

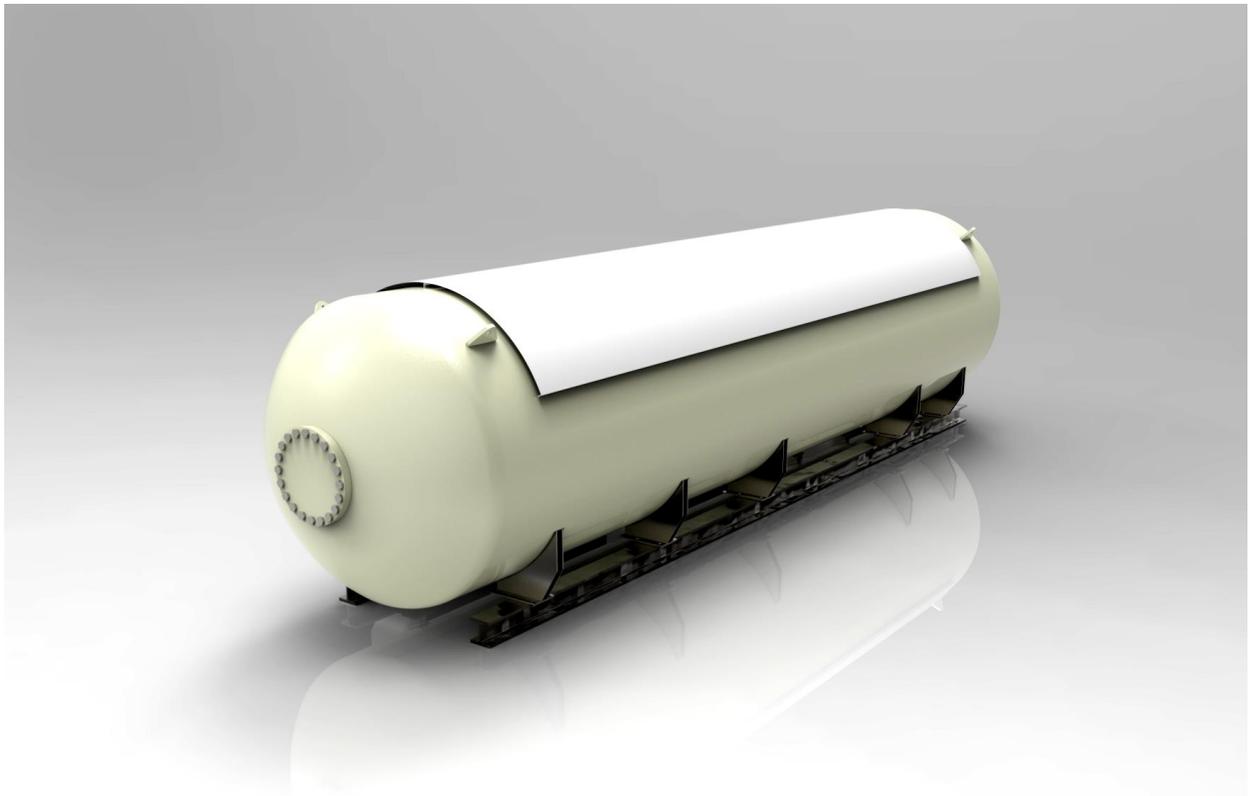


**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



## ÍNDICE ANEJO I

<b>1.- Objeto .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>1.1.- Alcance .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>2.- Normativa .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>3.- Definiciones .....</b>	<b>Pág 4</b>
<b>4.- Diseño del Depósito .....</b>	<b>Pág 13</b>
<b>4.1.- Productos a contener .....</b>	<b>Pág 13</b>
<b>4.1.1.- Fichas técnicas de seguridad del producto .....</b>	<b>Pág 16</b>
<b>4.1.2.- Grado de llenado .....</b>	<b>Pág 20</b>
<b>4.2.- Tipo de depósito .....</b>	<b>Pág 20</b>
<b>4.2.1.- Caracterización de depósito .....</b>	<b>Pág 20</b>
<b>4.2.2.- Código Cisterna .....</b>	<b>Pág 20</b>
<b>4.3.- Especificaciones del depósito. ....</b>	<b>Pág 22</b>
<b>4.3.1.- Dimensionamiento .....</b>	<b>Pág 22</b>
<b>4.3.2.- Materiales .....</b>	<b>Pág 22</b>
<b>4.3.3.- Presiones .....</b>	<b>Pág 25</b>
<b>4.4.- Elementos estructurales del depósito .....</b>	<b>Pág 25</b>
<b>4.5.- Protecciones del depósito .....</b>	<b>Pág 25</b>
<b>4.5.1.- Aislamiento de la cisterna. Calorifugado .....</b>	<b>Pág 26</b>
<b>4.5.2.- Contra impactos laterales .....</b>	<b>Pág 26</b>
<b>4.5.3.- Contra vuelcos .....</b>	<b>Pág 26</b>
<b>5.- Equipos de servicio .....</b>	<b>Pág 27</b>
<b>5.1.- Generalidades .....</b>	<b>Pág 27</b>
<b>5.2.- Bocas de hombre .....</b>	<b>Pág 27</b>
<b>5.3.- Sistemas de carga y descarga .....</b>	<b>Pág 27</b>



5.3.1.- Características del equipo transvase .....	<b>Pág 27</b>
5.3.2.- Procedimiento de carga y descarga .....	<b>Pág 28</b>
5.3.3.- Elementos del equipo transvase .....	<b>Pág 28</b>
<b>5.4.- Seguridades .....</b>	<b>Pág 33</b>
5.4.1.- Válvula de alivio .....	<b>Pág 33</b>
5.4.2.- Conexión a toma de tierra .....	<b>Pág 34</b>
5.4.3.- Medios de extinción de incendios .....	<b>Pág 35</b>
<b>5.5.- Componentes auxiliares .....</b>	<b>Pág 36</b>
<b>5.6.- Equipamiento eléctrico .....</b>	<b>Pág 39</b>
5.6.1.- Electricidad estática .....	<b>Pág 42</b>
<b>6.- Remolque-vehículo y Conformidad .....</b>	<b>Pág 45</b>
6.1.- Unión de Cisterna al chasis/semirremolque .....	<b>Pág 47</b>
6.2.- Unión del Semirremolque a la cabeza tractora .....	<b>Pág 48</b>
<b>7.- Marcado de la cisterna .....</b>	<b>Pág 49</b>
7.1.- Marcado según el Apartado 6.8.2.5.1. del ADR 2015 .....	<b>Pág 49</b>
7.2.- Marcado según el Capítulo III del RD 1388/2011 .....	<b>Pág 51</b>
<b>8.- Señalización y alumbrado .....</b>	<b>Pág 53</b>
8.1.- Señalización de la cisterna .....	<b>Pág 53</b>
8.2.- Alumbrado de la cisterna .....	<b>Pág 55</b>
<b>9.- Renderizados de la Cisterna en 3D .....</b>	<b>Pág 56</b>



## **1.- Objeto**

El objeto del siguiente proyecto engloba el diseño, cálculo, fabricación y evaluación de la conformidad (marcado CE) de un vehículo cisterna destinado al transporte primario por carretera de “Mezcla de Hidrocarburos Gaseosos Licuados”, comúnmente conocido como PROPANO COMERCIAL.

Este producto está catalogado como MMPP de clase 2 (Gas) y corresponde con el código ONU 1965. El diseño ha de cumplir con todas las exigencias del ADR 2015 (Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía terrestre) y en el caso de no estar especificado dicho reglamento se empleará la normativa UNE-EN y RD, de forma que se garantice el marcado CE.

### **1.1.- Alcance**

El alcance del proyecto engloba a todos los elementos que componen el vehículo cisterna portátil, así como el depósito, elementos estructurales, remolque-vehículo, equipos de servicio, uniones/soldaduras, elementos de seguridad, accesorios, etc... Todos estos elementos deben cumplir las exigencias que impone la normativa vigente y serán válidos para todos los países miembros del espacio Europeo.

## **2.- Normativa**

El **ADR 2015** establece en el apartado 1.1.5.- Aplicación de las normas

“Cuando sea necesario aplicar una norma y exista alguna discrepancia entre esa norma y las disposiciones del ADR, prevalecerá lo dispuesto en el ADR. Los requisitos de la norma que no entren en conflicto con el ADR se aplicarán según lo especificado, incluyendo los requisitos de cualquier otra norma o parte de una norma, referidos dentro de esa norma como normativa”.

Así pues, la normativa que se emplea en este proyecto es la siguiente:

**ADR 2015** (Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de MMPP por vía terrestre)

**Directiva 2008/68/CE (RD 97/2014).** Operaciones de transporte de Mercancías Peligrosas por carretera.

**RD 1388/2011.** Disposiciones sobre equipos de presión transportables.

**UNE 12493:2009.** Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero soldados para gases licuados del petróleo. Diseño y fabricación de camiones cisterna.

**UNE-EN 1092-1.** Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN.

**UNE-EN 10028-3.** Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 3: Aceros soldables de grano fino en condición de normalizado.

**UNE-EN 12972:2009.** Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Ensayo, inspección y marcado de cisternas metálicas.

**UNE-EN 1333:2006.** Bridas y sus uniones. Componentes de canalizaciones de tuberías. Definición y selección de PN.



**UNE-EN13175:2007.** Equipos y accesorios para GLP. Especificación y ensayos de las válvulas para depósitos de gases licuados del petróleo (GLP).

**UNE-EN 13776:2013.** Equipos y accesorios para GLP. Procedimientos de carga y descarga de los camiones cisterna para GLP.

**UNE-EN 14071:2005.** Válvulas de alivio de presión para depósitos de GLP. Equipos auxiliares.

**UNE-EN14334:2006.** Inspección y ensayo de camiones cisterna para gases licuados del petróleo (GLP).

**UNE-EN 14422:2014.** Acoplamientos con abrazaderas para mangueras flexibles de transferencia de GLP.

**UNE-EN14433:2007.** Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Equipo de las cisternas para el transporte de productos químicos líquidos. Válvulas de pie.

**UNE-EN 12252:2013.** Equipos y accesorios para GLP. Equipamiento de camiones cisterna para GLP.

**UNE-EN 13799:2012.** Equipos y accesorios para GLP. Indicadores de nivel para recipientes a presión de gases licuados del petróleo (GLP).

**UNE-EN13317:2007.** Cisterna para el transporte de mercancías peligrosas. Equipos de servicio para cisternas. Conjunto de tapa de la boca de inspección.

**UNE-109108-1:1995.** Almacenamiento de productos químicos. Control de la electricidad estática. Parte 1: Pinza de puesta a tierra.

**UNE-109108-2:1995.** Almacenamiento de productos químicos. Control de la electricidad estática. Parte 2: Borne de puesta a tierra.

**UNE-EN 13445-4:2012.** Recipientes a presión no sometidos a llama. Parte 4: Fabricación.

**UNE-EN 1708-1:2011.** Soldeo. Descripción detallada de uniones soldadas de acero. Parte 1: Componentes sometidos a presión.

**UNE-EN 14129.** Válvulas de alivio de presión para depósitos de GLP.

**UNE-EN ISO 5817:2009.** Soldeo. Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones.

### **3.- Definiciones**

El **ADR 2015** establece una serie de definiciones para los términos que se utilizan en la normativa, de forma que no quede duda. Las definiciones que emplearemos son las siguientes:

#### **A**

"Acero de referencia", acero con una resistencia a la tracción de 370 N/mm<sup>2</sup> y un alargamiento a la ruptura del 27 %;

"Acero suave", acero cuyo límite mínimo de la resistencia a la ruptura por tracción está comprendida entre 360 N/mm<sup>2</sup> y 440 N/mm<sup>2</sup>;

"Aseguramiento de la calidad", un programa sistemático de controles y de inspecciones aplicado



por toda organización o todo organismo y dirigido a ofrecer una garantía apropiada de que las disposiciones de seguridad del ADR sean respetadas en la práctica;

"*Aseguramiento de la conformidad*" (materia radiactiva), un programa sistemático de medidas aplicado por una autoridad competente con el objetivo de garantizar que las disposiciones del ADR sean respetadas en la práctica;

"*ASTM*", la American Society for Testing and Materials, (ASTM Internacional, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959, Estados Unidos de América);

"*Autoridad competente*", la/s autoridad/es o cualquier organismo/s designado/s como tal/es en cada Estado y en cada caso en particular según el derecho nacional.

## C

"*Calefacción a combustión*", un dispositivo que utiliza directamente un combustible líquido o gaseoso y que no recupera el calor del motor de propulsión del vehículo;ç

"*Capacidad de un depósito o de un compartimento de un depósito*", para cisternas, volumen total interior de un depósito o del compartimento de un depósito expresado en litros o metros cúbicos. Cuando sea imposible llenar completamente el depósito o el compartimento de un depósito, por su forma o por su construcción, esta capacidad reducida se utilizará para la determinación del grado de llenado y para el marcado de la cisterna;

"*Capacidad máxima*", volumen interior máximo de los recipientes o los envases o embalajes incluidos los grandes embalajes y los grandes recipientes para mercancía a granel (GRG (IBC)), expresado en metros cúbicos o en litros;

"*Capacidad nominal del recipiente*", el volumen nominal expresado en litros de la materia peligrosa contenida en el recipiente. Para las botellas de gases comprimidos, el contenido nominal será la capacidad de agua de la botella;

"*Cargamento completo*", todo cargamento proveniente de un solo expedidor a quien queda reservado el empleo exclusivo de un vehículo o de un gran contenedor y para quien se efectúan todas las operaciones de carga y descarga, conforme a las instrucciones del expedidor o del destinatario;

"*Cargador*", cualquier empresa que:

2.2.43.2 carga las mercancías peligrosas en bultos, pequeños contenedores o cisternas portátiles en o sobre un vehículo o contenedor; o

2.2.43.3 carga un contenedor, un contenedor para granel, un CGEM, un contenedor cisterna o una cisterna portátil sobre un vehículo;

"*Cargador de cisternas o Llenador*", la empresa que introduce las mercancías peligrosas en una cisterna (vehículo cisterna, cisterna desmontable, cisterna portátil, contenedor cisterna) o en un vehículo batería o CGEM, o en un vehículo, gran contenedor o pequeño contenedor para mercancía a granel;

"*CEE-ONU*", la Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe, (CEE-ONU, Palais



des Nations, 8-14 avenue de la PAix, CH-1211 Genève 10, Suiza);

"CGA", la Compressed Gas Association (CGA, 4221 Walney Road, 5th Floor, Chantilly VA 20151-2923, Estados Unidos de América);

"CGEM", véase "*Contenedor de gas con elementos múltiples*";

"Cierre", dispositivo que sirve para cerrar la abertura de un recipiente;

"Cisterna", un depósito, incluidos sus equipos de servicio y de estructura. Cuando la palabra se utiliza sola, engloba los contenedores cisterna, las cisternas portátiles, las cisternas desmontables y las cisternas fijas, como se definen en esta sección, así como las cisternas que constituyen elementos de vehículos batería o de CGEM;

"Cisterna cerrada herméticamente", una cisterna destinada al transporte de líquidos con una presión de cálculo de al menos 4 bar, o destinada al transporte de materias sólidas (pulverulentas o granulares) cualquiera que sea su presión de cálculo cuyas aberturas están cerradas herméticamente, y que;

- está desprovista de válvulas de seguridad, de discos de ruptura, de otros dispositivos similares de seguridad o de válvulas de depresión; o
- está desprovista de válvulas de seguridad, de discos de ruptura o de cualquier otro dispositivo semejante de seguridad, pero está equipada de válvulas de depresión conforme a lo dispuesto en el 6.8.2.2.3; o
- está provista de válvulas de seguridad precedidas de un disco de ruptura conforme al 6.8.2.2.10, pero no está equipada de válvulas de depresión; o
- está provista de válvulas de seguridad precedidas de un disco de ruptura conforme al 6.8.2.2.10, y de válvulas de depresión conforme a lo dispuesto en el 6.8.2.2.3.

"Cisterna desmontable", una cisterna con una capacidad superior a 450 litros, distinta de las cisternas fijas, las cisternas portátiles, y los contenedores cisterna y los elementos de vehículo batería o de CGEM, que no ha sido concebida para el transporte de mercancías sin operaciones intermedias de carga y descarga y que, normalmente, no puede manipularse más que cuando está vacía;

"Cisterna fija", una cisterna de una capacidad superior a 1000 litros que está fijada sobre un vehículo (que se convierte así en un vehículo cisterna) o que forma parte integrante del chasis de tal vehículo;

"Cisterna portátil", una cisterna multimodal según las definiciones del capítulo 6.7 o del Código IMDG, indicada por una instrucción de transporte como cisterna portátil (código T) en la columna (10) del tabla A del capítulo 3.2, y que tiene, cuando se utiliza para el transporte de gases según se define en 2.2.2.1.1, una capacidad superior a 450 litros;

"CMR", el Convenio relativo al Contrato de Transporte Internacional de Mercancías por Carretera (Ginebra, 19 de mayo de 1956), en su versión revisada;

"Componente inflamable" (para los aerosoles), de líquidos inflamables, sólidos inflamables o gases o mezclas inflamables, tal como se definen en el Manual de Pruebas y de Criterios, Parte III, subsección 31.1.3, Notas 1 a 3. Esta designación no incluye las materias pirofóricas, las que experimentan un calentamiento espontáneo ni las materias que reaccionan en contacto con el



agua. El calor químico de combustión deberá determinarse por medio de uno de los siguientes métodos: ASTM D 240, ISO/FDIS 13943: 1999 (E/F) 86.1 a 86.3 ó NFPA 30B.

"*Cuerpo*" (para todas las categorías de GRG (IBC) distintas de los GRG (IBC) compuestos), el recipiente propiamente dicho, comprendidos los orificios y sus cierres, excluyendo el equipo de servicio;

## **D**

"*Depósito*", la envoltura que contiene la materia (inclusive la abertura y sus medios de obturación);

**NOTA 1:** Esta definición no se aplica a los recipientes. **2:** Para las cisternas portátiles, véase capítulo 6.7.

"*Descargador*", toda empresa que:

- a) retira un contenedor, un contenedor para granel, un CGEM, un contenedor cisterna o una cisterna portátil de un vehículo; o
- b) descarga las mercancías peligrosas embaladas, los pequeños contenedores o las cisternas portátiles de un vehículo o de un contenedor; o
- c) descarga las mercancías peligrosas de una cisterna (vehículo cisterna, cisterna desmontable, cisterna portátil o contenedor cisterna) o de un vehículo batería, de una MEMU o de un CGEM o de un vehículo, de un gran contenedor o de un pequeño contenedor para el transporte a granel o de un contenedor para granel;

"*Directiva CE*", disposiciones decididas por las instituciones competentes de la Comunidad Europea y que afectan a todo Estado miembro destinatario en cuanto a los resultados a alcanzar, dejando a las instancias nacionales la competencia en cuanto a la forma y a los medios;

"*Dispositivo de manipulación*" (para los GRG (IBC) flexibles), toda eslinga, abrazadera, bucle o cerco fijado al cuerpo del GRG (IBC) o que constituye la continuación del material con el cual ha sido fabricado;

"*Dossier de la cisterna*", un expediente que contiene todas las informaciones técnicas importantes relativas a la cisterna, vehículo batería o CGEM, tales como las actas y certificados mencionados en 6.8.2.3, 6.8.2.4 y 6.8.3.4;

## **E**

"*Empresa*", toda persona física, toda persona jurídica con o sin fin lucrativo, toda asociación o todo grupo de personas sin personalidad jurídica y con o sin fin lucrativo, así como todo organismo de la autoridad pública tanto si está dotado de una personalidad jurídica propia como si depende de una autoridad que tiene esta personalidad;

"*EN*", (Norma), una norma europea publicada por el Comité europeo de normalización (CEN), (CEN - Avenue Marnix 17, B-1000 Bruselas);

"*Epígrafe colectivo*", grupo definido de materias u objetos (véase 2.1.1.2, B, C y D);

"*Epígrafe n.e.p. (no especificado en otra parte)*", epígrafe colectivo en el cual podrán ser incluidas



materias, mezclas, disoluciones u objetos que

- a) no estén expresamente mencionados en el tabla A del Capítulo 3.2, y
- b) tengan propiedades químicas, físicas o peligrosas que correspondan a la clase, al código de clasificación, al grupo de embalaje y al nombre y a la descripción del epígrafe n.e.p.;

*"Equipo de estructura"*

de la cisterna de un vehículo cisterna o de una cisterna desmontable, los elementos de fijación, de reforzamiento, de protección o de estabilización que son exteriores o interiores al depósito;

- b) de la cisterna de un contenedor cisterna, los elementos de reforzamiento, de fijación, de protección o de estabilidad que sean exteriores o interiores al depósito;
- c) de los elementos de un vehículo batería o de un CGEM, los elementos de reforzamiento, de fijación, de protección o de estabilidad que sean exteriores o interiores al depósito o al recipiente;
- d) de un GRG (IBC), distintos de los GRG (IBC) flexibles, los elementos de reforzamiento, de fijación, de manipulación, de protección o de estabilidad del cuerpo (comprendido el palet de asiento para los GRG (IBC) compuestos con recipiente interior de plástico);

*"Equipo de servicio"*

- a) de la cisterna, los dispositivos de llenado, de vaciado, de aireación, de seguridad, de calefacción y de aislamiento térmico, así como los aparatos de medida;
- b) de los elementos de un vehículo batería o de un CGEM, los dispositivos de llenado y de vaciado, incluida la tubería colectora, los dispositivos de seguridad, así como los aparatos de medida;
- c) de un GRG (IBC), los dispositivos de llenado y de vaciado y, cuando proceda, los dispositivos de descompresión o de aireación, dispositivos de seguridad, de calefacción y de aislamiento térmico, así como los aparatos de medida;

*"Expedidor"*, la empresa que expide para ella misma o para un tercero mercancías peligrosas. Cuando el transporte es efectuado en base a un contrato de transporte, el expedidor según el contrato es considerado como el expedidor;

*"Evaluación de la conformidad"* se refiere al proceso de verificar la conformidad de un producto según lo previsto en las secciones 1.8.6 y 1.8.7 relativas a la aprobación de tipo, la supervisión de fabricación, la inspección y pruebas iniciales;

*"Explotador de un contenedor cisterna o de una cisterna portátil"*, la empresa a nombre de la cual el contenedor cisterna o la cisterna portátil están matriculados o admitidos al tráfico;

**G**

*"Gas"*, una materia que:

- a) a 50 °C ejerce una tensión de vapor superior a 300 kPa (3 bar); o
- b) es totalmente gaseosa a 20 °C a la presión normal de 101,3 kPa.

*"Gas licuado de petróleo (GLP)"*, un gas licuado a baja presión que contiene uno o más



hidrocarburos ligeros que se asignan a los n<sup>os</sup> ONU 1011, 1075, 1965, 1969 o 1978 solamente y se compone principalmente de propano, propeno, butano, isómeros del butano, buteno con trazas de otros gases de hidrocarburos;

**NOTA 1:** *Los gases inflamables utilizados para otros n<sup>os</sup> de ONU no se consideran GPL.*

**2:** *Para el n<sup>o</sup> UN 1075, véase la nota 2 del 2F, n<sup>o</sup> UN 1965 en la tabla para los gases licuados del 2.2.2.3.*

“GHS (SGA)”, el Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, cuarta edición revisada, publicado por Naciones Unidas en el documento de referencia ST/SG/AC.10/30/Rev.4;

“Grado de llenado”, la relación entre la masa de gas y la masa de agua a 15 °C que llenaría completamente un recipiente a presión listo para su uso;

## I

“ISO” (Norma), una norma internacional publicada por la Organización internacional de normalización (ISO), (ISO - 1 rue de Varembé- CH 1204 Genève 20);

## L

“Líquido”, una materia que, a 50° C, tiene una tensión de vapor de como máximo 300 kPa (3 bar) y que no es totalmente gaseosa a 20° C y 101,3 kPa, y que tiene un punto de fusión o un punto de fusión inicial igual o inferior a 20 °C a una presión de 101,3 kPa; o

- es líquido según el método de prueba ASTM D 4359-90; o

- no es pastoso según los criterios aplicables a la prueba de determinación de la fluidez (prueba de penetrómetro) descrita en el 2.3.4;

**NOTA:** *Se considera como transporte en estado líquido en el sentido de las disposiciones para las cisternas:*

- el transporte de líquidos según la definición anterior;

- el transporte de materias sólidas transportadas en estado fundido.

## M

“Manual de Pruebas y de Criterios”, la quinta edición revisada de la publicación de naciones Unidas titulada “Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios” (ST/SG/AC.10/11/Rev.5 modificado por el documento ST/SG/AC.10/11/Rev.5)/Amemd.1;

“Masa máxima bruta admisible”

a) (para los GRG (IBC)), la suma de la masa del GRG (IBC) y de todo equipo de servicio o de estructura y de la masa neta máxima;

b) (para las cisternas), la tara de la cisterna y la carga más pesada cuyo transporte está autorizado;



"*Masa neta máxima*", la máxima masa del contenido de un envase único o masa combinada máxima de los envases interiores y de su contenido, expresado en kilogramos;

"*Medios de transporte*", para el transporte por carretera o ferrocarril, un vehículo o un vagón;

"*Mercancías peligrosas*", las materias y objetos cuyo transporte está prohibido según el ADR o autorizado únicamente en las condiciones que éste prevé;

"*Miembro de la tripulación*", es el conductor y cualquier otra persona que acompañe al conductor por razones de seguridad, protección ciudadana, formación o explotación;

## **N**

"*Nombre técnico*", un nombre químico reconocido, en su caso un nombre biológico reconocido, o cualquier nombre que se suele emplear en los manuales, publicaciones periódicas y textos científicos y técnicos (véase 3.1.2.8.1.1);

"*Número ONU*" o "*Nº ONU*", el número de identificación de cuatro cifras de las materias u objetos extraído del Reglamento Tipo de la ONU;

## **O**

"*Organismo de control*", un organismo independiente de control y ensayos, homologado por la autoridad competente;

## **P**

"*Presión de cálculo*", una presión ficticia como mínimo igual a la presión de prueba, pudiendo rebasar más o menos la presión de servicio según el grado de peligro representado por la materia transportada, y que únicamente sirve para determinar el espesor de las paredes del depósito, independientemente de todo dispositivo de refuerzo exterior o interior;

"*Presión de llenado*", la presión máxima efectivamente alcanzada en la cisterna durante el llenado a presión;

"*Presión de prueba*", la presión que debe ejercerse en el transcurso de la prueba de presión de la cisterna para el control inicial o periódico;

"*Presión de servicio*", la presión estabilizada de un gas comprimido a la temperatura de referencia de 15 °C en un recipiente a presión lleno;

"*Presión de vaciado*", la presión máxima efectivamente alcanzada en la cisterna durante el vaciado a presión;

"*Presión estabilizada*", la presión alcanzada por el contenido de un recipiente a presión en equilibrio térmico y de difusión;

"*Presión máxima en condiciones normales*", para el transporte de materias de la clase 7, se refiere a la presión máxima por encima de la presión atmosférica al nivel medio del mar que se desarrollaría en el sistema de contención durante un periodo de un año bajo las condiciones de temperatura y radiación solar correspondientes a las condiciones ambientales en ausencia de un venteo de refrigeración externa mediante un sistema auxiliar o de controles operacionales durante



el transporte;

*"Presión máxima de servicio"* (presión manométrica), el más alto de los tres valores siguientes:

- a) valor máximo de la presión efectiva autorizada en la cisterna durante una operación de llenado (presión máxima autorizada de llenado);
- b) valor máximo de la presión efectiva autorizada en la cisterna durante una operación de vaciado (presión máxima autorizada de vaciado);
- c) presión manométrica efectiva a que está sometido por su contenido (incluidos los gases extraños que pueda contener) a la temperatura máxima de servicio.

Salvo condiciones particulares dispuestas en el capítulo 4.3, el valor numérico de esta presión de servicio (presión manométrica) no debe ser inferior a la tensión de vapor de la materia de llenado a 50 °C (presión absoluta).

Para las cisternas provistas de válvulas de seguridad (con o sin disco de ruptura), la presión máxima de servicio con excepción de las cisternas destinadas al transporte de gases de la clase 2, comprimidos, licuados o disueltos, (presión manométrica) es sin embargo igual a la presión prescrita para el funcionamiento de estas válvulas de seguridad;

*"Prueba de estanqueidad"*, una prueba de la estanqueidad de una cisterna, de un envase o de un GRG (IBC), así como del equipo o de los dispositivos de cierre;

*"Punto de inflamación"*, la temperatura más baja de un líquido en la que sus vapores forman con el aire una mezcla inflamable;

## **R**

*"Reacción peligrosa"*,

- a) una combustión o un desprendimiento de calor considerable;
- b) la emanación de gases inflamables, asfixiantes, comburentes o tóxicos;
- c) la formación de materias corrosivas;
- d) la formación de materias inestables;
- e) una elevación peligrosa de la presión (sólo para las cisternas);

*"Reglamento CEE"*, Reglamento anejo al Acuerdo referente a la adopción de disposiciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas, a los equipos y a las piezas susceptibles de ser montadas o utilizadas en un vehículo con ruedas y las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones entregadas de acuerdo con estas disposiciones (Acuerdo de 1958, modificado);

*"Reglamento tipo de la ONU"*, el Reglamento tipo anejo a la decimoséptima edición revisada de las Recomendaciones referentes al transporte de mercancías peligrosas publicada por la Organización de las Naciones Unidas (ST/SG/AC.10/1/Rev.17);

## **S**



“*Solicitante*”, en el caso de evaluación de conformidad, el fabricante o su representante autorizado en un país parte contratante. En el caso de controles periódicos, de controles intermedios y de controles excepcionales, el laboratorio de ensayos, el operador o su representante autorizado en el país que sea Parte contratante;

**NOTA:** *excepcionalmente, se puede solicitar la evaluación de conformidad por parte de terceras personas (por ejemplo un explotador de un contenedor cisterna de acuerdo con la definición de 1.2.1).*

“*Sólida*”,

- a) materia cuyo punto de fusión o el punto de fusión inicial es superior a 20 °C a una presión de 101,3 kPa, o;
- b) materia que no es líquida según el método de prueba ASTM D 4359-90 o que es viscosa según los criterios aplicables al ensayo de determinación de la fluidez (prueba del penetrómetro) descrita en 2.3.4;

## **T**

“*Temperatura crítica*”,

- a) la temperatura a la que deben aplicarse procedimientos cuando hay fallos del sistema de regulación de temperatura;
- b) en el sentido de las disposiciones relativas a los gases, la temperatura por encima de la cual una materia no puede existir en estado líquido;

“*Transporte*”, el cambio de lugar de las mercancías peligrosas, incluidas las paradas necesarias para las condiciones de transporte, incluida la estancia de las mercancías peligrosas en los vehículos, cisternas y contenedores necesaria por las condiciones de tráfico antes, durante y después del cambio de lugar.

“*Transporte a granel*”, el transporte de materias sólidas o de objetos no envasados en vehículos o contenedores. Este término no se aplica ni a las mercancías que son transportadas como bultos, ni a las materias que son transportadas en cisternas;

## **U**

“*Unidad de transporte*”, un vehículo a motor al que no se engancha ningún remolque o un conjunto constituido por un vehículo a motor y el remolque o semirremolque unido al mismo;

“*Unidad de carga de transporte*”, un vehículo, un contenedor, un contenedor cisterna, una cisterna portátil o un CGEM;

**NOTA:** *Esta definición se aplica solamente a la disposición especial 302, del capítulo 3.3 y del capítulo 5.5.2;*



**V**

"*Válvula de depresión*", dispositivo con resorte sensible a la presión funcionando automáticamente, para proteger la cisterna contra una depresión interior inadmisibles;

"*Válvula de seguridad*", dispositivo con resorte sensible a la presión funcionando automáticamente, para proteger la cisterna contra una sobrepresión interior inadmisibles;

"*Vehículo-cisterna*", vehículo construido para transportar líquidos, gases, o materias pulverulentas o granuladas y que comprenden una o varias cisternas fijas. Además del vehículo propiamente dicho o los elementos de vehículo portador, un vehículo cisterna tiene uno o varios depósitos, sus equipos y las piezas de unión al vehículo o a los elementos de vehículo portador;

**4.- Diseño del depósito**

**4.1.- Productos a contener. (ADR 4.3.4.1.2).**

Encontramos todo lo correspondiente al producto en la "TABLA A: LISTA DE MERCANCIAS PELIGROSAS", que se encuentra en el apartado 3.2 del ADR 2015:

N° ONU	Nombre y descripción	Clase	Código de clasificación	Grupo de embalaje	Etiquetas	Disposiciones especiales	Cantidades limitadas y exceptuadas		Embalaje		
							3.4	3.5.1.2	Instrucciones de embalaje	Disposiciones especiales de embalaje	Disposiciones para el embalaje en común
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9a)	(9b)
	3.1.2	2.2		2.1.1.3	5.2.2	3.3	3.4	3.5.1.2	4.1.4	4.1.4	4.1.10
1965	MEZCLA DE HIDROCARBUROS GASEOSOS LICUADOS, N.E.P. tales como mezclas A, A01, A02, A0, A1, B1, B2, B o C	2	2F		2.1	274 583 652 660	0	E0	P200		MP9

Cisternas portátiles y contenedores para granel		Cisternas ADR		Vehículos para transporte en cisternas	Categoría de transporte (Código de restricción en túneles)	Disposiciones especiales de transporte				Número de identificación de peligro
Instrucciones de transporte	Disposiciones especiales	Código cisterna	Disposiciones especiales			Bultos	Granel	Carga, descarga y manipulado	Explotación	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
4.2.5.2 7.3.2	4.2.5.3	43	4.3.5, 6.8.4	9.1.1.2	1.1.3.6 (8.6)	7.2.4	7.3.3	7.5.11	8.5	5.3.2.3
(M) T50		PxBN(M)	TA4 TT9	FL	2 (B/D)			CV9 CV10 CV36	S2 S20	23

(1) N° ONU: 1965

(2) **Nombre y descripción:** MEZCLA DE HIDROCARBUROS GASEOSOS LICUADOS, N.E.P. tales como mezclas A, A01, A02, A0, A1, B1, B2, B o C (Apartado 3.1.2 ADR)

(3a) **Clase:** 2 Gases

(3b) **Código de clasificación:** 2F Gases licuados, Inflamable

(4) **Grupo de embalaje:** No tiene grupo de embalaje

(5) **Etiquetas:** 2.1. (Apartado 5.2.2 ADR)



**(6) Disposiciones especiales:** 274, 583, 652 y 660 (Apartado 3.3 ADR)

**Disposición especial N°274:** Se aplican las disposiciones del 3.1.2.8. del ADR (Nombre genérico o designación "no especificado en otra parte", N.E.P.)

**Disposición especial N° 583:** Este apartado comprende, entre otros, las mezclas, que, como:  
Mezcla A, tenga a 70 °C una presión de vapor que no exceda de 1,1 MPa (11 bar) y a 50 °C una masa volumétrica mínima de 0,525 kg./l;  
Mezcla A01 tenga, a 70 °C, una presión de vapor que no exceda de 1,6 MPa (16 bar) y, a 50 °C, una densidad relativa mínima de 0,516 Kg./l;  
Mezcla A02 tenga, a 70 °C, una presión de vapor que no exceda de 1,6 MPa (16 bar) y, a 50 °C, una densidad relativa mínima de 0,505 Kg./l;  
Mezcla A0, tenga a 70 °C una presión de vapor que no exceda de 1,6 MPa (16 bar) y a 50 °C una masa volumétrica mínima de 0,495 kg./l;  
Mezcla A1, tenga a 70 °C una presión de vapor que no exceda de 2,1 MPa (21 bar) y a 50 °C una masa volumétrica mínima de 0,485 kg./l;  
Mezcla B1 tenga, a 70 °C, una presión de vapor que no exceda de 2,6 MPa (26 bar) y, a 50 °C, una densidad relativa mínima de 0,474 Kg./l;  
Mezcla B2 tenga, a 70 °C, una presión de vapor que no exceda de 2,6 MPa (26 bar) y, a 50 °C, una densidad relativa mínima de 0,463 Kg./l;  
Mezcla B, tenga a 70 °C una presión de vapor que no exceda de 2,6 MPa (26 bar) y a 50 °C una masa volumétrica mínima de 0,450 kg./l;  
Mezcla C, tenga a 70 °C una presión de vapor que no exceda de 3,1 MPa (31 bar) y a 50 °C una masa volumétrica mínima de 0,440 kg./l;

Llegado el caso, a fin de satisfacer las disposiciones relativas a la carta de porte (5.4.1.1), se permite utilizar uno de los términos siguientes en lugar de la denominación técnica:

- "Mezcla A" o "Butano"
- "Mezcla A01" o "Butano"
- "Mezcla A02" o "Butano"
- "Mezcla A0" o "Butano"
- "Mezcla A1"
- "Mezcla B1"
- "Mezcla B2"
- "Mezcla B"
- "Mezcla C" o "Propano"

Para el transporte en cisternas, los nombres comerciales "butano" o "propano" sólo podrán utilizarse de modo complementario.

**Disposición especial N° 652:** Los recipientes en acero inoxidable austenítico o acero ferrítico y austenítico (acero dúplex) o en titanio soldado que no cumplan las disposiciones del capítulo 6.2, pero que se hayan construido y aprobado conforme a las disposiciones nacionales relativas al transporte aéreo para ser utilizadas como recipientes de combustible para globos de aire caliente o dirigibles de aire caliente, que hayan sido puestas en servicio (fecha de la inspección inicial) antes del 1 de julio de 2004, pueden transportarse por carretera siempre que cumplan las siguientes condiciones:

- a) Se deben cumplir las disposiciones generales de 6.2.1;
- b) Una autoridad de transporte aéreo nacional deberá haber aprobado el diseño y construcción de los recipientes para su utilización para el transporte aéreo;
- c) Por derogación del 6.2.3.1.2, la presión de cálculo podrá ser determinada para temperatura máxima ambiental reducida de +40 °C; en estos casos:
  - i) por derogación del 6.2.5.1, las botellas podrán ser fabricadas en titanio puro de calidad comercial, laminado y templado, de acuerdo a las disposiciones mínimas  $R_m > 450$  MPa,  $e_A > 20\%$  ( $e_A$  = alargamiento después de la ruptura);
  - ii) las botellas en acero inoxidable austenítico, o en acero ferrítico y austenítico (acero dúplex)



- podrán ser utilizadas con un nivel de resistencia 85% del límite elástico mínimo garantizado ( $R_e$ ) a una presión de cálculo determinada para una temperatura máxima ambiental reducida de  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- iii) los recipientes deberán estar equipados con un dispositivo de descompresión presentando una presión de tarado nominal de 26 bares y la presión de prueba de estos recipientes no debe ser inferior a 30 bares;
- d) Cuando las derogaciones del apartado (c), no sean aplicables los recipientes deberán ser concebidos para una temperatura de referencia de  $65^{\circ}\text{C}$  y deberán ser equipados con dispositivos de descompresión presentando una presión de tarado nominal especificada por la autoridad competente del país de utilización;
- e) El elemento principal de los recipientes deberá ser revestido con una capa protectora exterior de material resistente al agua de al menos 25 mm. de espesor constituida de espuma con estructura celular u otro material parecido;
- f) Durante el transporte, el recipiente deberá estar firmemente sujeto en una cuna de embalaje u otro dispositivo de seguridad adicional;
- g) Los recipientes deberán estar marcados con una etiqueta clara y visible que estén indicando que los recipientes son para su utilización exclusiva en globos de aire caliente y dirigibles de aire caliente;
- k) La duración del servicio (desde la fecha de la inspección inicial) no deberá ser superior a los 25 años.

**Disposición especial N° 660:** Para el transporte de los sistemas de contención de gases combustibles que están diseñados para ser instalados en vehículos automóviles y que contienen el gas, no hay necesidad de aplicar las disposiciones de la subsección 4.1.4.1 y capítulos 5.2, 5.4 y 6.2 del ADR si se cumplen las siguientes condiciones:

- a) Los sistemas de contención de gases combustibles deberán cumplir las disposiciones de los Reglamentos ECE N° 67 Revisión 25, 110 Revisión 16 ó 1157 de la CEE o del Reglamento (CE) N° 79/20098 asociadas a las del Reglamento (CE) n° 406/20109, según corresponda.
- b) Los sistemas de contención de gases combustibles deberán ser estancos y no presentar ningún daño externo que podría afectar a la seguridad.

**NOTA 1:** Los criterios se establecen en la norma ISO 11623:2002 Botellas de gas transportables - Controles y pruebas periódicas de botellas de gas de material compuesto (o ISO DIS 19078 Botellas de gas - Inspección de la instalación de las botellas y recalificación de las botellas a alta presión para el almacenamiento de gas natural, utilizado como combustible, a bordo de los vehículos de motor).

2: Si los sistemas de contención de gases combustibles no son estancos o están demasiado llenos o si tienen defectos que pudieran afectar a la seguridad, pueden ser transportados en recipientes a presión de socorro conformes con el ADR

- c) Si el sistema de contención de gas está equipado de al menos dos válvulas integradas en serie, las dos válvulas deberán cerrarse de manera que sean estancas al gas en condiciones normales de transporte. Si solo existe una válvula o solo una funciona correctamente, todas las aberturas con excepción del dispositivo de alivio de presión, deberán cerrarse de manera estanca a los gases en condiciones normales de transporte.
- d) Los sistemas de contención de gases combustibles deben ser transportados de manera que se evite cualquier obstrucción del dispositivo de alivio de presión y se causen daños en las válvulas y en cualquier otra parte a presión de los sistemas de contención de gases combustibles y cualquier fuga accidental de gas en condiciones normales de transporte. El sistema de contención de gases combustibles debe estar asegurado contra el deslizamiento, no rodar y que no sufran desplazamientos verticales.
- e) Los sistemas de contención de gases combustibles deben cumplir con las disposiciones de los apartados a), b), c), d) o e) del 4.1.6.8.
- f) Las disposiciones del capítulo 5.2 relativas al marcado y etiquetado deben aplicarse, a menos que los sistemas de contención de gases combustibles sean expedidas en un dispositivo de manipulación. Si esto sucede, las marcas y etiquetas de peligro deben colocarse en el dispositivo.



g) Documentación Cada lote que es transportado con arreglo a esta disposición especial debe ser acompañado por un documento de transporte que contenga como mínimo la siguiente información:

- i) El número de ONU de los gases contenidos en los sistemas de contención de gases combustibles, precedidos por las letras "UN";
- ii) La designación oficial de transporte del gas;
- iii) El número del modelo de etiqueta;
- iv) El número de sistemas de contención de gases combustibles;
- v) En el caso de los gases licuados, la masa neta del gas en kg. para cada sistema de contención de gases combustibles y, en el caso de gases comprimidos, la capacidad nominal en litros de cada sistema de contención de gases combustibles seguido de la presión nominal de servicio;
- vi) Los nombres y direcciones del expedidor y del destinatario.

Los elementos de i) a v) deben aparecer como en uno de los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1: UN 1971 gas natural comprimido, 2.1, 1 sistema de contención de gas combustible con una capacidad total de 50 l, bajo una presión de 200 bar

Ejemplo 2: UN 1965 mezcla de gases de hidrocarburos, licuados, n.e.p., 2.1, 3 sistemas de contención de gas combustible para el vehículo, la masa neta de gas es de 15 kg para cada uno.

**(7a) Cantidades limitadas y exceptuadas:** 0 (Apartado 3.4 ADR)

**(7b) Cantidades limitadas y exceptuadas:** E0 (Apartado 3.4.1.2 ADR)

**(12) Código cisterna ADR:** PxBN(M) (Apartado 4.3 ADR)

**(13) Disposiciones especiales cisterna ADR:** TA4 y TT9 (Apartado 4.3.5 y 6.8.4 ADR)

**(14) Vehículos para transporte en cisternas:** FL (Apartado 9.1.1.2 ADR)

**(18) Carga, descarga y manipulación:** CV9, CV10 y CV36 (Apartado 7.5.11 ADR)

**(20) Número de identificación de peligro:** 23 (Apartado 5.3.2.3 ADR)

#### 4.1.1.- Fichas técnicas de seguridad del producto.

### **SECCIÓN 1: Identificación de los peligros**

#### **Clasificación de la sustancia o de la mezcla**

##### **Definición del producto:** UVCB

Contiene > 80% Propano CAS 74-98-6.

Contiene <0.1% Benceno CAS 71-43-2, < 0,1 % 1,3 butadieno CAS 106-99-0, <0,5 % Sulfuro de hidrógeno. CAS 7783-06-4, < 0,3 % monóxido de carbono CAS 630-08-0.

Puede contener < 0.001 % etanotiol CAS 75-08-1 como olor.

##### **Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) n°. 1272/2008 [CLP/GHS]**

Flam. Gas 1, H220

Press. Gas Comp. Gas, H280

##### **Clasificación según la Directiva 67/548/CEE [DSD]**

F+; R12 / Consultar en la Sección 16 el texto completo de las frases R o H arriba declaradas.

#### **Elementos de la etiqueta**

##### **Pictogramas de peligro:**



**Palabra de advertencia:** Peligro

**Indicaciones de peligro:** H220 Gas extremadamente inflamable.

H280 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento



**Prevención:** P102 - Mantener fuera del alcance de los niños.  
P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso.  
P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.  
P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llamas abiertas y superficies calientes. - No fumar.

**Respuesta:** EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: consultar a un médico Consultar a un médico. Fuga de gas en llamas:

No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.

**Almacenamiento:** Proteger de la luz del sol.

**Ingredientes peligrosos:** hidrocarburos, ricos en C3-4, destilado del petróleo

## **SECCIÓN 2: Primeros auxilios**

**Contacto con los ojos** Contacto con gas que se expande rápidamente puede causar quemaduras o congelación. Lave abundantemente con agua por lo menos durante 15 minutos, levantando los párpados superior e inferior. Verificar si la víctima lleva lentes de contacto y en este caso, retirárselas. Obtenga atención médica si se produce irritación. Contacto con gas que se expande rápidamente puede causar quemaduras o congelación.

El líquido puede provocar quemaduras similares a la congelación.

**Inhalación** Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Si no hay respiración, ésta es irregular u ocurre un paro respiratorio, el personal capacitado debe proporcionar respiración artificial u oxígeno. Puede ser peligroso para la persona que proporcione ayuda aplicar la respiración boca-a-boca. Procurar atención médica. Si está inconsciente, coloque en posición de recuperación y consiga atención médica inmediatamente. Asegure una buena circulación de aire. Aflojar todo lo que pudiera estar apretado, como el cuello de una camisa, una corbata, un cinturón.

**Ingestión** Como este producto es un gas, refiérase a la sección de inhalación.

**Protección del personal de primeros auxilios** No debe realizarse acción alguna que suponga un riesgo personal o sin una formación adecuada. Si se sospecha que los vapores continúan presentes, la persona encargada del rescate deberá usar una máscara adecuada o un aparato de respiración autónoma. Puede ser peligroso para la persona que proporcione ayuda aplicar la respiración boca-a-boca. Lave bien la ropa contaminada con agua antes de quitársela, o use guantes.

## **SECCIÓN 3: Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

**Medidas especiales que deben tomar los equipos de lucha contra incendios** En caso de incendio, aisle rápidamente la zona evacuando a todas las personas de las proximidades del lugar del incidente. No debe realizarse acción alguna que suponga un riesgo personal o sin una formación adecuada. Contactar con el proveedor inmediatamente para asistencia especializada. Desplazar los contenedores lejos del incendio si puede hacerse sin peligro. Use agua pulverizada para refrigerar los envases expuestos al fuego. Si se encuentra en un incendio, corte el flujo inmediatamente si se puede hacer sin riesgo. Si esto es imposible, retírese del área y deje que arda el producto. Combata el incendio desde un lugar protegido o a la máxima distancia posible. Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.

**Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios** Los bomberos deben llevar equipo de protección apropiado y un equipo de respiración autónomo con una máscara facial completa que opere en modo de presión positiva. Las prendas para bomberos (incluidos cascos, guantes y botas de protección) conformes a la norma europea EN 469 proporcionan un nivel básico de protección en caso de incidente químico.



**Medidas de lucha contra incendios** Apagar todas las fuentes de ignición. Si no se puede extinguir el incendio, aléjese del área y deje el incendio extinguirse por sí mismo. Use agua pulverizada para refrigerar los envases expuestos al fuego.

#### **SECCIÓN 4: Medidas en caso de vertido accidental**

**Para personal de no emergencia** Descargas accidentales presentan un serio riesgo de fuego o explosión. No debe realizarse acción alguna que suponga un riesgo personal o sin una formación adecuada. Evacuar los alrededores. No deje que entre el personal innecesario y sin protección. Apagar todas las fuentes de ignición. Ni bengalas, ni humo, ni llamas en el área de riesgo. Evitar respirar gas. Proporcione ventilación adecuada. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado. Llevar puestos equipos de protección individual adecuados.

**Para personal de respuesta de emergencia** Cuando se necesiten prendas especializadas para gestionar el vertido, atender a cualquier información recogida en relación con materiales adecuados y no adecuados. Consultar también la información bajo "Para personal de no emergencia".

**Precauciones relativas al medio ambiente** Asegúrese de que existen procedimientos de emergencia para afrontar fugas de gas accidentales que eviten la contaminación medioambiental. Informe a las autoridades pertinentes si el producto ha causado contaminación medioambiental (alcantarillas, canales, tierra o aire).

#### **SECCIÓN 5: Manipulación y almacenamiento**

**Medidas de protección** Use equipo protector personal adecuado. Contiene gas a presión. Evítense la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso. No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad. No introducir en ojos en la piel o en la ropa. Evitar respirar gas. Use sólo con ventilación adecuada. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado. No entre en áreas de almacenamiento y espacios cerrados a menos que estén ventilados adecuadamente. Mantener alejado del calor, chispas, llamas al descubierto, o de cualquier otra fuente de ignición. Use equipo eléctrico (de ventilación, iluminación y manipulación de materiales) a prueba de explosiones. Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas. Los envases vacíos retienen residuos del producto y pueden ser peligrosos. No perforar o incinerar el contenedor.

**Información relativa a higiene en el trabajo de forma general** Deberá prohibirse comer, beber o fumar en los lugares donde se manipula, almacena o trata este producto. Las personas que trabajan con este producto deberán lavarse las manos y la cara antes comer, beber o fumar. Retirar el equipo de protección y las ropas contaminadas antes de acceder a zonas donde se coma.

#### **Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**

Conservar de acuerdo con las normativas locales. Almacenar en un área separada y homologada. Almacenar alejado de la luz directa del sol en un área seca, fresca y bien ventilada, separado de materiales incompatibles. Guardar bajo llave. Eliminar todas las fuentes de ignición. Mantener el contenedor bien cerrado y sellado hasta el momento de usarlo.

#### **SECCIÓN 6: Controles de exposición**

**Procedimientos recomendados de control** Si este producto contiene ingredientes con límites de exposición, puede ser necesaria la supervisión personal, del ambiente de trabajo o biológica para determinar la efectividad de la ventilación o de otras medidas de control y/o la necesidad de usar equipo respiratorio protector. Se debe hacer referencia al Estándar europeo EN 689 por métodos para evaluar la



exposición por inhalación a agentes químicos y la guía nacional de documentos por métodos para la determinación de sustancias peligrosas.

**Controles técnicos apropiados de la exposición** Use sólo con ventilación adecuada. Utilizar aislamientos de áreas de producción, sistemas de ventilación locales, u otros procedimientos de ingeniería para mantener la exposición del obrero a los contaminantes aerotransportados por debajo de todos los límites recomendados o estatutarios. Los controles de ingeniería también deben mantener el gas, vapor o polvo por debajo del menor límite de explosión. Utilizar equipo de ventilación anti-explosión.

**Medidas higiénicas** Lave las manos, antebrazos y cara completamente después de manejar productos químicos, antes de comer, fumar y usar el lavabo y al final del período de trabajo. Usar las técnicas apropiadas para remover ropa contaminada. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a usarlas. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentren cerca de las estaciones de trabajo

**Protección ocular/ facial** Equipo protector ocular que cumpla con las normas aprobadas debe ser usado cuando una evaluación del riesgo indique que es necesario para evitar toda exposición a salpicaduras del líquido, lloviznas, gases o polvos. Recomendado: Gafas protectoras contra salpicaduras químicas. Según Norma EN-166:01.

**Protección de las manos** Guantes químico-resistentes e impenetrables que cumplen con las normas aprobadas deben ser usados siempre que se manejen productos químicos si una evaluación del riesgo indica que es necesario. >8 horas (tiempo de detección): Guantes químicamente resistentes. Según Norma EN-374-1-2-3:94.

**Controles de la exposición del medio ambiente** Emisiones de los equipos de ventilación o de procesos de trabajo deben ser evaluados para verificar que cumplen con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente. En algunos casos será necesario el uso de eliminadores de humo, filtros o modificaciones del diseño del equipo del proceso para reducir las emisiones a un nivel aceptable.

### SECCIÓN 7: Propiedades físicas y químicas

**Estado físico:** Gas

**Color:** Incoloro

**Olor:** Característico y desagradable si está odorizado

**Punto de fusión/punto de congelación:** -188°C

**Punto de ebullición inicial:** -42°C

**Temperatura de inflamabilidad:** Vaso cerrado -104°C

**Límites superior/inferior de inflamabilidad o explosión:** Punto mínimo: 2,4% Punto máximo: 9,3%

**Presión de vapor:** Aprox 980KPa (20°C)

**Densidad de vapor (Aire=1):** Aprox 1,5 (15°C)

**Densidad Mezcla C:**  $d = 500 \text{ Kg/m}^3 (15^\circ\text{C})$ ,  $d = 440 \text{ kg/m}^3 (50^\circ\text{C})$

**Temperatura de autoignición:** >450°C

**Coefficiente de partición noctanol/agua:** log Pow = 2.3 (valor estimado).

**Propiedades explosivas:** Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas / inflamables.

### SECCIÓN 8: Estabilidad / Reactividad

**Estabilidad:** Estable.

**Condiciones a evitar:** Calor, llamas y chispas.

**Materiales a evitar:** Agentes oxidantes fuertes.



#### 4.1.2.- Grado de llenado. (ADR 4.3.2.2.1).

Los siguientes grados de llenado no deberán sobrepasarse en las cisternas destinadas al transporte de materias líquidas a temperatura ambiente Para las materias inflamables que no presenten otros peligros (por ejemplo toxicidad, corrosividad), cargadas en cisternas provistas de dispositivos de respiración o de válvulas de seguridad (incluso si éstas están precedidas por un disco de ruptura):

$$\text{grado de llenado} = \frac{100}{1 + \alpha (50 - t_F)} \% \text{ de la capacidad}$$

En estas fórmulas,  $\alpha$  se representa el coeficiente medio de dilatación cúbica del líquido entre 15°C y 50 °C, es decir, para una variación máxima de temperatura de 35 °C.  $t_F$  es la temperatura media del líquido en el momento del llenado.

El valor de  $\alpha$  se calcula a partir de la fórmula:

$$\alpha = \frac{d_{15} - d_{50}}{35 d_{50}}$$

Siendo  $d_{15}$  y  $d_{50}$  las densidades del líquido a 15 °C y 50 °C, y  $t_F$  la temperatura media del líquido en el momento del llenado.

Las densidades aproximadas en estado licuado son:  $d_{15} = 500 \text{ kg/m}^3$ ,  $d_{50} = 440 \text{ kg/m}^3$ , y el valor de temperatura media de llenado es  $t_F = 15 \text{ }^\circ \text{C}$ . (DATOS MEZCLA C)

Con lo cual el valor de Alpha es  $\alpha = 3,8961 \times 10^{-3}$

Sustituyendo en la ecuación principal obtenemos 88 % de la capacidad del depósito, y redondeando a la baja cogemos que el **grado de llenado es del 85% del volumen total.**

### 4.2.- Tipo de depósito

#### 4.2.1.- Caracterización de depósito.

El depósito tendrá forma cilíndrica en su parte central formando el cuerpo y en los fondos estará compuesto por dos casquetes toroidales. El interior del depósito contendrá 7 rompeolas, repartidos de forma uniforme a lo largo del depósito.

#### 4.2.2- Código Cisterna. (ADR 4.3.3.1)

Las 4 partes de los códigos (códigos-cisterna) indicadas en la columna (12) de la tabla A, del capítulo 3.2 tienen los siguientes significados:



Parte	Descripción	Código - cisterna
1	Tipos de cisterna, vehículo batería o CGEM	C = cisterna, vehículo batería o CGEM para gases comprimidos; P = cisterna, vehículo batería o CGEM para gases licuados o disueltos; R = cisterna para gases licuados refrigerados.
2	Presión de cálculo	X = valor cifrado de la presión mínima de prueba pertinente según el cuadro del 4.3.3.2.5; o 22 = presión mínima de cálculo en bar.
3	Aberturas (véase en 6.8.2.2 y 6.8.3.2)	B = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por el fondo con 3 cierres, o vehículo batería o CGEM con aberturas por debajo del nivel del líquido o para gases comprimidos; C = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por la parte superior con 3 cierres, que, por debajo del nivel del líquido, sólo tiene orificios de limpieza; D = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por la parte superior con 3 cierres, o vehículo batería o CGEM sin aberturas por debajo del nivel del líquido.
4	Válvulas/dispositivos de seguridad	N = cisterna, vehículo batería o CGEM con válvula de seguridad conforme al 6.8.3.2.9 o al 6.8.3.2.10 que no está cerrado herméticamente; H = cisterna, vehículo batería o CGEM cerrado herméticamente (véase 1.2.1).

