



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVAULACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE PROPANO SEGÚN ADR 2014

Titulación: I.T.I especialidad Mecánica

Alumno/a: José Álvaro Del Rey Martín

Director/a/s: Isidoro José Martínez Mateo

Federico López-Cerón de Lara

Cartagena, 21 de Septiembre de 2014



ÍNDICE

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

<u>ÍNDICE</u>	Página
<u>1.- MEMORIA</u>	5
1.1.-MEMORIA DESCRIPTIVA	6
1.1.1.- Objeto	7
1.1.1.1.- Alcance	7
1.1.2.- Normativa	7
1.1.3.- Definiciones.	8
1.1.4.- Caracterización de la cisterna	13
1.1.4.1 Diseño del Depósito.	13
1.1.4.1.1.- Producto a contener.	14
1.1.4.1.1.1.- Ficha técnica de seguridad del producto.	14
1.1.4.1.1.2.- Grado de llenado.	15
1.1.4.1.2.- Tipo de depósito.	16
1.1.4.1.2.1.- Caracterización de depósito.	16
1.1.4.1.2.2.- Código Cisterna.	16
1.1.4.1.3.- Especificaciones del depósito.	17
1.1.4.1.3.1.- Dimensionamiento.	17
1.1.4.1.3.2.- Materiales.	17
1.1.4.1.3.3.- Presiones	18
1.1.4.1.4.- Estructura y elementos del depósito.	19
1.1.4.1.4.1.- Elementos estructurales.	19
1.1.4.1.4.2.- Protecciones.	19
1.1.4.1.4.3.- Aislamiento de la cisterna.	20
1.1.4.1.4.4.- Contra impactos laterales.	20
1.1.4.1.4.5.- Contra vuelcos.	20
1.1.4.1.4.6.- Orificios de llenado.	20
1.1.4.2 Equipos de servicio.	21
1.1.4.2.1.- Memoria. Generalidades.	21
1.1.4.2.2.- Boca de hombre.	21
1.1.4.2.3.- Sistemas de carga y descarga.	22
1.1.4.2.3.1.- Sistema de carga y descarga.	22
1.4.2.3.2.- Cierres, válvulas y grifos.	26
1.1.4.2.3.3.- Hermeticidad o ventilación.	27
1.1.4.2.4.- Seguridades.	27
1.1.4.2.4.1.- Medidas a adoptar para evitar la depresión.	27
1.1.4.2.4.2.- Conexiones de seguridad equipotencial.	29
1.1.4.2.5.- Componentes auxiliares.	31



ÍNDICE

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.1.4.2.6.- Equipamiento eléctrico.	32
1.1.4.2.6.1.- Electricidad estática.	36
1.1.4.3.- Remolque-vehículo. Conformidad.	42
1.1.4.4.- Unión cisterna-chasis	43
1.1.4.5.- Unión camión-semirremolque.	45
1.1.4.6. Camión.	47
1.1.5.- Marcado	48
1.1.6.- Equipamiento de la cisterna.	53
1.1.6.1.- Señalización.	53
1.2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	57
1.2.1.- Determinación de paredes, fondos, cierres, aberturas.	58
1.2.2.- Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna.	70
1.2.2.1.- Determinación del número y cálculo de durmientes.	70
1.2.2.2. Estabilidad de la cisterna.	80
1.3.- PROCEDIMIENTO DE FABRICACION Y SOLDADURA.	82
1.3.1 Fases de fabricación y montaje.	83
1.3.1.1.- Fabricación del depósito.	83
1.3.2.- Soldaduras. Procedimientos y técnicas empleadas. Certificación y cualificación.	84
1.4.-INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS.	89
1.5.-DOCUMENTACION Y CERTIFICACION.	96
1.6.-EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD Y DEL MEDIO AMBIENTE.	118
1.6.1.- Accidentes. Plan de emergencia. Evaluación de riesgos según productos a transportar.	119
1.6.2.- Seguridad de la tripulación. Equipamiento de seguridad. EPIS.	125
1.6.3.- Prevención de riesgos de incendios. Cabina. Depósitos de carburantes. Motor. Equipos de extinción de incendios.	126
1.6.4.- Placas y señalización.	128
1.6.5.- Dispositivos. Limitadores de velocidad.	131
1.6.6.- Conexiones mecánicas/eléctricas. Enganche de remolque. Dispositivos de fijación. (ADR 6.8.2.1). Puesta a tierra. Dispositivos de protección posterior del vehículo. (Reglamento 58) (ADR 9.7.6).	132



ÍNDICE

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

<u>2.-CÁLCULOS</u>	133
<u>3.- PLANOS</u>	144
3.1.- MEDIDAS Y VISTA INTERIOR DEL DEPÓSITO	
3.2.- ROMPEOLAS	
3.3.- PLANO GENERAL	
3.4.- DISEÑO DE LA BOCA DE HOMBRE	
3.5.- DISEÑO DE BRIDAS	
3.6.- TIRANTES DE SUJECIÓN Y OREJA DE IZAJE.	
3.7.- SOLDADURAS 1.	
3.8.- SOLDADURAS 2.	
3.9.- VÁLVULA DE FONDO.	
3.10.- VÁLVULA DE CORTE.	
3.11.- VÁLVULA DE SEGURIDAD.	
3.12.- VÁLVULA DE VAPOR.	
3.13.- CARGA Y DESCARGA	
3.14.- PUESTA A TIERRA.	
3.15.- PLACA ADR.	



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.-MEMORIA



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.1.1.- Objeto.

El objeto de este proyecto es el del diseño, cálculo y fabricación de una cisterna de gran capacidad de carga, destinada a transportar propano por carretera, cumpliendo con el mercado CE y con las exigencias del ADR 2014 (Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía terrestre). En caso de no estar especificado en el ADR, se regirá por las normas UNE-EN garantizando el mercado CE. Prevalecerá lo expuesto en el ADR ante cualquier otra norma.

1.1.1.1.- Alcance

Al cumplir con el mercado CE y con el ADR vigente, este diseño de cisterna será válido para los países que forman parte del Espacio Económico Europeo, formado por los 27 Estados miembros de la UE y los países de la AELC (Islandia, Noruega, Liechtenstein y Suiza). Está diseñado para transportar únicamente propano.

1.1.2.- Normativa.

ADR 2014.

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

Cuando no existan normas específicas contempladas en los dos puntos anteriores será utilizadas normas internas de cada Estado (Anejo 5 RD 94/2014).

RD 1388/2011 (Directiva 2010/35/UE) Equipos a presión transportables. (Capítulo I y III; Anexo I).

RD 222/2001 (BOE Texto consolidado. Última modificación 15/11/2011). (Artículos 1, 2, 3, 7, 9. Anexo IV, V, VI y VII. **ITC MIE AP7** (disposiciones para la conexión, códigos de color y temperatura de referencia).

La construcción de cisternas está enmarcada en el **Código de Área 28** del Anexo IV del **Reglamento (UE) 305/2011** del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Reemplaza a la Directiva 89/106/CEE, en vigor hasta su armonización.

RD 97/2014 (Directiva 2008/68/CE). Operaciones de transporte de Mercancías Peligrosas por carretera. (Capítulo I, III (artículos 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19), IV, V, VI, Anejo 5, 7 y Apéndices).

Normativa y especificaciones no contempladas en el ADR 14.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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

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-EN 16119:2013: Equipos y accesorios para GLP. Caperuzas y tapones de seguridad para las válvulas de botellas de GLP y tanques. Especificación y ensayo.

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

1.1.3.- Definiciones.

A

"Acero de referencia", acero con una resistencia a la tracción de 370 N/mm² 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/mm² y 440 N/mm²;

"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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

C

"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 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;

"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; o
- está provista de válvulas de seguridad precedidas de un disco de ruptura, pero no está equipada de válvulas de depresión; o
- está provista de válvulas de seguridad precedidas de un disco de ruptura y de válvulas de depresión conforme.

"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;



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

"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, indicada por una instrucción de transporte, y que tiene, cuando se utiliza para el transporte de gases, una capacidad superior a 450 litros;

"Cisterna para residuos que operan al vacío", una cisterna fija, una cisterna desmontable, un contenedor cisterna o una caja móvil cisterna principalmente utilizado para el transporte de residuos peligrosos, construida o equipada de forma especial para facilitar la carga y la descarga de los residuos .

"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.

"Contenedor de gas con elementos múltiples" (CGEM), un elemento de transporte que comprende elementos que están conectados entre ellos por una tubería colectora y montados en un cuadro. Los elementos siguientes son considerados como elementos de un contenedor de gas con elementos múltiples: las botellas, los tubos, los bidones a presión o botellones, y los bloques de botellas, así como las cisternas con una capacidad superior a 450 litros para los gases.

D

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

"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;

"Dossier de la cisterna", un expediente que contiene todas las informaciones técnicas importantes relativas a la cisterna, vehículo batería o CGEM

E

"Equipo de estructura"

a) 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"



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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;

"Evaluación de la conformidad", se refiere al proceso de verificar la conformidad de un producto relativas a la aprobación de tipo, la supervisión de fabricación, la inspección y pruebas iniciales;

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 nos ONU 1011, 1075, 1965, 1969 o 1978 solamente y se compone principalmente de propano, propano, butano, isómeros del butano, buteno con trazas de otros gases de hidrocarburos;

"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 Varembe- CH 1204 Genève 20);

L

"Límite elástico", límite elástico superior R_{eH} o, para los aceros que no presentan un límite determinado (elongación no proporcional), el 0,2%

del límite convencional de elasticidad.

"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);

M



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

"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;

N

"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 notificado/designado", organismo de ensayos y certificación aprobado por una autoridad competente.

P

"Persona competente", persona que, por la combinación de cualificación, formación, experiencia y recursos apropiados puede realizar juicios objetivos sobre el tema.

"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 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;

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

R

“Recipiente a presión”, un término genérico que incluye botellas, tubos, bidones a presión, recipientes criogénicos cerrados, dispositivos de almacenamiento de hidruro metálico, bloques de botellas o un recipiente a presión de socorro;

“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);

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.

U

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

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;

1.1.4.- Caracterización de la cisterna.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.1.4.1 Diseño del Depósito.

Norma UNE-EN 12493:2009+A1

“ Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero para gases licuados del petróleo (GLP).
Diseño y fabricación de camiones 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, contruidos con acero al carbono, al carbono/manganeso, y microaleado.

No existe límite superior de tamaño, ya que éste viene determinado por la limitación del peso máximo del vehículo.

1.1.4.1.1.- Producto a contener.

El producto a contener es propano.

1.1.4.1.1.1.- Ficha técnica de seguridad del producto.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

PROPANO

1. PRODUCTO QUÍMICO

Nombre del producto: Propano.

Familia química : Alcalina (hidrocarburo)

Nombre químico: Propano.

Fórmula : C_3H_8

Sinónimos: Dimetil metano, hidruro propil

Usos: El propano se utiliza como materia prima para diversos procesos químicos como reformación de vapor, clorinación y nitruración. En la fabricación de negro humo y otros productos como tetracloruro de carbono, acrílico-nitrilo, percloroetileno y tetracloroetano. Como combustible mezclado con propileno y butano. Como solvente para retirar asfaltos en el crudo y como refrigerante y propelente.

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Propano	96.0-99%	74-98-6	OSHA : PEL= 1000 ppm ACGIH : TLV = Asfixiante simple NIOSH : IDLH = 1000 ppm

3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Densidad de gas a 21.1° C (70° F), 1 atm: 1.8580 kg/m³ (0.11599 lb/ft³)

Punto de ebullición a 1 atm: -42.04° C (-43.67° F)

Punto de congelación / fusión a 1 atm: -187.69° C (-305.84° F)

pH: No aplica.

Peso molecular: 44.097

Gravedad específica 21.1° C (70° F), 1 atm: 1.56

Solubilidad en agua vol/vol a 17.8 °C (64° F) y 1 atm: 0.065

Volumen específico del gas a 21.1° C (70° F) 1 atm: 8.5 ft³/lb

Presión de vapor a 21.1° C (70° F): 756.56 Kpa (109.73 psig)

Coefficiente distribución agua / aceite: 2.36

Punto de inflamación : Gas inflamable.

Temperatura de auto ignición : 493° C (919° F)

Limites de Inflamabilidad (en aire por volumen, %): :

Inferior (LEL): 3.4% Superior (UEL): 13.8%

Apariencia y color: Gas incoloro e inodoro (para que las fugas del propano comercial sean fácilmente detectables deben contener una pequeña concentración de compuestos de azufre que le dan olor como los mercaptanos)

4. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Número de Naciones Unidas: UN 1978

Número de identificación de peligro : 23

ADR

Código de clasificación : 2F



1.1.4.1.1.2.- Grado de llenado.

Para las materias inflamables que no presenten otros peligros (por ejemplo toxicidad, corrosividad), cargadas en cisternas provistas de dispositivos de



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

respiración o de válvulas de seguridad (incluso si éstas están precedidas por un disco de ruptura):

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

En estas fórmulas, α 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.

α se calcula a partir de la fórmula:

$$\alpha = \frac{d15 - d50}{35 \times d50}$$

Mirando tablas del propano:

d15 = 507,8 Kg/m³

d50 = 448,4 Kg/m³

$\alpha = 3,78488 \times 10^{-3}$

tf = 25 °C

Grado de llenado = 91,35%

1.1.4.1.2.- Tipo de depósito.

1.1.4.1.2.1.- Caracterización de depósito.

Depósito cilíndrico de fondos toroidales.

1.1.4.1.2.2.- Código Cisterna.

Parte 1: Tipos de cisterna, vehículo batería o CGEM

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

Parte 2: Presión de cálculo

- 21 (bar)

Parte 3: Aberturas

- B = cisterna con abertura 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.

