el compresor, ajustar presiones (entre 1 y 1,5 bar de salida) y presurizar la manguera hasta válvula amarilla de la cisterna a vaciar.
12. Abrir suavemente la válvula de entrada de aire (amarilla). Esperar un poco y abrir, también con suavidad la válvula de salida de líquido (roja). La válvula de entrada de líquido (roja) de la cisterna de destino se habrá abierto previamente.
13. Una vez que comienza a entrar líquido en la cisterna de destino, abrir la válvula de fase gas de la cisterna receptora y liberar la presión por la manguera de salida de vapores para que estos sean lavados o filtrados en el depósito colocado al efecto.



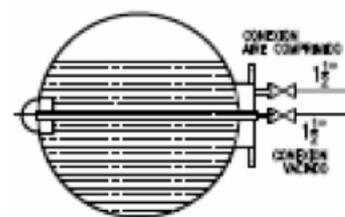
Depósito de "lavado" de gases.

14. Continuar la operación hasta que todo el líquido haya pasado de una cisterna a la otra.
15. Retirar la instalación con la siguiente secuencia:
  - a. Cerrar válvula de entrada de aire (amarilla)
  - b. Parar compresor.
  - c. Ir cerrando válvulas en el sentido del flujo.
  - d. Desconectar mangueras con el EPI adecuado.
  - e. Colocar bridas ciegas de transporte, con sus correspondientes juntas.
  - f. Hacer un circuito con las mangueras y lavarlas durante varios minutos con el producto adecuado.
16. Descontaminar y recoger material y proceder a la retirada de ambas cisternas.

— 7.3.1.2. Situación 2: CISTERNA VOLCADA (90°):

**Acciones generales**

1. Intentar girar el contenedor con una grúa.
2. Si no es posible, se conectará la cisterna de emergencia por la válvula de fase líquida y el aire comprimido por la válvula de fase gas.
3. Se vaciará lo máximo posible y se intentará girar de nuevo.
4. Si no se puede, no hay posibilidad de vaciado completo.



**Acciones específicas:**

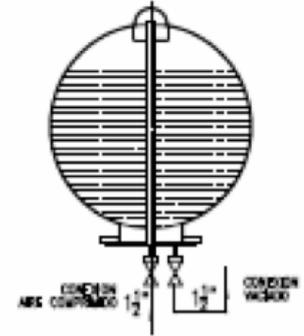
Básicamente son las mismas que en el caso anterior, si bien hay que tener en cuenta que ambas válvulas se encuentran en fase líquida. Esto obliga a asegurar una presión de aire superior a la presión de vapor del producto, antes de abrir la válvula de aporte de aire, para evitar un retroceso.

Si el ángulo es superior a 90°C habrá que invertir la entrada y salida, es decir inyectar el aire por la válvula de fase líquida (roja) y sacar el líquido por la de fase gaseosa (amarilla).

– 7.3.1.3. Situación 3: CISTERNA EN POSICIÓN INVERTIDA:

**Acciones generales**

1. Tratar de darle la vuelta a la cisterna con una grúa.
2. Si no es posible, intentar abrir el domo. (Excavando, levantando cisterna con un gato y asegurándola).
3. El suministro de aire a presión se hará por la válvula de fase líquida (roja).
4. El trasiego se realizará a través de la válvula de fase gas.
5. El vaciado de la cisterna será prácticamente completo, en función de la inclinación.



la

**Acciones específicas:**

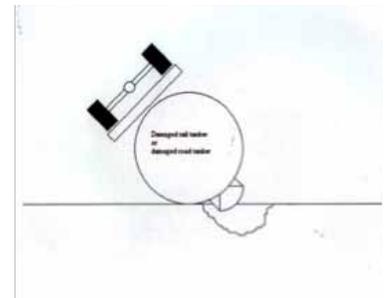
Básicamente son las mismas que en el caso anterior, teniendo en cuenta la dificultad de maniobrar con las válvulas en posición invertida y con una accesibilidad comprometida.



– 7.3.1.4. Situación 4: CONTENEDOR EN POSICIÓN OBLICUA (>90°, <180°)

**Acciones generales**

1. Tratar de darle la vuelta al contenedor con una grúa.
2. Si no es posible, intentar abrir el domo (Excavando, levantando la cisterna y asegurándola).
3. El suministro de aire a presión se hará por la válvula de fase líquida (roja).
4. El trasiego se realizará a través de la válvula de fase gas (amarilla).
5. El vaciado de la cisterna no será completo pero en general suficiente para proceder a su izado.



**Acciones específicas:**

Básicamente son las mismas que en el caso anterior.

7.3.2. Trasiego utilizando bomba de membrana.

La instalación es muy similar a la que se realiza con compresor pero en este caso se cierra el circuito, consiguiendo que no haya escape de gases o vapores al aire.

**Acciones generales** (ver esquema)

1. Se comunican mediante mangueras las fases líquida y gaseosas de ambas cisternas.
2. En la línea de la fase líquida se coloca una bomba de membrana de accionamiento neumático, para que impulse el líquido desde la cisterna accidentada hasta la cisterna de destino.
3. Se bombea hasta el máximo vaciado posible de la cisterna accidentada.

ANEXO 07 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE LÍQUIDOS Y GASES DE CARGA/DESCARGA SUPERIOR (GRANDES TÓXICOS)

Es necesario que la cisterna receptora esté expansionada



Bombas de membrana de accionamiento neumático (mediante compresor)



Conexiones con válvula para bombeo. Colocación válvula de seccionamiento. Circuito cerrado de bombeo

**Acciones específicas:**

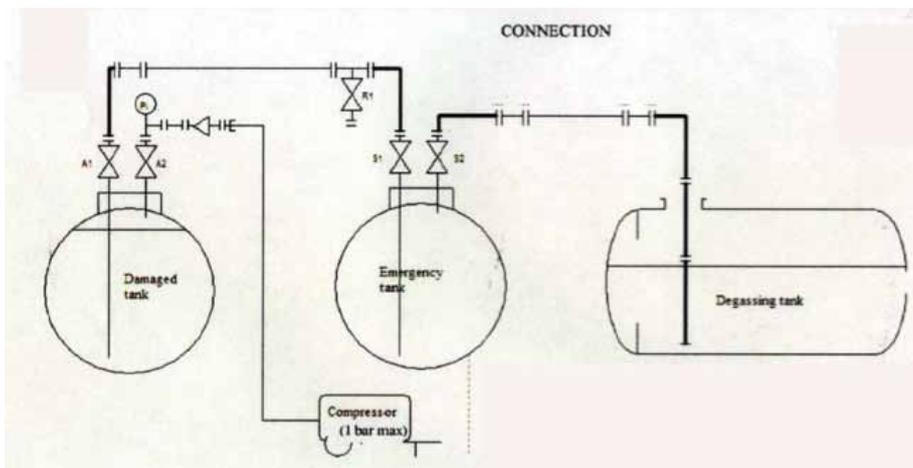
Son las mismas y en el mismo orden que con el compresor con la diferencia que la salida de vapores de la cisterna de destino se conecta con la fase gaseosa de la cisterna accidentada.

Una vez hecha la instalación, se abren válvulas en el sentido del flujo para igualar presiones, y se arranca la bomba.

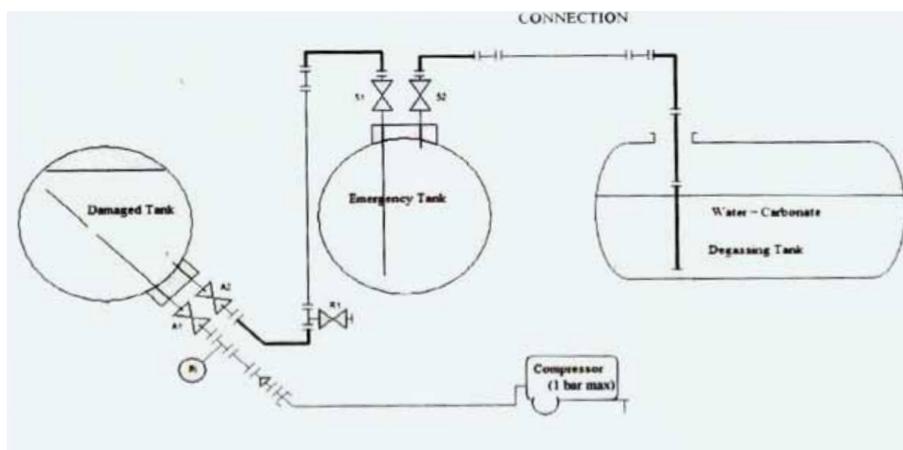
Una vez finalizado el trasvase hay que tener mucho cuidado con los remanentes que quedan en mangueras y bomba y proceder a su limpieza minuciosa.



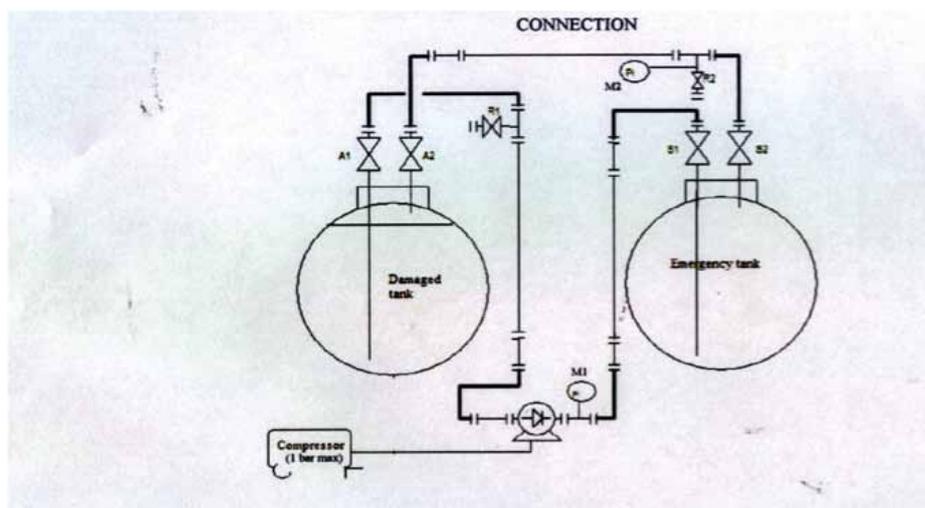
**Trasiego en posición vertical (presurización + lavado de gases)**



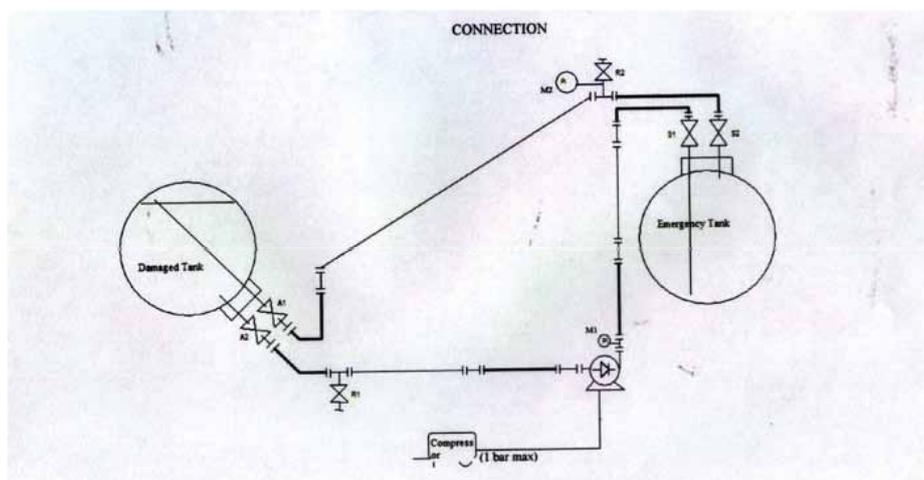
**Trasiego en posición oblicua-invertida (presurización + lavado de gases)**



**Trasiego en posición vertical (bombeo + recirculación de gases)**



**Trasiego en posición oblicua-invertida (bombeo + recirculación de gases)**





# Anexo 08

Intervención y trasvase  
de cisternas de GLP



**ANEXO 08** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

**8.1. Cisternas de GLP. Características generales.**

Los GLP son los gases licuados (a presión) del petróleo, fundamentalmente butano, propano y diferentes mezclas de ambos con más de 20 componentes diferentes como olefinas y pentanos.

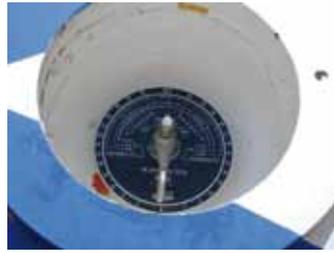
8.1.1. Algunos ejemplos de gases licuados del petróleo:

Nombre	Sinónimos o similares	Núm. ONU	Núm. Peligro
Etano		1035	23
Etileno	Eteno	1962	23
Propano		1978	23
Propileno	Propeno	1077	23
Ciclo-Propano		1027	23
Butano		1011	23
Isobutano		1969	23
Butileno	Buteno, Ciclobutano, Cis-2-Butileno,	338	1295
Trans-2-Butileno	1012	23	1613
Butadieno	1,2-Butadieno, 1,3-Butadieno	1010	239
Isobutileno	Isobuteno	1055	
Mezcla		1965	23

El GLP no tiene olor y, por seguridad, es odorizado en su producción para que sea fácilmente reconocible por el olfato humano en caso de fuga. El PROPEL® (mezclas de isobutano, n-butano y propano), es una excepción. Su uso cosmético hace que sea un GLP "no odorizado", por lo que en el caso de fuga no podrá ser detectado mediante el olfato, siendo necesario un aparato de detección.

8.1.2. Características principales de las cisternas que transportan GLP:

- La presión durante el transporte es la presión de vapor del producto a la temperatura a la que se encuentre. Esta presión puede ser muy elevada en el interior del depósito. Máxima presión de servicio = 20 bar.
- Temperatura durante el transporte: Ambiente.
- El depósito tiene:
  - Sección transversal circular.
  - Sección longitudinal recta o en cuello de cisne.
- Virolas: Acero al carbono de gran espesor (10-12 mm), para poder soportar la elevada presión interior.
- El volumen del depósito varía según la cisterna. Pueden llegar a superar los 45m<sup>3</sup>.
- No compartimentada.
- No calorifugada.
- Acostumbra a tener un parasol en el lomo, aunque no siempre.
- Acostumbra a tener galga rotativa, para la medida del nivel de llenado.
- Puede llevar o no, válvulas de sobrepresión del depósito (2 en cisterna semirremolque o 1 en camión cisterna fija, por razón del volumen transportado).

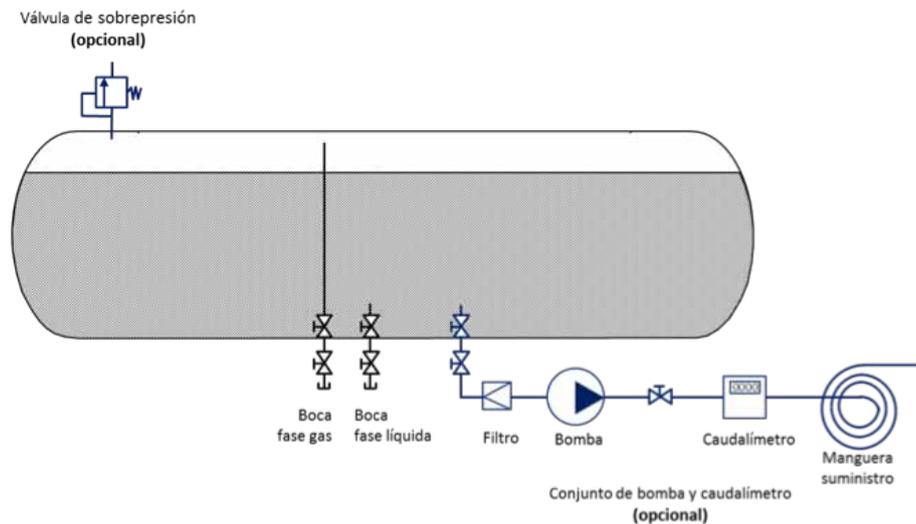


Galga rotativa



Válvulas de sobrepresión del depósito

- No tiene cubetas, escalerilla u otros elementos exteriores. Puede tener una boca de hombre, pero no es practicable.
- El coeficiente de llenado de fase líquida es aproximadamente del 85%. El 15% restante del volumen total del depósito está ocupado por la fase gas.
- Si el depósito está lleno (85% de fase líquida), el peso del GLP transportado es aproximadamente la mitad (50%) del volumen total del depósito. Ejemplo: una cisterna de 40m<sup>3</sup> contiene unas 20 Tn de producto.
- Esquema básico:



- La boca de fase líquida acostumbra a estar pintada de color rojo, y la de fase gas de color amarillo.
- Algunas cisternas disponen de bomba de trasiego.
- Habitualmente la sección de la conducción de fase líquida es mayor que la de fase gas.



Conducciones de fase líquida (roja) y fase gas (amarilla)



Bomba de trasiego, caudalímetro y manguera de suministro

- Cada una de las fases, una de líquido (dos si dispone de bomba) y una de gas, tiene su válvula de fondo, interior al depósito, con accionamiento neumático o manual por palanca.

## 8.2. Introducción al trasvase de cisternas de GLP.

Normalmente el trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- La cisterna está volcada. Por el riesgo de rotura del depósito durante el levantamiento, conviene reducir tanto como se pueda la cantidad de producto (peso) dentro de él.
- La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (gran distancia al punto de emplazamiento, por ejemplo).
- La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente hace poco seguro y desaconsejable arrastrarla o transportarla sobre una góndola sin vaciarla.
- La cisterna no está volcada, pero se desea trasladarla directamente al taller y es preciso vaciarla antes.

La necesidad de trasvase de cisternas de GLP es en muchos casos cuestionable, pues la gran resistencia mecánica del depósito (por el grosor de las virolas de acero al carbono), hace que en una mayoría de casos el levantamiento de una cisterna volcada pueda realizarse con garantías de seguridad (integridad del depósito). Por otro lado, si no hay vuelco difícilmente habrá daños suficientes que aconsejen el vaciado antes de movilizar la cisterna.

El trasvase de cisternas de GLP es recomendable en las situaciones en las que:

- Se aprecian daños importantes en el depósito, y en especial, en los cordones de soldadura entre virolas.
- La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (por ejemplo, por distancia al punto de emplazamiento).

El trasvase de cisternas de GLP no será posible en caso de:

- Daños graves en las válvulas de fondo, que impidan su apertura.
- Fuga de la cisterna accidentada, por el riesgo que entraña sobre el entorno de intervención. Una vez controlada la fuga se valorará la conveniencia del trasvase.

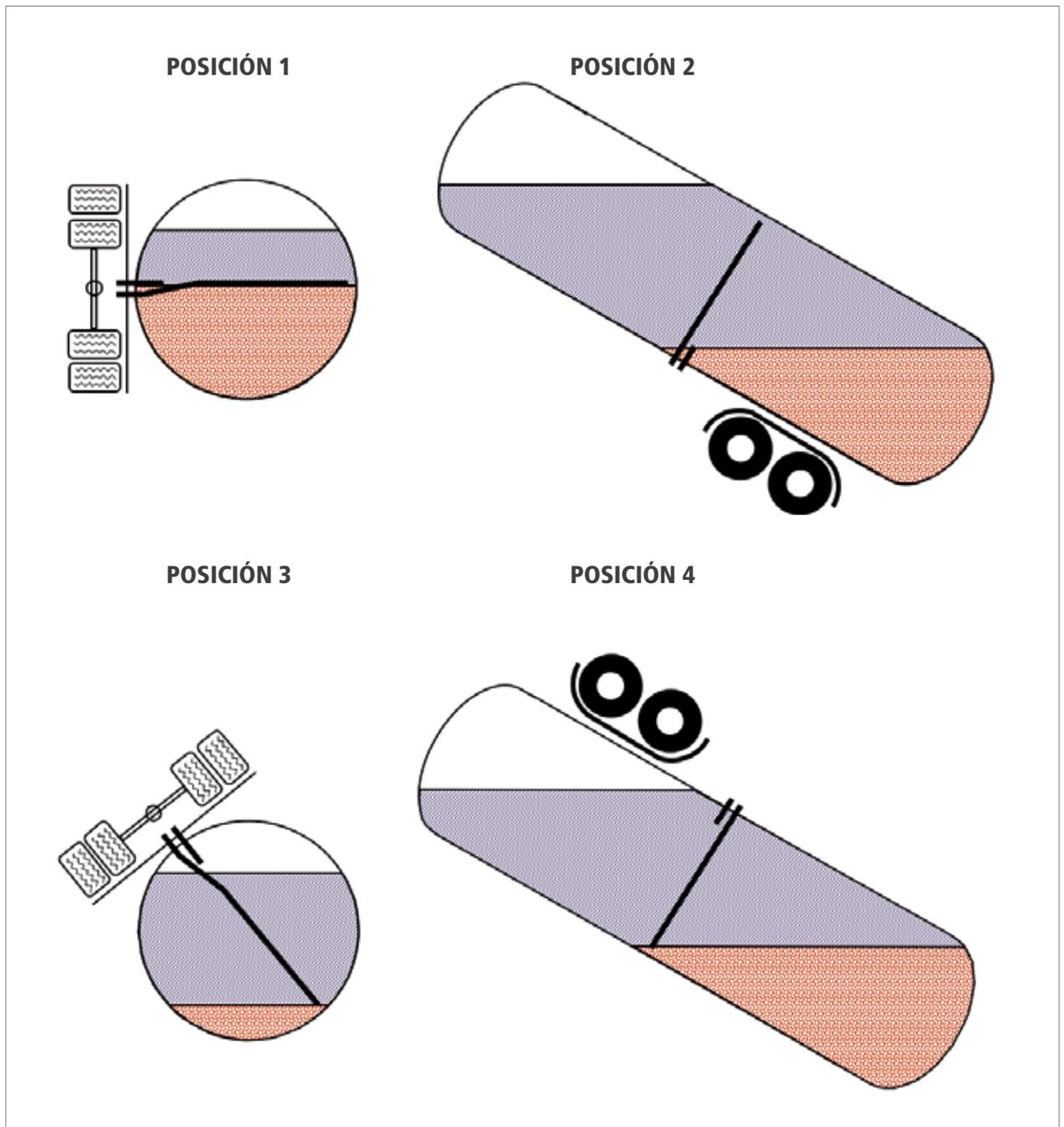
El trasvase de gases licuados, por el riesgo que entraña y por la necesidad de equipamiento específico, tiene que realizarlo el transportista o el equipo de intervención en quien delegue. Aun así, los bomberos tenemos que poseer el conocimiento necesario para evaluar, dar el visto bueno y coordinar las maniobras que el equipo de intervención del transportista quiera llevar a cabo.

Antes de proceder al inicio de la preparación de la maniobra y a su posterior ejecución, se derivaran ambas cisternas y el equipo de trasvase a tierra.

Uno de los problemas que presenta todo trasvase de gases es la sobrepresión que se genera en la cisterna receptora, que si no se consigue controlar, irá creciendo hasta presiones demasiado altas para que la bomba u otro sistema de impulsión las supere, por lo que el trasvase se detendría. En este caso sería necesario sustituir la cisterna receptora por otra vacía (y despresurizada), circunstancia que alargará y complicará las tareas de trasvase. La solución es realizar un control de gases de la cisterna receptora, para lo cual se puede:

- Despresurizar la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.
- Cerrar el circuito de gases, para que se compensen las presiones (como se detallará más adelante).

La posición de la cisterna accidentada nos indicará la cantidad máxima de producto que podrá extraerse, y qué conducto permitirá extraer mayor cantidad de producto (la fase líquida o la fase gas) de la cisterna accidentada.



-  Fase gas
-  Producto que se puede llegar a extraer
-  Producto que NO se puede llegar a extraer

ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

De la observación de los esquemas:

- Si hay vuelco, es muy posible que el conducto de fase gas quede sumergido y pase a ser también de fase líquida, con lo que se pierde la comunicación con la fase gas (posiciones 1, 2 y 4). Únicamente en vuelcos próximos a los 180° se mantiene la fase gas (a través del conducto de fase líquida).
- Si hay vuelco de 90° (posición 1) la cantidad de producto que se puede extraer es poca. Este hecho, unido a la cuestionable necesidad del trasvase en cisternas de gran resistencia mecánica como las de GLP, plantea dudas sobre la conveniencia del trasvase.
- En las posiciones 3 y 4, será necesario extraer el producto por el conducto de fase gas (sumergido, por lo que en realidad comunica con la fase líquida) para poder vaciar lo más posible la cisterna accidentada. Contrariamente, en las posiciones 1 y 2, la extracción será por el conducto de fase líquida.

### 8.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- Trasvase por presión propia
- Trasvase con bomba
- Trasvase con compresor

A continuación se describe cada uno de ellos, y se especifica si son válidos en el caso de que la cisterna accidentada se encuentre volcada.

#### 8.3.1. Trasvase por presión propia.

El trasvase por presión propia es el sistema más sencillo, aunque también el más lento. En condiciones normales, y con independencia del nivel de llenado de la cisterna accidentada, la presión en el interior del depósito será al menos el valor de la presión de vapor para la temperatura ambiente (ejemplo: para el propano a 20°C, la presión es ligeramente superior a 8 bar), y este valor se mantendrá casi constante (aunque ligeramente a la baja) durante todo el proceso de trasvase.

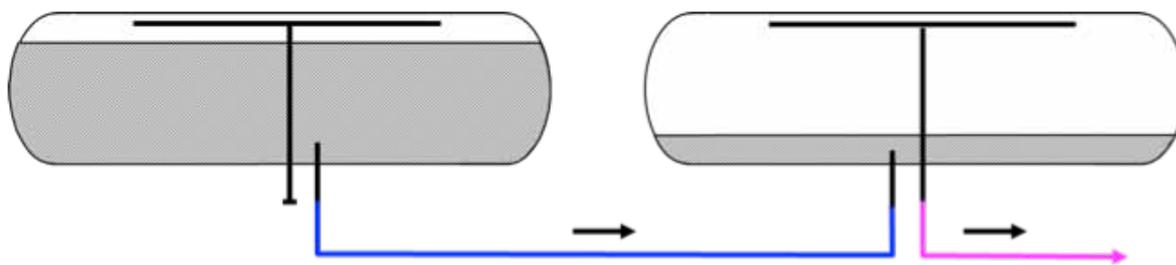
Para que el flujo de producto desde la cisterna llena a la vacía se mantenga a lo largo del tiempo es imprescindible que la cisterna receptora no acumule presión. Para ello es necesario:

- La cisterna receptora tiene que estar despresurizada. En caso contrario, habrá que despresurizarla in situ antes de iniciar las operaciones de trasvase.
- Mantener despresurizada la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

Cuanto mayor sea la diferencia de presiones entre ambas cisternas, mayor será el caudal de trasiego.

##### — 8.3.1.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas (≈0°)

Montaje 1:



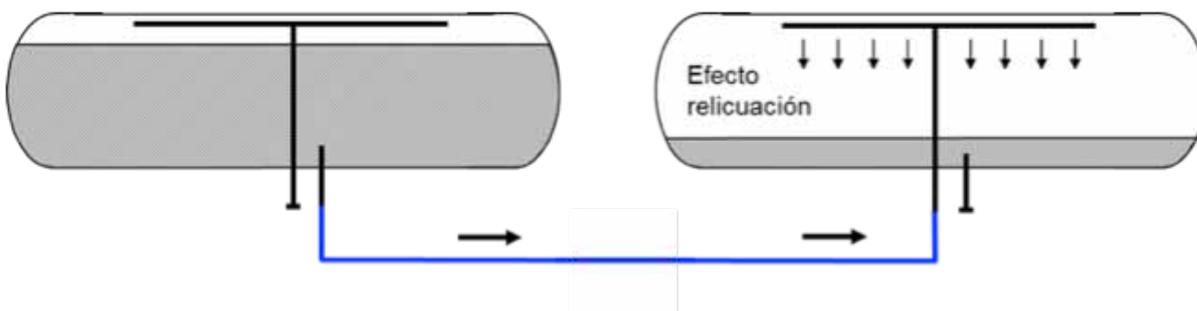


Cisterna accidentada

Cisterna receptora. Venteo libre de la fase gas

Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo, ...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



El producto se introduce en la cisterna receptora por el conducto de la fase gas y no por el de la fase líquida. El conducto de fase gas acostumbra a acabar en un terminal tipo ducha o simplemente un deflector, que en ambos casos tiene por objeto pulverizar la entrada de líquido a la cisterna: el producto «llueve», una pequeña parte se expande y se evapora, con el cambio de estado roba calor del entorno y refrigera la fase gas, relievándola en parte. El resultado es un control del incremento de la presión en el interior del depósito, que aunque no se evita, sí se ralentiza.