Como nuestra Cisterna es del **TIPO "P-25-B-N"** esto nos indica que:

P = cisterna, vehículo batería o CGEM para gases licuados o disueltos

X = valor cifrado de la presión mínima de prueba pertinente según el cuadro del 4.3.3.2.5

B = cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por el fondo con 3 cierres, o vehículo batería o CGEM con aberturas por debajo del nivel del líquido o para gases comprimidos

N = cisterna, vehículo batería o CGEM con válvula de seguridad conforme al 6.8.3.2.9 o al 6.8.3.2.10 que no está cerrado herméticamente

Nº ONU	Nombre	Código de clasificación	Presión mínima de prueba para las cisternas				Masa máxima admisible del contenido por litro de capacidad kg
			con aislamiento térmico		sin aislamiento térmico		
			MPa	bar	MPa	bar	
1965	Mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados, n.e.p. tales como:	2F					
	mezcla A		1	10	1	10	0,50
	mezcla A01		1,2	12	1,4	14	0,49
	mezcla A02		1,2	12	1,4	14	0,48
	mezcla A0		1,2	12	1,4	14	0,47
	mezcla A1		1,6	16	1,8	18	0,46
	mezcla B1		2	20	2,3	23	0,45
	mezcla B2		2	20	2,3	23	0,44
	mezcla B		2	20	2,3	23	0,43
	mezcla C		2,5	25	2,7	27	0,42
	otras mezclas		véase 4.3.3.2.2 o 4.3.3.2.3				

\*De la tabla del apartado 4.3.3.2.5. del *ADR 2015* obtenemos que la presión mínima de cálculo "X" de nuestra cisterna será de **25 bar**, pues está dispndrá de aislamiento térmico.



### 4.3.- Especificaciones del depósito

#### 4.3.1.- Dimensionamiento.

El depósito tiene unas dimensiones de:

- **11 m de largo total.**
- **48,75 m<sup>3</sup> de volumen total**
- **41,44 m<sup>3</sup> de volumen de llenado.**
- **2500 mm de diámetro exterior**
- **12 mm de espesor en la envolvente cilíndrica.**
- **15 mm de espesor en los fondos toroidales.**

#### 4.3.2.- Materiales.

Se ha elegido un acero de baja aleación al Carbono-Manganeso **P460NH** (*acero de grano fino en condición de normalizado*), debido a las siguientes propiedades que posee:

- Buena soldabilidad, es necesario utilizar sistemas adecuados para aceros de grano fino en condición de normalizado.
- Material resistente al calor y tenaz para bajas temperaturas.
- Excelentes características de doblado en el sentido de la laminación.
- Se puede oxicortar, taladrar y mecanizar por cualquier sistema de mecanización.

Podemos encontrar sus características a tracción (a temperatura ambiente y temperatura elevada), composición química aproximada, tolerancias admisibles y valor máximo de carbono equivalente en las tablas de la norma **UNE 10028-3:2010**:

Tabla 1 – Composición química (análisis de colada)<sup>a</sup>

Designación del acero		% en masa														
Simbólica	Númérica	C	Si	Mn	P	S	Al <sub>total</sub>	N	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	Ti	V	Nb + Ti + V
		máx.	máx.		máx.	máx.	mín.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
P275NH	1.0487	0,16	0,40	0,80 <sup>b a</sup> 1,50	0,025	0,010	0,020 <sup>c,d</sup>	0,012	0,30 <sup>e</sup>	0,30 <sup>e</sup>	0,08 <sup>e</sup>	0,05	0,50	0,03	0,05	0,05
P275NL1	1.0488					0,008										
P275NL2	1.1104				0,020	0,005										
P355N	1.0562	0,18	0,50	1,10 a 1,70	0,025	0,010	0,020 <sup>c,d</sup>	0,012	0,30 <sup>e</sup>	0,30 <sup>e</sup>	0,08 <sup>e</sup>	0,05	0,50	0,03	0,10	0,12
P355NH	1.0565					0,008										
P355NL1	1.0566					0,008										
P355NL2	1.1106				0,020	0,005										
P460NH	1.8935	0,20	0,60	1,10 a 1,70	0,025	0,010	0,020 <sup>c,d</sup>	0,025	0,30	0,70 <sup>f</sup>	0,10	0,05	0,80	0,03	0,20	0,22
P460NL1	1.8915					0,008										
P460NL2	1.8918				0,020	0,005										



**Tabla 2 – Tolerancias admisibles del análisis de producto sobre los valores límites indicados en la tabla 1 para el análisis de colada**

Elemento	Valor especificado para el análisis de colada en la tabla 1 % masa	Tolerancia admisible <sup>a</sup> para el análisis de producto % masa
C	≤ 0,20	+ 0,02
Si	≤ 0,60	+ 0,06
Mn	≤ 1,00	± 0,05
	> 1,00 a ≤ 1,70	± 0,10
P	≤ 0,025	+ 0,005
S	≤ 0,010	+ 0,003
Al	≥ 0,020	- 0,005
N	≤ 0,025	+ 0,002
Cr	≤ 0,30	+ 0,05
Mo	≤ 0,10	+ 0,03
Cu	≤ 0,30	+ 0,05
	> 0,30 a ≤ 0,70	+ 0,10
Nb	≤ 0,05	+ 0,01
Ni	≤ 0,80	+ 0,05
Ti	≤ 0,03	+ 0,01
V	≤ 0,20	+ 0,01

<sup>a</sup> Si se realizan varios análisis de producto sobre una colada y el contenido de un determinado elemento individual está fuera de los límites admisibles de la composición química para el análisis de colada, entonces está permitido que, o bien se exceda el límite máximo admisible, o bien difiera ligeramente por debajo del valor mínimo admisible, pero no ambos para una colada.

**Tabla 3 – Valor máximo del carbono equivalente (CEV) basado en el análisis de colada (si se ha acordado en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido)<sup>a</sup>**

Designación del acero		CEV <sup>b</sup> máx. para el espesor de producto, <i>t</i> , en mm		
		≤ 60	60 < <i>t</i> ≤ 100	100 < <i>t</i> ≤ 250
Simbólica	Numérica	0,40	0,40	0,42
P275NH	1.0487			
P275NL1	1.0488			
P275NL2	1.1104	0,43	0,45	0,45
P355N	1.0562			
P355NH	1.0565			
P355NL1	1.0566			
P355NL2	1.1106			
P460NH	1.8935	0,53	-	-
P460NL1	1.8915			
P460NL2	1.8918			

NOTA Los valores del carbono equivalente se basan en el porcentaje en masa y están relacionados con las características mecánicas especificadas para la condición de suministro.

<sup>a</sup> Véase el apartado 8.3.3.

$$^b \text{CEV} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Ni} + \text{Cu}}{15}$$



**Tabla 4 – Características de tracción a temperatura ambiente**

Designación del acero		Condición de suministro habitual	Espesor del producto $t$ mm	Límite elástico $R_{eH}$ MPa min.	Resistencia a la tracción MPa	Alargamiento después de rotura $A$ % min.
Simbólica	Numérica					
P460NH, P460NL1, P460NL2	1.8935, 1.8915, 1.8918	+N <sup>b</sup>	$\leq 16^d$	460	570 a 730	17
			$16^d < t \leq 40$	445	570 a 720	
			$40 < t \leq 60$	430		
			$60 < t \leq 100$	400	540 a 710	
			$100 \leq t \leq 250$	c	c	

<sup>a</sup> Véase el apartado 8.2.2.

<sup>b</sup> Véase el apartado 8.2.1.

<sup>c</sup> •• Pueden acordarse valores en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido.

<sup>d</sup> •• En el caso de los tipos P460NH y P460NL1, hasta un espesor de 20 mm, en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido se puede acordar un valor mínimo de  $R_{eH}$  de 460 MPa y un intervalo de  $R_m$  comprendido entre 630 MPa y 725 MPa

**Tabla 5 – Valores mínimos para el límite elástico convencional al 0,2% a temperatura elevada<sup>a</sup>**

Designación del acero		Espesor del producto $t$ mm	Límite elástico convencional al 0,2% mínimo, $R_{p0,2}$ MPa a la temperatura en °C de							
Simbólica	Numérica		50	100	150	200	250	300	350	400
P460NH	1.8935	$\leq 16$	445	419	388	356	326	300	278	261
		$16 < t \leq 40$	430	405	375	345	316	290	269	253
		$40 < t \leq 60$	416	391	362	333	305	281	260	244
		$60 < t \leq 100$	387	364	337	310	284	261	242	227
		$100 < t \leq 250$	b	b	b	b	b	b	b	b

<sup>a</sup> Los valores reflejan los valores mínimos de probetas normalizadas en horno (es decir, corresponden a la banda inferior de la curva de tendencia aplicable, determinada conforme a la Norma EN 10314) con un nivel de confianza de aproximadamente un 98% (2 s).

<sup>b</sup> •• Pueden acordarse valores en el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido.

**Tabla 6 – Valores mínimos de la energía de rotura en flexión por choque para la condición de normalizado<sup>a</sup>**

Tipo de acero	Espesor del producto mm	Energía de rotura en flexión por choque $KV$ J min.									
		transversal					longitudinal <sup>b</sup>				
		a la temperatura en °C de									
		- 50	- 40	- 20	0	+ 20	- 50	- 40	- 20	0	+ 20
P...N, P...NH	$\leq 250^c$	-	-	30 <sup>d</sup>	40	50	-	-	45	65	75
P...NL1		-	27 <sup>d</sup>	35 <sup>d</sup>	50	60	30 <sup>d</sup>	40	50	70	80
P...NL2		27 <sup>d</sup>	30 <sup>d</sup>	40	60	70	42	45	55	75	85

<sup>a</sup> Véanse los apartados 8.2.1 y 8.2.2.

<sup>b</sup> Los valores se aplican para espesores de producto de hasta 40 mm.

<sup>c</sup> Para los tipos P460NH, P460NL1 y P460NL2 hasta espesores de producto de 100 mm.

<sup>d</sup> •• En el momento de solicitar la oferta y hacer el pedido se puede acordar un valor mínimo de la energía de rotura en flexión por choque de 40 J



#### 4.3.3.- Presiones.

Como nuestro código ONU 1965 corresponde a varias mezclas de hidrocarburos gaseosos escogemos la que mayor “**P<sub>d</sub>**, presión mínima de pruebas para las cisternas” tiene, que es la MEZCLA C con una presión de 25 bar. (Tabla del apartado 4.3.3.2.5. del ADR 2015)

Una vez tenemos la presión de diseño del ADR, vamos a la norma **EN 12493:2014**, que establece unos valores de presión para el diseño con dicha normativa.

Con esta presión calcularemos la presión de cálculo “p” que se establece como:

$$p = \frac{P_d}{1,2}$$

Entonces obtenemos que “**p = 20,833 bar**”.

La presión hidráulica es 1,3 veces la presión de cálculo “p”, así pues **PH = 27,083 bar**.

También se obtiene la presión máxima de servicio autorizada, **PMSA = 21 bar**.

#### 4.4.- Elementos estructurales del depósito.

El depósito se colocará sobre **diez soportes** (cinco a cada lado), y como elemento de unión entre depósito y chasis se utilizan **diez tirantes** siguiendo la norma **UNE-EN 12252:2014**. Además se emplearán 40 pernos de métrica M20 (**4 pernos/soporte**) y estos soportes estarán soldados al chasis.

Se dispondrán de **siete mamparas/rompeolas** interiores de 5 mm de espesor con distancia adyacentes de 1,375 m. El volumen entre mamparas será aproximadamente de 6964 litros, y en ningún caso superará los 7500 litros.

Los rompeolas y los mamparas serán de forma cóncava, con una profundidad mínima de la concavidad de 10 cm, o de forma ondulada, perfilado o reforzados de otro modo hasta alcanzar una resistencia equivalente. La superficie de los rompeolas será, como mínimo, un 70% de la superficie de la sección recta del depósito en el punto en que se instalen.

#### 4.5.- Protecciones del depósito.

El propano comercial (Código ONU 1965) cuenta con las siguientes disposiciones especiales a la hora de la aprobación del depósito y las pruebas a realizar para garantizar la seguridad del depósito. Estas se indican en el apartado 6.8.4 del **ADR 2015**:

**TA4** (Aprobación del tipo) Los procedimientos de evaluación de la conformidad recogidos en el apartado 1.8.7 deberán ser aplicados por la autoridad competente, su representante o el organismo de control conforme al apartado 1.8.6.2, 1.8.6.4, 1.8.6.5 y 1.8.6.8 y acreditados según la norma **UNE-EN ISO/IEC 17020:2004 tipo A**.



**TT9 (Pruebas)** Para inspecciones y pruebas (incluyendo la vigilancia de la fabricación) los procedimientos recogidos en el apartado 1.8.7 deberán ser aplicados por parte de la autoridad competente, su representante o el organismo de control conforme al apartado 1.8.6.2, 1.8.6.4, 1.8.6.5 y 1.8.6.8 y acreditados según la norma *UNE-EN ISO/IEC 17020:2004 tipo A*.

#### 4.5.1.-Aislamiento térmico de la cisterna.

Dispondrá en la parte superior una pantalla de protección solar que cubrirá una superficie de más de un tercio pero menos de la mitad de la superficie envolvente, con una separación de más de 40 mm para facilitar el flujo de aire.

El espesor de la chapa será de 2,5 mm y estará fabricada en aluminio.

#### 4.5.2.- Contra impactos laterales.

Según el apartado 6.8.2.1.20 del *ADR 2015*, para las cisternas construidas después del 1 de enero de 1990, existirá la protección contra daños, contemplada en el 6.8.2.1.19, cuando se tomen las siguientes medidas u otras equivalentes:

Aquellos depósitos que tengan un diámetro del depósito sea mayor de 1,80 m irán provistos, alrededor de la mitad de su altura y, al menos en un 30% de la misma, de una protección diseñada para ofrecer una resiliencia específica que, como mínimo, sea igual a la de un depósito construido de 6 mm.

La protección se aplicará con carácter permanente al depósito. Este requerimiento se considerará satisfecho, sin necesidad de pruebas posteriores de la resiliencia específica, cuando la protección lleve aneja la soldadura de una chapa del mismo material que el del depósito sobre la zona que se refuerce, de modo que el espesor mínimo de la pared esté de acuerdo con el apartado 6.8.2.1.18.

Esta protección será función de las posibles solicitudes que, en caso de accidente. En caso de empleo de otro metal, se calculará el espesor equivalente según la fórmula del 6.8.2.1.18.

#### 4.5.3.- Contra vuelcos.

En el apartado 6.8.2.1.28 del *ADR 2015* se establece que los órganos y accesorios situados en la parte superior de la cisterna estarán protegidos contra los daños ocasionados por un posible vuelco.

Esta protección puede consistir en unos aros de refuerzo, unas capotas de protección o unos elementos, bien transversales o longitudinales, de un perfil adecuado para garantizar una protección eficaz.

En nuestro caso, las válvulas de sobrepresión estarán protegidas mediante unos aros de protección en la parte superior de la cisterna.



## **5.- Equipos de servicio.**

### **5.1.- Generalidades.**

Nuestro vehículo-cisterna está equipado con de una serie de elementos que proporcionan el correcto funcionamiento y la seguridad durante los procesos del transporte, carga y descarga del depósito, además de facilitar el acceso al mismo durante las inspecciones pertinentes.

Este vehículo dispone de los siguientes **equipos de servicio**:

- 1 x Boca de hombre DN 500*
- 2 x Válvula de fondo FISHER 3"*
- 2 x Válvula de sello en V de 3"*
- 2 x Acople hembra ALPHA de 3"*
- 2 x Válvula de venteo (Accesorios de la válvula de sello en V)*

**\*Nota:** Esquema de equipos de servicio en DOC N°3: PLANOS

### **5.2.- Boca de hombre.**

El depósito dispone de una boca de hombre situada en el fondo trasero del depósito que permitirá el acceso al interior del depósito para realizar las inspecciones pertinentes.

Dicha boca de hombre será fabricada mediante dos bridas, una de las cuales irá soldada al depósito (cuerpo) y la otra, que será ciega, hará la función de tapadera de la anterior.

Las bridas elegidas son:

**Cuerpo:** Brida DIN EN 1092-1 PN-40 DN 500 Tipo 01

**Tapa:** Brida DIN EN 1092-1 PN-40 DN 500 Tipo 05

La unión de la tapa y el cuerpo, se realizará mediante 20 tornillos de métrica M39, colocando una junta hermética entre cuerpo y tapa.

Cumple con la norma *EN 13317:2003+A1:2007*, "Cisternas para transporte de mercancías peligrosas. Equipos de servicio para cisternas. Conjunto de tapa de la boca de inspección."

### **5.3.- Sistemas de carga y descarga.**

#### **5.3.1.- Características del equipo transvase.**

Nuestro vehículo cisterna está concebido para el **transporte primario**, es decir, realizara suministros solo entre distintas factorías de GLP o clientes particulares de gran tonelaje (la cisterna se descarga por completo en un solo cliente). Debido a esto la cisterna no debe contar con ningún equipo de medida (contador), ya que el producto descargado se medirá mediante la diferencia entre pesada inicial y pesada final del vehículo.



Para evitar cualquier diferencia entre la cantidad descargada real y la diferencia entre pesadas, el vehículo debe pesarse siempre con el depósito de gasoil lleno y el conductor montado en la cabina del vehículo tractor.

Además, nuestra cisterna no contara con compresor, acoples y manguera propia, ya que las distintas factorías y clientes de gran tonelaje cuentan con sus propios equipos de carga y descarga.

### **5.3.2.- Procedimiento de carga y descarga.**

A la llegada a los lugares de carga y descarga el vehículo, cisterna y su conductor deberán satisfacer las disposiciones reglamentarias (especialmente en lo que concierne a la seguridad, la protección y EPIs, la limpieza y el buen funcionamiento de los equipos, utilizados durante la carga y descarga).

La carga no deberá efectuarse sin asegurarse:

- por control de la documentación (del vehículo, cisterna y conductor);
- por un examen visual del vehículo o de la cisterna, así como de sus equipos utilizados durante la carga y la descarga.
- en el caso de que el conductor no se encuentre equipado con los EPI y/o no cuente con la formación adecuada.

El interior y el exterior de un vehículo deben ser inspeccionados antes de la carga, con el fin de asegurar la ausencia de todo desperfecto susceptible de afectar su integridad o la de los bultos que se vayan a cargar. La descarga no deberá efectuarse si los mismos controles anteriores manifiestan faltas que puedan poner en peligro la seguridad o la protección de la descarga.

Una vez se hallan realizado todas las comprobaciones previas se colocara el vehículo en la zona de carga/descarga, parando el motor en este lugar e inmovilizándolo mediante el freno de mano y los calzos.

Como medidas a tomar para evitar la acumulación de cargas electroestáticas se debe realizar, antes del llenado o del vaciado de las cisternas, una buena conexión eléctrica entre el chasis del vehículo o la cisterna portátil y la toma de tierra. Además, se limitará la velocidad de llenado.

### **5.3.3.- Elementos del equipo transvase**

A continuación se detallan los elementos con los que cuenta nuestro vehículo cisterna:

#### **Válvula de fondo Fisher “Modelo C483-24-26 de brida doble”:**

Las válvulas bridadas proporcionan un medio robusto y compacto para montar directamente una bomba o una conexión de tubería. Las válvulas vienen con tornillos de



copa especiales, debilitados mediante una ranura en el diámetro exterior para permitir que la bomba o las tuberías se desprendan en caso de accidente, lo que deja la válvula intacta. Una válvula de exceso de flujo interna reduce las posibilidades de una descarga descontrolada de producto cuando el flujo excede la capacidad de gasto máximo.

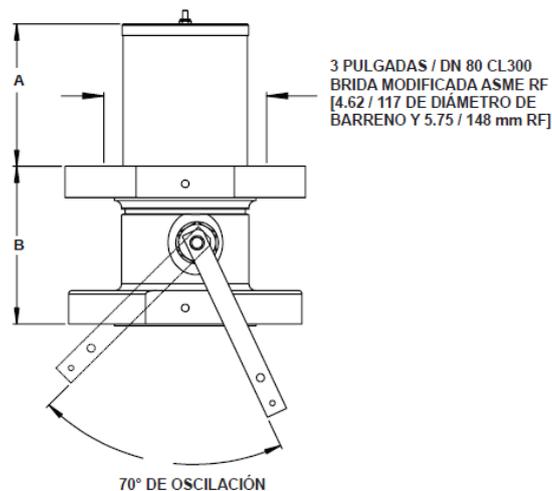
Todas las válvulas bridadas cuentan con un filtro interno para proteger la bomba, mismo que es fácil de quitar si la válvula se utiliza principalmente para el llenado del tanque.

También vienen con empaques de PTFE para resistir las fugas en el extremo del eje. Estas válvulas se pueden activar manualmente, mediante control de cable o mediante un cilindro neumático.

## VÁLVULAS INTERNAS BRIDADAS



Las dimensiones de esta válvula son:



Válvulas Bridadas			
NÚMERO DEL TIPO	CONEXIONES DEL TANQUE, EN PULGADAS / DN	DIMENSIONES, EN PULGADAS / mm	
		A	B
C483-24	3 / 80 Brida CL300 RF	5.33 / 135	5.62 / 143



Así pues, el flujo máximo permitido es el que se marca a continuación:

Válvulas Internas Bridadas de 3 pulgadas / DN 80					
NÚMERO DEL TIPO		FLUJO DE CIERRE, GPM / L/min PROPANO			FLUJO DE CIERRE, GPM / L/min NH <sub>3</sub>
Una Brida	Doble Brida	Una Brida, Posición en el Fondo del Tanque	Doble Brida, Posición en el Fondo del Tanque	Posición en la Cima del Tanque, Una o Dos Bridas	Una o Dos Bridas, Posición en el Fondo del Tanque
C484-24-25	C483-24-26	250 / 946	265 / 1003	250 / 946 - 290 / 1098	239 / 905 - 226 / 855
CAPACIDAD DE VAPOR SCFH / SCM DE PROPANO					
		Entrada de 100 psig / 6,9 bar, Una o Dos Bridas, Posición Estándar		Entrada de 100 psig / 6,9 bar, Una o Dos Bridas, Posición Invertida	
C484-24-25	C483-24-26	NO ESTÁ EN LA LISTA - 127 000 / 1,4		NO ESTÁ EN LA LISTA - 148 000 / 1,6	

### Válvula de sello de Anillo “V” Rego, “Modelo A7518FP en ángulo”

Diseñadas específicamente para asegurar un cierre positivo y un servicio duradero, libre de mantenimiento en servicio líquido o de vapor, en recipientes de almacenamiento de alto volumen, transportes, camiones cisterna, plantas para llenado de cilindros y tuberías en plantas. Su construcción de alta calidad y la variedad de tamaños las hace altamente apropiadas para uso con Gas-LP y en las industrias químicas y petroquímicas.



A7518FP

Número de parte				Conexión de Entrada y Salida	Diámetro del Puerto	Flujo a una Caída de Presión de 1 PSIG (Cv) (GPM/Propano) <sup>***</sup>		Accesorios	
Discos de Asiento Buna N		Discos de Asiento de Teflón*				Recta	Angular	Válvula de Seguridad Hidrostática	Válvula de Venteo
Recta	Angular	Recta	Angular						
A7517AP	A7518AP	TA7517AP	TA7518AP	3" NPT F.	3"	197.0	303.0	SS8001U	TSS3169
A7517FP	A7518FP	TA7517FP	-	Brida de 3" **					

\* Válvulas con asiento de Teflón fabricadas solo bajo orden.

\*\* Brida 300# ANSI R.F.

\*\*\* Para determinar un flujo aproximado a una caída de presión distinta a 1 PSIG, multiplique el flujo en la tabla por la raíz cuadrada de la caída de presión. Ejemplo: 7514FP @ 9 PSIG = 133 x√9 = 399 GPM/propano. Para flujos de NH<sub>3</sub>, multiplique el flujo de propano por .90.

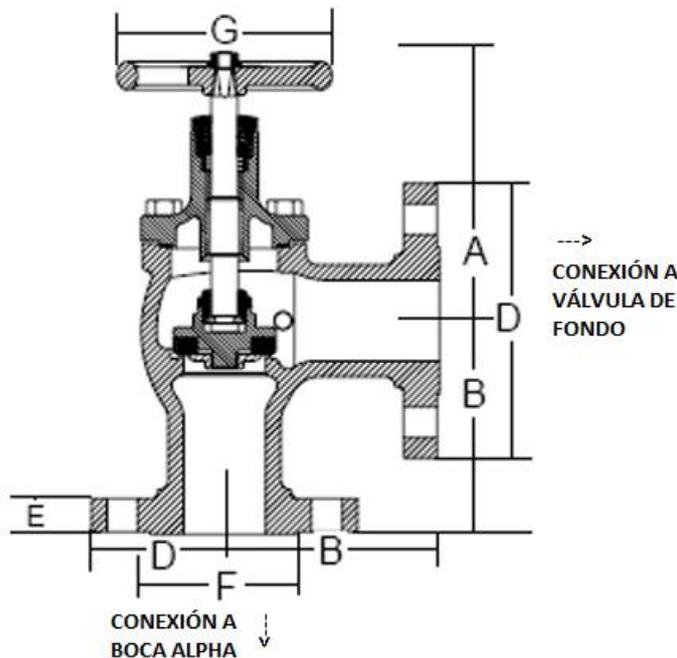
Está válvula se encuentra acoplada entre la válvula de fondo y la boca de carga (ALPHA), además lleva como accesorio acoplado una **válvula de venteo** en el caso de que sea necesario purgar el circuito de carga/descarga.

### Flange Dimensions

	Valve Number (A or TA Prefix)	Size	Flange Drilling	D	E	F	H
	7511FP	1½"	¾" Bolt Holes on a 4½" Bolt Circle Diameter	6½"	1⅞"	2⅞"	¾"
	7513FP	2"	¾" Bolt Holes on a 5" Bolt Circle Diameter	6½"	7/8"	3⅞"	1⅞"
	7514FP						
	7517FP	3"	¾" Bolt Holes on a 6½" Bolt Circle Diameter	8¼"	1⅞"	5"	1⅞"
	7518FP						

\* Reducing screwed flanges are available for reducing 1½" flange to 1 or 1¼" pipe thread and 3" flange to 2½" pipe thread. Order from your local piping supplier.

A continuación podemos observar las dimensiones de dicha válvula:



Dimensions	
Dim. A	11-3/4 in
Dim. B	6-1/4 in
Dim. D	8-1/4 in
Dim. E	1-1/8 in
Dim. F	5 in
Dim. G	9 in
Dim. H	1-1/16 in

**\*Nota:** En nuestro caso la válvula se encuentra tumbada, de forma que el eje de la manivela quede en posición horizontal.

### Válvulas de Venteo Rego, “Modelo TSS 3169”

Se encuentran roscadas a las válvulas de globo de sello en V.

Especialmente diseñadas para ventear líquido o presiones de vapor atrapadas en líneas de transferencia. Cuando se instalan en la conexión corriente abajo de las válvulas RegO® de globo utilizadas al extremo de la manguera de transferencia de líquido, la válvula de respiración permite la ventilación controlada del producto y le indica al operador que las válvulas están cerradas y que puede desconectar el acoplamiento. También pueden ser usadas como un indicador de nivel máximo donde el tubo de nivel es parte del recipiente.



TSS3169

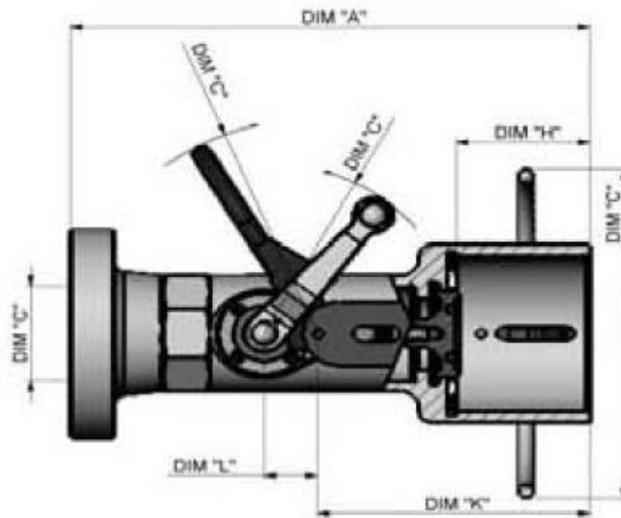
Número de Parte	Servicio	Conexión	Actuación	Accesorios
				Placa de Advertencia
3165C	Sólo Gas-LP	NPT M. de 1/4"	Perilla	2550-40P
3165S			Ranurada	
TSS3169	Gas-LP y NH <sub>3</sub>		Manija T	

### Acople Alpha hembra, “Modelo 3 pulgadas ASA 300”

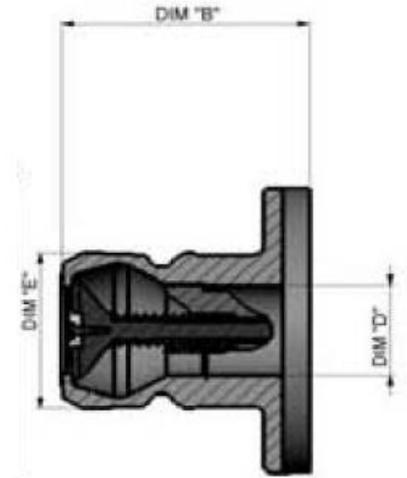
Al final de nuestro circuito de carga/descarga tenemos el acople Alpha hembra, el cual se conectara al macho cuando se realicen las operaciones de carga y descarga. La instalación



de carga/descarga deberán contar con un acople macho compatible para poder realizar las operaciones pertinentes.



ACOPLE MACHO, PESO "F" EN Kg



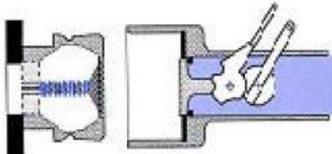
ACOPLE HEMBRA, PESO "G" EN Kg

En la siguiente tabla podemos observar las dimensiones de nuestros acoples, en nuestro caso el **Modelo ASA 300 de 3"**:

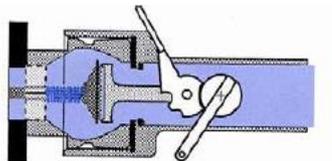
	THREADED	3" ASA 150	3" ASA 300
A	295	346	346
B	128	146.6	146.6
C	84	84	84
D	84	84	84
E	127.5	127.5	127.5
H	95	95	95
J	174	174	174
K	45	45	45
L	155	155	155
M	122	122	122
N	220	220	220
P	234.1	234.1	234.1
Q	357	357	357
	<b>WEIGHT</b>		
F	16	19.9	22.5
G	4.6	7.4	10

Podemos ver el funcionamiento de estos acoples en la siguiente imagen:

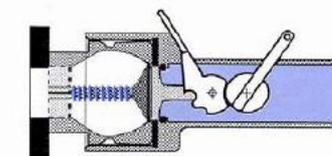
### HOW IT WORKS



Coupling not connected – no flow. Neither male nor female couplings can operated.



Both halves mated. Coupling lever can be engaged. No flow



Valve Lever can now be operated. Full flow in progress, separation of halves now impossible.



## 5.4.- Seguridades.

### 5.4.1.- Válvula de alivio

Como elemento de seguridad nuestra cisterna lleva incorporada una válvula de alivio válvula Fisher, **Modelo H722-312 de 2"**, que actuaría en el caso de producirse una sobrepresión.



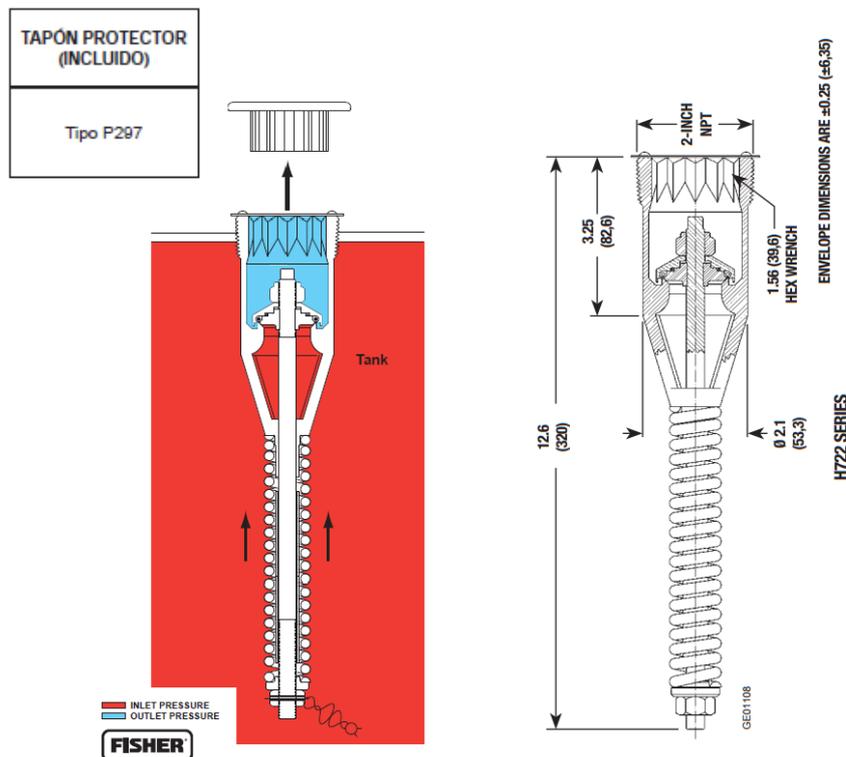
Con una presión de comienzo de descarga de 21,5 bar y presión de entrada máxima de 33 bar. Este modelo dispone de un tapón (tipo P297) como protector de lluvia.

Esta válvula se coloca en la parte superior central de la cisterna (fase gaseosa) que es la zona del recipiente que estará sometida a menor presión.



TYPE NUMBER	START-TO-DISCHARGE SETTING, PSIG (bar)	FLOW CAPACITY, SCFM (SCMH) AIR		FOR TANK WITH AREA UP TO <sup>(1)</sup> : FT <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )
		UL	ASME	
H722-125	125 (8,6)	1772 (3011)	1677 (2849)	71 (6,6)
H722-156	156 (10,8)	2135 (3627)	2055 (3491)	89 (8,3)
H722-250	250 (17,2)	3635 (6176)	3024 (5138)	171 (15,9)
H722-265	265 (18,3)	3555 (6040)	3387 (5755)	166 (15,5)
H722-275	275 (19,0)	3714 (6310)	3509 (5962)	176 (16,3)
<b>H722-312</b>	<b>312 (21,5)</b>	<b>3118 (5298)</b>	<b>3961 (6730)</b>	<b>142 (13,2)</b>

1. Based on UL flow capacities.



#### 5.4.2.- Conexión a toma de tierra

Se dispondrá de un sistema de protección para la descarga de los camiones cisterna. Dicho sistema consta de un cable conectado por un extremo provisto de una pinza que se conecta a una placa metálica situada en el camión. La conexión eléctrica de la puesta a tierra se realiza a través de un interruptor con modo de protección adecuado al tipo de emplazamiento donde va situado, realizándose el cierre del interruptor después de la conexión de la pinza al camión cisterna.



El Proyecto de Norma Española **PNE 109.108**, que regula la pinza de puesta a tierra, establece en cuanto a especificación de dimensiones y materiales, lo siguiente:

- **Fuerza del muelle:** un peso de 4 Kg suspendido de una de las partes de la mordaza, no deberá abrir más de 3 mm el extremo de la pinza.
- **Pinza:** dentada, para así mejorar el agarre sobre la superficie de la borna.
- **Conductor:** flexible, con protección aislante y resistente a los requerimientos mecánicos por roces y cortaduras.

La sección mínima del conductor será de 6 mm<sup>2</sup>. Los materiales serán inoxidables, como por ejemplo el latón UZ33 y el conjunto pinza-conductor flexible deberán ser revisados periódicamente para comprobar su continuidad eléctrica (incluida la posible discontinuidad debida a suciedad, pintura, corrosión, etc.) y el buen estado del revestimiento aislante del cable.

El elegido es un conjunto portátil de toma de tierra y conexión equipotencial estáticas, de la marca Newson Gale, modelo Bond-Rite EZ. Se trata de un dispositivo de conexión equipotencial estática de mano fácil de usar que puede establecer y verificar de forma rápida y segura la conexión equipotencial entre el equipo y la toma de tierra durante las operaciones en entornos peligrosos, por ejemplo durante la transferencia de productos inflamables combustibles.



Resulta especialmente útil en situaciones que requieran una toma de tierra estática temporal o de emergencia cuando no se considere práctico conectar un sistema de toma de tierra permanente.

#### **5.4.3.- Medios de extinción de incendios**

El **ADR 2015** establece en el apartado 8.1.4 la cantidad de extintores que debe de incorporar cada unidad de transporte en función de la masa máxima admisible que se pueda cargar. En la siguiente tabla se indica los extintores con los que debe contar nuestra cisterna:



(1) Masa máxima admisible de la unidad de transporte	(2) Número mínimo de extintores	(3) Capacidad mínima total por unidad de transporte	(4) Extintor adaptado a un incendio en el compartimento motor o la cabina - al menos un extintor con una capacidad mínima de:	(5) Disposiciones relativas al/los extintor/es suplementarios - al menos un extintor con una capacidad mínima de:
≤ 3,5 toneladas	2	4 kg.	2 kg.	2 kg.
> 3,5 toneladas ≤ 7,5 toneladas	2	8 kg.	2 kg.	6 kg.
> 7,5 toneladas	2	12 kg.	2 kg.	6 kg.

La capacidad se entiende para un aparato conteniendo polvo (en el caso de otro agente extintor aceptable, la capacidad deberá ser equivalente)

Así pues nuestro vehículo-cisterna contara con los siguientes extintores:

**- Un Extintor de polvo ABC con 2 kg de capacidad (en la cabina).**

**- Dos Extintores de polvo ABC suplementarios de 6 kg de capacidad cada uno (en sus soportes exteriores correspondientes y resguardados en un cajón metálico).**

Los extintores deberán estar adaptados para la utilización en un vehículo y cumplir las disposiciones pertinentes de la norma **UNE-EN 3**: “Extintores de incendio portátiles”, Parte 7 (**UNE-EN 3-7:2004 + A1: 2007**).



Además, todos los extintores serán objeto de revisiones periódicas y deberán llevar una marca de conformidad con una norma reconocida por una autoridad competente, así como una inscripción que indique al menos la fecha (mes, año) de la próxima inspección periódica o la fecha límite de validez.

Los extintores de incendios suplementarios deberán estar instalados de forma que estén protegidos de los efectos climáticos de modo que sus capacidades operacionales no se vean afectadas.

### **5.5.- Componentes auxiliares.**

Como componentes auxiliares nuestra cisterna estará equipada con un manómetro, termómetro e indicador de nivel:

#### **Manómetro Rotatorio FISHER Modelo J31L-1**

Los manómetros rotatorios Fisher se pueden utilizar en tanques estacionarios o móviles para indicar visualmente la cantidad de Gas LP en el contenedor.



El manómetro funciona al abrirse el pequeño orificio de purga cuando el tubo se encuentra en el espacio de vapor del tanque. Al mover el puntero en el dial el extremo del tubo se mueve hasta que hace contacto con el líquido en el contenedor. En ese punto la descarga del orificio de purga cambia de vapor a líquido y el dial del manómetro rotatorio lee el porcentaje de volumen de líquido contenido en el tanque.

Manómetros Rotatorios		
LONGITUD, Pulgadas / mm	DIAL DE GAS LP >1200 GALONES	DIAL DE GAS LP ≤1200 GALONES
68 / 1727	Tipo J31L-1	Tipo J31S-1
69 a 92 / 1753 a 2337	Tipo J31L-2	Tipo J31S-2
93 a 108 / 2362 a 2743	Tipo J31L-3	Tipo J31S-3
109 a 140 / 2769 a 3556	Tipo J31L-3L	Tipo J31S-3L
Solo Dial	Tipo P323	Tipo P322



**Serie J31**– consiste de manómetros de trabajo pesado que reducen al mínimo los efectos de la vibración (balanceos y rebotes) por medio de una larga extensión del tubo vástago (68 pulgadas / 1,73 metros).

Una camisa con empaque de nylon y un anillo de fricción para el puntero indicador permiten una suave rotación y una larga vida de servicio. Los materiales de acero y acero inoxidable son resistentes al óxido y la corrosión.

Los manómetros encajan en conexiones de acoplamiento en los contenedores de 1 pulgada.

### Termómetro ROCHESTER Modelo RG1350-R2912

Nuestro termómetro tendrá un vástago de 12” de largo para una mayor precisión y con un rango de temperaturas desde los -50°C hasta 100°C.

#### **Bimetal Industrial Thermometers**

#### **RG1350 Series Thermometers** (Formerly Series 1725 & 1748)

#### **Application**

These 3" [75 mm] thermometers are used extensively in the oil, chemical, food, paper, textile and power industries because of their ability to withstand rough treatment and difficult environments.

#### **Materials Of Construction\***

##### **Case, Stem, Bezel & Nut**

Type 304 stainless steel case

##### **Dial**

Aluminum

##### **Sensing Element**

Bimetallic

##### **Lens**

Glass (Acrylic or tempered glass available at extra cost)





### General Specifications\*

These thermometers are available with or without a recal feature. A 1/2" NPT threaded connection is standard. For greatest accuracy, the stem should be inserted at least 2" into liquids and 4" into gases. Prescribed accuracy is 1% of scale range. Each thermometer is hermetically sealed and dampened.

\* Materials and specifications are subject to change without notice.  
Pressure ratings subject to change due to temperature and other environmental considerations.

### How To Order

- B** = Bottom mounted
- G** = Glass lens
- 13** = 3" size
- 50** = 1/2" NPT threaded connection
- = Hyphen
- 0** = No special feature
- R** = Recal feature included
- 10** = 0° to 300°F temperature range
- 12** = 12" stem length

**Example:** RG1350-R1012

La conexión al depósito se realiza mediante una brida *NPT de 1/2"*.

### Available Temperature Ranges

Fahrenheit	
01	-150° to 50°
03	-50° to 120°
08	0° to 100°
09	0° to 200°
10	0° to 300°
11	0° to 500°
12	0° to 800°
13	25° to 125°
14	30° to 240°
16	50° to 350°
17	50° to 400°
21	200° to 1000°
24	0° to 220°
25	-70° to 150°
49	0° to 250°

Centigrade	
28	-50° to 50°
29	-50° to 100°
30	-10° to 110°
31	0° to 50°
32	0° to 150°
33	0° to 200°
34	0° to 300°
35	0° to 400°
48	0° to 250°
56	100° to 540°

Dual-Scale	
40	-70° to 50°C -90° to 130°F
43	0° to 300°C 40° to 570°F
68	10° to 150°C 50° to 300°F

### Indicador de nivel ROCHESTER Modelo MAGNETEL C6342-11-108"

Este indicador de nivel cuenta con un dial de 8", el cual hace fácilmente visible el porcentaje de llenado de nuestra cisterna.

### Magnetel™ Gauge Models

Rochester Magnetel™ Liquid Level Gauges are available in 4" and 8" dial sizes. Standard calibration is percent of total tank volume.

Model #	Mounting	Dial Size
6336-11	Top	4"
6339-11	Side, end or angle	
6342-11		
6360-11	Top	8"

### Materials Code/Trim # Chart

Trim #	Type Service	Gauge Flange	Float Counterbalance	Bearing Support Block	Float & Support Block	Stem Drive Magnet	All Other Parts
-11	LPG or NH <sub>3</sub>	Type 316 stainless steel	Cold-roll steel - zinc plated	Type 303 stainless steel	Alnico VI	300 series stainless steel	

Trim 11 should be used on containers of 3500 WG or more. Gauges for vertical tanks require drawings for computing proper gauge dimensions & mounting locations.  
More trim levels available for other products.



### Specify prefix for appropriate dial & mounting

### Common Magnetel Configurations

Part #	Diameter Of Tank
C6342-11-84	84"
<b>C6342-11-108</b>	<b>108"</b>
C6342-11-130	130"

Special calibration dials are available at extra cost.  
Please state requirements. Special gauges made to order.

### When ordering specify:

- Liquid product and specific gravity.
- Type vessel, inside diameter (in inches) & head type (ellipsoidal, semi elliptical, hemispherical).
- Prefix (see chart).
- Model # for mounting location (top, side, 8" or 4" dial).
- Trim # according to product compatibility requirements.\*
- Bolt hole location of mounting flange
- If other than standard percent of total volume dial is required.
- Top-mounted gauges require dimension from mounting flange face to tank shell plus shell thickness.
- Angle-mounted gauges require tank drawings for computing proper gauge dimensions.



El indicador de nivel está colocado en el lateral de la cisterna y se acoplará al tanque empleando una brida de montaje *NPT de 2 1/2"*, como se indica a continuación.

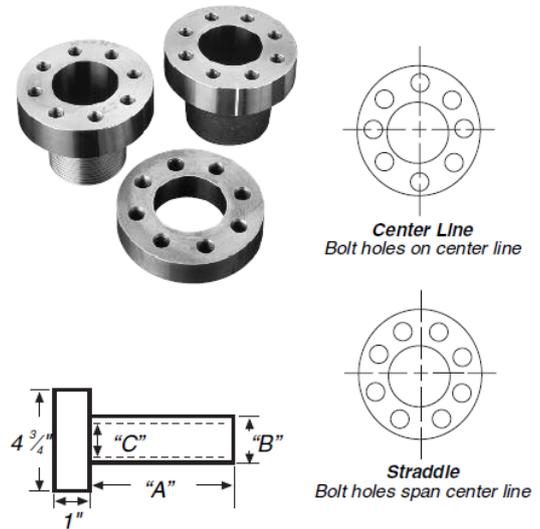
### **Magnetel™ Mounting Flanges**

Tank-mounting flanges are not included with Magnetel™ Gauges and should be ordered separately.

**NOTE:** Flanges welded to tank with top and bottom holes on the vertical centerline are standard with Rochester Gauges. When the flange is attached so that the bolt holes span the centerline (see drawing at the right), add the prefix "X" to the Magnetel™ gauge model number.

#### **Magnetel Mounting**

Part #	Description	"A"	"B"	"C"
0022-00029	Forged Steel 2 1/2" NPT Threaded Neck Flange	2 3/8"	2 1/2" NPT	2 5/16"
0022-00030	Forged Steel Donut Type - No Neck Weld Flange	-	-	-
0022-00500	Forged Steel Weld Neck Flange	2 3/8"	Weld	2 5/16"
0022-00525	2" NPT Sched 80 Threaded Neck Flange (Must be installed on gauge by mfg.)	2 1/2"	2" NPT	2 1/16"



#### **Senior Gauge Mounting**

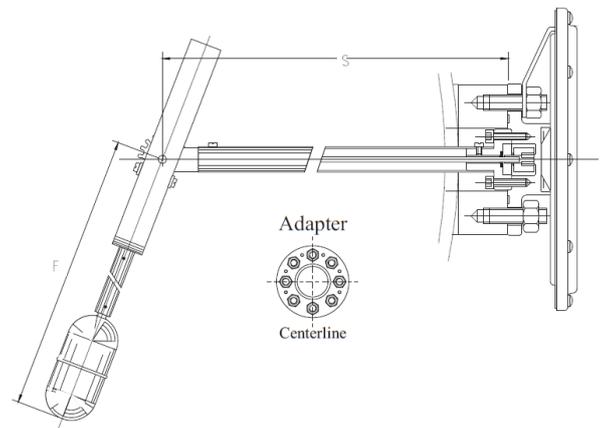
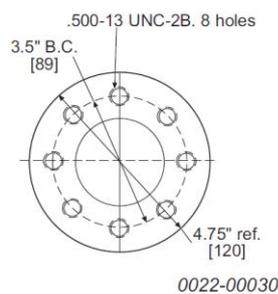
Part #	Description
0022-05210	Forged Steel Welding Flange Only
0022-05211	Forged Steel Threaded 2" MNPT

### **Bolt Circle Adapters**

For Magnetel™ Gauges Bulk storage applications

Rochester machining standard MS-508

Part #	Mates With	Type	Material	Bolt Threads
0022-00030	6300 Series Gauges	Welding	Forged Steel	1/2" - 13UNC-2B



### **5.6.- Equipamiento eléctrico.**

La instalación eléctrica, en su conjunto, deberá satisfacer las disposiciones de los siguientes elementos:

#### **Canalizaciones**

Las instalaciones se deberán calcular por exceso para evitar recalentamientos. Deberán estar aisladas convenientemente. Todos los circuitos estarán protegidos por medio de fusibles o por disyuntores automáticos, exceptuando los siguientes circuitos:

- Desde la batería hasta el sistema de arranque en frío y de parada del motor;
- Desde la batería al alternador;
- Desde el alternador a la caja de fusibles o de disyuntores;
- Desde la batería al motor de arranque del motor;
- Desde la batería hasta el cajetín de mando de fuerza del sistema de frenado de resistencia, si éste fuera eléctrico o electromagnético;
- Desde la batería hasta el mecanismo de elevación del eje del bogie;

Los circuitos sin proteger antes mencionados deberán tener la menor longitud posible.

Las canalizaciones eléctricas deberán estar sólidamente fijadas y colocadas de tal modo que las instalaciones queden protegidas convenientemente contra las agresiones mecánicas y térmicas.

Las canalizaciones situadas en la parte posterior de la cabina de conducción deberán estar protegidas contra los choques, la abrasión y el rozamiento durante la utilización normal del vehículo. En las figuras 1, 2, 3 y 4, a continuación, se muestran ejemplos de protección adecuados.

No obstante, los cables sensores de los dispositivos de frenado antibloqueo no necesitarán una protección suplementaria.

Figura Nº 1

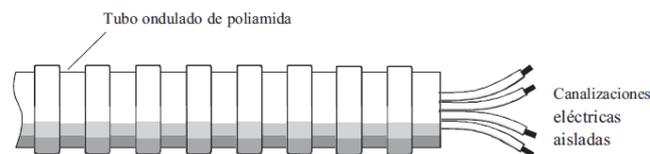


Figura Nº2

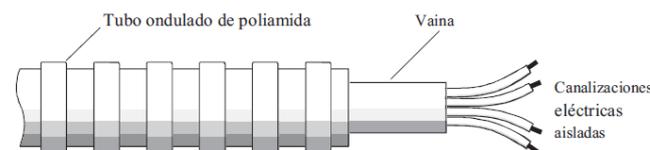


Figura Nº3

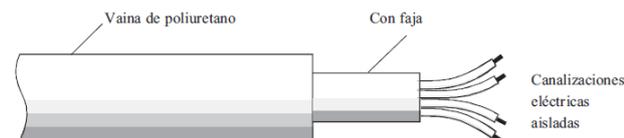
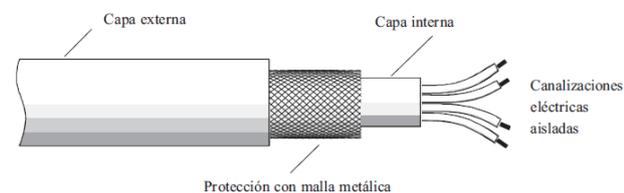


Figura Nº4





### **Desconectador de baterías**

Deberá montarse, lo más próximo posible a la batería, un interruptor que permita cortar los circuitos eléctricos. Si se utiliza un interruptor monopolar, deberá colocarse en el cable de alimentación y no en el cable de tierra.

En la cabina de conducción, se deberá instalar un dispositivo de mando para la apertura y cierre del interruptor. Deberá ser de fácil acceso para el conductor y estar claramente señalado. Estará equipado, bien de una tapa de protección, de un mando de movimiento complejo, o de cualquier otro dispositivo que evite su puesta en funcionamiento involuntaria. Se podrán instalar dispositivos de mando adicionales a condición de que estén claramente identificados por una señal y protegidos contra una maniobra intempestiva.

El interruptor deberá colocarse dentro de un cajetín con un grado de protección IP65 conforme a la norma **CEI 529**.

Las conexiones eléctricas en el interruptor deberán tener un grado de protección IP54. Sin embargo, ello no será exigible si las conexiones se albergan en un cofre, que podrá ser el cofre de las baterías, bastando en tal caso proteger estas conexiones contra los cortocircuitos por medio, por ejemplo, de una tapa de goma.

### **Baterías**

Los bornes de las baterías deberán estar aislados eléctricamente o cubiertos por la tapa del cofre de la batería. Si las baterías estuvieran situadas en otra parte que no fuera bajo el capó del motor, deberán estar fijas en un cofre de baterías ventilado.

### **Circuitos con alimentación permanente**

a) Las partes de la instalación eléctrica, incluyendo los cables, que deberán permanecer en tensión cuando el desconectador de baterías esté abierto, deberán ser de características apropiadas para su utilización en una zona peligrosa. Este equipamiento deberá satisfacer las disposiciones generales de la norma **CEI 60079, partes 0 y 141** y las disposiciones adicionales aplicables de la norma **CEI 60079, partes 1, 2, 5, 6, 7, 11, 15 o 182**.

b) Para la aplicación de la norma **CEI 60079, parte 141**, se deberá aplicar la siguiente clasificación: El equipamiento eléctrico permanentemente en tensión, incluyendo los cables, deberá cumplimentar las disposiciones aplicables a la zona 1 para el equipamiento eléctrico en general o las disposiciones aplicables a la zona 2 para el equipamiento eléctrico ubicado en la cabina del conductor. Deberá responder a las disposiciones aplicables al grupo de explosión IIC, clase de temperatura T6. No obstante, para el equipo eléctrico sometido a tensión permanente situado en un medio ambiente en el que la temperatura engendrada por el material no eléctrico situado en ese mismo medio ambiente sobrepase los límites de temperatura T6, la clase de temperatura del equipo eléctrico sometido a tensión permanente deberá ser al menos la de la clase T4.

c) Los cables de alimentación del equipamiento eléctrico permanentemente en tensión deben, bien ser conformes con las disposiciones de la norma **CEI 60079, parte 7** y estar protegidos por



un fusible o desconectador automático colocado lo más cerca posible a la fuente de tensión, o bien, en el caso de un equipamiento “intrínsecamente seguro”, estar protegidos por una barrera de seguridad colocada lo más cerca posible a la fuente de tensión.

**Disposiciones aplicables a la parte de la instalación eléctrica colocada en la parte posterior de la cabina de conducción.**

El conjunto de esta instalación deberá diseñarse, ejecutarse y estar protegida de modo que no pueda provocar inflamaciones ni cortocircuitos, en las condiciones normales de utilización de los vehículos y minimizar tales riesgos en caso de choque o deformación. En particular al Alumbrado y a las conexiones eléctricas.

**Alumbrado**

No se utilizarán nunca lámparas con casquillo a rosca.

**Conexiones eléctricas**

Las conexiones eléctricas entre los vehículos a motor y los remolques deberán ser conformes con el grado de protección IP54 según la norma **CEI 60529** y estarán diseñadas de forma que se impida cualquier derivación accidental. Las conexiones deberán ser conformes con las normas **ISO 12098:20043**, **ISO 7638:20033** y **UNE-EN15207:2006**, según corresponda.

**5.6.1.- Electricidad estática.** (INTSH: NTP 374/375/225).

La electricidad estática constituye un desequilibrio transitorio en la distribución de cargas por transferencia entre la superficie de dos elementos o medios suficientemente próximos, con la creación de un campo eléctrico y una diferencia de potencial que pueden alcanzar valores muy elevados.

Cuando dos elementos con carga de igual valor y signo contrario se encuentran separados por un medio aislante, entre los que se encuentra el aire, puede establecerse, de existir una vía conductora, una descarga disruptiva con liberación de energía. Tales descargas también se producen entre un cuerpo cargado eléctricamente y otro cuerpo próximo exento de cargas pero conectado eléctricamente a tierra. Al disminuir la distancia, también resulta menor la tensión precisa para que se opere la descarga disruptiva. La energía liberada al producirse la chispa es el parámetro determinante en la peligrosidad de la chispa.

El mecanismo de carga de los líquidos en circulación, considerados como electrolitos débiles, obedece a la teoría de la "doble capa eléctrica", según la cual los iones de un determinado signo son absorbidos preferentemente por la superficie del sólido que los contiene, formándose, consecuentemente, una capa de determinada polaridad, sobre la que se deposita una segunda capa de iones de carga opuesta. Por otra parte, la densidad de carga del líquido decrece al aumentar la distancia a la pared del contenedor.



Una descarga electrostática es capaz de causar una ignición, siempre y cuando la energía liberada sea mayor que la energía mínima de ignición de la mezcla combustible presente en ese momento.

A su vez, para que una mezcla (gas/aire o vapor/aire) se inflame, no sólo la relación de la concentración del material inflamable frente a la concentración de aire (oxígeno) debe encontrarse dentro de los límites de inflamabilidad, sino que sólo será susceptible de ignición si la temperatura del líquido del que emana supera el punto de inflamación. Especial atención debe prestarse, no obstante, a los aerosoles en los que las pequeñas gotas pueden incrementar muy rápidamente su temperatura, superando el punto de inflamación, debido a su baja capacidad calorífica.

En general, la probabilidad de que se den simultáneamente una atmósfera explosiva y una descarga con liberación suficiente de energía como para causar una ignición, es relativamente baja. Por ello, no resulta raro constatar la existencia de operaciones con riesgo de cargas electrostáticas que llevan realizándose indefinidamente sin que hayan surgido incidentes.

Las conexiones equipotenciales y puestas a tierra se ponen, una vez conseguido el control apropiado sobre la generación y acumulación de cargas electrostáticas, se hace necesario crear las condiciones precisas para que las cargas que se puedan formar sean fácilmente eliminadas. Ello se consigue mediante la interconexión de todas las superficies conductoras, estando a su vez el conjunto conectado a tierra. La conexión englobaría a los compartimentos objeto de trasvase y al equipo de bombeo y sus conducciones. La conexión debe hacerse antes de proceder a la carga, debiendo mantenerse hasta en tanto no se haya cerrado aquélla, una vez completada la carga.