Parte 4: Válvulas/Dispositivos de seguridad

- H = cisterna, vehículo batería o CGEM cerrado herméticamente.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.1.4.1.3.- Especificaciones del depósito.

1.1.4.1.3.1.- Dimensionamiento.

El depósito tiene unas dimensiones de:

- 10,5 m de largo.
- 53 m³ de capacidad total
- 45 m³ de capacidad de llenado.
- 2490 mm de alto.
- 2490 mm de ancho.
- 12 mm de espesor en la envolvente cilíndrica.
- 20 mm de espesor en los fondos toroidales.

Las placas serán suministradas por Centroacero Cintra.

Planchas Gruesas

Especificaciones Generales		Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
Espesores: 6.00 a 100.00 mm.	Anchos: 2000 y 2440 mm.	6,00	48,00
Largos: 3.0 - 6.0 - 9.0 y 12.0 mts.	Calidades: A36 - A515 - A572.	8,00	64,00
		10,00	80,00
		12,00	96,00
		14,00	112,00
		16,00	128,00
		18,00	144,00
		20,00	160,00
		22,00	176,00
		25,00	200,00
		32,00	256,00
		38,00	304,00
		50,00	400,00
		65,00	520,00
		75,00	600,00
		100,00	800,00



1.1.4.1.3.2.- Materiales.

El depósito está fabricado en acero P335N, de acuerdo de la norma EN 10028-3.

Composición en % de masa:

Material	Acero P335N
Carbono (C) máx.	0,20
Silicio (Si) máx.	0,50



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

Manganeso (Mn)	0,90
Fósforo (P) máx.	0,030
Azufre (S) máx.	0,030
Aluminio (Al) máx.	0,020
Cromo (Cr) máx.	0,30
Cobre (Cu) máx.	0,30
Molibdeno (Mo) máx.	0,08
Nitrógeno (N) máx.	0,020
Niobio (Ni) máx.	0,020
Níquel (Ni) máx.	0,50
Titanio (Ti) máx.	0,03
Vanadio (V) máx.	0,10
Nb+, Ti+, V	0,12

Comportamiento según espesor:

Norma	Calidades	Límite elástico mínimo R_{eH}						Resistencia a la tracción R_m		Alargamiento mínimo A $L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$ %			
		MPa						MPa					
		Espesor nominal (mm)						Espesor nominal (mm)		Espesor nominal (mm)			
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100	>100 ≤125
EN 10025-2-2004	E335*	335	325	315	305	295	275	570-710	550-710	16	15	14	12

1.1.4.1.3.3.- Presiones.

Como consta en el ADR, la presión de diseño para una cisterna que transporta propano es de 21 bar.

Así mismo, la presión de servicio máxima autorizada para nuestro caso, en el que la cisterna está provista con parasol, es de 18 bar.

Para la norma UNE-EN 12493:2009+A1, debido a que la tensión básica de diseño de esta norma es diferente al ADR, se deberá aplicar un factor de correlación "P", para determinar la presión de diseño a utilizar en las ecuaciones de diseño.

Obtenido mediante la fórmula:

$$P = \frac{Pd}{1,2}$$

Siendo "Pd" = 21 bar.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

La presión de diseño para esta norma “P” es de 17,5 bar.

La presión hidráulica requerida para nuestra cisterna, según esta misma norma, es de 1,3 veces la presión de diseño “P”. Por lo que la presión hidráulica es de 22,75 bar.

1.1.4.1.4.- Estructura y elementos del depósito.

1.1.4.1.4.1.- Elementos estructurales.

Como elementos estructurales, dispone de tirantes de fijación, que nos permiten unir el depósito con el chasis. Los cálculos han sido obtenidos a partir de la norma UNE-EN 12252, “Equipos y accesorios para GLP. Equipamientos de camiones cisterna para GLP.”. Dispone a su vez de placas de anclaje que hacen a su vez la función de rompeolas.

Todos los elementos estructurales son del mismo material que el depósito, acero P335N, para facilitar la soldadura de los mismos.

Se hablará de los mismos más adelante.

En la parte superior del depósito, tiene una pantalla solar.

1.1.4.1.4.2.- Protecciones.

El depósito dispone de las siguientes disposiciones especiales, como muestra el ADR:

- Aprobación del tipo (TA)

TA4: Los procedimientos de evaluación de la conformidad.

Los procedimientos de evaluación de la conformidad recogidos en el deberán ser aplicados por la autoridad competente, su representante o el organismo de control conforme y acreditados según la norma EN ISO/IEC 17020:2004 tipo A.

- Pruebas (TT)

TT9: Para inspecciones y pruebas (incluyendo la vigilancia de la fabricación).

Para inspecciones y pruebas (incluyendo la vigilancia de la fabricación) los procedimientos deberán ser aplicados por parte de la autoridad competente, su representante o el organismo de control



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

conforme y acreditados según la norma EN ISO/IEC 17020:2004 tipo-A.

1.1.4.1.4.3.- Aislamiento de la cisterna.

Consta de pantalla solar en el total de su parte superior con el fin de proteger al depósito del sol. La pantalla cubre más de un tercio de la parte superior 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 dimensiones del protector solar son 7.500 mm de largo y 50 mm de ancho.

1.1.4.1.4.4.- Contra impactos laterales.

Para ADR

Para las cisternas destinadas al transporte de otras materias, existirá protección contra daños cuándo: 1. Para los depósitos de sección circular, o elíptica con un radio de curvatura máximo que no supere 2 m., el depósito se proveerá de refuerzos formados por mamparos, rompeolas, o de anillos exteriores o interiores, dispuestos de tal modo que, al menos, se cumpla una de las siguientes condiciones:

- Que la separación entre dos refuerzos adyacentes no sea superior a 1,75 m
- Que el volumen comprendido entre dos mamparos o rompeolas no supere los 7.500 litros.

La sección recta de un anillo, con la parte de virola asociada, tendrá un módulo de inercia, como mínimo, igual a 10 cm^3 . Los anillos exteriores no tendrán ninguna arista viva de radio inferior a 2,5 mm. El espesor de los mamparos y rompeolas no será, en ningún caso, inferior al del depósito.

1.1.4.1.4.5.- Contra vuelcos.

No dispone de sistema contra vuelcos

1.1.4.1.4.6.- Orificios de llenado.

Los orificios de llenado, vaciado y aireación en la virola o en los fondos de los bidones con tapa fija (1A1) no tendrán más de 7 cm de diámetro. Los bidones provistos de orificios más anchos se considerarán como del tipo con



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

tapa móvil (1A2). Los cierres de los orificios de la virola y de los fondos de los bidones estarán diseñados y realizados de manera que permanezcan bien cerrados y estancos en las condiciones normales de transporte. Las conexiones de los cierres podrán estar engastadas mecánicamente o soldadas en su sitio. Los cierres estarán provistos de juntas o de otros elementos de estanqueidad, a menos que sean estancos por su propio diseño.

1.1.4.2 Equipos de servicio.

1.1.4.2.1.- Memoria. Generalidades.

Dispone de:

- Boca de hombre
- Válvula de fondo
- Válvula de descarga de vapor
- Válvula de corte o bola
- Válvula de seguridad

1.1.4.2.2.- Boca de hombre.

El depósito dispone de una boca de hombre situada en la parte trasera de la misma, ya que el depósito sólo tiene un compartimento. Al no encontrar ninguna en el mercado que cumpla con las condiciones de presión requeridas para este depósito, se ha fabricado una especial para el mismo.

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

La unión de la tapa y el cuerpo, se realizará mediante 20 tornillos de métrica 33.

Cumple con la norma EN 13317:2002, "Cisternas para transporte de mercancías peligrosas. Equipos de servicio para cisternas. Conjunto de tapa de la boca de inspección."

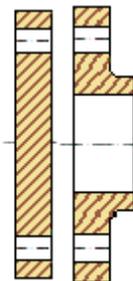
Las bridas elegidas son:

- Brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Type 12, que será la que va soldada al depósito.
- Brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Type 05, que hará de tapa.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Typ 05 Typ 12

El resultado es el siguiente:



1.1.4.2.3.- Sistemas de carga y descarga.

1.1.4.2.3.1.- Sistema de carga y descarga.

El depósito, al tener sólo un compartimento, consta de una válvula de carga y descarga de líquido y otra válvula de carga y descarga de vapor.

Válvula de fondo

Válvula de fondo de la marca Fisher, modelo Type C483-24, en acero inoxidable. Se caracteriza en que dispone de una sección de cizallamiento en la parte inferior del cuerpo que permite que la válvula se desprenda en caso de un accidente, dejando las partes de cierre dentro del depósito. Tiene un diámetro de trabajo de 3" y puede trabajar hasta una presión de entrada de 27,6 bar.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



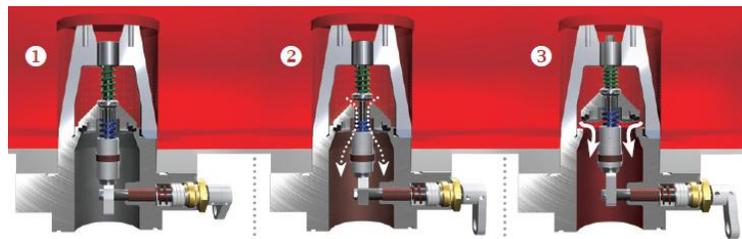
TYPE C483-24

Las nuevas válvulas Fisher resuelven los problemas de velocidad de la apertura, tan frecuentes en el funcionamiento de las válvulas internas. Los orificios de purga ampliados igualan más rápidamente la presión del depósito y la del ducto de salida, para acelerar la apertura de la válvula.

Además:

- Aumenta la eficiencia de los operadores.
- Reduce el riesgo de daños por agotamiento del caudal en la bomba.
- Facilita el mantenimiento con sus características de servicio mejoradas.

Funcionamiento:



1- La válvula se mantiene cerrada para obtener un hermetismo total por efecto de su resorte de cierre y de la presión del depósito.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

2- Cuando el actuador desplaza la palanca de maniobra hasta la mitad de su recorrido, los orificios de purga ampliados permiten una igualación de presión rápida.

3- Las presiones volumétricas del conducto posterior y del depósito se igualan rápidamente con los internos de la válvula y la válvula principal de movimiento vertical se abre, liberando el producto.

Válvula de descarga de vapor de la marca Fisher, modelo C407-10, fabricada en acero inoxidable. La C407-10 está diseñada como válvula principal en líneas de retorno de vapor de camiones. Posee un orificio de entrada de 1-1/4 pulgada" y puede trabajar hasta una presión de entrada de 27,6 bar.



Funcionamiento:

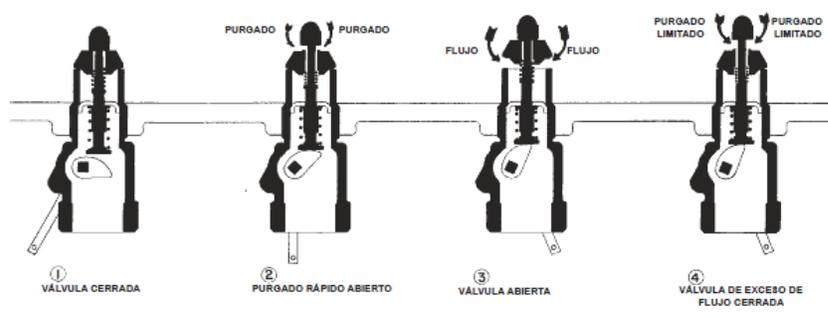


Figura 5. Esquema operacional



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Vista #1

La válvula permanece cerrada por efecto de la presión del tanque y por el resorte de cierre de la misma. No hay fugas después de los asientos de gran resistencia en el disco hacia la salida de la válvula.

Vista #2

La válvula se abre moviendo la palanca de operación aproximadamente hasta su punto medio, a 70° de su carrera. Esto permite que la leva coloque la parte de rápida ecualización del vástago de la válvula en la abertura de piloto, permitiendo que una mayor cantidad de producto se purgue aguas abajo en comparación con colocar la palanca de operación hasta la posición totalmente abierta.

Vista #3

Cuando la presión del tanque y la presión aguas abajo son casi iguales después de unos segundos, el resorte de exceso de flujo abre el disco principal y la palanca de operación se puede mover a la posición totalmente abierta. Si la presión del tanque es mayor a la presión en la salida de la válvula, el disco principal permanecerá en la posición cerrada. Sin embargo, si la tubería a la salida de la válvula se cierra por medio de otras válvulas, el producto que se purga a través del piloto aumentará hasta que casi iguale la presión del tanque y hasta que el disco principal se abra. El disco principal no se abrirá si la tubería a la salida de la válvula no está cerrada de modo que la presión de salida pueda alcanzar la presión del tanque.

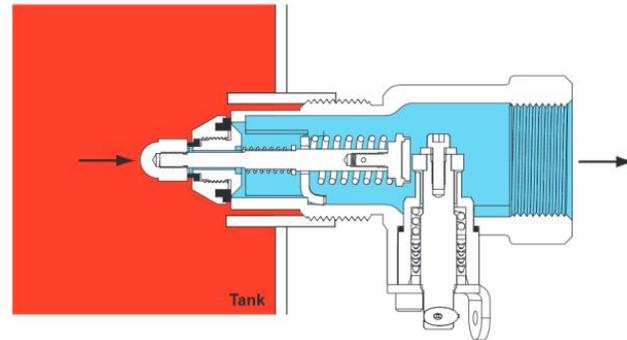
Vista #4

Una vez que el disco principal se abre, un flujo mayor que el máximo del resorte de exceso de flujo de la válvula o bien una oleada de flujo suficiente, fuerza el cierre del disco principal contra el resorte de exceso de flujo. La válvula piloto permite que una pequeña cantidad de producto se purgue, pero mucho menos que en el caso de la Vista # 2, en donde la parte de la rápida ecualización del vástago se coloca en la abertura del piloto. Cuando se mueve la palanca de operación a la posición cerrada, la válvula cierra por completo y sella herméticamente (vista #1).