Con toda probabilidad la cisterna receptora acabará presurizándose hasta el punto que se compensen las presiones en ambas cisternas, con lo que el trasvase se parará. Aun así, seguramente se habrá podido trasegar mucha cantidad de producto, pero no todo el que pueda extraerse.

Si se hace circular la cisterna receptora durante unos minutos, frenando y arrancando continuamente, se consigue que la fase líquida enfríe la fase gas, relievando parte de los gases, con resultado de una disminución de la presión. Tras ello, puede volver a intentarse continuar con el trasvase.

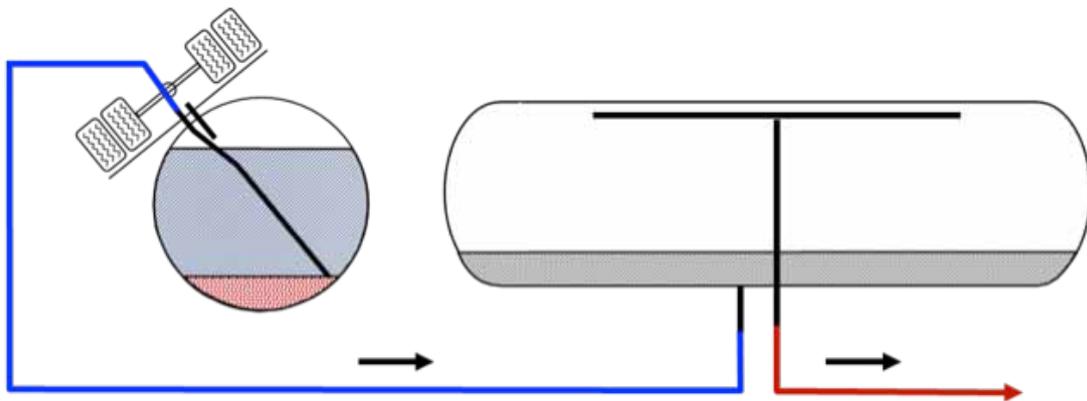
— 8.3.1.2. Cisterna accidentada volcada

La posición de la cisterna condiciona poco este método de trasvase. El trasvase por presión propia funciona de la misma forma, a condición de que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

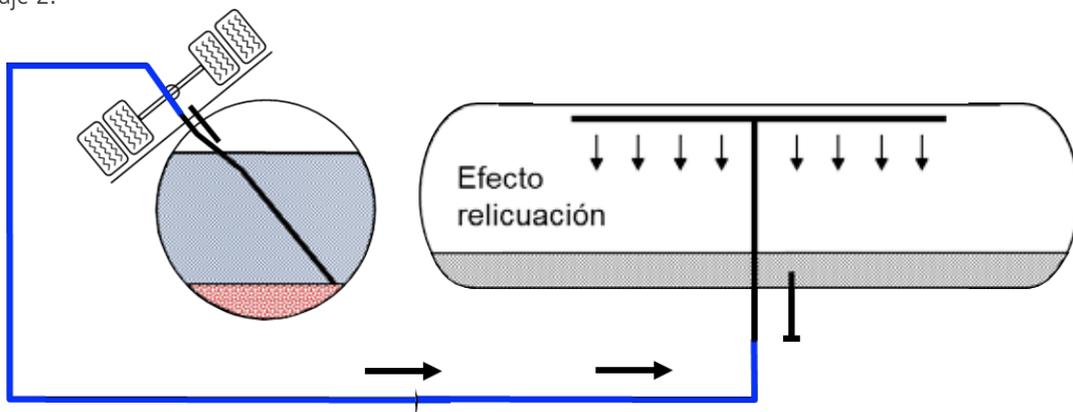
Ejemplo para la posición 3 de los montajes 1 y 2 anteriores:

ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

Montaje 1:



Montaje 2:



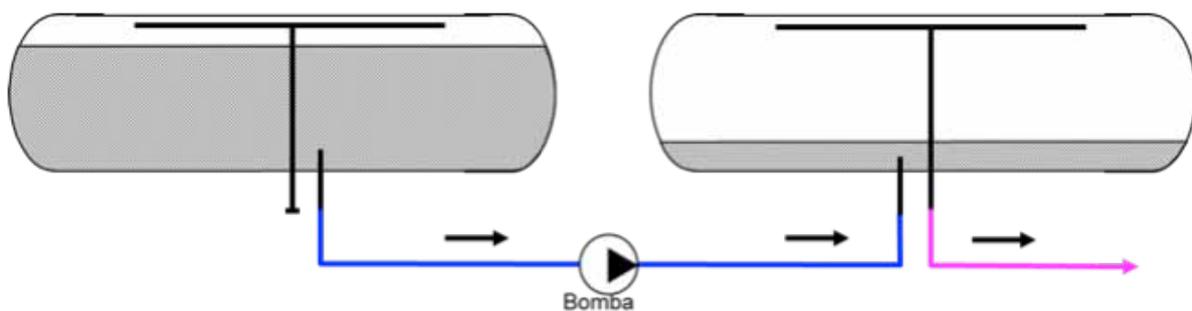
Le son de aplicación los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 para cuando la cisterna no está volcada.

8.3.2. Trasvase con bomba.

Es el método más habitual y rápido.

- 8.3.2.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ( $\approx 0^\circ$ )

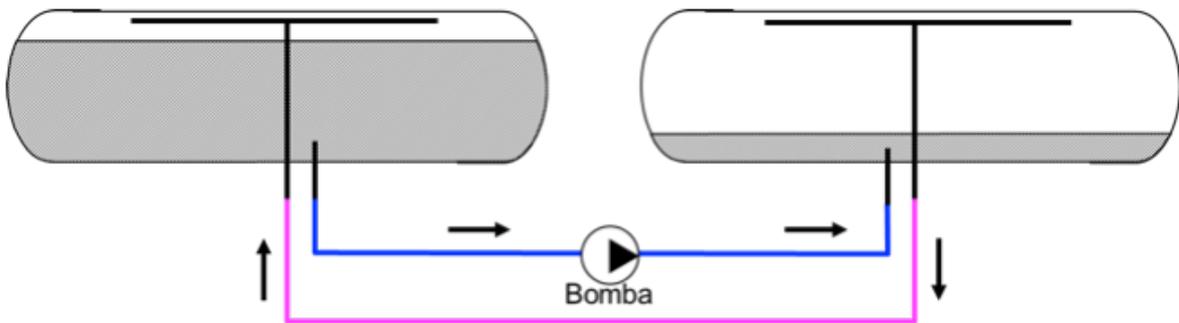
Montaje 1:



El montaje 1 se corresponde con el anterior (trasvase por presión propia), pero con el añadido de la bomba. A la diferencia de presión entre cisternas se la suma la presión generada por la bomba, con resultado de mayor caudal de trasiego.

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo, ...), se pueden plantear 2 variantes (montajes 2 y 3) para el control de la presión de la cisterna receptora:

Montaje 2:



Esta maniobra conecta las fases, y compensa las presiones entre ambas cisternas. Es la bomba quién genera la diferencia de presión suficiente para desplazar el producto.

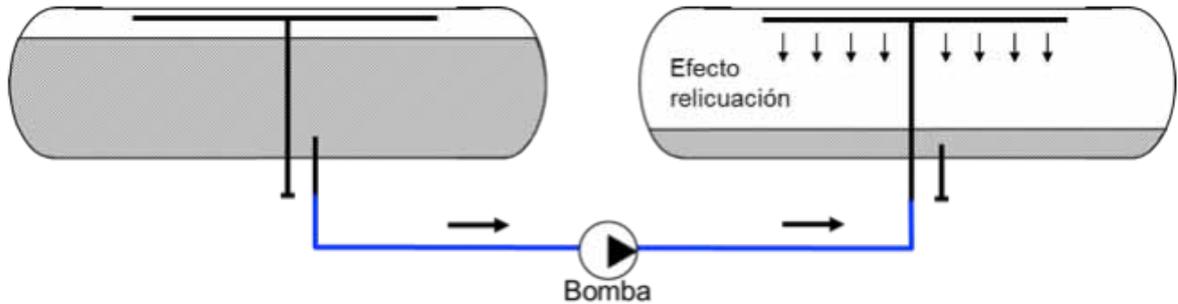
Respecto al montaje 1, se requiere mayor número de mangotes y manipular más válvulas, pero es una solución muy efectiva.



ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

Montaje 3:

Como alternativa al montaje 1 (porque no se pueda liberar los gases al aire) y al montaje 2 (porque se desee una instalación sencilla), se puede realizar el montaje 3:



Se corresponde con el montaje 2 del trasvase por presión propia. Le son de aplicación los mismos comentarios.

— 8.3.2.2. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ( $\approx 0^\circ$ )

La posición de la cisterna condiciona poco este método de trasvase. El trasvase con bomba funciona de la misma forma, a condición de que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

Ejemplo montaje 3:



Otro ejemplo montaje 3:

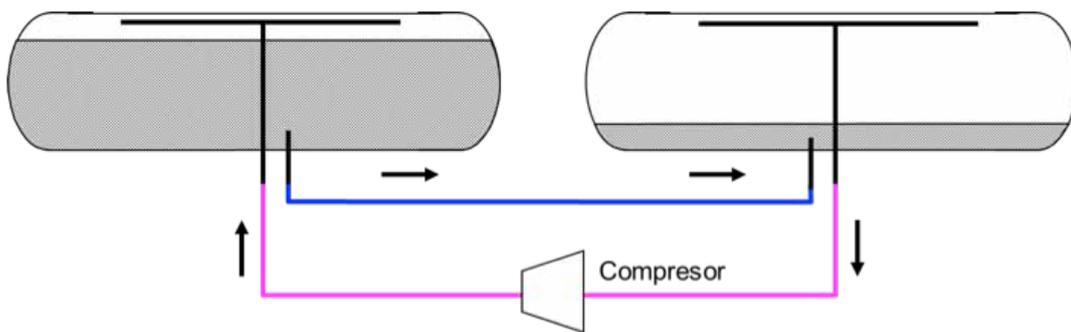


### 8.3.3. Trasvase con compresor.

No se emplea bomba, sino un compresor específico de GLP (diferente al compresor de aire). El compresor comprime gases que toma de la cisterna receptora y los conduce a mayor presión a la cisterna accidentada. Con este montaje, se mantiene baja la presión en la cisterna receptora y, por el contrario, elevada la presión en la cisterna accidentada. El producto fluye por la diferencia de presiones entre ambos depósitos.

Este sistema es más lento que el trasvase con bomba, pero más rápido que utilizando únicamente la presión propia.

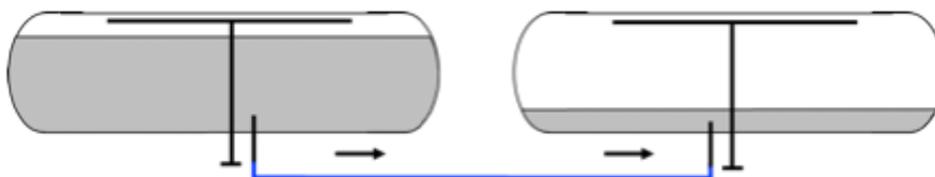
#### — 8.3.3.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ( $\approx 0^\circ$ )



Algunas empresas transportistas de GLP disponen de compresor de GLP, bien portátil, bien fijo en el bastidor de un vehículo cisterna:



Antes de realizar el montaje de la figura, se tienen que equilibrar las presiones entre ambas cisternas. Únicamente hace falta conectar las fases líquidas:



Una vez igualadas las presiones (o prácticamente), se conectan las fases gas al compresor y se pone en marcha.

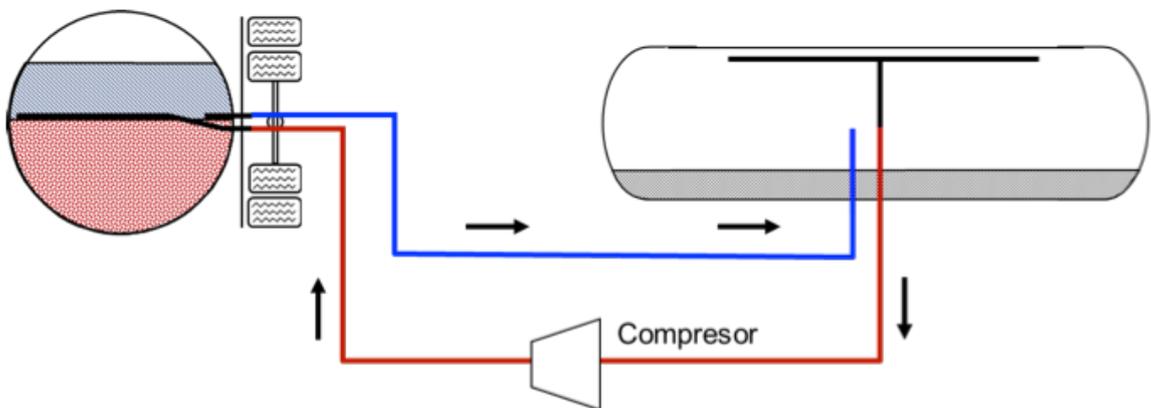
ANEXO 08 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GLP

– 8.3.3.2. Cisterna accidentada volcada

No es un gran condicionante el hecho de que la cisterna esté volcada. El trasvase con bomba funciona en cualquier posición de la cisterna accidentada, pero haciendo que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

No importa tampoco que los conductos de fase líquida y de fase gas estén sumergidos en fase líquida, y no haya ninguno que comunique con la fase gas.

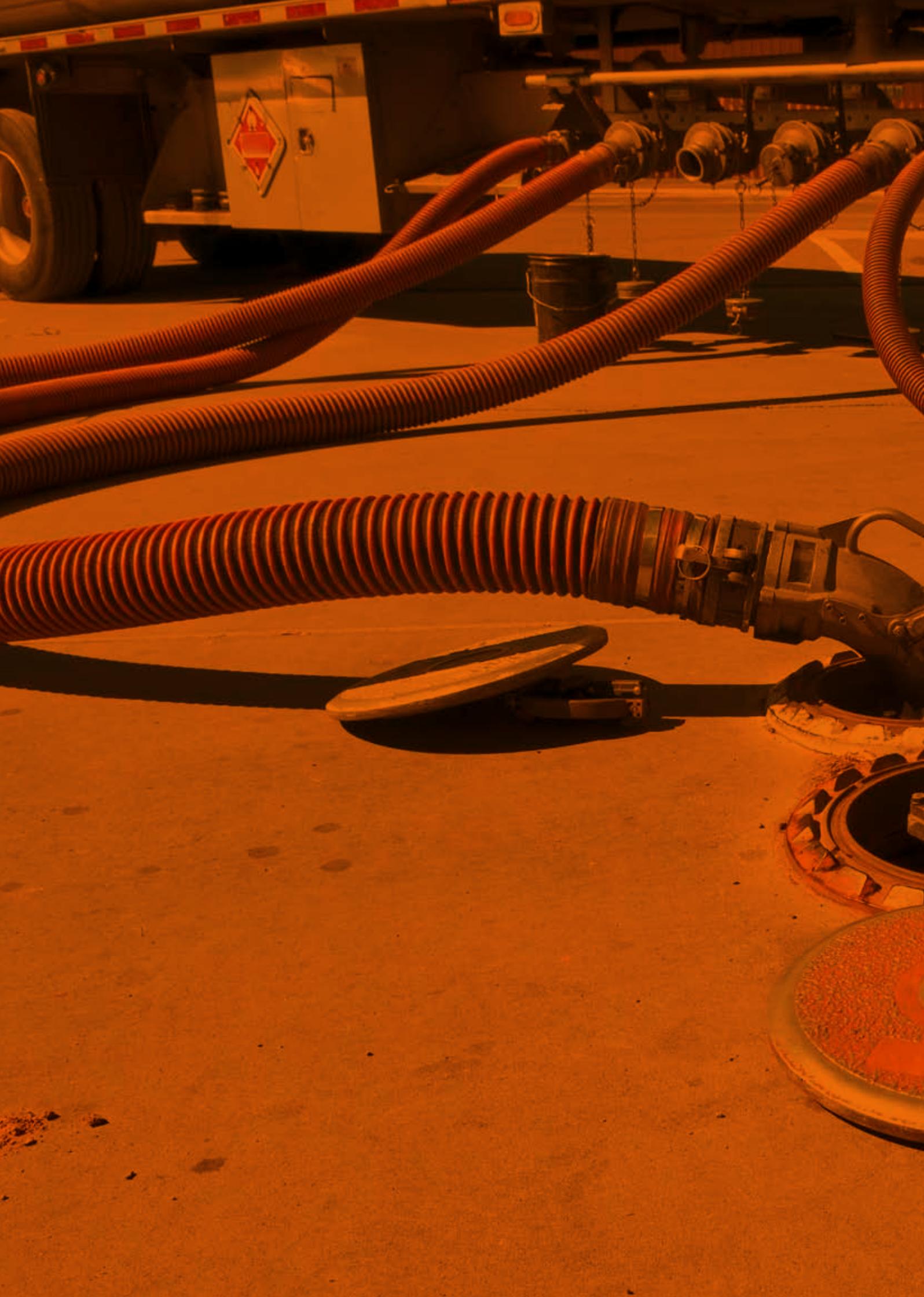
Ejemplo para la posición 1 representada en el apartado 2:



Como puede observarse en el esquema, en la cisterna volcada no hay ningún conducto inicialmente en contacto con la fase gaseosa, pero el montaje funciona perfectamente.









## **Anexo 09**

Intervención y trasvase de  
cisternas de Gases Criogénicos

**ANEXO 09** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

**9.1. Cisternas de gases criogénicos. Características generales.**

9.1.1. Algunos ejemplos de gases criogénicos:

Los gases criogénicos son gases licuados refrigerados (a muy baja temperatura). Ejemplos:

Nombre	Sinónimos o similares	Núm. ONU	Núm. Peligro
Dióxido de carbono (CO2)	Gas carbónico	1035	23
Anhídrido carbónico	2187	22	23
Óxido nitroso (N2O)	Protóxido de nitrógeno	1978	23
Óxido de nitrógeno (I)	Propeno	1077	23
Monóxido de dinitrógeno		1027	23
Anhídrido hiponitroso		1011	23
Gas hilarante o de la risa	2201	225	23
Gas natural licuado (GNL)	Metano (CH4)	1972	223
Nitrógeno (N2)	LIN	1977	22
Trifluorometano (CHF3)	Fluoroformo	1010	239
Freón 23, R-23, HFC-23	Isobuteno	1055	
Metil trifluoruro	3136	22	23
Oxígeno (O2)	LOX	1073	225
Argón (Ar)	LAR	1951	22
Criptón (Kr)		1970	22
Xenón (Xe)		2591	22
Neón (Ne)		1913	22
Etano*		1961	223
Etileno*	Eteno	1038	223
Hidrógeno (H2)**		1966	223
Helio (He)**		1963	22

\* No es habitual en forma criogénica. Acostumbra a transportarse licuado a presión.

\*\* No es habitual en forma criogénica (He a -269°C y H2 a -253°C. Se transportan envueltos por N2 líquido). Acostumbra a transportarse comprimido en botellas.



Muchos de estos productos son gases del fraccionamiento del aire (GFA: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ar, Kr, Xe, Ne, He, H<sub>2</sub>) y otros son gases hidrocarburos ligeros (GNL, Etano, Etileno)

Los gases del fraccionamiento del aire (GFA) son en una mayoría gases inertes (con la excepción del O<sub>2</sub> y del H<sub>2</sub>). Nuestro cuerpo no los detecta porque forman parte del aire y son inodoros.

Los gases licuados criogénicos presentan riesgo por su baja temperatura, por su capacidad de fragilización de los materiales y por sofocación.

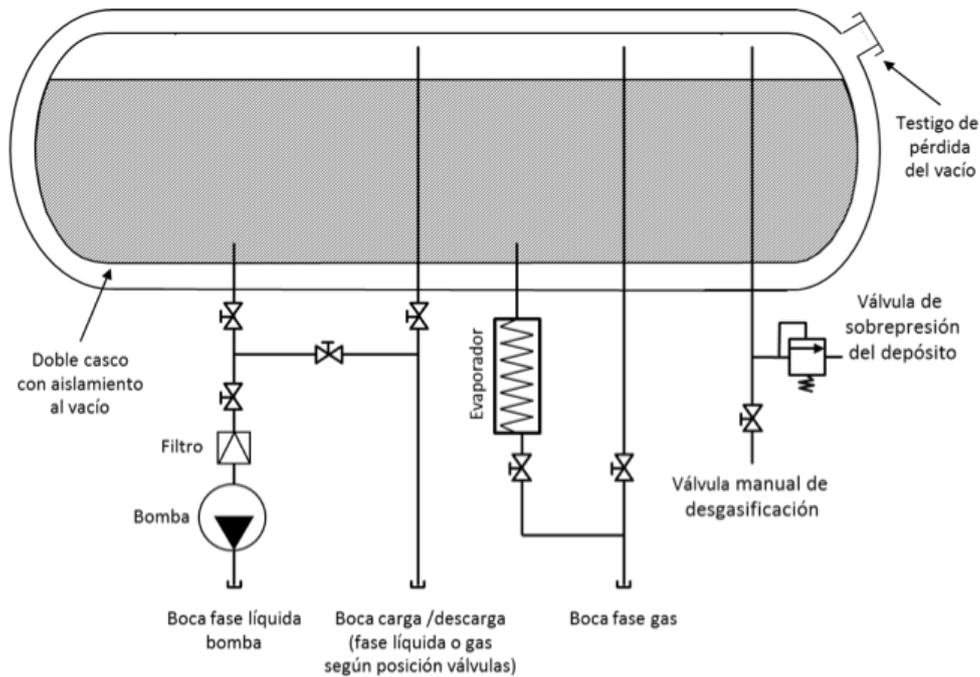
#### 9.1.2. Características principales de las cisternas que transportan gases criogénicos:

Los gases criogénicos se transportan en cisternas de depósito de doble casco con aislamiento al vacío, a excepción del GNL y del CO<sub>2</sub>, que en España se pueden transportar en cisternas de depósito monocasco con aislamiento exterior de poliuretano, circunstancia habitual desafortunadamente. En cualquier caso este tipo de cisternas se tratan en un anexo aparte.

Las características principales de las cisternas de depósito de doble casco son:

- La cisterna se compone de 2 depósitos de sección transversal circular: uno dentro de otro, separados por el vacío (principal aislamiento térmico) y por material aislante, que puede ser perlita o "superaislamiento" (material sintético, más ligero que la perlita pero con menores propiedades aislantes, que obliga a que el vacío entre los depósitos sea más estricto).
- El depósito interior es de acero inoxidable de 5 mm, y el exterior es de acero inoxidable (las más nuevas) o de acero al carbono (las más antiguas) de 3 o 4 mm.
- Para verificar que se mantiene el vacío entre ambos depósitos, se dispone de un testigo de pérdida del vacío, que no es sino un simple tapón que interiormente tiene el vacío y exteriormente la presión atmosférica. Si el aire entra en la cámara entre los 2 depósitos, el tapón ve compensadas las presiones interior y exterior y cae (su sustentación es únicamente por diferencia de presión).
- El depósito interior siempre lleva válvulas de sobrepresión.
- El testigo de pérdida de vacío actúa, a su vez, de disco de rotura por sobrepresión del depósito exterior, en caso de rotura del depósito interior y fuga de gas licuado dentro de la cámara entre depósitos.
- Los conductos de carga y descarga también disponen de válvulas de sobrepresión.
- Están ligeramente presurizadas: la presión interior del depósito es superior a la atmosférica: La máxima presión de trabajo (presión de servicio) está sobre los 3 bar, pero es mucho menor que la de los gases licuados del petróleo (GLP), que está sobre los 18 bar.
- La temperatura interior del depósito puede oscilar entre  $-50^{\circ}\text{C}$  i  $-196^{\circ}\text{C}$ , o incluso menor, según el producto.
- No están compartimentadas.
- No tiene cubetas, ni bocas de hombre practicables, escalerilla u otros elementos exteriores.
- El coeficiente de llenado de la fase líquida es del 95%. El 5% restante del volumen total del depósito está ocupado por la fase gas.
- No llevan válvulas de fondo.
- Llevan bomba de trasiego.
- El reloj indicador del llenado actúa por cálculo de presión diferencial (diferencia de presiones entre un punto inferior y otro de superior del depósito), por lo que la lectura no será fiable en caso de vuelco.
- Esquema básico:

ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS



### 9.2. Introducción al trasvase de cisternas de gases criogénicos.

Normalmente el trasvase se plantea en las circunstancias siguientes:

- La cisterna está volcada. Por el riesgo de rotura del depósito durante el levantamiento, conviene reducir tanto como se pueda la cantidad de producto (peso) dentro de él.
- La cisterna está volcada en condiciones de difícil maniobra para las grúas (gran distancia al punto de emplazamiento, por ejemplo).
- La cisterna no está volcada, pero su estado tras un accidente hace poco seguro y desaconsejable arrastrarla o transportarla sobre una góndola sin vaciarla. Ejemplo: se ha perdido el vacío aislante por rotura o poro en el depósito exterior.
- La cisterna no está volcada, pero se desea trasladarla directamente al taller y es preciso vaciarla antes.

La necesidad de trasvase una cisterna de gases criogénicos es cuestionable en la mayoría de los casos, por la gran resistencia mecánica que confiere el doble depósito. El depósito exterior protege el depósito interior de golpes durante el accidente y de la presión de las eslingas de las grúas durante el levantamiento. Las virolas del depósito exterior son similares o ligeramente más gruesas que las de los depósitos de líquidos químicos, pero hay que tener en cuenta que es el depósito interior el que contiene y protege el producto. Todo ello hace que en una mayoría de casos el levantamiento de una cisterna volcada pueda realizarse con garantías de seguridad (integridad del depósito). Por otra parte, si no hay vuelco, difícilmente habrá daños suficientes que aconsejen el vaciado antes de arrastrar la cisterna. Esto no tan evidente en las cisternas monocasco con aislamiento exterior como sucede en el caso de las cisternas de GNL.

El trasvase de gases licuados, por el riesgo que entraña y por la necesidad de equipamiento específico, tiene que realizarlo el transportista o el equipo de intervención en quien delegue. Aun así, los bomberos tenemos que poseer el conocimiento necesario para evaluar, dar el visto bueno y coordinar las maniobras que el equipo de intervención del transportista quiera llevar a cabo.

En caso de que el producto sea inflamable o combustible, antes de proceder al inicio del montaje de la maniobra y posterior ejecución, se derivaran ambas cisternas y el equipo de trasvase a tierra.