De esta forma, la unión equipotencial impedirá cualquier crecimiento de los potenciales electrostáticos entre la manguera de carga y compartimento, eliminándose la posibilidad de destello en las proximidades de la zona de carga.

Los cables de conexión pueden ser aislados o no. El uso de estos últimos permite visualizar la continuidad eléctrica. En el caso de utilizar los aislados se precisa de una comprobación que constate su continuidad. Estos registros, en modalidad de continuo, operan en conjunción con señales luminosas o de parpadeo, impidiendo la selección y puesta en marcha de los grupos de bombeo ante deficiencias de un contacto idóneo.

En caso de que el recipiente esté muy aislado de tierra, los camiones cisterna, por ejemplo la carga de la superficie líquida atrae una carga igual de signo contrario hacia el interior del recipiente, dejando una carga igual a la del líquido en la pared exterior de la cisterna suponiendo que ésta sea metálica. Es entonces factible que se produzca una descarga electrostática por chispa, por ejemplo entre la boca del recipiente y la tubería de llenado o cualquier otro elemento metálico conectado eléctricamente a tierra, como un medidor de nivel o un muestreador de líquido que se introduzca por dicha boca, generando una situación de alto riesgo al ser posiblemente en tal zona la atmósfera inflamable.

También se ha de tener en cuenta, las cargas electrostáticas de las personas. Las personas pueden acumular también cargas tanto por su movimiento y contacto con el medio exterior como por la influencia de campos eléctricos a los que estén expuestos. Dicho contacto puede producir la transmisión de cargas electrostáticas a las personas, así como



también puede hacerlo la proximidad a objetos cargados eléctricamente. La acumulación de cargas también depende en gran medida de las características físicas de las personas y también siendo un factor influyente, la humedad ambiental.

El cuerpo humano es considerado un buen conductor de la electricidad, aunque su vestimenta puede ser un factor negativo que facilite la acumulación de cargas, debido a la baja conductividad de la misma. Así, por ejemplo, la ropa de fibras sintéticas y el uso de guantes o calzado aislante, es contraproducente cuando exista tal riesgo en atmósferas inflamables.

El aislamiento de la persona del suelo por usar suelas de material no conductor o estar situada sobre pavimento no conductor es la condición necesaria para que ésta pueda acumular cargas electrostáticas considerables.

En conclusión la descarga disruptiva entre un operario aislado de tierra y un cuerpo conductor es muy peligrosa debido a la energía que puede aportar. Aunque en ningún caso tal situación conlleva un riesgo de electrocución ya que la intensidad de la corriente que se genera es bajísima, y la única sensación que producirá será la de una ligera sacudida.

Debido a todos los inconvenientes y riesgos que puede producir la electricidad estática son necesarias unas medidas de prevención y de protección ya que como se ha mencionado, la generación de electricidad estática en el trasvase de muchos líquidos inflamables es inevitable. Se distinguirá entre las medidas preventivas, que tienen por objeto evitar la existencia de atmósferas inflamables y controlar que la generación de cargas sea lo más baja posible, de aquellas otras medidas que denominaremos de protección que tienen por objeto controlar las descargas disruptivas, a fin de evitar que éstas se produzcan o bien en caso de producirse que no sean peligrosas.

En este grupo de medidas de protección se encuentran las que controlan la acumulación de cargas, facilitando su eliminación gradual sin chispas.

Entre las medidas de prevención se destacan: el control de atmósferas inflamables, el control de velocidad de flujo de líquidos y del sistema de llenado de recipientes, la instalación eléctrica y equipos protegidos y el control de impactos mecánicos y otros focos de ignición.

Y en cuanto a las medidas de protección: la interconexión equipotencial y puesta a tierra, el control de los tiempos de relajación, la ropa de trabajo del personal, el control de la humedad ambiental y procedimientos seguros de trabajo y el control de atmósferas inflamables.

La generación de electricidad estática y su acumulación en la actividad de carga y descarga de camiones cisterna, cuando se manipulan inflamables, admite varios orígenes. Uno de ellos es el resultado de la filtración del producto a través de los diminutos orificios del filtro, operación que puede producir muy altos niveles de cargas y que requiere, para su disipación, un periodo de tiempo considerable.

Un segundo mecanismo es el producido por el movimiento del producto a través de los filtros de malla intercalados en los circuitos de manipulación (bridas con filtro), debiendo precisarse que con tamaños de orificio mayores de 300 micras existe poca probabilidad de



que se generen situaciones peligrosas. De ahí que, en estos casos, el tiempo de relajación a que se hacía referencia pueda ser reducido, por ejemplo a 30 segundos.

Sin embargo, cuando el orificio de malla disminuye, la generación de cargas podría acercarse, en ciertas circunstancias, a niveles considerables de riesgo. Tamaños de poro por debajo de las 150  $\mu\text{m}$  puede entrañar peligrosidad, especialmente si se encuentran obturados, debiendo recurrirse al intervalo de disipación de cargas, al tiempo que se procede a la limpieza o sustitución de filtros cuando la presión llega a ser excesiva.

El tercer mecanismo de generación es el debido al simple movimiento del líquido a lo largo de la tubería, dependiendo la generación de cargas de la clase de producto y de su velocidad de circulación.

Para que una carga electrostática pueda constituir una fuente de ignición en el interior de un recinto vacío, deben concurrir las condiciones siguientes:

- 1º - Existencia de elementos generadores de cargas electrostáticas.
- 2º - Acumulación suficiente de cargas como para generar chispas.
- 3º - Presencia de una mezcla inflamable susceptible de ignición.

#### **6.- Remolque-vehículo. Conformidad.** (Reglamento nº 13) (ADR 9.2.3.3.2).

En el apartado 9.1.1.2. del **ADR 2015** se hace una clasificación de los vehículos. En nuestro caso debe ser un "**Vehículo FL**" según viene definido como: un vehículo destinado al transporte de gases inflamables en cisternas fijas o desmontables con capacidad superior a 1 metro cúbico o en contenedores cisterna, en cisternas portátiles o CGEM con capacidad individual superior a 3 m<sup>3</sup>.

Para la conformidad según los reglamentos marcados utilizamos **el Real Decreto 2028/1986**, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos.

Donde hace constar que un tipo de vehículo se ajuste a las prescripciones técnicas establecidas en las Directivas específicas y ha pasado los controles y comprobaciones previstos en los correspondientes certificados de homologación establecidos en la **Directiva 70/156/CEE** para los vehículos automóviles y sus remolques.

**Homologación CEE** - El acto por el cual un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea hace constar que un tipo de vehículo se ajusta a las prescripciones técnicas establecidas en las Directivas específicas y ha pasado los controles y comprobaciones previstos en los correspondientes certificados de homologación establecidos en la Directiva para los vehículos automóviles y sus remolques.

Los vehículos a motor y los remolques destinados a constituir una unidad de transporte de mercancías peligrosas deben cumplir todas las disposiciones técnicas pertinentes del **Reglamento ECE Nº 13** (Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de las categorías M, N y 0 en lo que se refiere al frenado) o de la **Directiva 71/320/CEE** (publicada inicialmente en el Diario oficial de las Comunidades europeas Nº L202 del 6.9.1971), en su redacción modificada, conforme a las fechas de aplicación que allí se especifican.



A continuación se adjunta la tabla del *ADR 2015* donde se indica con que equipamiento debe de contar nuestro “Vehículo FL” y las especificaciones técnicas de dichos equipos:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		VEHÍCULOS					OBSERVACIONES
		EX/II	EX/III	AT	FL	OX	
<b>9.2.2</b>	<b>EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>						
9.2.2.2	Canalizaciones		X	X	X	X	
9.2.2.3	Desconectador de baterías						
9.2.2.3.1			X <sup>a</sup>		X <sup>a</sup>		<sup>a</sup> La última frase del 9.2.2.3.1 se aplica a los vehículos matriculados por primera vez (o que entran en servicio si la matrícula no es obligatoria) a partir del 1 de julio 2005
9.2.2.3.2			X		X		
9.2.2.3.3					X		
9.2.2.3.4			X		X		
9.2.2.4	Baterías	X	X		X		
9.2.2.5	Circuitos con alimentación permanente						
9.2.2.5.1					X		
9.2.2.5.2			X				
9.2.2.6	Instalación eléctrica en la parte posterior de la cabina		X		X		
<b>9.2.3</b>	<b>EQUIPAMIENTO DE FRENADO</b>						
9.2.3.1	Disposiciones generales	X	X	X	X	X	
	Dispositivo de frenado antibloqueo		X <sup>b</sup>	X <sup>b</sup>	X <sup>b</sup>	X <sup>b</sup>	<sup>b</sup> Aplicable a los vehículos a motor (tractores y vehículos rígidos) con una masa máxima que supere 16 toneladas y los vehículos a motor autorizados para arrastrar remolques (es decir, remolques completos, semirremolques y remolques con eje central) con una masa máxima que supere 10 toneladas. Los vehículos a motor deberán estar equipados con un sistema de frenado antibloqueo de la categoría 1. Aplicable a los remolques (es decir, remolques completos, semirremolques y los remolques con eje central) con una masa máxima que supere 10 toneladas. Los remolques deberán estar equipados con un sistema de frenado antibloqueo de la categoría A..
	Dispositivo de frenado de resistencia		X <sup>c</sup>	X <sup>c</sup>	X <sup>c</sup>	X <sup>c</sup>	<sup>c</sup> Aplicable a todos los vehículos a motor de una masa máxima que sobrepase 16 toneladas o autorizado a arrastrar remolques con una masa máxima que sobrepase 10 toneladas. El sistema de frenado de resistencia deberá ser de tipo IIA.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		VEHÍCULOS					OBSERVACIONES
		EX/II	EX/III	AT	FL	OX	
<b>9.2.4</b>	<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO</b>						
9.2.4.2	Cabina					X	
9.2.4.3	Depósitos de carburante	X	X		X	X	
9.2.4.4	Motor	X	X		X	X	
9.2.4.5	Dispositivo de escape	X	X		X		
9.2.4.6	Freno de resistencia del vehículo		X	X	X	X	
9.2.4.7	Calefacción a combustión						
9.2.4.7.1, 9.2.4.7.2, 9.2.4.7.5		X <sup>d</sup>	<sup>d</sup> Aplicable a los vehículos a motor equipados después del 30 de junio de 1999. Puesta de conformidad obligatoria antes del 1 de enero del 2010 para los vehículos equipados antes del 1 de julio de 1999. La fecha de la primera matriculación del vehículo se utilizará cuando la fecha de equipamiento del vehículo no este disponible.				
9.2.4.7.3, 9.2.4.7.4					X <sup>d</sup>		<sup>d</sup> Aplicable a los vehículos a motor equipados después del 30 de junio de 1999. Puesta de conformidad obligatoria antes del 1 de enero del 2010 para los vehículos equipados antes del 1 de julio de 1999. La fecha de la primera matriculación del vehículo se utilizará cuando la fecha de equipamiento del vehículo no este disponible.
9.2.4.7.6.		X	X				
9.2.5	DISPOSITIVO DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	X <sup>e</sup>	<sup>e</sup> Aplicable a los vehículos a motor con una masa máxima que supere las 12 toneladas, matriculados después del 31 de diciembre de 1987 y a todos los vehículos a motor de una masa máxima superior a 3,5 toneladas pero inferior o igual a 12 toneladas matriculados por primera vez después del 31 de diciembre de 2007.				
9.2.6	DISPOSITIVO DE ENGANCHE DEL REMOLQUE	X	X				



### **6.1.- Unión de Cisterna al chasis/semirremolque**

La unión se realizará mediante durmientes de acero, estas irán unidas al chasis mediante pernos y a su vez, soldadas a la cisterna.

El remolque seleccionado es de la marca *Prim-Ball*.

Las características del chasis se recogen en la siguiente tabla:

Características CHASIS	
<b>Medidas Chasis (Largo x Ancho):</b>	10500 mm Largo x 2500 mm Ancho
<b>Bastidor:</b>	Bastidor aligerado para mejorar tara unidad construido en vigas ensambladas con perfilería especial y refuerzos en tren de rodaje.
<b>Carga útil:</b>	Total 39.000 Kg (Repartidos en 12.000 Kg sobre King-pin y 27.000 Kg sobre ejes)
<b>Tara Remolque:</b>	Peso remolque 6000 Kg (Incluyendo rueda de repuesto)
<b>Vigas longitudinales: (Vigas maestras)</b>	HEM 200 en doble T, soldados entre sí, fabricadas con sistema de soldadura por arco sumergido, alma chapa y pasamanos de material de alta resistencia y totalmente soldados por ambos lados.
<b>King-Pin:</b>	King-Pin de 2" desmontable por la parte inferior. Chapa de King-Pin antidesgaste de 8 mm.
<b>Pies de Apoyo:</b>	Dos pies de apoyo telescópicos y manuales de 2 velocidades. Carga estática 50 Ton. Capacidad de elevación 24 ton. Marcas Jost/Haacom
<b>Paragolpes:</b>	Paragolpes trasero homologado de tubo estructural y barra antigolpes lateral.
<b>Acabado Trasera:</b>	Soporte pilotos en acero inoxidable. Hueco entre vigas chasis en acero inoxidable.
EJES	
<b>Número Ejes:</b>	3 ejes reforzados
<b>Disco/Tambor:</b>	Frenos de disco o tambor a elegir
<b>Marcas Ejes:</b>	ROR, BPW, SAF, MERCEDES
<b>Opciones Ejes:</b>	Elevador eje manual, con descenso automático en función de la carga, con manejo desde cabina camión por electroválvula
NEUMATICOS	
<b>Número Neumáticos:</b>	4 Neumáticos por eje (eje de rueda doble). En configuraciones de serie se incluye un neumático más de repuesto
<b>Medida:</b>	285 / 70 R 19,5
<b>Marca:</b>	Goodyear
<b>Tipo Llanta:</b>	Acero
<b>Guardabarros:</b>	Independiente con faldilla antispray
FRENOS Y SISTEMA DE SEGURIDAD	
<b>Composición:</b>	Homologada según directiva CEE. Cabezas de acoplamiento según normas ISO. Valvula correctora del frenado en función de la carga/ALB, relé de urgencia, cámaras/actuadores de freno, filtros de aire en ambos circuitos
<b>ABS:</b>	ABS 1 EJE
<b>Marca Valvulería:</b>	Haldex/Wabco
INSTALACION ELECTRICA	
<b>Especificaciones Eléctricas:</b>	Cable PUR blindado, homologado para la obtención de certificado ADR, cumpliendo norma estanqueidad IP-68.



<b>Componentes I.E.:</b>	Luces laterales, luces de gálibo en paragolpes, 3ª luz de freno, indicador acústico marcha atrás.
<b>PINTURA</b>	
<b>Proceso:</b>	Granallado con aplicación posterior de dos capas de imprimación acrílica antioxidante y pintado con esmalte de dos componentes con resinas de alta calidad.
<b>Color:</b>	Negro

## 6.2.- Unión del Semirremolque a la cabeza tractora

El semirremolque dispone de una placa porta “King pin”, que hace de soporte de este elemento de unión entre el semirremolque y el camión, por lo que debe ser muy resistente a deformaciones. En la parte trasera del semirremolque se fijan los ejes, reforzando esa zona, ya que soportará la mayor parte del peso. En ambas áreas se marcarán las diferencias entre las deformaciones que presenten los chasis de los semirremolques respecto de los chasis de los camiones.

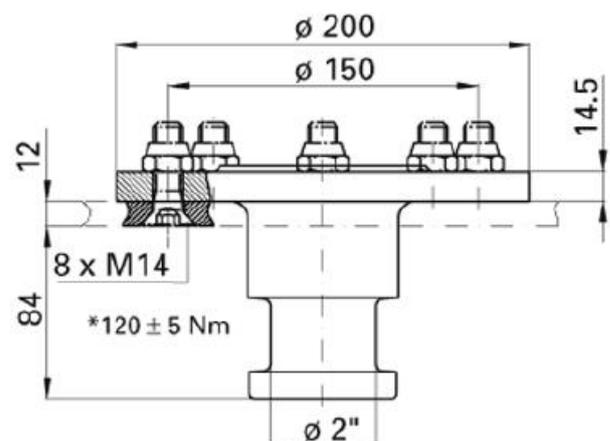
La unión entre el semirremolque, que será la cisterna, y el camión se realiza mediante dos dispositivos de conexión. Uno es la "quinta rueda" que está montado en el bastidor trasero de la cabeza tractora. El otro es llamado el "King pin", que está situado en el extremo delantero del semirremolque.

### King-pin

El King-pin elegido es de la **Marca Yonglitai, modelo LT-XZ50**, al ser de 2" y ser compatible con el chasis elegido. El King-pin es un componente de acoplamiento entre el semi-remolque y el camión, que se encuentra debajo de la parte delantera del semirremolque y consistente en un bulón dispuesto en sentido vertical, que permite la articulación del acoplamiento.

El acoplamiento mecánico se efectúa alojando el King - pin en el centro de la quinta rueda y fijándolo por medio de unas mordazas dispuestas a tal efecto. Para facilitar la maniobra de acoplamiento, la quinta rueda dispone de una garganta que orienta el “King-pin” hasta el centro de la misma.

Cuando se combina con el “King pin”, la quinta rueda permite que el semirremolque pueda girar en el punto donde se unen. El accesorio de rotación permite que el conjunto camión/semirremolque pueda hacer giros y proporciona estabilidad y maniobrabilidad en la carretera.



## Quinta rueda

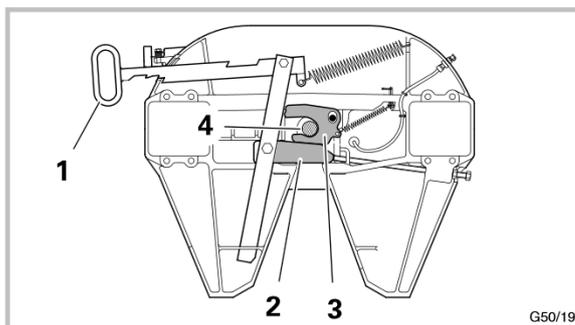
En este caso, la quinta rueda la lleva incorporada la cabeza tractora.

La quinta rueda sirve como un dispositivo de acoplamiento entre un camión tractor y un semirremolque. Una quinta rueda es un disco de metal con una ranura en forma de "V". Se fija al chasis horizontalmente por encima de los ejes traseros del camión tractor. La ranura en forma de "V" está situada en la parte trasera y contiene un dispositivo de bloqueo.



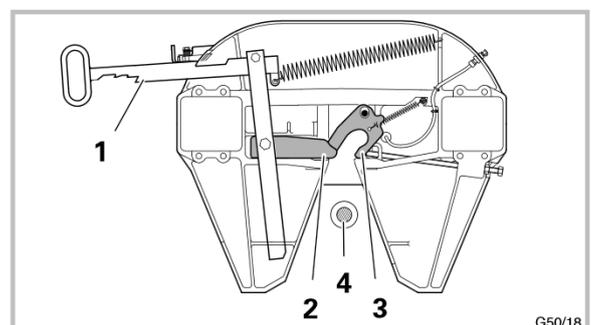
### Posiciones de la quinta rueda:

Quinta rueda cerrada y asegurada



- 1 Manilla
- 2 Pestillo de cierre
- 3 Gancho de cierre
- 4 King pin

Quinta rueda preparada para enganchar



- 1 Manilla
- 2 Pestillo de cierre
- 3 Gancho de cierre
- 4 King pin

## 7.- Marcado de la cisterna (ADR 4.3.4.1.1/6.8.2.5.1). (Capítulo III RD 1388/2011)

La cisterna cumple con los marcados que se establecen en el **ADR 2015** (Apartado 6.8.2.5.1.) y en el **Real Decreto RD 1388/2011**: Conformidad de los equipos a presión transportables (Capítulo III).

### 7.1.- Marcado según el Apartado 6.8.2.5.1. del ADR 2015

Todas las cisternas llevarán una placa metálica resistente a la corrosión, fijada de modo permanente sobre la cisterna, en un lugar de fácil acceso para su inspección. En esta placa se mostrarán, por estampado o cualquier otro método semejante, como mínimo, los datos que se relacionan a continuación. Se admitirá que estos datos se graben directamente en las paredes del depósito propiamente dicho, con la condición de que estas se refuercen de modo que no se comprometa la resistencia del depósito:



- número de aprobación;
- designación o marca del fabricante;
- número de serie de fabricación;
- año de construcción;
- presión de prueba (presión manométrica);
- presión exterior de cálculo;
- capacidad del depósito - para los depósitos de varios compartimentos, la capacidad de cada elemento-, seguido del símbolo "S" cuando los depósitos o los compartimentos de más de 7.500 litros estén divididos mediante rompeolas en secciones con una capacidad no superior a 7.500 litros;
- temperatura de cálculo (solamente si es superior a +50° C o inferior a -20° C);
- fecha y tipo de la última prueba sufrida "mes, año" seguido de una "P" cuando esta prueba es la prueba inicial o una prueba periódica, o "mes, año" seguido por una "L" cuando esta prueba es una prueba de estanqueidad intermedia;
- cuño del perito que ha realizado las pruebas;
- material del depósito y referencia a las normas de los materiales, si fueran disponibles, y, en su caso, del revestimiento de protección; presión de prueba del conjunto del depósito y presión de prueba por compartimentos en MPa o bar (presión manométrica), si la presión por compartimentos fuera inferior la presión para el depósito.

Además, la presión máxima de servicio autorizada se inscribirá sobre las cisternas de llenado o vaciado a presión.

Ejemplo de placa para el marcado ADR:

1	Fabricante			
2	Número de aprobación			
3	Número de serie del fabricante			
4	Año de fabricación			
5	Presión de ensayo	a) Cisterna completa	MPa	
		b) Compartimentos	MPa	
6	Capacidad total del recipiente	Litros		
	Capacidad de los compartimentos	1	1	1
		1	1	1
7	Temperatura de diseño	°C		
8	Material de la cisterna y referencia de material			
9	Material de la capa o del recubrimiento de protección			
10	Aislamiento			
11	Presión máxima de servicio	MPa		
12	Presión externa de diseño			
13	Nombre de la(s) mercancía(s) peligrosa(s)	14 Masa máxima	15 Presión máxima de llenado	16 Temperatura de llenado
		kg	MPa	°C
17	Sellos del inspector (inspección inicial, intermedia y periódica)			



## **7.2.- Marcado según el Capítulo III del RD 1388/2011**

### **Artículo 12. Conformidad de los equipos a presión transportables y evaluación de la misma.**

1. Los equipos a presión transportables deberán cumplir los requisitos pertinentes, relativos a la evaluación de la conformidad y a los controles periódicos, intermedios y extraordinarios, establecidos en el RID y ADR y en los capítulos III y IV del presente real decreto.
2. Los equipos a presión transportables deberán cumplir las especificaciones de la documentación conforme a la cual se hayan fabricado. Los equipos estarán sujetos a controles periódicos, intermedios y extraordinarios con arreglo al RID y ADR y a los requisitos de los capítulos III y IV del presente real decreto.
3. Los certificados de evaluación de la conformidad, los certificados de reevaluación de la conformidad y los informes de los controles periódicos, intermedios y extraordinarios expedidos por un organismo notificado serán válidos en todo el territorio nacional y todos los Estados miembros.

Para las partes desmontables de los equipos a presión transportables recargables podrá efectuarse una evaluación de la conformidad independiente.

### **Artículo 13. Principios generales del marcado II**

1. El marcado II será colocado únicamente por el fabricante o, en los casos de reevaluación de la conformidad, con arreglo a lo dispuesto en el anexo II del presente real decreto.
2. El marcado II se colocará exclusivamente en los equipos a presión transportables que:
  - a) Cumplan los requisitos relativos a la evaluación de la conformidad establecidos en el RID y ADR y en el presente real decreto, o
  - b) cumplan los requisitos relativos a la reevaluación de la conformidad mencionados en la disposición transitoria única.

No se colocarán en ningún otro equipo a presión transportable.

3. Con la colocación del marcado II, el fabricante indica que asume la responsabilidad de la conformidad del equipo a presión transportable con todos los requisitos aplicables establecidos en el RID y ADR y en el presente real decreto.
  4. A los efectos del presente real decreto, el marcado II será el único marcado que acredite la conformidad del equipo a presión transportable con los requisitos aplicables establecidos en el RID y ADR y en el presente real decreto.
  5. Queda prohibido fijar en los equipos a presión transportables marcados, signos e inscripciones que puedan inducir a terceros a error sobre el significado o la forma del marcado II.
- Cualquier otro marcado se colocará en los equipos a presión transportables de forma que no afecte a la visibilidad, la legibilidad y el significado del marcado II.

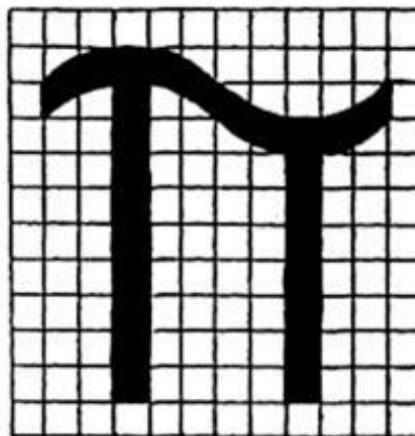


6. Las partes desmontables de los equipos a presión transportables recargables con una función directa de seguridad llevarán el marcado II.

7. Las Comunidades Autónomas se asegurarán de la correcta aplicación del régimen que regula el marcado II y emprenderán las acciones oportunas en caso de uso incorrecto del marcado. Las Comunidades Autónomas establecerán asimismo las correspondientes sanciones. Dichas sanciones deberán ser proporcionadas a la gravedad de la infracción y constituir un elemento eficaz de disuasión contra el uso incorrecto del marcado.

Artículo 14. Reglas y condiciones para la colocación del marcado II.

1. El marcado II consistirá en el símbolo que se reproduce en el modelo siguiente:



2. La altura mínima del marcado II será de 5 mm. Para los equipos a presión transportables con un diámetro igual o inferior a 140 mm la altura mínima será de 2,5 mm.

3. Se respetarán las proporciones del dibujo graduado del apartado 1 de este artículo. La rejilla no forma parte del marcado.

4. El marcado II se colocará en el equipo a presión transportable o en su placa de datos de manera visible, legible e indeleble, así como en las partes desmontables del equipo a presión transportable recargable que cumplan una función directa de seguridad.

5. El marcado II se colocará antes de introducir en el mercado un nuevo equipo a presión transportable o partes desmontables del equipo a presión transportable recargable que cumplan una función directa de seguridad.

6. El marcado II irá seguido del número de identificación del organismo notificado que intervenga en los controles y ensayos iniciales. El número de identificación del organismo notificado lo colocará el propio organismo, o siguiendo sus instrucciones, el fabricante.

7. El marcado de la fecha del control periódico o, cuando proceda, del control intermedio deberá ir acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable del control periódico.



## **8.- Señalización y alumbrado**

### **8.1.- Señalización de la cisterna**

A continuación detallamos las distintas placas y/o etiquetas que debe llevar nuestra cisterna según el *ADR 2015* y la normativa española vigente:

#### **Señalización de la clase de peligrosidad de la materia (Materia inflamable - Clase 2)**

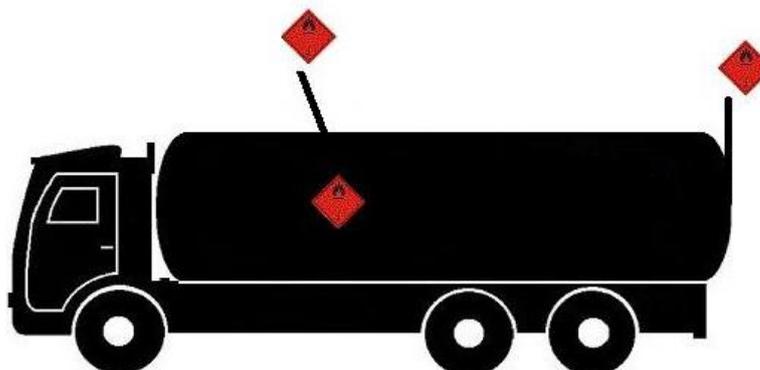
##### Características de las placas-etiquetas:

- Tener unas dimensiones mínimas de 250 mm por 250 mm, con una línea de 12,5 mm por dentro del borde y paralela a este. En la mitad superior de la etiqueta la línea debe tener el mismo color que el signo convencional y en la mitad inferior debe tener el mismo color que la cifra de la esquina inferior;
- Corresponder a la etiqueta para la mercancía peligrosa en cuestión en lo que se refiere al color y al símbolo;
- Llevar el número o las cifras, en cifras de al menos 25 mm de altura, para la etiqueta correspondiente a la mercancía peligrosa en cuestión.



##### Lugar de colocación:

Al tener nuestro camión cisterna un solo compartimento y transportar una sola mercancía peligrosa, deberán colocarse cada placa-etiqueta a cada lado de la cisterna y ambas en la parte trasera de la misma.





### **Señalización de identificación de peligro y el número ONU (Panel naranja)**

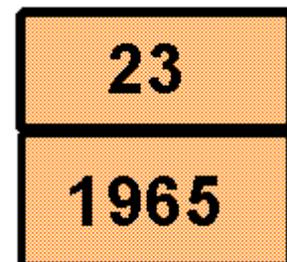
#### **Especificaciones relativas a los paneles naranja**

- Los paneles naranja deben ser retroreflectantes y deberán tener una base de 40 cm y una altura de 30 cm; llevarán un ribete negro de 15 mm. El material utilizado debe ser resistente a la intemperie y garantizar una señalización duradera. El panel no deberá separarse de su fijación después de un incendio de una duración de 15 minutos. Los paneles naranja pueden presentar en el medio una línea horizontal con una anchura de 15 mm. Si el tamaño y la construcción del vehículo son tales que la superficie disponible sea insuficiente para fijar estos paneles naranja, sus dimensiones podrán ser reducidas hasta 300 mm para la base, 120 mm para la altura y 10 mm para el reborde negro.

- El número de identificación de peligro y el número ONU deberán estar constituidos por cifras negras de 10 cm de altura y de 15 mm de espesor. El número de identificación de peligro deberá inscribirse en la parte superior del panel y el número ONU en la parte inferior; estarán separados por una línea negra horizontal de 15 mm de espesor que atraviese el panel a media altura. El número de identificación de peligro y el número de ONU deberán ser indelebles y permanecer visibles después de un incendio de una duración de 15 minutos

**Nº identificación peligro: 23** (Gas licuado inflamable)

**Nº ONU: 1965** (Mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados)



#### **Lugar de colocación:**

Las unidades de transporte que transporten una sola materia peligrosa y ninguna materia no peligrosa, los paneles naranja irán solo en la parte delantera y trasera.



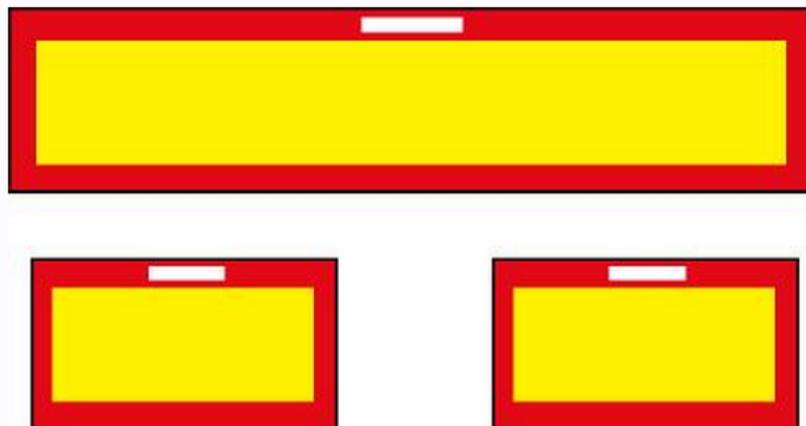


### **Placas indicadoras de la longitud del transporte**

Indica que el vehículo o conjunto de vehículos, tiene una longitud superior a 12 metros.

Esta señal deberá estar colocada en la parte posterior del vehículo y centrada con respecto al eje del mismo.

Esta placa podrá ser sustituida, cuando sea aconsejable para su mejor colocación, por dos de características análogas a la anterior, situadas simétricamente a ambos lados del eje del vehículo y tan cerca de sus bordes como sea posible. En todos los casos las placas se colocarán a una distancia del suelo entre 500 y 1.500 milímetros.



### **8.2.- Alumbrado de la cisterna**

No se utilizarán nunca lámparas con casquillo a rosca.

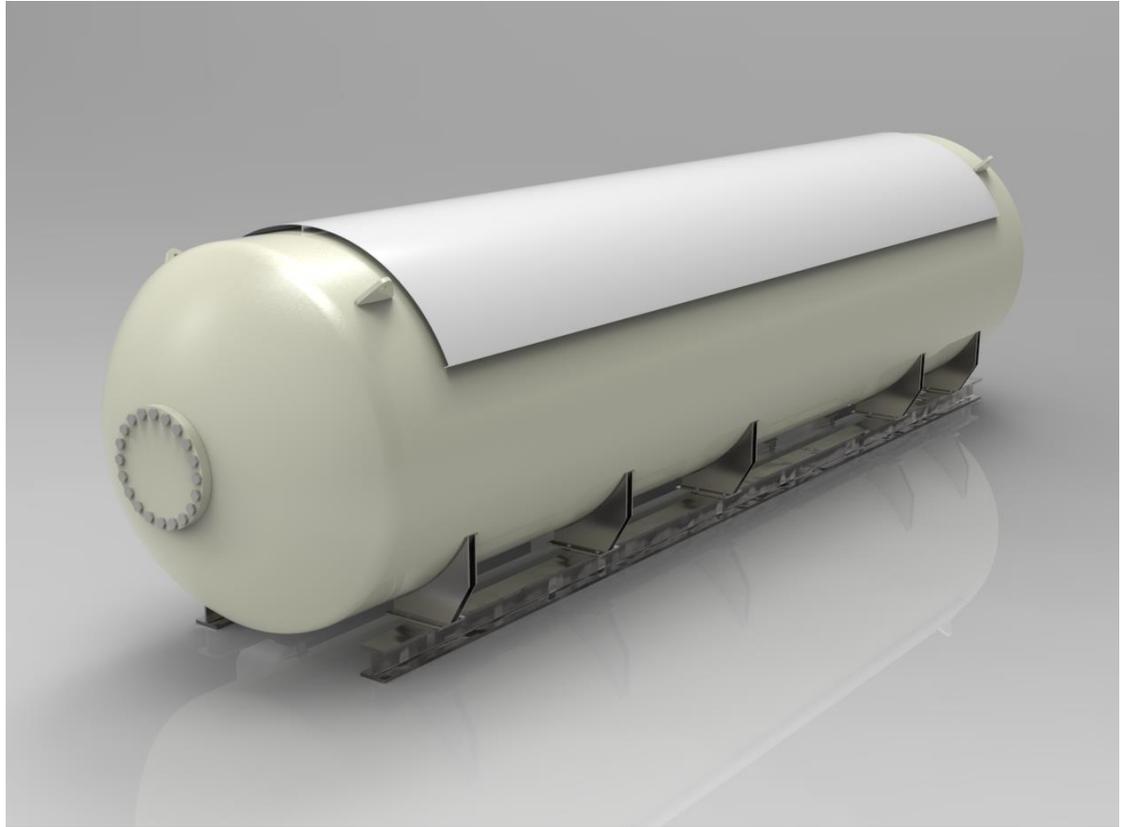
Las conexiones eléctricas entre los vehículos a motor y los remolques deberán ser conformes con el grado de protección IP54 según la norma **CEI 60529** y estarán diseñadas de forma que se impida cualquier derivación accidental.

Las conexiones deberán ser conformes con las normas **ISO 12098:2004**, **ISO 7638:2003** y **UNE-EN 15207:2006**, según corresponda.

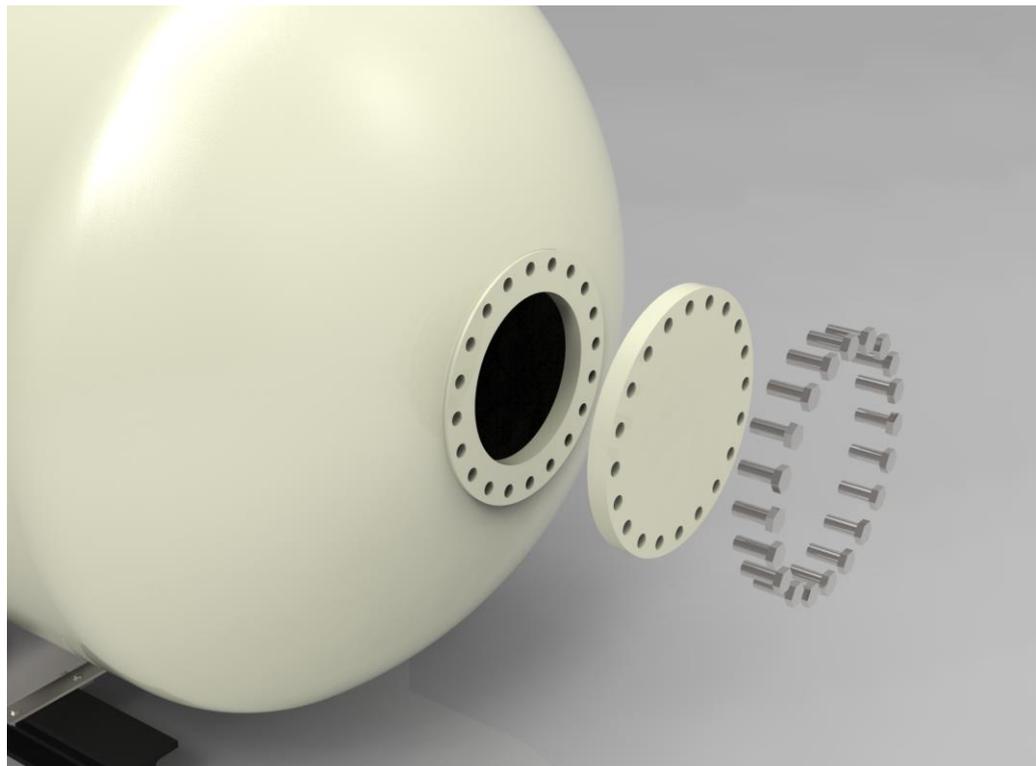


### **9.- Renderizados de la Cisterna en 3D**

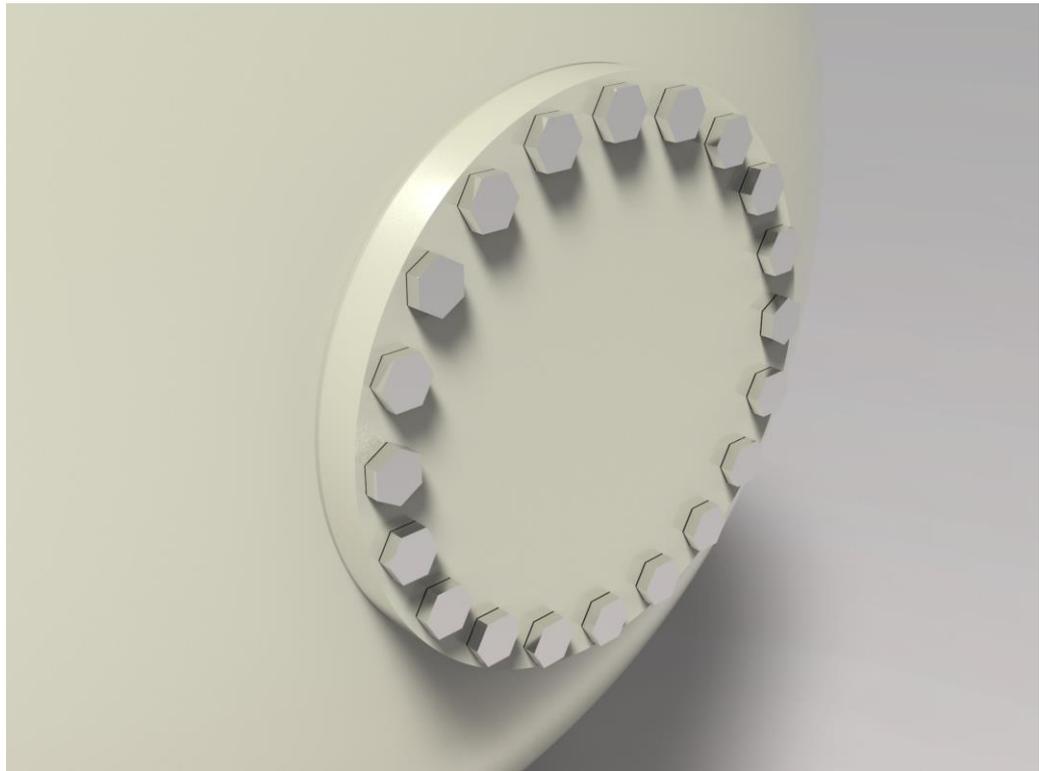
Los renderizados han sido realizados empleando los programas Autodesk Inventor 2016 y Keyshot 5.



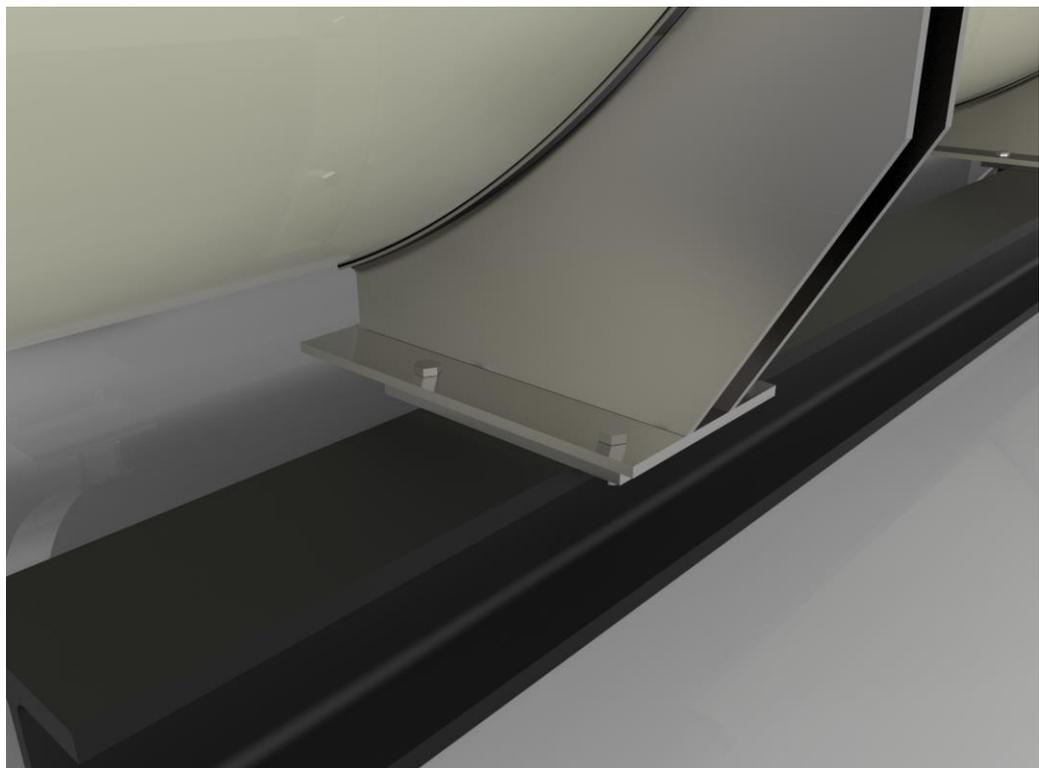
Render 1 – Vista de la cisterna en color crema



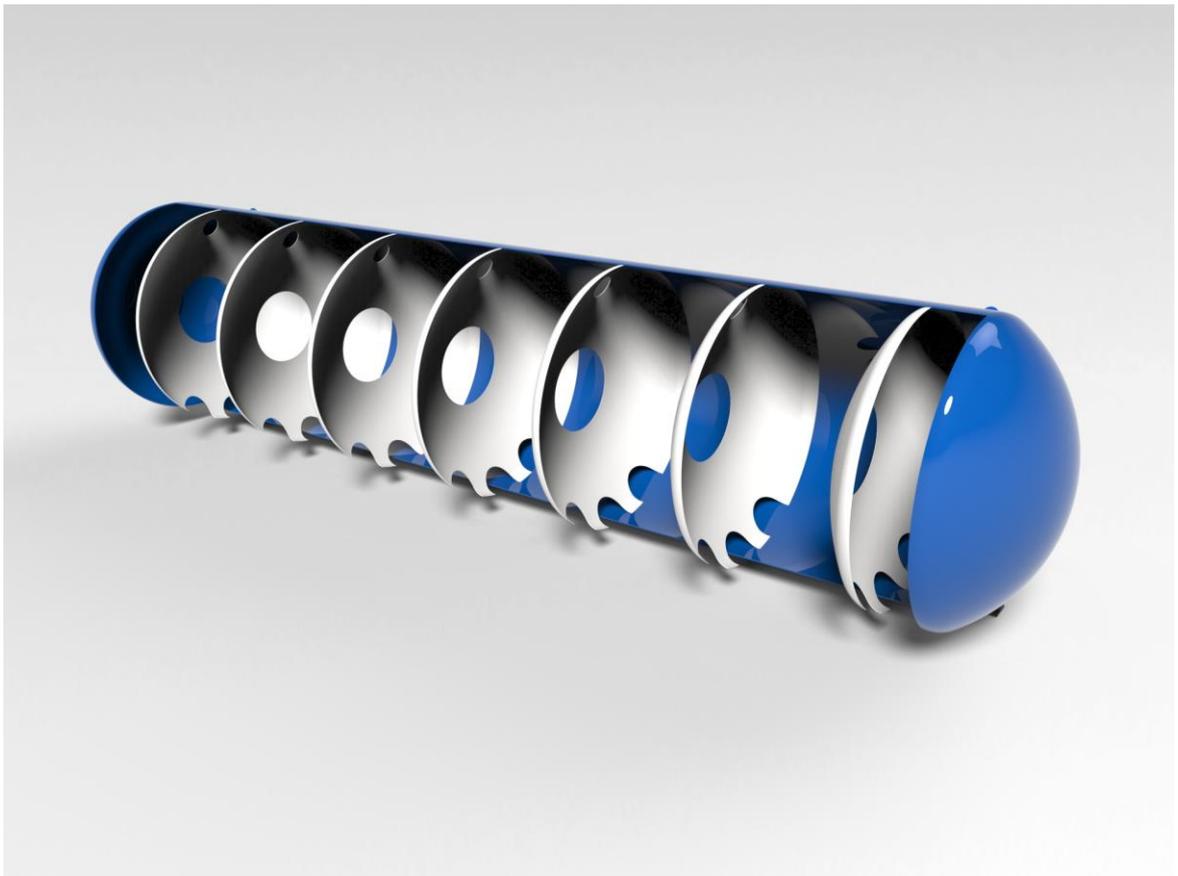
Render 2 – Detalle del fondo posterior en color crema



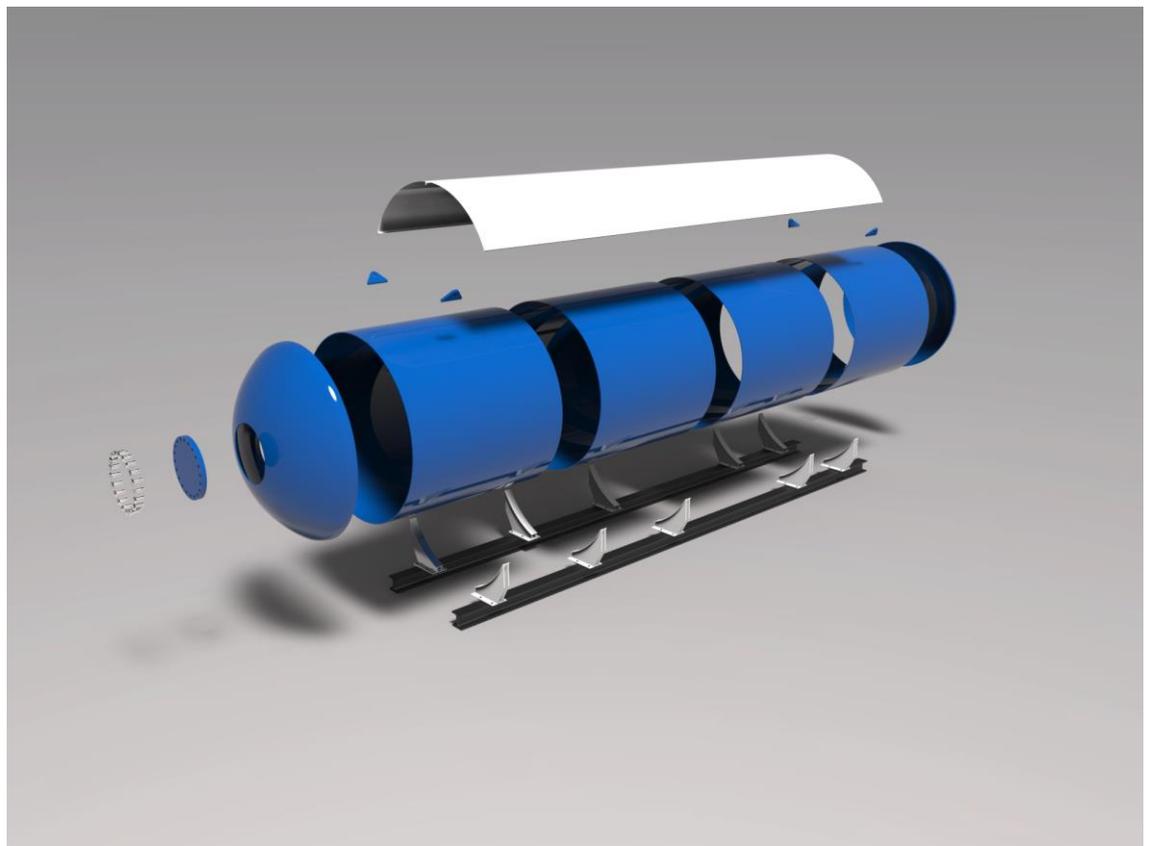
Render 3 – Vista en detalle de la boca hombre



Render 4 – Vista en detalle de Soporte/Tirante



Render 5 – Vista del interior de la cisterna



Render 6 – Plano de despiece de la cisterna (Sin rompeolas)



Render 7 – Vista con todo detalle de la cisterna en color azul con fondo en nave industrial

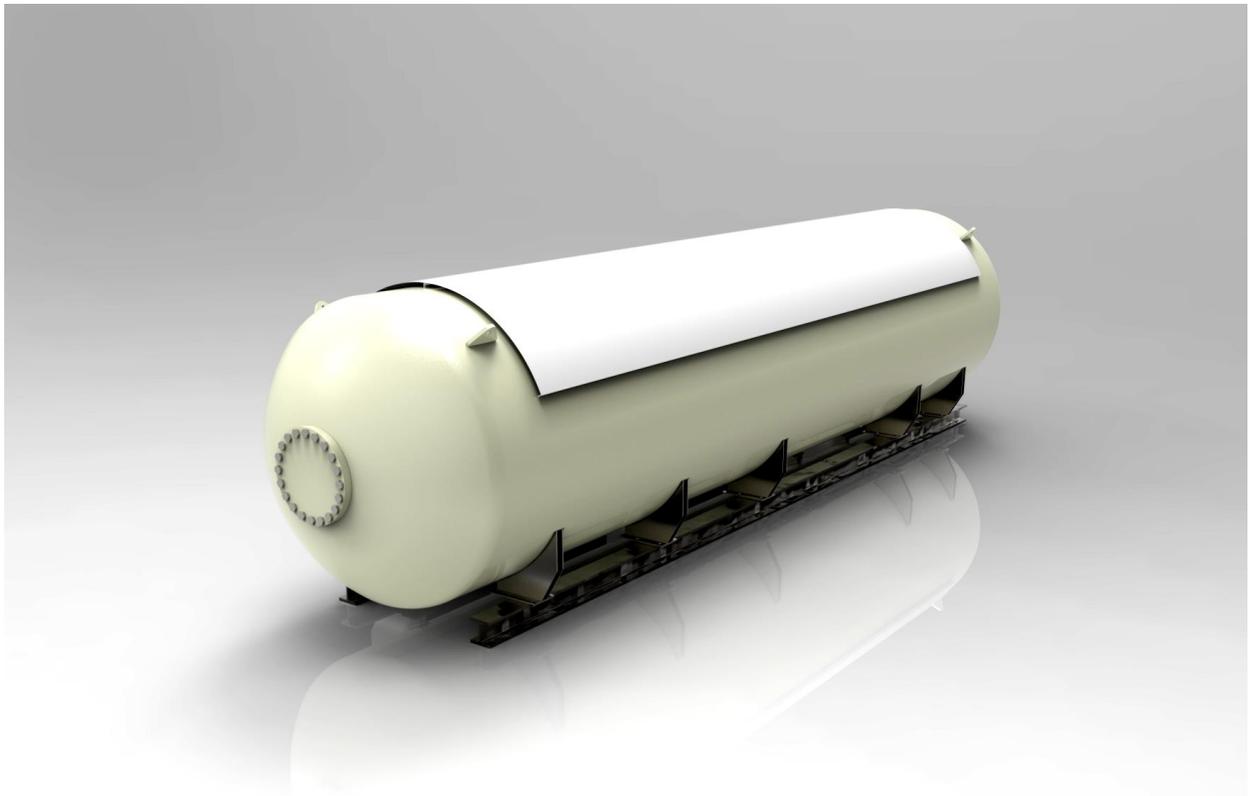


**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



## ÍNDICE ANEJO II

<b>1.- Determinación de paredes, fondos, cierres y aberturas .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>Anexo A – Directrices para la selección de los grados de material .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>Anexo B – Temperaturas de referencia para el diseño .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>Anexo D – Diseño. Ecuaciones de diseño envolvente, fondos y aberturas .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>D.1.- Tensiones de diseño .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>D.2.- Presión de diseño .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>D.3.- Ecuaciones de diseño .....</b>	<b>Pág 4</b>
<b>D.4.- Refuerzo de boquillas .....</b>	<b>Pág 6</b>
<b>D.5.- Refuerzo de boquillas mediante anillos o partes rectas cilíndricas ...</b>	<b>Pág 11</b>
<b>1.1. Elección de aberturas y cierres .....</b>	<b>Pág 12</b>
<b>1.1.1.- Aberturas y cierres en los fondos abombados .....</b>	<b>Pág 12</b>
<b>1.1.2.- Aberturas y cierres en la envolvente cilíndrica .....</b>	<b>Pág 13</b>
<b>2.- Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna .....</b>	<b>Pág 15</b>
<b>2.1.- Determinación del número y cálculo de durmientes .....</b>	<b>Pág 15</b>
<b>2.1.1.- Cálculo de fuerzas actuantes y momentos .....</b>	<b>Pág 15</b>
<b>2.1.2.- Sistema de anclaje y soldaduras .....</b>	<b>Pág 16</b>
<b>2.1.3.- Sistema antivuelco e izado .....</b>	<b>Pág 21</b>
<b>2.2.- Estabilidad de la cisterna .....</b>	<b>Pág 22</b>
<b>2.2.1.- Estabilidad lateral .....</b>	<b>Pág 23</b>
<b>2.2.2.- Estabilidad longitudinal .....</b>	<b>Pág 24</b>
<b>2.3.- Aislamientos .....</b>	<b>Pág 26</b>
<b>2.4.- Equipos .....</b>	<b>Pág 26</b>
<b>2.4.1- Equipos obligatorios .....</b>	<b>Pág 26</b>
<b>2.4.2.- Equipos opcionales .....</b>	<b>Pág 30</b>



## 1.- Determinación de paredes, fondos, cierres, aberturas.

Se ha seguido lo especificado en la norma **UNE-EN 12493:2014** “Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero soldado para gases licuados del petróleo (GLP). Diseño y fabricación de camiones cisterna” para el diseño de la cisterna.

Esta norma especifica los requisitos mínimos para los materiales, el diseño, la construcción y la ejecución, así como los ensayos de los depósitos soldados de GLP de los camiones cisterna, y sus accesorios soldados, construidos con acero al carbono, al carbono/manganeso, y microaleado.

El diseño de tipo del camión cisterna está sujeto a la aprobación por la autoridad competente, según lo requerido por el **ADR 2015**. Comenzamos por los anexos de este documento para determinar los parámetros y características que necesitamos para poder realizar los cálculos.

### ANEXO A – DIRECTRICES PARA LA SELECCIÓN DE LOS GRADOS DE MATERIAL

En base a estos valores de la tabla se selecciona un acero de baja aleación al Carbono-Manganeso **P460NH**, cuyas especificaciones obtenemos de la norma **UNE-EN 10028-3:2010**:

$$R_{eH} \text{ (Límite elástico)} = 460 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m \text{ (Resistencia a la tracción)} = 570 \text{ N/mm}^2$$

Tabla A.1 – Clases de acero

Especificación	Clase	Límite elástico <sup>a</sup> $R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción <sup>b</sup> $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Valores mínimos de resiliencia (piezas de ensayo con entalla en V)			Alargamiento después de la rotura <sup>d</sup> %	Grupo de acero
				Resiliencia J/cm <sup>2</sup>	Energía <sup>c</sup> J	Temperatura de ensayo °C		
EN 10028-3	P275NH	275	390	37,5	30	-20	24	St 1.1
	P275NL1			43,75	35	-20		St 1.1
	P275NL2			37,5	30	-40		St 1.1
	P355N	355	490	37,5	30	-20	22	St 1.2
	P355NH			37,5	30	-20		St 1.2
	P355NL1			43,75	35	-20		St 1.2
	P355NL2			37,5	30	-40		St 1.2
	P460NH	460	570 <sup>e</sup>	37,5	30	-20	17	St 2.1
	P460NL1			43,75	35	-20		St 2.1
	P460NL2			37,5	30	-40		St 2.1

<sup>a</sup> Los valores de  $R_{eH}$  sólo se aplican a espesores inferiores o iguales a 16 mm.