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.



INLET PRESSURE
OUTLET PRESSURE

Válvula de corte o bola

Válvula de corte o bola de la marca RegO, modelo BV-FA2-065-ST. Está compuesta por tres piezas, con un DN de 65mm y puede trabajar hasta una presión de 40 bar.

Las válvulas de bola se utilizan en sistemas en los que es deseable aislar una sección del sistema de tuberías. Las válvulas de corte además de regular el flujo del producto, destacan por proporcionar un gran cierre hermético.



1.4.2.3.2.- Cierres, válvulas y grifos.

Válvula de seguridad

Válvula de seguridad de la marca Fisher, modelo H722. Con una presión de comienzo de descarga de 6,9 bar y presión de entrada máxima de 33 bar. Este modelo dispone de protector de lluvia. Está fabricado en acero inoxidable. Tiene un diámetro de 2" y puede trabajar a una presión de entrada de 33 bar.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Funcionamiento:

La válvula de alivio (consulte la Figura 1) se mantiene cerrada mediante la fuerza del resorte que asienta el sello de la junta tórica contra el orificio.

Cuando la presión del tanque supera la fuerza del resorte, la junta tórica de la válvula se levanta del orificio, lo que permite que se descargue gas al aire a través de la válvula.

La descarga de gas puede ser inicialmente pequeña, lo que produce sólo rezumamiento y un ligero “siseo”. A medida que aumenta la presión y prosigue la descarga del volumen de gas, se produce una situación de

“estallido”, con una descarga de grandes volúmenes de gas y un sonido fuerte de “siseo” o “rugido”.

Cuando la presión del tanque disminuye a un nivel suficiente, la fuerza del resorte cierra nuevamente la junta tórica de la válvula contra el orificio, lo que impide que continúe la descarga.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

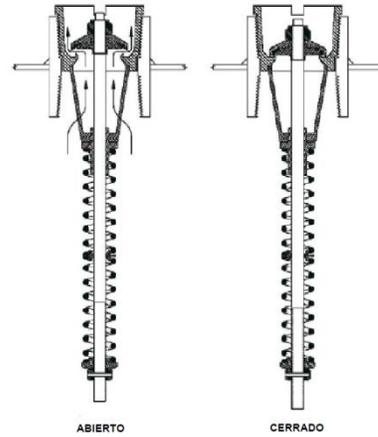
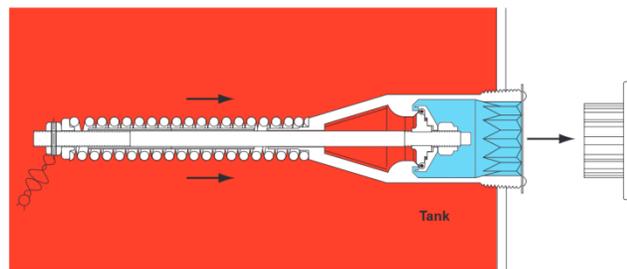


Figura 1. Principios de la operación



1.1.4.2.3.3.- Hermeticidad o ventilación.

El depósito es hermético para poder mantener la presión necesaria para el transporte de propano en estado líquido. Si no se mantiene la hermeticidad, no se puede mantener al propano en estado líquido al no poder controlar la presión en el interior del depósito.

1.1.4.2.4.- Seguridades.

1.1.4.2.4.1.- Medidas a adoptar para evitar la depresión.

Con correspondencia con el ADR:

Todas las cisternas portátiles deberán estar provistas al menos de un dispositivo de descompresión.

Dispositivos de descompresión



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Cada cisterna portátil con un contenido de al menos 1.900 l y cada compartimento independiente de una cisterna portátil con una capacidad comparable, deberán estar provistos al menos de un dispositivo de descompresión de muelle y podrán además estar provistos de un disco de ruptura o de un elemento fusible montado en paralelo con los dispositivos de muelle, salvo si en la instrucción de transporte en cisternas portátiles hay una referencia que lo prohíba. Los dispositivos de descompresión deberán tener un caudal suficiente para impedir la rotura del depósito a causa de una sobrepresión o de una depresión resultante del llenado, del vaciado o del calentamiento del contenido.

Los dispositivos de descompresión deberán diseñarse de manera que impidan la entrada de sustancias extrañas, fugas de líquido o el desarrollo de cualquier sobrepresión peligrosa.

1.1.4.2.4.2.- Conexiones de seguridad equipotencial: interior y exterior.

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 mm².

Los materiales serán inoxidables, como por ejemplo el latón UZ33 y el conjunto pinza-conductor flexible deberá ser revisado 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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

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.



Funcionamiento:

Cuando se ha establecido una conexión equipotencial segura y fiable, el diodo verde de la pinza parpadea de forma constante, confirmando así que es seguro comenzar la operación o el proceso de transferencia de productos inflamables.





1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.1.4.2.5.- Componentes auxiliares.

Manómetro

Manómetro de la marca Rego, con una referencia 948B. Es de acero inoxidable y alcanza a medir una presión máxima de 300 PSIG (20.68 bar). Fabricado en acero inoxidable.



El visor tiene un diámetro de 2". Se une al depósito mediante una brida ASME B16.21 con rosca NPT 1/2" 300#

Termómetro

Termómetro de la marca Rochester, modelo RG1250-04012. Fabricado en acero inoxidable. Tiene una escala de calibración de -70°C hasta 50°C. Su longitud es de 12". El tamaño del visor es de 2", con efecto lupa para facilitar su lectura.

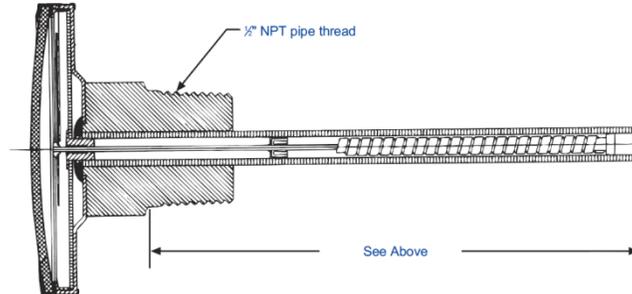


Se une al depósito mediante una brida ASME B16.21 con rosca NPT 1/2" 300#.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

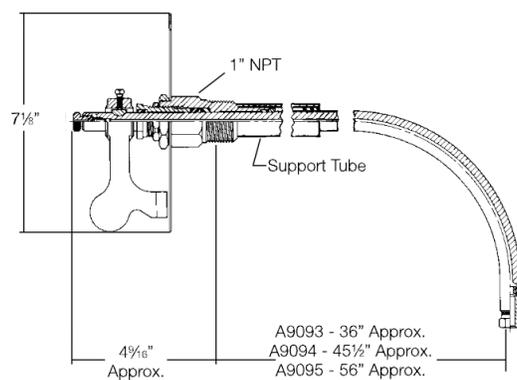


Indicador de nivel

Indicador de nivel por galga rotativa de la marca Rego, modelo A9093TS para depósitos de gran tamaño. Su cuerpo es de acero inoxidable.



Su unión al depósito se realiza a través de una brida ASME B16.21 con rosca NPT 1" 300#.



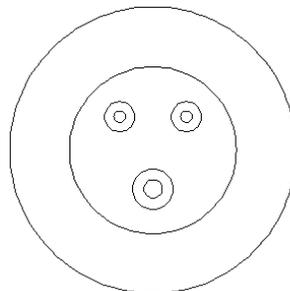


1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

NOTA: Tanto el indicador de nivel, el termómetro y el manómetro, se encuentran incrustados en la misma brida. La brida seleccionada es del modelo DIN EN 1092-1 PN-40 DN 300.

Quedando la distribución de los accesorios de la siguiente forma:



1.1.4.2.6.- Equipamiento eléctrico.

La tensión nominal del circuito eléctrico no deberá ser superior a 24V.

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

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 N° 1

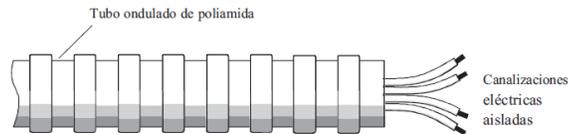


Figura N° 2

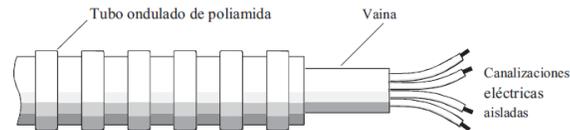


Figura N° 3

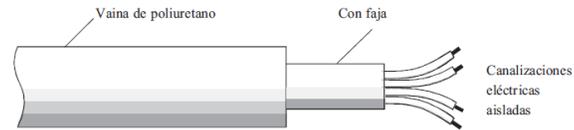
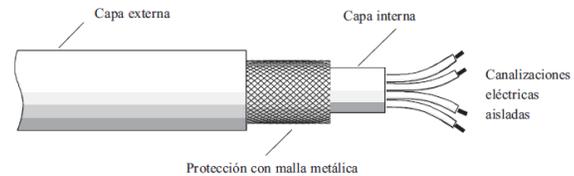


Figura N° 4



Desconector 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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

“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:

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 EN 15207:2006, según corresponda.

1.1.4.2.6.1.- Electricidad estática.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente.

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.

La magnitud de la carga depende principalmente de la velocidad de separación y/o fricción de los materiales y de su resistividad eléctrica.

Esta electricidad estática, es especialmente peligrosa cuando hay posibilidad de crearse una chispa, la cual, provoca un incendio.

Para que se produzcan incendios o explosiones deberán cumplirse conjuntamente las tres siguientes condiciones:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

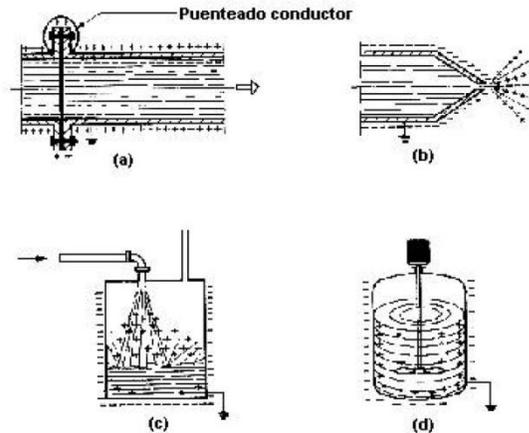
- La existencia de una mezcla combustible o comburente susceptible de explosión o incendio por encontrarse dentro de su rango de inflamabilidad.
- La acumulación de una carga electrostática lo suficientemente alta para crear una diferencia de potencial generadora de chispa.
- La producción de la descarga electrostática (chispa) iniciadora, de energía suficiente para inflamar una mezcla peligrosa.

Formación y acumulación de la electricidad estática

La generación de cargas electrostáticas en los trasvases de líquidos inflamables se produce fundamentalmente por la separación mecánica de éstos en contacto directo con la superficie sólida a través de la cual fluyen o sobre la cual se depositan o agitan.

Básicamente, las cargas se generan:

- Al fluir el líquido por una canalización y a través de filtros, válvulas o bombas.
- Al salir el líquido proyectado a través de la boca de impulsión.
- Al caer el líquido en el interior de recipientes para su llenado, con el consiguiente movimiento sobre las paredes, generando turbulencias y salpicaduras.
- Al removerse el líquido en el recipiente contenedor ya sea en operaciones de transporte o de agitación y mezcla.





1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

En esta generación de cargas son factores determinantes la resistividad del fluido y la velocidad de trasvase.

Cuanto más baja sea la resistividad de un líquido, menos peligroso deberemos considerarlo. Aunque no existe un límite preciso al respecto, puede afirmarse que cuando la resistividad o resistencia específica de un líquido sea inferior o igual a $10^{10} \Omega\text{cm}$. la probabilidad de que se generen cargas electrostáticas peligrosas es baja. Cuando tal resistividad sea superior a $10^{10} \Omega\text{cm}$. pero inferior a $10^{12} \Omega\text{cm}$ hay que efectuar un control del riesgo. Por encima de una resistividad de $10^{12} \Omega\text{cm}$. es necesario adoptar rigurosas medidas de seguridad dado que se trata de líquidos muy peligrosos ante este riesgo. Por encima de los $10^{15} \Omega\text{cm}$. de resistividad la experiencia demuestra que los líquidos dejan de ser peligrosos ya que no existe acumulación de cargas, al ser su formación prácticamente despreciable.

Cuanto mayor sea la velocidad de flujo del líquido mayor será la generación de cargas y también mayor será ésta si el líquido es proyectado por aspersión o pulverización que si es vertido a chorro. En cuanto al sistema de llenado de recipientes, un vertido libre por gravedad o por impulsión desde una abertura superior genera muchas más cargas que si es efectuado mediante bombeo por tubería conectada a la parte inferior o mediante tubería superior que alcance el fondo del recipiente.