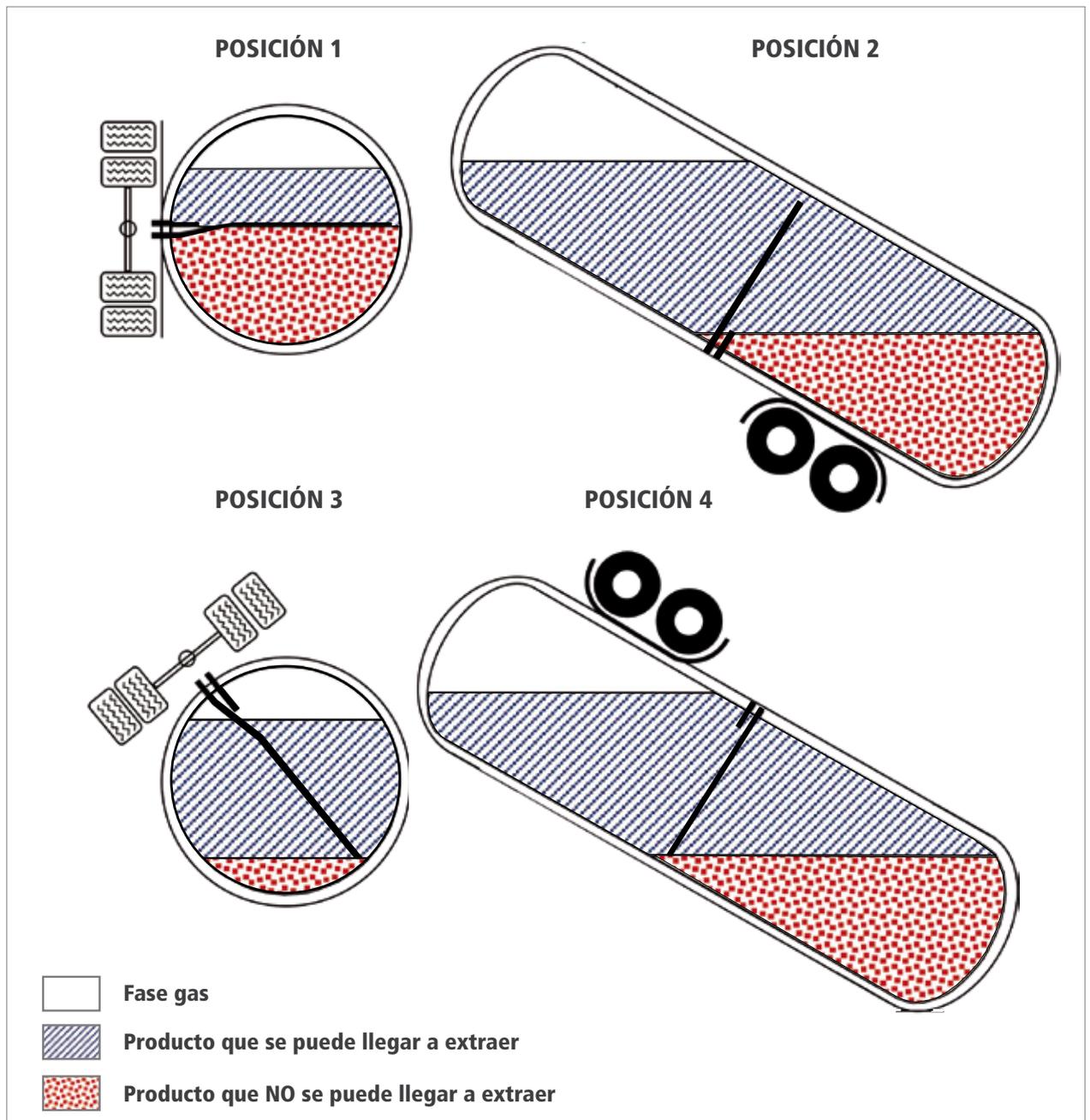
Uno de los problemas que presenta todo trasvase de gases es la sobrepresión que se genera en la cisterna receptora, que si no se consigue controlar a mínimos, irá creciendo hasta presiones demasiado altas para que la bomba u otro sistema de impulsión, las supere, por lo que el trasvase se parará. En este caso se haría necesario substituir la cisterna receptora por otra de vacía (y despresurizada), hecho que alarga y dificulta las tareas de trasvase. La solución para evitarlo, es realizar un control de gases de la cisterna receptora:

- Despresurizar la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el trasvase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

O bien,

- Cerrar el circuito de gases, para que se compensen las presiones (como se detallará más adelante).

La posición de la cisterna accidentada nos indicará la cantidad máxima de producto que podrá extraerse, y qué conducto permitirá extraer mayor cantidad de producto (la fase líquida o la fase gas) de la cisterna accidentada.



**ANEXO 09** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

De la observación de los esquemas:

- Si hay vuelco, es muy posible que el conducto de fase gas quede sumergido y pase a ser también de fase líquida, con lo que se pierde la comunicación con la fase gas (posiciones 1, 2 y 4). Únicamente en vuelcos próximos a los 180° se mantiene la fase gas (a través del conducto de fase líquida).
- Si hay vuelco de 90° (posición 1) la cantidad de producto que se puede extraer es poca. Este hecho, refuerza la cuestionabilidad de la necesidad del trasvase en cisternas de gran resistencia mecánica como las de gases criogénicos,
- En las posiciones 3 y 4, será necesario extraer el producto por el conducto de fase gas (sumergido, por lo que en realidad comunica con la fase líquida) para poder vaciar lo más posible la cisterna accidentada. Contrariamente, en las posiciones 1 y 2, la extracción será por el conducto de fase líquida.

### 9.3. Métodos de trasvase

En función del mecanismo de impulsión durante el trasvase, se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- a) Traslase por presión propia
- b) Traslase con presión añadida por evaporador
- c) Traslase con bomba y presión añadida por evaporador

A continuación se describen, y se especifica si son válidos en caso de que la cisterna accidentada se encuentre volcada.

#### 9.3.1. Traslase por presión propia.

El traslase por presión propia es el sistema más sencillo, aunque también el más lento. En condiciones normales, el depósito tendrá una presión interior de alrededor de 1 bar, aunque la presión máxima de trabajo (presión de servicio) pueda ser de unos 3 bar.

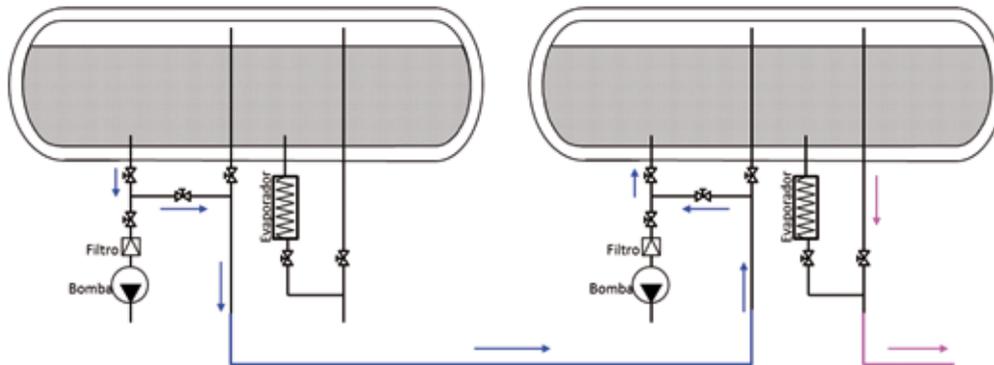
Para que el flujo de producto desde la cisterna llena a la vacía se mantenga a lo largo del tiempo es imprescindible que la cisterna receptora no acumule presión. Para ello es necesario:

- La cisterna receptora tiene que estar despresurizada. En caso contrario, habrá que despresurizarla in situ antes de iniciar las operaciones de traslase.
- Mantener despresurizada la cisterna receptora, dejando abierta la válvula de fase gas mientras se realiza el traslase. Es imprescindible controlar la seguridad del área exterior donde se dispersa el gas.

Cuanto mayor sea la diferencia de presiones entre ambas cisternas, mayor será el caudal de trasiego.

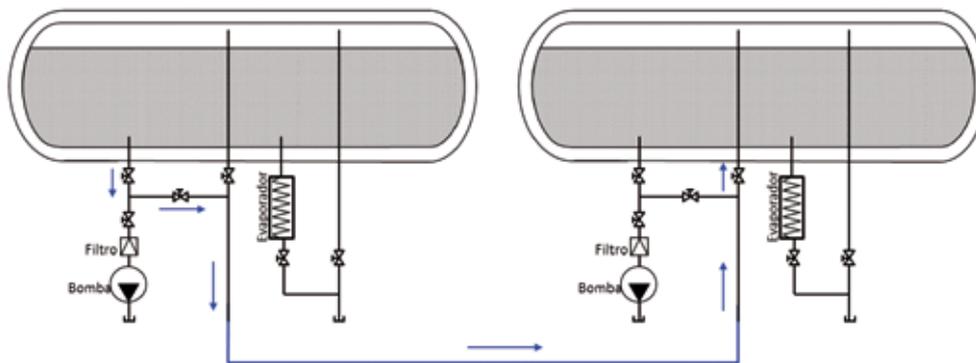
- 9.3.1.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ( $\approx 0^\circ$ )

Montaje 1:



Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo,...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



El producto se introduce en la cisterna receptora por el conducto de la fase gas y no por el de la fase líquida. El conducto de fase gas acostumbra a acabar en un terminal tipo ducha o simplemente un deflector, que en ambos casos tiene por objeto pulverizar la entrada de líquido a la cisterna: el producto «llueve», una pequeña parte se expande y se evapora, con el cambio de estado roba calor del entorno y refrigera la fase gas, relicuándola en parte. El resultado es un control del incremento de la presión en el interior del depósito, que aunque no se evita, sí se ralentiza.

Con toda probabilidad la cisterna receptora acabará presurizándose hasta el punto que se compensen las presiones en ambas cisternas, con lo que el trasvase se parará. Aun así, seguramente se habrá podido trasegar mucha cantidad de producto, pero no todo el que pueda extraerse.

Si se hace circular la cisterna receptora durante unos minutos, frenando y arrancando continuamente, se consigue que la fase líquida enfríe la fase gas, relicuando parte de los gases, con resultado de una disminución de la presión. Tras ello, puede volver a intentarse continuar con el trasvase.

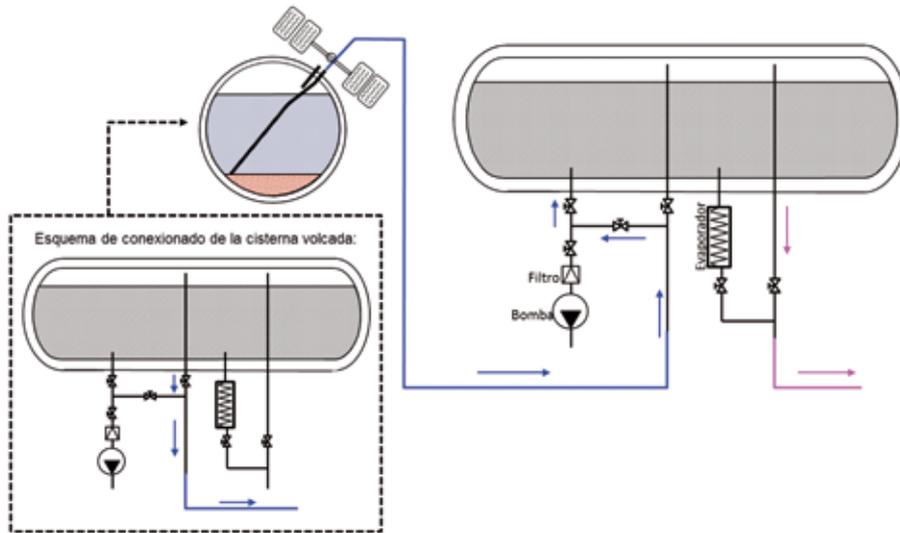
#### — 9.3.1.2. Cisterna accidentada volcada

No es un gran condicionante el hecho de que la cisterna esté volcada. El trasvase por presión propia funciona en cualquier posición de la cisterna accidentada, pero haciendo que el conducto de vaciado sea el que esté más sumergido en la fase líquida, para extraer la mayor cantidad de producto.

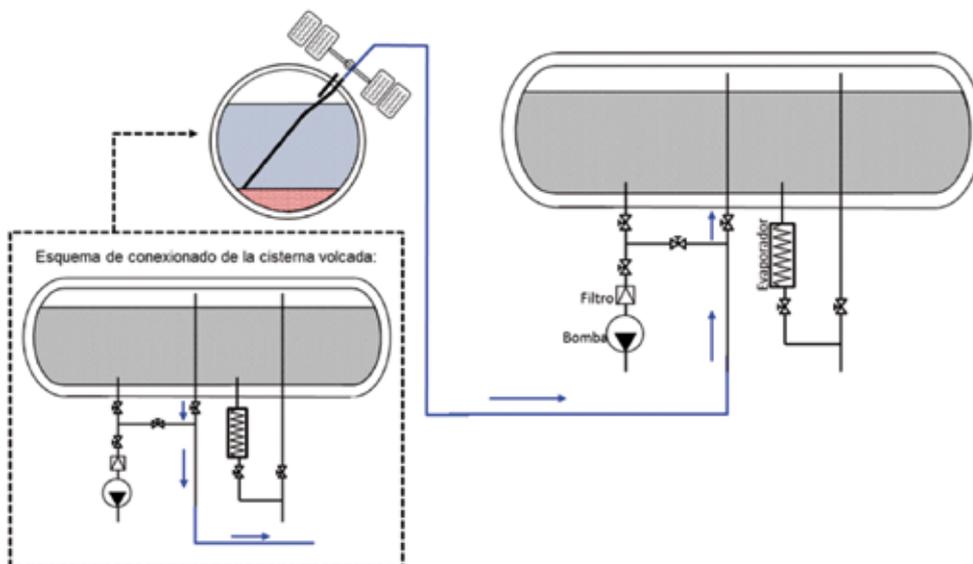
Ejemplo para la posición 3 de los montajes 1 y 2 anteriores:

ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

Montaje 1:



Montaje 2:



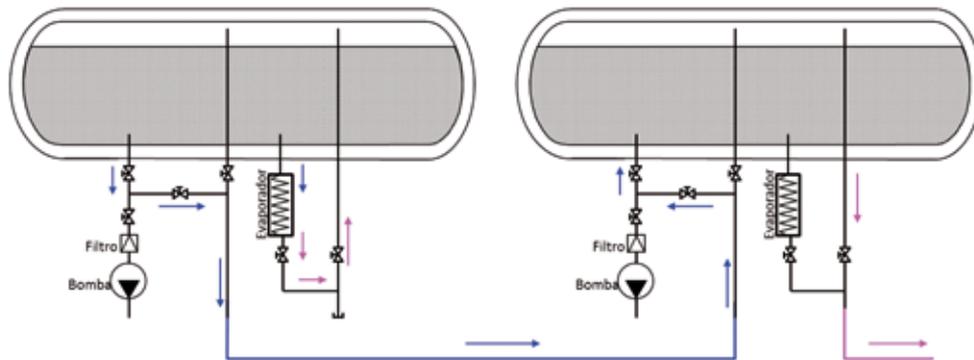
Le son de aplicación los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 para cuando la cisterna no está volcada.

### 9.3.2. Trasvase con presión añadida por evaporador.

Es un sistema más rápido que el anterior. A la presión propia se le añade la presión que proviene de gasificar (en el evaporador) una parte de la propia fase líquida e inyectarla de nuevo en el interior de la cisterna.

#### — 9.3.2.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ( $\approx 0^\circ$ )

Montaje 1:



Cisterna accidentada



Cisterna receptora

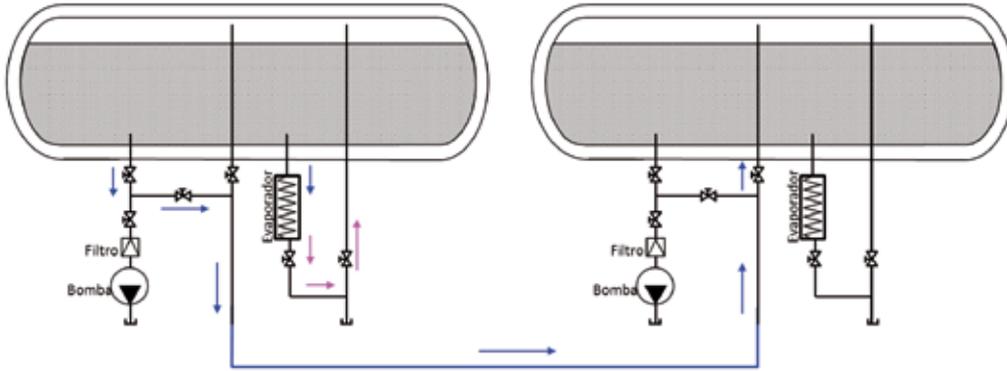


Evaporador en funcionamiento

ANEXO 09 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GASES CRIOGÉNICOS

Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo, ...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



Le aplican los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 del trasvase por presión propia.

— 9.3.2.2. Cisterna accidentada volcada

Este montaje no funciona si la cisterna está volcada, porque el evaporador no trabaja apropiadamente.

Será necesario emplear los montajes correspondientes al trasvase por presión propia.

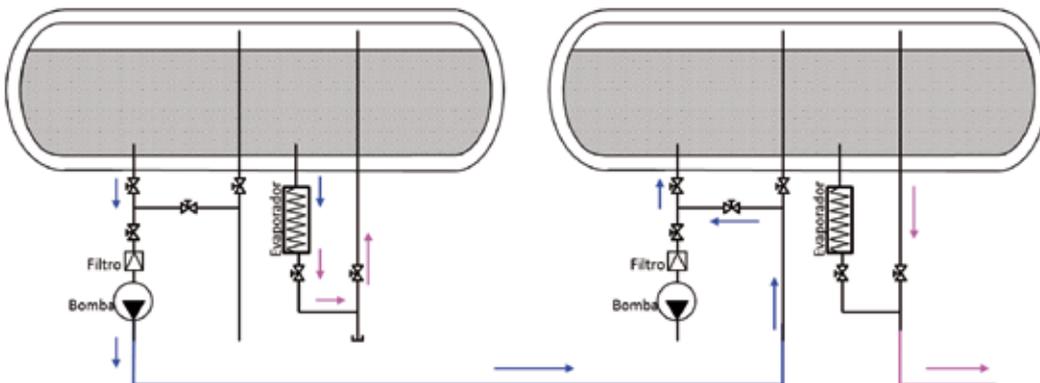
9.3.3. Trasvase con bomba y presión añadida por evaporador.

Es el sistema más rápido, pero sólo es factible si la cisterna accidentada no está volcada y no tiene afectada la bomba de trasiego propia.

La utilización de la bomba requiere necesariamente mantener una presión interior (en el depósito de la cisterna accidentada) suficientemente elevada para que la bomba no cavite, por ello es imprescindible añadir la presión que proviene de gasificar (en el evaporador) una parte de la propia fase líquida e inyectarla de nuevo en el interior de la cisterna.

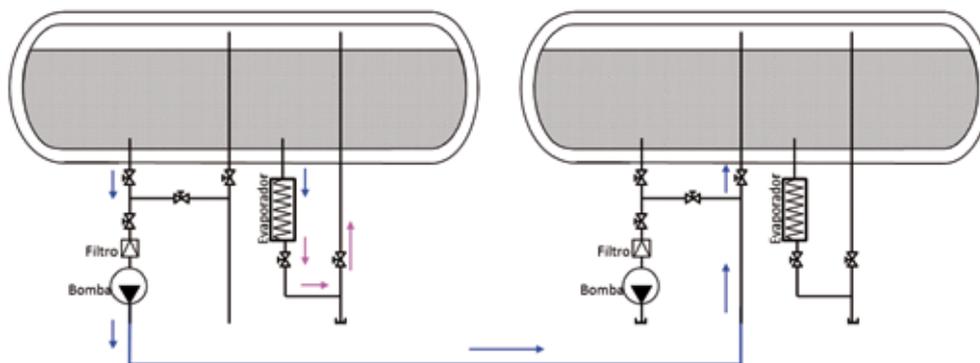
— 9.3.3.1. Cisterna accidentada sobre sus ruedas ( $\approx 0^\circ$ )

Montaje 1:



Montaje 2:

En caso de que no sea posible liberar los gases al aire (por el riesgo que comporte: entornos urbanos, alcantarillado próximo,...), se pueden plantear el montaje 2, para el control de la presión de la cisterna receptora:



Le aplican los mismos comentarios escritos sobre el montaje 2 del trasvase por presión propia.

#### — 9.3.3.2. Cisterna accidentada volcada

Este montaje no funciona si la cisterna está volcada, porque el evaporador no trabaja apropiadamente.

Será necesario emplear los montajes correspondientes al trasvase por presión propia.



# Anexo 10

Intervención y trasvase de  
cisternas de gas natural licuado



**ANEXO 10** INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

**10.1. Cisternas de GNL. Características generales.**

10.1.1. El Gas Natural Licuado.

10.1.2. Características principales de las cisternas que transportan GNL:

A pesar de la prohibición, en vigor desde el 17 de octubre de 2013, de construir cisternas para el transporte de GNL que no sean de doble casco y aisladas al vacío, en la actualidad siguen usándose las monocasco de acero inoxidable (últimamente se utiliza el AISI-304) de 4 mm de espesor, aislado con poliuretano, pues fueron fabricadas antes de la citada orden. Se estima que hay actualmente (2016) en España más de 250 unidades en funcionamiento. Las pocas excepciones a esta regla, que son de doble casco, aisladas al vacío y con aislante a base de perlita o *Superinsulation* no llegan a la decena.

En la tabla se pueden las características constructivas de ambos tipos de cisterna.

MAGNITUD/ELEMENTO	CISTERNA MONOCASCO	CISTERNA DOBLE CASCO
Longitud total	14 metros	14 metros
Anchura total	2,6 metros	2,55 metros
Diámetro interior	2,34 metros	2,331 metros
Altura	3,8 metros	3,8 metros
Volumen nominal	56.500 kilogramos	53.600 kilogramos
Tara aproximada	11.000 kilogramos	15.500 kilogramos
Carga aproximada	22.000 kilogramos	20.870 kilogramos
Presión de prueba	9,1 bar	6,9 bar
Presión de servicio	7 bar	4,3 bar
Temperatura servicio	+50 / -196 °C	+50 / -196°C
Material cisterna	Acero inoxidable 340	Acero inoxidable 340
Espesor cuerpo interior	4 mm vírola / 6 mm fondos	3 mm vírola / 6 mm fondos
Rompeolas interiores	7 unidades de 3 mm	7 unidades de 3 mm
Aislamiento	130 mm poliuretano	Perlita + vacío (100mm)
Forro exterior	Aluminio 2 mm, inox 1,2 mm o acero 1,5 mm / fondos poliéster	Acero al carbono 4/5 mm
Válvulas de seguridad	3 (2 a 7 bar y 1 a 9,1 bar)	3 (2 a 4,3 bar y 1 a 6,9 bar)

Tabla. 1. Tabla de características de cisternas para transporte de GNL. (Cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)



La baja densidad del GNL ( $445,2 \text{ Kg/m}^3$ ), que se transporta a una temperatura de  $-160^\circ\text{C}$ , permite que el volumen transportado de GNL sea grande. La masa usual de carga en las cisternas de transporte primario suele ser de 20000 kg. Esto corresponde a un volumen de 45000 litros, que representa un 85% del volumen total de la cisterna, que es de 54000 litros.

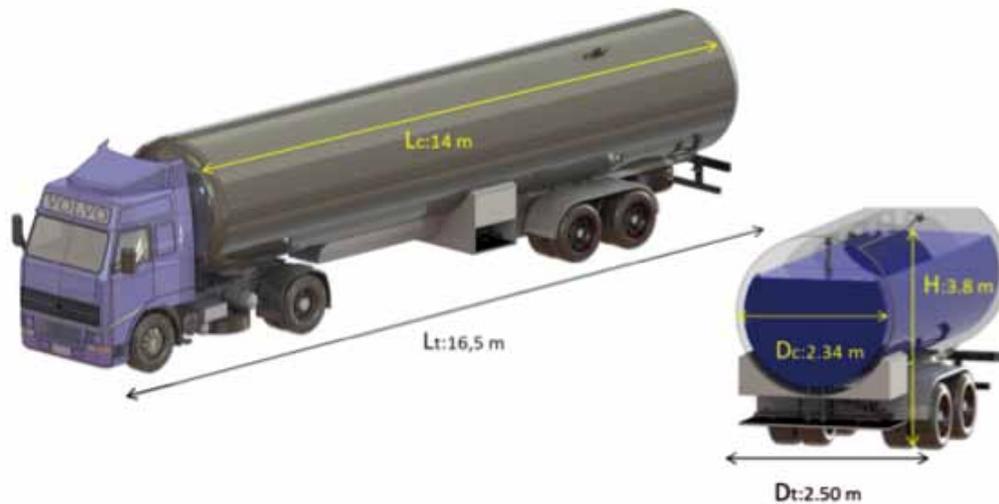


Fig. 1. Dimensiones externas de una cisterna monocasco para el transporte de GNL  
(Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

Podríamos decir que las cisternas de GNL son las unidades de transporte más voluminosas de todas las que circulan con mercancías peligrosas por carretera; son de sección circular, lo que hace que el centro de gravedad esté más alto que en otro tipo de cisternas, y no disponen de rompeolas longitudinales.

El ADR estipula que las conducciones de carga y descarga en las cisternas de GNL deben estar lejos del alcance de otros vehículos en caso de colisión. Por eso, se encuentran ubicadas en el interior de un armario en la zona ventral de la cisterna, a unos 2 metros detrás de la quinta rueda. Cuenta con tres salidas con racor tipo ENAGÁS (dos para fase líquida, de 3" y 2" de diámetro, y una para fase gas de 2"), con rosca a izquierdas y válvulas de fondo con doble accionamiento: neumático y de apertura manual.

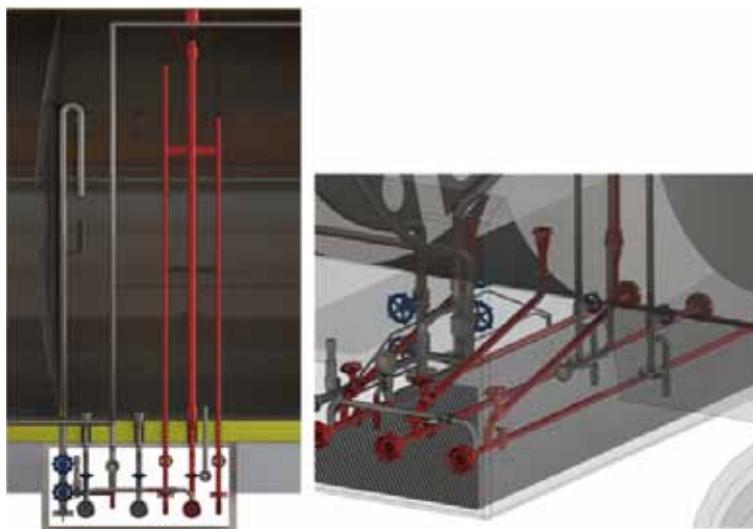


Fig. 2. Conducciones de carga y descarga en una cisterna para el transporte de GNL.  
La de la izquierda y centro fases líquidas. La de la derecha, gas.  
(Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

Las salidas de las conducciones son dobles, siendo accesibles desde ambos lados del armario de la cisterna.

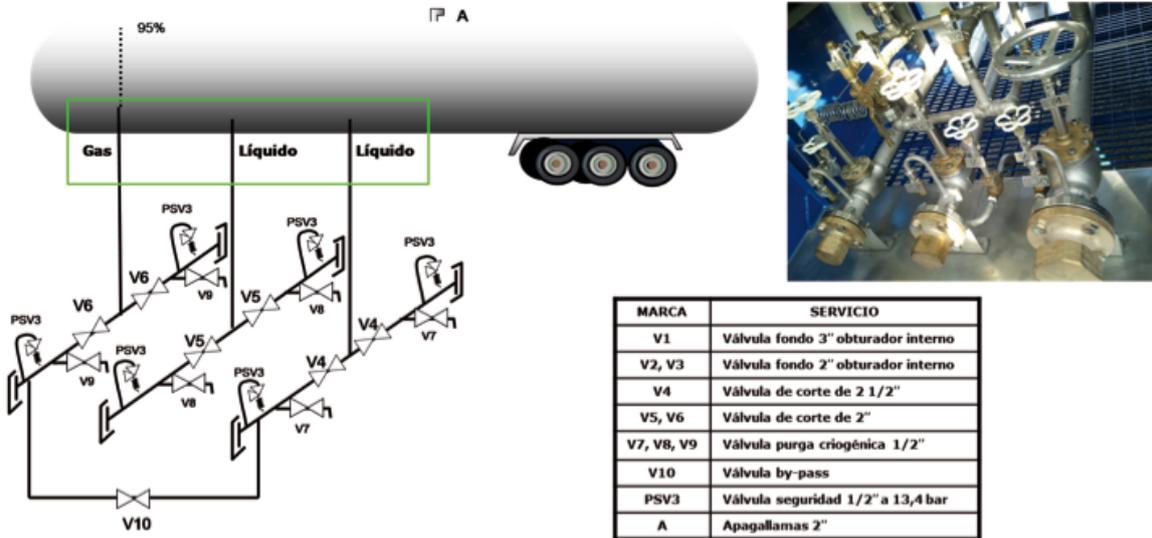


Fig. 3. Conducciones de carga y descarga en una cisterna para el transporte de GNL (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

En el armario también están ubicadas las válvulas de seguridad. En el caso de las cisternas monocasco, disponen de una doble que se activa a partir de una presión interior de 7.1 bar y otra simple a 9 bar.