<sup>b</sup> Los valores de  $R_m$  son los valores mínimos especificados.

<sup>c</sup> Los valores de la energía absorbida por impacto se refieren a una muestra normal 10 mm × 10 mm.

<sup>d</sup>  $L_o = 5,65 \sqrt{S_o}$  de acuerdo con la Norma EN ISO 6892-1.

<sup>e</sup> La resistencia máxima a la tracción no excede 720 N/mm<sup>2</sup>, véase el apartado 4.3.

### ANEXO B – TEMPERATURAS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO

La temperatura de referencia para la presión desarrollada debe ser la especificada en la tabla B.1. El valor correspondiente de la presión debe ser igual o superior a la presión de ensayo mínima especificada en el ADR 2015.



Ya que nuestro vehículo cisterna contará con pantalla solar y su diámetro será superior a 1,5 metros, la temperatura de referencia para la presión desarrollada es de 60 °C.

**Tabla B.1 – Temperatura de referencia para la presión desarrollada**

Pantalla solar	Diámetro del recipiente a presión	
	$D \geq 1,5 \text{ m}$ °C	$D < 1,5 \text{ m}$ °C
Sin pantalla solar	65	70
Con pantalla solar	60	70

#### B.4. LLENADO

La temperatura de referencia utilizada para el cálculo del llenado máximo admisible es 50 °C.

Los recipientes a presión deben diseñarse para llenarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$a = 0,95 \rho$$

$a$  es el grado de llenado, en kg/l;

$\rho$  es la densidad de la fase líquida a la temperatura de referencia (50 °C).

Los recipientes a presión no deben llenarse al 100% a 60 °C.

### ANEXO D – DISEÑO

#### D.1. TENSIONES DE DISEÑO:

La tensión nominal de diseño,  $f$ , debe ser el valor más bajo de los obtenidos en las fórmulas:

$$f = ReH / 1,6 = 460 \text{ N/mm}^2 / 1,6 = 287,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f = Rm / 2,5 = 570 \text{ N/mm}^2 / 2,5 = 228 \text{ N/mm}^2$$

Siendo:

$f$  es la tensión nominal de diseño;

$ReH$  es el límite elástico definido en la norma o especificación del material;

$Rm$  es la resistencia a la tracción definida en la norma o especificación del material.

Con lo cual el resultado de la tensión nominal de diseño  $f = 228 \text{ N/mm}^2$

#### D.2. PRESIÓN DE DISEÑO:

La presión de diseño no debe ser inferior a la presión desarrollada de acuerdo con el anexo B o con el anexo C (donde autorizado). Los cálculos siguientes dan el espesor mínimo requerido,  $e_{\text{mín}}$ , para los camiones cisterna rígidos y semirremolques y para las combinaciones de los camiones



cisterna y remolques de dos ejes. El espesor mínimo calculado,  $e_{\min}$ , se debería multiplicar por el mayor de la ecuación a) o b):

a) 1,0

b)  $1 + \frac{0,6(65 - T_r)}{65} = 1,0462$  siendo  $T_r$  la temperatura de referencia de la tabla B.1.

### D.3. ECUACIÓN DE DISEÑO:

#### D.3.1. CÁLCULO DE LA ENVOLVENTE CILÍNDRICA:

El espesor mínimo requerido debe ser el mayor del obtenido con las fórmulas D.3 y D.4:

$$e_{\min} = \frac{0,833 p D_0}{2 f z + 0,833 p} \quad (D.3)$$

y

$$e_{\min} = \frac{D_0}{500} + 1,5 \quad (D.4)$$

Donde:

$D_0$  es el diámetro exterior de la envolvente,  $D_0 = 2500$  mm

$p$  es la presión de diseño,  $p = 20,833$  bar =  $2,0833$  N/mm<sup>2</sup>

$z$  es la eficiencia de la unión,  $z = 1$

$f$  es la tensión nominal de diseño,  $f = 228$  N/mm<sup>2</sup>

Obtenemos en que  $e_{\min} = 9,916$  mm y redondeando a un espesor normalizado cogemos **12 mm**.

### D.3.2. FONDOS ABOMBADOS:

#### D.3.2.1. ESPESOR MÍNIMO FONDO:

Los fondos abombados pueden ser toroidales, elipsoidales o hemisféricos. Para las combinaciones recipientes de presión cisternas y remolques de dos ejes, se deben aplicar los siguientes espesores mínimos:

a) para recipientes de presión de diámetro  $D \geq 1,5$  m, espesor del fondo = 7 mm;

b) para recipientes de presión de diámetro  $D < 1,5$  m, espesor del fondo = 6 mm.

#### D.3.2.1. CÁLCULO DE FONDOS TOROIDALES:

Las siguientes reglas son de aplicación únicamente para los fondos en los que:

$$r \geq 0,06 D_i \quad (\text{SI CUMPLE}), \quad r > 3e \quad (\text{SI CUMPLE})$$

$$e \leq 0,08 D_i \quad (\text{SI CUMPLE}), \quad R \leq D_0 \quad (\text{SI CUMPLE})$$



El espesor requerido  $e$  es el mayor valor entre  $e_s$ ,  $e_y$  y  $e_b$  donde:

$$e_s = \frac{0,833pR}{2fz - 0,417p}$$

$$e_y = \frac{0,833\beta p(0,75R + 0,2D_i)}{f}$$

$$e_b = (0,75R + 0,2D_i) \left( \frac{0,833p \left( \frac{D_i}{r} \right)^{0,825}}{111f_b} \right)^{1,5}$$

Siendo:

$$f_b = R_{eH} / 1,5 \text{ para todos los materiales}$$

$\beta$  factor determinado a partir de la figura D.1, o por cálculo (véase D.3.2.5);

$D_i$  diámetro interior del fondo,  $D_i = 2470$  mm

$D_0$  diámetro exterior de la envolvente,  $D_0 = 2500$  mm

$e$  espesor requerido para el fondo;

$e_b$  espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar deformaciones;

$e_s$  espesor mínimo del fondo para limitar la tensión de membrana en la parte central;

$e_y$  espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar límites elásticos axisimétricos;

$f$  tensión nominal de diseño,  $f = 228$  N/mm<sup>2</sup>

$f_b$  tensión de diseño para cálculo de la deformación,  $f_b = 306,66$  N/mm<sup>2</sup>

$p$  presión de diseño,  $p = 20,833$  bar =  $2,0833$  N/mm<sup>2</sup>

$R$  radio interior de curvatura de la parte central del fondo toroidal,  $R = 1500$  mm

$r$  radio interior de acuerdo,  $r = 250$  mm

$z$  eficiencia de la junta,  $z = 1,0$

El espesor de la parte esférica del fondo puede reducirse al valor  $e_s$  en una parte circular que debe separarse del radio de acuerdo más de una distancia  $\sqrt{Re}$ .

Todas las partes cilíndricas rectas deben cumplir las indicaciones del apartado D.3.1 para un cilindro, excepto que la longitud sea inferior o igual a  $0,2 \times \sqrt{D_i e}$ , en cuyo caso estas partes pueden tener el mismo espesor que el radio de acuerdo.

#### D.3.2.5.ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE $\beta$ :

Este parámetro se puede calcular de forma aproximada empleando la Figura D.1 de este apartado, pero antes necesitamos obtener las siguientes relaciones:

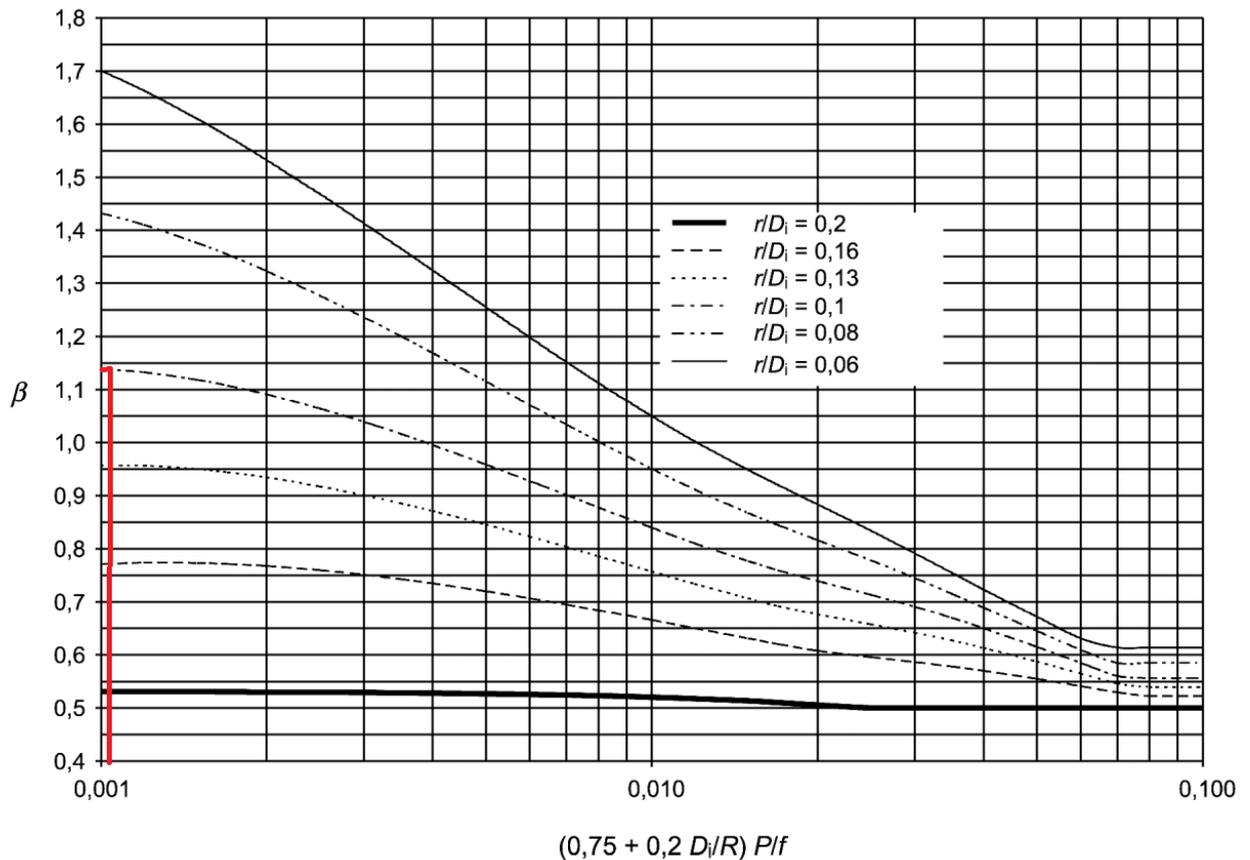
$$r / D_i = 0.1012$$

$$(0,75 + 0,2 D_i/R) P/f = 0,001$$



Una vez tenemos estos valores los sustituimos en la Figura D.1. y obtenemos que el valor aproximado de  $\beta = 1,15$ .

Figura D.1 – Parámetro  $\beta$  para fondos toroidales. Diseño



Ahora que tenemos todos los parámetros que necesitamos calculamos los distintos espesores del fondo toroidal, siendo sus valores de:

$e_b = 7,85 \text{ mm}$ , espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar deformaciones

$e_s = 5,72 \text{ mm}$ , espesor mínimo del fondo para limitar la tensión de membrana en la parte central

$e_y = 14,17 \text{ mm}$ , espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar límites elásticos axisimétricos

Con lo cual nuestro “espesor requerido para el fondo” será el mayor de ellos, y redondeando a un espesor normalizado obtenemos que  $e_{fondo} = 15 \text{ mm}$ .

#### D.4. REFUERZO DE BOQUILLAS:

**D.4.1** El método de diseño especificado en los apartados D.4.2 a D.4.10, sólo debe aplicarse a envolventes cilíndricas y fondos abombados con aberturas circulares o elípticas, con las cuales se aplican las condiciones indicadas en los apartados D.4.1 y D.4.2.

El tamaño de las aberturas debe limitarse como se indica a continuación:



– envolventes cilíndricas:  $d_i/D_i \leq 1$ ;

– fondos abombados:  $d_i/2r_{im} \leq 0,6$

Donde:

$D_i$  diámetro interior del cono en el punto en cuestión;

$d_i$  diámetro interior de la abertura o ramificación;

$r_{im}$  radio interior del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado).

La relación de los espesores de la ramificación y del cuerpo principal  $e_b/e_m$  debe cumplir los límites de la figura D.4.

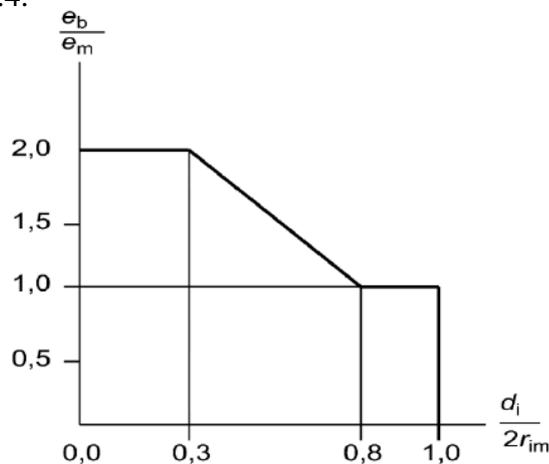


Figura D.4 – Relación entre la ramificación máxima y el espesor del cuerpo

**D.4.2.** La distancia entre las aberturas o las ramificaciones, medidas desde la parte externa de las ramificaciones o de los anillos de refuerzo, debe ser igual o superior a  $2 l_m$ , donde:

$$l_m = \sqrt{(2r_{im} + e_m)e_m} \quad (D.34)$$

para envolventes

$$r_{im} = D_i/2 \quad (D.35)$$

para fondos toroidales

$$r_{im} = r_{ih} \quad (D.36)$$

Donde:

$D_i$  diámetro interior de la envolvente o parte recta del fondo abombado

$e_m$  de análisis del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado) dentro de la longitud  $l_m$

$l_m$  longitud del cuerpo principal considerada como compensación efectiva, medida a lo largo del eje principal a partir del borde de la abertura sin ramificación o fuera de la ramificación (o anillo)

$r_{im}$  radio interior del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado) como se especifica en el apartado D.4.2

$r_{ih}$  radio interior del fondo hemisférico abombado o parte esférica de la cabeza toroidal.

**D.4.3** Las aberturas y ramificaciones y sus refuerzos en las cabezas abombadas deben colocarse en su totalidad dentro de la parte esférica del toro.

**D.4.4** Cuando sea necesario, las envolventes cilíndricas y los fondos abombados con aberturas se deben reforzar.

Los refuerzos del cuerpo principal pueden obtenerse mediante:

- a) anillos entrantes soldados (véase la figura D.5)

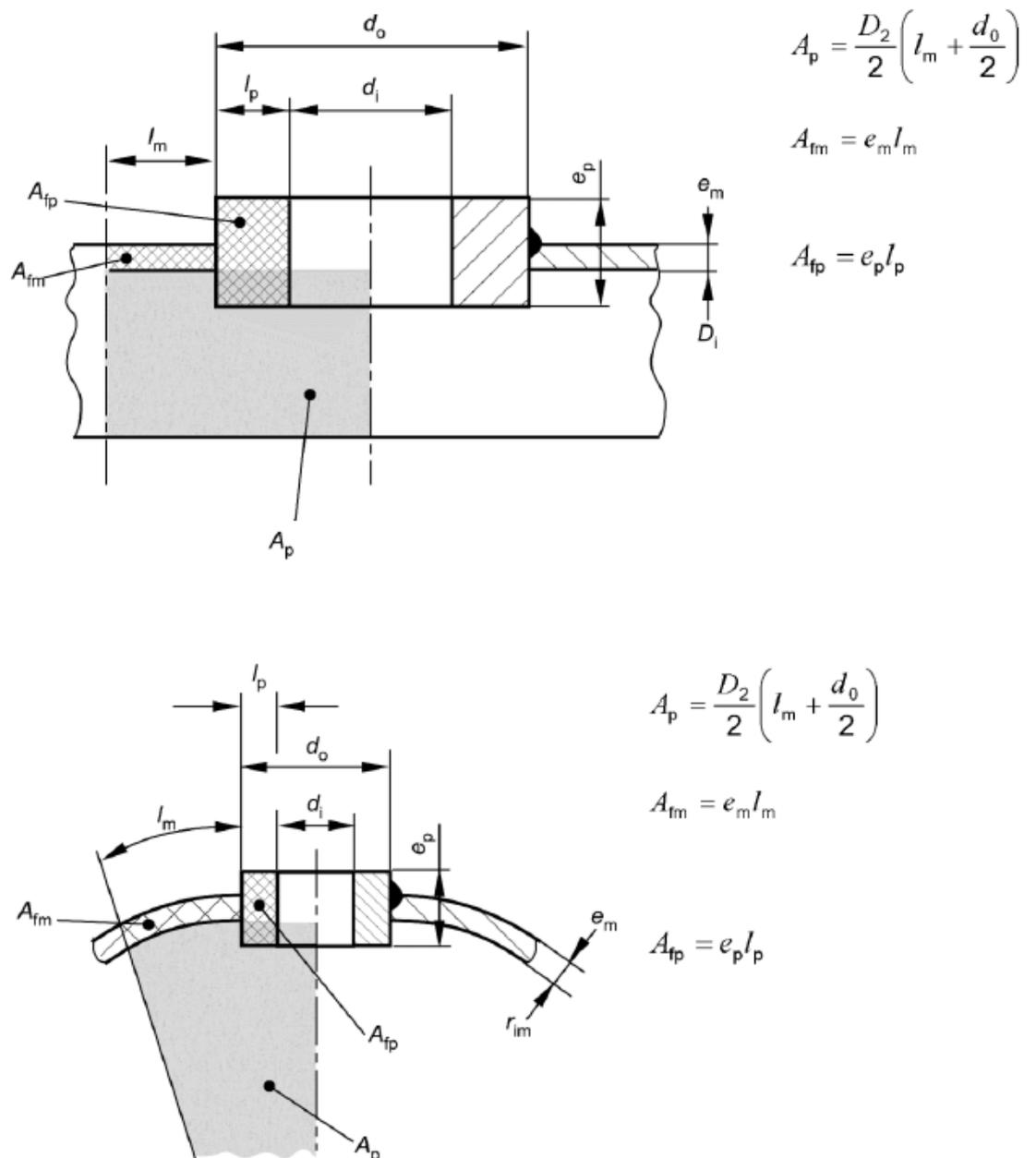
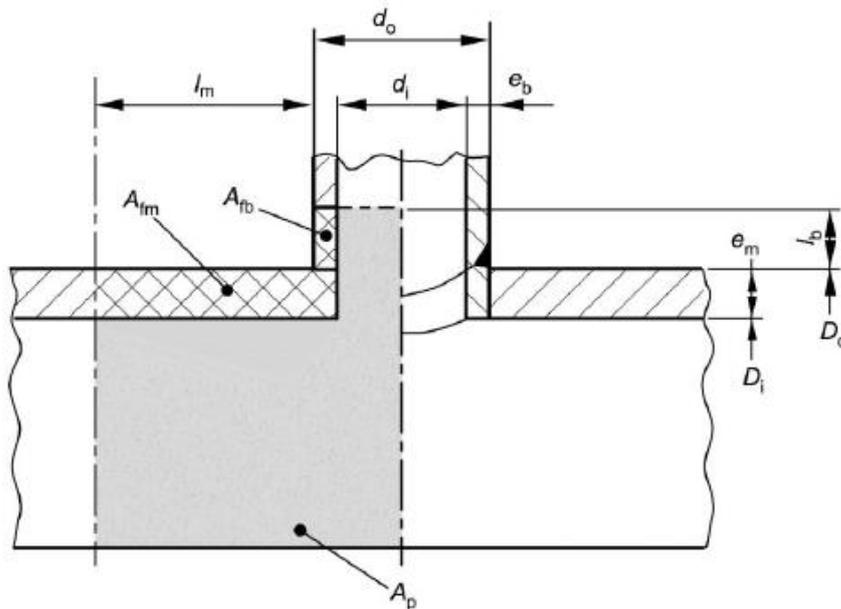


Figura D.5 – Diseño de aberturas. Envolventes cilíndricas con aberturas aisladas. Refuerzo por anillos

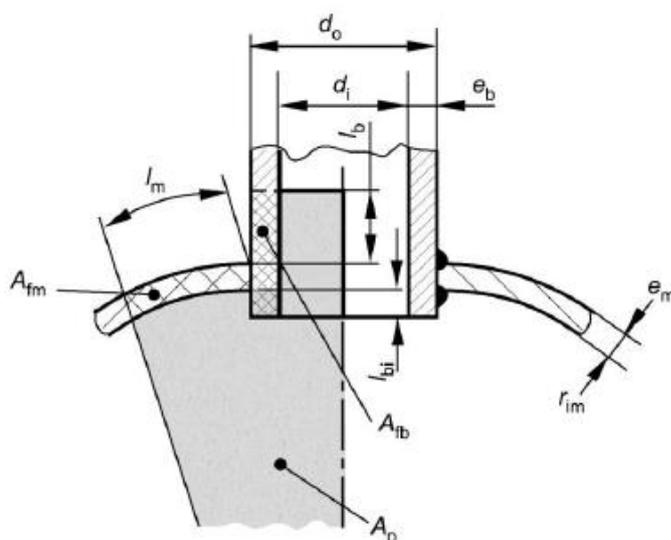
b) ramificaciones soldadas directas o entrantes como se representa en la figura D.6.



$$A_p = \frac{D_i}{2} \left( l_m + \frac{d_o}{2} \right) + \frac{d_i}{2} (l_b + e_m)$$

$$A_{fm} = e_m l_m \text{ (entrantes)}$$

$$A_{fm} = e_m (l_m + e_b) \text{ (directas)}$$

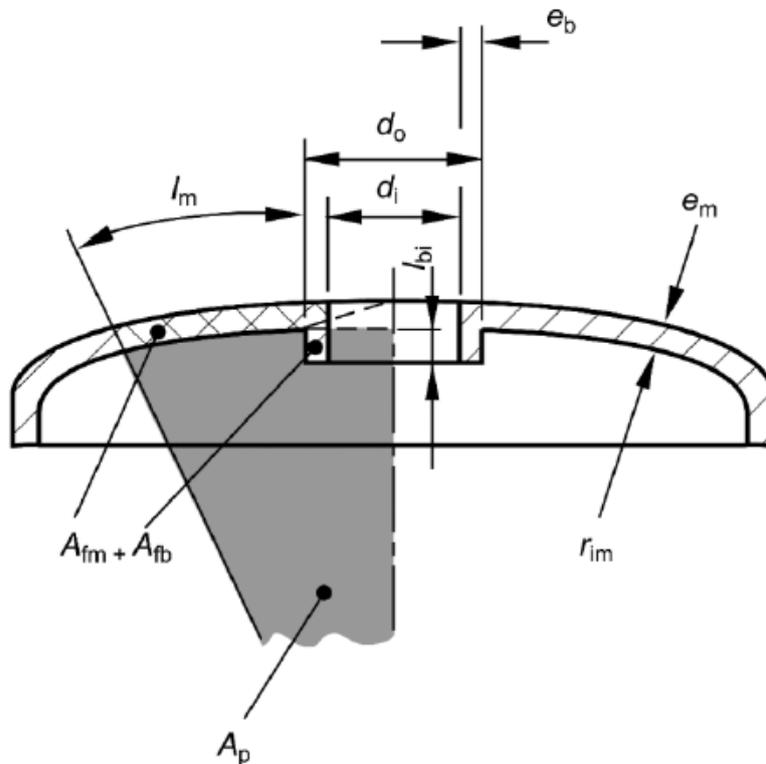


$$A_p = \frac{r_{im}}{2} \left( l_m + \frac{d_o}{2} \right) + \frac{d_i}{2} (l_b + e_m)$$

$$A_{fm} = e_m l_m$$

Figura D.6 – Diseño de aberturas. Envoltentes cilíndricas con aberturas aisladas. Refuerzo por ramificaciones soldadas

Los refuerzos del fondo pueden obtenerse mediante ramificación embutida en un fondo soldado, como se representa en la figura D.7.



$$A_p = \frac{r_{im}}{2} \left( l_m + \frac{d_o}{2} \right)$$

$$A_{fm} = e_m l_m$$

$$A_{fb} = e_b (e_b + l_{bi})$$

**Figura D.7 – Diseño de aberturas. Envoltentes cilíndricas con aberturas aisladas. Ramificación embutida en un fondo abombado**

**D.4.5** La superficie de refuerzo del cuerpo principal con aberturas no puede calcularse directamente, pero puede adoptarse previamente. El valor adoptado puede verificarse mediante el método indicado en los apartados D.4.6 a D.4.10. El método aplicado se basa en los espesores de presión básica calculados a partir de la ecuación D.3 para envoltentes cilíndricas, y a partir de las ecuaciones del apartado D.3.2, para fondos abombados, y conduce a las relaciones entre el área sometida a presión  $A_p$  y el área de la sección transversal sometida a tensión, que se expresa por  $A_{fm} + A_{fp} + A_{fb}$  (véase la figura D.5). El cálculo puede repetirse utilizando un valor adoptado corregido de la superficie de refuerzo.

**D.4.6** Cuando sea necesario, se debe proporcionar un refuerzo suficiente en todos los planos a través del eje de la abertura de la ramificación.

**D.4.7** Para aberturas elípticas, la relación entre el eje mayor y menor debe ser inferior o igual a 1,5. Para el diseño de aberturas elípticas en envoltentes cilíndricas y fondos abombados, el eje de la abertura paralelo al eje longitudinal del cilindro debe considerarse como el diámetro. Para aberturas elípticas en fondos abombados, el eje mayor debe considerarse como el diámetro.

**D.4.8** Las ramificaciones soldadas directas o entrantes, soldadas únicamente en ángulo, pueden considerarse como refuerzos si son conformes con la figura D.5, figura D.6 y figura D.7. Cada ángulo debe tener un espesor de garganta igual o superior a 0,7 veces el espesor de pared del recipiente de presión.



**D.4.9** No se admite el refuerzo de aberturas mediante placas de compensación.

**D.4.10** Todas las aberturas deben cumplir la siguiente relación general:

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb})$$

Donde

$A_p$  superficie sometida a presión como se representa en la figura D.5, figura D.6 y figura D.7, calculada a partir de medidas internas;

$A_{fb}$  superficie de la sección transversal de la ramificación dentro de los límites de compensación;

$A_{fm}$  superficie de la sección transversal del cuerpo principal (envolvente o cabeza) dentro de los límites de compensación;

$A_{fp}$  superficie de la sección transversal del anillo dentro de los límites de compensación;

$f$  tensión nominal de diseño de la envolvente o del fondo abombado;

$f_b$  el menor valor de la tensión nominal de diseño de la ramificación y  $f$ ;

$f_p$  el menor valor de la tensión nominal de diseño del anillo y  $f$ .

$p$  presión de diseño;

En las figura D.5, figura D.6 y figura D.7 se incluyen fórmulas simplificadas para el cálculo de  $A_{fm}$ ,  $A_{fp}$  y  $A_{fb}$  para varias formas geométricas. Con estas fórmulas se obtienen resultados aceptables dentro de la precisión del método. No obstante, si es necesario, el diseñador puede decidir calcular valores más precisos, basados en la geometría real.

#### D.5. REFUERZO DE BOQUILLAS MEDIANTE ANILLOS O PARTES RECTAS CILÍNDRICAS

Únicamente deben utilizarse anillos del tipo entrante soldados conformes con la figura D.5.

La anchura  $l_p$  de los anillos que contribuye al refuerzo, será igual o inferior a  $l_m$ .

El valor de  $e_p$  utilizado para obtener  $A_{fp}$  en la fórmula D.4.10, debe ser igual o inferior a  $2 e_m$ .

$e_p$  espesor del anillo;

$e_m$  espesor real del cuerpo principal (envolvente o cabeza), menos la tolerancia de espesor.

$l_p$  longitud máxima del anillo considerada efectiva para compensación, medida a partir de la superficie interior del cuerpo principal;

$l_m$  definida en la fórmula (D.34, Apartado D.4.2.)

#### D.6. REFUERZO DE BOQUILLAS MEDIANTE RAMIFICACIONES

**D.6.1** Si es necesario, el espesor de pared de las ramificaciones (boquillas), debe ser superior al espesor calculado para las partes sometidas a presión interna, en una longitud  $l_b$  medida desde la pared exterior del cuerpo principal.

**D.6.2** Las superficies  $A_p$ ,  $A_{fm}$ ,  $A_{fb}$  y  $A_{fp}$  se deben determinar de acuerdo con la figura D.6, donde las longitudes que contribuyen al refuerzo deben ser inferiores o iguales a  $l_m$  para la envolvente (D.34, Apartado D.4.2.), y la fórmula D.39 para la ramificación:

$$l_b \sqrt{(d_0 - e_b) e_b} \quad (D.39)$$



El valor máximo utilizado para el cálculo de la parte entrante, si existe, en el caso de ramificaciones entrantes [véase la figura D.6)] debe ser  $l_{bi} = 0,5 l_b$ .

Donde,

$d_o$  diámetro exterior de la ramificación;

$e_b$  espesor de análisis de la ramificación en la longitud  $l_b$ .

$l_b$  longitud de la ramificación externa considerada efectiva para compensación, medida desde el exterior del cuerpo principal;

$l_{bi}$  longitud máxima de la parte que se extiende en el interior, si la hay, de una ramificación transversal.

### 1.1.- Elección de aberturas y cierres:

Las aberturas embridadas siguen la norma **UNE-EN 1092-1** y la normativa **ASME** para el resto de la valvulería y accesorios.

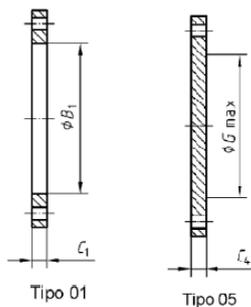
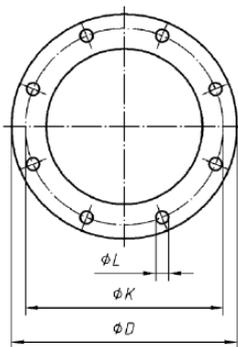
#### 1.1.1.- Aberturas y cierres en los fondos abombados:

##### Boca de hombre, ó, Boca de inspección

Refuerzo por ramificación embutida en un fondo abombado (Figura D.7)

Elección de la brida del cuerpo: **Brida DIN EN 1092-1 PN-40 DN 500 Tipo 01**

Elección de la brida de la tapa: **Brida DIN EN 1092-1 PN-40 DN 500 Tipo 05**



DN	Dimensiones del acoplamiento					Diámetro exterior del cuello	Diámetro del orificio de la brida			Espesor de la brida				Chafán
	Diámetro exterior	Diámetro del círculo de tornillos	Diámetro de los orificios de los tornillos	Tornillos			B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	
	D	K	L	Número	Tamaño	A							E	
	Tipo de brida													
	01, 02, 04, 05, 11, 12, 13, 21					11 21 <sup>a</sup> 34 <sup>c</sup> {A1▶} 35{◀A1}	01 12 32	02	04	01 02 04	11 12 13	21	05	02 04
500	755	670	42	20	M39	508,0	513,5	519	572	d	57	57	8	

Espesor del collarín	{A1▶} Diámetro del refrentado {◀A1}	Longitud				Diámetros del cuello			Radio de acoplamiento	Espesor de la pared (véase 5.6.1)		
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>				
F	C <sub>máx</sub>							R <sub>1</sub>	S			
Tipo de brida												
32 34 <sup>c</sup>	35	05	12 13	11 34 <sup>c</sup>	11 34 <sup>c</sup>	35	11 34	12 13	21	11 12 13 21	34 <sup>c</sup>	11, 35
50	—	475	90	140	20	—	562	576	576	12	14,2	anexo A

Este esquema ilustra la disposición pero no necesariamente el número correcto de orificios para los tornillos  
Véase la columna "Número de tornillos" de la tabla 13 para el número real



Según la figura D.7 obtenemos que los valores para el cálculo sean:

$r_{im}$ (mm)	$e_m$ (mm)	$d_0$ (mm)	$d_i$ (mm)	$e_b$ (mm)	$l_m$ (mm)	$l_{bi}$ (mm)	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fm}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fb}$ (mm <sup>2</sup> )
1500	15	715	513,5	100,75	803,18	0	870510	12047,7	10150,6

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb}) \quad \text{“SE CUMPLE”}$$

### 1.1.2.- Aberturas y cierres en la envolvente cilíndrica:

Para las aberturas en la envolvente emplearemos juntas para bridas **ASME**, cuyas dimensiones se indican en la tabla adjunta.

Dimensiones (mm) Juntas para bridas RF ASME B16.21 150-300-600#

PULGADAS	ØINTERIOR	ØEXT. 150#	ØEXT. 300#	ØEXT. 600#
½	21	48	54	54
¾	27	57	67	67
1	33	67	73	73
1 ¼	42	76	83	83
1 ½	48	86	95	95
2	60	105	111	111
2 ½	73	124	130	130
3	89	137	149	149
4	114	175	181	194
5	141	197	216	241
6	168	222	251	267
8	219	279	308	321
10	273	340	362	400
12	324	410	422	457
14	356	451	486	492
16	406	514	540	565

Válvulas de fondo de 3” (Una para fase líquida y otra para fase gas).

Refuerzos por anillos en la envolvente cilíndrica (Figura D.5).

Medidas tomadas **BRIDA RF ASME DN80 CLASE 300# 3”**, con válvula Fisher TIPO C483-24 para las fases líquida y gas, con exceso de flujo incorporado.

$r_{im}$ (mm)	$e_m$ (mm)	$d_0$ (mm)	$d_i$ (mm)	$l_p$ (mm)	$e_p$ (mm)	$l_m$ (mm)	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fm}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fp}$ (mm <sup>2</sup> )
1238	12	149	89	30	30	157,80	288052	1893,6	900

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb}) \quad \text{“SE CUMPLE”}$$



Manómetro FISHER Modelo J31L-1

Refuerzos por anillos en la envolvente cilíndrica (Figura D.5).  
Medidas tomadas **BRIDA RF ASME B16.21 CLASE 300# 1"**, para manómetro.

$r_{im}$ (mm)	$e_m$ (mm)	$d_0$ (mm)	$d_i$ (mm)	$l_p$ (mm)	$e_p$ (mm)	$l_m$ (mm)	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fm}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fp}$ (mm <sup>2</sup> )
1238	12	73	33	20	30	157,80	240932	1893,6	600

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp} )) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} ) \quad \text{“SE CUMPLE”}$$

Termómetro ROCHESTER Modelo RG1350-R2912

Refuerzos por anillos en la envolvente cilíndrica (Figura D.5).  
Medidas tomadas **BRIDA ROCHESTER NPT 1/2"**, con termómetro.

$r_{im}$ (mm)	$e_m$ (mm)	$d_0$ (mm)	$d_i$ (mm)	$l_p$ (mm)	$e_p$ (mm)	$l_m$ (mm)	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fm}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fp}$ (mm <sup>2</sup> )
1238	12	54	21	16,5	30	157,8	229152	1893,6	495

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp} )) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} ) \quad \text{“SE CUMPLE”}$$

Válvula de alivio de sobrepresión de 2"

Refuerzos por anillos en la envolvente cilíndrica (Figura D.5).  
Medidas tomadas **ASME B16.21 CLASE 300# 2"**, con válvula de alivio en caso de sobrepresión.

$r_{im}$ (mm)	$e_m$ (mm)	$d_0$ (mm)	$d_i$ (mm)	$l_p$ (mm)	$e_p$ (mm)	$l_m$ (mm)	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fm}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fp}$ (mm <sup>2</sup> )
1238	12	111	60	25,5	30	157,8	264492	1893,6	765

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp} )) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} ) \quad \text{“SE CUMPLE”}$$

Indicador de nivel ROCHESTER Modelo MAGNETEL C6342-11-108

Refuerzos por anillos en la envolvente cilíndrica (Figura D.5).  
Medidas tomadas **BRIDA ROCHESTER NPT 2 1/2"**, con indicador de nivel.

$r_{im}$ (mm)	$e_m$ (mm)	$d_0$ (mm)	$d_i$ (mm)	$l_p$ (mm)	$e_p$ (mm)	$l_m$ (mm)	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fm}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{fp}$ (mm <sup>2</sup> )
1238	12	130	73	28,5	30	157,80	276272	1893,6	855

$$0,833 p (A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp} )) \leq (f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} ) \quad \text{“SE CUMPLE”}$$



## **2.- Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna.**

Para realizar los cálculos de este apartado se emplea la norma **UNE-EN 12252:2014** -"Equipos y accesorios para GLP. Equipos para camiones cisterna".

Esta norma europea especifica los equipos y los accesorios para camiones cisterna empleados en el transporte de gases licuados del petróleo (GLP) e identifica el equipo que se considera necesario para que las operaciones de llenado, transporte y descarga puedan realizarse de forma segura. También especifica los requisitos para el montaje de los accesorios y del equipo de GLP al vehículo del camión cisterna. Esta norma europea también indica los equipos y los accesorios adicionales que pueden emplearse en los camiones cisterna destinados al transporte de GLP.

Esta norma europea no excluye la utilización de diseños, materiales y métodos de ensayo alternativos que proporcionen un nivel de seguridad similar. El ADR, requiere que tales códigos técnicos alternativos estén reconocidos por la autoridad competente, siempre que se cumplan los requisitos mínimos de la sección 6.8.2 del ADR.

### **2.1.- Determinación del número y cálculo de durmientes.**

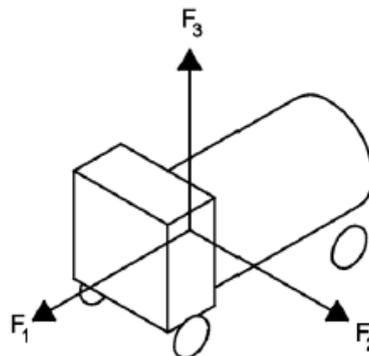
Se empleará el "ANEXO B – CÁLCULO DE LAS FIJACIONES DEL RECIPIENTE A PRESIÓN AL CHASIS" de la citada norma para determinación del número y cálculo de los durmientes.

#### **2.1.1.- Cálculo de fuerzas actuantes y momentos.**

Las fijaciones deben ser capaces de soportar, bajo la carga máxima admisible, las fuerzas indicadas en la tabla B.1:

**Tabla B.1 – Fuerzas requeridas para la fijación del recipiente a presión al camión cisterna**

Dirección	Definición	Fuerza <i>N</i>
En la dirección del desplazamiento	$F_1 =$ dos veces la fuerza aplicada por la masa total	$2 g P_3$
Perpendicularmente a la dirección del desplazamiento	$F_2 =$ fuerza aplicada por la masa total	$1 g P_3$
Vertical hacia arriba	$F_3 =$ fuerza aplicada por la masa total	$1 g P_3$
Vertical hacia abajo	No aplicable en este cálculo	–
Véase la figura B.1.		



**Figura B.1 – Fuerzas para la fijación del recipiente a presión al camión cisterna**



### B.1 Características del recipiente a presión:

El peso total de la cisterna se obtiene del sumatorio del peso de todos los elementos que la componen:

NOMBRE ELEMNTO	MATERIAL	PESO/UNIDAD (Kg)	UNIDADES	TOTAL (Kg)
VIROLA	ACERO P460NH	1748,698	4	6994,792
FONDO DELANTERO	ACERO P460NH	800,789	1	800,789
FONDO POSTERIOR	ACERO P460NH	747,202	1	747,202
ROMPEOLAS	ACERO P460NH	198,644	7	1390,508
BRIDA CUERPO	ACERO P460NH	99,065	1	99,065
BRIDA TAPA CIEGA	ACERO P460NH	187,924	1	187,924
PERNOS M39	ACERO P460NH	1,394	20	27,88
OREJAS IZAJE	ACERO P460NH	8,023	4	32,092
SOPORTE/TIRANTES	ACERO P460NH	46,557	10	465,57
PLACA ANCLAJE	ACERO P460NH	8,828	10	88,280
PERNOS M20	ACERO P460NH	0,287	40	11,496
PANTALLA SOLAR	ALUMINIO 6061	190,127	1	190,127
VALVULERÍA	VARIOS MAT.	x	x	220
SOLDADURAS	ACERO P460NH	x	x	240

**PESO TOTAL = 11495,729 Kg**

Para los cálculos anteriores hemos empleado las siguientes densidades:

$$\rho_{\text{acero baja aleación}} = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{aluminio}} = 2700 \text{ Kg/m}^3$$

El peso del remolque es de **6000 Kg** y nos ha sido facilitado por el fabricante (Prim-Ball).

Así pues, para los cálculos empleamos las siguientes masas:

Peso en vacío o Tara ( $P1$ )  $\approx$  17.500 Kg

Carga máxima de PROPANO ( $P2$ ) = 20.966 Kg

Masa total ( $P3 = P1 + P2$ ) = 38.466 Kg

Entonces obtenemos que las fuerzas para el cálculo de las fijaciones de la cisterna serán:

$$\mathbf{F1 = 754.703 \text{ N} \quad F2 = 377.351 \text{ N} \quad F3 = 377.351 \text{ N}}$$

Momento producido por  $F2$  (véase la figura B.2):

$$\mathbf{M_2 = d * F_2 = 550.303.415 \text{ N/mm}}$$

Reacción a  $M2$  producida por el tirante de fijación:

$$\mathbf{f_2 = (d * F_2) / L = 330.182 \text{ N}}$$



**2.1.2.- Sistema de anclaje y soldaduras.**

**B.2 Fijación del recipiente a presión al chasis**

El material que se empleará para los tirantes de fijación y los pernos será el mismo que se ha utilizado para el recipiente a presión. En la normativa **UNE-EN 10028-3:2014** podemos encontrar su composición y características:

**Tabla 4 – Características de tracción a temperatura ambiente**

Designación del acero		Condición de suministro habitual	Espesor del producto $t$ mm	Límite elástico $R_{eH}$ MPa min.	Resistencia a la tracción MPa	Alargamiento después de rotura $A$ % mín.
Simbólica	Númerica					
P460NH, P460NL1, P460NL2	1.8935, 1.8915, 1.8918	+N <sup>b</sup>	$\leq 16^d$	460	570 a 730	17
			$16^d < t \leq 40$	445	570 a 720	
			$40 < t \leq 60$	430		
			$60 < t \leq 100$	400	540 a 710	
			$100 \leq t \leq 250$	c	c	c

**B.2.1 Tirantes de fijación**

Número de tirantes de fijación:  $N1 = 10$

Características mecánicas del acero:

- resistencia última a la fracción:  $Rm_1 = 570 \text{ N/mm}^2$
- límite de elasticidad:  $Re_1 = 445 \text{ N/mm}^2$
- área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca):  $S_1 = 183240 \text{ mm}^2$

**B.2.2 Pernos de métrica M20**

Número de pernos por soporte de fijación:  $N2 = 4$  (En total son 40 pernos)

Características mecánicas del acero:

- resistencia última a la fracción:  $Rm_2 = 570 \text{ N/mm}^2$
- límite de elasticidad:  $Re_2 = 445 \text{ N/mm}^2$
- área de la sección transversal del perno (interna a la rosca):  $S_2 = 314,15 \text{ mm}^2$

**B.2.3 Soldaduras de los soportes de fijación**

Área de la sección soldada que contribuye a la resistencia de los soportes:

$$S3 = 2 \times (L1 + 2 \times L2) \times b \text{ (mm}^2\text{)} = 720 \text{ mm}^2$$

Características mecánicas del material de las soldaduras de los soportes de fijación:

- resistencia última a la fracción:  $Rm_3 = 570 \text{ N/mm}^2$
- límite de elasticidad:  $Re_3 = 460 \text{ N/mm}^2$



### B.2.4 Esfuerzo admisible

$$\sigma \leq 0,75 \times Re \quad \text{ó} \quad 0,5 \times Rm$$

### B.2.5 Fijación tipo

*d* altura de la línea central del recipiente  
a presión por encima del chasis (mm)

*L* anchura exterior del chasis (mm)

1 Tirantes de fijación

2 Soportes

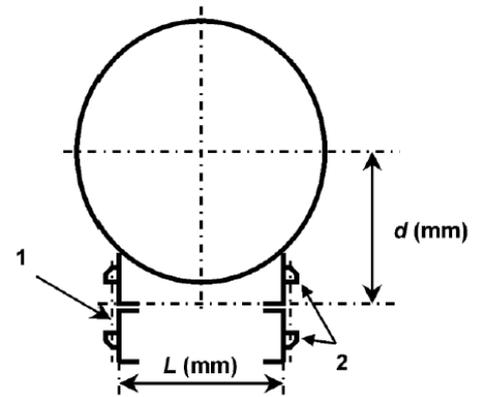


Figura B.2 – Ejemplo del montaje tipo de un recipiente a presión

Siendo las ecuaciones para el cálculo de “d” y “L” las siguientes:

$$d = (Do/2) + (((Do/2)/3)/2) = 1458,333 \text{ mm}$$

$$L = 2(r/3) + 2(r/3) = 1666,667 \text{ mm}$$

## B.3 Cálculo de los tirantes de fijación

### B.3.1 En la dirección del desplazamiento

– Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S_1 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

– Esfuerzo admisible:

$$\sigma_1 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

donde  $\sigma \leq 0,75 \cdot Re_1$  o  $\sigma \leq 0,5 \cdot R_{m1}$

(cualquiera que sea el menor valor)

Donde  $\sigma = 333,75 \text{ N/mm}^2$  ,y,  $\sigma_1 = 106,77 \text{ N/mm}^2$

Con lo cual SE CUMPLE la condición de  $\sigma_1 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$

### B.3.2 En dirección perpendicular al desplazamiento

– Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_2 = \frac{f_2}{S_1 \times \frac{N_1}{2}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

– Esfuerzo admisible:

$$\sigma_2 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

donde  $\sigma \leq 0,75 \cdot Re_1$  o  $\sigma \leq 0,5 \cdot R_{m1}$

(cualquiera que sea el menor valor)



Donde  $\sigma = 333,75 \text{ N/mm}^2$  ,y,  $\sigma_2 = 93,42 \text{ N/mm}^2$

Con lo cual SE CUMPLE la condición de  $\sigma_2 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$

### B.3.3 En dirección vertical hacia arriba

– Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_3 = \frac{F_3}{S_1 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

– Esfuerzo admisible:

$$\sigma_3 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

donde  $\sigma \leq 0,75 \cdot R_{e1}$  o  $\sigma \leq 0,5 \cdot R_{m1}$

(cualquiera que sea el menor valor)

Donde  $\sigma = 333,75 \text{ N/mm}^2$  ,y,  $\sigma_3 = 53,38 \text{ N/mm}^2$

Con lo cual SE CUMPLE la condición de  $\sigma_3 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$

## B.4 Cálculo de las soldaduras de los soportes de fijación

### B.4.1 Generalidades

Primero calcularemos el “área de la sección soldada que contribuye a la resistencia de los soportes”, con la ecuación que se indica a continuación:

$$S_3 = 2 \times (L_1 + 2 \times L_2) \times b \text{ (mm}^2\text{)}$$

Sabiendo que las longitudes son las que observamos en la Figura B.3:

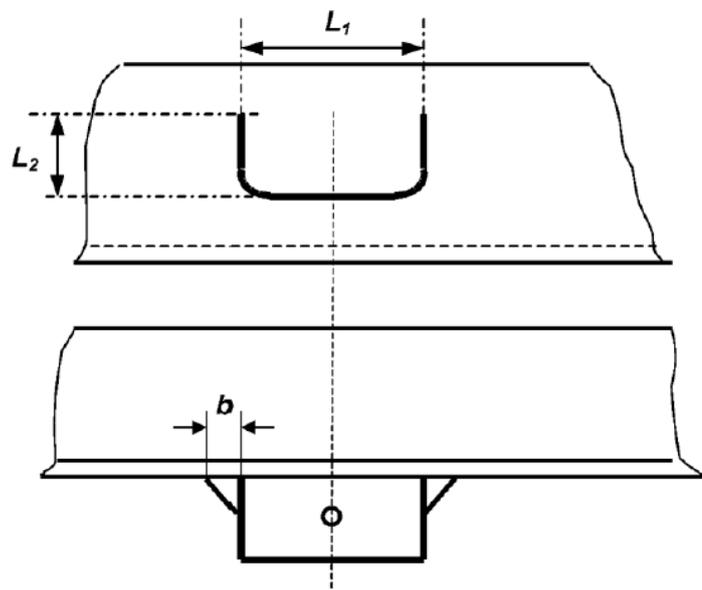


Figura B.3 – Soldadura en los soportes de fijación



Tenemos que las dimensiones de los soportes de fijación son de:

$$L1 = 60 \text{ mm}, L2 = 30 \text{ mm}, b = 3 \text{ mm}$$

Con lo cual sustituyendo en la ecuación obtenemos que **S3 mínima = 720 mm<sup>2</sup>**.

#### **B.4.2 En la dirección del desplazamiento**

Puesto que el número de soportes de fijación es igual al número de tirantes:

$$\sigma_4 = \frac{F_1}{S_3 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

#### **B.4.3 En dirección perpendicular al desplazamiento**

$$\sigma_5 = \frac{f_2}{S_3 \times \frac{N_1}{2}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

#### **B.4.4 En dirección vertical hacia arriba**

$$\sigma_6 = \frac{F_3}{S_3 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Así pues, los valores de las tensiones en las soldaduras son:

$$\sigma_4 = 131,02 \text{ N/mm}^2, \sigma_5 = 114,64 \text{ N/mm}^2, \sigma_6 = 65,51 \text{ N/mm}^2$$

Y la tensión máxima admisible para las soldaduras es de  $\sigma = 285 \text{ N/mm}^2$

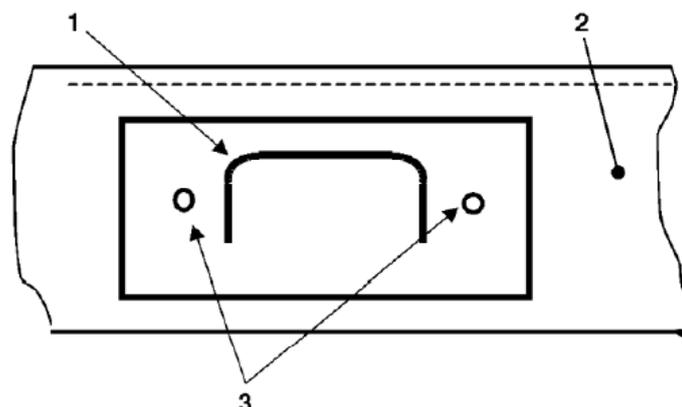
Entonces SE CUMPLEN las condiciones de  $\sigma_4 \leq \sigma$ ,  $\sigma_5 \leq \sigma$  y  $\sigma_6 \leq \sigma$ .

### **B.5 Cálculo de los pernos de fijación**

#### **B.5.1 Generalidades**

Leyenda

- 1 Soporte de fijación
- 2 Estructura de chasis
- 3 Pernos



**Figura B.4 – Pernos de fijación**



### B.5.2 En la dirección del desplazamiento

$$f_7 = \frac{F_1}{N_1} \text{ (N)}$$

$$\sigma_7 = \frac{f_7}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

### B.5.3 En dirección perpendicular al desplazamiento

$$f_8 = \frac{f_2}{\left(\frac{N_1}{2}\right)} \text{ (N)}$$

$$\sigma_8 = \frac{f_8}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

### B.5.4 En dirección vertical hacia arriba

$$f_9 = \frac{F_3}{N_1} \text{ (N)}$$

$$\sigma_9 = \frac{f_9}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Los valores que obtenemos de las ecuaciones anteriores son:

Fuerzas que actúan en pernos ( $f$ )	Tensiones pernos ( $\sigma$ )
$f_7 = 94.338 \text{ N}$	$\sigma_7 = 75,08 \text{ N/mm}^2$
$f_8 = 82.546 \text{ N}$	$\sigma_8 = 65,69 \text{ N/mm}^2$
$f_9 = 47.169 \text{ N}$	$\sigma_9 = 37,54 \text{ N/mm}^2$

Siendo la tensión admisible de los pernos  $\sigma = 285 \text{ N/mm}^2$ , SE CUMPLEN las comprobaciones de  $\sigma_7 \leq \sigma$ ,  $\sigma_8 \leq \sigma$  y  $\sigma_9 \leq \sigma$ .

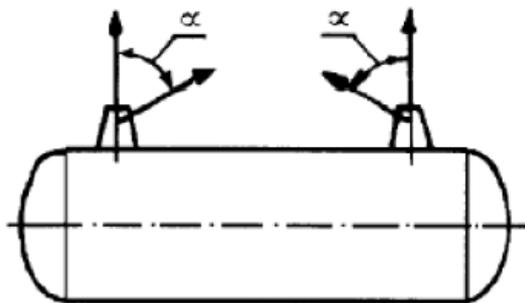
### 2.1.3.- Sistema antivuelco e izado

Los órganos y accesorios situados en la parte superior de la cisterna estarán protegidos contra los daños ocasionados por un posible vuelco. Esta protección puede consistir en unos aros de refuerzo, unas capotas de protección o unos elementos, bien transversales o longitudinales, de un perfil adecuado para garantizar una protección eficaz.



El depósito dispone en su parte superior de cuatro puntos de anclaje e izado. Son del mismo material que la cisterna, acero P460NH. Estos están unidos al depósito mediante soldadura. El tipo de soldadura es Junta a tope, con doble bisel y filete de T/4 (max.3/8), todo alrededor.

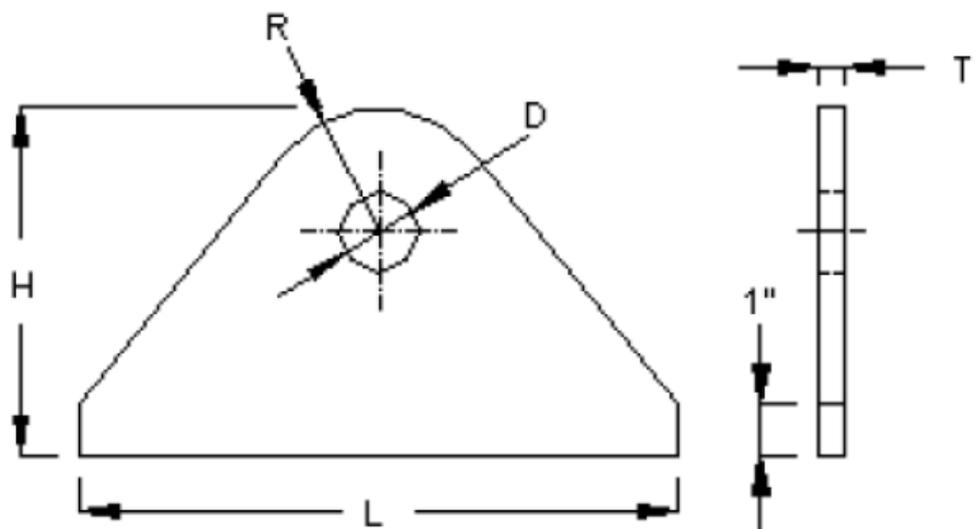
Estas orejas de izaje son capaces de soportar los esfuerzos producidos al mover y transportar el recipiente, y cuentan con un agujero que permite pasar un cable o algún tipo de pasador. La ubicación de las orejas de izaje es la siguiente:



Para poder soportar las tensiones producidas por el peso del recipiente (sin carga, o, con una carga residual inferior a 1000 Kg) escogemos unas orejas de izaje con las siguientes dimensiones:

Peso del Recipiente	D	T	R	H	L
Lbs. (Kg)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)
50000 (22700)	1 5/8 (42)	1 1/4 (30)	2 1/2 (64)	7 (178)	12 (305)

Estas dimensiones se corresponden con las indicadas en la siguiente figura:





## **2.2.- Estabilidad de la cisterna.**

Según se indica en la norma **UNE-EN 12493:2014+A1:2014**, para reducir las cargas dinámicas del líquido contenido, debidas a la aceleración del vehículo, los depósitos de longitud superior a 4 m deben fijarse con placas transversales de anclaje a una distancia máxima de 4 m, y deben diseñarse para permitir una inspección interna completa del depósito.

La superficie de cada placa debe ser superior o igual al 70% de la superficie de la sección transversal del depósito en el punto donde se fijan las placas. Cuando el camión cisterna va a funcionar con el depósito a más del 20% o a menos del 80% de llenado, el volumen máximo de cada sección de la envolvente del depósito, dividida por las de anclaje no debe superar 7.500 Litros.

Como el depósito tiene una capacidad total de 48.750 litros, se van a colocar 7 placas de anclaje, que a su vez harán de rompeolas, no ocupando las perforaciones en las mismas más de un 30% de la superficie total. Al colocar 7 rompeolas se divide el recipiente en 8 secciones de 6.964 litros de capacidad cada una.

Los rompeolas son de acero P460NH y van soldadas al interior del depósito usando contrapestañas para mejorar la rigidez. El diámetro de los rompeolas es 6 mm inferior al diámetro interior del depósito, éste es de 2.470 mm y tienen 5 mm de espesor.