Peligro creado por una descarga electrostática

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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

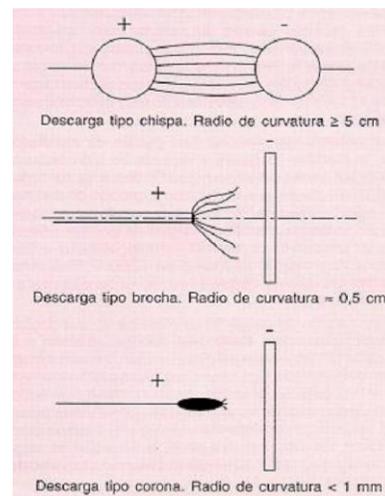
SUSTANCIA	e_a (mJ)
Disulfuro de carbono	$9 \cdot 10^{-3}$
Hidrógeno	$11 \cdot 10^{-3}$
Acetileno	$17 \cdot 10^{-3}$
Etileno	$7 \cdot 10^{-2}$
Metanol	$14 \cdot 10^{-2}$
Ciclopropano	$18 \cdot 10^{-2}$
Ciclohexano	$22 \cdot 10^{-2}$
n-Heptano	$24 \cdot 10^{-2}$
Propano	$25 \cdot 10^{-2}$
Metano	$29 \cdot 10^{-2}$
Alcohol isopropílico	$65 \cdot 10^{-2}$
Acetona	1.15
Iso-octano	1.35
Acetato de etilo	1.42

Fig.2: Energía mínima de ignición en el aire de productos de uso más frecuente

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.

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.

Esta liberación de energía durante la descarga depende, entre otras causas, del tipo de ésta





1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

La descarga tipo "corona" o de "punta", llamada así por formarse alrededor del punto conductor, es la menos peligrosa, ya que se inicia cuando el punto del que emana la descarga está todavía a considerable distancia de la superficie o nube cargada (conductora o no) susceptible de ignición, con lo que la energía instantánea liberada es bastante baja.

En la descarga tipo "chispa", la descarga necesaria que posibilita una fuente potencial de ignición, formando puente en el espacio vacío entre los conductores (caso de dos esferas conductoras grandes próximas), libera prácticamente toda la energía almacenada.

La energía liberada en las descargas tipo "brocha" entre un conductor y una superficie cargada (conductora o no) o una nube, sin llegar a formar puente, alcanza un valor intermedio entre las dos anteriores. Recibe este nombre, de la apariencia (forma de brocha) que proporcionan varias descargas en sucesión rápida.

Peligros de las descargas electrostáticas en las superficies de los líquidos

Si se transvasa un líquido cargado eléctricamente a un recipiente las cargas unitarias se irán acumulando en el interior del mismo, pero al repelerse entre sí se localizarán mayoritariamente hacia sus superficies exteriores tanto las que están en contacto con el recipiente como la superior en contacto con el aire. Esta carga superficial es la que genera más problemas.

Cabe considerar dos situaciones según que el recipiente metálico de llenado esté en contacto con tierra o aislado de ella.

Conexiones equipotenciales y puestas a tierra

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 sobre las que se puede formar e.e, 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. A tal efecto, pueden considerarse aceptables resistencias de puesta a tierra inferiores a 1 megohm (106 W).



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

La conexión debe hacerse antes de proceder a la apertura de la boca de 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 brazo de carga y compartimento, eliminándose la posibilidad de destello en las proximidades de la abertura de la boca de carga. La importancia de una buena conexión debe procurarse con productos cuya presión de vapor sea alta, media y baja.

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.

Cargas electrostáticas de 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.

El contacto con cuerpos susceptibles de carga puede producir la transmisión de cargas electrostáticas a las personas, así como también puede hacerlo la proximidad a objetos cargados eléctricamente.

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 (goma, plástico) o estar situada sobre pavimento no conductor es la condición necesaria para que ésta pueda acumular cargas electrostáticas considerables.

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

Medidas de prevención y protección frente al riesgo de la electricidad estática



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Como se ha mencionado, la generación de electricidad estática en el trasvase de muchos líquidos inflamables es inevitable. Ante ella las medidas a adoptar van encaminadas a controlar todas o alguna de las tres condiciones requeridas ya expuestas, para que se produzca la deflagración de los vapores.

Distinguiremos 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.

Consideraremos medidas de prevención

- Control de atmósferas inflamables.
- Control de velocidad de flujo de líquidos y del sistema de llenado de recipientes.
- Empleo de aditivos antiestáticos.
- Instalación eléctrica y equipos protegidos.
- Control de impactos mecánicos y otros focos de ignición.

Consideraremos medidas de protección

- Interconexiones equipotenciales y puestas a tierra.
- Control de los tiempos de relajación.
- Ropa de trabajo del personal.
- Control de la humedad ambiental y procedimientos seguros de trabajo.

1.1.4.3.-Remolque-vehículo. Conformidad.

Vehículo tipo FL. Vehículo destinado al transporte de líquidos inflamables o gases inflamables.

- Vehículo con un punto de inflamación que no sobrepase 60 °C
- Vehículo destinado al transporte de gases inflamables en cisternas fijas o desmontables con capacidad superior a 1 m³ o en contenedores cisterna, en cisternas portátiles o CGEM con capacidad individual superior a 3 m³



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- Vehículo batería con capacidad superior a 1 m³ destinado al transporte de gases inflamables

Cumple con Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se establecen las normas para aplicación de Directivas comunitarias relativas a la homologación de tipos de vehículos, remolques, semirremolques y sus partes y piezas.

Que nos define la homologación CEE:

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.

1.1.4.4.- Unión cisterna-chasis

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

El chasis seleccionado es de la marca Prim-Ball.

Sus características principales se recogen en la siguiente tabla.

Chasis características

Medidas Chasis (LargoxAncho)	11500x2940 (mm)
Bastidor	Bastidor aligerado para mejorar tara unidad construido en vigas ensambladas con perfilera especial y refuerzos en tren de rodaje.
Vigas	Vigas maestras fabricadas con sistema de soldadura por arco sumergido, alma chapa y pasamanos de material de alta resistencia y totalmente soldados por ambos lados
Tipo de viga	HE 200 M en doble T, soldados entre sí.
King-pin	King-Pin de 2" desmontable por la parte inferior. Chapa de King-Pin anti desgaste de 8 mm.
Pies de apoyo	Dos pies de apoyo telescópicos y manuales de 2 velocidades. Carga estática 50 Ton. Capacidad de elevación 24 ton.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Paragolpes	Paragolpes trasero homologado de tubo estructural
Acabado trasera	Soporte pilotos en acero inoxidable. Hueco entre vigas chasis en acero inoxidable.

Ejes

Número de ejes	Tres ejes reforzados
Disco/Tambor:	Frenos de disco

Suspensión

Características Suspensión:	Neumática con válvula de variación de altura
-----------------------------	--

Neumáticos

Número Neumáticos:	Dos por eje
Medida:	385/55R22.5
Marca:	Goodyear
Tipo de llanta:	Aluminio

Rueda de repuesto

Tipo Soporte:	Manivela bajo chasis
Capacidad:	Un neumático

Frenos y sistema de seguridad

Composición:	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
ABS:	ABS 1 EJE

Instalación eléctrica

Especificaciones Eléctricas:	Cable PUR blindado, homologado para la obtención de certificado ADR, cumpliendo norma estanqueidad IP-68.
Componentes I.E.:	Luces laterales, luces de gálibo en paragolpes, 3ª luz de freno, indicador acústico marcha atrás.

Pintura

Proceso	Granallado con aplicación posterior de dos capas de imprimación acrílica antioxidante y pintado con esmalte de dos componentes con resinas de alta calidad.
---------	---



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



1.1.4.5.- Unión camión-semirremolque.

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 marcaran 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 del camión tractor. El otro es llamado el "King pin", que está situado en el extremo delantero del semirremolque.

King-pin

El King-ping 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.

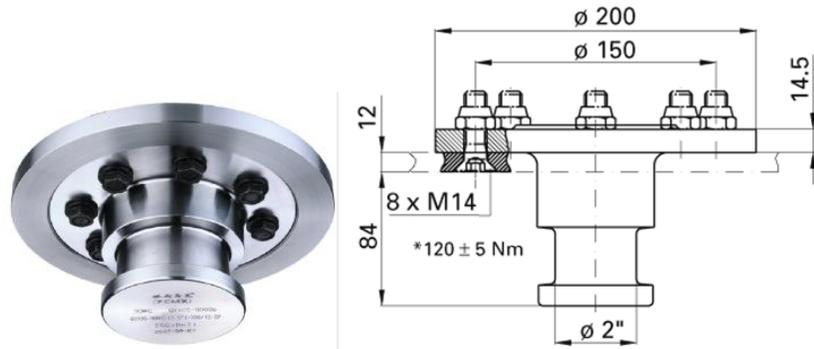
Para facilitar la maniobra de acoplamiento, la quinta rueda dispone de una garganta que orienta el “King-pin” hasta el centro de la misma.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

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 el camión, Volvo FM, por lo que no precisa de elección.

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.



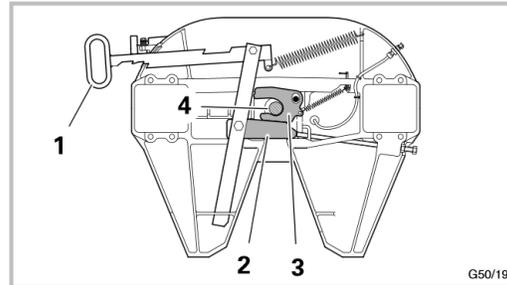
Funcionamiento:



1.- MEMORIA

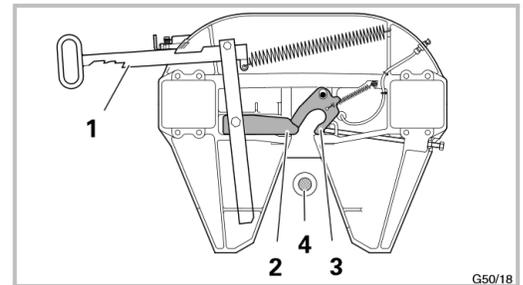
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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

1.1.4.6. Camión.

El camión elegido para el proyecto, es un camión de la marca Volvo, tipo FM Tractor y modelo FM D13 64T T-RIDE FM 64 T3HT

Este modelo destaca por su fácil maniobrabilidad, por su bajo consumo y por su amplia y cómoda cabina que permite al conductor trabajar en las mejores condiciones posibles.

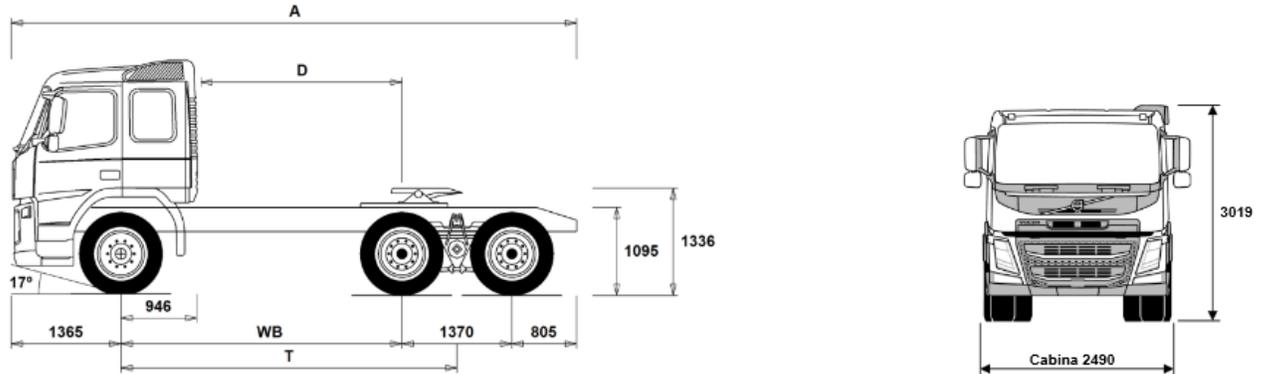
Características principales sobre dimensiones del camión:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

FM D13 64T T-RIDE FM 64 T3HT



Dimensiones del Chasis [mm]

WB Dist. entre ejes	3600
A Longitud total del chasis	7140
D Centro del eje trasero a trasera de cabina	2604
T Dist. e. e. teórica	4285

Pesos del chasis [kg]

Eje delantero	4925
Bogie trasero	4120
Peso en orden de marcha	9045

Diametro de giro [mm]

Diametro de giro entre bordillos	15100
Diametro de giro entre paredes	16600

Pesos legales [kg]

Tecnico

Peso total del vehículo	34000
Peso total en combinación	44000
Eje delantero	8000
Bogie trasero	26000

1.1.5.- Marcado

La cisterna cumple con los marcados siguientes:

Marcado según ADR:

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:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- 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 a 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 marcado:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

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)			





1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Marcado según Capítulo III RD 1388/2011: Conformidad de los equipos a presión transportables

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.

e Para las partes desmontables de los equipos a presión transportables recargables podrá efectuarse una valuación 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.



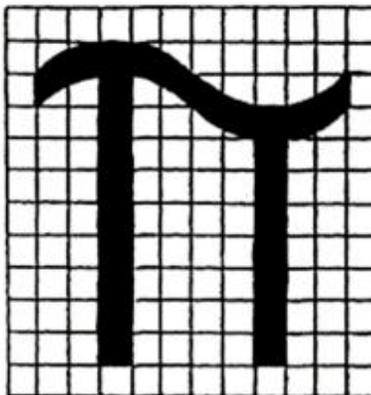
1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.

1.1.6.- Equipamiento de la cisterna.

- Dispositivos de seguridad. (Mencionados anteriormente en 1.4.2.4)
- Equipamiento eléctrico. (Mencionados anteriormente en 1.4.2.6)
- Señalización y alumbrado.

1.1.6.1.- Señalización.

Señalización del vehículo placa-etiqueta.

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.



Gases inflamables para la clase 2.