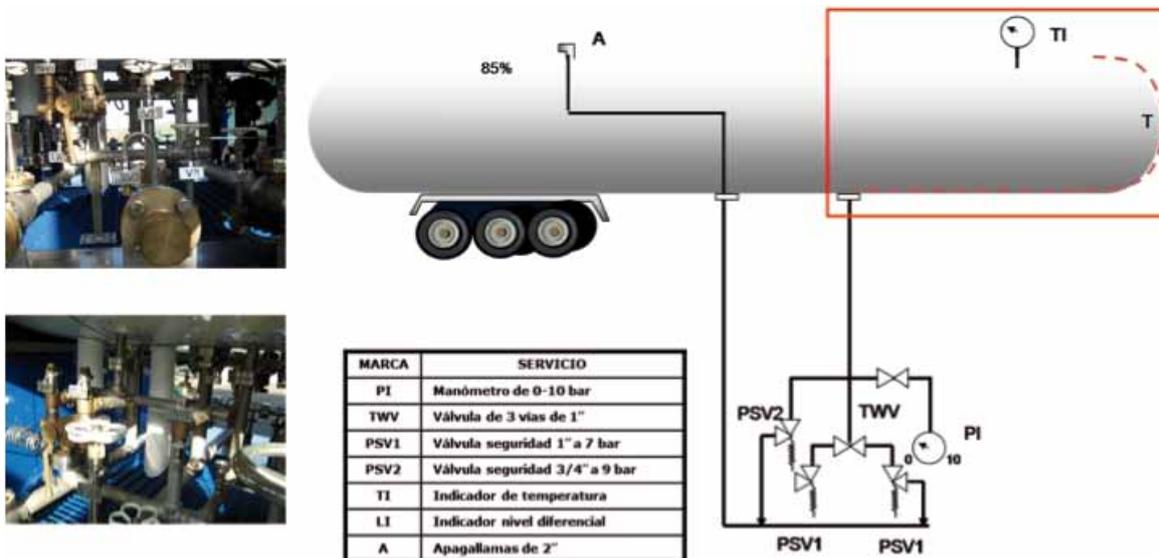


Fig. 4. Esquema de las válvulas de seguridad en una cisterna monocasco para el transporte de GNL (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

Las válvulas de seguridad enlazan con la fase gaseosa mediante un tubo que recorre la cisterna, bajo el aislante, por su parte inferior y asciende por el fondo delantero hasta la parte superior, donde conecta con la fase gaseosa del depósito. La salida de las válvulas de seguridad comunica con otro tubo que asciende rodeando la cisterna por la parte central (siempre bajo el aislante) y posteriormente se dirige por la parte superior trasera, donde comunica al exterior mediante el dispositivo de venteo o apagallamas.



Fig. 5. Circuito de seguridad (en rojo) en una cisterna monocasco para el transporte de GNL  
(Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

El apagallamas tiene una doble finalidad: por un lado, expulsar al exterior el exceso de gas del interior de la cisterna cuando se activa una válvula de seguridad; y por otro evitar que se produzca un retroceso de llama y penetre en el interior de la cisterna en caso de incendiarse el gas. A tal efecto, la parte final del apagallamas está formado por un filtro sinterizado metálico. El apagallamas es un elemento tan característico y exclusivo de este tipo de cisternas que es un certero elemento de identificación.

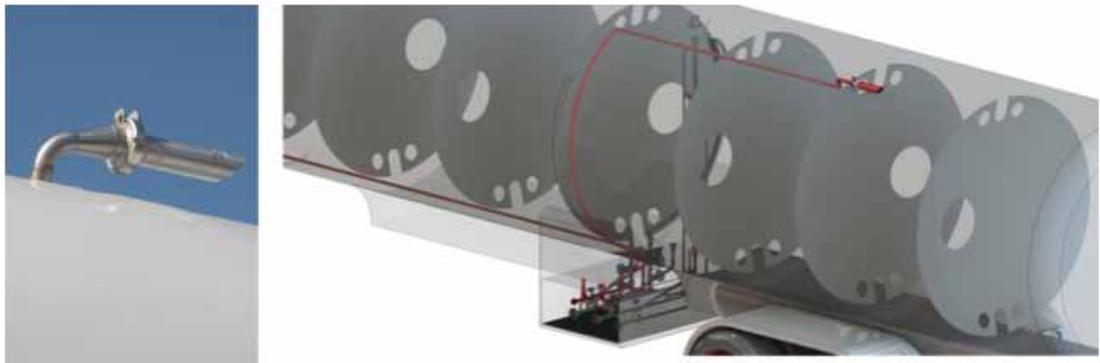


Fig. 6. Apagallamas o dispositivo de venteo en una cisterna monocasco para el transporte de GNL  
(Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

En las cisternas aisladas al vacío, el apagallamas va ubicado en el fondo posterior de la cisterna. Hay otro similar, junto a este, que tiene la finalidad de expulsar el gas tras el purgado de los conductos usados en las operaciones de carga y descarga. En la foto siguiente se aprecian ambos, resaltados en los círculos rojos.



Fig. 7. Apagallamas o dispositivos de venteo en una cisterna para transporte primario aislada al vacío para GNL  
(Foto autor)

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

Sin embargo, las válvulas de seguridad no siempre han estado ubicadas en el armario ventral. No hace muchos años, en las cisternas de GNL monocasco se alojaban en un pequeño armario en la parte superior del fondo delantero del depósito. Allí se hallaba también el tubo de venteo, con lo que no existía el largo recorrido de esta conducción que hay en la actualidad; elemento este que no deja de ser otro punto débil en este tipo de transporte, en particular el tramo que va desde la toma de la fase gaseosa, en lo alto de la cisterna, hasta las citadas válvulas de seguridad sitas en el armario. Incluso en estos modelos antiguos el apagallamas sobresalía lateralmente de este armario, no incidiendo el dardo de fuego (si se prendía accidentalmente) directamente en el depósito. El cambio de tendencia vino determinado por el acceso más fácil que se tiene actualmente al mantenimiento de las válvulas de seguridad. En la siguiente fotografía se aprecia dentro del círculo en rojo el tubo de venteo o apagallamas de una de estas cisternas de anteriores diseños.



Fig. 8. Vista del armario delantero superior donde se alojan las válvulas de seguridad y por donde sobresale (dentro del círculo rojo) el tubo de venteo en una cisterna monocasco para el transporte de GNL de diseño antiguo. (Foto autor)

### 10.2. Cisternas de GNL. Características generales.

Como norma general debe evitarse el trasvase siempre que no se juzgue estrictamente necesario, pues dicha maniobra introduce un importante factor de riesgo a tener siempre en cuenta. El trasvase del GNL es una operación muy delicada que debe ser llevada a cabo por especialistas. Dependiendo del estado de la cisterna siniestrada, el trasvase se debe efectuar de una forma u otra.

Todo vehículo cisterna accidentado que posea sus elementos de rodadura en buen estado, debería intentarse desplazar a la planta más próxima que disponga de medios técnicos para su descarga segura y automatizada por los medios habituales. Siempre se debe valorar la distancia al punto al que iba destinada, por si fuera más seguro y factible realizar la descarga allí. No obstante, consideraciones de tipo técnico o económico pueden llevar a trasvasar parte, o la totalidad, del contenido de GNL in situ.

La dotación de material mínima recomendada a incorporar por parte del operador que realiza el trasvase deberá ser la siguiente:

1. Explosímetro con indicación de alarma visual y sonora.
2. Elementos de protección individual: Casco con visera, guantes criogénicos, calzado y ropa antiestáticos, cápsulas de protección auditivas, etc.
3. Sistemas de comunicación.
4. Herramientas antideflagrantes.
5. Eventuales equipos de verificación electrónicos.
6. Equipos de medida (como sondas de temperatura, etc.) o verificación eléctrica y de puesta a tierra.
7. Juntas de recambio.
8. Elementos o kits de recambio de reguladores.
9. Linternas y elementos para iluminación nocturna antideflagrantes.

Como se ha dicho anteriormente, se hará el trasvase a una cisterna de aquellas que ya estén en uso, ya que en este caso va a ser más factible ponerla en frío.

Tomada la decisión de trasvasar in situ la cisterna, las mangueras usadas tienen que ser largas y, desde luego, de más longitud (por lo menos el doble o más) que las que se llevan en las propias cisternas para el proceso "normal" de trasiego.

Asimismo, para tomar la decisión sobre la metodología a usar también es importante, aunque no exista incendio, la circunstancia de si existe fuga y si esta fuga es en fase gas o en fase líquida. Es peligroso, asimismo, presurizar una cisterna dañada para realizar el trasvase.

Por supuesto que para decidir sobre las acciones a tomar también es importante saber si el calorifugado ha sido dañado (o roto el vacío en aquellas cisternas de doble casco) y en qué extensión y profundidad, porque si ha sido muy dañado el tiempo juega en nuestra contra.



Fig. 9. Vehículo de empresa transportista para mantenimiento y seguridad, y vista parcial de su interior. (Foto cortesía de ESK)

El trasiego o trasvase del GNL de una cisterna accidentada a otra es similar al procedimiento llevado a cabo en el resto de gases licuados, como las de GLP, en la que hay que conjugar la fase líquida y gaseosa. Las diferencias más significativas provienen del hecho de que el GNL está fuertemente refrigerado y que la presión en el interior es muy inferior a la que hay en las cisternas de GLP.

Como se ha dicho anteriormente, se suele echar mano de una cisterna que esté en servicio, a fin de que su interior se encuentre a una temperatura no muy diferente de la siniestrada. No obstante, en los primeros momentos de la descarga, se debe colocar una sonda de temperatura en el punto alto de la cisterna: aquél que comunica con el interior de la misma que está al 95% del volumen total. La temperatura mínima en esta zona para iniciar la descarga debe ser inferior a los  $-80^{\circ}\text{C}$ .

En cualquier operación de trasvase es recomendable que se hallen presentes dos operarios, condición que es obligatoria en todas las descargas de las cisternas de abastecimiento. Ambas cisternas deben ponerse a tierra.



Fig. 10. Puesta a tierra de cisternas de GNL antes del trasvase. (Foto cortesía de ESK)

La cisterna receptora debe disponerse en una situación tal que permita su salida inmediata de la zona en caso de ocurrir alguna eventualidad peligrosa.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

10.3. Métodos de trasvase

Partiendo del supuesto inicial de que la cisterna accidentada ha quedado sobre sus ruedas en el asfalto, que las conducciones no han resultado afectadas y que no hay fuga o derrame que ponga en peligro al personal, tenemos diferentes posibilidades para el trasvase de cisternas de GNL:

10.3.1. Trasvase utilizando la presión propia de la cisterna

En este caso, es preciso que la cisterna receptora esté fría pero despresurizada. Con ello, lograremos que el "choque térmico" del GNL que le entre sea mucho menor y, por tanto, con menos problemas de cambios de temperatura en la chapa del depósito; y, por ende, menores problemas de dilatación. Cuanto mayor sea la diferencia de presiones entre ambas cisternas, mayor cantidad de carga será posible transferir. Para este fin, se conecta las fases líquidas de ambas cisternas mediante mangotes.



Fig.11. Colocación del mangote de 3" de la fase líquida de ambas cisternas. (Foto cortesía de ESK)

Durante el proceso de trasvase, en la cisterna receptora va a ir aumentando la presión interna y bajando, en cambio, en la accidentada. Cuando llega el momento en que se requiere bajar la presión en la cisterna receptora, esta operación se puede llevar a cabo mediante varios procedimientos. Uno de ellos consiste en desconectar los mangotes y desplazar la cisterna receptora hasta un lugar lejano y seguro, al aire libre. El simple movimiento del vehículo baña las paredes interiores de la misma, consiguiendo la relicuación de parte del vapor de GNL y la correspondiente bajada de presión. No obstante, si no se consiguiera esta disminución de presión, se puede ventear a la atmósfera parte del gas.

Otro método alternativo sería abrir, durante el proceso de trasvase, la salida de gas de 2" para mantener la diferencia de presiones entre ambas cisternas. Como en el caso del trasvase de GLP, se abre la válvula de la fase gas de la cisterna receptora y se lanza a la atmósfera el vapor de GNL. En este caso, hay que derivar los gases a un lugar seguro.

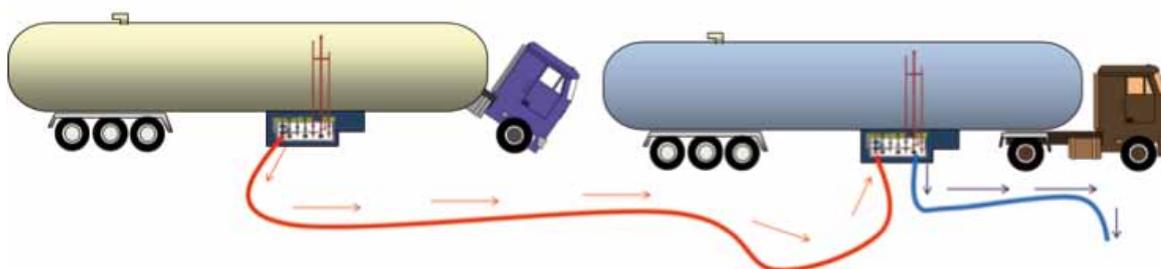


Fig. 12. Trasvase por diferencias de presiones. (Ilustración autor)

Si no se puede ventear in situ, bien porque la zona es urbana o hay conducciones eléctricas de alta tensión en las cercanías, se puede recurrir a inyectar el líquido que se recibe de la cisterna accidentada introduciéndolo en la fase gas de la receptora. Esta ducha de GNL hace relicuar los vapores más calientes en la cisterna receptora y bajar la presión. Para llevar a cabo este proceso se necesita una reducción de 3" a 2".

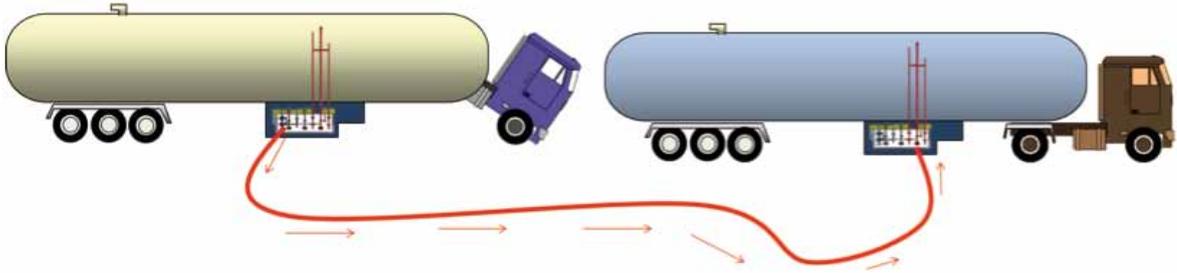


Fig. 13. Trasvase por diferencias de presiones mediante relicuación. (Ilustración autor)

Algunas cisternas más modernas llevan incorporado para este menester un by-pass, que es una conducción que une la fase líquida de 3" con la fase gas de 2".

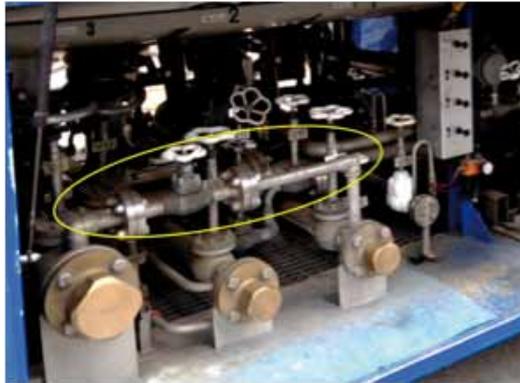


Fig. 14. By-pass que une la conducción de 2" en fase gas con la líquida de 3". (Foto cortesía de ESK)

Este sistema de trasvase es lento pero seguro. Se utiliza cuando hay alguna fisura en la cisterna accidentada que impida introducir presión para facilitar el trasiego. En algunos casos, si la carga recuperada es suficiente, se puede realizar el levantamiento de la cisterna con seguridad sin que sea preciso hacer el trasvase completo.

### 10.3.2. Trasvase por gravedad.

Un método complementario al anterior es **usando la presión hidrostática** de la cisterna accidentada. Para ello se sitúa la cisterna receptora en un punto topográfico más bajo que la primera, a un desnivel de entre 5 y 10 metros. Se conectan ambas fases gaseosas y las líquidas respectivamente de ambas cisternas y se transfiere la carga. Hay que tener en cuenta que la presión hidrostática que proporciona la diferencia de alturas es notablemente inferior a la que se conseguiría si el líquido fuese agua (debido a la menor densidad del GNL) y que, como el caso anterior, las diferencias de presiones en ambas cisternas van a marcar el adecuado trasvase. Es este también un proceso lento pero seguro.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

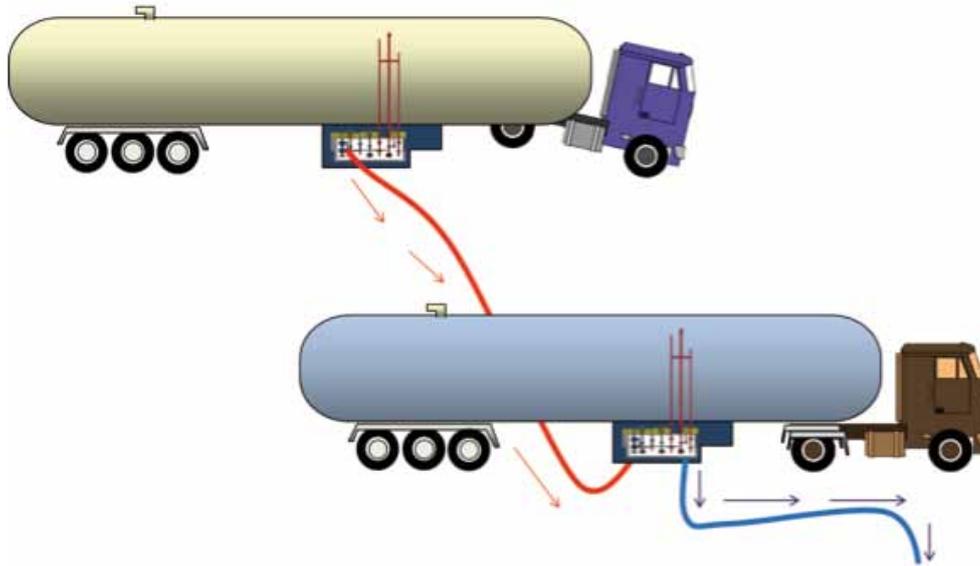


Fig. 15. Trasvase por presión hidrostática entre cisternas de GNL. (Ilustración autor)

10.3.3. Trasvase por medio de una cisterna receptora dotada con un PPR (vaporizador atmosférico) propio.

Aquí la presión es proporcionada por la conversión de una parte de GNL en GNC usando al efecto la salida de 2" en fase líquida que hay en la zona ventral de la cisterna (la conducción central).



Fig. 45. En primer término, PPR incorporado a un camión cisterna para GNL. (Foto cortesía de ESK)

Para ello se extrae líquido de la cisterna siniestrada por medio de una conducción y se lleva al vaporizador (normalmente serpentines atmosféricos). El GNC producido regresa a la cisterna por una segunda conducción, elevando la presión hasta los 5,5 bar, aproximadamente. Para emplear este sistema hay que hacer una pequeña modificación en la salida del PPR, ya que usualmente este elemento se usa para presionar la bomba criogénica que acompaña a la cisterna.

Al ser la presión de servicio del tanque receptor, según los diseños, de 3 a 4,5 bar, se produce el vaciado de la cisterna por la tercera manguera de líquido de 3". El problema con este sistema es que el vaporizador, al ir integrado en el vehículo, suele ser de pequeñas dimensiones y suministra poco caudal gaseoso, con lo que el trasvase puede durar entre 4 y 6 horas.

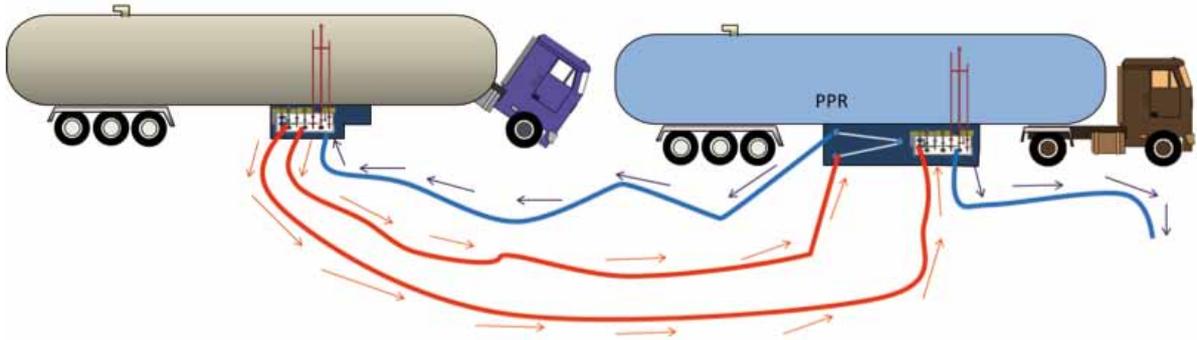


Fig. 16. Trasvase por medio de PPR en cisterna.  
(Ilustración autor)

#### 10.3.4. Trasvase empleando un PPR portátil de mayor caudal.

Este puede ser de dimensiones similares a los usados en las estaciones satélites para la descarga de cisternas. Se trasladan al escenario de la intervención por medio de un remolque.



Fig. 17. Trasvase con ayuda de un PPR portátil. A la izquierda, antes de la operación. A la derecha, durante el trasvase. (Fotos cortesía de ESK)

Con el PPR adecuado, se puede transferir la totalidad de la carga en un periodo en torno a 1 o 2 horas. Es un tiempo similar a los que se llevan a cabo en las estaciones satélites de regasificación. Siempre suele quedar un remanente de 150 a 300 kg de líquido en la cisterna siniestrada.



Fig. 18. Conducciones fase líquida y gas para trasvasar con un PPR portátil.  
(Foto cortesía de ESK)

Un inconveniente de este sistema, al igual que con el anterior, es que se requiere de un mayor número de conducciones para el trasvase.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

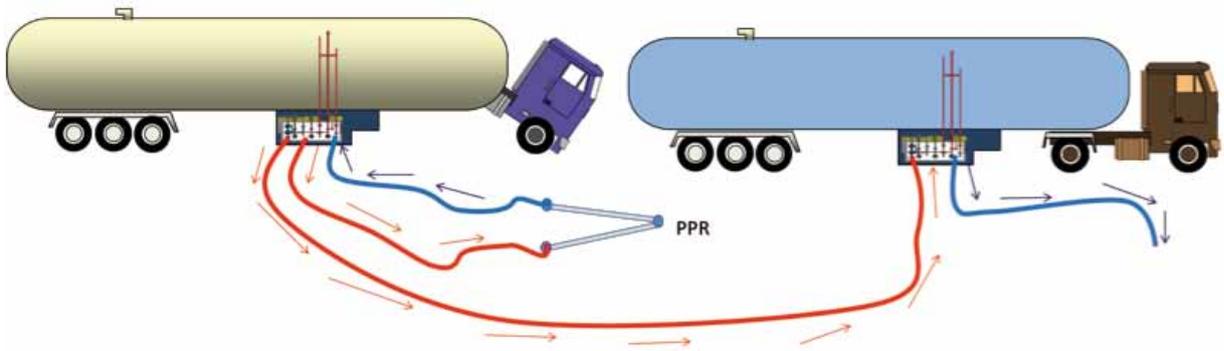


Fig. 19. Trasvase por PPR portátil.  
(Ilustración autor)

10.3.5. Trasvase empleando para la presurización de la cisterna accidentada un gas inerte como el N<sub>2</sub>.

Esta operación puede resultar una buena opción si se dispone de bloques de botellas de N<sub>2</sub>. Mediante un manorreductor de gran caudal se reduce la presión desde los aproximadamente 200 bar a los que va comprimido el N<sub>2</sub>, a 5 bar. Hay que tener en cuenta que las válvulas de seguridad -PSV- de la cisterna saltan a 7 bar y no debe llegarse nunca a este valor. Se inyecta el N<sub>2</sub> en la fase gaseosa de 2" de la cisterna y este empuja el líquido a salir por la conducción de 3". Es un proceso lento y se necesitan varias botellas de N<sub>2</sub> para extraer de la cisterna accidentada una parte importante de la fase líquida. Este sistema tiene una ventaja adicional: el N<sub>2</sub> hace de "efecto blanketing" y, por tanto, disminuyen los riesgos de inflamabilidad si el gas entrase en contacto con el aire.

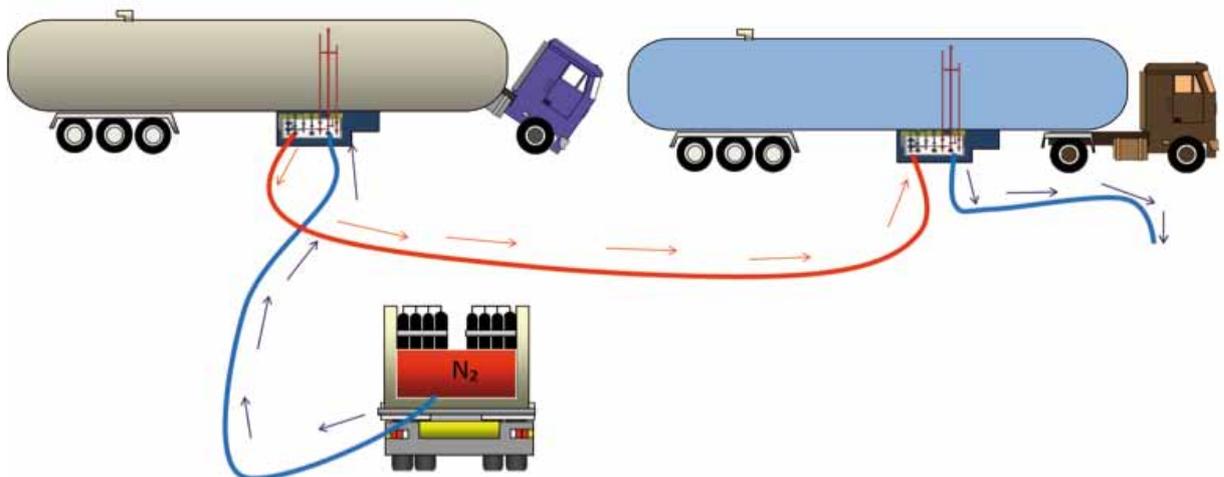


Fig. 20. Trasvase por medio de nitrógeno gaseoso.  
(Ilustración autor)

10.3.6. Trasvase empleando una bomba criogénica antideflagrante Ex

No es frecuente que las cisternas actuales de 20 Tn incorporen bomba de trasiego. Es más habitual su presencia en las cisternas pequeñas o medias de 10 o 12 Tn. No obstante, hay empresas transportistas que disponen de cisternas grandes con bombas de trasvase criogénicas rotorias centrífugas accionadas hidráulicamente por el motor del vehículo. Como la bomba funciona con el motor del vehículo en marcha, hay que colocar una malla antichispa en la salida del tubo de escape y poner a tierra la cisterna.