Los rompeolas constan de los siguientes orificios:

- Una perforación superior de 200 mm de diámetro, para facilitar el movimiento de los gases por la parte superior del depósito.
- Una perforación central de 800 mm de diámetro, para facilitar el movimiento del líquido y mejorar la estabilidad. Esta perforación hace posible la entrada de una persona entre cada rompeolas.
- Tres perforaciones en la parte inferior de media circunferencia de 400 mm de diámetro, lo que permite la comunicación y el drenaje del líquido entre las diferentes secciones.

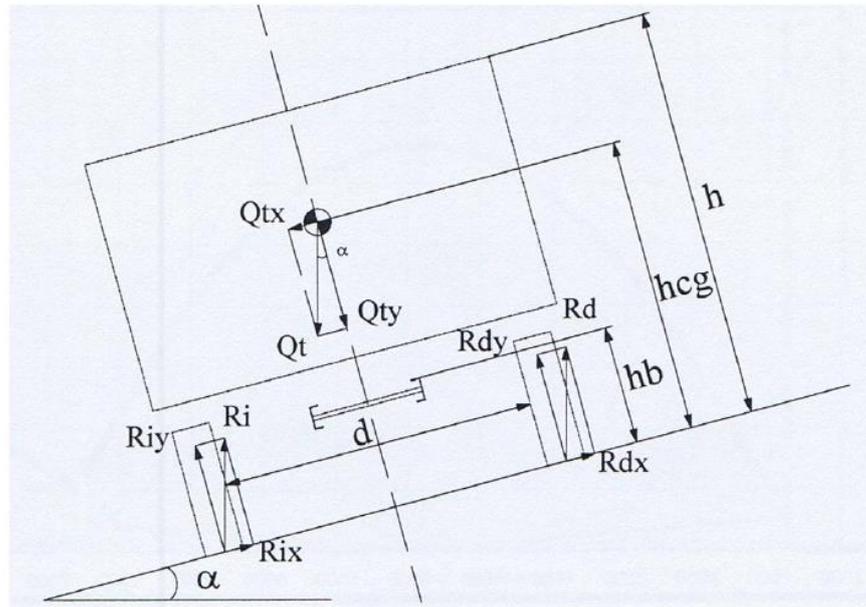
Para el cálculo de la estabilidad es necesario tener en la estabilidad de lateral y la estabilidad longitudinal.

### **2.2.1.- Estabilidad lateral**

Consiste en calcular el ángulo máximo que puede inclinarse nuestro vehículo sin que se produzca el vuelco del mismo. Para comprender mejor el cálculo que se va a realizar se ilustran las fuerzas que intervienen con la siguiente imagen.

Para realizar el cálculo recurrimos a la siguiente expresión:

$$h_{cu} = h_b + \frac{h - h_b}{2}$$



En la que intervienen los siguientes parámetros:

$d = 2040$  mm; es el ancho de vías menor.

$h = 3693,5$  mm; es la altura de la cisterna al suelo.

$h_{cg} = 2107,75$  mm; es la altura del centro de gravedad.

$h_b = 950$  mm; es la altura desde el suelo plano hasta el bastidor.

$Q_{\text{útil}} = 32462$  Kg es el valor de la carga útil en las mismas unidades en que se pongan la Tara y MMA (kg).

$h_{cu} = 2321,75$  mm: es la altura del centro de gravedad de la carga útil.

Para realizar el cálculo recurrimos a la siguiente expresión:

$$h_{cu} = h_b + \frac{h - h_b}{2}$$

$$h_{cu} = 2321.75 \text{ mm}$$

Ahora debemos calcular la altura del centro de gravedad ( $h_{cg}$ ), para ello empleamos:

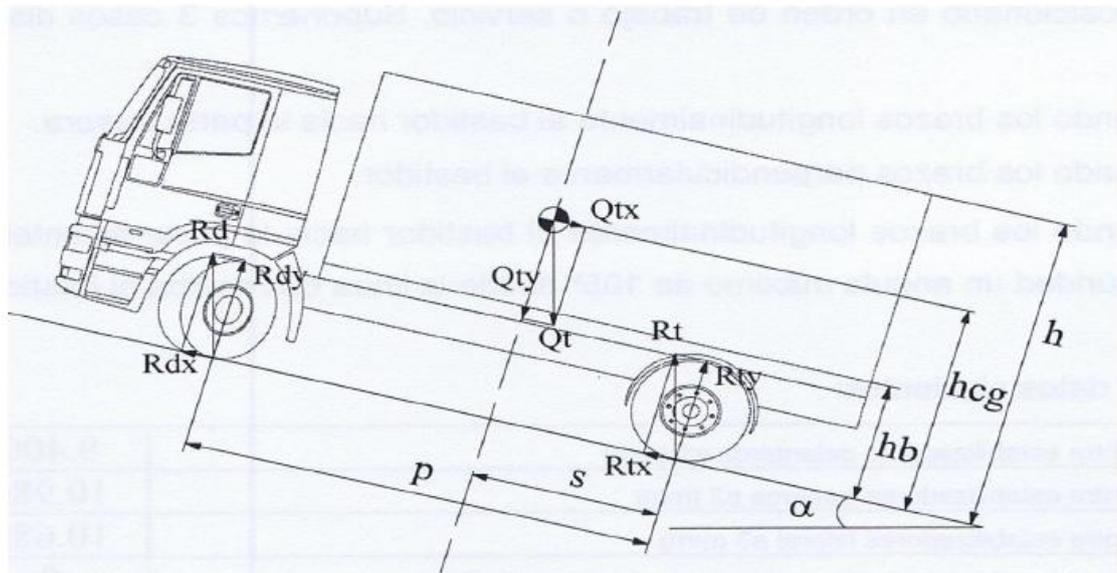
$$h_{cg} = \frac{h_b \times \text{Tara} + h_{cu} \times Q_{\text{útil}}}{\text{MMA}} = 2107,75 \text{ mm}$$

Finalmente calcularemos el ángulo de inclinación máximo que el vehículo soporta sin volcar, para ello aplicamos la siguiente ecuación:

$$\alpha = \text{arctg} \left( \frac{d}{2 \times h_{cg}} \right) = 25,82^\circ$$

### 2.2.2.- Estabilidad longitudinal

Para comprender mejor el cálculo que vamos a realizar se facilita la siguiente imagen en la que vemos las fuerzas que intervienen en la estabilidad longitudinal, la cual nos indica la pendiente máxima que el vehículo podrá soportar.



Los parámetros a tener en cuenta son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 Q_t &= MMA = 38462 \text{ Kg} = 376927 \text{ N} \\
 R_d &= F_{r1} = 142000 \text{ N} \\
 p \text{ (distancia entre ejes)} &= 7380 \text{ mm} \\
 s \text{ (distancia del centro de gravedad al eje trasero)} &= 3500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Para calcular el parámetro 's' tomamos momentos:

$$\sum M_{F_{r1}} = 0 \rightarrow Q_t \times s - F_{r1} \times p = 0$$

Despejando obtenemos que  $s = 2780,3 \text{ mm}$

Ahora ya podemos aplicar la ecuación que nos permita calcular el ángulo de inclinación máximo:

$$\alpha = \text{arctg} \left( \frac{s}{h_{cg}} \right) = 52,83^\circ$$



### 2.3.- Aislamientos

Se dispondrá de una pantalla solar que cubre más de un tercio de la parte superior de la cisterna pero menos de la mitad superior de la superficie de la envolvente, y separada de ésta una distancia de al menos 40 mm, dejando un espacio ventilado. Las pantallas de protección solar deben cumplir los requisitos de la Norma **UNE-EN 12493:2014**.

### 2.4.- Equipos

Los equipos obligatorios y opcionales que van a acoplarse a los camiones cisterna para el transporte de GLP deben estar de acuerdo con la “tabla 1” de la norma **UNE-EN 12252:2014**:

**Tabla 1 – Equipos para camiones cisterna**

Descripción	Apartados	Obligatorio	Opcional
<b>Accesorios</b>			
Indicador de nivel	6.1.1/8.2	X	
Manómetro	6.1.2/8.3	X	
Sistema de cierre principal	6.1.3	X	
Indicador de temperatura	6.2/8.4		X
Válvula de seguridad de sobrepresión	6.2/8.11		X
Pantalla de protección solar	6.2		X
<b>Equipo de GLP para el camión cisterna</b>			
Tuberías	7.1.2/8.1.6	X	
Sistema de cierre de emergencia	11.2	X	
Mangueras	7.1.3/8.6	X	
Válvulas de expansión térmica/válvulas de seguridad de sobrepresión hidrostáticas	7.1.4	X	
Válvulas	8.10	X	
Compresor	7.2		X
Bomba	7.2/8.5		X
Carrete de la manguera	7.2/8.7		X
Sistema de medición	7.2/8.9		X
Conexión a tierra	7.1.5	X	
Bobinas de cable de puesta a tierra	7.2/8.8		X

#### 2.4.1- Equipos obligatorios

##### 2.4.1.1.- Indicador de nivel

Los recipientes a presión deben estar equipados con un indicador de nivel adecuado, conforme con la Norma **UNE-EN 13799**. Todos los materiales en contacto directo con GLP, con excepción de las juntas, deben ser metálicos. Deben aplicarse los requisitos de la Norma **UNE-EN 12493** para el llenado máximo.

Cuando el contenido del recipiente a presión se mide en volumen y no en peso, deben montarse al menos dos sistemas independientes de medición del contenido, pudiendo ser solamente uno de ellos un indicador fijo de nivel del líquido.



El diámetro máximo del orificio de evacuación no debe ser superior a 1,5 mm, a menos que esté protegido por un limitador de caudal o una válvula de cierre adecuada.

El tapón roscado del orificio de evacuación debe permanecer fijo en todas las circunstancias. Debe poderse reemplazar el tapón sin poner el recipiente a presión fuera de servicio. El diseño del medidor de nivel rotativo debe tener en cuenta las vibraciones debidas al transporte. Los medidores de nivel rotativos, cuando se utilicen, deben poder moverse libremente en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario.

#### 2.4.1.2.- Manómetro

El manómetro debe colocarse de modo que se encuentre protegido de cualquier daño y pueda ser fácilmente legible.

Si un manómetro se monta directamente sobre el recipiente a presión, debe de llevar acoplado un sistema de cierre principal.

Los manómetros deben ser conformes a lo indicado en la Norma **UNE-EN 837-2**.

#### 2.4.1.3.- Sistema de cierre principal

El camión cisterna debe de tener tres dispositivos de cierre independientes los unos de los otros por cada apertura de llenado o de descarga en la parte inferior.

El primero debe ser un obturador montado en el interior del recipiente a presión. El sistema de cierre principal se debe diseñar:

- a) para evitar la apertura inintencionada de la válvula interna debido al deterioro o a actos involuntarios;
- b) para proteger el obturador interno de las presiones externas;
- c) para permitir que la presión sea liberada de forma segura antes de que se hayan quitado las bridas ciegas o los tapones;
- d) para permitir que los dispositivos de llenado y descarga/capuchones estén asegurados contra la apertura inintencionada.

Las conexiones de llenado entubadas en el interior del espacio de vapor del recipiente a presión pueden utilizar una válvula anti-retorno de asiento con resorte (se mantiene cerrada mediante el muelle) como primer obturador.

El segundo debe ser un obturador externo que se debe montar tan cerca como sea razonablemente posible del recipiente a presión.

El tercero debe ser en la forma de una brida ciega o un capuchón.



La posición y/o dirección de cierre de los dispositivos de cierre tipo válvula debe ser claramente visible.

Todas las conexiones al recipiente a presión que superen 1,5 mm de diámetro, distintos de aquéllas necesarias para las válvulas de seguridad de sobrepresión o aquéllas fijadas permanentemente con bridas ciegas o un tapón de cierre, deben incorporar un sistema de cierre principal.

#### 2.4.1.4.- Tuberías

Las barreras de protección mecánica no deben fijarse sobre las tuberías o los accesorios a los que estén destinadas a proteger. Las tuberías deben instalarse de tal forma que se evite el daño debido a las dilataciones y las contracciones térmicas, los impactos mecánicos y las vibraciones.

El número de uniones debe reducirse al mínimo posible. Las uniones deben realizarse por soldeo o por embreado. Las tuberías deben ser conformes con las Normas **UNE-EN 10216-1** y/o **UNE-EN 10217-1**.

#### 2.4.1.5.- Sistema de parada de emergencia (ESD)

El equipo de GLP del camión cisterna debe incluir un sistema ESD que se inicie mediante un mínimo de dos dispositivos manuales localizados en posiciones adecuadas del camión cisterna y convenientemente identificados para indicar su uso, o bien un dispositivo manual localizado en el camión cisterna en combinación con cualquiera de los siguientes:

- un puño de mando (puño de emergencia) sobre el suelo junto al camión cisterna durante el llenado o descarga
- sistemas remotos.

El sistema ESD debe iniciar inmediatamente el cierre de la bomba de descarga y el cierre del sistema de cierre principal del recipiente a presión.

#### 2.4.1.6.- Mangueras de conexión

La manguera de descarga debe ser conforme a lo indicado en la Norma **UNE-EN 1762**.

Los acoplamientos de la manguera deben ser conformes a lo indicado en las Normas:

**UNE-EN 13175, UNE-EN 14422 o UNE-EN 14424.**

La manguera de descarga del camión cisterna debe estar fabricada de un material adecuado para el servicio de GLP y diseñada para una presión, al menos, igual a la presión de diseño de la tubería. Las mangueras deben estar fabricadas de una sola



pieza sin uniones o empalmes intermedios y no deben superar los 60 m de longitud.

Las válvulas situadas al final de la manguera de descarga del camión cisterna deben estar protegidas frente a aperturas no intencionadas y deben tener una localización en un emplazamiento adecuado y seguro con el fin de impedir su movimiento cuando el camión cisterna se está desplazando.

La manguera de descarga del camión cisterna con sus acoplamientos debe ensayarse a una presión de 1,5 veces la presión de diseño.

#### 2.4.1.7.- Válvulas de expansión térmica

A menos que el sistema se encuentre protegido de otra forma, deben disponerse válvulas de expansión térmica en todas las secciones de tubería en las cuales el líquido pueda quedar atrapado entre las válvulas cerradas.

Las válvulas de expansión térmica deben colocarse de forma que no estén dirigidas hacia el recipiente a presión de GLP; no deben colocarse en el cuarto inferior de tuberías horizontales.

Las válvulas de expansión térmica deben estar reguladas de forma que descarguen a una presión inferior o igual a la presión de diseño de los equipos a los que estén destinadas a proteger.

#### 2.4.1.8.- Válvulas

Se requiere una válvula de cierre en la tubería para las conexiones de trasvase de líquido o de equilibrado del vapor empleadas en las operaciones de rutina. Debe colocarse tan próxima como sea razonablemente posible al final de la tubería y/o de la salida de la manguera.

Las válvulas para los equipos de GLP empleados en los vehículos deben ser conformes con una o más de las siguientes normas UNE siguientes:

- *EN 13175*   - *EN 558*   - *EN 1983*   - *EN 1984*   - *EN ISO 10497*
- *EN 12627*   - *EN 12760*   - *EN 13789*   - *EN 13709*

#### 2.4.1.9.- Toma de tierra

Se debe proporcionar una adecuada toma de tierra, marcada claramente con el símbolo que se indica en la siguiente figura:



Figura – Símbolo de toma de tierra



### 2.4.2.- Equipos opcionales

#### 2.4.2.1.- Indicador de temperatura

La conexión de un indicador de temperatura a una tubería o al recipiente a presión debe efectuarse a través de un pozo termométrico (una bolsa sellada para evitar el contacto directo entre la sonda de temperatura y el GLP).

El pozo termométrico debe construirse cumpliendo los mismos requisitos de diseño del recipiente a presión o las tuberías sobre las que se monta de forma permanente.

#### 2.4.2.2.- Válvulas de seguridad de sobrepresión (PRV)

Las válvulas de seguridad de sobrepresión deben colocarse en la fase gaseosa del recipiente a presión. Las válvulas de seguridad de sobrepresión deben ser con resorte y estar diseñadas para resistir las cargas dinámicas, incluyendo el movimiento del líquido.

Las válvulas de seguridad de sobrepresión deben estar enrasadas con la virola del recipiente a presión y con el mecanismo de operación en el interior del recipiente a presión, o cualquier protuberancia se debe proteger de forma adecuada contra el deterioro por impacto y cualquier daño a la protección no debe interferir en la operación satisfactoria de la válvula.

#### 2.4.2.3.- Bobinas del cable de puesta a tierra

La bobina del cable de puesta a tierra debe tener continuidad eléctrica con el recipiente a presión.

#### 2.4.2.4.- Pantalla de protección solar

La pantalla de protección solar deben cumplir los requisitos establecidos en la Norma **UNE-EN 12493**.

Debe cubrir más de un tercio de la parte superior de la cisterna pero menos de la mitad superior de la superficie de la envolvente, y estar separada de ésta una distancia de al menos 40 mm, dejando un espacio ventilado.

El espesor de la chapa será de 2,5 mm y estará fabricada en aluminio.

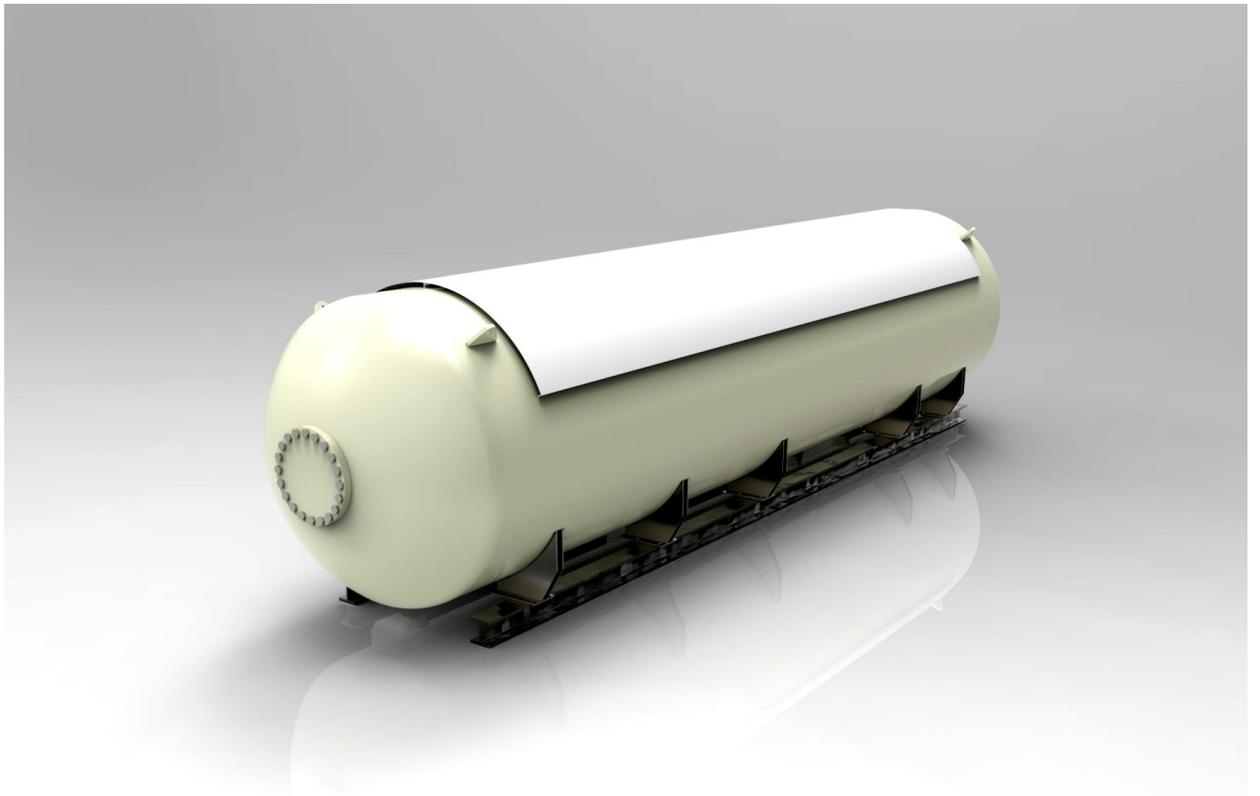


**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº3: PLANOS**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



## **ÍNDICE ANEJO III**

**PLANO Nº 1 – GEOMETRÍA EXTERIOR CISTERNA**

**PLANO Nº 2 – DETALLES VIROLAS**

**PLANO Nº 3 – DETALLES FONDOS**

**PLANO Nº 4 – ESQUEMA EQUIPO TRASVASE Y SERVICIOS**

**PLANO Nº 5 – DISTRIBUCIÓN ROMPEOLAS**

**PLANO Nº 6 – ROMPEOLAS**

**PLANO Nº 7 – CONJUNTO BOCA HOMBRE**

**PLANO Nº 8 – OREJAS DE IZAJE**

**PLANO Nº 9 – SOPORTES CISTERNA**

**PLANO Nº 10 – CONJUNTO SOPORTES EN 3D**

**PLANO Nº 11 – REMOLQUE**

**PLANO Nº 12 – DISTRIBUCIÓN SOPORTES**

**PLANO Nº 13 – UNIONES SOLDADAS**

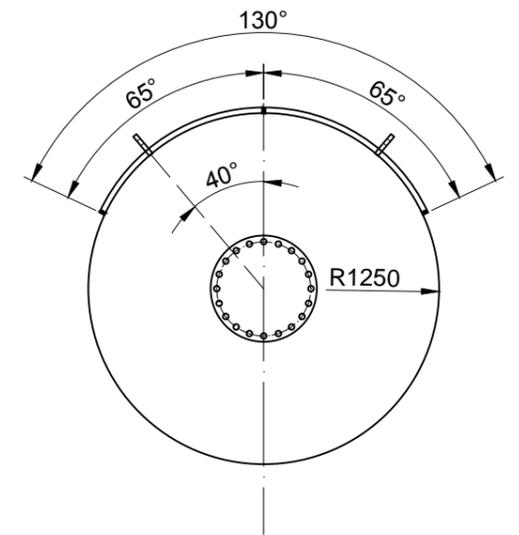
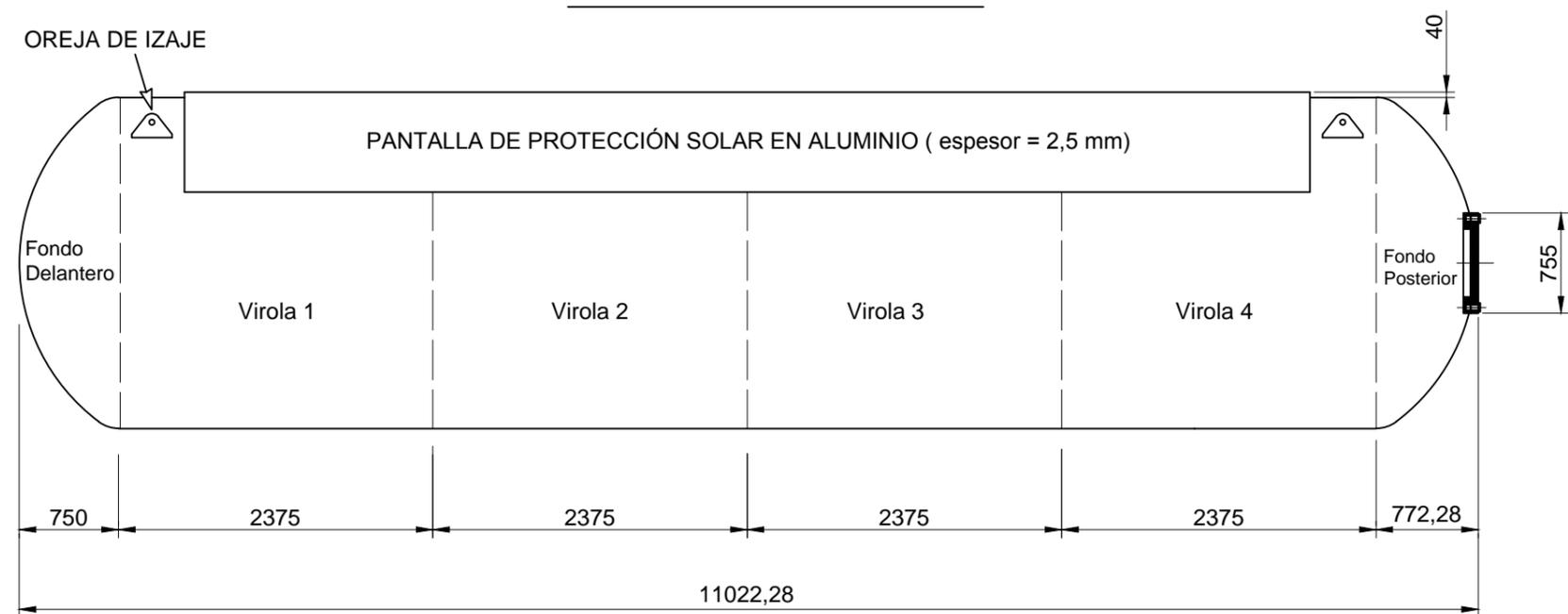
**PLANO Nº 14 – VÁLVULAS DE FONDO**

**PLANO Nº 15 – VÁLVULAS DE ALÍVIO**

**PLANO Nº 16 – INDICADOR DE NIVEL**

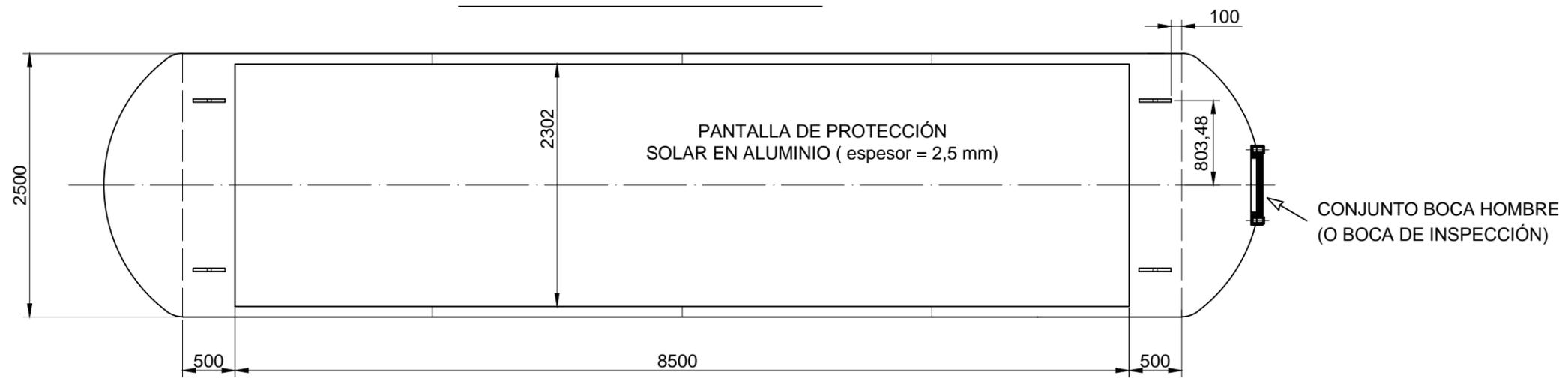
**PLANO Nº 17 – DESPIECE DE LA CISTERNA EN 3D**

# VISTA ALZADO



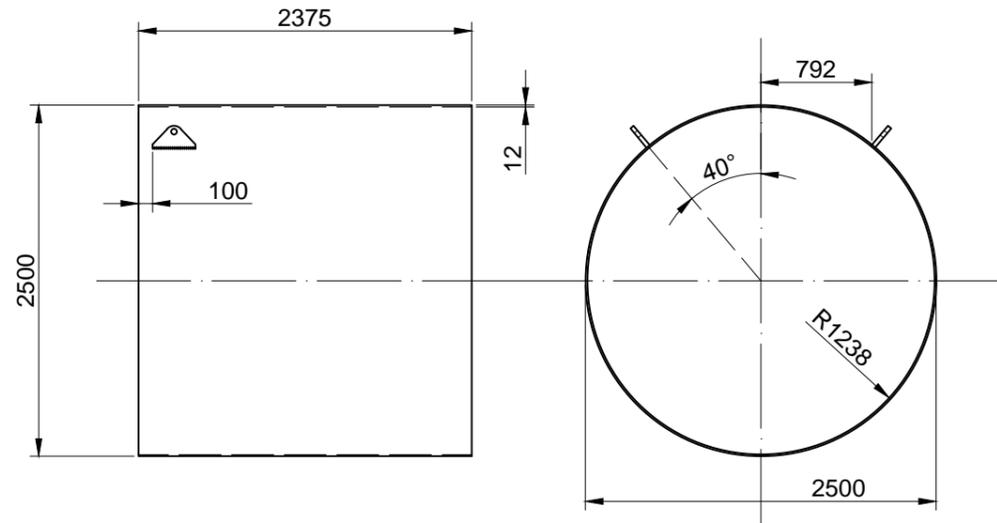
# VISTA POSTERIOR

# VISTA EN PLANTA

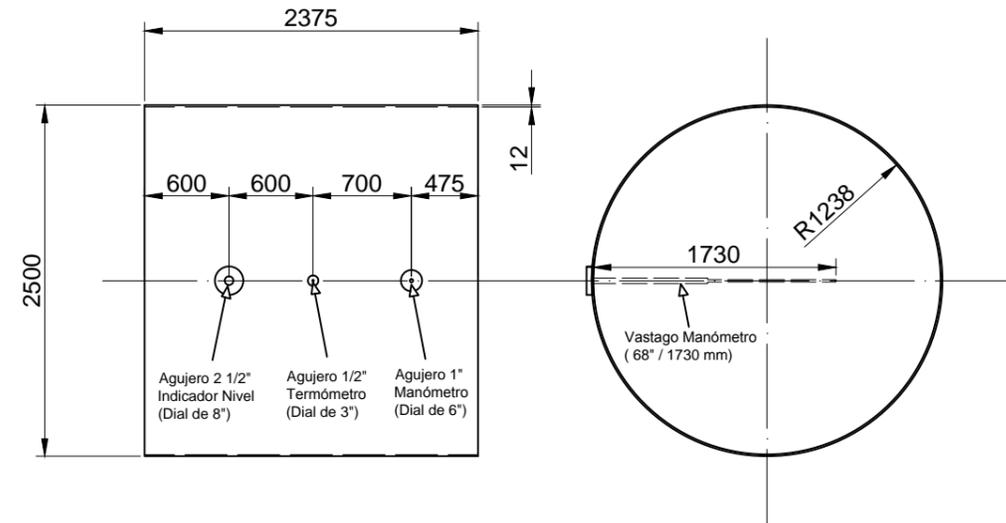


	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B.			
Comprobado					
Revisado					
Escala 1:50	CISTERNA PORTABLE ONU 1965 Geometría Exterior Cisterna			N°Plano: 1	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

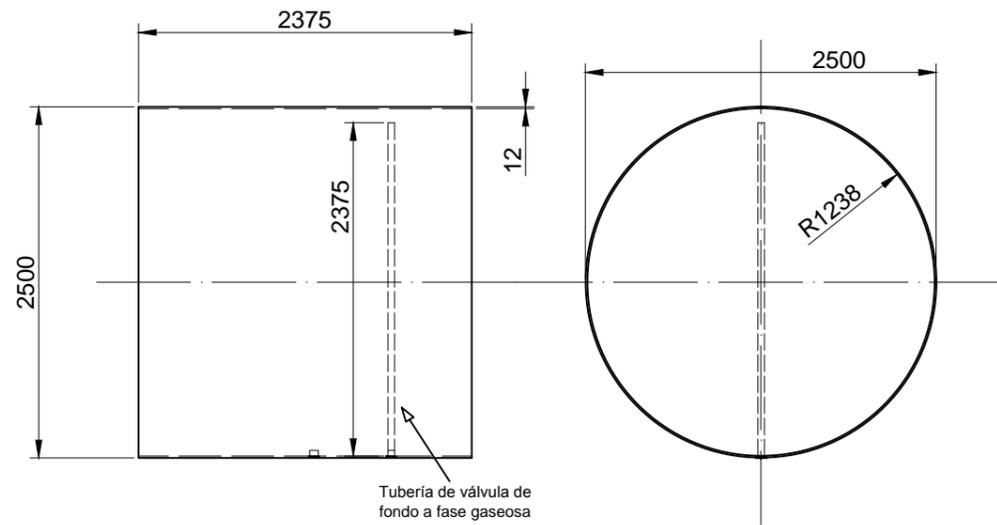
### Detalles Virola 1



### Detalles Virola 3

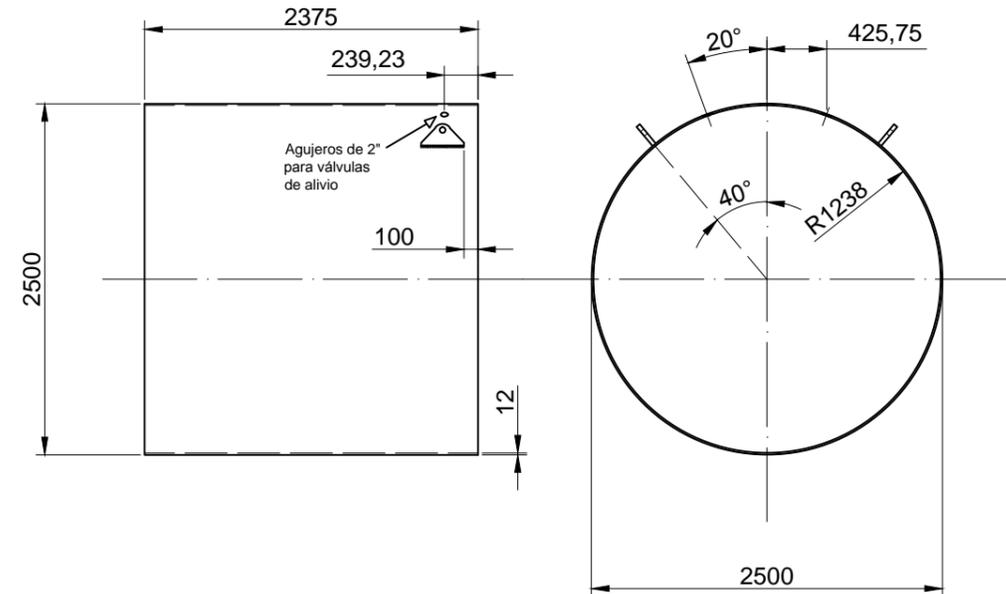


### Detalles Virola 2

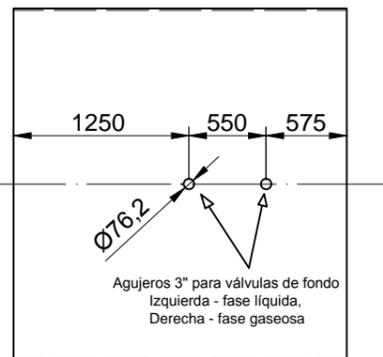


Tubería de válvula de fondo a fase gaseosa

### Detalles Virola 4



\*NOTA: El material empleado es Acero P460NH (Baja aleación al Carbono-Manganeso)



Agujeros 3" para válvulas de fondo  
Izquierda - fase líquida,  
Derecha - fase gaseosa

Peso virolas = 1748,698 Kg/Ud

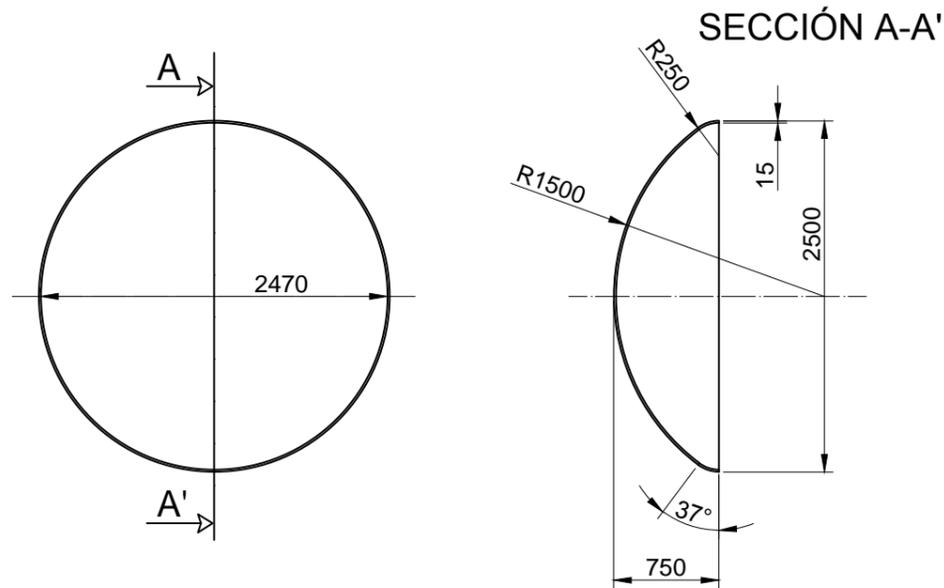
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B	
Comprobado			
Revisado			

José Ginés León Bernal  
U.P.C.T  
E. T. S. Ingeniería Industrial



Escala 1:50	CISTERNA PORTABLE ONU 1965 Detalles Virolas	NºPlano: 2
		Sustituye a:
		Sustituido por:

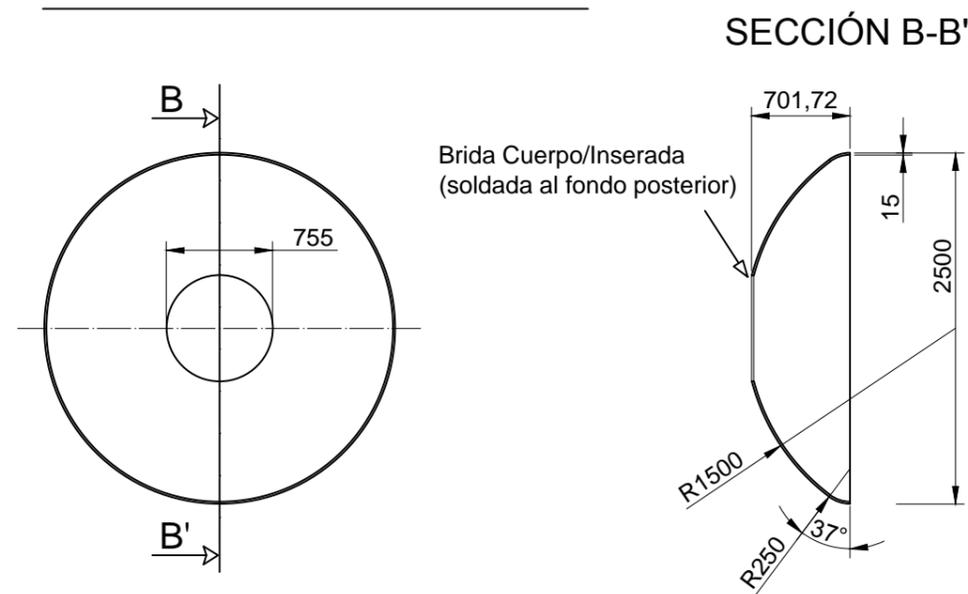
### Detalles Fondo Delantero



Espesor fondo = 15 mm

Peso fondo delantero = 800,789 Kg

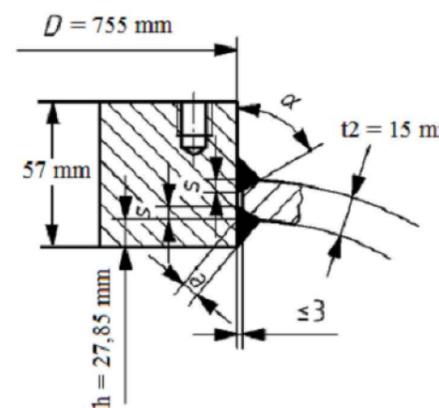
### Detalles Fondo posterior



Espesor fondo = 15 mm

Peso fondo posterior = 747,202 Kg

Detalles soldadura de brida insertada en fondo posterior, según figura 14.1.2 de la norma EN 1708-1:



$4 \text{ mm} \leq t_2 \leq 30 \text{ mm}$

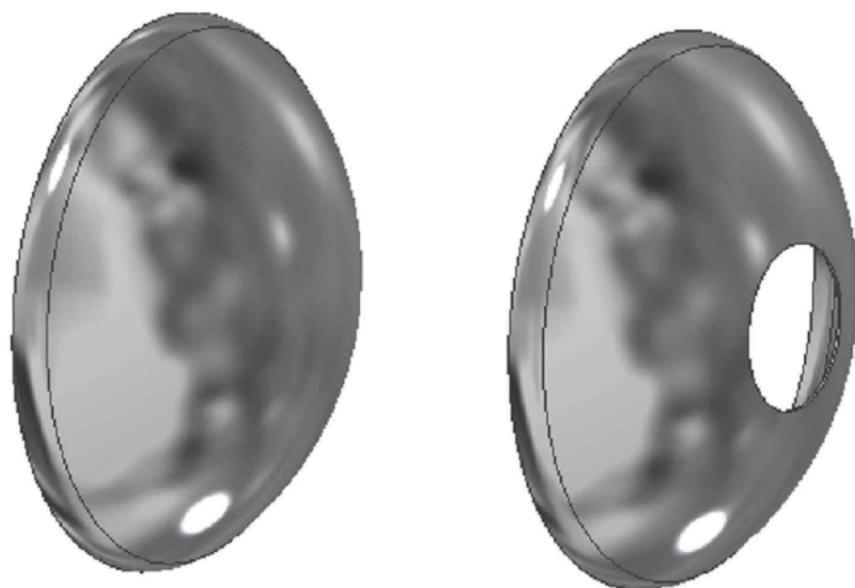
Sin tensiones adicionales

$a = 0,7 t_2 = 11 \text{ mm}$

$h \geq t_2$

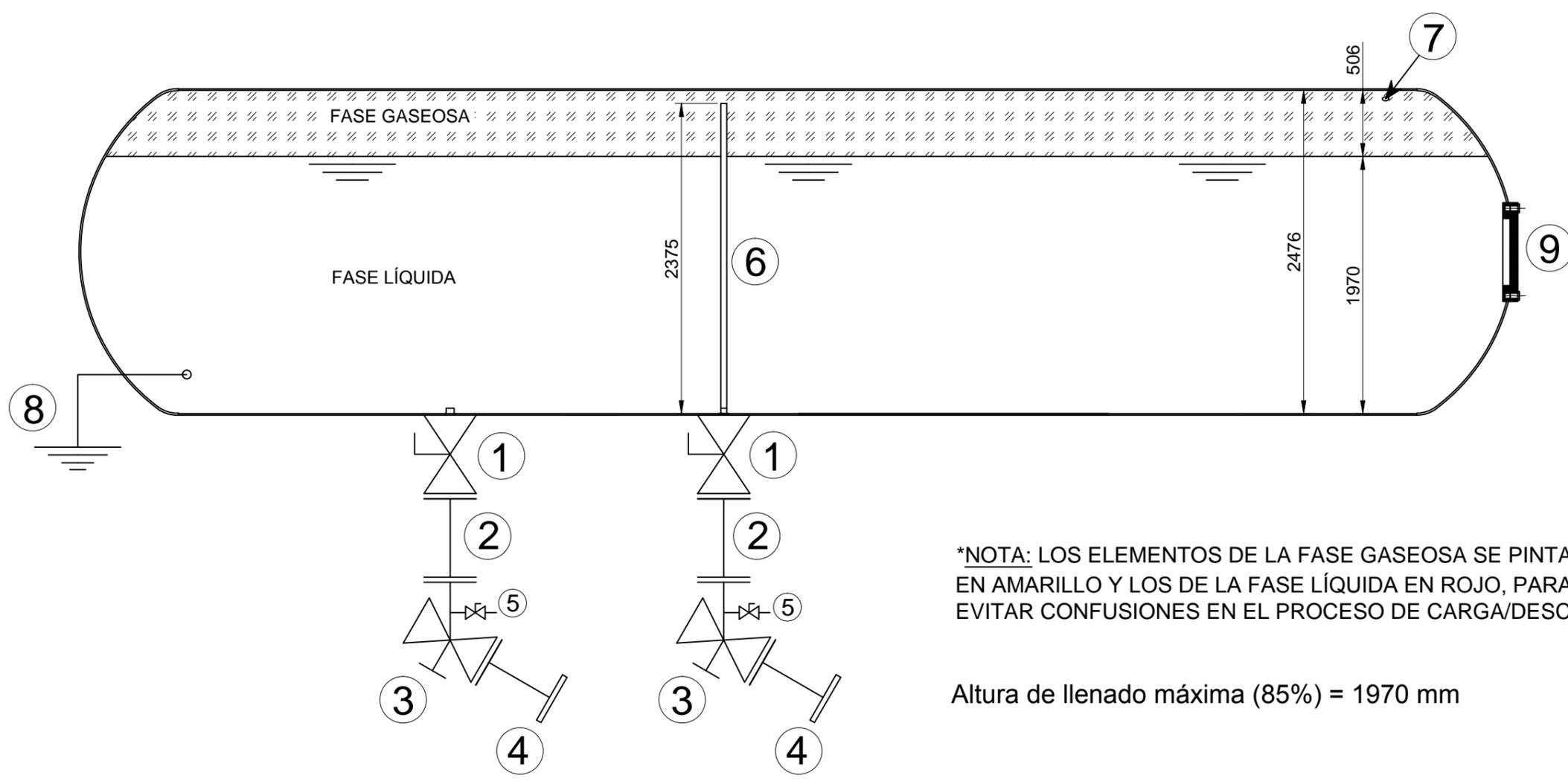
$45^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$

### Detalles Vista en 3D (S/E)



\*NOTA: El material empleado es Acero P460NH (Baja aleación al Carbono-Manganeso)

	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965			NºPlano:	3
1:50	Detalles Fondos Cisterna			Sustituye a:	
				Sustituido por:	

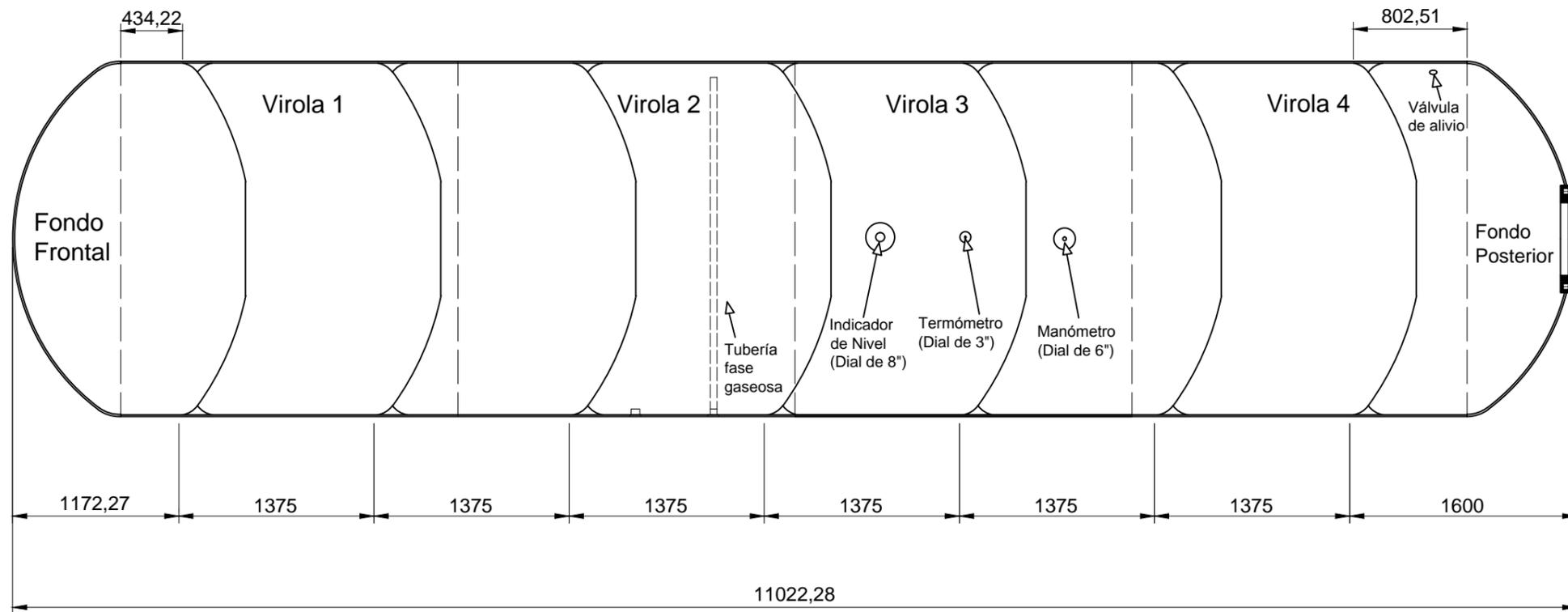


\*NOTA: LOS ELEMENTOS DE LA FASE GASEOSA SE PINTARAN EN AMARILLO Y LOS DE LA FASE LÍQUIDA EN ROJO, PARA EVITAR CONFUSIONES EN EL PROCESO DE CARGA/DESCARGA.