1.- MEMORIA

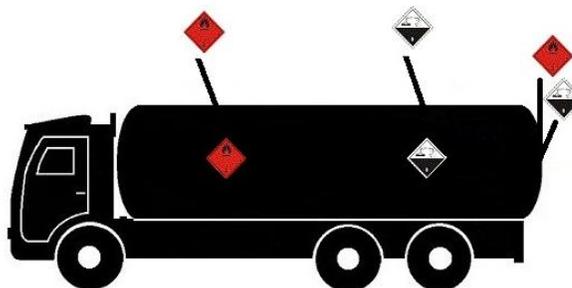
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Materias peligrosas para el medio ambiente.

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 del vehículo 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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- 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



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.



(Los números no corresponden con la materia a transportar en este proyecto)

Placas indicadoras de transporte

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

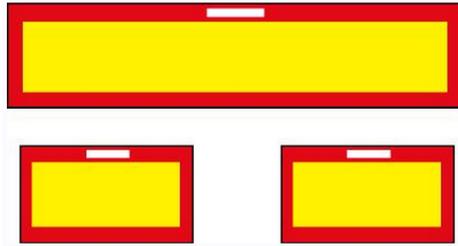
Esta señal deberá estar colocada en la parte posterior del vehículo y centrada con respecto al eje del mismo.

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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Alumbrado

No se utilizarán nunca lámparas con casquillo a rosca.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.2.1.- Determinación de paredes, fondos, cierres, aberturas.

Para el diseño de la cisterna, he seguido lo especificado en la norma EN 12493:2009+A1 “Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero soldado para gases licuados del petróleo (GLP). Diseño y fabricación de camiones 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.

ANEXO A

DIRECTRICES PARA LA SELECCIÓN DE LOS GRADOS DE MATERIAL

El acero elegido para el depósito es acero especificación EN 10028-3, clase P355N.

Especificación	Clase	Límite elástico ^a R_{eH} N/mm ²	Resistencia a la tracción ^b R_m N/mm ²	Valores mínimos de resiliencia (piezas de ensayo con entalla en V)			Alargamiento después de la rotura ^d %	Grupo de acero
				Resiliencia J/cm ²	Energía ^c J	Temperatura de ensayo °C		
EN 10028-3	P355N	355	490	37,5	30	-20	22	St 1.2

ANEXO B

TEMPERATURAS DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO

El volumen líquido y la presión desarrollada del GLP en un sistema cerrado son función de la temperatura ambiente.

Presión desarrollada

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Pantalla solar	Diámetro del depósito $D \geq 1,5 \text{ m}$ °C	Diámetro del depósito $D < 1,5 \text{ m}$ °C
Con pantalla solar	60	70

Llenado

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

Los depósitos deben diseñarse para llenarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

Grado de llenado (kg/l) = $0,95 \times$ densidad de la fase líquida a la temperatura de referencia (50 °C).

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

Densidad de la fase líquida a la temperatura de referencia (50 °C) = 0,4484 (Kg/l)

Grado de llenado (Kg/l) = $0,95 \times 0,4484 = 0,42598$ Kg/l

ANEXO D (Normativo)

DISEÑO

Tensiones de diseño

La tensión nominal de diseño f debe ser el menor valor de $ReH/1,5$ y $Rm/2,4$ siendo:

ReH límite elástico definido en la norma o especificación del material, en este caso es de 335 N/mm²

Rm resistencia a la tracción definida en la norma o especificación del material, en este caso es de 490 N/mm²

Se deben utilizar las siguientes unidades:

- presiones y tensiones: N/mm²;
- dimensiones: mm.

f = 204,1666667 N/mm²

Depósitos cisterna rígidos independientes y semirremolques



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$P = \frac{Pd}{1,2}$$

Siendo:

- p = presión de diseño;
 - pd = presión manométrica máxima desarrollada para los productos transportados, a la temperatura de referencia indicada en la tabla, en este caso es de 21 bar;
- p = 17,5 bar**

Cálculo de la envolvente cilíndrica

El espesor mínimo requerido debe ser el mayor de:

$$e_{\text{mín.}} = \frac{pD_o}{2fz + p} \quad e_{\text{mín.}} = \frac{D_o}{500} + 1,5$$

Siendo:

- Do = diámetro exterior de la envolvente, en este caso es de 2490 mm.
- p = presión de diseño especificada, en este caso es de 17,5 bar.
- z = eficiencia de la unión = 1,0, en este caso es de 1.
- f = tensión nominal de diseño, en este caso es de 204,1666667 N/mm².

e_{min} = 10,62588905 mm que redondeando para poder pedir al fabricante es de 11mm.

Cálculo de fondos toroidales

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

- | | |
|-------------------|--------|
| $r \geq 0,06 D_i$ | Cumple |
| $r > 3 e$ | Cumple |
| $e \leq 0,08 D_i$ | Cumple |
| $R \leq D_o$ | Cumple |

El espesor requerido e es el mayor valor entre es, ey y eb donde:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$e_s = \frac{pR}{2fz - 0,5p}$$

$$e_y = \frac{\beta p(0,75R + 0,2D_1)}{f}$$

$$e_b = (0,75R + 0,2D_1) \left\{ \frac{p}{111f_b} \left(\frac{D_1}{r} \right)^{0,825} \right\} \left(\frac{1}{1,5} \right)$$

Siendo:

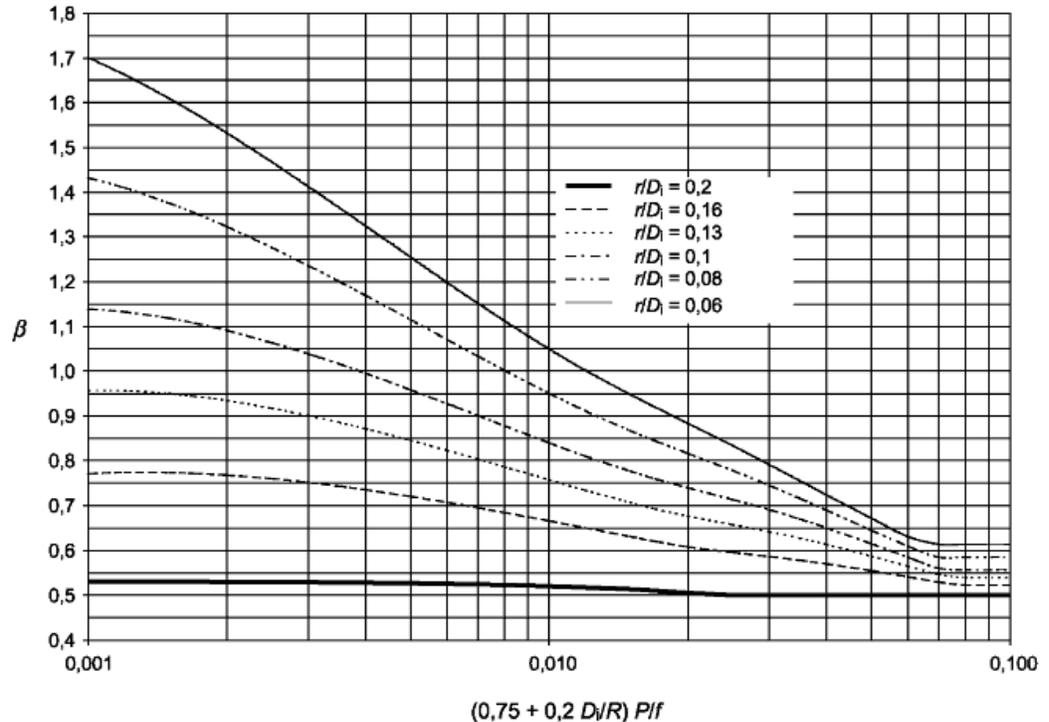
- $f_b = Re_h/1,5$ para todos los materiales, en este caso es de 204,1666667 N/mm².
- β , se obtiene de la gráfica, en este caso es de 1,196597664
- D_i = diámetro interior del fondo, en este caso es de 3200mm.
- D_o = diámetro exterior de la envolvente, en este caso es de 2490mm.
- e = espesor requerido para el fondo, en este caso es de 11mm.
- f = tensión nominal de diseño, en este caso es de 204,1666667 N/mm².
- f_b = tensión de diseño para cálculo de la deformación, en este caso es de 204,1666 N/mm².
- p = presión de diseño, en este caso es de 17,5bar.
- R = radio interior de curvatura de la parte central del fondo toroidal, en este caso es de 1600mm.
- r = radio interior de acuerdo, en este caso es de 200mm.
- z = eficiencia de la junta = 1,0, en este caso es de 1.
- 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.

Cálculo de β :



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



$e_b = 15,331$ mm; $e_s = 6,85714286$ mm; $e_y = 18,87205458$ mm;

Como hay que elegir el mayor valor según dicta la norma, $e = 18,87205458$ mm.

Para el fabricante, pedimos un espesor de 19mm.

Refuerzos de boquillas

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

- envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$;
- fondos abombados: $d_i/2r_{im} \leq 0,6$

Siendo:

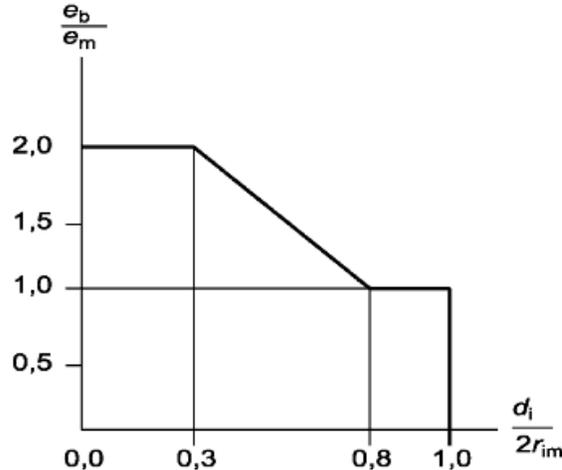
- d_i = diámetro interior de la abertura o ramificaciones.
- r_{im} = radio interior del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado).

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



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

$$l_m = \sqrt{(2r_{im} + e_m) e_m}$$

Donde:

- para envoltentes: $r_{im} = D_i/2$
- para fondos toroidales: $r_{im} = r_{ih}$

Siendo:

- D_i = diámetro interior de la envoltente o parte recta del fondo abombado;
- e_m = espesor de análisis del cuerpo principal (envoltente 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 (envoltente 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.

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

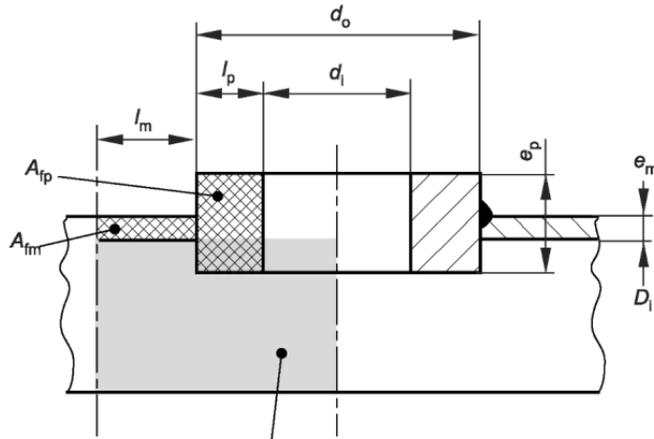
Cuando sea necesario, las envoltentes cilíndricas y los fondos abombados con aberturas se deben reforzar. Los refuerzos del cuerpo principal pueden obtenerse mediante:

a) Anillos entrantes soldados;



1.- MEMORIA

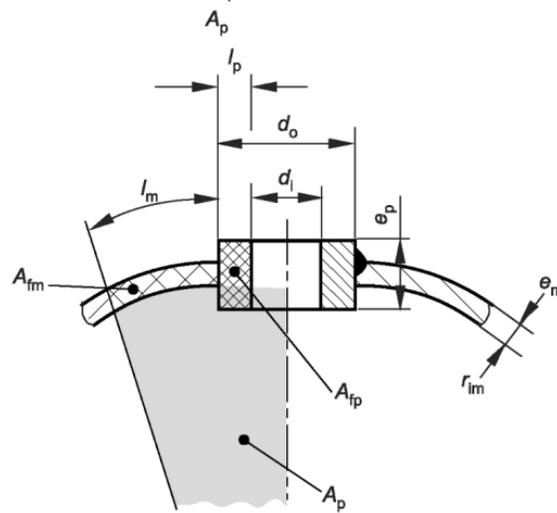
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.



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

$$A_{fm} = e_m l_m$$

$$A_{fp} = e_p l_p$$



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

$$A_{fm} = e_m l_m$$

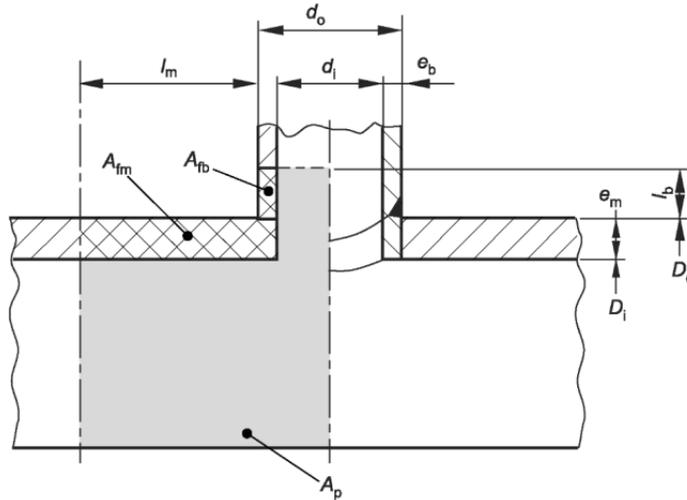
$$A_{fp} = e_p l_p$$

b) Ramificaciones soldadas directas o entrantes ;



1.- MEMORIA

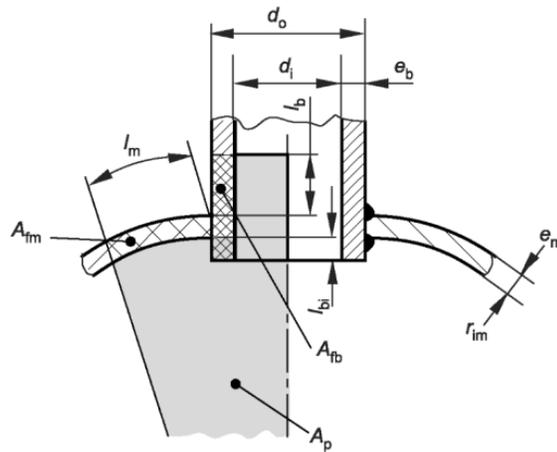
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.