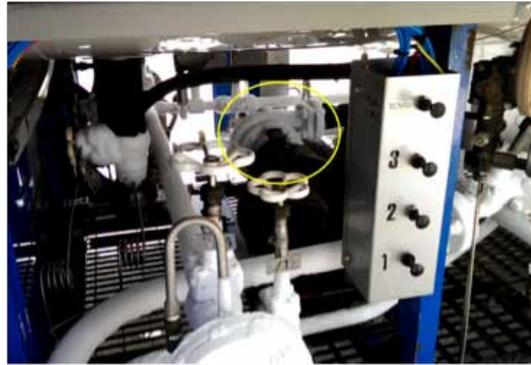


Fig. 21. Traslase con ayuda de una bomba incorporada al vehículo (en círculo amarillo). (Fotos cortesía de ESK)

Para el adecuado funcionamiento de la bomba, se complementa la impulsión por medio de la inyección de gas natural comprimido procedente de un PPR incorporado al vehículo. En las cisternas con bomba criogénica, la conducción de 3" se divide en dos, una de ellas va a la conocida salida en fase líquida y la otra conduce a la entrada de la bomba criogénica. Aunque las cisternas con bomba criogénica se usan para la descarga del GNL en las estaciones satélites, como vimos anteriormente, se puede hacer uso de ellas para "aspirar" el GNL de la cisterna siniestrada y facilitar el trasvase de una a otra.

Otra posibilidad es que se lleve al lugar una bomba auxiliar externa. Por supuesto, al igual que hablábamos para el compresor, debe ser una motobomba "Ex". Habrá que conectar ambas fases líquidas, a través de la bomba, y, en otro circuito, las fases de gas para su equilibrado. Una "bomba auxiliar" para GNL también presenta, al igual que el compresor, problemas de suministro de energía, de traslado, etc. Este tipo de trasvase es similar a cuando se carga la cisterna en la planta de almacenamiento.

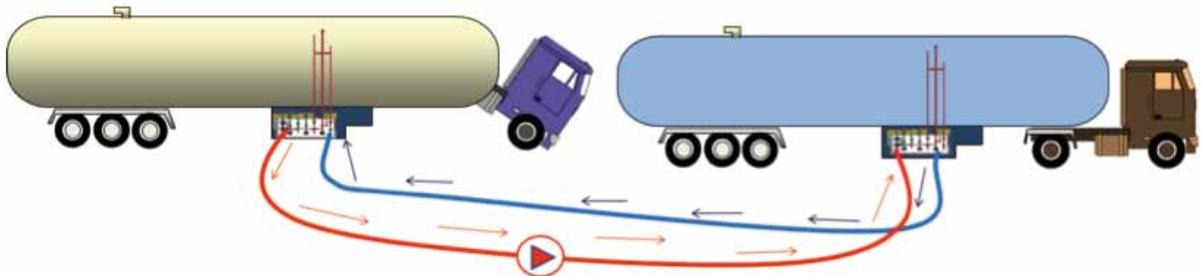


Fig. 22. Traslase por medio de una bomba criogénica antideflagrante portátil. (Ilustración autor)

Si la cisterna está volcada sobre uno de los costados, manteniéndose igual las circunstancias mencionadas anteriormente, al quedar las conducciones interiores de la fase líquida y gaseosa sumergidas en el líquido, no se puede llevar a cabo el trasvase. En este caso se puede hacer uso de las conducciones de carga y descarga de emergencia (que no todas las cisternas las incorporan), que son dos conductos que corren interiormente por la cisterna y que terminan en dos acodamientos a modo de sifón.

En esta posición del vuelco, siempre habrá uno en contacto con la fase gas y otro sumergido en la fase líquida.

ANEXO 10 INTERVENCIÓN Y TRASVASE DE CISTERNAS DE GAS NATURAL LICUADO

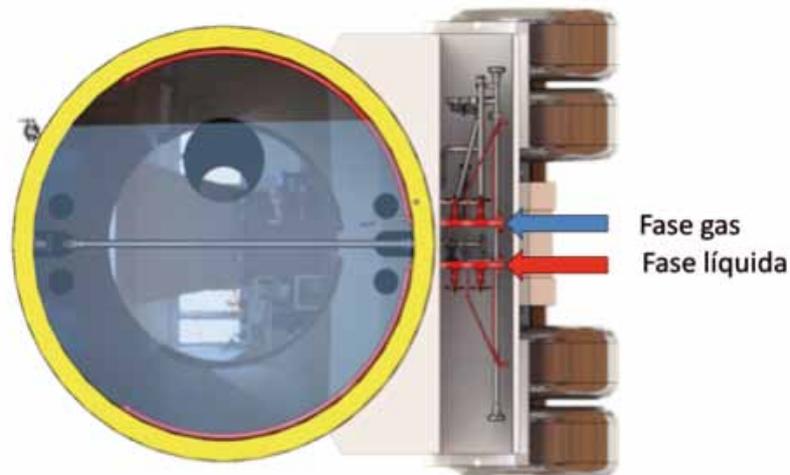


Fig. 23. Cisterna de GNL accidentada sobre un costado y válvulas de vaciado de emergencia. (Foto cortesía del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

Sin embargo, estas conducciones de emergencia no pueden hacer su papel cuando la cisterna queda en una situación tan inverosímil como la que se ilustra en la siguiente fotografía.



Fig. 24. Cisterna de GNL accidentada. Cabovilaño (A Coruña). 2003. Tipo 2 (Foto izquierda cortesía de lavozdegalicia.es. Ilustración derecha del libro Gas Natural. El accidente de Zarzalico)

En estas situaciones, se invertirá el uso de los conductos para la fase gas y líquida para tratar de extraer la mayor cantidad de GNL de la cisterna siniestrada, como ocurre en los accidentes con las cisternas de GLP.







## **Anexo 11**

Vehículos de transporte  
de botellas y botellones

# índice

- 1. INTRODUCCIÓN.**
- 2. DEFINICIONES.**
- 3. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y FUNCIONALES DE LAS BOTELLAS**
  - 3.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA BOTELLA
  - 3.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
  - 3.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD
  - 3.4. IDENTIFICACIÓN DE BOTELLAS DE GASES
- 4. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GASES. CONDICIONES.**
- 5. OTRAS FORMAS DE TRANSPORTE DE GASES COMPRIMIDOS**
- 6. ACTUACIÓN EN ACCIDENTES CON BOTELLAS DE GASES**



## 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a tratar el transporte de sustancias peligrosas en recipientes a presión con volúmenes menores al de las cisternas pero con presiones mucho más elevadas (hasta 300 bares) que las usadas en las cisternas. Los depósitos fijos de almacenamiento no se tratan en este capítulo.

El estado y tipo de sustancias usando en el transporte de este tipo de recipiente es semejante a las sustancias transportadas en cisternas y así nos encontramos con gases comprimidos (metano, hidrógeno, monóxido de carbono, oxígeno, nitrógeno), gases licuados (cloro, amoníaco, propano, butano), gases criogénicos (gas natural, argón, nitrógeno, CO<sub>2</sub>, oxígeno) y gases disueltos a presión (amoníaco disuelto en agua, acetileno disuelto en acetona) pero con presiones muy superiores. Cada sustancia presenta unos requerimientos concretos lo que conlleva unos recipientes para contenerlos diferenciados.

Vamos a estudiar los distintos tipos de botellas empleadas, elementos constructivos, elementos de seguridad así como su identificación.

## 2. DEFINICIONES

- Recipiente a presión transportable: término genérico para designar una botella, botellón, botellón criogénico, cilindro o un bloque de botellas.
- Botella: recipiente a presión transportable considerado como de fácil manejo con capacidad no superior a 150 litros.
- Bidón a presión o botellón: recipiente a presión transportable soldado con capacidad superior a 150 y menor de 1.000 litros.
- Botellón o recipiente criogénico: recipiente a presión transportable aislado térmicamente para el transporte de gases licuados refrigerados cuya capacidad no exceda de 1.000 litros.
- Cilindro o tubo: recipiente a presión transportable sin soldadura con capacidad superior a 150 y no superior a 3.000 litros.
- Bloque de botellas: conjunto de botellas unidas entre sí, conectadas mediante una tubería colectora y transportadas como un conjunto indisociable, sólidamente fijados por una armadura metálica, con capacidad no superior a 3.000 litros, o en caso de gases tóxicos de 1.000 litros.
- Botellón: es el recipiente con capacidad superior a 100 litros y que no sobrepase los 1.000 litros, que por sus dimensiones o peso requiere unos elementos adicionales (por ejemplo, aros de rodadura o patines) para facilitar su manejo.
- Gas comprimido: es cualquier gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es menor o igual a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- Gas licuado: es cualquier gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es mayor o igual a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- Gas inflamable: es cualquier gas o mezcla de gases cuyo límite de inflamabilidad inferior en aire sea menor o igual al 13 por 100, o que tenga un campo de inflamabilidad (límite superior menos límite inferior) mayor de 12 por 100.
- Gas tóxico: es aquel cuyo límite de máxima concentración tolerable durante ocho horas/día y cuarenta horas/semana (TIV) es inferior a 50 ppm. (partes por millón).
- Gas corrosivo: es aquel que produce una corrosión de más de 6 mm/año en acero A-37 UNE 36077-73, a una temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ .
- Gas oxidante: es aquel capaz de soportar la combustión con un oxipotencial superior al del aire.
- Gas criogénico: es aquel cuya temperatura de ebullición a la presión atmosférica es inferior a  $-40^{\circ}\text{C}$ .
- Presión de diseño o cálculo: es el valor de la presión que se toma para el cálculo del espesor del recipiente, a la temperatura de diseño y considerando el margen de seguridad adoptado por el diseñador.
- Presión de prueba: es aquella a la que se somete el recipiente para comprobar su resistencia en las condiciones estáticas para las que fue diseñado. Salvo que se indique lo contrario se tomara como presión de prueba 1,5 veces la presión máxima de servicio.
- Presión máxima de servicio o trabajo: es la presión más alta que se puede dar en el recipiente, en condiciones normales de funcionamiento.
- Grado máximo de llenado: es para los recipientes destinados a contener gases licuados el peso máximo de contenido por litro de capacidad del recipiente.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y FUNCIONALES DE LAS BOTELLAS

Las botellas son recipientes diseñados para contener gases a presión. En función de la sustancia a contener podemos encontrar diferentes formas y materiales de construcción elegidos atendiendo a las propiedades fisicoquímicas de la sustancia envasada. En este anexo se incluyen los recipientes incluidos en la normativa ADR y en el Reglamento de recipientes a presión transportables.

Quedan excluidos de este anexo los recipientes cuya presión máxima de servicio sea inferior a 0,5 bar, los aerosoles, los cartuchos de GLP y extintores, así como aquellos otros recipientes a presión sujetos a normas específicas.

3.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA BOTELLA

Existen diferentes elementos que componen una botella. La necesidad y utilización de unos u otros estará determinada por el tipo de sustancia a contener (estado físico, propiedades químicas como toxicidad, inflamabilidad, etc.) y por la presión usada para su almacenamiento.

Componentes de las botellas.

- Caperuza, tulipa, collarín o anillos de protección: elementos de protección de la válvula y de la parte superior de la botella roscado o fijados por un cierre de presión.
- Asas: elementos soldados o roscados que permiten la manipulación del recipiente.
- Válvula: elemento de cierre del recipiente que aseguren la estanqueidad y usado para cargar y descargar el contenido del mismo. Puede llevar asociados elementos de seguridad (disco de rotura) y elementos de control (manómetro, caudalímetro) de forma individual o conjuntamente, como la de válvula de presión residual (VPR) con dispositivo antirretorno. El material de construcción, mecanismos, dimensiones y acoplamientos estarán definidos por el tipo de sustancia y la presión del recipiente.



Disco de rotura



Tulipa, anillo de protección



Manómetro



En las botellas de gases a presión se monta una válvula de asiento protegida por la tulipa, en los casos de gas licuado tendremos dos tipos de válvulas en función de la presión a la que se encuentra el gas licuado. Si la presión es elevada la válvula llevará un disco de ruptura como medida de seguridad. Este tipo se monta en botellas de CO2 cuya presión no es tan elevada (80 bar).

Existe otro tipo de válvula con dos vástagos y con dos conexiones, una para fase gas y otra para fase líquida. Se marcan las conexiones para identificar cada fase con la palabra "gas" y "líquido". En otros casos con las letras "S" de sonda. La válvula dispone de un tubo buzo que llega hasta el fondo del recipiente.



Las válvulas se someten a pruebas de hermeticidad para comprobar la estanqueidad del asiento, sometiendo a pruebas de resistencia aplicando una presión máxima de ensayo equivalente a una sobrepresión del 15% sobre la presión máxima de servicio grabada en la válvula, a pruebas de resistencia a altas temperaturas (a 60°C y hasta 70°C en casos especiales) y pruebas de resistencia a bajas temperaturas (a -25°C y hasta -40°C en casos especiales).

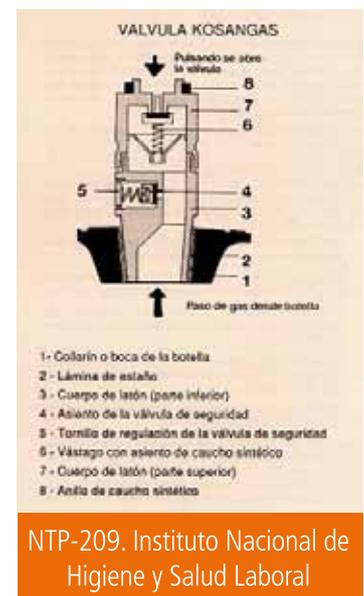
Como caso especial se deben mencionar la válvula de las botellas de butano, la válvula Kosangas que está formada por un cuerpo de latón que contiene un órgano de cierre roscado al collarín de la botella. Esta válvula tiene como función el llenado de la botella en las plantas y el acoplamiento del regulador para el consumo del gas. Cuando el regulador no se encuentra acoplado, la válvula permanece siempre cerrada.



Válvula seguridad

El órgano de cierre de la válvula Kosangas es un vástago dotado de un asiento de caucho sintético, que permanece normalmente cerrado por estar accionado por un resorte y por la propia presión del gas de la botella. La válvula permanece siempre cerrada, salvo cuando se acciona la palanca del regulador colocándolo en la posición de abierta. (Fig. 1)

El mismo cuerpo de la válvula Kosangas dispone de una pequeña válvula de seguridad que evita que la presión en el interior de la botella pueda sobrepasar el valor de 28 Kg/cm<sup>2</sup>. La válvula va acoplada a la botella mediante una rosca cónica. Una lámina de estaño colocada entre las roscas de la válvula y del collarín, asegura su perfecta estanqueidad.



- Ojiva: parte superior de la botella formando parte del cuerpo o unido a este por soldaduras. En la parte superior tenemos el collarín, elemento donde se rosca la válvula.
- Cuerpo: elemento central del recipiente en forma cilíndrica construido en una sola pieza o en varias piezas soldadas denominadas virolas.
- Sistemas de seguridad: elementos de protección ante una sobre presión como son las válvulas de seguridad y los discos de rotura.
- Envoltente: forro exterior de la botella que protege al aislante. Utilizado en botellas criogénicas.
- Fondo: parte inferior de la botella formando parte del cuerpo o unido a este por soldaduras. Podrá ser cóncavo o convexo y de una o varias piezas.
- Soporte: elemento situado por debajo del fondo con objeto de hacer que la botella se mantenga en posición vertical de forma segura.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

3.2.1 Botellas de acero soldado



Recipiente cuya presión de prueba no exceda de 60 kg/cm<sup>2</sup>, de capacidad en agua entre 1 y 150 litros y destinadas a contener y transportar, a la temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

El material para su construcción es acero calmado, elaborado en horno eléctrico, Martin-Siemens u otro procedimiento similar. Este acero debe tener una buena aptitud para ser soldado y embutido, con suficientes garantías, en cuanto a envejecimiento. El cuerpo de las botellas y las partes soldadas al mismo serán de materiales compatibles entre sí. También podrá utilizarse el acero inoxidable. Todas las botellas serán sometidas a tratamiento térmico. En el caso del acero inoxidable el tratamiento debe hacerse después del soldado.

El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en las botellas se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. El espesor mínimo admisible para las partes cilíndricas y fondos debe ser 1,5 mm. para botellas cuya capacidad sea igual o superior a 5 litros y 1,0 para las botellas de capacidad inferior a 5 litros.

Radiografía por puntos en las intersecciones de las soldaduras.

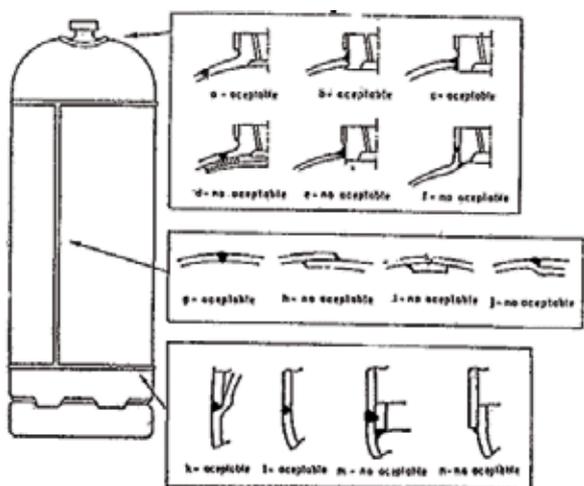


Figura 8: soldaduras aceptables y no aceptables

Una vez fabricadas las botellas , una de cada lote de 200 o menos, se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de tracción (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente), ensayos de doblado (mide la capacidad para doblarse hasta llegar a un doblado de radio mínimo sin agrietarse, este ensayo sirve para obtener una idea aproximada sobre el comportamiento del acero a la flexión o esfuerzo de doblado, necesaria para prevenir roturas frágiles durante las manipulaciones) ; ensayo de resiliencia ( valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material) ; ensayo de rotura y a un control radiográfico de las soldaduras cuando sea requerido.

La botella se fabricara mediante soldaduras a tope o soldaduras en ángulo con cordón exterior y/o interior de acuerdo a una serie de consideraciones de diseño.

En el caso de soporte, asas y anillos de protección se soldarán mediante soldaduras por resistencia. Las soldaduras se harán antes del tratamiento térmico.

Las válvulas de las botellas de capacidad superior a 5 litros estarán convenientemente protegidas contra cualquier deterioro que pudiera dar lugar al escape del gas mediante la propia concepción de la válvula o de la botella (por ejemplo, collarín de protección), caperuza o similar, atornillada ésta o fijada mediante dispositivos adecuados la cual llevará un orificio de ventilación.

Las botellas que se transporten en cajas o jaulas no precisan de estos dispositivos de protección.

Marcado en botellas con soldadura.

Cada botella llevará en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma o en el collarín, que se fijará a la botella de forma permanente, en caracteres visibles y duraderos las siguientes inscripciones como marcado general:

- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba hidrostática (Kg/cm<sup>2</sup>).
- Capacidad de agua (en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Contraste del experto que llevó a efecto la prueba.
- El símbolo S para las botellas distensionadas.

Las botellas para contener gases comprimidos llevarán, además del marcado general:

- Presión de carga (en kg/cm<sup>2</sup>) a 15 °C.
- Peso (kg) en vacío, incluido soporte y collarín, pero sin válvula y caperuza.

Las botellas para contener gases licuados y amoníaco disuelto en agua llevarán, además de las marcas generales las siguientes:

- Carga máxima admisible de gas (en kg).
- Peso (kg) en vacío, incluido soporte, collarín y válvula, pero sin caperuza.

### 3.2.2 Botellas sin soldadura:



Recipiente con capacidad en agua comprendida entre 1 y 150 litros y destinadas a contener y transportar, a temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

El material para su construcción estará en función de la presión que vaya a soportar así se utilizará acero al Cr-Mo u otros aceros aleados, para aquellas botellas cuya presión de prueba hidrostática sea mayor de 100 kg/cm<sup>2</sup> y de acero al C y C-Mn, para aquellas botellas cuya presión de prueba hidrostática sea igual o menor de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Una vez construida la botella será sometida a un tratamiento térmico específico en función del tipo de acero en que está fabricado el recipiente con objeto de aumentar su resistencia. Después del tratamiento térmico final, el fabricante realizará un ensayo de dureza en todas y cada una de las botellas. La gama de valores de dureza determinados deberá estar dentro de los límites prefijados, de acuerdo con el tipo de acero y de tratamiento térmico.



El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en las botellas se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. En cualquier caso el espesor no será inferior a 1,5 mm. para botellas de capacidad igual o superior a tres litros, ni inferior a 1 mm. para botellas de capacidad inferior a tres litros.

La botella se construirá por forjado o por estampación a partir de un lingote o palanquilla, o bien por fabricación a partir de un tubo sin soldadura o por embutición de una chapa plana. En el proceso de obturación del fondo no se admitirá aportación de metal.

La botella se construirá por forjado o por estampación a partir de un lingote o palanquilla, o bien por fabricación a partir de un tubo sin soldadura o por embutición de una chapa plana. En el proceso de obturación del fondo no se admitirá aportación de metal.

**ANEXO 11** VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

El collarín y soporte en la base (cuya forme debe aportar suficiente estabilidad), serán de un material compatible con el de la botella, y se unirán siguiendo un método que no sea el de soldadura dura ni blanda, con aportación o sin ella.

Las válvulas correspondientes a los recipientes de más de cinco litros de capacidad se protegerán de los golpes de forma efectiva por el diseño de la envolvente (un saliente protector) o por medio de una fuerte caperuza roscada o ajustada en una forma que ofrezca idéntica seguridad. El medio de unión será distinto de la soldadura blanda o dura.

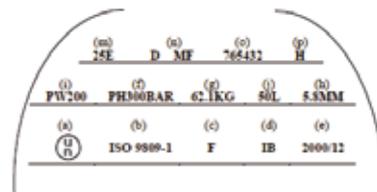
Cuando los recipientes estén destinados a su transporte en jaulas o bastidores no será necesario aplicar estos sistemas de protección.

Una vez fabricadas las botellas se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de tracción (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente) , ensayos de doblado (mide la capacidad para doblarse hasta llegar a un doblado de radio mínimo sin agrietarse, este ensayo sirve para obtener una idea aproximada sobre el comportamiento del acero a la flexión o esfuerzo de doblado, necesaria para prevenir roturas frágiles durante las manipulaciones) y ensayo de resiliencia (valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material).

Marcado en botellas sin soldadura.

Cada botella llevará en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma o en el collarín, que se fijará a la botella de forma permanente por medios distintos de la soldadura, en caracteres visibles y duraderos las siguientes inscripciones como marcado general:

- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba hidrostática (Kg/cm<sup>2</sup>).
- Capacidad (de agua en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).



Además de las marcas anteriores en las botellas destinadas a contener gases comprimidos, llevarán marcado:

- Presión de carga (en Kg/cm<sup>2</sup>) a 15 °C.
- Peso (en Kg) en vacío, incluido soporte y collarín, pero sin válvula ni caperuza.

Y en el caso de botellas para contener gases licuados y amoníaco disuelto en agua llevarán, además de las marcas generales:

- Carga máxima admisible de gas (en Kg).
- Peso (en Kg) en vacío, incluido soporte, collarín, válvula y caperuza (si es fija).»

3.2.3. Botellas soldadas para cloro líquido:

Botellas de acero soldadas cuya presión de prueba no exceda de 30 kilogramos/centímetro cuadrado, destinadas a contener y transportar cloro líquido a temperatura ambiente.

Se construirán para una capacidad máxima de 100 kilogramos de cloro. El valor máximo prescrito para el grado de llenado será de 1,25 kilogramos de cloro por litro de capacidad.

El cálculo del espesor de las virolas y los fondos, sometidas a presión se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. El espesor mínimo admisible para las partes cilíndricas y fondos no será nunca inferior a 4 mm.

La presión interna en la que se basarán los cálculos es la presión de prueba hidrostática, fijada por el vigente Reglamento de Aparatos a Presión para los envases destinados al transporte de cloro en  $22 \text{ kg/cm}^2$ .

La fabricación de estas botellas en cuanto a tipo de soldaduras, condiciones, etc, son semejantes a las recogidas en el apartado de botellas fabricadas con soldaduras pero teniendo en cuenta una serie de especificaciones concretas por el tipo de sustancia recogidas en la MIE-AP-8.

Marcado de las botellas de cloro líquido

Cada botella llevará, en caracteres visibles y duraderos, las inscripciones que se indican a continuación:

- Nombre de gas: «Cloro».
- Marca del fabricante.
- Número del fabricante.
- Presión de prueba hidráulica (en kilogramos/centímetro cuadrado).
- Capacidad (en litros).
- Carga máxima admisible (en kilogramos).
- Peso en vacío (en kilogramos), incluido soporte y válvula (sin caperuza).
- Fecha de la prueba hidráulica (mes y año).
- Marca del experto que llevó a efecto la prueba.
- El símbolo S para botellas distensionadas.
- Nombre o anagrama del comprador.

#### 3.2.4. Botellas de acetileno disuelto:



Recipiente provisto de válvula, con o sin dispositivos de seguridad, conteniendo una masa porosa, un disolvente para el almacenamiento de acetileno y una protección de válvula. La botella para acetileno debe estar de acuerdo con el cálculo, construcción y recepción de botellas de acero con y sin soldadura para gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

La presión de prueba será de  $60 \text{ kg/cm}^2$  para las botellas sin tapón fusibles, y de  $52 \text{ kg/cm}^2$  para las que vayan provistas de dicho tapón.

Según el ADR, ninguna botella de acetileno puede disponer de tapón fusible.

Masa porosa. Tipos y características.

El acetileno bajo presión puede, aun en ausencia de aire u oxígeno, explotar violentamente, por lo que se envasa y transporta disuelto y no comprimido.

Para disminuir los riesgos de descomposición, las botellas se rellenan de un estabilizador de alta porosidad (masa porosa), que aísla pequeñas cantidades de acetileno en cada poro y actúa como separador que impide la descomposición. Si la botella se calienta lo suficiente para que se inicie la descomposición, alguna de esas pequeñas porciones de acetileno puede empezar a descomponerse lentamente, pero las paredes de la masa porosa separan a las porciones de acetileno y absorben el calor de forma que la descomposición se detiene.

La eficacia de la masa porosa depende del tamaño de los poros. Se distinguen los siguientes tipos de masas porosas:

##### a) Fibrosas.

Están formadas por materiales fibrosos, tales como amianto, lana de vidrio, seda, lino, etc., solos o mezclados con otros productos pulverulentos. Actualmente son muy poco empleadas.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

**b) Granulares.**

La masa está formada por diversos productos, con grano de tamaño determinado, perfectamente controlado, mezclado o no con productos pulverulentos, entre los que se encuentran el carbón vegetal, serrín, piedra pómez, gel de sílice (silicagel), kiesselghur, magnesita, carbón activado, etc.

La botella se llena mediante operaciones de sacudida y choque, que hacen que se obtenga un ajuste o apriete máximo de los granos que forman la masa.

La porosidad obtenida con este tipo de masa es del orden de 70 a 80 por 100.

**c) Aglomeradas (monolíticas).**

Fabricadas con una masa pastosa, de la que al eliminar el agua se forman los poros. Los primeros tipos estaban fabricados con carbón, cemento, amianto y kiesselghur, mezclados con gran cantidad de agua. Las más modernas están fabricadas con silicato cálcico y amianto. El silicato cálcico se forma «in situ» por reacción de sílice y cal. La porosidad varía de 80 a 92 por 100.

Características generales de las masas porosas.

Además de la condición esencial de alta porosidad, las masas porosas deben reunir las siguientes características:

- Estabilidad química.

No deben reaccionar ni catalizar cualquier reacción del acetileno con el disolvente ni con el material de que está fabricada la botella.

- Alta porosidad.

Debe proporcionar el máximo espacio libre para albergar el disolvente y el acetileno, no añadiendo peso muerto innecesario a la botella. Se exigirá una porosidad entre 70 y 92 por 100.

- Estabilidad mecánica.