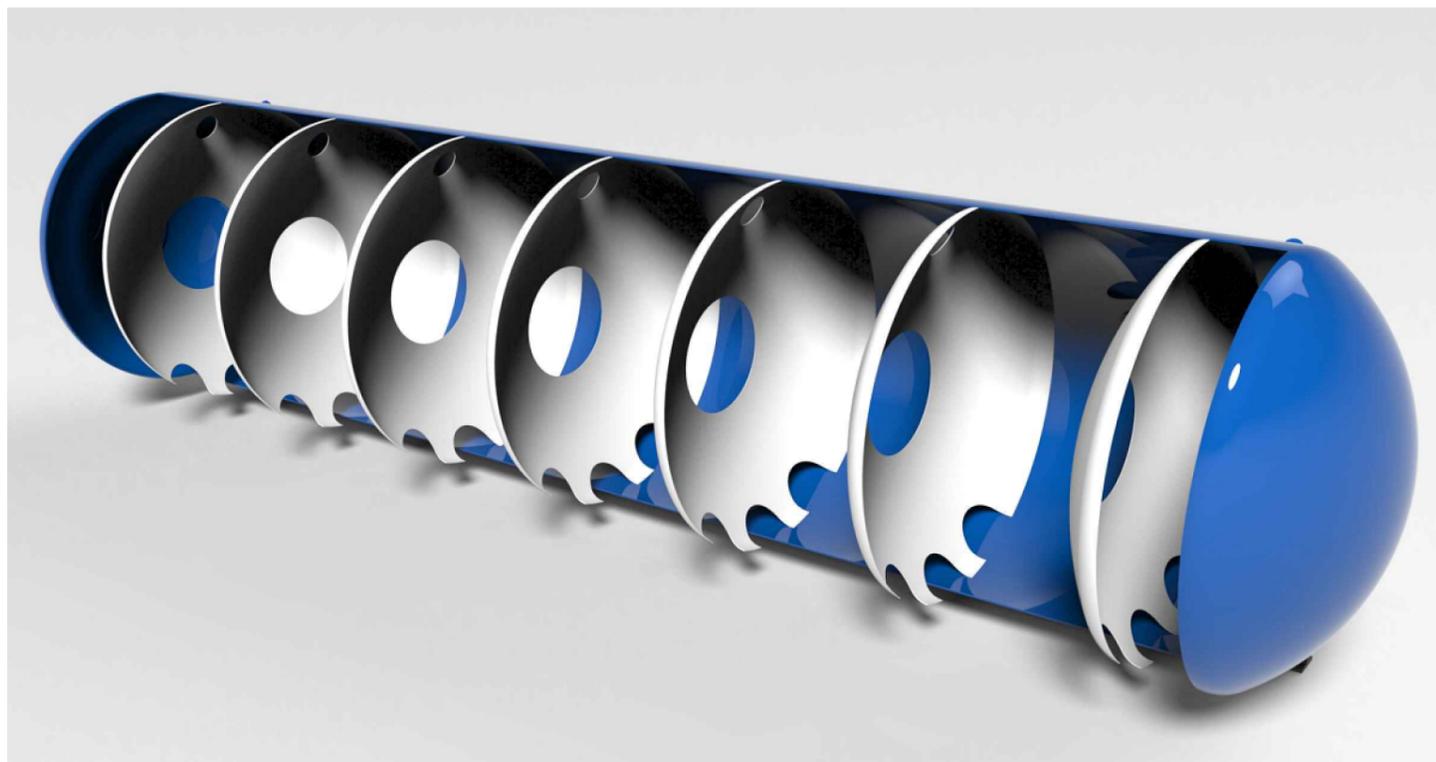
Altura de llenado máxima (85%) = 1970 mm

NÚM	ELEMENTO	UNIDADES
1	Válvula de fondo FISHER de 3", Modelo C483-24-26	2
2	Tubería de acople de 3", PN40	2
3	Válvula de sello en V Rego de 3", Modelo A7518FP en ángulo	2
4	Acople Alpha hembra de 3", Modelo ASA 300	2
5	Válvula de Venteo Rego, Modelo TSS 3169 *Accesorio de la Válvula de sello en V	2
6	Tubería conectora a fase gaseosa	1
7	Válvula de alivio FISHER de 2", Modelo H722-312	2
8	Carrete de toma de tierra y pinza	1
9	Conjunto Boca de hombre, DN500	1

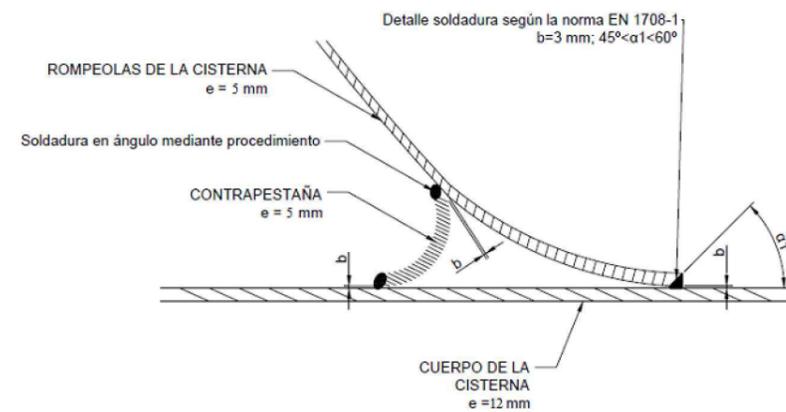
	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965			NºPlano:	4
S/E	Esquema Equipo Traspase y Servicios			Sustituye a:	
				Sustituido por:	



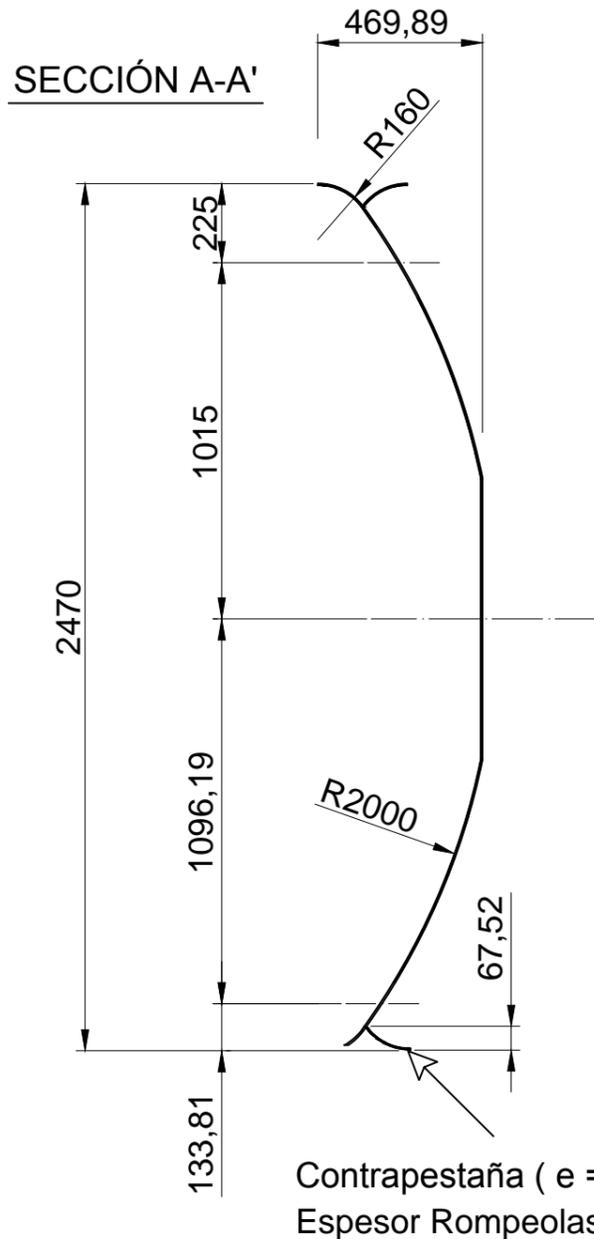
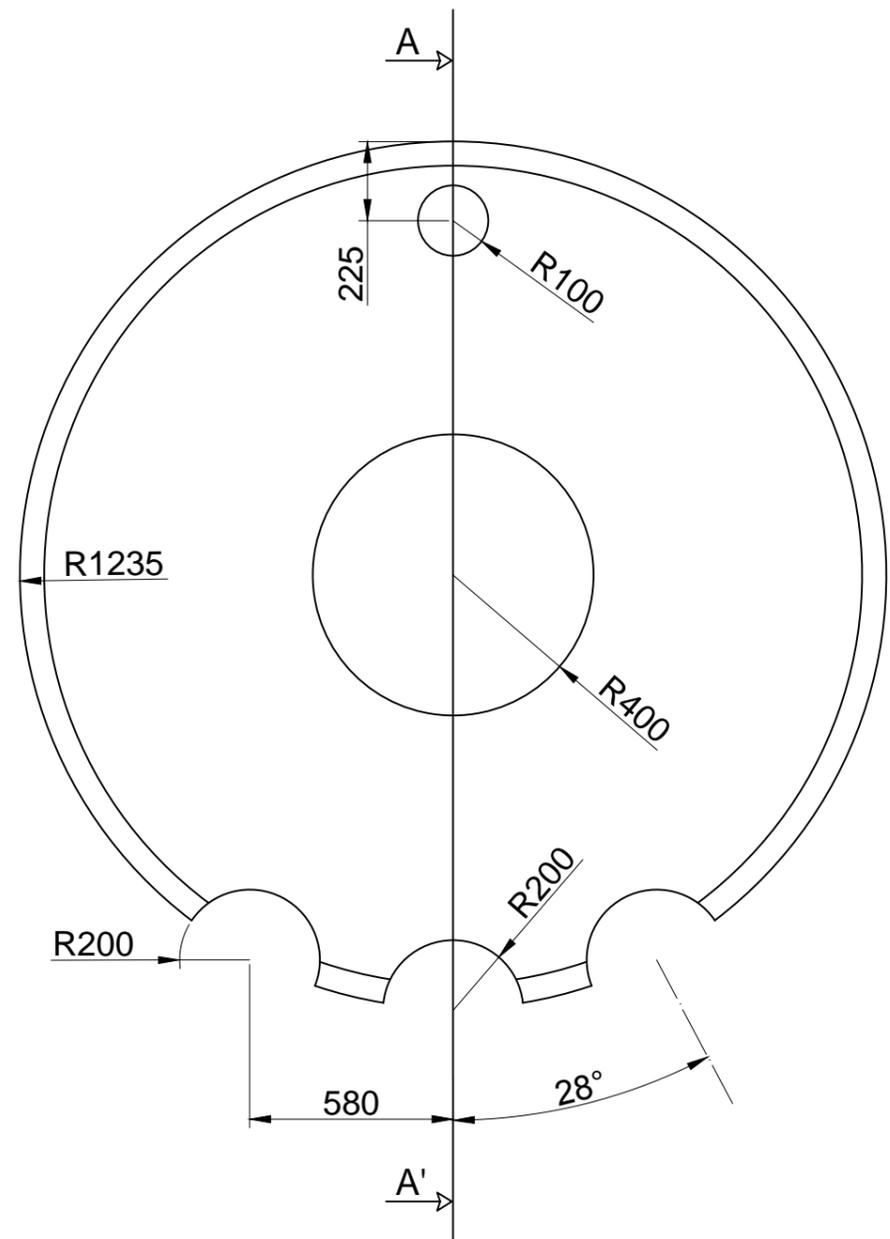
VISTA 3D DEL INTERIOR DE LA CISTERNA (S/E)



DETALLE SOLDADURA ROMPEOLAS



	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala 1:40	CISTERNA PORTABLE ONU 1965 Distribución Rompeolas			N°Plano: 5	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



VISTA EN 3D (S/E)

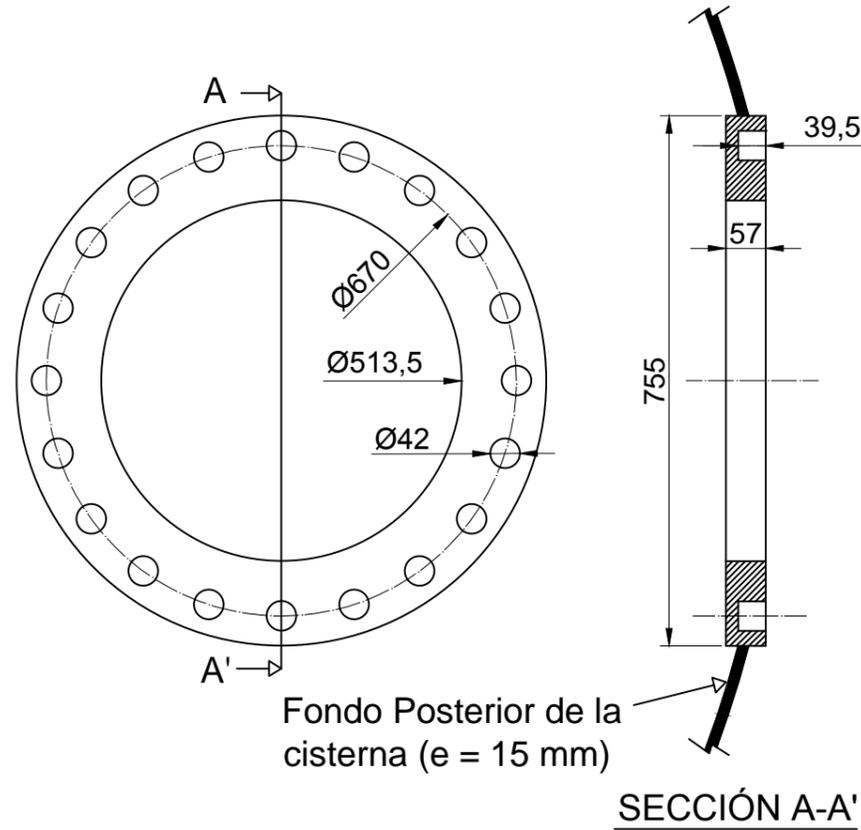


Peso rompeolas = 198,644 Kg/Ud

	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965			NºPlano: 6	
1:20	Rompeolas			Sustituye a:	
				Sustituido por:	

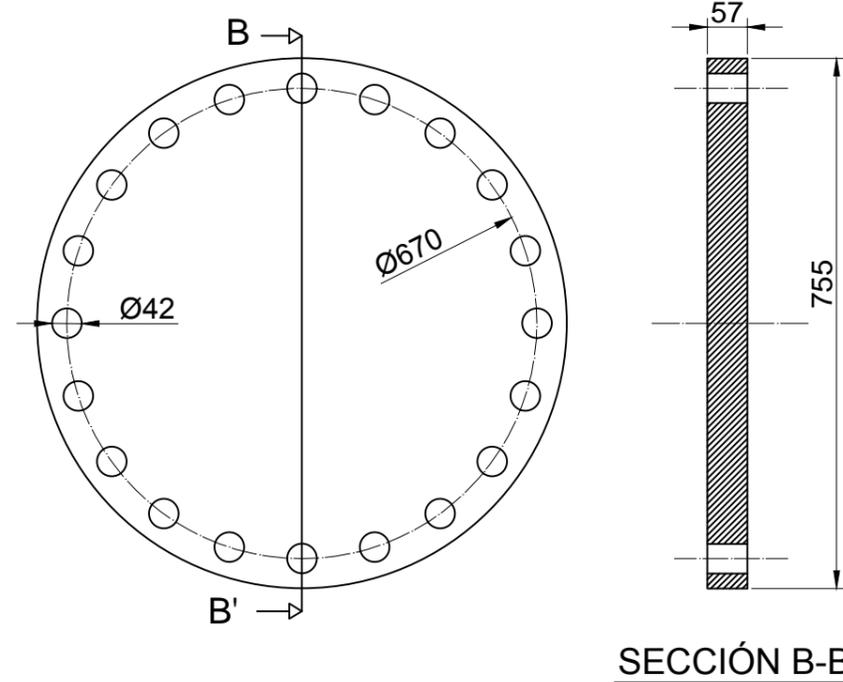
### Boca hombre "Brida Incrustada"

Peso Brida Incrustada = 99,065 Kg



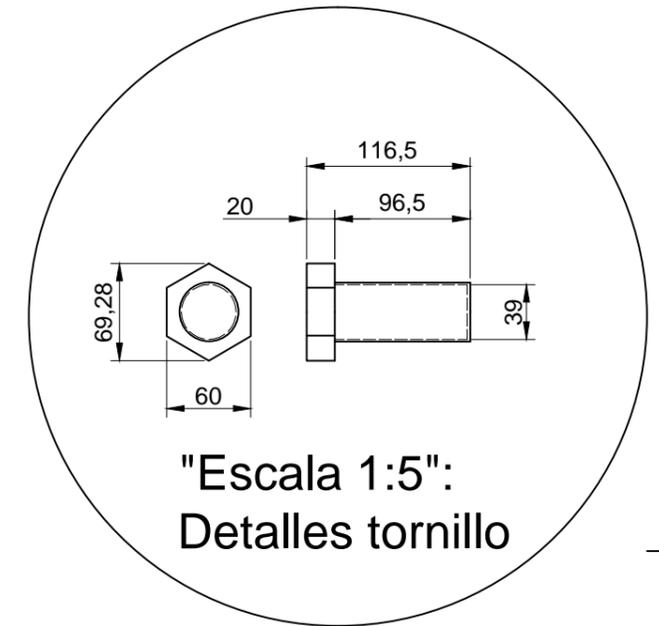
### Boca hombre "Tapa Ciega"

Peso Tapa Ciega = 187,924 Kg

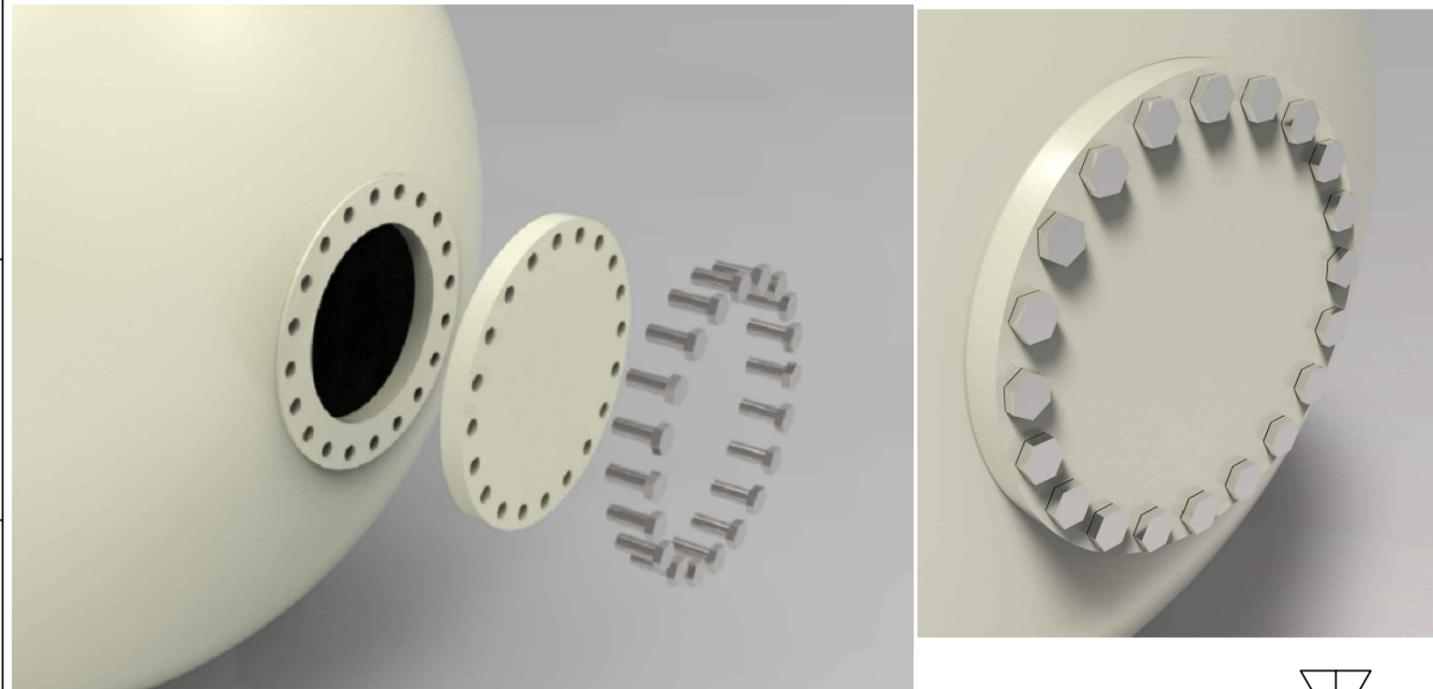


### Tornillos métrica M39 (20 Unidades)

Peso tornillos M39 = 1,394 Kg/Ud



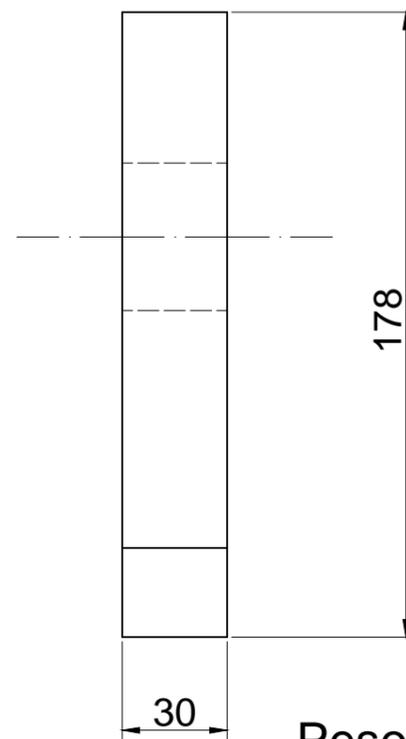
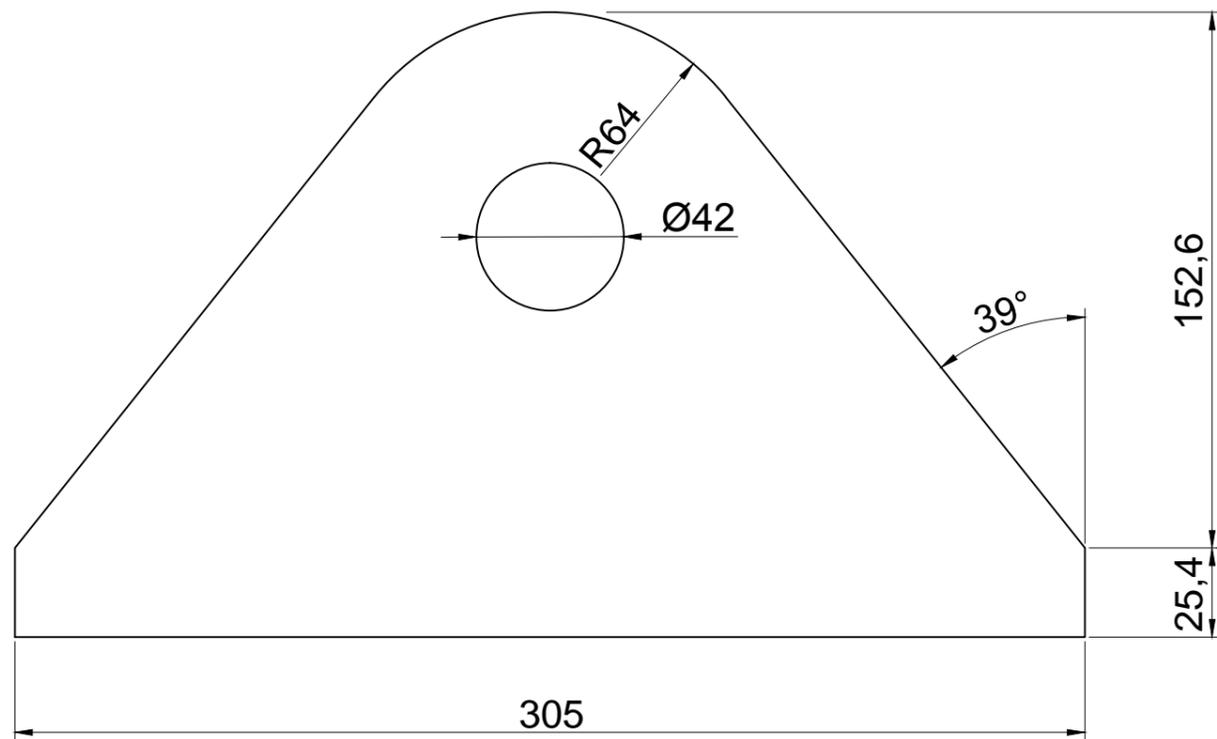
### Vista 3D del conjunto (Plano de Despiece y montado)



Peso Total "Conjunto Boca Hombre" = 314,869 Kg  
(Sin tener en cuenta el peso del fondo posterior)

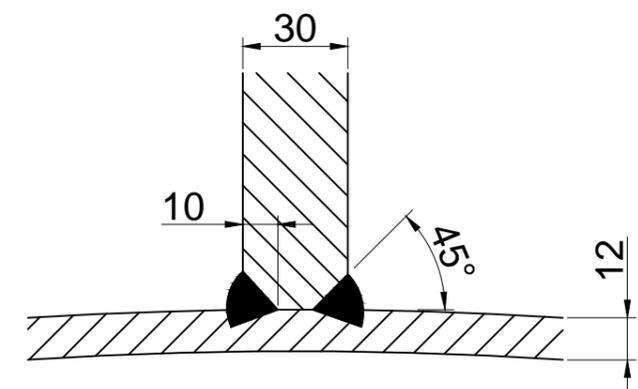
\*NOTA: El material empleado es Acero P460NH (Baja aleación al Carbono-Manganeso)

	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala 1:10	CISTERNA PORTABLE ONU 1965 CONJUNTO BOCA HOMBRE			NºPlano: 7	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



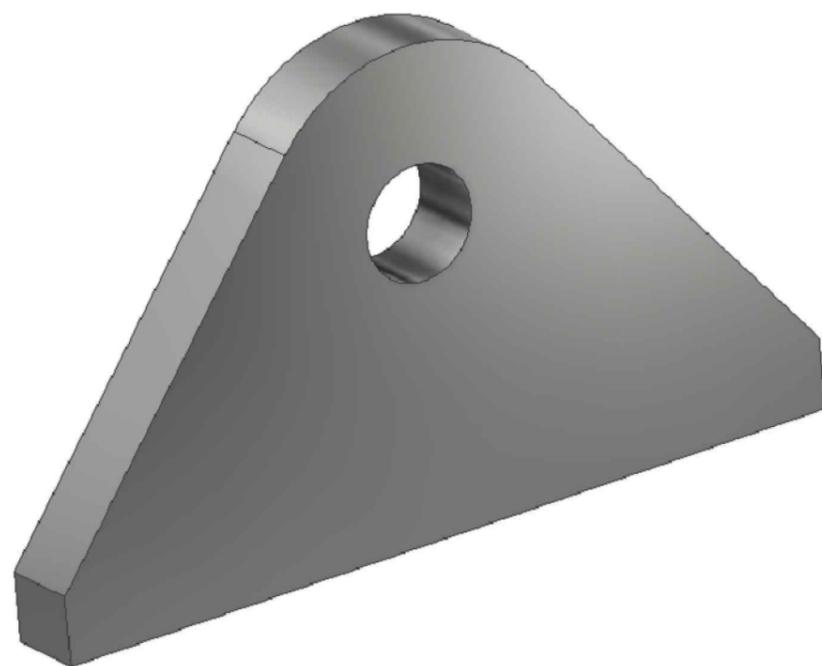
Peso Oreja Izaje = 8,023 Kg/Ud

Detalle soldadura Oreja de Izaje



\*NOTA: El material empleado es Acero P460NH (Baja aleación al Carbono-Manganeso)

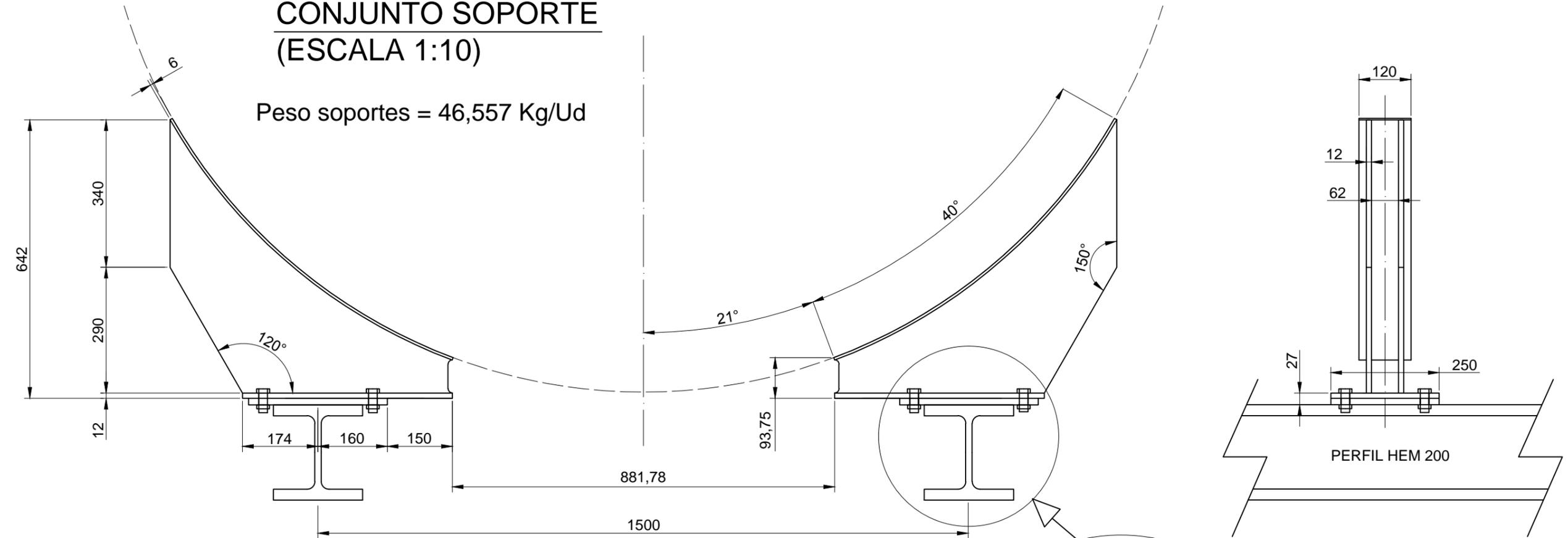
Vista en 3D (S/E)



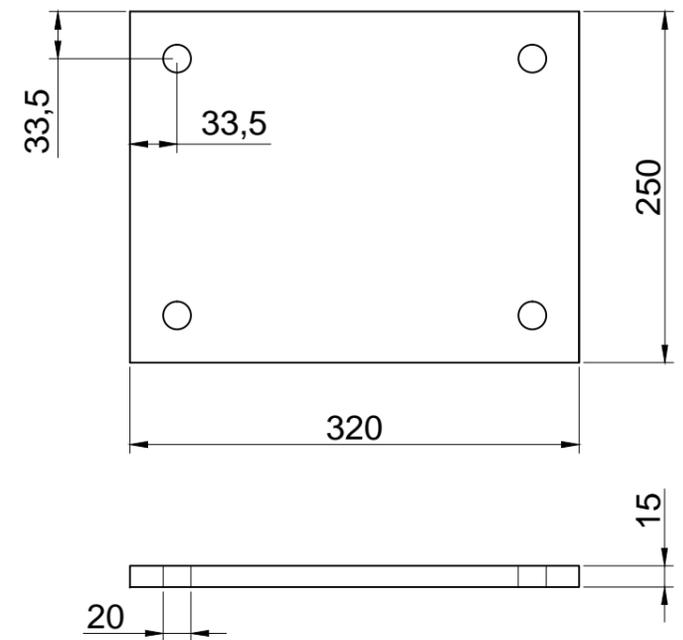
Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B.		
Comprobado				
Revisado				
Escala 1:2	CISTERNA PORTABLE ONU 1965 Orejas de Izaje		N°Plano: 8	
			Sustituye a:	
			Sustituido por:	

**CONJUNTO SOPORTE  
(ESCALA 1:10)**

Peso soportes = 46,557 Kg/Ud

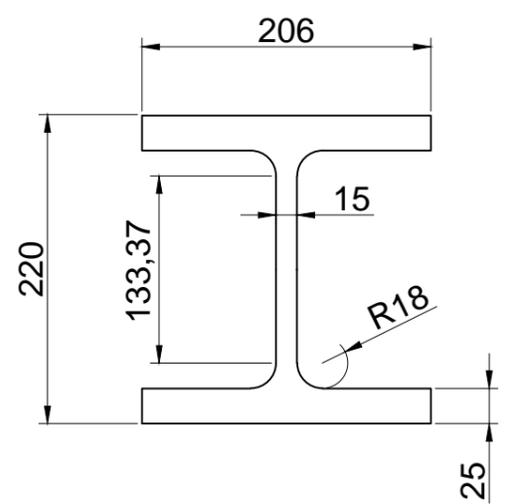


**PLACAS DE ANCLAJE  
(ESCALA 1:5)**



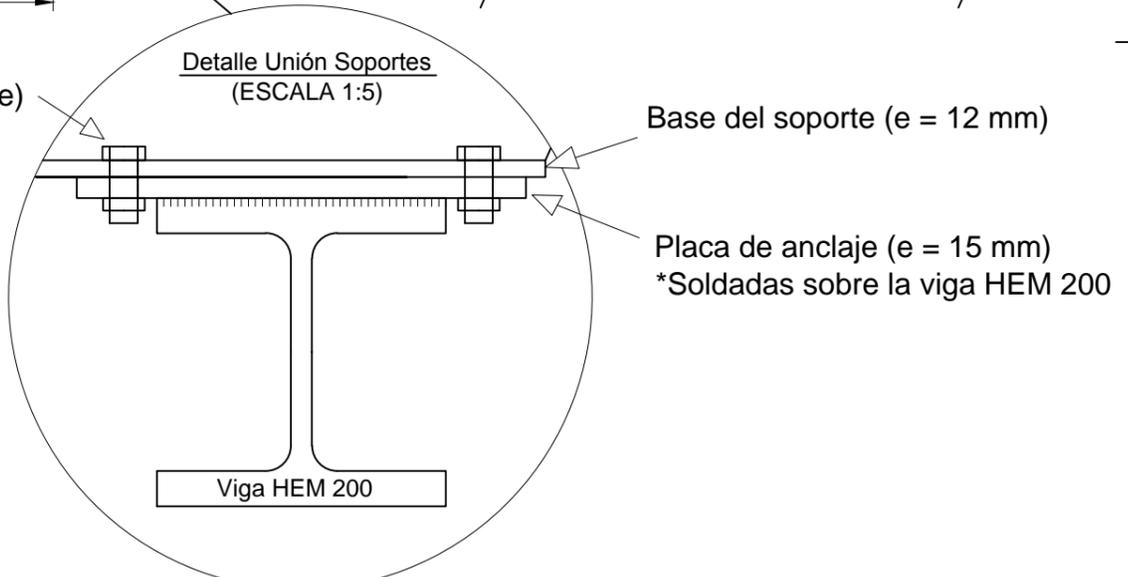
Peso placa de anclaje = 8,828 Kg/Ud

**PERFIL HEM 200  
(ESCALA 1:5)**



Tornillo y Tuerca métrica M20  
(4 Uds por cada placa de anclaje)

**Detalle Unión Soportes  
(ESCALA 1:5)**



\*NOTA: El material empleado es Acero P460NH (Baja aleación al Carbono-Manganeso)

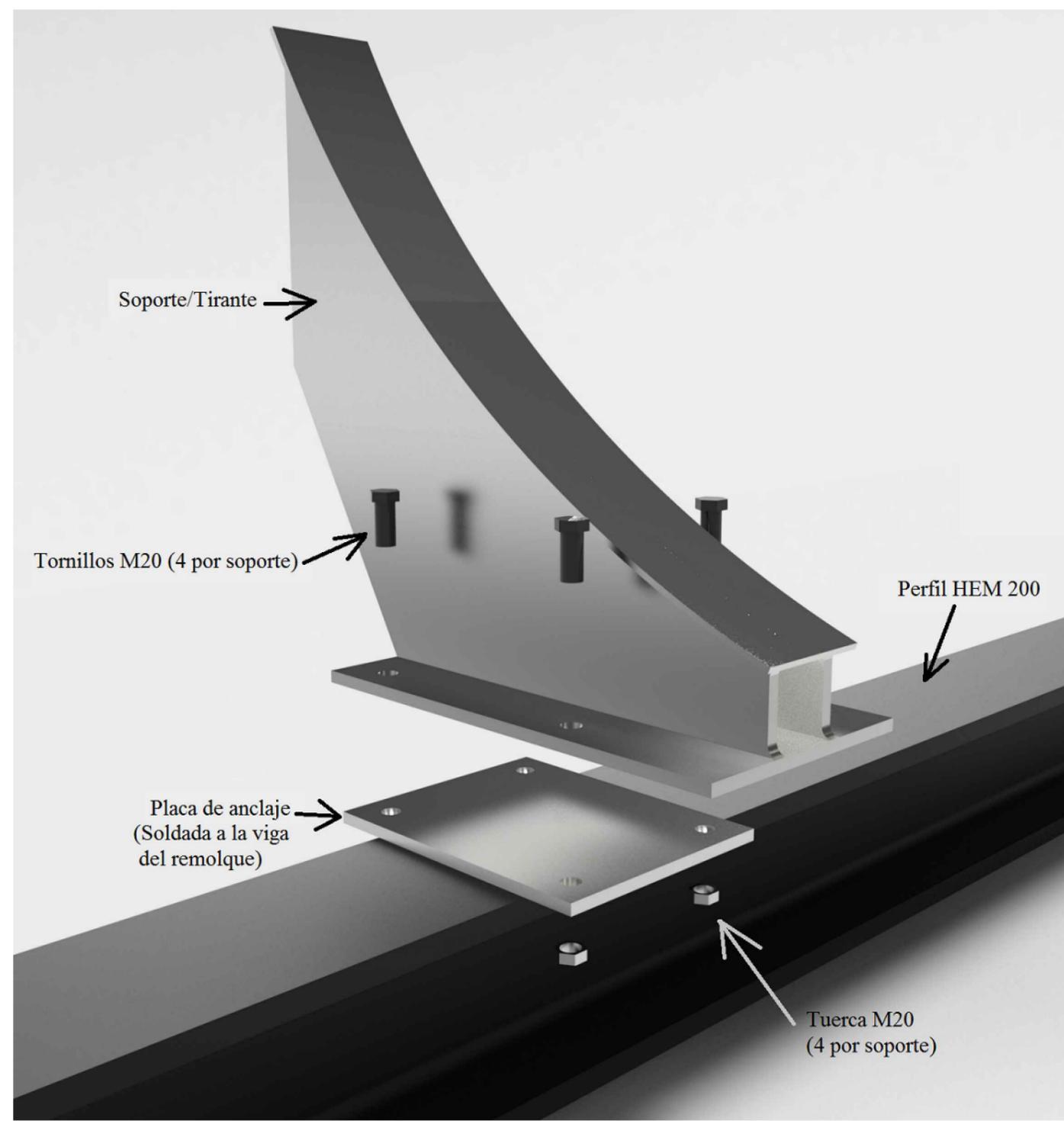
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B	
Comprobado			
Revisado			

José Ginés León Bernal  
U.P.C.T  
E. T. S. Ingeniería Industrial

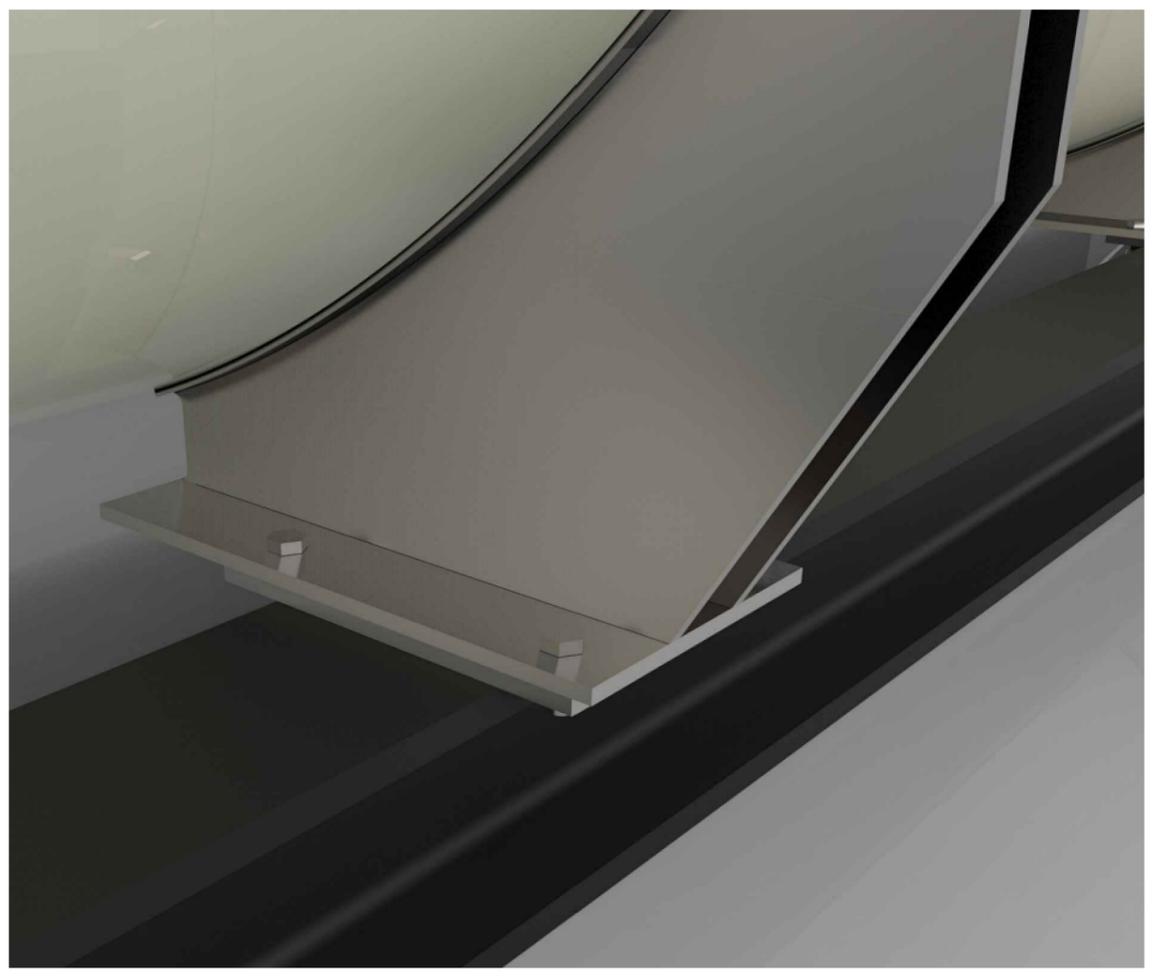


Escala V/E	<b>CISTERNA PORTABLE ONU 1965</b>	NºPlano: <b>9</b>
	Conjunto Soportes de Fijación	Sustituye a:
		Sustituido por:

PLANO DE DESPIECE DE UN SOPORTE (VISTA 3D)

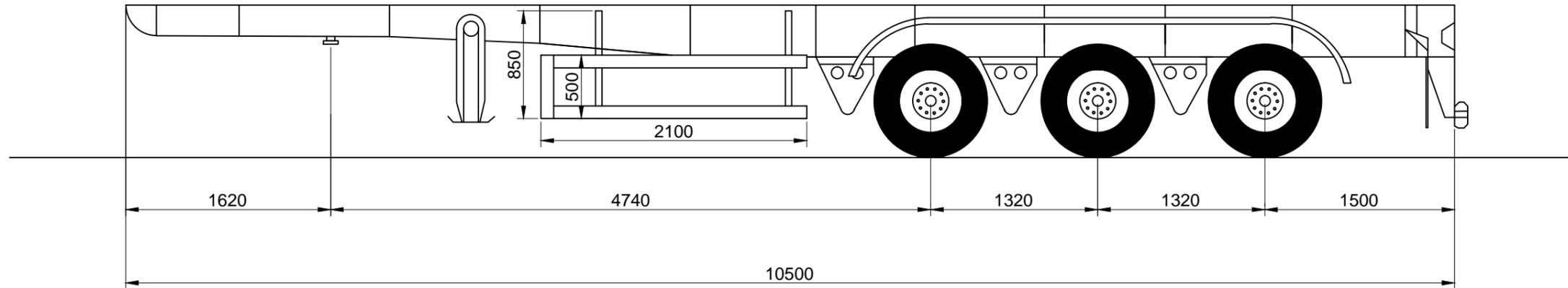


VISTA DE SOPORTE MONTADO EN 3D

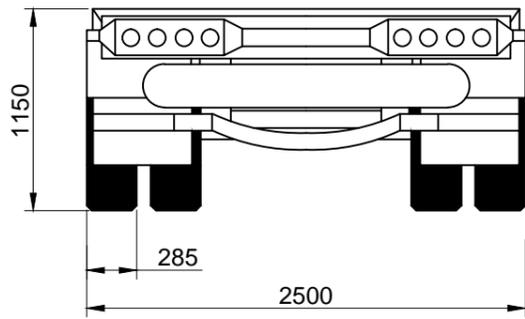


	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965			NºPlano:	10
S/E	Conjunto Soportes en 3D			Sustituye a:	
				Sustituido por:	

### VISTA LATERAL

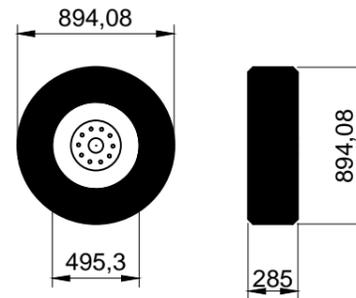


### VISTA POSTERIOR



Peso remolque = 6000 Kg  
(Incluyendo rueda de repuesto)

### NEUMÁTICOS



#### REGIONAL RHS 19.5

Los neumáticos Regional RHS de Goodyear han sido objeto de un desarrollo especial en respuesta a los requisitos de los camiones modernos. El diseño y la estructura de los nuevos neumáticos garantiza un kilometraje extraordinario y desgaste uniforme en las condiciones más exigentes de conducción en transporte regional.

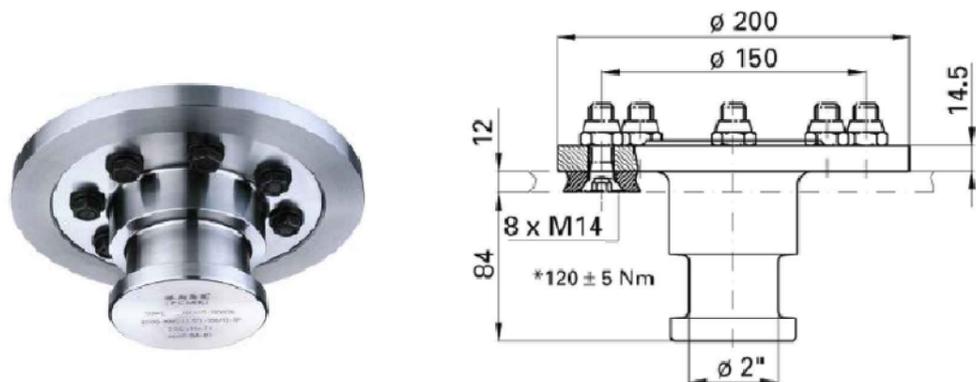
- Distribución equilibrada de la presión que posibilita un bajo índice de desgaste y un perfil con desgaste uniforme
- Tracción y frenada óptimas y conducción en carretera y estabilidad lateral extraordinarias
- Excelente protección contra cortes, desgaste e impactos de la banda de rodadura

#### DATOS TÉCNICOS: REGIONAL RHS 19.5

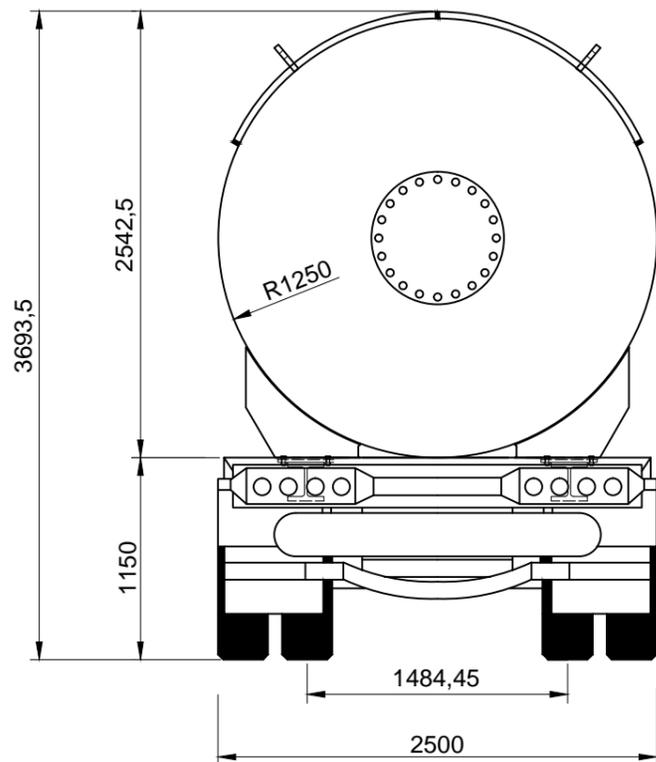
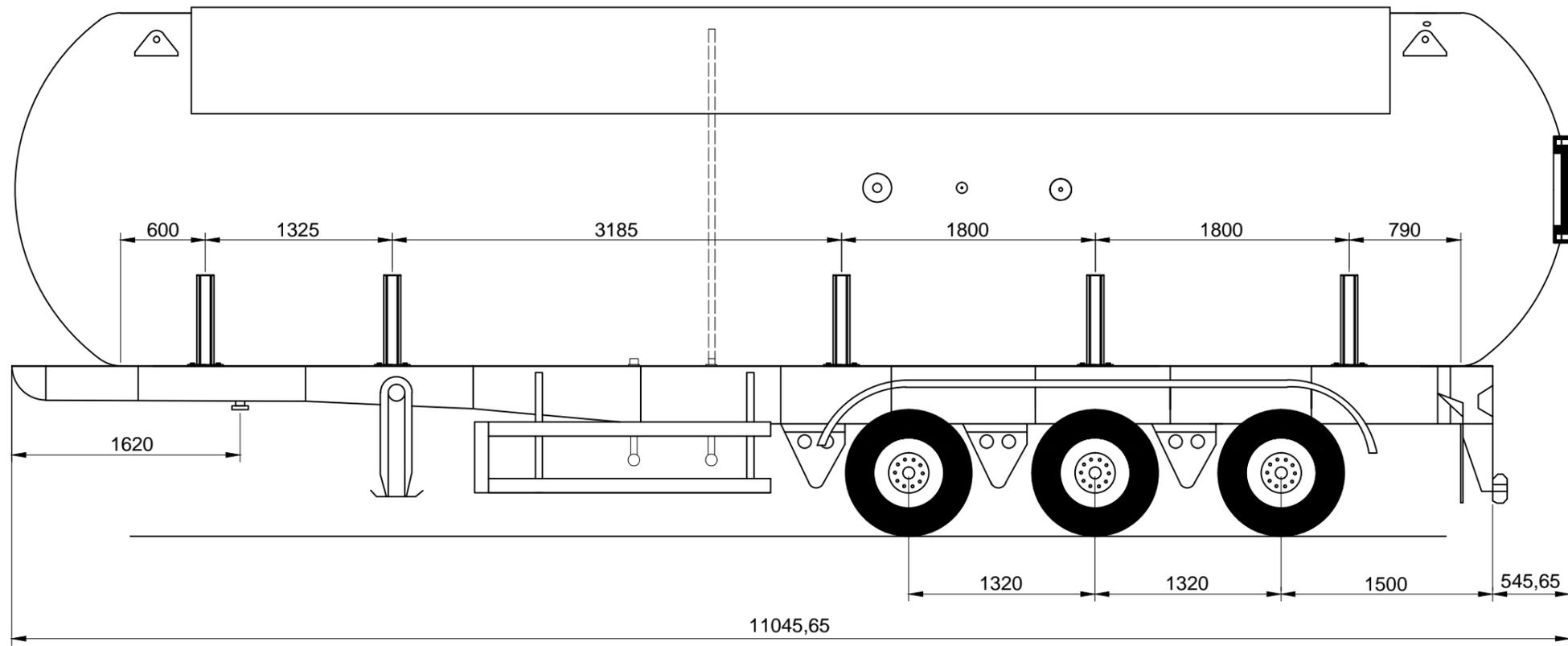
Medida	Índice de carga	Código de velocidad
285/70R19.5	146/144 (140/137)	L (M)

Índice de carga = 2800 a 3000 Kg/Neumático

### KING-PIN de 2" (Escala 1:4)



	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965			NºPlano:	11
1:40	Remolque Prim-Ball			Sustituye a:	
				Sustituido por:	

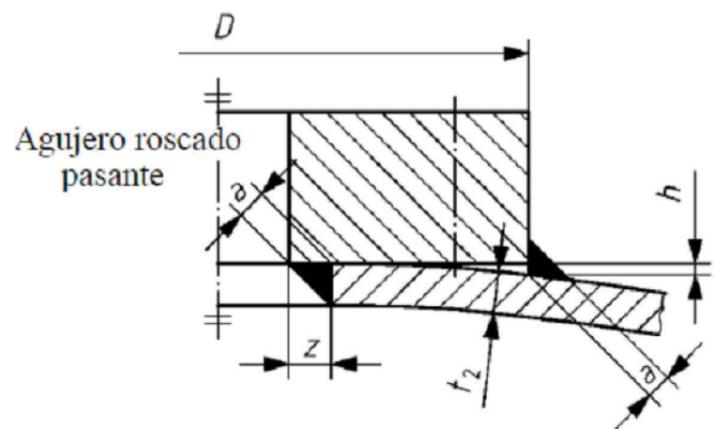


Peso total cisterna (vacía) = 11495,729 Kg  
 Peso remolque = 6000 Kg  
 Peso vehículo cisterna (vacío) = 17500 Kg aprox  
 Carga máxima de Propano = 20966 Kg  
 MMA (vehículo cisterna + carga) = 38466 Kg

	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial		
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B				
Comprobado						
Revisado						
Escala 1:40	<b>CISTERNA PORTABLE ONU 1965</b> Distribución Soportes en Cisterna				N°Plano: 12	
					Sustituye a:	
					Sustituido por:	

Detalle soldadura de brida de bloque plano superpuesto, según la figura 14.2.1 de la norma EN 1708-1:

(Empleada en Indicador de nivel)



$$a = 0,5 t_1 \geq 5 \text{ mm}$$

$$z = 0,7 t_1 \text{ siempre que } t_1 \text{ se mida completamente}$$

Para envoltura esférica y bloque plano si  $h \leq 3 \text{ mm}$  y  $t_1 \leq 30 \text{ mm}$

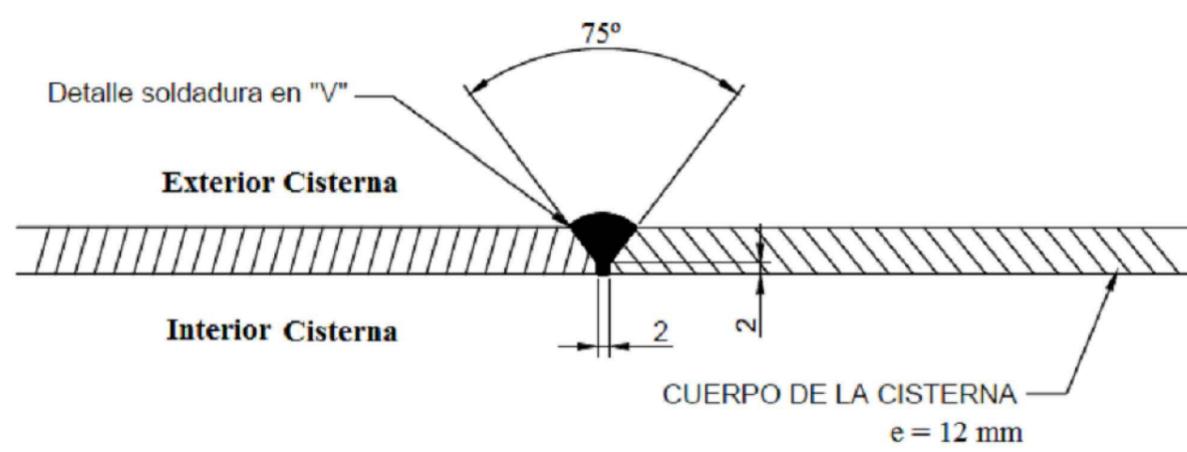
$$t_1 = 12 \text{ mm}$$

$$z = 8,5 \text{ mm}$$

$$a = 6 \text{ mm}$$

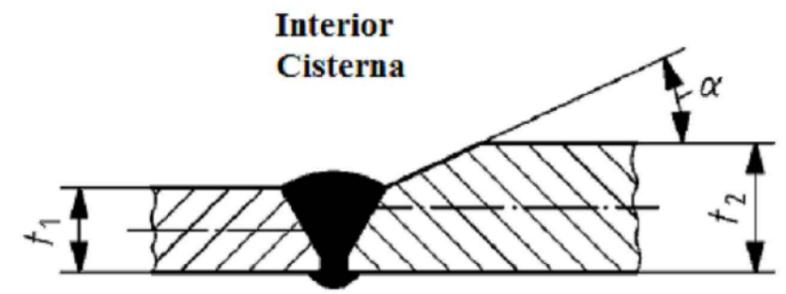
\*Nota: Es necesario colocar un anillo de refuerzo alrededor del dial del indicador de nivel

**Detalle soldadura VIROLA-VIROLA**



**Detalle soldadura VIROLA-FONDO**

(Según figura 1.1.2 de la norma EN 1708-1)



$$\alpha \leq 30^\circ$$

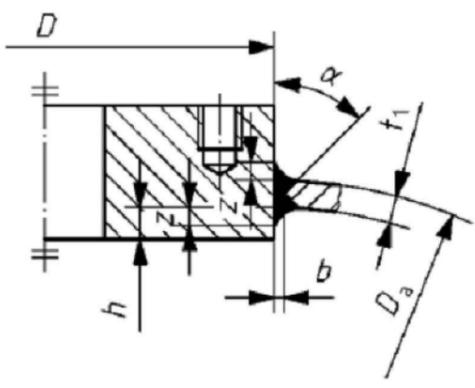
$$t_1 < t_2$$

$$t_1 = 12 \text{ mm (Virola)}$$

$$t_2 = 15 \text{ mm (Fondo)}$$

Detalle soldaduras bridas incrustadas en envoltura cilíndrica, según apartado 14.1.3 de la norma EN 1708-1:

(Empleada en válvula de fondo, Termómetro y Manómetro)



$$2 \text{ mm} \leq b \leq 4 \text{ mm}$$

$$h = 0,5 t_1$$

$$z \approx 0,3 t_1$$

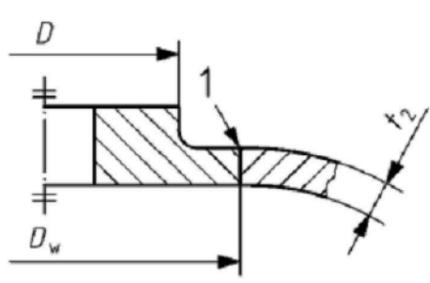
$$45^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$$

$$t_1 = 12 \text{ mm} \quad h = 6 \text{ mm}$$

$$b = 3 \text{ mm} \quad z = 4 \text{ mm}$$

Detalle soldadura brida "a paño" por el exterior de la envoltura, según detalle de la figura 14.1.5 de la norma EN 1708-1:

(Empleada en válvula de alivio)



$$D_w = D + (1,5 \text{ a } 2) \times t_{2\text{min}}$$

1 Soldadura a tope convencional

Universal para bloque plano o esférico sin límite de espesor  $t_2$ , particularmente para tensiones adicionales.