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

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

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



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

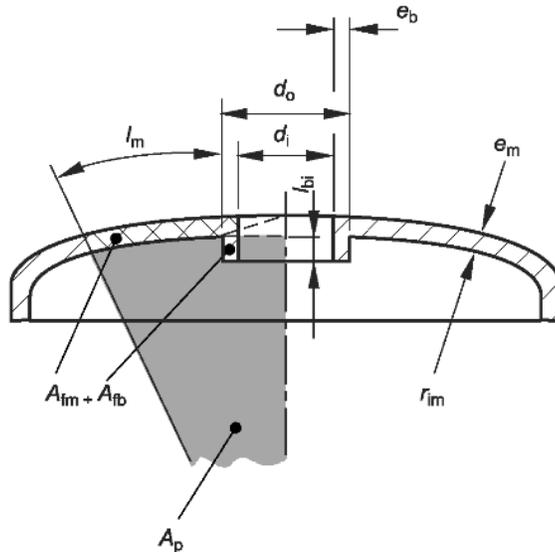
$$A_{fm} = e_m l_m$$

c) Ramificación embutida en un fondo abombado:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



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

$$A_{fm} = e_m l_m$$

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

Todas las aberturas deben cumplir la siguiente relación general:

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

Donde:

- p = presión de diseño;
- A_p = superficie sometida a presión, 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.
- l_p = longitud máxima del anillo considerada efectiva para compensación, medida a partir de la superficie interior del cuerpo principal;
- e_p = espesor del anillo;
- e_m = espesor real del cuerpo principal (envolvente o cabeza), menos la tolerancia de espesor.
- l_b = longitud de la ramificación externa considerada efectiva para compensación, medida desde el exterior del cuerpo principal;
- d_o = diámetro exterior de la ramificación;
- e_b = espesor de análisis de la ramificación en la longitud l_b .

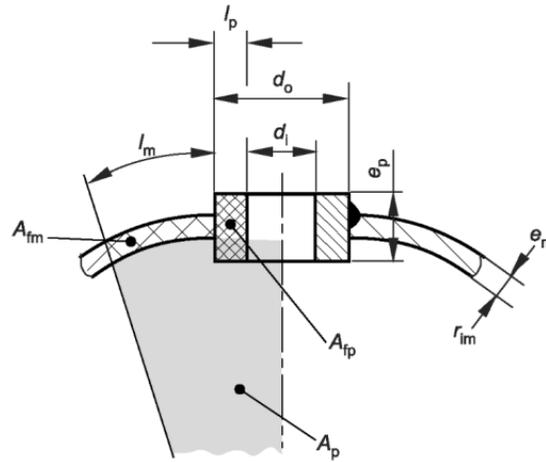
Cálculos:

En este caso, para todos los cálculos de este depósito, se ha usado:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



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

$$A_{fm} = e_m l_m$$

$$A_{fp} = e_p l_p$$

Válvula de fondo de 3"

Elección de la brida: BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# 3"

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$

CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	149	89	20	30	165,13328
Ap (mm2)	Afm (mm2)	Afp (mm2)				
147853,7335	1816,466075	600				

$$p \left\{ A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp}) \right\} \leq f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$

Válvula de descarga de vapor de 1-1/4 "

Elección de la brida: BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1-1/4 " NPT.

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$

CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	83	42	20	20,5	165,13328
Ap (mm2)	Afm (mm2)	Afp (mm2)				
127492,7335	1816,46607	410				

$$p \left\{ A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp}) \right\} \leq f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Válvula de seguridad de 2"

Elección de la brida: BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# 2 ".

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	111	60	22	25,5	165,13328
Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)				
136130,7335	1816,46607	561				

$$p \left\{ A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp}) \right\} \leq f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$

Indicador de nivel

Elección de la brida: BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1" NPT.

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	73	25,4	18	23,8	165,13328
Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)				
101923,7335	1816,46607	428,4				

$$p \left\{ A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp}) \right\} \leq f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$

Manómetro

Elección de la brida: BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1/2 " NPT.

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	54	21	20	16,5	165,13328
Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)				
101914,2335	1816,46607	330				



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\} \leq fA_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$

Termómetro

Elección de la brida: BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1/2 " NPT.

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	54	21	20	16,5	165,13328
Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)				
101914,2335	1816,46607	330				

$$p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\} \leq fA_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$

Conjunto manómetro, indicador de nivel y termómetro

Elección de la brida: Brida DIN EN 1092-1 PN-40 DN 300 Type 01

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	11	515	300	46	107,5	165,13328
Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)				
260764,7335	1816,46607	4945				

$$p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\} \leq fA_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb} \quad \text{CUMPLE}$$

Boca de hombre

Elección de la brida del cuerpo: Brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Type 12

Elección de la brida de la tapa: Brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Type 01

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas: $d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1234	19	840	616,5	54	111,75	217,377552



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)
393261,9494	4130,17348	6034,5

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

1.2.2.- Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna.

Norma EN 12252:201

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.

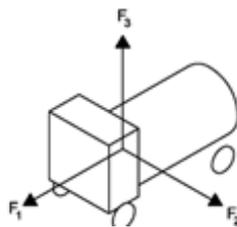
1.2.2.1.- Determinación del número y cálculo de durmientes.

Según norma Norma EN 12252:201

Generalidades

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

Dirección	Definición	Fuerza N
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.		





1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Características del recipiente a presión:

Tara P1 (kg)	16000
Carga máxima P2 (kg)	19169,1
Masa total P3 (kg)	35169,1

F1 (N)	690017,742
F2 (N)	345008,871
F3 (N)	345008,871

Fijación del recipiente a presión al chasis

Tirantes de fijación

Los tirantes de fijación serán del mismo material que el acero empleado en la fabricación de la cisterna, es decir, acero 335N

Límite elástico mínimo y Resistencia a tracción (N/mm ²)				
Tipo	Espesor nominal de la pieza, t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	Límite elástico, <i>f_y</i>	Resistencia a tracción, <i>f_u</i>	Límite elástico, <i>f_y</i>	Resistencia a tracción, <i>f_u</i>
S 355 N/NL	355	470 < <i>f_u</i> < 630	335	470 < <i>f_u</i> < 630

Número de tirantes de fijación: 7 N1

Características mecánicas del acero:

- Resistencia última a la fracción: 500 Rm1 (N/mm²)

- Límite de elasticidad: 355 Re1 (N/mm²)

- Área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca): 55000 S1 (mm²)

Pernos de M30

Número de pernos por soporte de fijación: 4 N2

Características mecánicas del acero:

- Resistencia última a la fracción: 500 Rm2 (N/mm²)

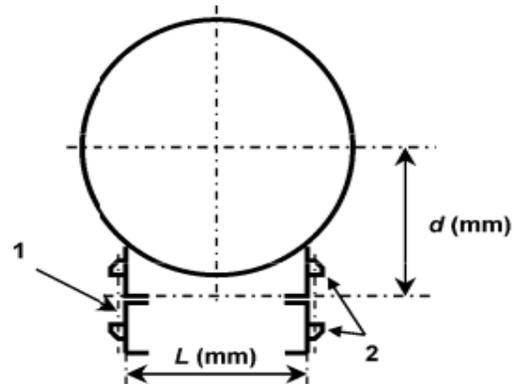


1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- Límite de elasticidad: 355 Re2 (N/mm²)
- Área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca): 706,5 S2 (mm²)
- Calculo de fuerzas actuantes y momentos.

Fijación tipo



Leyenda

- 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

Momento producido por F2:

$$M_2 = d \times F_2 \text{ (N/mm)}$$

Siendo:

$$d = 1452,5 \text{ mm}$$

$$M_2 = 501125385,1 \text{ N/mm}^2$$

Reacción a M2 producida por el tirante de fijación:

$$f_2 = \frac{d \times F_2}{L} \text{ (N)}$$



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$f2 = 301882,7621 \text{ N}$$

Cálculo de los tirantes de fijación

En la dirección del desplazamiento

- Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_1 = \frac{F1}{S1 \times N1} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\sigma_1 = 1,792253875 \text{ N/mm}^2$$

- Esfuerzo admisible:

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

donde:

$$\sigma \leq 0,75 \times Re1 \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times Rm1 \text{ (cualquiera que sea el menor valor)}$$

$$\sigma = 245 \text{ N/mm}^2$$

$$1,792253875 \leq 245 \quad \underline{\text{CUMPLE}}$$

En dirección perpendicular al desplazamiento

- Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_2 = \frac{f1}{S1 \times \left(\frac{N1}{2}\right)} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\sigma_2 = 1,568222141 \text{ N/mm}^2$$

- Esfuerzo admisible:

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

donde

$$\sigma \leq 0,75 \times Re1 \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times Rm1 \text{ (cualquiera que sea el menor valor)}$$

$$\sigma = 245 \text{ N/mm}^2$$



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$1,568222141 \leq 245 \quad \underline{\text{CUMPLE}}$$

En dirección vertical hacia arriba

- Esfuerzo de tracción en los tirantes:

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

$$\sigma_3 = 0,896126938 \text{ N/mm}^2$$

- Esfuerzo admisible:

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

donde

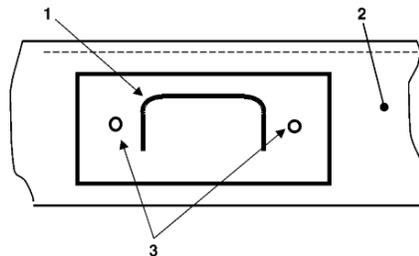
$$\sigma \leq 0,75 \times R_{e1} \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times R_{m1} \text{ (cualquiera que sea el menor valor)}$$

$$\sigma = 245 \text{ N/mm}^2$$

$$0,896126938 \leq 245 \quad \underline{\text{CUMPLE}}$$

Cálculo de los pernos de fijación

Generalidades



Leyenda

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

En la dirección del desplazamiento



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$f7 = \frac{F1}{N1} \text{ (N)}$$

$$\sigma7 = \frac{f1}{S2 \times N2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$f7 = 98573,96314 \text{ N}$$

$$\sigma7 = 34,88109099 \text{ N/mm}^2$$

En dirección perpendicular al desplazamiento

$$F8 = \frac{f2}{\left(\frac{N1}{2} \right)} \text{ (N)}$$

$$\sigma8 = \frac{f8}{S2 \times N2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$F8 = 86252,21775 \text{ N}$$

$$\sigma8 = 30,52095462 \text{ N/mm}^2$$

En dirección vertical hacia arriba

$$f9 = \frac{f3}{N1} \text{ (N)}$$

$$\sigma9 = \frac{f9}{S2 \times N2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$f9 = 49286,98157 \text{ N}$$

$$\sigma9 = 17,4405455 \text{ N/mm}^2$$

Esfuerzo admisible (debe considerarse el menor de estos valores):



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$$\sigma_7 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_8 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_9 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

donde:

$$\sigma \leq 0,75 \times R_{e1} \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times R_{m1} \text{ (cualquiera que sea el menor valor)}$$

$$\sigma = 245 \text{ N/mm}^2$$

$$34,88109099 \leq 245 \quad \text{CUMPLE}$$

$$30,52095462 \leq 245 \quad \text{CUMPLE}$$

$$17,44054556 \leq 245 \quad \text{CUMPLE}$$

El esfuerzo admisible será de 17,4405455 N/mm²

-Sistema de anclaje e izado.

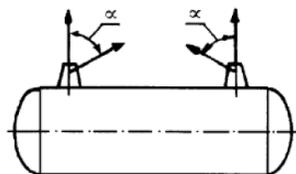
El depósito dispone en su parte superior de cuatro puntos de anclaje e izado. Son del mismo material que la cisterna, acero P335N. Estos, están unidos al depósito mediante soldadura. El tipo de soldadura es Junta a tope, con doble bisel y filete de T/4 (max.3/8), todo alrededor.

Para poder mover y transportar los depósitos, existen elementos adicionales que son parte de los recipientes. Estos elementos son las orejas de izaje, las cuales se diseñan a criterio del ingeniero diseñador. El código no tiene restricciones en cuanto a estos elementos, sin embargo, existen algunas recomendaciones para su diseño que son utilizadas de forma regular. Las orejas de izaje constan de un cuerpo sólido, el cual tiene un agujero que permite pasar un cable o algún tipo de pasador

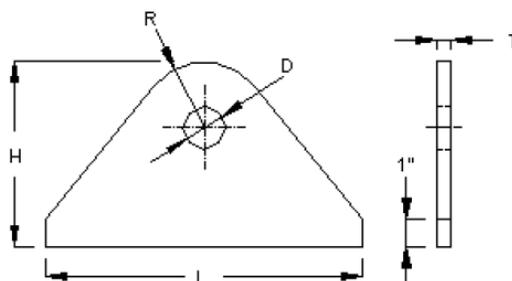


1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Las orejas de izaje, tienen la siguiente forma y dimensiones:



Peso del Recipiente	D	T	R	H	L
Lbs. (Kg)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)
20000 (9000)	1 1/8 (30)	3/4 (20)	2 (50)	6 (152)	10 (254)

-Protecciones y sistema antivuelco.