No deben producirse grietas, fisuras, cavidades o zonas de baja densidad durante el transporte, la utilización y el llenado de las botellas, ya que esto significaría una falta de seguridad en su utilización.

- Seguridad.

La masa debe poder evitar la propagación de la descomposición del acetileno, tanto si ésta empieza en la botella por calentamiento exterior (localizado o general) o por el equipo exterior conectado a la misma (sopletes, retroceso de llama, etc.), o por la influencia de choques violentos, etc. Se tendrá en cuenta que la temperatura exterior máxima de la botella no sea superior a 52°C.

Para la seguridad y garantía de una masa porosa será necesario efectuar ensayo de choque, ensayo de retroceso de la llama, ensayo de temperatura elevada y ensayo de uniformidad de la masa porosa.

La cantidad total de acetileno que se cargará en la botella no deberá exceder de la cantidad correspondiente al tipo de disolvente empleado.

Una vez cargada la botella con acetileno y equilibrada la presión, máxima efectiva en la misma no deberá exceder, a 15 °C, de 18 Kg/cm<sup>2</sup>.

Marcado de las botellas de acetileno.

Las inscripciones se situarán en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma debida a su configuración o en el collarín, que se fijará a la botella de forma permanente por medios distintos de la soldadura. En las botellas soldadas dichas inscripciones se podrán grabar en una placa fijada permanentemente a la botella. Cada botella llevará en caracteres visibles y duraderos las siguientes marcas generales:

- Identificación del gas «acetileno».
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Identificación de la masa porosa.
- Marca de identificación del propietario.
- Tara, indicando si es A o S
- Identificación del disolvente si no es acetona.
- Presión de prueba hidrostática (kg/cm<sup>2</sup>).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Capacidad en agua (en litros).
- Presión de carga autorizada a 15 °C (en kg/cm<sup>2</sup>).
- Contraste del experto que llevó a efecto la prueba.

#### 3.2.5. Botellas de aleación de aluminio sin soldadura:

Se aplica exclusivamente a botellas de aleaciones de aluminio contempladas en las normas UNE sin soldadura, de capacidad en agua comprendida entre 0,2 y 150 litros y destinadas a contener y transportar, a temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en las botellas se realizará en función del límite elástico del material, del diámetro de la botella y de la presión hidrostática que soportará.

En cualquier caso, el espesor no podrá ser inferior a 1,5 milímetros, a 2 milímetros y a 3 milímetros, según que el diámetro de la botella sea, respectivamente, inferior o igual a 50 milímetros, comprendido entre 50 y 150 milímetros y superior o igual a 150 milímetros.

Una vez fabricadas, las botellas serán sometidas a ensayos de tracción y doblado.

Marcado.

Cada botella llevara inscripciones con caracteres visibles y duraderos y se situarán en la ojiva de la botella, en una parte reforzada de la misma o en el collarín que se fijará a la botella de forma permanente por medios distintos de la soldadura.

- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba hidrostática (kg/cm<sup>2</sup>).
- Capacidad (de agua en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Marca del experto que llevó a efecto la prueba.

Las botellas para contener gases comprimidos llevarán además de las marcas generales, las siguientes:

- Presión de carga (en kg/cm<sup>2</sup>) a 15 °C.
- Peso (kg) en vacío, incluido soporte y collarín, pero sin válvula y caperuza.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3.2.6. Bloques de botellas y los botellones criogénicos:



Destinados a contener gases licuados a baja temperatura (diseñados para temperatura de servicio inferior a -40 °C) fabricados por soldadura y provistos de aislamiento térmico con cámara de vacío, con una capacidad inferior a 450 litros de volumen de agua y una presión de trabajo inferior a 35 Kg/cm<sup>2</sup>. pueden utilizarse aquellos materiales compatibles con el producto a contener y que resistan la temperatura mínima de servicio como son acero no aleado, acero al níquel, acero al cromo-níquel o aluminio.

Para el cálculo del espesor de la virola se debe determinar el tipo de código (ASME, SNTC, etc.) y estará en función de la presión de prueba, del diámetro y de la tensión máxima admisible y de un factor que es un coeficiente de seguridad para tener en cuenta la posible debilitación debida a los cordones de soldadura, y nunca inferior a 1,5 milímetros.



Los fondos deben ser de una sola pieza y sin uniones, y podrán ser cóncavos o convexos, siempre y cuando quede justificada su resistencia.

La envoltura exterior en estos recipientes estarán concebidos con envolturas de la cámara de aislamiento capaz de soportar el vacío existente en cámara y diseñada para una presión exterior de 1 kg/cm<sup>2</sup>. Esta envoltura estará construida con materiales ferríticos o aleaciones ligeras y el espesor mínimo de la misma será de 1,5 milímetros.

El aislamiento debe calcularse para que no exista una transmisión de calor de la atmósfera, a temperatura ambiente, al contenido, superior a 0,5 kcal/h, por grado centígrado de diferencia de temperatura y por litro de capacidad en agua del recipiente. Debe ser resistente al fuego y no poseer sustancias que puedan contaminarle o poseer otra que por sus características puedan reaccionar con el fluido almacenado.

**Equipos de seguridad del recipiente a presión.**

Todo recipiente sometido a presión estará provisto al menos de dos válvulas de seguridad o de una válvula de seguridad y un disco de rotura (en este caso la sección del mismo será al menos igual a la de la válvula). Cada uno de estos sistemas de seguridad serán capaces de dejar escapar los gases que se produzcan por evaporación, considerando que el recipiente ha perdido el vacío en la intercámara y de forma que en ningún momento se sobrepase en el caso de la válvula de seguridad el 10 por 100 de la presión máxima de servicio del recipiente y el 30 por 100 de esta presión máxima de servicio para el caso de disco de rotura.

La descarga de las válvulas de seguridad y, en su caso, de los discos de rotura, deberá realizarse de tal forma que se impida eficazmente que el fluido evacuado pueda producir daños a personas o a cosas.



Estos sistemas de seguridad también serán compatibles con el producto contenido y con las bajas temperaturas a que están sometidos. Las válvulas serán del tipo de cierre «deformable», de elevación total y concebidas de forma que el paso a través de la válvula sea superior al 80 por 100 de la sección neta de paso en el asiento.

El funcionamiento a baja temperatura se garantizará sometiendo una muestra de las mismas a ensayo a baja temperatura. Para impedir la salida de líquido estarán conectadas a la parte más alta del recipiente.

Aquellos recipientes que puedan cargarse según su contenido en volumen, deben estar dotados de algún sistema de nivel. No se admitirán grados de llenado superiores al 95 por 100 de la capacidad en agua del recipiente.

La válvula de seguridad debe dimensionarse y tararse para limitar la presión a 1,10 veces la presión máxima de servicio del recipiente. Si el botellón tiene aislamiento al vacío este valor debe rebajarse en 1 Kg/cm<sup>2</sup>, a no ser que se haya contemplado esta condición en el diseño.

### **Equipos de seguridad de la envolvente exterior.**

En los recipientes con aislamiento por cámara de vacío existirá en la envolvente calorífuga un dispositivo de seguridad que proteja ésta de cualquier presión peligrosa en la cámara de vacío en caso de fuga del recipiente inferior.

Este dispositivo deberá impedir en la cámara todo exceso de presión, abriendo por falta de vacío y asimismo, en las condiciones normales de funcionamiento, debe impedir la entrada de humedad y conservar el vacío en la cámara. Su diseño será para una presión exterior de 1 kg/cm<sup>2</sup> y su sección mínima será de 0,150 cm<sup>2</sup> por litro de capacidad equivalente en agua almacenada en el recipiente.

Una vez fabricadas las botellas se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de presión, ensayos mecánicos, ensayo de resiliencia (valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material), ensayo de soldadura y a una inspección radiográfica.

Marcado.

Debe marcarse cada recipiente en la ojiva del recipiente exterior o colocando una placa en la misma o en su aro protector firmemente sujeta, con los siguientes datos:

- Presión de trabajo (máxima).
- Presión de prueba.
- Temperatura de servicio (mínima).
- Contraseña de aprobación del tipo.
- Marca del fabricante.
- Número de serie.
- Tara del recipiente con todo el equipo necesario.
- Peso máximo del contenido para cada gas.
- Fecha de la prueba inicial.
- Contraseña de la persona o Entidad que ha realizado la prueba.
- Marca o nombre del propietario.
- Nombre de los gases autorizados a contener.
- Volumen geométrico en litros.

#### 3.2.7. Botellones de gases con y sin soldadura:

Recipiente de acero cuya capacidad en agua comprendida entre 100 y 1.000 litros, destinados a contener y transportar, a temperatura ambiente, gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

El material utilizado para la fabricación de los botellones soldados debe ser acero calmado, elaborado en horno eléctrico, «Martin Siemens» u otro procedimiento similar.

Los botellones de acero sin soldadura se fabricarán perfectamente:

- En acero al Cr-Mo u otros aceros aleados, para aquellos botellones cuya presión de prueba sea mayor de 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- En acero al C y C-Mn, para aquellos botellones cuya presión de prueba sea igual o menor de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Todos los botellones serán sometidos a tratamiento térmico.

El cálculo del espesor de las partes sometidas a presión en los botellones se realizará en función del límite elástico del material con que se construya, del diámetro y de la presión a la que va a trabajar el recipiente. El espesor mínimo admisible será de 5 milímetros.

Las válvulas se protegerán de los golpes en forma efectiva por el diseño de la envolvente (un saliente protector) o por medio de una fuerte caperuza roscada o ajustada en una forma que ofrezca idéntica seguridad.

Cuando los recipientes se destinen a su transporte en jaulas, o bastidores, no será necesario aplicar sistema de protección de las válvulas.

Una vez fabricados los botellones, se someterán a una serie de ensayos de calidad como son los ensayos de tracción (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente), ensayos de presión, ensayo de soldado, ensayo de doblado y a un control radiográfico de las soldaduras cuando sea requerido.

Marcado de los botellones.

Cada botellón llevará, en caracteres visibles y duraderos, las inscripciones que se indican en este apartado. Dichas inscripciones irán en la ojiva del botellón o en el collarín, que se fijará al botellón.

- Marcas generales.
- Nombre del gas.
- Marca del fabricante.
- Número de fabricación.
- Presión de prueba (kg/cm<sup>2</sup>).
- Capacidad nominal (en agua, en litros).
- Fecha de la prueba hidrostática (mes y año).
- Marca del experto que llevó a efecto la prueba.
- Símbolo W para los botellones templados en medios que poseen una velocidad de enfriamiento superior a 80 por 100 de la del agua, sin aditivos, a 20°C y revenidos posteriormente.

Los botellones para contener gases comprimidos llevarán, además de las marcas generales, las siguientes:

- Presión de carga (en kg/cm<sup>2</sup>) a 15 °C.
- Peso (kg.) en vacío.

Los botellones para contener gases licuados y amoníaco disuelto en agua llevarán, además de las marcas generales las siguientes:

- Carga máxima admisible de gas (en kilogramos).
- Peso (kg) en vacío.

### 3.2.8. Botellas de gases licuados del petróleo (GLP):

Recipientes destinados al almacenamiento de gas licuado G.L.P. Dichos envases están formados por dos piezas o casquetes de chapa de acero unidos por una soldadura ecuatorial. Se componen, además de un collarín o boca, del mismo tipo de acero que los casquetes, con un orificio roscado en su centro para el alojamiento de la válvula, de dos asas en el casquete superior y un aro base, fijado por varios puntos de soldadura al fondo de la botella, de acuerdo con las especificaciones marcadas en el punto 3.2.1 Botellas de acero soldadas, de este capítulo.

Las características constructivas de las botellas UD-125 y UD-110 son:

Diámetro exterior 300 mm

Capacidad 26,1 litros (tolerancia + 0,5 litros)

Altura sin válvula 475 mm (tolerancia  $\pm 5$  mm)

Espesor de chapa 3,2 mm (tolerancia  $\pm 0,2$  mm)

Peso en vacío 13,9 (tolerancia  $\pm 0,9$  kg)

Todas las botellas se someten a una prueba de presión hidráulica de 30 kg/cm<sup>2</sup>, y una vez superada ésta y montada la válvula se realiza otra con aire, a 7 kg/cm<sup>2</sup> para comprobar la estanquidad de la unión roscada.

Además de las pruebas mencionadas, de cada doscientas botellas fabricadas, una de ellas, elegida al azar, se somete a presión hidráulica hasta su rotura, debiendo superar los 85 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD.

La seguridad en los recipientes a presión se consigue gracias a la aplicación de varias medidas, por una parte con el diseño del recipiente (cálculo de espesores, tipos de materiales, etc.), por otra con los elementos de seguridad (válvulas de seguridad, discos de rotura, válvulas de descarga, etc.), por último con el control del grado de llenado y mediante las revisiones y pruebas periódicas.

Estas medidas vienen definidas por diferentes normativas. Por una parte las normas UNE e ISO, por otra la normativa sobre construcción de envases a presión y por último la que se establece en los reglamentos de transportes de mercancías peligrosas como el ADR, RID, AITA y normativa sobre transporte marítimo y fluvial.

Las válvulas, tuberías y otros accesorios sometidos a presión, excluyendo los dispositivos de descompresión, deberán diseñarse y fabricarse para que la presión de rotura sea por lo menos 1,5 veces la presión de prueba del recipiente a presión.

Las válvulas de las botellas y botellones de gases licuados podrán estar equipadas con válvulas de seguridad o discos de rotura, tarados a una presión inferior a la presión de prueba del recipiente.

No se admitirán estos elementos en los recipientes destinados a contener gases tóxicos.

Las botellas de acetileno podrán estar equipadas con tapones fusibles tarados a presión inferior a la de prueba de la botella.

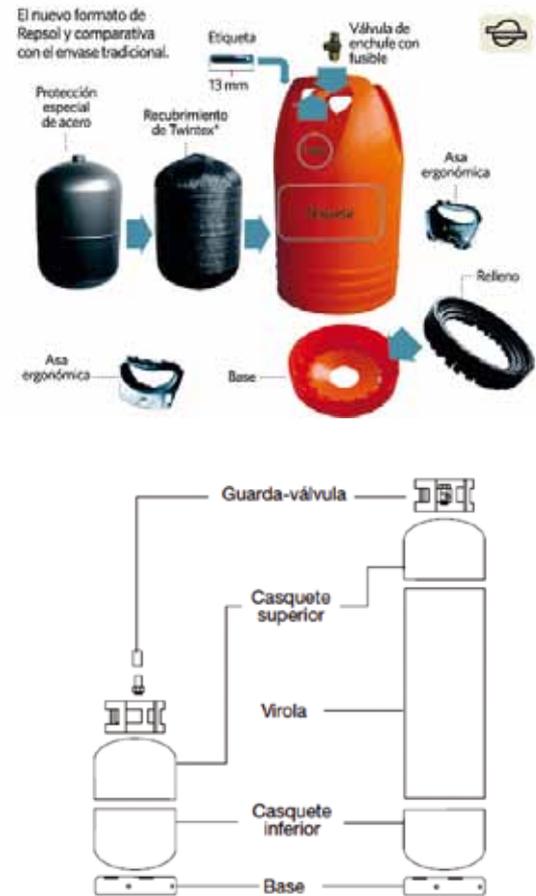


Figura 1.2. Botellas de propano

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Los botellones criogénicos llevarán una válvula de seguridad, que deberá abrirse a la máxima presión de servicio, pudiendo existir otra válvula o un disco de rotura tarado a la presión de prueba. Estos elementos deben poder actuar a la temperatura de servicio más baja prevista y estarán conectados a la fase gaseosa.

La presión de disparo de estos equipos de seguridad no podrán superar la presión de prueba del recipiente y la presión de cierre excepto en los discos de rotura no será inferior a la presión de carga de la botella a 55° C.

El caudal mínimo de los discos de rotura de las botellas y botellones de gases licuados (excepto los botellones criogénicos) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 2 \times 0,58 \times W$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m<sup>3</sup>/h. a 6kg/cm<sup>2</sup> y 20. C.

W = Capacidad de la botella en litros de agua, pero no menos de 12 litros.

El caudal mínimo de las válvulas de seguridad de botellas de gases licuados debe ser el correspondiente a la siguiente fórmula.

$$Q = 2 \times 0,084 \times (P+1) W$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m<sup>3</sup>/h. a la presión P y a 20. C.

W = Capacidad de la botella en litros de agua, pero no menos de seis litros.

P = Presión de disparo de la válvula en kg/cm.

**Protección de las válvulas.**

Las válvulas de las botellas de capacidad superior a 5 litros estarán convenientemente protegidas contra cualquier deterioro que pudiera dar lugar al escape del gas mediante la propia concepción de la válvula o de la botella (por ejemplo, collarín de protección), caperuza o similar, atornillada ésta o fijada mediante dispositivos adecuados, la cual llevará un orificio de ventilación.

Las botellas que se transporten en cajas o jaulas no precisan de estos dispositivos de protección.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE BOTELLAS

Con la entrada en vigor del Real decreto 2060/2008 y la ITC-EP 6, la norma UNE-EN 1089-3:2004 reemplaza a la ITC -AP-7 en lo relativo a la identificación de botellas de gas mediante colores.

En la norma de nueva aplicación se definen como instrumentos de identificación a tres elementos:

1. Marcado (⊞)
2. Etiquetas de precaución (etiquetas tipo banana)

Es el primer y principal soporte indicativo del contenido de una botella. La etiqueta recoge las informaciones obligatorias en relación al gas de la botella. Los textos y símbolos de la etiqueta se elaboran de acuerdo con la reglamentación vigente. En ellas se recogen los siguientes datos:



Fuente: Carburos Metálicos

1. Denominación del gas
2. Símbolo de riesgo, clase y N° UN
3. Frase de riesgo
4. Frase de seguridad
5. Fabricante
6. Aplicación del gas

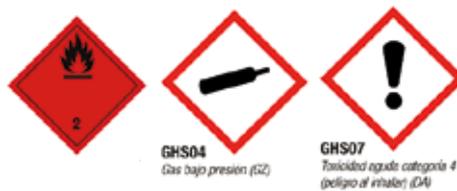
Desde 1 de diciembre de 2010, los requisitos del Reglamento de la Unión Europea sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado (Reglamento CLP 1272/2008) son de cumplimiento obligatorio para el etiquetado de los recipientes a presión para gases puros. Para las mezclas, son obligatorios desde el 1 de enero de 2015. El Reglamento CLP implementa el Sistema Globalmente Armonizado para la clasificación y etiquetados de productos químicos (SGA) de Naciones Unidas (ONU).



De acuerdo a esta normativa nos encontramos que el acetileno disuelto (UN 1001) o del hidrógeno (UN 1049) debe incluir en sus etiquetas:



En el caso de etileno:



y para el óxido de etileno:



**ANEXO 11** VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

3. Colores en las ojivas

Se establece un nuevo sistema de códigos de colores para la identificación del riesgo asociado al contenido de una botella de gas, conforme con el rombo de riesgo de las etiquetas y como complemento a las etiquetas. Se clasifican en tóxico, y/o corrosivo, inflamable, oxidante e inerte.

<b>RIESGO</b>	<b>COLOR</b>
Tóxico	Amarillo Zinc (RAL 1018)
Corrosivo	Amarillo Zinc (RAL 1018)
Inflamable	Rojo Fuego (RAL 3000)
Oxidante	Azul Claro (RAL 5012)
Inerte	Verde Amarillento (RAL 6018)

Identificación de gases específicos

Acetileno	Rojo Óxido (RAL 3009)	
Oxígeno	Blanco Puro (RAL 9010)	
Óxido Nitroso	Azul Genciana (RAL 5010)	
Butano/Propano	Naranja	

El color del riesgo se identifica en la parte superior de la botella, en la ojiva. Los gases industriales tendrán una ojiva monocolor que identifica el riesgo principal del gas.

El color de la parte inferior a la ojiva, el cuerpo de la botella, es de libre aplicación y no se identifica con el riesgo, pudiendo ser elegido por el fabricante a condición de que no genere confusión con los colores de riesgo.

Para los gases medicinales y respirables, se aplica un color específico para cada gas excepto en el caso de mezclas.

Gases inertes para aplicaciones medicinales:

Argón	Verde Esmeralda (RAL 6001)	
Nitrógeno	Negro Azabache (RAL 9005)	
Dióxido de Carbono	Gris Polvo (RAL 7037)	
Helio	Marrón Oliva (RAL 8008)	

Mezclas de gases medicinales y respirables que contienen oxígeno:

Aire o Aire Sintético	Blanco Puro+ Negro Azabache
Helio/Oxígeno	Blanco Puro+ Marrón Oliva
Oxígeno/Dióxido de Carbono	Blanco Puro+ Gris Polvo
Oxígeno/Óxido Nitroso	Blanco Puro+ Azul Genciana

Estos colores no deben utilizarse para gases industriales que contengan estos productos.

Todas las botellas, en conformidad con esta norma, y que cambien de color, deben llevar la letra "N" marcada dos veces en puntos diametralmente opuestos sobre la ojiva de la botella y de un color distinto de los colores de la ojiva. Con una altura iguala la mitad de la altura de la ojiva.

El cuerpo de la botella y la tulipa pueden ser de colores destinados a otros fines, aunque no deben inducir a una mala interpretación del riesgo.

Si una botella de gas tiene dos propiedades de riesgo, la ojiva debe ser pintada con el color correspondiente al riesgo primario. El color de riesgo secundario puede aplicarse también a la ojiva, en forma de bandas o cuarterones (no es obligatorio)



Fuente: Carburos Metálicos

**ANEXO 11** VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Con objeto de mejorar la identificación de los botellones criogénicos se les proveerá de una etiqueta (mediante pintado o procedimiento similar) identificativa del gas contenido, con las características siguientes:

Gas	Fondo	Letras
Oxígeno	Blanco	Negra
Nitrógeno	Negro	Blanca
Argón	Verde	Blanca
Dióxido de Carbono	Gris	Negra
Oxido Nitroso	Azul	Blanca

Las letras deberán tener una altura mínima de 5 centímetros y un grosor de 0,5 centímetros. Se colocaran dos etiquetas en el cuerpo del botellón, situadas de forma que siempre sea posible su lectura con independencia de la situación del botellón.

**4. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GASES. CONDICIONES**

Las mercancías peligrosas no deben ser embaladas en un mismo embalaje exterior o en grandes embalajes, con otras mercancías peligrosas o no, si pudieran reaccionar peligrosamente entre sí provocando:

- a) una combustión y/o un fuerte desprendimiento de calor
- b) un desprendimiento de gas inflamable, asfixiante, comburente o tóxico
- c) la formación de materias corrosivas
- d) la formación de materias inestables.

La forma en que las diferentes empresas preparan sus botellas depende de razones económicas y logísticas.

La nomenclatura utilizada para denominar a las botellas, de forma general, es la capacidad de estas en volumen de agua, así las botellas que tienen capacidad de 50 litros se las denomina B50, las que tienen capacidad de 20 litros de agua se las denomina B20 y las de 5 B5.

Como ejemplo, en las tablas siguientes, se encuentran de los datos de las botellas de gases de una casa comercial.

Botellas Individuales

GASES	BOTELLA							
	Tipo	Dimensiones Aprox. Altura(mm) Diámetro (mm)		Presión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad Aprox.			Peso Aprox Botella llena
				Gas(m <sup>3</sup> )	kg	Agua		
Oxígeno	50 L	1.680	230	200	10	50	85	
Nitrógeno								
Argón								
Helio	20 L	950	207	200	4	20	36	
Hidrógeno								
Mezclas	5 L	570	145	200	1	5	10	
Acetileno	40 L	1.345	230	18	7	40	83	
CO <sub>2</sub>	50 L	1.680	230		37,5	50	105	

Bloque de Botellas

GASES	BOTELLA							
	Nº Botellas	Dimensiones Aprox.			Presión Máx. kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad Aprox.		Peso Aprox Lleno
Largo		Ancho	Alto	Gas(m <sup>3</sup> )		kg		
Oxígeno	12	1.050	820	1.940	200	120		1.395
Nitrógeno								
Argón								
Helio								
Hidrógeno	16	1.050	1.050	1.940	200	160		1.810
Mezclas								
	28	1.790	1.070	1.855	200	280		2.950
Acetileno	10	1.210	550	1.820	18		70	988
CO <sub>2</sub>	12	1.050	820	1.940			450	1.350

Botellas:

La forma más habitual utiliza en el transporte de botellas es el uso de jaulas en las que se sujetan las botellas con cadenas o eslingas pudiendo llegar a un máximo de 16 botellas por jaula



Cestas: conjuntos de 16 botellas B50 independientes

Los recipientes a presión deben estar cerrados y estancos de manera que eviten escapes de gas. En el caso de las materias pirofóricas, mezclas inflamables y materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m<sup>3</sup>, las salidas de las válvulas estarán provistas de tapones o caperuzas (sombretetes) para mantener la presión que aseguren la estanqueidad de los recipientes a presión con una rosca adaptada a las salidas de las válvulas.

Los recipientes a presión que contengan materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m<sup>3</sup> (ppm) no deben disponer de dispositivos de alivio de presión. Se instalarán dispositivos de alivio de presión en recipientes a presión UN para el transporte de los nº ONU 1013 dióxido de carbono y 1070 protóxido de nitrógeno. Las botellas individuales y las botellas reunidas en un bloque deben tener una capacidad máxima de 85 litros.

Las botellas aisladas y toda botella de un bloque materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m<sup>3</sup> deberán tener una presión de ensayo superior o igual a 200 bar y un espesor de pared de 3,5 mm., si son de aleación de aluminio, y de 2 mm., si son de acero. Las botellas aisladas que no se ajusten a esta disposición deberán transportarse con un embalaje exterior rígido capaz de proteger eficazmente las botellas y sus accesorios y satisfacer el nivel de prueba del grupo embalaje tipo I según el ADR.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

Bloque de Botellas:



Bloques: conjuntos de 16 botellas B50 inter-conexionadas entre sí mediante un colector y terminando en una válvula de descarga.

Los recipientes a presión montados en un bloque deberán tener un apoyo estructural y conectarse entre sí para formar una unidad. Las botellas deberán ser fijadas de manera que se evite cualquier movimiento en relación al conjunto estructural y todo movimiento que pueda ocasionar tensiones locales peligrosas. Los conjuntos de tuberías colectoras (por ejemplo tubos colectores, válvulas y manómetros) deben estar protegidas de los impactos y de las fuerzas que se originan durante el transporte. Las tuberías colectoras deberán ser sometidas al menos a la misma presión de prueba que las botellas. Las válvulas, tuberías y otros accesorios sometidos a presión, excluyendo los dispositivos de descompresión, deberán diseñarse y fabricarse para que la presión de rotura sea por lo menos 1,5 veces la presión de prueba del recipiente a presión.

Para gases licuados tóxicos, cada recipiente a presión deberá tener una válvula de aislamiento para asegurar que cada recipiente pueda llenarse por separado y que no se produzca ningún intercambio de contenidos de los recipientes a presión durante el transporte.

En el caso de que se ensamblen recipientes en un bloque materias pirofóricas y mezclas inflamables, cada uno de ellos deberá estar provisto de una válvula individual que debe ir cerrada durante el transporte, y la salida de la válvula del tubo colector debe estar equipado de un tapón o de un sombrerete roscado que asegure la estanqueidad a los recipientes a presión. Los tapones o sombreretes deberán estar provistos de roscas adaptadas a las salidas de las válvulas.

En el caso de materias tóxicas con una CL50 menor o igual a 200 ml/m<sup>3</sup>, todas las botellas de un mismo bloque deberán ir provistas de una válvula individual que tendrá que ir cerrada durante el transporte. Después del llenado, la tubería colectoras debe vaciarse, purgarse y obturarse. Los bloques de botellas que contengan flúor comprimido (nº ONU 1045) podrán estar equipados con una válvula de aislamiento, por grupos de botellas que no superen 150 litros de contenido total en agua, en lugar de con una válvula de aislamiento por botella.

En cuanto al tipo de vehículo en el que transportan tenemos dos tipos desde el punto de vista de la distribución, son:

Transportes primarios: semiremolques.



Transportes secundarios: camiones caja fija de diferentes tamaños en los que se transportan bloques, conjuntos, botellas sueltas o armarios.