Preparación	Cordón	Diámetro del Electrodo (mm)	Intensidad (A)
	1	6	240
	2 a 12	8	560

	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B	
Comprobado			
Revisado			

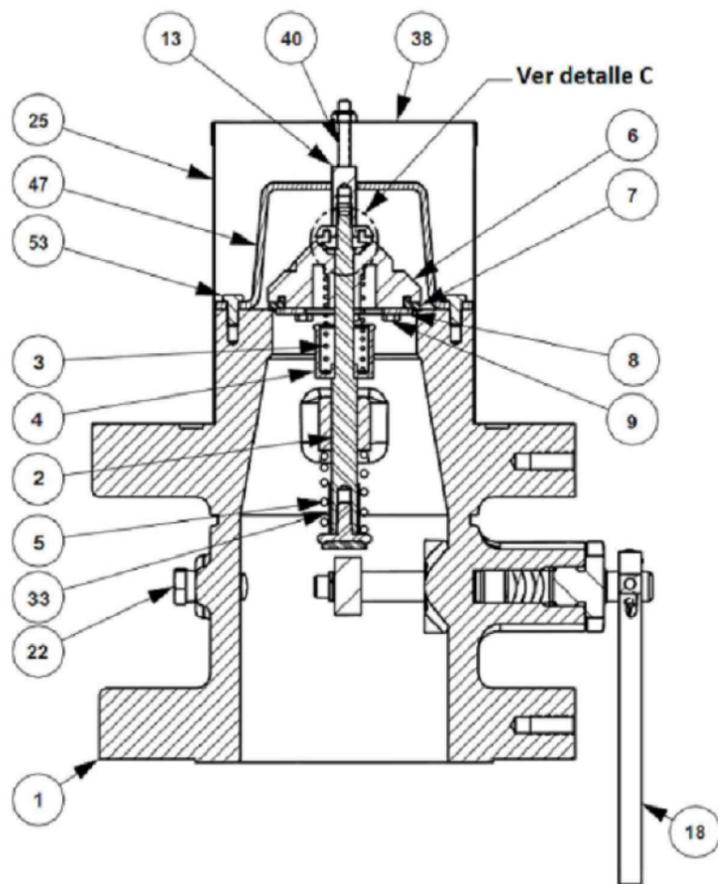
José Ginés León Bernal  
U.P.C.T  
E. T. S. Ingeniería Industrial



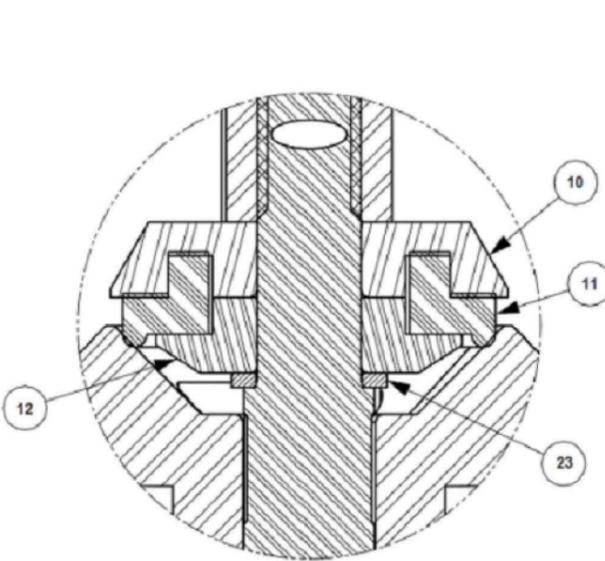
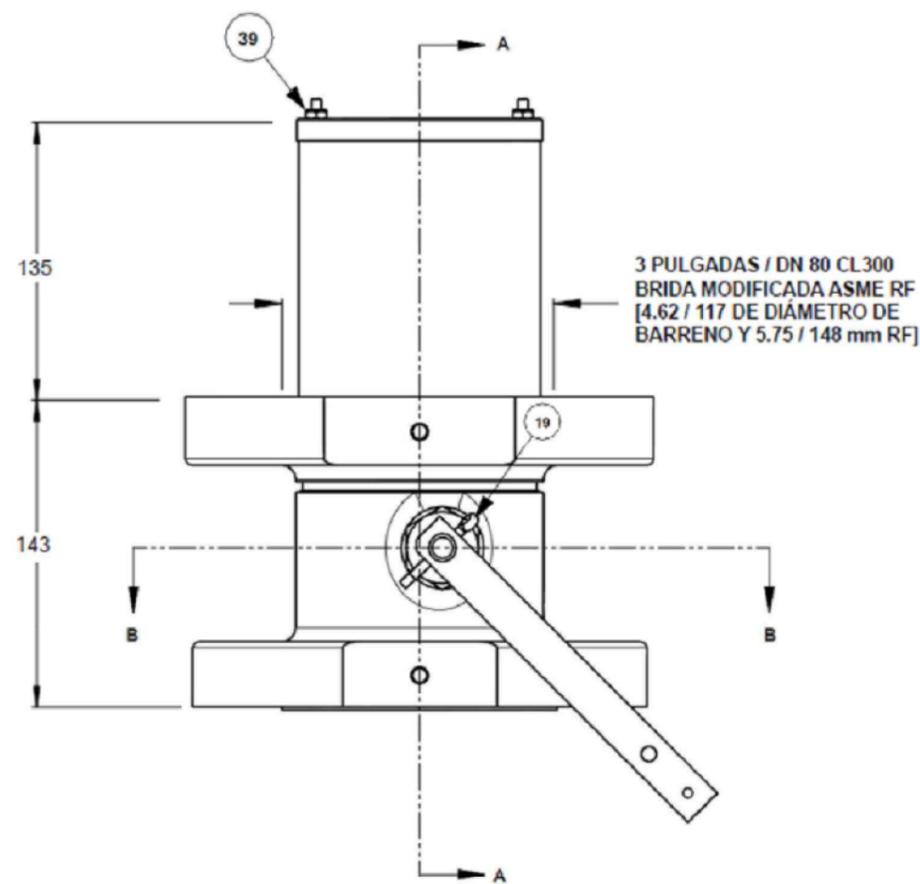
Escala  
S/E

**CISTERNA PORTABLE ONU 1965**  
Uniones Soldadas

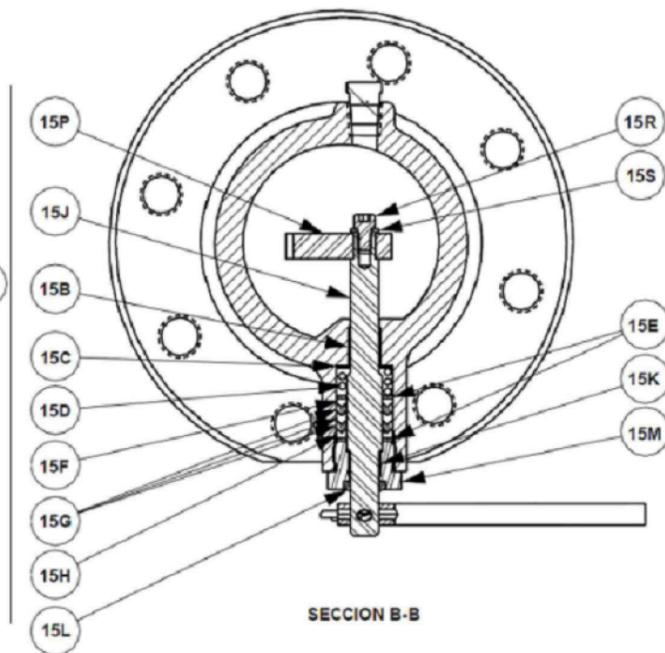
NºPlano: 13  
Sustituye a:  
Sustituido por:



SECCION A-A



DETALLE C



SECCION B-B

NºELEMENTO	DESIGNACIÓN	CANTIDAD
1	CUERPO	1
2	TRONCO DE MONTAJE	1
3	MUELLE DE EXCESO DE FLUJO	1
4	ASIENTO DEL MUELLE	1
5	MUELLE DE CIERRE	1
6	BOQUILLA DE DISCO	1
7	DISCO PRINCIPAL	1
8	DEPOSITO DEL DISCO	1
9	TORNILLO	6
10	ASIENTO DEL DISCO DE EVACUACIÓN	1
11	DISCO DE EVACUACIÓN	1
12	DEPOSITO DEL DISCO DE EVACUACIÓN	1
13	TUERCA	1
15 B	CASQUILLO	1
15 C	ARANDELA	1
15 D	MUELLE	1
15 E	ARANDELA	2
15 F	ADAPTADOR MACHO	1
15 G	ANILLO	3
15 H	ADAPTADOR HEMBRA	1
15 J	EJE	1
15 K	CASQUILLO	1
15 L	BARRA DE LIMPIEZA	1
15 M	TUERCA	1
15 P	CÁMARA	1
15 R	TAPA DE TORNILLO	1
15 S	ARANDELA	1
18	MANIVELA DE OPERACIÓN	1
19	CHAVETA	1
22	TAPÓN DE LLENADO	1
23	ARANDELA	1
25	PANTALLA	1
33	PARADA DE FLUJO	1
38	TAPA DE LA PANTALLA	1
39	TUERCA	2
40	PERNO	2
47	SOPORTE DE GUÍA	1
53	TAPA DE TORNILLO	2

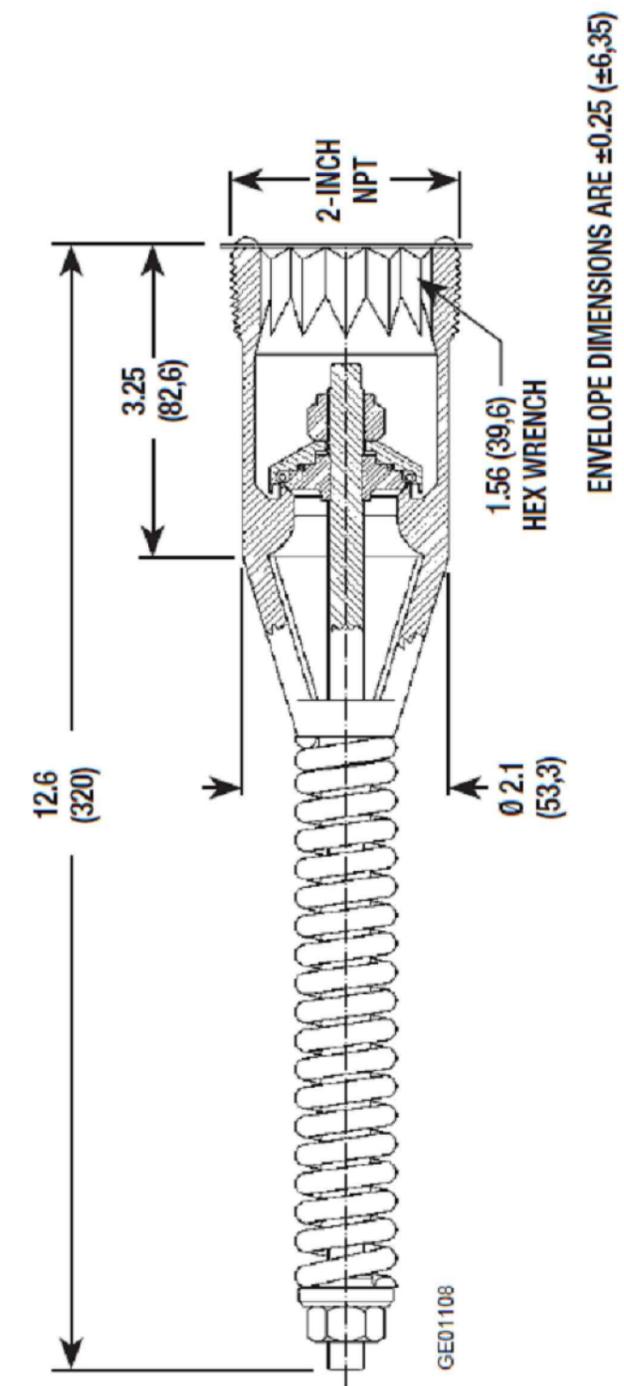
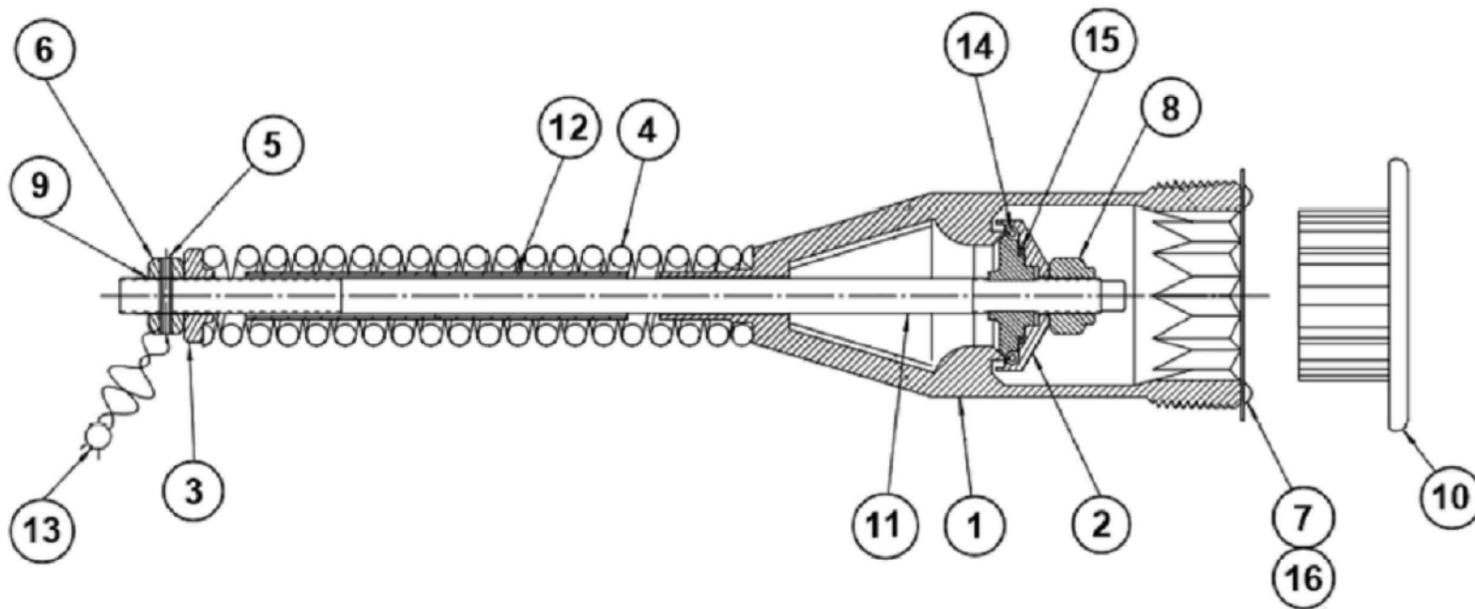
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B	
Comprobado			
Revisado			

José Ginés León Bernal  
U.P.C.T  
E. T. S. Ingeniería Industrial



Escala S/E	CISTERNA PORTABLE ONU 1965 Válvula de fondo "Fisher C483-24"	NºPlano: 14
		Sustituye a:
		Sustituido por:

# Elementos de la válvula de Alivio (Modelo Fisher H722-312)

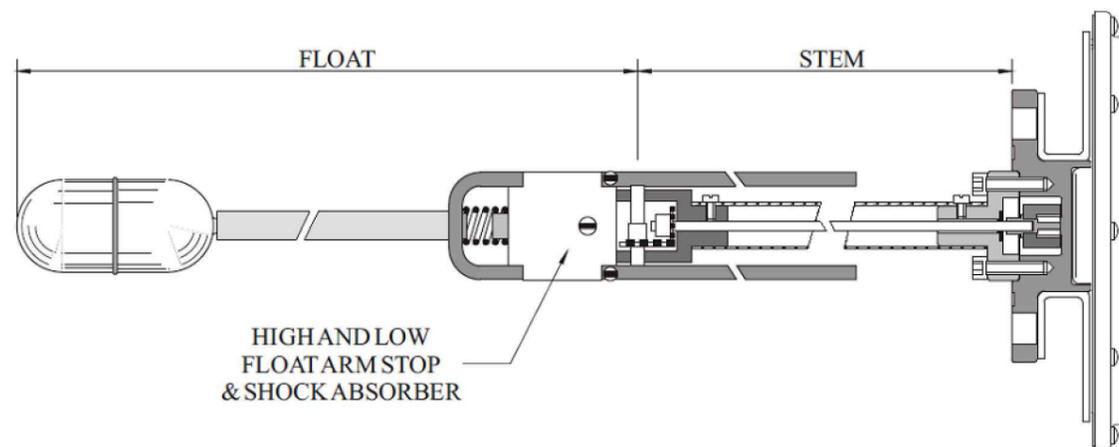


NºELEMENTO	DESIGNACIÓN	CANTIDAD
1	CARCASA	1
2	SOSTENEDOR DE DISCO SUPERIOR	1
3	ASIENTO DE RESORTE	1
4	RESORTE	1
5	TUERCA DE AJUSTE HEXAGONAL	1
6	PASADOR DE RODILLO	1
7	TORNILLO DE ACCIONAMIENTO	4
8	TUERCA DE SEGURIDAD EXAGONAL	1
9	LUBRICANTE-9	
10	PROTECTOR DE LLUVIA	1
11	CONJUNTO DE DISCO INTERIOR/VASTAGO	1
12	TUBO DE RESORTE	1
13	SELLO Y CABLE DE PLOMO	1
14	JUNTA TORICA GRANDE	1
15	JUNTA TORICA PEQUEÑA	1
16	PLACA DE DATOS	1

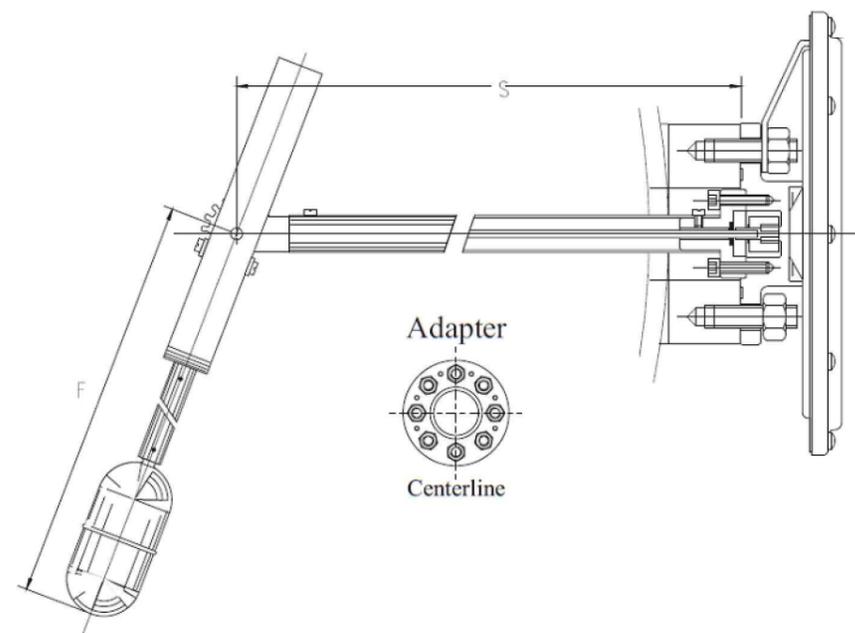
Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B.		
Comprobado				
Revisado				
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965		NºPlano:	15
1:2	Válvula de Alivio		Sustituye a:	
			Sustituido por:	

INDICADOR DE NIVEL ROCHESTER, MODELO "MAGNETEL C6342-11-108 "

VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



"S" Longitud del Vástago = 700 mm

"F" Longitud del Flotador (desde el punto de pivote hasta el final de la boya) = 1115 mm

- **Stem length:** by design and for horizontal cylindrical tank, the pivot point of the float should be at the mid height of the tank (50% plane). Hence Stem length should be:  
for end or side mounting  $S = \text{fixed dimension function of tank O.D.}$

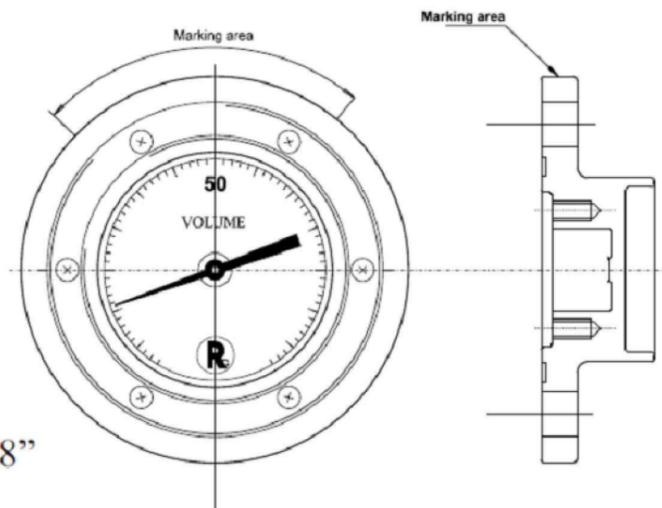
However for this type of mounting the stem length is less critical, as the gauge is installed at the mid height of the tank

- **Float length:** the float length is function of the internal diameter (ID) of the tank, the type of dial used and the float used. For the 6300 family and horizontal cylindrical tank, the dial is generally 5 to 95% for Top, Angle or Mobile application.

With dial graduated 5-95%, float length should be equal to:

$$F = 0.428 * ID + 54 \text{ (with SS float 6020)}$$

Type of float	Product to be gauged	Weight ( $\pm 5$ gr)
6020 SS L = 105mm	LPG $\delta = 0.55$	50 gr.



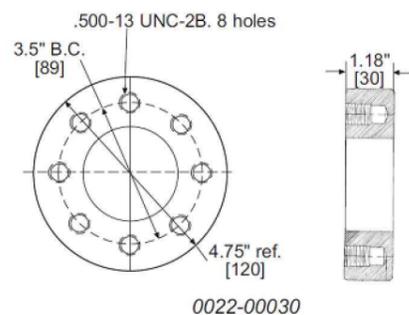
dial 8"

**Bolt Circle Adapters**

For Magnetel® Gauges Bulk storage applications

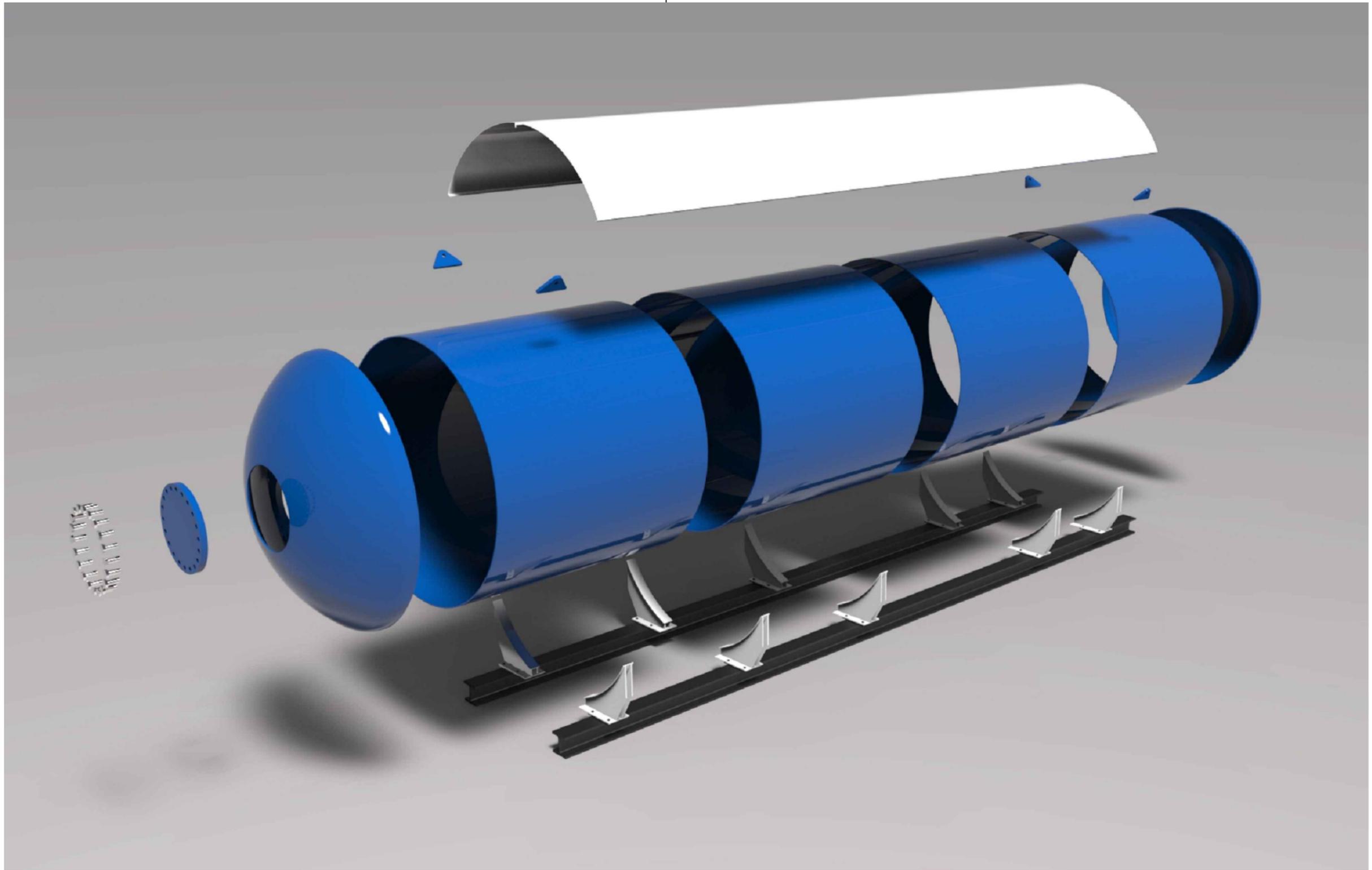
Rochester machining standard MS-508

Part #	Mates With	Type	Material	Bolt Threads
0022-00030	6300 Series Gauges	Welding	Forged Steel	1/2" - 13UNC-2B



	Fecha	Nombre	Firma	José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B			
Comprobado					
Revisado					

Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965  Indicador de Nivel	NºPlano: 16
S/E		Sustituye a:
		Sustituido por:



Nota: En este plano no se han incluido los rompeolas, ya que al encontrarse en el interior de la cisterna no son visibles.

	Fecha	Nombre	Firma		
Dibujado	15/05/2015	J.G.L.B		José Ginés León Bernal U.P.C.T E. T. S. Ingeniería Industrial	
Comprobado					
Revisado					
Escala	CISTERNA PORTABLE ONU 1965			NºPlano:	17
S/E	Despiece de la Cisterna en 3D			Sustituye a:	
				Sustituido por:	





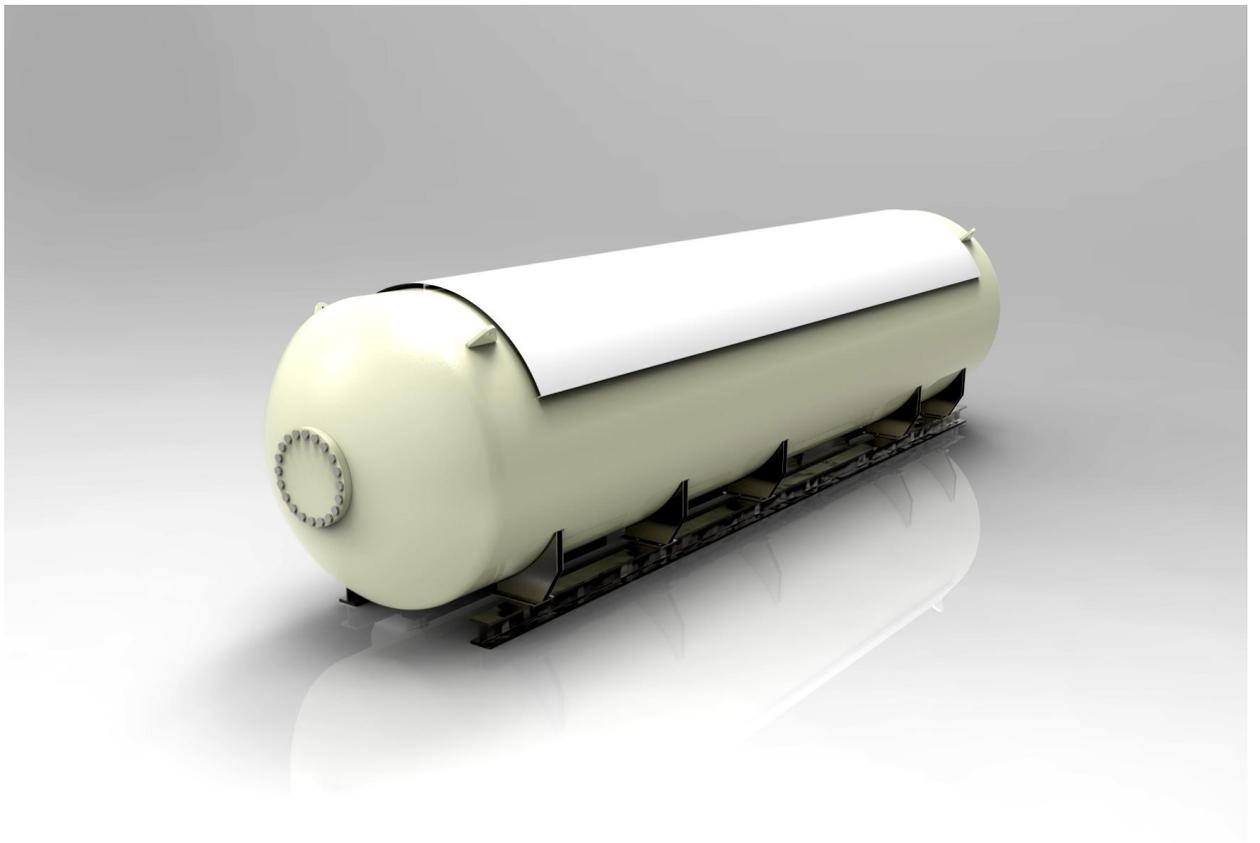
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº4:**

## **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN Y SOLDADURA**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



**ÍNDICE ANEJO IV**

<b>1.- Fases de fabricación y montaje .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>1.1.- Fabricación del depósito .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>2.- Soldaduras. Procedimientos y técnicas empleadas. Certificación y cualificación .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>2.1.- Generalidades .....</b>	<b>Pág 3</b>
<b>2.2.- Inspecciones y ensayos de las soldaduras .....</b>	<b>Pág 4</b>
2.2.1.- Inspección y ensayos antes del soldeo .....	<b>Pág 4</b>
2.2.2.- Inspección y ensayos durante el soldeo .....	<b>Pág 4</b>
2.2.3.- Inspección y ensayos después del soldeo .....	<b>Pág 5</b>
<b>2.3.- Certificación y cualificación de las soldaduras .....</b>	<b>Pág 5</b>



## **1.- Fases de fabricación y montaje**

Se deben de seguir unos pasos principales para llevar a cabo la fabricación y el montaje del vehículo cisterna:

### **PASO 1 - Fabricación del depósito.**

Una vez aprobado el proyecto, comprobado que los cálculos del ingeniero son válidos y cumplen con las normas y leyes necesarias para el correcto funcionamiento del depósito, se procede a la fabricación del depósito. Se realizan las perforaciones y soldaduras de las bridas donde irán instalados los equipos de servicio del depósito y se instalan los mismos. Cuando ya se ha construido el depósito, se procede a la realización de pruebas y ensayos para la validación y certificación del depósito.

### **PASO 2 - Unión del depósito con el remolque.**

Al ser el remolque diseñado y fabricado por una empresa externa y que cumple con los requisitos de homologación necesarios, no se realizarán pruebas ni ensayos previos. Se unen los tirantes de fijación al remolque mediante la colocación de los pernos de unión. Una vez unidos los tirantes de fijación al remolque, estos se sueldan al depósito, quedando así la unión entre el remolque y el depósito realizada. Posteriormente, se realizan los ensayos para verificar la correcta unión de ambos sometidos a esfuerzos. Se procede a pintar el depósito.

### **PASO 3 - Unión del remolque con el camión.**

Se realizará mediante la unión de la quinta rueda que tiene camión instalada en su parte trasera con el “King-pin” que dispone el remolque en su parte delantera. Una vez unidos, se someterá al conjunto a ensayos y pruebas de estabilidad y de esfuerzos.

### **PASO 4 - Colocación la señalización necesaria.**

Por último, se colocan las señalizaciones necesarias tanto en el depósito (las placas-etiqueta y los paneles-naranja), como en el remolque (placas indicadoras de transporte)

#### **1.1.- Fabricación del depósito**

Una vez recibidas las planchas de acero del fabricante, se deben soldar estas entre sí para alcanzar el diámetro total de la cisterna, el procedimiento de soldadura puede ser automatizado o bien manual, utilizando una soldadura de plasma, suministrando acero como material de relleno.

Posteriormente a este proceso, un operario utiliza una lijadora de banda para igualar la soldadura y dejarla en línea recta. El siguiente proceso consiste en transportar la plancha a una laminadora que le da la forma cilíndrica, este proceso se ha de repetir tantas veces sea necesario dependiendo de la longitud de las planchas hasta alcanzar la longitud total de la cisterna requerida. El siguiente paso, es la fabricación de los mamparos para reforzar las paredes de la cisterna.



A estos mamparos, se le realizan perforaciones, convirtiéndolos a su vez en rompeolas para permitir el flujo del fluido en el interior de la cisterna, proporcionando mayor estabilidad a la misma.

La posterior operación a realizar, es la unión de las planchas entre sí mediante un proceso de soldadura para alcanzar la longitud total, donde el operario se cerciorará durante el proceso de soldadura de que la realización de la misma se realiza correctamente. Un operario utilizando una laminadora, eliminará el exceso de cordón de soldadura y a su vez, las impurezas que se forman durante el proceso de soldadura.

A continuación, se procederá a soldar los mamparos o rompeolas a las paredes internas de la cisterna. La soldadura será más fácil de realizar gracias a un refuerzo en la zona de contrapestaña mediante una chapa del mismo material. Por último, se unen los fondos toroidales a ambos extremos de la cisterna mediante un soldado a tope. Con estas operaciones, ya tenemos conformado el cuerpo de la cisterna.

Ahora se procederá a realizar las perforaciones para la colocación de los accesorios que debe tener la cisterna (boca de hombre, válvulas...). Una vez realizadas las perforaciones, se procede a un lijado de la superficie para facilitar el soldado de las bridas de dichos accesorios citados anteriormente.

Se fijarán unas orejas de sujeción mediante soldadura posibilitando el posterior izaje de la cisterna para su unión al chasis.

## **2.- Soldaduras. Procedimientos y técnicas empleadas. Certificación y cualificación**

### **2.1.- Generalidades**

El soldeo de las uniones de las partes componentes de un depósito debe cumplir la Norma **EN-ISO 3834-1** y **EN-ISO 3834-2**, y únicamente debe poder realizarse si se aplican todas las condiciones siguientes:

- El fabricante tiene redactada una especificación del procedimiento de soldeo;
- Los procedimientos de soldeo seleccionados por el fabricante están cualificados para el campo de aplicación. Si el diseño se basa en especificaciones del material acordadas por una autoridad competente, el procedimiento de soldeo debe estar cualificado utilizando materiales con propiedades superiores;
- Los soldadores y operarios de soldeo están cualificados para el trabajo y su aprobación es válida
- Las uniones soldadas son de nivel de calidad B según la Norma **EN-ISO 5817:2007**, excepto la modificación del anexo I para soldadura longitudinal y circunferencial de la envolvente, o si la especificación o plano de diseño tiene requisitos más estrictos.



## **2.2.- Inspecciones y ensayos de las soldaduras**

El soldeo ha de cumplir con inspecciones y ensayos antes, durante y después del mismo.

### **2.2.1.- Inspección y ensayos antes del soldeo**

Antes del comienzo del soldeo se debe verificar lo siguiente:

- adecuación y validez de los certificados de cualificación de los soldadores y de los operadores de soldeo.
- adecuación de la especificación del procedimiento de soldeo.
- identificación del metal base.
- identificación de los consumibles de soldeo.
- preparación de la unión (por ejemplo, forma y medidas).
- ensamblaje, posicionado y punteado.
- cualquier requisito especial de la especificación del procedimiento de soldeo (por ejemplo, prevención de las deformaciones).
- adecuación de las condiciones de trabajo para el soldeo, incluyendo condiciones ambientales.

### **2.2.2.- Inspección y ensayos durante el soldeo**

Durante el soldeo se debe verificar con la periodicidad apropiada, o por seguimiento continuo, lo siguiente:

- parámetros esenciales del soldeo (por ejemplo, corriente de soldeo, tensión del arco y velocidad de avance).
- precalentamiento/temperatura entre pasadas.
- limpieza y aspecto de los cordones y pasadas del metal de soldadura.
- resanado de la raíz.
- secuencia de soldeo.
- utilización y manejo correcto de los consumibles.
- control de deformaciones.
- cualquier examen intermedio (control dimensional).



### 2.2.3.- Inspección y ensayos después del soldeo

Después del soldeo, se debe verificar la conformidad con los criterios de aceptación correspondientes mediante:

- inspección visual según criterio *UNE-EN 5817:2007*.
- ensayos no destructivos según la norma *UNE-EN 1297*. Si se utiliza el método de radiografía se seguirá la *UNE-EN 1435* (100% en las cruces y 10% en las costuras) y si se utiliza ultrasonidos se seguirá la *UNE-EN 1714*.
- ensayos destructivos.
- forma, aspecto y dimensiones de la construcción.
- resultados y registros de las operaciones postsoldo (por ejemplo, tratamientos térmicos postsoldo, envejecimiento).
- Reparación con un procedimiento cualificado con *UNE-EN 288*, *UNE-EN 15607*, *UNE-EN 15609-1* según proceda.

### 2.3.- Certificación y cualificación de las soldaduras

El constructor que ejecute los trabajos de soldadura será de aptitud reconocida por la autoridad competente.

Los trabajos de soldadura se realizarán por soldadores cualificados, de acuerdo con un procedimiento de ensayo, cuya calidad (incluidos los tratamientos térmicos necesarios), haya sido refrendada mediante un ensayo del procedimiento.

Los ensayos no destructivos se realizarán mediante radiografías o por ultrasonidos y habrán de confirmar que la ejecución de las soldaduras corresponde a las solicitudes. Será conveniente efectuar los siguientes controles, según el valor del coeficiente empleado para el cálculo del espesor del depósito.

Para conocer el valor de Lambda se aplica la siguiente expresión:

$$e = \frac{P_{ep} D}{2\sigma\lambda}$$

Donde:

- e espesor mínimo del depósito en mm. ( $e_{min} = 12$  mm)
- $P_{ep}$  presión de prueba en MPa. ( $P_{ep} = 2,5$  MPa)
- D diámetro interior del depósito, en mm. ( $D = 2476$  mm)
- $\sigma$  tensión admisible  $N/mm^2$ . ( $\sigma = 0,5 * R_m = 285$   $N/mm^2$ )
- $\lambda$  coeficiente teniendo en cuenta el posible debilitamiento debido a las juntas soldadas.



**Para el valor obtenido de  $\lambda = 0,9$  se debe someter a control:** *la totalidad de los cordones longitudinales en toda su longitud, todos los nudos, los cordones circulares en una proporción del 25% y las soldaduras para el ensamble de los equipos con un diámetro importante se someterán a controles no destructivos.*

*Los cordones de soldadura se verificarán en tanto sea posible de modo visual por las dos caras.*

*Si la autoridad competente tuviera dudas acerca de la calidad de los cordones de soldadura, podrá ordenar la realización de controles suplementarios.*

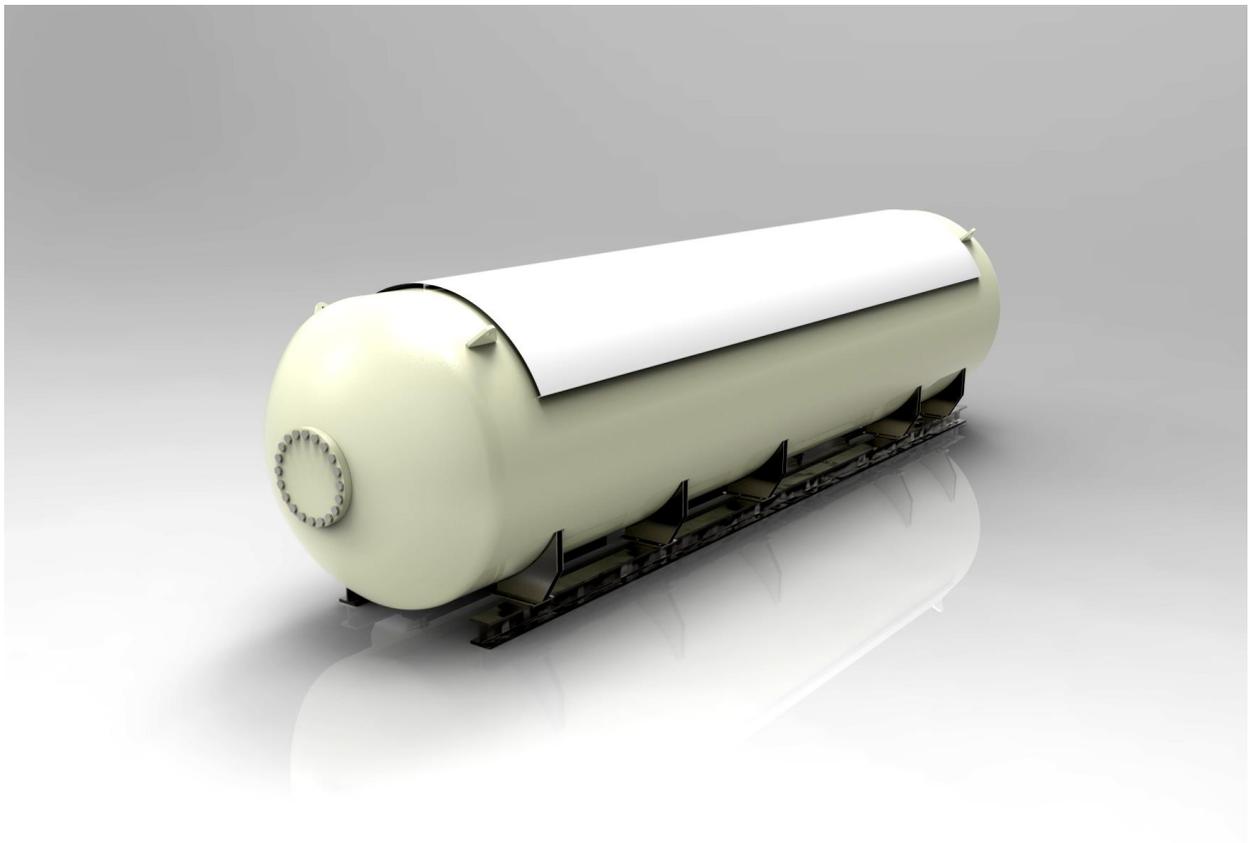


**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº5: INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



## ÍNDICE ANEJO V

<b>1.- Inspecciones, Ensayos y Pruebas</b>	<b>Pág 2</b>
<b>2.- Tipos De Inspecciones</b>	<b>Pág 2</b>
<b>2.1.- Inspección para la aprobación tipo</b>	<b>Pág 2</b>
<b>2.2.- Inspección inicial</b>	<b>Pág 2</b>
<b>2.3.- Inspección periódica</b>	<b>Pág 3</b>
<b>2.4.- Inspección intermedia</b>	<b>Pág 3</b>
<b>2.5.- Inspecciones extraordinarias</b>	<b>Pág 3</b>
<b>3.- Unidades Utilizadas Para La Inspección De Cisternas</b>	<b>Pág 3</b>
<b>4.- Ensayo No Destructivos De Las Soldaduras</b>	<b>Pág 4</b>
<b>5.- Ensayo De Presión Hidráulica</b>	<b>Pág 4</b>
<b>5.1.- Presión de ensayo</b>	<b>Pág 4</b>
<b>6.- Ensayo De Vacío</b>	<b>Pág 5</b>
<b>7.- Ensayo De Estanquidad</b>	<b>Pág 5</b>
<b>8.- Determinación De La Capacidad</b>	<b>Pág 6</b>
<b>9.- Inspección de los equipos de servicio</b>	<b>Pág 6</b>
<b>9.1.- Inspección de los equipos de servicio para aprobación de tipo</b>	<b>Pág 6</b>
<b>9.2.- Inspección de los equipos de servicio para otras inspecciones</b>	<b>Pág 6</b>
<b>9.3.- Inspección del correcto funcionamiento de los equipos de servicio</b>	<b>Pág 6</b>
<b>10.- Inspección del bastidor y elementos de la estructura de las cisternas móviles</b>	<b>Pág 7</b>
<b>10.1.- Inspección para la aprobación de tipo del bastidor o de otros elementos estructurales</b>	<b>Pág 7</b>
<b>10.2.- Inspecciones inicial, periódica e intermedias y comprobación extraordinaria del bastidor o de otros elementos estructurales de las cisternas móviles</b>	<b>Pág 7</b>



## **1.- Inspecciones, Ensayos Y Pruebas**

Estas pruebas están especificadas en el *ADR 2015* y en la norma *UNE-EN 12972:2009*, “Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Ensayo, inspección y marcado de cisternas metálicas”

## **2.- Tipos De Inspecciones**

Existen cinco tipos de inspecciones:

- *Inspección para la aprobación tipo.*
- *Inspección inicial.*
- *Inspección periódica.*
- *Inspección intermedia.*
- *Inspecciones extraordinarias.*

### **2.1.- Inspección para la aprobación tipo**

La inspección para la aprobación de tipo debe realizarse sobre una cisterna individual, ya sea para la aprobación de una cisterna aislada o la de un grupo de cisternas.

La inspección para la aprobación de tipo debe llevarse a cabo de acuerdo con los siguientes apartados:

- Examen de los documentos;
- Comprobación de las características de diseño;
- Inspección del interior de la cisterna;
- Inspección del exterior de la cisterna;
- Ensayo de presión hidráulica;
- Ensayo de vacío;
- Ensayo de estanquidad;
- Determinación de la capacidad con agua;
- Inspección de los equipos de servicio;
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

### **2.2.- Inspección inicial**

La inspección inicial debe llevarse a cabo de acuerdo con los siguientes apartados:

- Examen de los documentos;
- Comprobación de las características de diseño;
- Inspección del interior de la cisterna;
- Inspección del exterior de la cisterna;
- Ensayo de presión hidráulica;
- Ensayo de estanquidad;
- Determinación de la capacidad con agua;
- Inspección de los equipos de servicio;



- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

### **2.3.- Inspección periódica**

La inspección periódica debe llevarse a cabo como máximo cada seis años de acuerdo con los siguientes apartados:

- Examen de los documentos;
- Inspección del interior de la cisterna;
- Inspección del exterior de la cisterna;
- Ensayo de presión hidráulica;
- Ensayo de estanquidad;
- Inspección de los equipos de servicio;
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

### **2.4.- Inspección intermedia**

La inspección intermedia debe llevarse a cabo como mínimo cada tres años, después del control inicial y de cada control periódicos, de acuerdo con los siguientes apartados:

- Examen de los documentos;
- Inspección del interior de la cisterna;
- Inspección del exterior de la cisterna;
- Ensayo de estanquidad;
- Inspección de los equipos de servicio;
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

### **2.5.- Inspecciones extraordinarias**

- Inspecciones extraordinarias después de un daño o de una reparación de la cisterna.
- Inspección extraordinaria después de una reparación o sustitución de los equipos de servicio.
- Inspección extraordinaria después de una sustitución de equipos de servicio que requiera la aplicación de calor.
- Inspección extraordinaria después de una modificación de la cisterna.
- Inspección extraordinaria después de la sustitución o reparación del bastidor o del equipo estructural.

## **3.- Unidades Utilizadas Para La Inspección De Cisternas**

Una cisterna debe pasar una clase de inspecciones, ensayos y pruebas antes de que pueda ser utilizada, si no cumple uno o varios de los puntos de la inspección se volverán a probar de acuerdo con los requisitos de estos puntos, una vez que se haya investigado y corregido el fallo.



Si en opinión del inspector la reparación puede afectar a la validez de los resultados de otros ensayos anteriores, estos ensayos se deben repetir.

Dependiendo del resultado de las inspecciones, pueden ser necesarios controles suplementarios.

Cuando se vaya a inspeccionar el interior de las cisternas, éstas deben estar vacías, limpias, y el acceso debe ser seguro (por ejemplo sin servicio eléctrico, sin calentamientos y con una atmósfera segura) en el momento de la inspección. Los correspondientes permisos de trabajo deben estar de acuerdo con la legislación en relación con la seguridad e higiene en el trabajo. Este requisito también se aplica cuando sea necesario para la seguridad del personal de inspección o de cualquier otra persona que se encuentre en las proximidades incluso cuando se estén realizando otras inspecciones.

Las distintas unidades de cada inspección están detalladas en la norma **UNE-EN 12972:2009**, “Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Ensayo, inspección y marcado de cisternas metálicas”

#### **4.- Ensayo No Destructivos De Las Soldaduras**

El ensayo no destructivo de las soldaduras debe realizarse mediante radiografías o por ultrasonidos. Las soldaduras que no puedan controlarse por radiografía o por ultrasonidos, debido a su tipo o a su localización, se pueden controlar mediante líquidos penetrantes o por ensayo de partículas magnéticas.

El ensayo no destructivo de las soldaduras debe realizarse como se indica en el código técnico utilizado para el diseño y la construcción de la cisterna, por ejemplo: la Norma Europea **UNE-EN 14025:2014**, para las cisternas a presión.

Para el caso de cisternas cuyo diseño utiliza un factor de eficiencia de la soldadura  $\lambda = 0,9$  se deben ensayar todas las soldaduras longitudinales, todos los nudos de soldadura y el 25% de la longitud total de las soldaduras circulares y radiales (por ejemplo, en los extremos de la cisterna).

Se deben ensayar las chapas de control según la reglamentación aplicable o el código técnico.

#### **5.- Ensayo De Presión Hidráulica**

El ensayo de presión hidráulica para la inspección inicial debe realizarse antes de incorporar cualquier aislamiento a la cisterna, revestimiento protector, o antes de pintarla.

Se puede ensayar separadamente los elementos individuales del equipo y del sistema de tuberías.

##### **5.1.- Presión de ensayo**

Corresponde a la presión indicada en placa de características de la cisterna o en los documentos de aprobación de tipo. La presión del ensayo debe ser la correspondiente al punto más elevado de la cisterna.

El fluido generalmente utilizado para el ensayo debe ser el agua.



Se pueden utilizar otros fluidos con la conformidad del inspector. El punto de inflamación de estos otros líquidos debe ser superior a 61 °C. No se deben utilizar líquidos tóxicos o corrosivos.

La presión del ensayo debe mantenerse el tiempo necesario para que el inspector pueda realizar la inspección de la cisterna o del compartimento pero no menos de 15 min para una cisterna no aislada y no menos de 30 min en el caso de cisterna aislada.

Se considera que una cisterna no ha superado el ensayo de presión hidráulica cuando ocurre cualquiera de las siguientes situaciones:

- se aprecia una fuga;
- se produce una caída de presión inexplicable durante la realización del ensayo;
- se aprecia una deformación visible y permanente.

### **6.- Ensayo De Vacío**

Al iniciar el ensayo, la cisterna debe estar vacía y a la presión atmosférica.

Todas las aberturas de la cisterna deben estar cerradas, excepto las de descarga. Se debe ejercer sobre la cisterna una presión negativa igual a 1,5 veces la presión negativa de cálculo (en nuestro caso la presión de vacío es de **31.25 bar**) y mantenerla durante 5 min.

Se considera que una cisterna no ha superado el ensayo cuando ocurre cualquiera de las siguientes situaciones:

- se aprecia una fuga;
- se produce una subida de presión inexplicable durante la realización del ensayo;
- se aprecia una deformación visible y permanente.

### **7.- Ensayo De Estanquidad**

Se debe realizar el ensayo de estanquidad en la cisterna y en los equipos de servicio utilizados con la cisterna, incluyendo cualquier tubería fijada de forma permanente.

Debe aplicarse una presión, igual o mayor al 25% de la presión máxima de servicio autorizada que corresponde a 21 bar.

Los fluidos del ensayo deben ser compatibles con las mercancías de la cisterna y con los materiales que se han de transportar. La cisterna puede llenarse con el fluido de ensayo y progresivamente aumentar la presión antes de que el ensayo se realice bajo la supervisión del inspector.

La cisterna debe llenarse con el líquido de ensayo, al menos, hasta el 99% de capacidad de agua.

Cuando se use una columna de alimentación para la presurización de la cisterna, solamente debe usarse agua como fluido de ensayo. La presión del ensayo debe mantenerse el tiempo necesario para que el



inspector pueda efectuar la inspección del recipiente, del compartimento o del equipo, pero en ningún caso, menos de 5 min.

La tasa máxima de fuga debe cumplir con la tasa A indicada en la tabla A.5 de la Normativa vigente **UNE-EN 12266-1:2003** que indica que no debe existir ninguna fuga detectada visualmente durante la duración del ensayo.

### **8.- Determinación De La Capacidad**

Para determinar la capacidad, se debe utilizar un método de cálculo (el que esté autorizado), volumétrico o gravimétrico.

En los casos de los métodos volumétrico y gravimétrico, todo error debe ser inferior al 1%.

Si no se indica otra cosa la capacidad de la cisterna debe de ser determinada a una temperatura de referencia de 20 °C.

La determinación volumétrica o gravimétrica de la capacidad de la cisterna y, si procede, de cada compartimento debe realizarse rellenando completamente la cisterna o el compartimento con un líquido apropiado.

### **9.- Inspección de los equipos de servicio**

#### **9.1.- Inspección de los equipos de servicio para aprobación de tipo de la cisterna**

Se debe verificar la conformidad de los equipos de servicio y de su marcado con los requisitos de las reglamentaciones aplicables. También debe verificarse que todos los equipos de servicio son adecuados a las condiciones de funcionamiento de la cisterna.

#### **9.2.- Inspección de los equipos de servicio para otras inspecciones**

Se debe verificar que los equipos de servicio de la cisterna están de acuerdo con los mencionados en la aprobación de tipo.

#### **9.3.- Inspección del correcto funcionamiento de los equipos de servicio**

Todos los equipos de servicio, incluyendo las mangueras fijadas de forma permanente, deben verificarse montados en la posición de funcionamiento correcto. Cuando no sea posible verificar los equipos en su posición de funcionamiento (por ejemplo, los dispositivos de ventilación), los equipos deben ensayarse por separado.

Las partes de los dispositivos de ventilación que están abiertos durante el transporte (por ejemplo la válvula de respiración) deben ensayarse para garantizar su buen funcionamiento, para asegurar su estanquidad cuando éstos se colocan en su posición de 90°, a 180° y a 270°. La presión de ensayo debe ser al menos a 1,1 veces la presión estática de las materias que se van a transportar (por ejemplo: gasolina, gasóleo, gasóleo para calefacción) ejercida por la columna del posible



fluido en el dispositivo de ventilación. Si los dispositivos de ventilación necesitan una presión de alivio para abrirse durante el transporte se debe ensayar su apertura correcta a esta presión de alivio.

La regulación de la presión de comienzo de descarga de válvulas de seguridad debe verificarse para cumplir las reglamentaciones vigentes.

Si se instalan discos de seguridad, se deben inspeccionar para ver que están intactos y que la presión de rotura es correcta.

Se debe realizar una inspección visual de las juntas flexibles y de las mangueras fijas que forman partes del sistema de carga y/o de descarga. Si es necesario, se debe quitar la pintura o el revestimiento.

## **10.- Inspección del bastidor o de otros elementos de la estructura de las cisternas móviles**

### **10.1.- Inspección para la aprobación de tipo del bastidor o de otros elementos estructurales**

Si el bastidor u otros elementos de la estructura de una cisterna móvil no se han diseñado o construido según una norma o de otros requisitos, se debe evaluar, mediante cálculo o mediante un ensayo (por ejemplo: el ensayo recogida en la Norma *ISO 1496-3*) para probar que estos elementos son adecuados para su utilización prevista.

### **10.2.- Inspecciones inicial, periódica e intermedias y comprobación extraordinaria del bastidor o de otros elementos estructurales de las cisternas móviles**

Deben inspeccionarse el bastidor y demás elementos estructurales para confirmar que son seguros según los requisitos de apartado 6.7.2.19.8 (h) del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera ADR y del apartado 6.7.2.19.8.8 del Código IMDG respectivamente.

Esta inspección debe comprender una inspección visual de las uniones soldadas y de la superficie de todos los elementos de la estructura. Cuando fuera necesario, se debe retirar el aislamiento en la zona requerida para apreciar de forma correcta el estado del bastidor u otro equipo estructural.

Se debe reparar cualquier daño o corrosión del bastidor que pueda afectar a la seguridad o al funcionamiento.

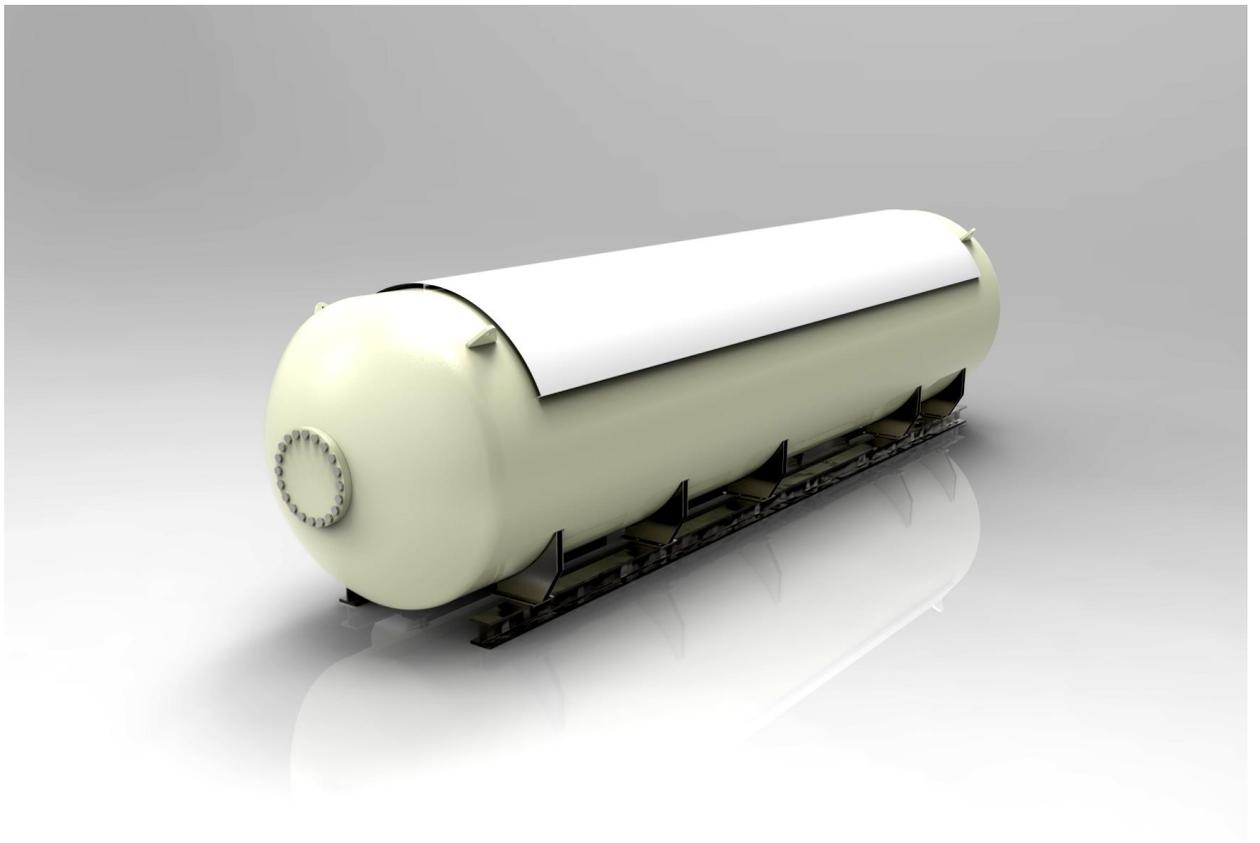


**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº6: DOCUMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



## **ÍNDICE ANEJO VI**

<b>1.- Documentación y Certificación .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>1.1.- Documentación para las Inspecciones .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>1.1.1.- Para la certificación de prototipo de cisternas .....</b>	<b>Pág 2</b>
<b>1.1.2.- Para la inspección inicial .....</b>	<b>Pág 8</b>
<b>1.1.3.- Para las inspecciones excepcionales .....</b>	<b>Pág 17</b>
<b>1.2.- Emisión de informes y certificados .....</b>	<b>Pág 21</b>



## **1.- Documentación y Certificación**

Los vehículos de transporte han de cumplir con las prescripciones aplicables del **ADR 2015** para posibilitar el transporte de mercancías peligrosas por carretera.

La documentación requerida para las inspecciones y certificación de la cisterna se recogen en el **Real Decreto 97/2014** (*regula las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español*) de donde se obtienen los documentos empleados en los siguientes apartados:

### **1.1.- Documentación para las Inspecciones**

Se debe emitir un certificado después de la obtención de resultados satisfactorios de las inspecciones inicial, periódica o intermedia, o de la inspección excepcional.

Los requisitos u observaciones adicionales que pueden influir en la siguiente inspección regular o comprobación excepcional deben incluirse en el certificado.

Los documentos, incluidas las actas negativas, serán archivados y custodiados por el organismo de control durante un plazo no inferior a diez años o hasta la fecha de caducidad del documento, si es superior a diez años; y estarán, en todo momento, a disposición del órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se ha realizado la actuación. No obstante, será remitida copia al órgano competente de la Comunidad Autónoma, en la forma que éste disponga, en los casos que a continuación se exponen.

#### **1.1.1.- Para la certificación de prototipo de cisternas**

Se rellenaran los siguientes documentos por duplicado:

- 1º. Certificado conformidad con los requisitos reglamentarios de un tipo (apéndice E-6).
- 2º. Documento H especial (apéndice E-7).
- 3º. Documentos de clase (apéndice E-8).



**APÉNDICE E.6**

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CON LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS DE UN TIPO DE ..... PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA	CERTIFICADO N.º
--	-----------------

NÚMERO DE CONTRASEÑA DE TIPO: .....

ORGANISMO DE CONTROL: .....

TIPO DE VEHÍCULO:

EMPRESA FABRICANTE:


CERTIFICACIÓN: .....

Tipo: .....

Marca: ..... Modelo: .....

Volumen total en m<sup>3</sup>: ..... Presión de servicio en bar: .....

CÓDIGO DE CISTERNA, VEHÍCULO BATERÍA O C.G.E.M.

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE: (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial de transporte

.....(el equipo de transporte)..... cumple con las siguientes disposiciones especiales  
relativas a la construcción (TC), a los equipos (TE) y de aprobación de tipo (TA).

Estudiado el proyecto correspondiente a la cisterna, vehículo batería o C.G.E.M arriba referenciado y vista la  
reglamentación correspondiente, y especialmente el ADR y Normas de Construcción y Ensayo de cisternas, actualmente  
en vigor, este organismo de control CERTIFICA que este tipo cisterna, vehículo batería o C.G.E.M. cumple con la  
reglamentación vigente para su aprobación.