No dispone.

-Cálculo de soldaduras.

Según Norma EN 12252:201

Soldaduras de los soportes de fijación

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

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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

- Resistencia última a la fracción: 500 Rm3 (N/mm²)

- Límite de elasticidad: 355 Re3 (N/mm²)

Siendo:

$L_1 = 1660 \text{ mm}$

$L_2 = 415 \text{ mm}$

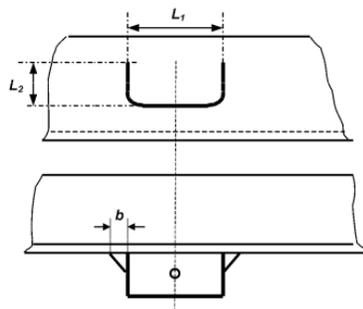
$b = 110 \text{ mm}$

Por lo que $S_3 = 547800 \text{ mm}^2$

Esfuerzo admisible

$$\sigma \leq 0,75 \text{ o } < 0,5 \times Rm$$

Generalidades



En la dirección del desplazamiento

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

$$\sigma_4 = \frac{F1}{S3 \times N1} \left(\frac{N}{\text{mm}^2} \right)$$

$\sigma_4 = 6,343240871 \text{ N/mm}^2$



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

En dirección perpendicular al desplazamiento

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

$$\sigma_5 = 5,550335763 \text{ N/mm}^2$$

En dirección vertical hacia arriba

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

$$\sigma_6 = 3,171620436 \text{ N/mm}^2$$

Esfuerzo admisible (debe considerarse el menor de estos valores):

$$\sigma_4 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_5 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_6 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

donde:

$$\sigma \leq 0,75 \times Re1 \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times Rm1 \text{ (cualquiera que sea el menor valor)}$$

$$\sigma = 245 \text{ N/mm}^2$$

$$6,343240871 \leq 245 \quad \text{CUMPLE}$$

$$5,550335763 \leq 245 \quad \text{CUMPLE}$$

$$3,171620436 \leq 245 \quad \text{CUMPLE}$$

El esfuerzo admisible será de 3,171620436 N/mm²



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.2.2.2. Estabilidad de la cisterna.

El ancho total de la superficie de apoyo en la calzada (la distancia que hay entre los puntos de contacto exteriores de los neumáticos derecho e izquierdo de un mismo eje con la calzada) deberá ser, como mínimo, igual al 90% de la altura desde el centro de gravedad, de los vehículos cisterna cargados. Lo cual, cumple en el caso de nuestro proyecto.

Correspondiendo con la norma EN 12493:2008+A1:2012.

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 envoltente del depósito, dividida por las placas de anclaje no debe superar 7.500 l.

Como el depósito tiene una capacidad total de 53.000 litros, se van a colocar 8 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 8 rompeolas, se puede contener un máximo de 6.625 litros entre cada placa de anclaje. La distancia de separación entre rompeolas es de 1.215 mm.

Estas placas de anclaje son de acero P335N y van soldadas al depósito. El diámetro de las mismas, es igual al diámetro interior del depósito, éste es de 2.468 mm y de ancho tiene 4 mm.

Las placas de anclaje constan de:

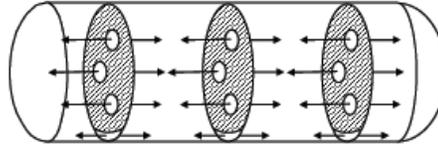
- Una perforación superior de 150mm de diámetro, para facilitar el movimiento de los gases por todo el depósito
- Una perforación central de 750mm de diámetro, para facilitar el movimiento del líquido y mejorar la estabilidad. Esta perforación hace posible la entrada de una persona entre cada rompeolas.
- Tres perforaciones en la parte inferior de media circunferencia de 400 mm de diámetro, lo que facilita la dispersión del líquido por todo el depósito en el momento del llenado del mismo.

El diseño del rompeolas está en los planos.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.





1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.3.PROCEDIMIENTO DE FABRICACION Y SOLDADURA.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.3.1 Fases de fabricación y montaje.

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.

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.

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.

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)

1.3.1.1.- 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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.

1.3.2.- Soldaduras. Procedimientos y técnicas empleadas. Certificación y cualificación.

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.

Soldaduras longitudinales

En cualquier envolvente sólo debe haber una soldadura longitudinal. Las soldaduras longitudinales deben ser soldaduras a tope con penetración total.

Especificación del procedimiento de soldeo (EPS)



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

El fabricante debe redactar una especificación del procedimiento de soldeo para cada unión o familia de uniones, de acuerdo con la Norma EN ISO 15609-1.

Cualificación del WPS

Los procedimientos de soldeo deben cualificarse mediante ensayos del procedimiento de soldeo de acuerdo con la Norma EN ISO 15614-1.

La producción y los ensayos de las probetas deben certificarse por un organismo independiente.

Las soldaduras deben someterse a ensayos de choque.

Cualificación de soldadores y operarios de soldeo

Los soldadores deben estar acreditados de acuerdo con la Norma EN 287-1, y los operadores de soldeo de acuerdo con la Norma EN 1418.

La producción y los ensayos de probetas deben certificarse por un organismo independiente.

El fabricante debe mantener una lista de soldadores y de operarios de soldeo, y los registros de los ensayos aprobados.

Preparación de bordes

La superficie a soldar debe estar limpia de capas de óxido, aceite, grasa, u otras partículas extrañas que podrían tener un efecto perjudicial sobre la calidad de la soldadura.

Los bordes a soldar deben mantenerse en su posición, por medios mecánicos o por soldadura por puntos, o por una combinación de ambos. La soldadura por puntos debe retirarse o fundirse de nuevo en el cordón de soldadura. El fabricante debe asegurar que el soldeo de punteo no origina defectos metalúrgicos, ni de homogeneidad.

El fabricante debe asegurar que para las soldaduras sin pasada de sellado (soldadura simple por una cara), los cantos están suficientemente alineados y espaciados para asegurar la penetración requerida en la raíz de soldadura.

Accesorios y anclajes

El soldeo de accesorios (temporales o no), incluidos los soportes, a una parte sometida a presión, debe realizarse de acuerdo con un procedimiento cualificado, especificado en las normas EN 1808-1, EN 13094:2008+AC:2008, EN ISO 15614-1, EN ISO 15614-2 y EN ISO 15613.

Los accesorios temporales se deben retirar mediante una técnica que no influya en las propiedades del metal, o de la parte bajo presión, donde estuviesen soldados.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Deben tomarse precauciones para asegurar que la zona en la que se ha eliminado un accesorio está libre de grietas de superficie.

La zona debe limpiarse y someterse a ensayos de partículas magnéticas o por líquidos penetrantes.

Cualquier grieta detectada debe repararse apropiadamente.

Inspección y ensayos

La inspección y los ensayos deben aplicarse en los momentos apropiados del proceso de fabricación para asegurar la conformidad con los requisitos del contrato. La situación y frecuencia de las inspecciones y/o ensayo dependerá del contrato y/o de la norma del producto, del proceso de soldeo y del tipo de construcción.

El fabricante puede llevar a cabo ensayos adicionales sin restricción alguna. No es necesario realizar informes acerca de tales ensayos.

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.

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);
- Pre calentamiento/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;



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- cualquier examen intermedio (por ejemplo, control dimensional);

Inspección y ensayos después del soldeo

Después del soldeo, se debe verificar la conformidad con los criterios de aceptación correspondientes mediante:

- inspección visual;
- ensayos no destructivos;
- ensayos destructivos;
- forma, aspecto y dimensiones de la construcción;
- resultados y registros de las operaciones postsoldeo (por ejemplo, tratamientos térmicos postsoldeo, envejecimiento).

Inspecciones visuales

El personal debe estar cualificado. Para la inspección visual, debe satisfacer la norma EN ISO 5817:2007 nivel C. En este caso, la competencia debe ser verificada por el fabricante.

Ensayos no destructivos

El personal de ensayos no destructivos debe estar cualificado. Las soldaduras deben someterse a un END según la norma EN 12972. Se realizarán radiografías, cumpliendo la norma EN 1435, en el 100% de las soldaduras en cruces y en el 10% de las soldaduras en costuras. También se pueden someter a por ultrasonidos, debiendo cumplir la norma EN 1714. Será conveniente efectuar los siguientes controles, según el valor del coeficiente empleado para el cálculo del espesor del depósito:

$$e = \frac{Pep \times D}{2 \times \sigma \times \lambda}$$

Siendo:

e = espesor mínimo del depósito en mm = 10,625 mm

Pep = presión de prueba en Mpa = 2,1 MPa

D = diámetro interior del depósito, en mm = 2468 mm

σ = tensión admisible en N/mm² = 266,25 N/mm²



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

$\lambda = 0,9$: 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.

Reparaciones

Las reparaciones deben realizarse de acuerdo con un procedimiento cualificado con EN 288, EN ISO 15607, EN ISO 15609-1, EN ISO 15614-2; según proceda.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.4. INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Este apartado cumple con el ADR y con la norma EN 12972:2007, “Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Ensayo, inspección y marcado de cisternas metálicas”

Ensayos y pruebas

Ensayo de presión hidráulica

Las presiones mínimas de pruebas aplicables para la clase 2, grupo al que pertenece el propano, se indican en el siguiente cuadro:

Nº ONU	Nombre	Código de clasificación	Presión mínima de prueba para las cisternas				Masa máxima admisible del contenido por litro de capacidad
			con aislamiento térmico		sin aislamiento térmico		
			MPa	bar	MPa	bar	
1978	Propano	2F	2,1	21	2,3	23	0,42

Siendo así, la presión de prueba para nuestro depósito de 21 bar, al tener aislamiento térmico.

La prueba de presión hidráulica deberá efectuarse sobre el conjunto del depósito y por separado en cada compartimento de los depósitos divididos en compartimentos.

La prueba deberá efectuarse en cada compartimento a una presión como mínimo igual a 1,3 veces la presión máxima de servicio. La prueba de presión hidráulica se efectuará antes de colocar el aislamiento térmico eventualmente necesario. Si los depósitos y sus equipos hubieran sido probados por separado, el conjunto deberá someterse después de su ensamblaje a una prueba de estanqueidad. La prueba de estanqueidad se efectuará por separado en cada uno de los compartimentos de los depósitos divididos en compartimentos y como máximo cada seis años.

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 y mantenerla durante 5 min. Se realiza cada tres años como máximo.

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.

El ensayo de vacío para la cisterna de propano, se realiza a una presión de 31,5 bar.

Ensayo de estanqueidad



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Antes de comenzar la prueba de la cisterna debe secarse y limpiarse por el exterior de forma que se pueda detectar cualquier fuga. Si la temperatura ambiente está por debajo de 0 °C sólo se permite el ensayo de estanquidad con agua si el contenido de la cisterna, del equipo de medida y de los sistemas de tuberías no pueden congelarse.

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 después de haber sido acoplada. Este ensayo debe incluir cada tabique de compartimentación. Se realiza cada seis años como máximo.

Durante el ensayo de un compartimento el compartimento adyacente deben vaciarse y despresurizarse.

Cuando el dispositivo es una válvula, el ensayo debe evaluar la estanquidad entre el asiento y el collarín del mecanismo de accionamiento de la válvula.

El ensayo de estanquidad debe realizarse a la presión indicada por la reglamentación en vigor. La presión del ensayo debe ser la correspondiente al punto más elevado de la cisterna.

Si no existe una reglamentación específica, debe aplicarse una presión, igual o mayor al 25% de la presión máxima de servicio autorizada, con un mínimo de 0,2 bar. La estanquidad interna de los dispositivos de cierre debe ensayarse también a la presión de ensayo e igual o inferior a 0,2 bar.

Los fluidos del ensayo deben ser compatibles con las mercancías de la cisterna y con los materiales que se han de transportar. En el caso del propano, la presión para el ensayo de estanquidad es de 22,5 bar, al ser la presión máxima de servicio de 18 bar.

El fluido del ensayo en ningún caso debe provocar peligros para el personal que realiza la inspección o a cualquier otro que se encuentre en las proximidades. En particular, cuando se utiliza un gas como fluido de ensayo, se deberían observar las precauciones indicadas en el anexo C.

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.

No es necesario entrar en los compartimentos para proceder a la evaluación.

Ensayo de la determinación de la capacidad



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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 determinarse 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.

En este caso, el depósito tiene una capacidad de 53 m³

Inspecciones

Inspección para la aprobación de 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.

Si no existen otros requisitos técnicos o legales en conflicto, la aprobación de tipo de un conjunto de cisternas autoriza las siguientes variaciones en el diseño, sin que sea necesaria una nueva aprobación:

- disminución del intervalo inicial de temperaturas de cálculo;
- disminución de la masa bruta máxima;
- reducción del volumen sólo debido a las variaciones de diámetro (no se aplica a cisternas no cilíndricas) y de longitud; la documentación de la aprobación incluye un cálculo para cada diámetro, longitud y número de compartimentos de la cisterna propuestos en las condiciones más desfavorables, es decir:
 - mayor densidad del material;
 - mayor longitud y mayor diámetro de la cisterna;
 - cisterna en la que el compartimento mayor se sitúe en la parte delantera;
 - cisterna en la que el compartimento mayor se sitúe en la parte trasera;
- variaciones del tipo de material utilizado; en el caso de aceros austeníticos y de aleaciones de aluminio, se pueden admitir diferentes tipos siempre que:
 - se use el mismo procedimiento de soldeo cualificado;
 - el cálculo se efectúe para el caso más desfavorable; en particular, las características a utilizar son, para cada elemento, los valores menores del tipo utilizado;
 - el manual de instrucciones especifique las alternativas posibles para asegurar la compatibilidad con las mercancías transportadas.
- desplazamiento o modificación de las toberas y de las bocas de inspección, siempre que se asegure el mismo nivel de protección y que los cálculos relativos a los refuerzos de la cisterna se realicen para el caso más desfavorable;
- aumento del número de tabiques y de las chapas amortiguadoras;
- aumento del espesor de pared, siempre que se utilice el mismo procedimiento de soldeo;



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- disminución de la presión máxima de servicio;
- aumento del espesor del aislante utilizado como protección suplementaria;
- aumento de la eficacia térmica del aislamiento de la cisterna;
- uso de un equipo de servicio alternativo si no se modifican ni las características técnicas ni el emplazamiento del equipo.