Un caso especial de transporte primario y secundario sin los vehículos de GLP en los que solo se permite el transporte de gas butano y gas propano. Presentan diferentes formatos aunque los más usados normalmente son la botella UD-125, cuya carga nominal es de 12,5 kg de butano, la UD-60 o el modelo actualizado K-6 de 6 kg o la UD-110, análoga a la anterior, que contiene 11 kg de propano o en formato de 35 kg. También se consideran en este grupo las botellas para automoción de 12 kg.



Otro tipo de distribución es la utilizada para el transporte de gases criogenizados (oxígeno y nitrógeno) envasados entre 4 y 15 bares. Este tipo de contenedores se denominan "rangers" y se presentan con diferentes volúmenes llegando hasta los 180 litros de capacidad. Están contruidos en acero inoxidable y presentan una serie de válvulas y de elementos de seguridad así como un serpentín gasificador en su interior.

Los botellones criogénicos deberán ir en colores claros (blanco, plateado, etc.) e identificarán el gas contenido, pintando su nombre en el cuerpo del mismo con letras de un mínimo de 5 centímetros de altura, en dos lugares opuestos, si el espacio lo permite.



ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

El transporte de botellones interconectados para gases como hidrógeno y helio se realizan en semirremolques de botellones, dispuestos en sentido horizontal o vertical, denominados vehículos batería o según el ADR, contenedores de gases de elementos múltiples (CGEM).



Los CGEM deberán ser diseñados y contruidos con soportes que asegure su estabilidad durante el transporte y garantizando la protección de los colectores y accesorios mediante el montaje de la protección contra choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales; la protección contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor; la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor y la protección de los elementos y equipos de servicio contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor.

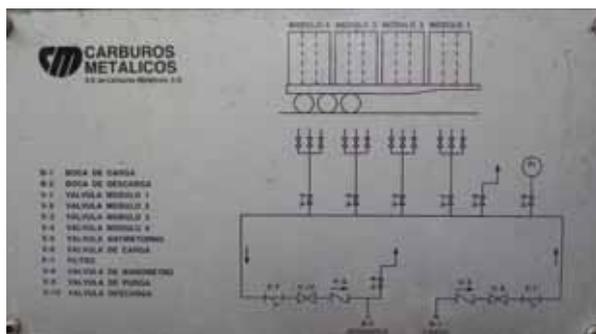
Estos contenedores poder llenarse y vaciarse sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener miembros estabilizadores exteriores a sus elementos que le den integridad estructural para la manipulación y el transporte. Los CGEM estarán diseñados y contruidos con apoyos que les den una base segura durante el transporte y con puntos de fijación para su elevación y amarre que permitan izar.

Los colectores, los accesorios de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), y las válvulas de cierre deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores y los dispositivos de llenado y vaciado (incluidas las bridas y los taponos roscados) y todas las cápsulas protectoras deberán poderse asegurar contra cualquier apertura fortuita.

Cada uno de los elementos destinados al transporte de gases tóxicos están provistos de una válvula que los aíse.

El colector para gases licuados estará diseñado de tal forma que los elementos se puedan llenar separadamente y se mantengan aislados mediante una válvula capaz de ser bloqueada en posición cerrada. En los CGEM destinados al transporte de gases inflamables los elementos estarán divididos en grupos de no más de 3.000 litros, cada uno aislado por una válvula y deberán poder conectarse a tierra.

Para los orificios de llenado y vaciado de los CGEM, en cada tubo de vaciado y llenado se instalarán dos válvulas en serie en posición accesible. Una de las dos válvulas se puede reemplazar por una válvula antirretorno.



Los dispositivos de llenado y vaciado se pueden fijar a un colector. En las secciones de tubería que se pueden cerrar en ambos extremos y donde puede quedar líquido atrapado, se puede instalar una válvula de descompresión que evite una acumulación de presión excesiva.

El caudal combinado de los dispositivos de descompresión si están instalados debe ser suficiente para que, en condiciones en que el CGEM esté totalmente envuelto en llamas, la presión (incluida la presión

acumulada) en el interior de los elementos no sea superior a 120% de la presión establecida en el dispositivo de descompresión.

Cada uno de los dispositivos de descompresión, en las condiciones de llenado máximo, deben estar en comunicación con el espacio de vapor de los elementos para el transporte de gases licuados. Una vez instalados los dispositivos se situarán de tal manera que el vapor pueda escapar hacia arriba y libremente evitándose así toda colisión entre el gas o el líquido que escapa con el CGEM, sus elementos o el personal y estarán dispuestos para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco del CGEM.

Las materias tóxicas con una CL50 inferior o igual a 200 ml/m<sup>3</sup> no pueden transportarse en tubos o bidones a presión o botellones o CGEM y deben satisfacer las disposiciones de la disposición especial de embalaje determinadas en el ADR. No obstante, la mezcla de monóxido de nitrógeno y tetróxido de dinitrógeno (nº ONU 1975) puede ser transportada en bidones a presión o botellones.

## 5. OTRAS FORMAS DE TRANSPORTE DE GASES COMPRIMIDOS

En los años 80 se comenzaron a comercializar vehículos ligeros alimentados con gas licuado del petróleo (GLP). Gracias a los adelantos tecnológicos, en la actualidad están apareciendo en el mercado vehículos ligeros y pesados alimentados por otros gases y por mezclas de combustible líquido-gas inflamable. Dentro de los gases tenemos gas natural licuado (GNL), gas natural comprimido (GNC) e hidrógeno y dentro de las mezclas tenemos gasolina-gas propano y gasóleo-gas propano en proporciones que varían desde el 50% de gas en la mezcla hasta el 90%.

### **Vehículos alimentados por gas licuado del petróleo. AutoGas.**

El denominado AutoGas que se compone de una mezcla de GLP butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)-Propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) para su uso como carburante está definido a nivel europeo por la Norma UNE EN 589.

El AutoGas en su estado natural es gaseoso a temperatura ambiente y presión atmosférica. Para obtener líquido, estado en el que se suministra, se debe someter al AutoGas a presión relativamente baja que oscila entre 4 y 8 atmósferas. Su densidad en estado líquido a 15°C es de 0.564 Kg. /l. Los depósitos instalados en los vehículos pueden ser de forma cilíndrica o con forma tórica que se adapta al hueco de la rueda de repuesto.

El uso de este combustible solo se realiza en vehículos con sistemas de combustión con chispa, es decir, motores de gasolina. Los componentes de un equipo a AutoGas son: depósito, vaporizador, red de tuberías, dispositivo de inyección y unidad electrónica de control.

Para proceder al llenado de un vehículo, el GLP es bombeado desde el depósito de almacenamiento y suministrado en estado líquido, por medio del aparato surtidor, al depósito incorporado en el vehículo (volumen entre 40-60 litros). El procedimiento del suministro es muy similar al que se utiliza para repostar gasolina. A la válvula colocada en el lateral del vehículo se conecta el boquerel de la manguera del surtidor de GLP, por un sistema de acoplamiento rápido y totalmente estanco. Ya en el vehículo, el GLP en estado líquido sale del depósito (a una presión de entre 8-9 kg/cm<sup>2</sup>) y antes de llegar al motor pasa por un reductor-vaporizador, en el cual el GLP pasa del estado líquido al gaseoso ( a una presión de 1,5 kg/cm<sup>2</sup> ), modo en el que se introduce a través de los inyectores en cada uno de los colectores de aspiración de los cilindros del motor para su combustión.

Como medidas de seguridad lleva una válvula de retención que se cierra en caso de flujo elevado, es decir que ante un escape y al producirse una elevada descarga se cierra automáticamente, un dispositivo de limitación del llenado de forma que el volumen de llenado, permitido no supere el 80% del volumen máximo del depósito (la fracción restante es necesaria, en caso de aumento de la temperatura, como cámara de expansión para el gas licuado), una válvula de sobrepresión tarada 25 bares y una válvula de seguridad contra sobrettemperatura.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

### Vehículos pesados alimentados por gas natural licuado o comprimido



El GNL (Gas Natural Licuado) se almacena criogenizado en estado líquido en los depósitos a temperaturas de entre -100°C a -196°C y a baja presión, concretamente a una presión de trabajo de 16 bar para reducir hasta tres veces su volumen.

La propia presión del gas provee de fuerza de alimentación. El gas, líquido y frío atraviesa un intercambiador de calor ("vaporizador") que usa el refrigerante de motor para calentar el líquido y cambiar su estado, para poder ser consumido en los cilindros en forma de gas.

Los vehículos llevan dos depósitos situados una a cada lado de la cabeza tractora con volúmenes variables entre 350 y 450 litros. Son de acero inoxidable y tienen las mismas consideraciones que un depósito criogénico. La válvula de sobrepresión esta tarada a 22,1 bares.

En el repostaje se deben considerar las medidas de seguridad que se emplean con cualquier otro líquido criogénico usando guantes especiales y pantalla de protección para la cara.

El GNC (Gas Natural Comprimido) se almacena a 200 bar y llega al motor a 8 bar. Su autonomía lo hace especialmente adecuado para vehículos pesados de transporte urbanos para distribución como carrocería de lonas, plataformas, cajas abiertas o vehículos algo más especiales como los vehículos recogida de basuras, etc. Los depósitos se están fabricando en Composite frente al acero ya que favorece el hecho de que sean más ligeros y de mayor duración (20 años de vida útil).

Existen diferentes configuraciones de almacenaje, las más habituales son la distribución de esta capacidad en un total de 8 depósitos de 220 litros cada uno dispuestos transversalmente y la disposición longitudinal con cuatro depósitos de 320 litros. Presentan dos posibilidades de especificación de boquillas, conforme a las necesidades y a la tipología de las estaciones de carga.

### Vehículos de hidrogeno

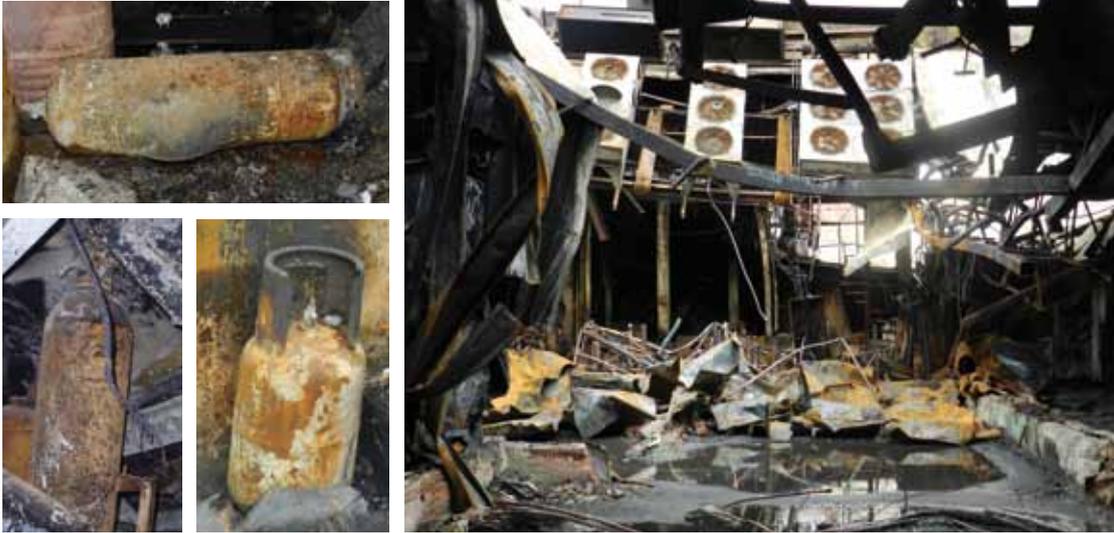
Existen dos tipos de motores que emplean hidrógeno (gas incoloro, inodoro, insípido, no metálico y altamente inflamable):

- motores de combustión: el hidrógeno se quema en un motor de explosión, de la misma forma que la gasolina.
- motores de conversión de pila de combustible: está compuesto de dos partes. En la primera el hidrógeno se convierte en electricidad a través de pilas de combustible en la que se lleva a cabo un proceso de electrólisis similar a una batería convencional, con la diferencia de que en este caso se necesita reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos, (fuente externa de combustible( H2 ) y de oxígeno). Los únicos residuos que produce este proceso son agua y calor en el movimiento de motores eléctricos. Y la segunda parte es el motor eléctrico, la electricidad producida mediante esta reacción se emplea en el movimiento del coche.

De todos los componentes de este sistema nos vamos a centrar en lo que son de nuestro interés como son los tanques de hidrógeno. Estos tanques almacenan el hidrógeno líquido a 700 bares de presión y 253 grados bajo cero. Los principales problemas que se deben resolver son tanto la seguridad del depósito como su peso. Actualmente los tanques se están fabricados en composite, material muy ligero y extremadamente resistente. Además, van forrados por dentro con un lienzo de nylon que evita cualquier filtración con objeto de contrarrestar la elevada volatilidad del hidrógeno.

## 6. ACTUACIÓN EN ACCIDENTES CON BOTELLAS Y BOTELLONES

Incendio de un matadero de ganado en Yeles. Toledo. En su interior se encontraron tres tipos diferentes de botellas. Las tres botellas estuvieron expuestas a temperaturas muy próximas. Cada una sufrió una afectación diferente.



Los accidentes con botellas y botellones los podemos diferenciar en dos grupos. Los producidos por el uso y manipulación de los recipientes y los producidos en el transporte.

El mayor número de accidentes o incidentes recogidos en las distintas empresas manipuladoras de botellas de gases a presión son los provocados por golpes en la grifería con resultado de ruptura o de fuga. Los accidentes recogidos en otros entornos como industrias, laboratorios, hospitales, etc son principalmente, los producidos con los componentes denominados flexibles, que son los elementos que componen las instalaciones de gases realizadas entre la botella y el punto final de consumo del gas.

En la siguiente tabla se recogen los riesgos existentes y las causas que los producen:

Suceso	Causa	Consecuencia/ Riesgo
Caída de botellas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• por poca estabilidad (no estar sujetas )</li> <li>• por golpes</li> </ul>	Rotura y proyección del recipiente Traumas Fuga del gas
Desconocimiento del riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manejo por personas sin formación</li> <li>• utilización inadecuada</li> <li>• uso de materiales incompatibles</li> <li>• fumar/encender llamas durante su manejo</li> </ul>	Incendio Asfixia Intoxicación
Uso indebido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• escape del producto</li> <li>• montaje incorrecto en instalaciones</li> <li>• botella en mal estado.</li> <li>• retorno de la llama en soldadura ( soplete)</li> <li>• carga inapropiada, sobrepresión</li> <li>• sobrecalentamiento de las botellas</li> </ul>	Incendio y/o Explosión Quemaduras por calor
Incendio y/o explosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deterioro o desgaste de la grifería</li> <li>• deterioro o desgaste de rosca</li> </ul>	Inhalación de gases tóxicos Quemaduras por frío

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES



PRODUCTO	VOLUMEN OCUPADO POR 1 Kg DE PRODUCTO		RELACIÓN DE VOLUMEN ENTRE LIQUIDO Y GAS
	LITROS EN FASE LIQUIDA	LITROS EN FASE GAS	
OXIGENO	0,87	753,4	858
NITROGENO	1,25	861,5	686
ARGON	0,73	603,7	829
HELIO	6	5602,2	929
DIOXIDO DE CARBONO	1,4	547	390
PROTÓGENO DE			
NITROGENO	1,09	543,1	496
ETILENO	1,7	861,5	503

Botellas de gas reventadas por presión con desprendimiento de esquirlas



Botella de acero al carbono

Botella de aluminio

Ante un accidente con botellas de gases con presencia de calor hay que tener en cuenta dos efectos: el debido al aumento de presión por calentamiento del gas y el debido al debilitamiento del acero con el que está construido el recipiente.

El primer caso se produce en los gases licuados cuyo volumen aumenta mucho cuando se produce un calentamiento excesivo. En estos recipiente se montan válvulas de seguridad o discos de rotura que en caso de aumento de presión interna se abrirán con objeto disminuir la presión hasta niveles de seguridad.

En el segundo caso y de forma genérica, el acero disminuye su resistencia mecánica en torno al 50% cuando se expone a temperaturas de 500-600°C. En torno a los 300°C la presión de la botella, también debilita el material en los supuesto en los que se vea afectada la resistencia del recipiente, ante un fallo de esta se pueden producir ondas expansivas a causa de la explosión con los consecuentes daños en elementos de estructuras afectadas( cristales, etc) y daños en la propia estructura de edificaciones cercanas y el riesgo de proyección de fragmentos de la propia botella. Es por esta razón que las distancias de botellas de gases y fuego son las que se consideran para una explosión.

Los accidentes producidos en el transporte que afectan a botellas los podemos clasificar en tres tipo:

- los producidos en el propio transporte , como los derivados de accidentes de tráfico, ( vuelcos, salidas de vía, colisiones, etc) o los producidos en los propios vehículos como incendios.
- los producidos en los procesos de carga y descarga.
- los producidos en las botellas instaladas como parte integrante dentro de los propios vehículos como son los depósitos de combustible de autogas, de GNL, de GNC o de hidrógeno.

En la siguiente tabla se recogen los riesgos existentes y las cusas de los accidentes en el transporte de botellas incluyendo los tres tipos.

Suceso	Causa	Consecuencia/ Riesgo
Caída de botellas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• en procesos de carga y descarga</li> <li>• por accidente de tráfico</li> </ul>	Proyección de botellas Traumas Fuga de gas
Incendio del vehículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sabotaje o vandalismo</li> <li>• incendio de partes mecánicas</li> <li>• incendio de una fuga</li> </ul>	Incendio y/o Explosión Quemaduras por calor
Colisión y/o vuelco de vehículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• por accidente de tráfico</li> <li>• otras causas</li> </ul>	Proyección de botellas Incendio y/o explosión Fuga de gas
Fugas en botellas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• golpes en grifería</li> <li>• rotura de latiguillos</li> </ul>	Proyección de botellas Quemaduras por frio



A continuación se detallan las medidas a tomar en la actuación con botellas tanto si están en instalaciones fijas ( industrias, laboratorios, talleres, etc) como si se trata de accidentes en el transporte de las mismas en vehículos pesado o ligeros.

### Actuación sobre grupos de botellas en transporte.

- Contactar con personal especializado de la empresa transportista o con el propietario.
- Establecer la zonificación en función del volumen del transporte, corte de carretera incluso valorándose la evacuación de zonas habitadas cercanas.
- Si el transporte accidentado es un vehículo con varios tipos de gases se deben tratar de acuerdo a los establecido para la botellas de forma independiente pero iniciando la actuación por las que presenten mayor riesgo:
- En caso de que exista botellas con fuga inflamada o afectadas por fuego, se atenderá inicialmente a estas.
- A continuación a las botellas fugando y/o botellas que hayan sufrido algún daño en su estructura.
- Después el resto de botellas siendo retiradas, si es posible, por el gas de mayor riesgo. Se ubicarán en posición vertical y en un lugar seguro pero accesible hasta que llegue el vehículo que las retire. Un ejemplo de ubicación segura en caso de accidente en la vía pública es apoyando la botellas en el guardarraíl , sujeta a este con una eslinga para evitar su caída y por delante del vehículo accidentado.

### Medida generales de manejo de botellas

- Evitar siempre que reciban golpes o caigan al suelo.
- Las botellas con caperuza no fija no se asirán por ésta.
- Evitar el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal. Moverlas, incluso para cortas distancias, empleando carretillas adecuadas y utilizando cadenas o abrazaderas para sujetarlas. Si no se dispone de dichas carretillas, efectuar el traslado sujetando las botellas por su parte superior, ligeramente inclinadas, y haciéndolas girar sobre su base.
- Utilizar guantes (limpios de grasa) y calzado de seguridad.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido emplear cualquier elemento de elevación de tipo magnético o el uso de cuerdas, cadenas o eslingas si no están equipadas de elementos para permitir su izado con tales medios. Puede usarse cualquier sistema de manipulación o transporte (carretillas elevadoras, etc.), si se utiliza una cesta, plataforma o cualquier otro sistema que sujete debidamente las botellas (portabotellas, contenedores o jaulas adecuadas).

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

**Actuación con botellas. Ver Ficha de intervención J**

Al igual que sucede cuando nos encontramos frente a un siniestro con cualquier mercancía peligrosas , nuestro primera labor es la identificación de la sustancia presente. En los siniestros en los cuales están involucradas botellas de gases sucede lo mismo. Ahora bien, hay muchas ocasiones en las que es imposible saber qué tipo de sustancia está involucrada ya que la existencia de botellas es un riesgo asociado al incidente principal como sucede en incendios en talleres, incendios en industrias, accidentes de tráfico, etc y además, en muchos casos resulta imposible su identificación in situ por la ubicación o por efecto de los humos que enmascaran los colores identificativos de las botellas.

Esto obliga a tomar medidas de seguridad máximas por tener que considerar que nos encontramos siempre ante el peor de los supuestos.

El nivel de protección a utilizar será el adecuado a la sustancia en concreto.

Todas las botellas con gases a presión son susceptibles de sufrir un accidente que produzca explosión. Siempre que se presuponga esta posibilidad bien sea por calentamiento como por daños físico o mecánico del embase se deben tomar las medidas pertinentes de medidas de seguridad y de protección a los intervinientes y a la población( evacuación).

Como referencias para saber si la botella ha sido afectada por el incendio nos podemos fijar en:

- abultamiento en la pared de la botella ¡Extrema precaución!
- etiquetas quemadas
- anillos de plástico de la válvula fundidos o claramente dañados
- pintura de la botella quemada o con ampollas
- al aplicar agua en la superficie de la botella, ésta se evapora o seca rápidamente.

En todos los casos se debe consultar las fichas de seguridad de compuesto implicado en el accidente.

Esquema general de actuación en caso de fuga.

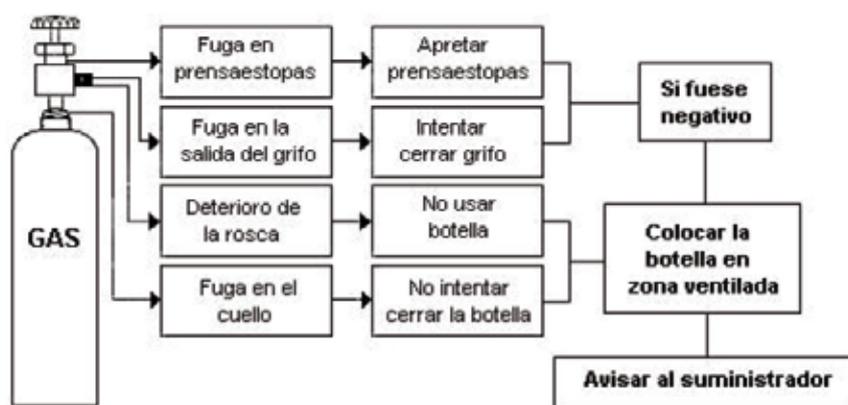


Fig 11: Secuencia de actuación

Fuente: Nota Técnica de Prevención NTP 397.

Botellas de gas: riesgos genéricos en su utilización. Francisco Alonso Valle. INSHT

Tabla de clasificación de gases atendiendo al riesgos que presentan.

NO INFLAMABLES NO CORROSIVOS BAJA TOXICIDAD	INFLAMABLES NO CORROSIVOS BAJA TOXICIDAD	INFLAMABLES CORROSIVOS TOXICOS	NO INFLAMABLES CORROSIVOS TOXICOS	ESPONTANEAMENTE INFLAMABLES	MUY VENENOSOS
AIRE	ACETILENO	AMONIACO	CLORO	DISILANO	ARSINA
ARGON	ALENO	BROMURO DE ETILO	FLUOR	SILANO	CIANÓGENO
HELIO	BUTANO	BROMURO DE METILO	BROMURO DE HIDRÓGENO	BROMOTRIFLUOR ETILENO	CLORURO DE NITROD- SILO
DIÓXIDO DE CARBINO	BUTENO	BROMURO DE VINILO	CLORURO DE HIDRÓGENO		DOBORANO
HEXAFLUORURO DE AZUFRE	1,3 BUTADIENO	DICLOROSILANO	CLORURO DE CIANÓGENO		DIOXIDO DE NITRÓ- GENO
HEXAFLUOR PROPILENO	CICLOPROPANO	DIMETILAMINA	DIÓXIDO DE AZUFRE		FORFINA
KRIPTOM	CIS 2 BUTENO	ETILAMINA	FLUORURO DE CARBONILO		FOSFÓGENO
NEÓN	CLOROTRIFLUOR ETILENO	FLUORURO DE VINILO	FLORURO DE HIDRÓGENO		GERMANO
NITRÓGENO	CLORURO DE ETILO	METILAMINA	FLUORURO DE SULFURILO		ÓXIDO NITRICO
OXIDO NITROSO	DEUTERIO	METILMERCAPTANO	HEXAFLUORURO DE TUNGSTENO		PENTAFLORURO DE ANTIMONIO
XENÓN	DIMETILETER	MONOETILAMINA	HEXAFLUORACETONA		PENTAFLORURO DE ARSÉNICO
OXÓGENO	2,2 DIMETIL PROPANO	MONÓXIDO DE CARBONO	IODURO DE HIDRÓGENO		SELENIURO DE HIDRÓ- GENO
PERFLUOR PROPANO	ETILACETILENO	NIQUEL CARBONILO	PENTAFLUORURO DE BROMO		TRIFLORURO DE ARSENICO
	ETILENO	OXIDO DE ETILENO	PENTAFLORURO DE FOSFORO		TRIOXIDO DE NITRÓ- GENO
	GAS NATURAL	ÓXIDO DE PROPILENSULFURO	PENTAFLUORURO DE IODO		
	FLUORURO DE METILO	SULFURO DE C ARBONILO	PERFLUOR-2 BUTENO		
	HIDRÓGENO	SULFURO DE HODRÓGENO	TETRAFLUORURO DE AZUFRE		
	ISOBUTANO	TRIETILAMINA	TETRAFLUORURO DE SILICIO		
	ISOPENTANO	TRIMETILAMINA	TRICLORURO DE BORO		
	ISOBUTILENO		TRIFLORURO DE BORO		
	METANO		TRIFLORURO DE BROMO		
	METANOL		TRIFLORURO DE FOSFORO		
	METILACETILENO		TRIFLORURO DE NITRÓGRNO		
	3 METIL BUTENO 1 PROPADIENO		TRIFLORURO DE CLORO		
	PROPANO				
	PROPILENO				
	TETRAFLUORETILENO				
	TETRAFLUORETILENO				

**ANEXO 11** VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

**Actuación con botellas de gases inflamables.**

Riesgos: incendio por fuga, quemaduras por calor, explosión por roturas del envase por sobrepresión.

- Fuga de gas sin incendio.
  - Intentar cerrar la grifería de la botella. Si la fuga se produce un bloque de botellas no se puede cerrar ninguna botella. Van unidas y no se pueden independizar. Tener en cuenta que se producirá el vaciado de todas las botellas.
  - Ubicar la botella o bloques en espacios abiertos lejos de otros riesgos ( eléctricos, población, edificios...) consideración tanto el efecto del gas como la posible ignición de la fuga. Mantener en posición vertical y de acuerdo a las instrucciones anteriores de manejo de botellas.
  - Preparar un tendido de 25 Ø en prevención.
  - Considerar el escenario como un entorno ATEX. NO UTILIZAR aparatos eléctricos (teléfonos móviles, walkie) ni fuentes de calor a chipas en las inmediaciones. Especial cuidado a las cargas electrostáticas. Si es un bloque de botellas considerara la posible toma a tierra del bloque sobre todo con hidrógeno y acetileno.
  - Ventilar para diluir la nube de gas.
- Fuga de gas con incendio.
  - Intentar cerrar la grifería de la botella con protección de cortina de agua, al disminuir el flujo de gas las llamas disminuirán hasta apagarse.
  - Si no es posible cerrar la botella dejar arder en un lugar seguro refrigerando el recipiente.
  - Refrigerar con un tendido de 25 Ø y tener preparado otro en prevención.
  - Refrigerar y retirar las botellas que se puedan ver afectadas por las llamas ubicándolas en espacios abiertos lejos de otros riesgos ( eléctricos, población, edificios...). Siempre en posición vertical y de acuerdo a las instrucciones anteriores de manejo de botellas .
  - NO extinguir una fuga de gas ardiendo. La fuga de gas inflamable puede formar una mezcla explosiva con el aire y producir una explosión.
  - Como excepción a lo anterior, se podrá apagar una fuga ardiendo cuando:
    - Impida el rescate de una persona atrapada
    - Incida sobre elementos que generan un riesgo mayor
    - La fuga de gas sea pequeña, que no existan punto de ignición cercanos que pudieran provocar la reignición, que se mantenga refrigerada y que se pueda ubicar en lugar seguro en el exterior en poco minutos.