El Proyecto presentado, visado por el Colegio Oficial de ....., con el número .....,  
de fecha ....., consta de la documentación siguiente, la cual ha sido sellada por este organismo:

- Memoria con cálculos justificativos.
- Equipos de servicios y estructurales.
- Proceso de Fabricación y Procedimiento de Soldadura.
- Materias o grupos de materias autorizadas.
- Planos n.º

Anejo a este certificado, con el número de Contraseña de Tipo y sellados por este organismo están:

- Ficha técnica de la cisterna, vehículo batería o CGEM o Plano General n.º:
- Documento H (INFORME DE INSPECCIÓN PARA HOMOLOGACIÓN).
- Documento de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 (Apéndice 3.8 - clase 2) O PARA LAS  
CLASES 3 a 9 (Apéndice 3.8 - clases 3 a 9)).
- Relación de variaciones que se admiten en la cisterna, vehículo batería o CGEM que se construyan en serie en  
conformidad con este tipo y con lo que permite el ADR en su apartado 6.8.2.3.1.

En ..... a ..... de ..... de 20 .....

EL DIRECTOR TÉCNICO DEL ORGANISMO DE CONTROL

**OBSERVACIONES**

1. Las características de construcción de las cisternas, vehículo batería o CGEM que se fabriquen, corresponderán con las que figuran en este certificado, sus anexos y proyecto referenciado.
2. La conformidad de la producción se comprobará por el procedimiento establecido en la reglamentación vigente.
3. Este certificado perderá su validez si se comprueba que las características de producción no coinciden con las del tipo aprobado.
4. Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, las juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores, si fuera aplicable.



**APÉNDICE E.7**

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO DE CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O C.G.E.M					H
Este documento se complementa con los documentos de Clase					
A) Datos del organismo de control					
Código del organismo de control		Fecha del informe			
Número de Acta/Informe					
B) Datos del fabricante					
N.º Fabricante		Sucursal			
Fabricante (Nombre completo):					
Dirección completa de la fábrica:					
C) Datos de la cisterna, vehículo-batería o C.G.E.M.:					
Tipo		Denominación del tipo:			
Plano general:					
Número Aprobación de Tipo:					
Fecha de Aprobación de Tipo:					
D) Características técnicas					
Presión de cálculo bar	Presión de prueba bar	P. Máxima servicio bar	P. Llenado/vaciado bar	P. estática bar	
Material de la envolvente:		Denominación material:			
Carga de rotura (Rm):		N/mm <sup>2</sup> Línea elástico (Re):		Alargamiento	
Temperatura de diseño:		Coeficiente de soldadura		Aislamiento térmico:	
Diámetro equivalente:		Forma envolvente:		Vol. máx. de la cisterna:	
Compartimentos Vol. < 5.000 l.		Vol. del mayor compartimento:		Radio Máx. Curvatura:	
Espesores mínimos:		Fondos		Mamparos	
Virolas		Rompeolas			
Espesores calculados según		Código de diseño/Norma técnica:			
Código del vagón-cisterna según el apartado 4.3.3.1 o 4.3.4.1 del ADR:					
Se adjunta Proyecto: <input type="checkbox"/> Planos: <input type="checkbox"/>					
Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, las juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores (si fuera aplicable)					
....., certifica que el proyecto de la cisterna, vehículo-batería y C.G.E.M anteriormente indicados, cumple con lo especificado en el ADR y este real decreto, y Normas de Construcción y Ensayos de Cisternas S/O.M de 20.09.1985 y modificaciones posteriores en lo que no contradigan el ADR.					
En....., a.....de.....de 20....					
EL FABRICANTE			EL ORGANISMO CONTROL		
Sello, Fecha y Firma			Sello, Fecha y Firma		



DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO		H	
Este documento se complementa con los documentos de Clase		A1	
El informe corresponde a:			
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:	
		(s)	(n)
E	Requerimiento de carácter general de construcción de las cisternas, vehículo-batería, o CGEM.		
6.8.2.1.18	Los depósitos cumplen los espesores mínimos establecidos en el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.1.26	Se cumple lo dispuesto en el ADR respecto al diseño de los depósitos y los revestimientos de protección no metálicos, interiores en cuanto al peligro de inflamación debido a cargas electroestáticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.1.27	Existe una toma de tierra claramente identificada y capaz de ser conectada eléctricamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.2.1	Se cumplen las prescripciones del ADR en equipos de la cisterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.2.4	El depósito y sus compartimentos tienen aberturas de inspección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.2.9	Se cumple lo prescrito en el ADR respecto a las piezas móviles que pueden entrar en contacto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.5.1	La cisterna dispone de una placa con los datos preceptivos grabados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.5.2	Las cisternas llevan las inscripciones prescritas en el ADR, sobre cada uno de los lados de la cisterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.4.e)	Las cisternas llevan las marcas indicadas en el ADR y en las lenguas establecidas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	Requerimientos particulares que deben cumplir las cisternas para ser autorizadas a transportar ciertas materias de la Clase 2.		
6.8.3.1 a	Los dispositivos cumplen los requerimientos del ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.1.5	Las tuberías de vaciado en lo que se refiere a sus cierres, se cumple.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.1	Los orificios para el llenado y vaciado en lo que afecta a los dispositivos internos de seguridad, se cumple.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.3	Se cumple lo establecido para los dispositivos internos de obturación en orificios con diámetro nominal superior a 1,5 mm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.4	Las válvulas de seguridad y dispositivos de descompresión en cuanto al a 13 número y características son las adecuadas según ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.9			
G	Requerimientos particulares que deben cumplir los vehículos-batería y los CGEM.		
6.8.3.2.18	Los equipos de servicio y las tuberías colectoras de los vehículos-batería y C.G.E.M en lo que se refiere al diseño, materiales y uniones y colocación cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.19			
6.8.3.2.20	Los obturadores, válvulas de seguridad, válvulas de cierre y otros accesorios en lo que se refiere a su montaje en los vehículos-batería y CGEM o en las tuberías colectoras, cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a 28			
H	Otros requerimientos de control y pruebas y marcado para las cisternas.		
6.8.3.4.4	La determinación de la capacidad de los depósitos en relación con el método de medición y los errores de medida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.5.1	El marcado en lo que afecta a las placas, paneles, inscripciones complementarias e indicaciones específicas, cumplen con el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a			
6.8.3.5.8			



DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO		H
		A2
El informe corresponde a:		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
		(s) (n)
I	Disposiciones especiales que deben cumplir las cisternas, para ser autorizadas a transportar ciertas materias.	
6.8.4.a)	Disposiciones especiales sobre construcción establecidos en los códigos TCx del apartado 6.8.4.a del ADR.	
TC1	Los materiales y la construcción cumplen las prescripciones del apartado 6.8.5. Depósitos y equipos están contruidos en aluminio de pureza mínima del 99,5% y los espesores son adecuados o en un acero apropiado no susceptible de provocar la descomposición del peróxido de hidrógeno.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC2		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC3	Los depósitos están contruidos en acero austenítico (inoxidable).	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC4	El material del depósito no es atacado por el ácido cloroacético (UN 3250) o lleva un revestimiento de esmalte o un revestimiento protector equivalente adecuado.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC5	Los depósitos llevan un revestimiento de plomo de, al menos, 5 mm de espesor o un revestimiento equivalente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC6	Depósitos y equipos están contruidos en aluminio de pureza mínima del 99,5% y los espesores son adecuados.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC7	El espesor mínimo efectivo de las paredes del depósito es de menos 3 mm.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO		H
		A3
El informe corresponde a:		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
		(s) (n)
J	Disposiciones especiales, de Equipos, de aprobación y de marcado.	
6.8.4 b.)	Disposiciones especiales sobre equipos, establecidos en los códigos TEx del apartado 6.8.4.b) del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Las cisternas cumplen las disposiciones especiales (código TEx) del apartado 6.8.4. b) del ADR, que les son aplicables.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.4 c)	Disposiciones especiales sobre la aprobación, establecidos en los códigos TAX del apartado 6.8.4.c) del ADR.	
TA1	Los vehículos-cisterna no van a ser aprobados para transportar materias orgánicas.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA2	Estas materias podrán transportarse en cisternas, en las condiciones fijadas en la disposición especial TA2 del apartado 6.8.4.c) del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA3	Esta materia no puede ser transportada más que en cisternas que tengan un código LGAV o SGAV; la jerarquía del 4.3.4.1.2 no es aplicable.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA4	Los procedimientos para la evolución de la conformidad y el control periódico cumplen lo dispuesto en TA4 del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.4. e)	Disposiciones especiales relativas al mercado.	
TM1	La cisterna lleva la indicación "No abrir durante el transporte. Susceptible de inflamación espontánea".	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM2	La cisterna lleva la indicación "No abrir durante el transporte. Produce gases inflamables al contacto con el agua".	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM3	El vagón-cisterna lleva marcada la denominación oficial de transporte de las materias autorizadas y la masa máxima admisible de carga de la cisterna en kg.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM4	La cisterna lleva inscrita la denominación química con la concentración aprobada de la materia en cuestión.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM5	La cisterna lleva inscrita la fecha (mes, año) de la última inspección del estado interior del depósito.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM6	La banda naranja, de acuerdo con la sección 5.3.5 debe ser colocada sobre las cisternas y vehículo-batería.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM7	Está inscrito el trébol esquematizado que figura en 5.2.1.7.6.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



**APÉNDICE E.8**

**DOCUMENTOS DE CLASE**

INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2		C2
Comprobación del código de la cisterna, vehículo-batería y CGEM (táchese lo que no proceda)		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
El informe corresponde a:		
Parte 1	Tipo de cisterna, vehículo-batería y CGEM	C ..... <input type="checkbox"/> P ..... <input type="checkbox"/> R ..... <input type="checkbox"/> (marcar con X lo que proceda)
Parte 2	Presión de cálculo.	X ..... <input type="checkbox"/> (presión mínima de prueba según tabla 4.3.3.2.5)
Parte 3	Aberturas (6.8.2.2 y 6.8.3.2)	B ..... <input type="checkbox"/> C ..... <input type="checkbox"/> D ..... <input type="checkbox"/> (marcar con X lo que proceda)
Parte 4	Válvula de seguridad o dispositivos de seguridad	N ..... <input type="checkbox"/> H ..... <input type="checkbox"/> (marcar con X lo que proceda)
Código de la cisterna resultante:		
Otros códigos de cisterna autorizados para las materias bajo dicho código según ADR (ver apartado 4.3.3.1.2)		
NOTA: Estos códigos de cisterna no tienen en cuenta las eventuales disposiciones especiales (ver 4.3.5 y 6.8.4) para cada rúbrica de la columna 13 de la tabla A del capítulo 3.2.		



**1.1.2.- Para la inspección inicial**

Para la inspección inicial de las cisternas con el tipo. Esta inspección se realizaran antes de la puesta en servicio:

- 1°. Acta de conformidad de la cisterna con el tipo (E-11).
- 2°. Documento H especial (E-7) *\*Ver en apartado 1.1.1*
- 3°. Documentos G (E-14).
- 4°. Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (E-25, parte I)
- 5°. Documentos de clase (E-8) *\*Ver en apartado 1.1.1*
- 6°. Ficha técnica (E-20).



**APÉNDICE E.11**

**ACTA DE CONFORMIDAD CON EL TIPO DE.....  
PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS POR CARRETERA**

Acta N.º .....

Organismo de control: .....

Fechas de inspección: de ..... a .....

Código postal del lugar de la inspección: .....

TIPO DE VEHÍCULO:

Fabricante de la cisterna, vehículo-batería o C.G.E.M.:

Nombre completo:

Domicilio social:

Empresa propietaria de la cisterna, vehículo-batería o C.G.E.M.:

Nombre completo:

Domicilio social:

Identificación de la cisterna o vehículo-batería:

Número de contraseña de tipo: .....

Tipo: .....

Marca: ..... Modelo: .....

Número de fabricación: ..... Fecha de fabricación: .....

Volumen total en m<sup>3</sup>: ..... Presión de servicio en bar: .....

Vehículo portador (excepto contenedores cisterna y CGEM):

Número de bastidor: ..... N.º de matrícula: .....

Contraseña HOM.: ..... M.M.A.: .....

Marca: .....

Nombre completo del fabricante: .....

Clase: .....

CÓDIGO DE LA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y CGEM: .....

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE: (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial de transporte

..... El Equipo de Transporte ..... cumple con las siguientes  
disposiciones especiales relativas a la construcción (TC), a los equipos (TE) y a la aprobación de tipo (TA).



Efectuada la inspección de la cisterna, vehículo-batería o CGEM anteriormente descrito durante el proceso de fabricación, así como su montaje sobre el vehículo portador y comprobadas las características técnicas de ambos por el inspector de este organismo en el lugar y fechas que constan anteriormente, de conformidad con lo establecido en la reglamentación vigente, se encuentra que la cisterna es CONFORME/NO CONFORME con el tipo, cuya contraseña está registrada en el Centro Directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, con el número que figura anteriormente, igualmente el montaje de la cisterna, vehículo-batería o CGEM sobre el vehículo portador, como las características técnicas de dicho vehículo son CONFORMES/NO CONFORMES con la reglamentación vigente.

Igualmente han sido comprobados los siguientes documentos, que se consideran satisfactorios:

- Acta de conformidad de las uniones soldadas n.º: .....
- Informe radiográfico n.º: .....
- Croquis radiográfico n.º: .....
- Acta de conformidad de los materiales n.º: .....
- Croquis de situación de las placas n.º: .....
- Resultados de ensayo sobre testigos de producción n.º: .....
- Acta de prueba de estanqueidad n.º: .....
- Acta de prueba de presión hidráulica: .....
- Acta n.º: .....
- Organismo de control: .....
- Acta de prueba volumétrica n.º: .....
- Certificado de calibración de válvulas de seguridad y prueba de válvulas de aireación n.º: .....
- Otras actas de prueba reglamentariamente exigidas: .....

Por todo lo anterior, se considera que es apto para el transporte de mercancías peligrosas por carretera de las materias anteriormente referenciadas.

Anejos a este acta con el número de contraseña de tipo y número de fabricación y sellados por este organismo están:

- Documento H (DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO).
- Documento de Comprobación de Inspección Inicial o Periódica (hojas G)
- Documentos V1 y V2 y Acta de cumplimiento Reglamentaria.
- Documentos de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 ó PARA LAS CLASES 3 a 9).
- Ficha técnica o Plano General n.º:

En ..... a ..... de ..... de 20 .....

EL ORGANISMO DE CONTROL

Fdo:  
Nombre del Inspector:

Fdo:  
EL DIRECTOR TÉCNICO DEL  
ORGANISMO DE CONTROL

**OBSERVACIONES:**

1. Este acta, junto con sus anexos, se extiende por cuadruplicado por el organismo de control que ha realizado la inspección inicial. Si el acta es favorable, uno de los ejemplares será archivado por el organismo de control; otro será remitido al órgano competente de la comunidad autónoma; los otros quedarán en poder del fabricante. Si el acta es desfavorable al órgano competente de la comunidad autónoma sólo se enviará una copia, junto con informe de las causas; al fabricante le será entregado un solo ejemplar con el informe de las causas.
2. Si el acta es desfavorable, está prohibido solicitar una nueva inspección a otro organismo de control, excepto por decisión del órgano competente de la comunidad autónoma (artículo 16, Ley 21/1992).
3. Está prohibido someter a la cisterna a cualquier tipo de modificaciones, si no es previamente autorizado por el órgano competente de la comunidad autónoma y los cambios no quedan reflejados en una nueva acta.
4. Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, las juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores (si fuera aplicable).



**APÉNDICE E.14**

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA, DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O CGEM					G
Este documento se complementa con los documentos de Clase y la Hoja H					
A) Datos del organismo de control					
Código del organismo de control: .....					
Fecha del informe: .....					
Número de Acta/Informe: .....					
B) Datos del fabricante					
N.º Fabricante: .....					
Sucursal: .....					
Fabricante (Nombre completo): .....					
Dirección completa de la fábrica: .....					
C) Datos de la cisterna:					
Tipo de cisterna, vehículo-batería o CGEM: .....					
Denominación del tipo: .....					
Marca: ..... Modelo: .....					
Plano general: .....					
Número Contraseña de Tipo: .....					
Fecha de resolución de inscripción de Tipo: .....					
D) Características técnicas					
Presión de cálculo	Presión de prueba	Presión máxima de servicio	Presión de llenado/vaciado	Presión estática	
Volumen (litros)	Espesores virolas (mm)		Espesores fondos (mm)		
Inspecciones, ensayos, pruebas					
Estado interior correcto	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>	..... E.N.D	<input type="checkbox"/>
Estado exterior correcto	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>		
Estado soportes y anclajes	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>		
Soldaduras correctas	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>	..... E.N.D	<input type="checkbox"/>



**APÉNDICE E.25**

**DOCUMENTOS V1 Y V2 Y ACTA DE CUMPLIMIENTO REGLAMENTARIO DE LA INSPECCIÓN DE UN  
VEHÍCULO, VEHÍCULO COMPLETO O COMPLETADO EX/II, EX/III O MEMU, VEHÍCULO CISTERNA, VEHÍCULO  
BATERÍA, VEHÍCULO PARA CISTERNAS DESMONTABLES, VEHÍCULO PARA CONTENEDORES CISTERNA,  
VEHÍCULO PARA CISTERNAS PORTÁTILES O CGEM**

Nota: La Parte I del presente documento será la sometida a remisión, según lo establecido en el apartado 2 del artículo 18 de este real decreto. La Parte II quedará archivada en el organismo que ha realizado la inspección.

**PARTE I**

**DOCUMENTOS V1 Y V2**

**A. ORGANISMO DE CONTROL**

A.1	NÚMERO DE INFORME:	
A.2	ORGANISMO DE CONTROL:	
A.3	NOMBRE DEL INSPECTOR:	
A.4	FECHAS DE INSPECCIÓN:	
A.5	DIRECCIÓN COMPLETA DEL LUGAR DE INSPECCIÓN:	

**B. TIPO DE INSPECCIÓN**

B.1	INSPECCIÓN INICIAL:	
B.2	INSPECCIÓN PERIÓDICA:	
B.3	OTRO TIPO DE INSPECCIÓN:	

**C. TITULAR DEL VEHÍCULO**

C.1	NOMBRE COMPLETO:	
C.2	CÓDIGO NIF:	
C.3	DIRECCIÓN COMPLETA:	

**D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VEHÍCULO**

D.1	NÚMERO DE MATRÍCULA	
D.2	NÚMERO DE BASTIDOR	
D.3	MARCA	
D.4	DENOMINACIÓN COMERCIAL	
D.5	FECHA DE MATRICULACIÓN	
D.6	EN SU CASO, FECHA DE PRIMERA MATRICULACIÓN	
D.7	MASA MÁXIMA TÉCNICAMENTE ADMISIBLE	
D.8	MASA MÁXIMA AUTORIZADA	
D.9	MASA MÁXIMA REMOLCABLE	
D.10	DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO (TRACTOCAMIÓN, CAMIÓN CAJA, CAMIÓN PLATAFORMA, CAMIÓN ENTOLDADO, FURGÓN, FURGONETA, REMOLQUE, SEMIRREMOLQUE):	
D.11	CATEGORÍA DE HOMOLOGACIÓN COMO VEHÍCULO (N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4):	
D.12	EN EL CASO DE VEHÍCULOS A MOTOR, TIPO DE CARBURANTE QUE UTILIZA (GASOLINA, GASÓLEO, GN, GLP)	



**E. CARACTERÍSTICAS ADR DEL VEHICULO**

E.1	DESIGNACIÓN DEL VEHÍCULO SEGÚN 9.1.1.2 DEL ADR (EX/II, EX/III, FL, OX, AT, MEMU):	
E.2	TIPO DE VEHÍCULO (VEHÍCULO, VEHÍCULO COMPLETO O COMPLETADO EX/II, EX/III O MEMU, VEHÍCULO CISTERNA, VEHÍCULO BATERÍA, VEHÍCULO PARA CISTERNAS DESMONTABLES, VEHÍCULO PARA CONTENEDORES CISTERNA, CISTERNAS PORTÁTILES O CGEM):	
E.3	SI DISPONE DE ELLA, MARCA DE HOMOLOGACIÓN COMPLETA SEGÚN REGLAMENTO CEPE/ONU/105 Ó DIRECTIVA 98/91/CE:	
E.4	EN CASO POSITIVO, ¿SE CORRESPONDEN TOTALMENTE LAS PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA SERIE DE ENMIENDAS DEL REGLAMENTO CEPE/ONU/105 / ADAPTACIÓN DE LOS ANEXOS DE LA DIRECTIVA 98/91/CE CON EL ADR VIGENTE EN EL MOMENTO DE LA INSPECCIÓN:	
E.5	EN CASO NEGATIVO, PUNTOS DEL ADR VIGENTE QUE NO ESTÁN CUBIERTOS POR LA HOMOLOGACIÓN:	

**F. TRANSPORTE DE LÍQUIDOS INFLAMABLES, GASES INFLAMABLES Y MATERIAS DE LA CLASE 1**

F.1	¿SE VAN A TRANSPORTAR LÍQUIDOS INFLAMABLES DE PUNTO DE INFLAMACIÓN $\leq$ A 60°C O GASES INFLAMABLES?	SI ( )	NO ( )
F.2	¿SE VAN A TRANSPORTAR ALGUNA DE LAS SIGUIENTES MATERIAS?: UN 1049 HIDRÓGENO COMPRIMIDO; UN 1001 ACETILENO DISUELTO; UN 1131 DISULFURO DE CARBONO; CUALQUIER OTRA MATERIA DEL GRUPO DE EXPLOSIÓN IIC	SI ( )	NO ( )
F.3	¿SE VAN A TRANSPORTAR MATERIAS DE LA CLASE 1, GRUPO DE COMPATIBILIDAD J?	SI ( )	NO ( )

**G. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO**

TIPO G1:	CIRCUITOS CON ALIMENTACIÓN PERMANENTE SOBRE EL VEHÍCULO
TIPO G2:	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALADO EN EL COMPARTIMIENTO DE CARGA DE VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS
TIPO G3:	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALADO EN ZONAS DONDE ES, O SE ESPERA QUE SEA, ZONA DE PELIGRO EN VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE DE LÍQUIDOS INFLAMABLES DE PUNTO DE INFLAMACIÓN $\leq$ A 60°C O GASES INFLAMABLES
TIPO G4:	OTROS EQUIPAMIENTOS ALIMENTADOS PERMANENTEMENTE FUERA DE LA ZONA 0 Y 1
(Z0) ZONA 0:	INTERIOR DE LOS COMPARTIMENTOS DE LA CISTERNA, ACCESORIOS DE LLENADO Y VACIADO Y TUBERÍAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES
(Z1) ZONA 1:	INTERIOR DE ARMARIOS DE PROTECCIÓN PARA EL EQUIPAMIENTO UTILIZADO PARA EL LLENADO Y VACIADO, Y ZONA SITUADA A MENOS DE 0,5 M DE LOS DISPOSITIVOS DE AIREACIÓN Y VÁLVULAS DE DESCOMPRESIÓN
(ZC):	CABINA DEL CONDUCTOR
(ZG):	OTROS EMPLAZAMIENTOS

TIPO	ZONA	DENOMINACION DEL EQUIPO	N.º DE SERIE EQUIPO	MARCADO	DESCRIPCIÓN

Como consecuencia de la inspección realizada sobre el vehículo, y cuyo detalle figura en la parte II de este documento, se ha determinado que los siguientes elementos del vehículo respecto de los requerimientos establecidos en los correspondientes apartados del ADR y reglamentación vigente (véase Nota 1 al final de esta parte I): cumplen (S), No cumplen (N) o no le son de aplicación (NA).



APARTADOS ADR	REQUERIMIENTOS	S/N/NA
H	SOBRE VEHÍCULO	
	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	
9.2.2.2	CANALIZACIONES	
9.2.2.3	DESCONECTADOR DE BATERÍAS	
9.2.2.4	BATERÍAS	
9.2.2.5	CIRCUITOS CON ALIMENTACIÓN PERMANENTE	
9.2.2.6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA COLOCADA EN LA PARTE POSTERIOR DE LA CABINA DE CONDUCCIÓN.	
	EQUIPAMIENTO DE FRENADO	
9.2.3.1	REGLAMENTO ECE N.º 130 DIRECTIVA 71/320/CEE, DE ACUERDO CON LAS FECHAS DE APLICACIÓN QUE FIGURAN EN EL REAL DECRETO 2028/1986, DE 6 DE JUNIO.	
9.2.3.1	DISPOSITIVO DE FRENADO ANTIBLOQUEO	
9.2.3.1	DISPOSITIVO DE FRENADO DE RESISTENCIA	
9.2.3.2	(SIN CONTENIDO)	
	PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS DE INCENDIO	
9.2.4.2	CABINA	
9.2.4.3	DEPÓSITOS DE CARBURANTE	
9.2.4.4	MOTOR	
9.2.4.5	DISPOSITIVO DE ESCAPE	
9.2.4.6	FRENO DE RESISTENCIA DEL VEHÍCULO	
9.2.4.7	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
	OTROS EQUIPOS	
9.2.5	DISPOSITIVO DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	
9.2.6	DISPOSITIVO DE ENGANCHE DEL REMOLQUE	
I	EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS EX/II O EX/III COMPLETOS O COMPLETADOS	
9.3.1	MATERIALES A UTILIZAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA DE LOS VEHÍCULOS	
9.3.2	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
9.3.3	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE VEHÍCULOS EX/II	
9.3.4	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE VEHÍCULOS EX/III	
9.3.5	COMPARTIMENTO DE CARGA Y MOTOR DE VEHÍCULOS EX/II Y EX/III	
9.3.6	FUENTES EXTERNAS DE CALOR Y COMPARTIMENTO DE CARGA DE VEHÍCULOS EX/II Y EX/III	
9.3.7	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	
J	EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS CISTERNA (CISTERNAS FIJAS) VEHÍCULOS BATERÍA Y VEHÍCULOS COMPLETOS O COMPLETADOS UTILIZADOS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS EN CISTERNAS DESMONTABLES CON CAPACIDAD SUPERIOR A 1 METRO CÚBICO O CONTENEDORES CISTERNA, CISTERNAS PORTÁTILES O CGEM DE UNA CAPACIDAD SUPERIOR A 3 METROS CÚBICOS (VEHÍCULOS FL, OX Y AT)	
9.7.2	EN EL CASO DE CISTERNAS FIJAS METÁLICAS, DE LOS ELEMENTOS DE LOS VEHÍCULOS BATERÍA, DE LAS CISTERNAS FIJAS DE PLÁSTICO REFORZADO, DE LAS CISTERNAS FIJAS DE RESIDUOS QUE OPERAN AL VACÍO	
9.7.3	MEDIOS DE FIJACIÓN	
9.7.4	PUESTA A TIERRA DE VEHÍCULOS FL	
9.7.5	ESTABILIDAD DE LOS VEHÍCULOS CISTERNA.	
9.7.6	PROTECCIÓN POSTERIOR DE LOS VEHÍCULOS	
9.7.7	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
9.7.8	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	



K	EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS MEMU COMPLETOS O COMPLETADOS		
	9.8.2	LAS CISTERNAS, CONTENEDORES PARA GRANEL Y COMPARTIMENTOS ESPECIALES PARA EXPLOSIVOS	
	9.8.3	PUESTA TIERRA DE LOS VEHÍCULOS	
	9.8.4	ESTABILIDAD DE LOS VEHÍCULOS	
	9.8.5	PROTECCIÓN POSTERIOR DE LOS VEHÍCULOS	
	9.8.6	CALEFACCIÓN A COMBUSTIÓN	
	9.8.7	DISPOSICIONES SUPLEMENTARIAS DE SEGURIDAD	
	9.8.8	DISPOSICIONES SUPLEMENTARIAS DE PROTECCIÓN	

**ACTA DE CUMPLIMIENTO REGLAMENTARIO DEL VEHÍCULO**

Efectuada la inspección del vehículo descrito por el inspector de este organismo en el lugar y fechas que constan en este informe, comprobadas sus características técnicas en inspección así como en los certificados referenciados en la parte II y tarjeta ITV, de conformidad con lo establecido por la reglamentación vigente, se considera que vehículo, según el ADR:

- o Puede ser aprobado como vehículo EX/II.
- o Puede ser aprobado como vehículo EX/III.
- o Puede ser aprobado como vehículo MEMU.
- o Puede ser aprobado como vehículo FL.
- o Puede ser aprobado como vehículo OX.
- o Puede ser aprobado como vehículo AT.
- o No puede ser aprobado para transporte ADR.<sup>6</sup>

La eficacia del sistema de frenado de resistencia es suficiente para un peso total de la unidad de transporte de ..... toneladas.<sup>7</sup>

En..... a ..... de ..... de 20 .....

EL ORGANISMO DE CONTROL

NOTA 1: En los vehículos matriculados por primera vez con posterioridad al 1 de julio de 2004, sólo podrá considerarse que el vehículo cumple con los requerimientos sobre el vehículo si dicho vehículo está homologado conforme a la Directiva 98/91/CE o Reglamento CEPE/ONU 105, de conformidad con la actualización vigente de los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Como alternativa podrá aceptarse, previa autorización del Centro Directivo del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio competente en materia de Seguridad Industrial, un informe favorable del Laboratorio oficial en el que se evalúen las discrepancias con la citada directiva o reglamento.

**OBLIGACIONES DEL TRANSPORTISTA: (en los casos que proceda)**

1. Una vez que una cisterna desmontable se una al vehículo portador, el conjunto deberá cumplir las disposiciones relativas a los vehículos cisterna.
2. Las cisternas desmontables metálicas deberán cumplir las disposiciones pertinentes del capítulo 6.8. del ADR.
3. Los elementos de los vehículos batería y de los CGEM deberán cumplir las disposiciones pertinentes del capítulo 6.2 del ADR, cuando se trate de botellas, tubos, bidones a presión y bloques de botellas, o las del capítulo 6.8 del ADR cuando se trate de cisternas.
4. Los contenedores cisterna metálicos deberán cumplir las disposiciones del capítulo 6.8; las cisternas portátiles deberán cumplir las disposiciones del capítulo 6.7 del ADR o, en su caso, las del código IMDG (véase 1.1.4.2).
5. En los vehículos portadores de cisternas desmontables, los medios de fijación deberán cumplir los requerimientos establecidos en el apartado 9.7.3. del ADR.

<sup>6</sup> Táchese lo que no proceda

<sup>7</sup> Indicar el valor apropiado. En caso de no ser aplicable, táchese.



**APÉNDICE E.20**

Ficha técnica cisterna			
Fabricante			
Importador			
Tipo de cisterna		Modelo	
Volumen total en metros cúbicos		Diámetro equivalente en metros	
Número de compartimentos		Materia envolvente	
Presión diseño en bar		Presión de prueba en bar	
Espesor virolas en milímetros		Espesor de fondos en milímetros	
Longitud total en metros		Clases de materias y bloques	
Plano de la cisterna con sus equipos			
Firma y sello del fabricante		Firma y sello de la OCA	



**1.1.3.- Para las inspecciones excepcionales**

Para las inspecciones excepcionales, en los casos en que sean debidas a accidentes, se rellenaran los siguientes documentos por duplicado:

1.º Informe previo a la modificación o reparación de una cisterna, contenedor cisterna o batería de recipientes para el transporte de mercancías peligrosas (apéndice E-16).

2.º Acta de inspección de una cisterna, vehículo-batería o CGEM para el transporte de mercancías peligrosas tras su modificación o reparación (apéndice E-17).

3.º Documento H especial (apéndice E-7) *\*Ver en apartado 1.1.1*

4.º Documentos G (apéndice E-14) *\*Ver en apartado 1.1.2.*

5.º Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (apéndice E-25)  
*\*Ver en apartado 1.1.2.*

6.º Documentos de clase (apéndice E-8) *\*Ver en apartado 1.1.1.*

7.º Ficha técnica (apéndice E-20) *\*Ver en apartado 1.1.2*



**APÉNDICE E.16**

INFORME PREVIO A LA MODIFICACIÓN O REPARACIÓN DE ..... PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA	N.º DE INFORME  
--	------------------------

Organismo de control: .....

TIPO DE ACTUACIÓN: ..... (Indicar: Modificación o Reparación)

TIPO DE VEHÍCULO: .....

Empresa/fabricante:

Nombre completo: .....

Domicilio social: .....

Empresa propietaria de la cisterna, vehículo-batería o CGEM:

Nombre completo: .....

Domicilio social: .....

Identificación de la cisterna, vehículo-batería o CGEM:

- Número de contraseña de tipo: .....
- Tipo: .....
- Marca: .....
- Modelo: .....
- Número de fabricación: .....
- Fecha de fabricación: .....
- Volumen total en m<sup>3</sup>: .....
- Presión de servicio en bar: .....

CÓDIGO DE LA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O CGEM: .....

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE: (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial del transporte

..... El Equipo de Transporte ..... cumple con las siguiente disposiciones especiales relativas a la construcción (TC) y a los equipos (TE) y a la aprobación de tipo (TA).

Causa de la modificación/reparación: .....

Descripción del alcance de la modificación/reparación: .....

Taller de reparación/fabricante de cisternas donde se ejecuta:

Nombre completo: .....

Domicilio social: .....

Estudiado el proyecto correspondiente a la modificación/reparación de la cisterna anteriormente referenciada y vista la reglamentación correspondiente, y especialmente el Reglamento relativo al transporte internacional ferroviario de mercancías peligrosas (ADR) y Normas de construcción y ensayo de cisternas, este organismo de control INFORMA FAVORABLEMENTE tal modificación/reparación por ser conforme con la reglamentación vigente.

El Proyecto presentado, visado por el Colegio Oficial de....., con el número ..... de fecha....., consta de la documentación siguiente, la cual ha sido sellada por este organismo.

- Memoria con cálculos justificativos.
- Proceso de Modificación/Reparación.



**ORGANISMO DE CONTROL**

- Planos general recogiendo la modificación n.º:

Después de la modificación se asignará el siguiente Código de Cisterna:

CÓDIGO DE LA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O CGEM: .....

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE, después de la modificación (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial del transporte

Anejos a este certificado, con el número de Contraseña de Tipo y sellados por este Organismo están:

- Ficha Técnica de la Cisterna o Plano General n.º:  
 Documento H (INFORME DE INSPECCIÓN PARA HOMOLOGACIÓN)  
 Documentos de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 ó PARA LAS CLASES 3 a 9) (Apéndice E.8).

En ..... a ..... de ..... de 20 .....

EL DIRECTOR TÉCNICO DEL  
ORGANISMO DE CONTROL

V.º B.º  
EL ÓRGANO COMPETENTE



**APÉNDICE E.17**

**ACTA DE INSPECCIÓN ..... PARA EL TRANSPORTE  
DE MERCANCIAS PELIGROSAS POR CARRETERA, TRAS SU MODIFICACIÓN O REPARACIÓN**

Acta n.º: .....  
Organismo de control: .....

Efectuada la inspección de dicha cisterna, anteriormente descrita durante el proceso de reparación/modificación (1), así como su montaje sobre el vehículo portador y comprobadas las características técnicas de ambos por el Inspector de este Organismo en el lugar y fechas que constan anteriormente, de conformidad con lo establecido en la reglamentación vigente, se encuentra que la cisterna y su vehículo portador son CONFORMES/NO CONFORMES (2) con la reglamentación vigente.

Igualmente han sido comprobados los siguientes documentos, que se consideran satisfactorios:

- Acta de conformidad de las uniones soldadas n.º: .....
- Informe radiográfico n.º: .....
- Croquis radiográficos n.º: .....
- Acta de conformidad de los materiales n.º: .....
- Croquis de situación de las placas n.º: .....
- Acta de prueba de estanqueidad n.º: .....
- Acta de prueba de presión hidráulica n.º: .....
- Acta de prueba volumétrica n.º: .....
- Certificado de Tarado de válvulas de seguridad y prueba de válvulas de aireación n.º: .....
- Otras actas de prueba reglamentariamente exigidas (3): .....

Por todo lo anterior, se considera que este vehículo ..... es apto para el transporte de mercancías peligrosas por carretera de las materias anteriormente referenciadas.

Anejos a este acta con el número de contraseña de tipo y número de fabricación y sellados por este organismo están:

- Documento H (INFORME DE INSPECCIÓN PARA HOMOLOGACIÓN)
- Documento de Comprobación de Inspección Inicial o Periódica (E-14, G1, G2 y G3)
- Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario.
- Documentos de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 o PARA LAS CLASES 3 a 9)
- Ficha técnica o Plano General n.º:

En ..... a ..... de ..... de 20 .....

**EL ORGANISMO DE CONTROL**

Fdo: ..... Fdo: .....  
Nombre del Inspector EL DIRECTOR TÉCNICO DEL ORGANISMO DE CONTROL

**OBSERVACIONES:**

1. Este acta, junto con sus anexos, se extiende por triplicado por el organismo de control que ha realizado la inspección. Si la inspección es favorable, la tercera copia será archivada por el organismo de control; la segunda será enviada al órgano competente de la comunidad autónoma y el original se le entregará al propietario. Si la inspección es desfavorable, la segunda copia será enviada por el organismo de control a la Administración competente, proponiendo la desclasificación del vehículo hasta que sean subsanados los defectos detectados.  
El propietario, si se trata de un vehículo cisterna (fijo o desmontable) o un vehículo batería, presentará las 2 copias recibidas de este acta en la estación ITV donde el vehículo efectúe la revisión reglamentaria. Ambos ejemplares tras ser sellados por la estación ITV, se devolverán al propietario del vehículo, el cual entregará uno de ellos al organismo de control que ha realizado la inspección para su archivo.
2. Si el acta es desfavorable, está prohibido solicitar una nueva inspección a otro organismo de control, excepto por decisión del órgano competente de la comunidad autónoma (artículo 16, Ley 21/1992).
3. Está prohibido someter a la cisterna a cualquier tipo de modificaciones, si no es previamente autorizado por el organismo de control y los cambios no quedan reflejados en una nueva acta.



**1.2.- Emisión de informes y certificados**

Se debe emitir un informe del ensayo para la aprobación de tipo.

Se debe emitir un certificado después de la obtención de resultados satisfactorios de las inspecciones inicial, periódica o intermedia, o de la inspección excepcional. Se incluye un ejemplo de este certificado a continuación.

<b>Nombre del organismo de inspección y dirección</b>		<b>Firma de la organización de inspección</b>							
Número del informe de ensayo: _____		Número de aprobación de tipo: _____							
Solicitante o usuario: _____		Nombre del fabricante: _____							
Calle: _____		País: _____							
Código postal: _____		Número de serie del fabricante: _____							
Ciudad: _____		Año de fabricación: _____							
País: _____		Fecha y tipo de la última inspección: _____							
		Número de identificación del propietario o del operador de la cisterna: _____							
Tipo de cisterna IMO/instrucción de la cisterna/código de la cisterna _____									
Espesor nominal de las paredes requerido: _____ mm, real medido: _____ mm									
Espesor nominal de los extremos requerido: _____ mm, real medido: _____ mm									
Espesor nominal de los tabiques requerido: _____ mm, real medido: _____ mm									
Presión de ensayo: _____ bar									
Presión de servicio máxima autorizada: _____ bar, presión de diseño exterior _____ bar									
Presión de diseño (mín.): _____ bar, máximo _____ bar									
Compartimento	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Capacidad en litros									
Examen de los documentos _____	<input type="checkbox"/> Ensayo de estanquidad en la cisterna o _____		<input type="checkbox"/>						
Verificación de la conformidad de la cisterna _____ con el diseño	<input type="checkbox"/> sobre los equipos								
Inspección interior de la cisterna _____	<input type="checkbox"/> Ensayo de vacío _____								
Inspección exterior de la cisterna _____	<input type="checkbox"/> Determinación de la capacidad de agua _____								
Ensayo de presión hidráulica _____	<input type="checkbox"/> Inspección del bastidor y de otros _____								
Inspección de los equipos de servicio _____	<input type="checkbox"/> elementos de la estructura de cisternas móviles								
Válvula de seguridad regulada a: _____ bar de presión relativa		Válvula de vacío regulada a: _____ bar de presión relativa							
Otras inspecciones y ensayos: _____									
Notas o defectos significativos que pueden comprometer la seguridad de la cisterna o el equipo: _____									

Los requisitos u observaciones adicionales que pueden influir en la siguiente inspección regular o comprobación excepcional deben incluirse en el certificado.



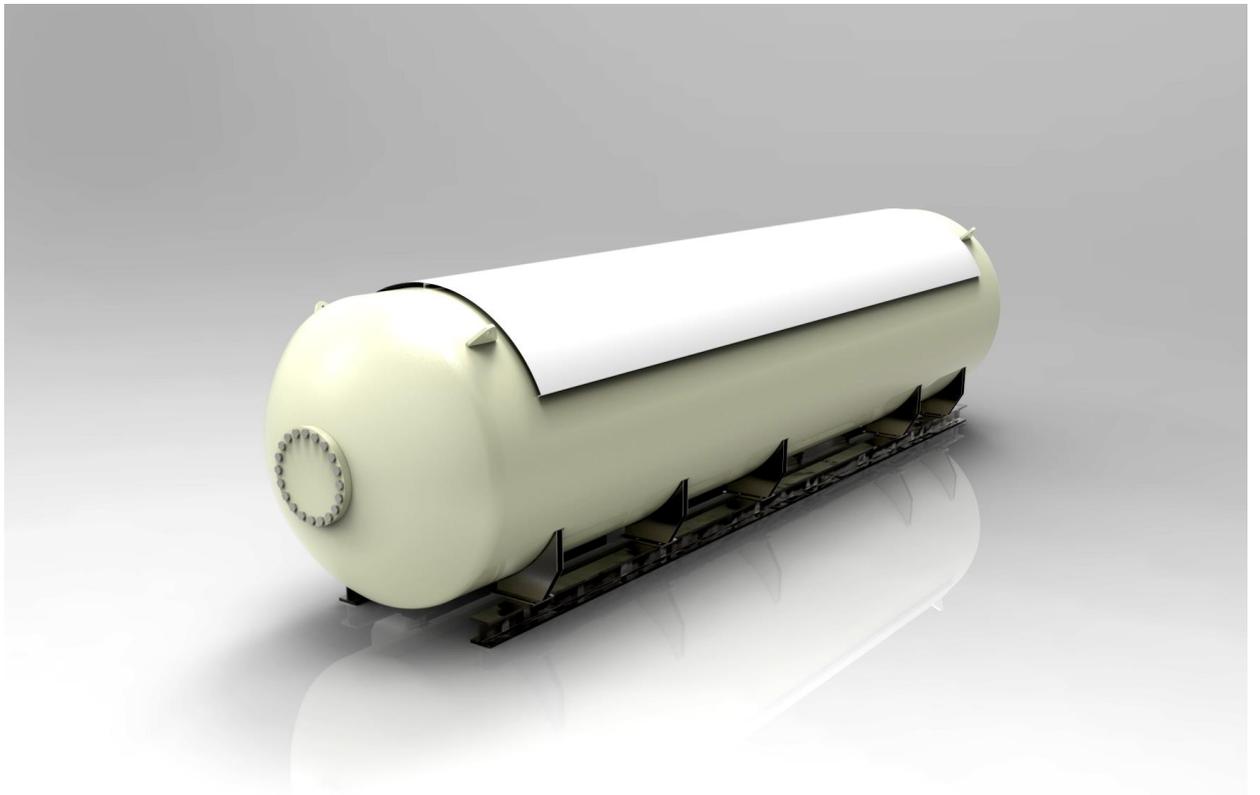
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial**



# **DOCUMENTO Nº7:**

## **EVALUACIÓN DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE**



**Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudiante:** José Ginés León Bernal

**Director:** Federico López-Cerón de Lara

En Cartagena, 23 de Junio de 2015



## **ÍNDICE ANEJO VII**

<b>1.- Evaluación de Riesgos de la Seguridad y del Medio Ambiente</b>	<b>Pág 2</b>
<b>1.1.- Plan de emergencia</b>	<b>Pág 2</b>
1.1.1.- Actuación y comunicación en caso de avería o accidente	Pág 2
1.1.2.- Planes de actuación	Pág 4
<b>1.2.- Equipamiento de emergencia</b>	<b>Pág 4</b>
1.2.1.- Equipamiento de protección general	Pág 4
1.2.2.- Equipamiento de protección individual (EPI)	Pág 5
<b>1.3.- Prevención de riesgos de incendio</b>	<b>Pág 5</b>
1.3.1.- Cabina	Pág 5
1.3.2.- Depósitos de carburante	Pág 5
1.3.3.- Motor	Pág 6
1.3.4.- Dispositivo de escape	Pág 6
1.3.5.- Freno de resistencia del vehículo	Pág 6
1.3.6.- Calefacciones a combustión	Pág 6
1.3.7.- Dispositivo de limitación de velocidad	Pág 7
1.3.8.- Dispositivo de enganche del remolque	Pág 7
1.3.9.- Dispositivos de protección posterior del vehículo	Pág 7
<b>2.- Impacto Medioambiental</b>	<b>Pág 8</b>



## **1.- Evaluación de Riesgos de la Seguridad y del Medio Ambiente**

### **1.1.- Plan de emergencia**

Podemos definir una emergencia como una situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata como serían los incendios, o los escapes o derrames de mercancías peligrosas.

#### **1.1.1.- Actuación y comunicación en caso de avería o accidente**

En caso de que, un vehículo que transporte mercancías peligrosas, a causa de una avería o accidente, no pueda continuar su marcha, se actuará de la siguiente forma:

**Actuación de los miembros de la tripulación:** Los miembros de la tripulación tomarán inmediatamente las medidas que se determinen en las *instrucciones escritas según el ADR* y adoptarán aquellas otras que figuran en la legislación vigente. Seguidamente se procederá a informar de la avería o accidente al teléfono de emergencia que corresponda. Posteriormente, y siempre que sea posible, se comunicará también a la empresa transportista y a la empresa expedidora, identificadas como tales en la carta de porte o documentos de transporte.

**En caso de imposibilidad de actuación de los miembros de la tripulación:** En este supuesto, la autoridad o su agente más cercano o el servicio de intervención que ha recibido la información inicial del hecho (Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, Fuerzas y Cuerpos de seguridad, Bomberos, Cruz Roja, etc.), se asegurará, a través de los mecanismos y protocolos establecidos, de que sean informados los responsables en materia de tráfico y seguridad vial, y el Centro de Coordinación Operativa designado en el correspondiente plan de la Comunidad Autónoma o, en su defecto, las Delegaciones/Subdelegaciones del Gobierno de la provincia en la que el suceso se produzca, llamando a los números de teléfono que se publican, con carácter periódico, en el Boletín Oficial del Estado mediante Resolución de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior, para que, en cada caso, se adopten las medidas de prevención o protección que resulten más adecuadas, contando para ello con lo dispuesto en las fichas de intervención de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocadas por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera.

Según descrito anteriormente los miembros de la tripulación del vehículo llevarán a cabo en caso de accidente las siguientes acciones cuando sea seguro y practicable hacerlo:

- Aplicar el sistema de frenado, apagar el motor y desconectar la batería accionando el interruptor cuando exista;
- Evitar fuentes de ignición, en particular, no fumar o activar ningún equipo eléctrico;
- Informar a los servicios de emergencia apropiados, proporcionando tanta información como sea posible sobre el incidente o accidente y las materias involucradas;



- Ponerse el chaleco fluorescente y colocar las señales de advertencia autoportantes como sea apropiado;
- Mantener los documentos de transporte disponibles para los receptores a su llegada;
- No andar sobre las materias derramadas, no tocarlas y evitar la inhalación de gases, humo, polvo y vapores manteniéndose en el lado desde donde sopla el viento;
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear los extintores para apagar incendios pequeños/iniciales en neumáticos, frenos y compartimento del motor;
- Los miembros de la tripulación del vehículo no deberán actuar contra los incendios en los compartimentos de carga;
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear el equipo de a bordo para evitar fugas al medio ambiente acuático o al sistema de alcantarillado y para contener los derrames; - Apartarse de las proximidades del accidente o emergencia, aconsejar a otras personas que se aparten y seguir el consejo de los servicios de emergencias;
- Quitarse toda ropa y equipos de protección contaminados después de su utilización y deshacerse de estos de forma segura.

**La información dada a los servicios de emergencias** se efectuará por el medio más rápido posible e incluirá, los siguientes datos:

- Localización del suceso.
- Estado del vehículo implicado y características del suceso.
- Datos sobre las mercancías peligrosas transportadas.
- Existencia de víctimas.
- Condiciones meteorológicas.

Otras circunstancias que se consideren de interés para valorar los posibles efectos del suceso sobre la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente y las posibilidades de intervención preventiva.

Los siguientes números corresponden a los Centros de Coordinación Operativa (veinte cuatro horas) nacional y de cada Comunidad Autónoma.

	Teléfono
Teléfono de emergencia para accidentes durante el transporte de mercancías peligrosas en todo el territorio nacional.	112



Comunidad Autónoma	Teléfono de 9 cifras
Aragón.	976 28 12 34
Asturias.	985 77 33 39
Canarias.	922 47 05 01
Cantabria.	942 31 94 00
Castilla y León:	983 32 49 00
Ávila.	920 35 50 02 / 03
Burgos.	947 28 15 28 / 29
León.	987 29 61 03
Palencia.	979 71 55 02
Salamanca.	923 29 60 03 / 02
Segovia.	921 41 73 22 / 921 41 77 88
Soria.	975 22 44 15
Valladolid.	983 41 30 30
Zamora.	980 55 96 00 / 01
Cataluña.	935 51 72 85
Extremadura.	924 31 02 04
Galicia.	881 95 80 00
Illes Balears.	971 21 10 20
La Rioja.	941 22 22 22
Madrid.	917 08 91 58
	968 22 96 04
Murcia.	968 36 84 49
	968 37 61 16

### 1.1.2.- Planes de actuación

En función de las necesidades de intervenciones derivadas de las características del accidente y de sus consecuencias ya producidas o previsibles, las autoridades competentes aplicarán las medidas previstas en los planes especiales recogidas en la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera.

Si existiera fuego se utilizaría un extintor de clase B, espuma, químico seco y dióxido de carbono. El agua se sugiere utilizarla para enfriar recipientes expuestos al fuego.

## 1.2.- Equipamiento de emergencia

### 1.2.1.- Equipamiento de protección general

- Un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas para la masa máxima del vehículo y el diámetro de las ruedas;
- Dos señales de advertencia autoportantes.
- Medios de extinción contra incendios correspondientes.



### 1.2.2.- Equipamiento de protección individual (EPI)

- *Protección respiratoria:* Mascarilla facial completa con una línea de aire de presión positiva y una botella de escape o aparato respiratorio independiente definida según **UNE-EN 12021**.
- *Protección ocular:* Gafas o anteojos de seguridad según sea apropiado para el trabajo que se realiza regida por la **UNE-EN 166**.
- *Líquido limpia-ojos:* Una mezcla de agua jabonosa en un recipiente debidamente preparado para verter el líquido en caso de quemaduras por frío/calor u otros motivos.
- *Protección de la piel y del cuerpo:* Guantes de caucho de butilo o neopreno, botas de seguridad mono no inflamable y fluorescente siguiendo las especificaciones de la norma **UNE-EN 374-1**.
- *Ropa fluorescence normalizada:* según la norma **UNE-EN 471** que establece las dimensiones mínimas y los materiales de fabricación.
- *Aparato de iluminación portátil:* definido por la **UNE-EN 60598-2-4**
- *Instrucciones escritas del ADR* actualizadas a la última versión.

### 1.3.- Prevención de riesgos de incendio

#### 1.3.1.- Cabina

En el caso que la cabina no esté construida con materiales difícilmente inflamables, en la parte posterior de la cabina se deberá disponer una defensa metálica o de otro material apropiado, de una anchura igual a la de la cisterna. Todas las ventanas en la parte posterior de la cabina o de la defensa deberán cerrarse herméticamente, tener un vidrio de seguridad resistente al fuego y cercos ignífugos. Entre la cisterna y la cabina o la defensa, se deberá disponer un espacio libre mínimo de 15 cm siendo en nuestro caso de 86.7 cm.

#### 1.3.2.- Depósitos de carburante

Los depósitos de carburante para la alimentación del motor del vehículo deberán responder a las disposiciones siguientes:

- a) En caso de fugas, el carburante se deberá filtrar hasta el suelo sin entrar en contacto con las partes calientes del vehículo o de la carga;
- b) Los depósitos que contengan la gasolina deberán ir equipados con un dispositivo cortallamas eficaz que se adapte a la boca de llenado o de un dispositivo que permita mantener la boca de llenado cerrada herméticamente.



### 1.3.3.- Motor

Los motores que arrastren los vehículos deberán ir equipados y estar ubicados de modo que se evite cualquier peligro para el cargamento a consecuencia de un recalentamiento o inflamación.

### 1.3.4.- Dispositivo de escape

El dispositivo de escape (incluyendo los tubos de escape) debe dirigirse o protegerse de modo que se evite cualquier peligro para el cargamento a causa de un recalentamiento o inflamación. Las partes del escape que se encuentren directamente debajo del depósito de carburante (diesel) se deberán hallar a una distancia mínima de 100 mm. o estar protegidas por una pantalla térmica.

### 1.3.5.- Freno de resistencia del vehículo

Los vehículos equipados con un dispositivo de frenado de resistencia que emita temperaturas elevadas, situado detrás de la pared posterior de la cabina, deberán estar provistos de un aislamiento térmico entre el dispositivo y la cisterna o el cargamento, fijado de modo sólido y colocado de tal manera que permita evitar cualquier recalentamiento, aunque sea limitado, de la pared de la cisterna o el cargamento.

Además, este aislamiento deberá proteger al aparato contra las fugas o derrames, incluso accidentales, del producto transportado. Se considerará satisfactoria una protección que tenga, por ejemplo, una capota con pared doble.

### 1.3.6.- Calefacciones a combustión

Las calefacciones a combustión deben cumplir las disposiciones técnicas pertinentes del **Reglamento ECE N° 1223**, según se ha modificado, o de la **Directiva 2001/56/CE**.

Las calefacciones a combustión y sus conductos de escape de gases deberán diseñarse, ubicarse y estar protegidos o recubiertos de modo que se prevenga cualquier riesgo inaceptable de recalentamiento o de inflamación de la carga. Se considerará que se cumple con esta disposición si el depósito y el sistema de escape del aparato cumplen con disposiciones análogas a las prescritas para los depósitos de carburante.

Se deberá asegurar el corte de las calefacciones a combustión al menos por los métodos siguientes:

- corte manual a voluntad desde la cabina del conductor;
- parada del motor del vehículo; en este caso, el aparato de calefacción se podrá volver a poner en marcha manualmente por el conductor;
- puesta en marcha de una bomba de alimentación en el vehículo a motor para las mercancías peligrosas transportadas.



Se autorizará una marcha residual después de que los dispositivos de calefacción complementarios se hayan cortado. La alimentación de aire de la combustión se deberá interrumpir por medidas apropiadas después de un ciclo de marcha residual de un máximo de 40 segundos. Solamente se deberán utilizar aquellos dispositivos de calefacción a combustión para los que se haya probado que el cambiador de calor resiste un ciclo de marcha residual reducido de 40 segundos para su período de utilización normal.

La calefacción a combustión se deberá poner en marcha manualmente. Se prohíbe el uso de dispositivos de programación.

No se autorizarán las calefacciones a combustión de carburantes gaseosos.

### 1.3.7.- Dispositivo de limitación de velocidad

Los vehículos a motor (portadores y tractores para semirremolques) con una masa máxima superior a 3,5 toneladas deberán ir equipados con un dispositivo de limitación de velocidad conforme a las disposiciones técnicas del **Reglamento ECE N° 89**, modificado. El dispositivo se debe regular de tal manera que la velocidad no pueda exceder de **90 km/h**, teniendo en cuenta la tolerancia técnica del dispositivo.

### 1.3.8.- Dispositivo de enganche del remolque

El dispositivo de enganche del remolque deberá ser conforme con el **Reglamento ECE N° 55** o con la **Directiva 94/20/CE**, en su redacción modificada, conforme a las fechas de aplicación que allí se especifican.

### 1.3.9.- Dispositivos de protección posterior del vehículo

La parte posterior del vehículo estará dotada, en todo el ancho de la cisterna, de un parachoques suficientemente resistente a los impactos traseros. Entre la pared posterior de la cisterna y la parte posterior del parachoques, deberá existir una separación mínima de 100 mm (esta separación se medirá referenciada al punto más posterior) siendo en nuestro caso de 228 mm.

## 2.- Impacto Medioambiental

Las actuaciones genéricas a desarrollar en el ámbito de vertidos en el terreno y sin que exista llama son:

- Construir diques o barreras usando tierra, arena u otros materiales, o bien excavar una arqueta o fosado para contener el producto vertido.
- Hacer una succión por bombeo con material adecuado al tipo de producto.



- Hacer un desplazamiento mecánico de la tierra contaminada y cualquier residuo mediante palas, maquinas apisonadoras, tractores con hoja frontal, etc.
- Si el producto se puede filtrar en el suelo y existen dudas sobre la eficacia de la contención, habrá que controlar fuentes, pozos y minas de agua de la zona.

La vaporización de las sustancias manipuladas no presenta riesgo de afectación a la calidad del aire del entorno. Por otro lado, la fracción no vaporizada que pudiera alcanzar algún cauce público, aguas marina o subterráneas, tampoco presentan un riesgo de afectación sobre los organismos acuáticos, porque las sustancias que se manipulan no están clasificadas como tóxicas para el medio ambiente.

Asimismo los productos de combustión son mayoritariamente CO<sub>2</sub>, vapor de agua o trazas de monóxido de carbono, por lo que no se prevén consecuencias desfavorables para el medio ambiente en caso de ignición de un derrame o fuga de GLP.

Por todo lo expuesto anteriormente, no se considera necesario realizar una evaluación más exhaustiva sobre la vulnerabilidad del medio ambiente.