**Actuación con botellas de GLP.**

Caso particular de los anteriores por el tipo de válvula y por el uso tan extendido.

- Fuga de gas sin incendio.

En caso de fuga en una botella que no puede ser desplazada a un lugar seguro ( botella fugando dentro de un vehículo sin posibilidad de ser extraída) se puede intentar poner el regulador siguiendo los siguientes pasos:

Equipados con nivel I, se prepara el regulador en posición de abierto.

Se coloca sobre la válvula Kosangas.

Una vez bien asegurada se cierra la válvula.

- Fuga de gas con incendio.

En caso de incendio que afecte a una botella con el regulador puesto, el anillo negro es de un material que con el aumento de temperatura, en cuestión de pocos minutos se deforma, liberando el regulador y por lo tanto permitiendo que la botella se cierre por si sola.



En caso de fuga por la válvula incendiada y si se considera necesario apagarla por alguno de los motivos expuestos en el apartado de actuación con botellas de gases inflamables, se puede hacer colocando un objeto como una chapa metálica o semejante, en la salida del gas en el cono interno correspondiente a la zona reductora de la llama y por lo tanto de menor temperatura y presionando para conseguir una discontinuidad en la salida del gas que provoque el apagado de la llama.



Otra actuación particular sobre este tipo de envases es el caso de fuga de la válvula sin llama, muy corriente. En la mayoría de los casos es por un fallo en el cierre de la válvula. Para cortar la fuga, se puede actuar sobre el pistón central empujándolo con un destornillador hacia el interior favoreciendo que recupere su posición correcta cerrándose la botella.



En el caso de que estos envases se encuentren sometido a acción del fuego y pueda aumentar su temperatura y por lo tanto la presión interior, se producirá la apertura del disco de rotura con objeto de disminuir la sobrepresión y evitar la posible explosión.

### Actuación con botellas de acetileno.

Un golpe "mecánico" por sí solo NO puede iniciar la descomposición en una botella si no ha sufrido calentamiento o ha sido dañada previamente. Mover una botella puede alimentar la descomposición, pero no iniciarla.

- Fuga de gas sin incendio.

Cuando una botella que presenta pérdida y/o fuga no debe moverse y se permitirá que fugue libremente. Se evaluará el riesgo de posible incendio o explosión. Se tendrá control sobre temperatura de la botella por si existe aumento imprevisto, esto puede ser debido a que fugas importantes pueden acelerar descomposición.

Si la botella no ha estado expuesta directamente a la llama, una vez enfriada a temperatura ambiente, no será necesario 24 horas de enfriamiento. Una vez enfriada una botella a temperatura ambiente, no existe evidencia de que se pueda producir algún fallo.

En presencia de varias botellas Si por apilamiento o resultar enterradas bajo escombros, etc y solo podemos enfriar una parte de las botellas ( 50%), podremos considerar un incremento de la fase de enfriamiento de hasta 3 horas

**ANEXO 11** VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

- Botella afectada por el incendio. Con fuga o sin fuga incendiada.

Uno de los problemas que tenemos en este caos es la descomposición del acetileno, este proceso comienza a temperaturas por encima de 300° C debido al efecto aislante del relleno de la botella.

Como referencias para saber si la botella ha sido afectada por el incendio nos podemos fijar en:

- abultamiento en la pared de la botella ¡Extrema precaución!
- etiquetas quemadas
- anillos de plástico de la válvula fundidos o claramente dañados
- pintura de la botella quemada o con ampollas
- al aplicar agua en la superficie de la botella, ésta se evapora o seca rápidamente.

### IMPORTANTE AVISO DE PELIGRO

Como particularidad recalcar que en el caso del acetileno, a diferencia del resto de gases, si han saltado los dispositivos de sobrepresión y el gas fuga, tanto si está inflamado como sin inflamar, supone un incremento del riesgo de fallo mecánico de la botella. NO es un signo de seguridad.

Las medidas de actuación que a continuación se detallan son las derivadas del Informe Fuego Investigación Técnica 1/2007 sobre la *Seguridad en cilindros que contienen acetileno durante y después de su participación en un incendio* llevado a cabo por el Grupo de Fuego y Explosión del Laboratorio de Ciencias de la Salud y Seguridad del Departamento de Comunidades y Gobierno Local de Reino Unido.

- Establecer como distancia de seguridad: 100m.
- Extinguir el incendio que afecta a la botella. NO mover la botella.
- Enfriar durante una hora utilizando monitores para aplicar agua pulverizada desde posiciones seguras. Observar el efecto del enfriamiento observando el secado rápido y/o evaporación del agua en la superficie de la botella.
- Se monitoriza la temperatura, (WettingTest) verificando el estado de la botella tomando la temperatura en intervalos de 15 min con termómetro de infrarrojos y/o cámara térmica. Se considerará enfriamiento efectivo cuando la temperatura de la botella se ha reducido a temperatura ambiente. Ahora si se puede desplazar el recipiente si es necesario.
- Si la temperatura no ha descendido volver a enfriar durante otra hora desde lugar seguro controlando de la temperatura hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Una vez enfriada, avisar al suministrador y mantener en observación durante 24 horas.

#### Actuación con botellas de gases corrosivos.

- Corrosivos son materiales que pueden atacar y destruir químicamente los tejidos corporales expuestos. Los corrosivos también pueden dañar e incluso destruir el metal. En las actuaciones con gases corrosivos de debe emplear el nivel de protección 1.
- Riesgos:
  - explosión: rotura del envase por sobrepresión o por acción química del gas
  - intoxicación: fugas a la atmósfera

- asfixia: desplazamiento del aire en espacios confinados,
- quemaduras químicas: destrucción de tejidos
- Fuga de gas sin incendio.
  - Cortar el flujo de gas cerrando la botella si es posible.
  - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
  - Control de la nube del gas con ventilación o dilución. CUIDADO!! Valorar el uso de cortinas de agua ya que puede reaccionar con gas siendo contraproducente.
  - En algunos casos se postula la posibilidad de que ante sustancias corrosivas e inflamables , se puede eliminar el gas mediante la inflamación de este. Esta medida se debe considerar con mucha atención pues los gases de la combustión pueden ser más peligrosos que el propio escape.
  - Si se dispone de medios y equipos suficientes se puede intentar neutralizar el escape de gas mediante el uso de compuestos específicos recogiendo los gases y haciéndolos burbujear en la disolución neutralizante.
  - En algunos países se utilizan kits especialmente diseñados para contener gases de este grupo como el cloro .
- Fuga de gas con incendio.
  - Cortar el flujo de gas cerrando la botella si es posible, con protección de cortina de agua.
  - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
  - Los gases producidos pueden ser más tóxicos que el propio escape. Valorar la extinción de la fuga.
  - Refrigerar el embase y control de efecto de las llamas en el entorno.



### Actuación con botellas de gases tóxicos.

En las actuaciones con gases tóxicos de debe emplear el nivel de protección 1.

Riesgos:

- explosión: rotura del envase por sobrepresión o por acción química del gas
- intoxicación: fugas a la atmósfera
- asfixia: desplazamiento del aire en espacios confinados.
- Fuga de gas sin incendio.
  - Cortar el flujo de gas cerrando la botella.
  - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
  - En algunos casos se postula la posibilidad de que ante sustancias tóxicas e inflamables , se puede eliminar el gas mediante la inflamación de este. Esta medida se debe considerar con mucha atención pues los gases de la combustión pueden ser más peligrosos que el propio escape.

**ANEXO 11** VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

- Fuga de gas con incendio.
  - Cortar el flujo de gas cerrando la botella si es posible, con protección de cortina de agua.
  - Ubicar la botella en lugar seguro , acordonando la zona y teniendo en cuenta la dirección de viento.
  - Los gases producidos pueden ser más tóxicos que el propio escape. Valorar la extinción de la fuga.
  - Refrigerar el embase y control de efecto de las llamas en el entorno.

**Actuación con botellas de gases oxidante. Comburentes.**

Los gases comburentes no arden, pero soportan y aceleran la inflamación de las materias combustibles. Las sustancias combustibles y otras que normalmente no arden en aire pueden hacerlo violentamente en presencia de un alto porcentaje de oxígeno. Los rangos de inflamabilidad de los gases inflamables son mayores en presencia de oxígeno que en aire.

Ejemplos de estos gases son el oxígeno, el protóxido de nitrógeno y el aire comprimido. Los dos primeros muy usados en el ámbito hospitalario.



Riesgos:

- explosión: rotura del envase por sobrepresión o por reacción química del gas.
- incendio: por combustión de otros productos o por desplazamiento del aire en espacios confinados.
- Fuga de gas sin incendio.
  - Cortar el flujo de gas cerrando la botella. Usar guantes para riesgo químico.
  - Ubicar la botella en lugar seguro teniendo en cuenta que se deben mantener alejadas las materias orgánicas y otras sustancias inflamables, como aceite, grasa, algodón, madera, pintura, disolventes, trapos o residuos que puedan llevar grasa o aceite, etc.
  - Ventear a la atmósfera y evitar la generación de fuentes de ignición (interruptores, motores, golpes entre metales, roces, etc.).
  - En caso alta concentración de oxígeno, sacar al accidentado al aire libre. Si las ropas se saturan de oxígeno, quitarlas y ventearlas durante 30 minutos por lo menos.
  - Cuando un líquido criogénico alcance al cuerpo, lavar la parte afectada con abundante agua fría durante al menos 15 minutos y acudir al médico.
- Fuga de gas con incendio.
  - En caso de incendio cortar el flujo de gas con protección de cortina de agua y apagar las llamas circundantes.
  - Mantener las botellas refrigeradas proyectándoles agua pulverizada.

**Actuación con botellas de gases licuados a presión. Gases criogénicos. Gases inertes.**

Son gases incoloros, inodoros e insípidos.

Los gases licuados a presión son los gases licuados el aire como el oxígeno, nitrógeno, argón , helio y dióxido de carbono. Todos ellos alcanzan temperatura muy bajas, criogénicos.

Los gases inertes no reaccionan en condiciones normales. No arden ni soportan la combustión. Si desplazan el aire, pueden provocar asfixia en atmósferas confinadas o poco ventiladas. El argón y el dióxido de carbono son más pesados que el aire y se acumulan en las zonas bajas.



Riesgos:

- explosión: rotura del envase por sobrepresión
- quemaduras por frío: contacto en piel, mucosas de los gases a bajas temperaturas
- asfixia: desplazamiento del aire en espacios confinados o por atmósferas suboxigenadas
- atmósferas sobreoxigenadas: posibles incendios de sustancias no inflamables en situaciones normales. El aumento de la concentración de oxígeno hace que el punto de inflamación de algunas sustancias disminuya.
- Fuga de gas sin incendio.
  - Intentar cerrar la botella usando guantes especiales de protección criogénica si no existe riesgo.
  - Ventilar el área contaminada y sacar el recipiente a la atmósfera abierta, si fuera posible.
  - En caso de salpicadura por líquido criogénico, lavar la parte afectada con agua abundante, durante al menos 15 minutos, y acudir al médico.
  - Atención a los espacios confinados. Los gases más pesados que el aire se pueden acumular en las zonas bajas. En caso de duda sobre la atmósfera existente en un lugar, utilizar el explosímetro para medir concentración de oxígeno antes de entrar, utilizar ERA o, en su defecto, ventilar mediante aire forzado durante un tiempo suficiente.
- Fuga de gas con incendio.
  - Por sus propiedades es imposible que produzcan incendio a excepción del oxígeno que ya está estudiado en el apartado de gases oxidantes-comburentes.
  - Los gases inertes apagan el fuego por sofocación. Los medios de extinción deben ser adecuados a los materiales que estén ardiendo junto a las botellas.
  - Apagar las llamas circundantes a los recipientes y tanques.
  - Mantenerlos fríos mediante la proyección de agua pulverizada
  - En el caso de que un incendio afecte a un recipiente de estos gases y aumente la temperatura de forma importante en el interior, las válvulas de seguridad dispararan liberando gas.

### Actuación en vehículos que usan gases como combustible.

Uno de los primeros problemas que no encontramos al enfrentarnos ante un incidente en un vehículo es poder identificar qué tipo o tipos de combustible usa ya que en función de esto nuestra forma de intervenir cambiará drásticamente.

Algunos vehículos pesado que usan gases como combustible llevan identificaciones cerca a la boca de carga de combustible del tipo pero otros muchos no.

De esta forma nos vemos indefensos ante la necesidad de saber a que nos enfrentamos. Tan solo no puede ayudar la inspección de la boca de carga y observar que tipo de boca presenta, así podremos tener las típicas de combustibles líquidos ( gasolina o gasoil) . las de GNL de carga rápida o lenta, las de GLP, las tomas de corriente de eléctricos, etc.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES



En un futuro cercano, a través de la nueva clasificación de la DGT del parque de vehículos en función de su potencial contaminante y con origen en el Plan nacional de calidad del aire y protección de la atmósfera 2013-2016, podremos saber qué tipo de combustible usa el vehículo con observar en el parabrisas las pegatinas siguientes:



Turismos; furgonetas ligeras, vehículos de más de 8 plazas y vehículos de transporte de mercancías clasificados como vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV), vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) o vehículos de pila de combustible.



Turismos, furgonetas ligeras, vehículos de más de 8 plazas y vehículos de transporte de mercancías clasificados como vehículos híbridos enchufables con autonomía <40km, vehículos híbridos no enchufables (HEV), vehículos propulsados por gas natural, vehículos propulsados por gas natural (GNC y GNL) o gas licuado del petróleo (GLP).



Vehículos de más de 8 plazas y de transporte de mercancías, tanto de gasolina como de diésel.

**Actuación en vehículos propulsados por gas natural comprimido (GNC).**

EL GNC es usado como propulsor, principalmente, en vehículos de transporte de personas y concretamente en autobuses interurbanos e intraurbanos.

Existen diferentes modelos y marcas de autobuses que usan este tipo de combustible pero en todos el sistemas de funcionamiento es igual. Se compone de una toma de carga ( que puede ser de alta o baja velocidad); un sistema de almacenaje en botellones a alta presión ( 200-220 atm ) ; un reductor de presión de doble efecto ( doble cámara que reduce la presión de 200 kg/ cm<sup>2</sup> a 12 kg/ cm<sup>2</sup> y posteriormente a 8-9 kg/ cm<sup>2</sup> ) y por último pasa a los inyectores del motor.

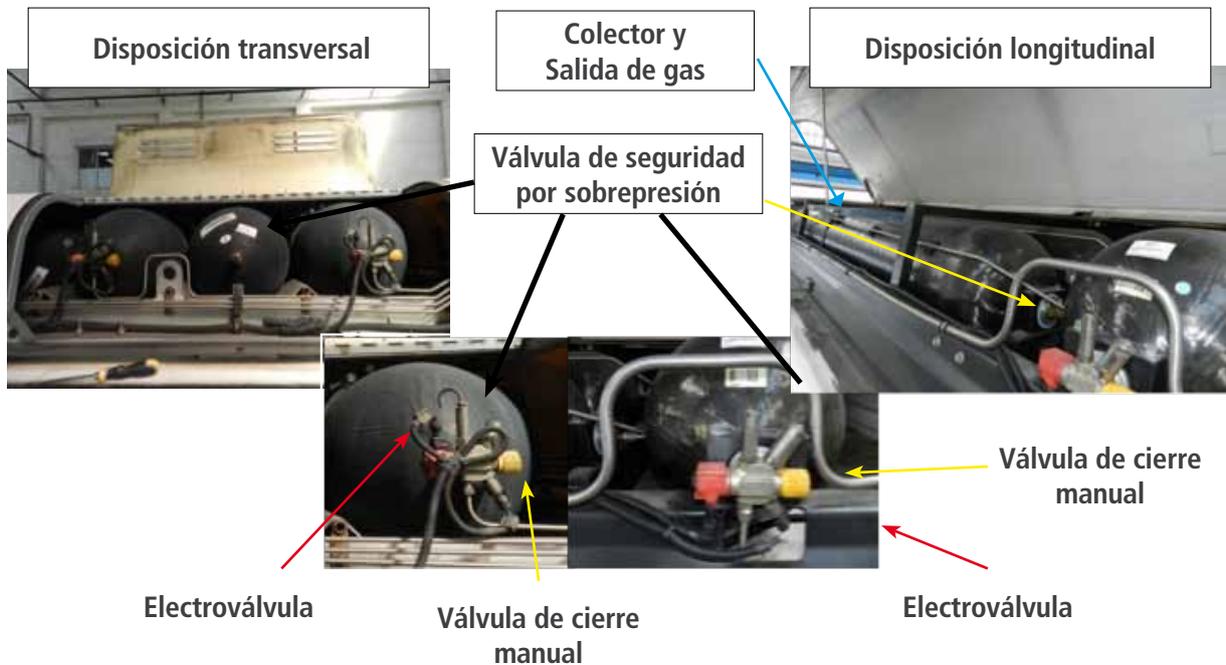
Los botellones objeto de nuestro estudio tienen una capacidad de 220 litros ( 8 unidades en disposición transversal) o 310 litros( 4-5 unidades en disposición longitudinal), fabricados en acero al carbono o en fibra de carbono respectivamente y ambos forrados de fibra de vidrio. Van situados en el techo de los autobuses, en la parte superior delantera, protegidos por una caja denominada coloquialmente como "joroba".



Ubicación de botellones

- Fuga de gas sin incendio.

En el caso de fuga de algún botellón o de algún colector, la actuación se debe dirigir a aislar todos los botellones actuando sobre la válvula de cierre manual de cada botellón. La posición de las válvulas variará en función de si la disposición de los botellones es longitudinal o transversal.



En el caso del disparo de la válvula de seguridad de sobrepresión, la salida del gas puede producirse por diferentes lugares. En algunos casos, las puertas de la cobertura de las botellas llevan rejillas de ventilación, en otros no esparciéndose el gas por toda la "joroba".

- Fuga de gas con incendio en el vehículo.

En el caso de incendio tenemos dos posibilidades:

- que el incendio sea en partes del vehículo ajenas a los depósitos y estos se vean afectados.
- que el incendio afecte a la fuga de gas de los botellones.

Si en incendio es del primer tipo además de actuar en la extinción de las partes del vehículo afectadas, se debe actuar protegiendo del calor a los botellones refrescándolos mediante un tendido de protección y actuar sobre las válvulas de cierre con objeto de cortar el suministro de gas.

Según sea la envergadura del incendio y la afectación que pueden estar sufriendo los botellones, se debe tener previsto el disparo de las válvulas de seguridad (válvula térmica de plomo) teniendo en consideración que en el caso de la disposición de botellones transversalmente existe válvulas de seguridad tanto en el cuello de la botella como en el fondo, por lo tanto puede darse descarga de gas en ambos lados y que en el caso de la disposición longitudinal puede aparecer el disparo de gases por la parte final de la joroba. Obviamente, en presencia de llamas, el gas procedente del disparo por sobrepresión se inflamará.

Si en incendio es del segundo tipo y los botellones están afectados desde el primer momento y la fuga de gas se haya incendiada, la actuación se debe orientar al cierre de los botellones no afectados con gran precaución ( en el caso de los transversales hay válvulas de cierre a ambos lados del vehículo) ya que las válvulas de seguridad comenzaran a abrirse aumentando el incendio y afectando por diferentes zonas.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

**Actuación en vehículos propulsados por gas natural licuado (GNL).**

El uso de GNL está en uso en vehículos pesados fundamentalmente. Se montan dos depósitos de para gases criogénicos( vasos Deward) uno a cada lado de la cabeza tractora con diferentes capacidades. Son independiente y llevan instalados los mismos sistemas de seguridad. Disponen de una válvula de corte por caudal de forma que cuando se produce un rotura la salida libre de gas activa una válvula que bloquea la salida de gas del depósito.



- Fuga de gas sin incendio.

Estos vehículos llevan un sistema de seguridad electrónico que en caso de caída de presión en el sistema de alimentación debido a una fuga, se para el vehículo obligando al estacionamiento.

En caso de fuga por rotura de algún colector, se debe cerrar manualmente las válvulas de salida del gas en fase líquida y en fase gas de los dos depósitos así como la válvula de suministro al motor.

Si la fuga se produce por rotura de alguno de los depósitos hay que tener en cuenta las consideraciones detalladas en la ficha de intervención G , para cisternas de gases criogénico. Se procederá al cierre de todas las válvulas manualmente aislando los depósitos y el motor.

Si la rotura se produce en fase gas, se trabajará en evitar fuentes de ignición y atentos a posible acumulo del gas, teniendo que ventilar en este caso. Se instalará un tendido en prevención. La rotura del aislamiento del depósito producirá un aumento importante de la presión dentro del tanque, por el aumento de la temperatura, y se debe prever disparos de gas por el venteo para disminuir la sobrepresión.

En ambos casos, se puede valorar la posibilidad de taponamiento.

- Fuga de gas con incendio.

Dos posibilidades. Si el incendio es en elementos ajenos a los depósitos pero las llamas y/o el calor afectan a estos se deberá proteger los mismos refrigerándolos y teniendo en cuenta la posible liberación de gas por el venteo debido al disparo de las válvulas de seguridad por aumento de la temperatura. Si no se produjera esta liberación se debe sospechar un fallo en los sistemas de alivio y por lo tanto se deben tomar medidas considerando la posible explosión de los tanques.

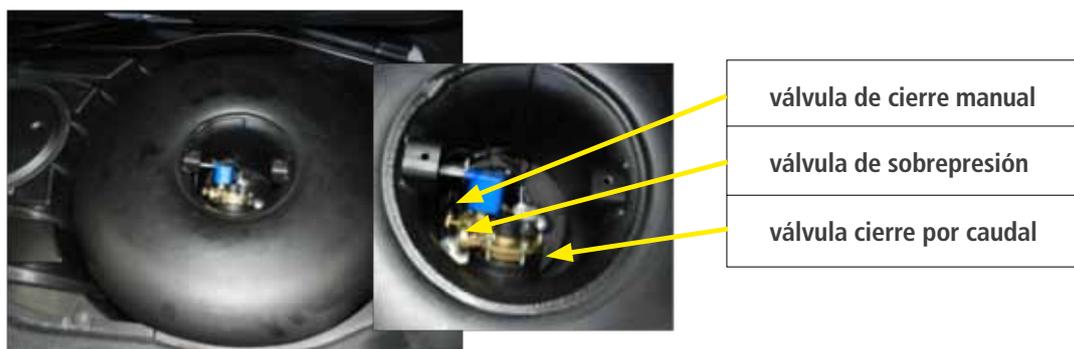
Si el incendio se produce en la fuga de gas propiamente tenemos dos posibilidades. Si el fuego afecta a la cisterna se debe aplicar medidas para el enfriamiento del depósito a distancia y considerar la posibilidad de explosión determinando la evacuación incluido el personal interviniente , en un amplio perímetro ( 500 metros). Si el fuego no

afecta al depósito se aplicara la extinción sobre los elementos afectados y refrigeración del depósito en prevención.

En ambos casos es fundamental el control de la temperatura y la presión del tanque.

### Actuación en vehículos propulsados por gas licuado del petróleo (GLP) o autogas.

En la actualidad el 99% de los turismos que usan autogas usan el sistema de almacenaje de combustible en forma tórica que ocupa el espacio destinado a la rueda de repuesto. Su volumen varía en función del hueco de cada vehículos teniendo depósitos desde 40 litros de capacidad. Están contruidos en acero y disponen de una válvula multifunción.



- Fuga de gas sin incendio.

En caso de fuga en el circuito, la válvula multifunción cerrara automáticamente cortando el suministro por activación de la válvula por aumento de caudal. En el caso de que la fuga se produzca por rotura del depósito podemos encontrarnos con dos posibilidades.

Que la fuga se produzca por la parte superior en forma de gas, en este caso se dejara que fugue asegurando la zona contra posibles fuentes de ignición y asegurándonos de que no se produzcan acumulación del gas mediante la ventilación. Además prepararemos un tendido en prevención.

Si el vehículo se encontrara en un lugar cerrado como un garaje, tunel, etc prestaremos especial atención a la posible atmosfera explosiva considerando distancias de seguridad para explosiones y ventilaciones eficaces. Prepararemos un tendido en prevención.

En el caso de que la fuga de produzca por la parte de abajo del depósito, la fuga será en fase líquida. Se dejará que se evapore controlando la dirección de los gases y evitando fuentes de ignición. Si fuera necesario se puede ayudar a su evaporización con agua pulverizada o ventilando.

- Fuga de gas con incendio.

En el caso de que el incendio afecte solo al motor, los manguitos que trasportan el gas se derretirán ( son de polietileno) produciéndose la correspondiente fuga. Esta arderá hasta que la válvula multifunción cierre, cortándose el suministro de gas.

En un principio se observará un incendio avivado y con grandes llamas debidas al gas y en pocos minutos se atenuará convirtiéndose en un incendio de vehículo convencional.

Si además el incendio afecta al depósito de gas, el calentamiento producirá una vaporización muy activa haciendo disparar la válvula de sobrepresión, produciéndose llamaradas debidos a los disparos de la válvula que disminuirán la presión interior. En este caso es fundamental refrigerar de forma continuada el depósito de gas mientras que se extingue el resto del vehículo incendiado.

Si el incendio afecta a todo el vehículo y no se produce liberación de gases por efecto de la sobrepresión evacuar la zona y atacar con monitor. Posible explosión del depósito.

Aplicar ficha de intervención E.

ANEXO 11 VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE BOTELLAS Y BOTELLONES

**Actuación en vehículos propulsados por hidrógeno.**



En la actualidad, existen muy pocos vehículos que usan hidrógeno como combustible en funcionamiento en España. Se hicieron unos ensayos con autobuses en Madrid pero estuvieron muy poco tiempo en activo.

- Fuga de gas sin incendio.

Las botellas disponen de válvulas de corte por aumento de caudal de forma que ante una fuga se cierra automáticamente la botella. En caso de fallo de esta válvula y que no se corte el flujo, se debe evitar el acumulo de gas mediante ventilación o dilución. La elevada volatilidad del hidrógeno facilita esta operación.

- Fuga de gas con incendio.



En el caso de que el incendio afecte solo al motor, si las conducciones que transportan el gas se afectan produciéndose la correspondiente fuga, esta arderá hasta que la válvula de cierre, corte el suministro de gas.

En un principio se observará un incendio con grandes llamas debidas al gas y en pocos minutos se atenuará convirtiéndose en un incendio de vehículo convencional. En este sentido en hay un estudio realizado en la Universidad de Miami en la que se estudiaba la diferencia entre un incendio de un vehículo de gasolina y un vehículo de hidrógeno.

Michael R. Swain, "Fuel Leak Simulation," Newburgh Heights Association (NHA) Meeting, May 5, 2001 [djvu, pdf]. Universidad de Miami.



En las imágenes se puede observar como se produce el bloqueo de la válvula por el aumento de caudal.

En el caso en que el incendio afecto a los recipientes de almacenaje, la principal dificultad será su enfriamiento ya que van ubicados en lugares de muy difícil acceso en todos los modelos conocidos hasta el momento. Si el incendio es generalizado y no podemos asegurar el enfriamiento se debe valorar la posibilidad de explosión tomando las medidas correspondientes de distancias de seguridad y evacuación.





# Guía Operativa

INTERVENCIÓN ANTE ACCIDENTES EN EL  
TRANSPORTE DE MATERIAS PELIGROSAS  
EN VEHÍCULOS CISTERNA