La inspección para aprobación de tipo para permitir la modificación de la aprobación de tipo se llevará a cabo como un re-examen de los capítulos aplicables respectivos de la inspección original para la aprobación de tipo.

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.

Inspección inicial

Los depósitos y sus equipos se someterán, bien en conjunto o por separado, a una inspección inicial previo a su puesta en servicio. Este control comprenderá 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.

Inspecciones periódicas

Los depósitos y sus equipos deberán someterse a inspecciones periódicas como máximo cada cinco o seis años. Los controles periódicos comprenderán:

- Un examen del estado interior y exterior;



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

- Una prueba de estanquidad del depósito con sus equipos y una verificación del funcionamiento correcto de todo el equipo;
- Como regla general, una prueba de presión hidráulica.

Las envolturas de aislamiento térmico u otras no deberán retirarse más que en la medida en que esto sea indispensable para una apreciación segura de las características del depósito.

Inspecciones.

Inspecciones intermedias

Los depósitos y sus equipos deberán someterse a inspecciones intermedias como mínimo cada dos años y medio o tres años después del control inicial y de cada control periódico. Estos controles intermedios se pueden llevar a cabo en el plazo de tres meses, antes o después de la fecha especificada.

Sin embargo, el control intermedio se puede llevar a cabo en cualquier momento antes de la fecha especificada.

Si se lleva a cabo un control intermedio más de tres meses antes de la fecha prevista, se realizará otra inspección intermedia como muy tarde dos años y medio o tres después de dicha fecha.

Estos controles intermedios incluirán una prueba de estanquidad del depósito con sus equipos y una verificación del funcionamiento correcto de todo el equipo. Para esto, la cisterna deberá someterse a una presión efectiva interior al menos igual a la presión máxima de servicio. Para las cisternas destinadas al transporte de líquidos, cuando la prueba se realiza por medio de un gas, la prueba de estanquidad debe efectuarse a una presión al menos igual al 25% de la presión máxima de servicio. En todos los casos, ésta no debe ser inferior a 20 kPa (0,2 bar) (presión manométrica).

Inspección excepcional

Cuando la seguridad de la cisterna o de los equipos pudiera haber resultado afectada a causa de una reparación, modificación o un accidente, se efectuará una inspección excepcional. Si se ha realizado un control excepcional, entonces se podrá considerar dicho control excepcional como control periódico. Si se ha realizado un control excepcional, entonces se podrá considerar dicho control excepcional como control intermedio.

Las pruebas, controles y verificaciones se realizarán por el perito aprobado por la autoridad competente. Se expedirán certificados que recojan el resultado de tales operaciones, incluso en caso de resultados negativos. En estos certificados figurará una referencia a la lista de materias autorizadas para su transporte en la cisterna de referencia o al código cisterna y los códigos alfanuméricos de las



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

disposiciones especiales. Una copia de los certificados deberá adjuntarse al dossier de la cisterna de cada cisterna, vehículo batería o CGEM probado.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.5.DOCUMENTACION Y CERTIFICACION.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

La documentación y certificación necesaria, corresponde con la escrita en el RD 97/2014.

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 enumeran:

- a) Certificación de prototipo de cisternas, vehículos-baterías y CGEM, por duplicado:
 - 1.º Certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios de un tipo (apéndice E-6).
 - 2.º Documento H especial (apéndice E-7).
 - 3.º Documentos de clase (apéndice E-8).

- b) Inspección inicial, antes de la puesta en servicio, de las cisternas, vehículos-batería y CGEM con el tipo:
 - 1.º Acta de conformidad de la cisterna, vehículo-batería y CGEM con el tipo (apéndice E-11).
 - 2.º Documento H especial (apéndice E-7).
 - 3.º Documentos G (apéndice E-14).
 - 4.º Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (apéndice E-25).
 - 5.º Documentos de clase (apéndice E-8).
 - 6.º Ficha técnica (apéndice E-20).

- c) Inspecciones excepcionales, en los casos en que sean debidas a accidentes, 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).
 - 4.º Documentos G (apéndice E-14).
 - 5.º Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (apéndice E-25, parte I).
 - 6.º Documentos de clase (apéndice E-8).
 - 7.º Ficha técnica (apéndice E-20).



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

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 m³: 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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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 <input type="text"/>		Fecha del informe <input type="text"/>			
Número de Acta/Informe <input type="text"/>					
B) Datos del fabricante					
N.º Fabricante <input type="text"/>		Sucursal <input type="text"/>			
Fabricante (Nombre completo): Dirección completa de la fábrica:					
C) Datos de la cisterna, vehículo-batería o C.G.E.M.:					
Tipo <input type="text"/>		Denominación del tipo: <input type="text"/>			
Plano general: <input type="text"/>					
Número Aprobación de Tipo: <input type="text"/>					
Fecha de Aprobación de Tipo: <input type="text"/>					
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: <input type="text"/>		Denominación material: <input type="text"/>			
Carga de rotura (Rm): <input type="text"/> N/mm ²		Línea elástico (Re): <input type="text"/> Alargamiento <input type="text"/>			
Temperatura de diseño: <input type="text"/> °C.		Coeficiente de soldadura <input type="checkbox"/> Aislamiento térmico: <input type="checkbox"/> Cámara de vacío: <input type="checkbox"/>			
Diámetro equivalente: <input type="text"/> mm.		Forma envolvente: <input type="text"/> Vol. máx. de la cisterna: <input type="text"/>			
Compartimentos Vol. < 5.000 l. Vol. del mayor compartimento: <input type="text"/>		Radio Máx. Curvatura: <input type="text"/> mm.			
Espesores mínimos: Virolas		Fondos		Mamparos	Rompeolas
<input type="text"/> mm.		<input type="text"/> mm.		<input type="text"/> mm.	<input type="text"/> mm.
Espesores calculados según <input type="text"/>		Código de diseño/Norma técnica: <input type="text"/>			
Código del vagón-cisterna según el apartado 4.3.3.1 o 4.3.4.1 del ADR: <input type="text"/>					
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		



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.1	Las tuberías de vaciado en lo que se refiere a sus cierres, se cumple.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.3	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"/>
6.8.3.2.4	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"/>
6.8.3.2.9	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"/>
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		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.20 a 28	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"/>
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 a	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"/>
6.8.3.5.8		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC2	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"/>
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"/>



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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 marcado.	
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"/>



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

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.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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 m³: 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).



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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).



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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"/>



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA, DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y CGEM		G	
		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.		
6.8.2.1.19	Los depósitos cumplen los espesores mínimos establecidos en el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.1.27	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 electrostáticas.	<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"/>
6.8.3.2.5	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"/>
6.8.3.2.6	Las válvulas de seguridad y dispositivos de decompresión en cuanto al número y características son las adecuadas según ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.9 a 13	Requerimientos particulares que deben cumplir los vehículos-batería y los CGEM.		
G	Las tuberías colectoras de los vehículos-batería y CGEM en lo que se refiere al diseño, materiales y uniones, cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.18	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"/>
6.8.3.2.20 a 28	Otros requerimientos de control y pruebas y marcado para las cisternas.		
H	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"/>
6.8.3.4.4	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"/>
6.8.3.5.1 a			
6.8.3.5.8			



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y CGEM.		G	
		A2	
El informe corresponde a:			
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:	
		(s)	(n)
I	Disposiciones especiales que deben cumplir las cisternas, vehículo-batería o CGEM para ser autorizadas a transportar ciertas materias.		
6.8.4.a)	Disposiciones especiales sobre construcción establecidas en los códigos TCx del apartado 6.8.4.a) del ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TC1	Los materiales y la construcción cumplen las prescripciones del apartado 6.8.5.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TC2	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"/>
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 (ONU 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 no pueden ser inferior a 3mm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y CGEM.		G
		A3
El informe corresponde a:		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
J	Disposiciones especiales, de Equipos, aprobación y marcado	(s) (n)
6.8.4.b)	Disposiciones especiales sobre equipos establecidos en los códigos TEx del apartado 6.8.4.b) del ADR. Las cisternas, cumplen las disposiciones especiales (TEx) que les son de aplicación.	<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.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA1	Las cisternas no van a ser aprobadas para transportar materias orgánicas.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA2	Estas materias podrán transportarse en cisternas, vehículo-batería, 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 transportarse 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 marcado.	
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	La cisterna lleva marcada la denominación oficial de transporte de las materias autorizadas y la masa máxima admisible de carga de la cisterna.	<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"/>
TM7	Está inscrito el trébol esquematizado que figura en 5.2.1.7.6.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

APÉNDICE E.16

INFORME PREVIO A LA MODIFICACIÓN O REPARACIÓN DE PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS 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 m³:
- 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 siguientes 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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

APÉNDICE E.17

ACTA DE INSPECCIÓN PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS 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.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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)	



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

E. CARACTERÍSTICAS ADR DEL VEHICULO

E.1	DESIGNACIÓN DEL VEHICULO SEGUN 9.1.1.2 DEL ADR (EX/II, EX/III, FL, OX, AT, MEMU):	
E.2	TIPO DE VEHICULO (VEHICULO, VEHICULO COMPLETO O COMPLETADO EX/II, EX/III O MEMU, VEHICULO CISTERNA, VEHICULO BATERIA, VEHICULO PARA CISTERNAS DESMONTABLES, VEHICULO 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 VEHICULO
TIPO G2:	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALADO EN EL COMPARTIMIENTO DE CARGA DE VEHICULOS PARA TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS
TIPO G3:	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALADO EN ZONAS DONDE ES, O SE ESPERA QUE SEA, ZONA DE PELIGRO EN VEHICULOS 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).



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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 VEHICULO	
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 VEHICULOS 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 MERCANCIAS 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 VEHICULOS FL	
9.7.5	ESTABILIDAD DE LOS VEHICULOS CISTERNA.	
9.7.6	PROTECCIÓN POSTERIOR DE LOS VEHICULOS	
9.7.7	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
9.7.8	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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	PROTECCION 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.⁶

La eficacia del sistema de frenado de resistencia es suficiente para un peso total de la unidad de transporte de toneladas.⁷

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.

⁶ Táchese lo que no proceda

⁷ Indicar el valor apropiado. En caso de no ser aplicable, táchese.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.6.-EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD Y DEL MEDIO AMBIENTE.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.6.1.- Accidentes. Plan de emergencia. Evaluación de riesgos según productos a transportar.

Normas de actuación en caso de avería o accidente

1. 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:

a) Actuación de los miembros de la tripulación:

Los miembros de la tripulación del vehículo llevarán a cabo 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.

Seguidamente se procederá a informar de la avería o accidente al teléfono de emergencia que corresponda, de acuerdo con la relación que, a tal efecto, se publica, con carácter periódico, en el «Boletín Oficial del Estado» mediante Resolución de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior. 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.

b) En caso de imposibilidad de actuación de los miembros de la tripulación:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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 y ferrocarril.

2. La comunicación a que se refieren los apartados anteriores se efectuará por el medio más rápido posible e incluirá, los siguientes datos:

- a) Localización del suceso.
- b) Estado del vehículo implicado y características del suceso.
- c) Datos sobre las mercancías peligrosas transportadas.
- d) Existencia de víctimas.
- e) Condiciones meteorológicas.
- f) 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.

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 de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

Los citados planes especiales serán elaborados de acuerdo con lo establecido en la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

Acuerdos de colaboración.

Por el Ministerio del Interior, o por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas en cada caso, así como por aquellas entidades que representen sectores profesionales interesados (expedidores, transportistas, etc.), y con el fin de colaborar en las actuaciones en caso de accidente, se fomentarán acuerdos o pactos de ayuda mutua entre las propias empresas de los sectores profesionales, y acuerdos o convenios de colaboración de dichas empresas con las autoridades competentes en tales circunstancias. De los mismos se dará información a la Comisión Nacional de



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Protección Civil y, según proceda, a la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas.

Los daños que se deriven directa o indirectamente del empleo de personal y materiales de las empresas incorporadas a los acuerdos o convenios de colaboración con las autoridades competentes, las lesiones producidas a las personas por estas actividades de colaboración en los planes de protección civil frente a estos accidentes y, asimismo, los daños que causen a terceros, por la acción de aquéllos en tales circunstancias, serán indemnizables de conformidad con lo dispuesto en la legislación sobre responsabilidad de la Administración por el funcionamiento de los servicios públicos, sin perjuicio de su resarcimiento por la misma con cargo al responsable del accidente.

Informes.

1. De las actuaciones que realicen los órganos competentes en materia de control de tráfico y seguridad vial, como consecuencia de accidentes o incidentes de vehículos de mercancías peligrosas, en los que se vea implicada la mercancía, se remitirá un informe a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, que dará traslado del mismo a la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas.
2. En el caso de que, como consecuencia de accidentes o incidentes de cisternas de mercancías peligrosas, se vean afectados el depósito o sus equipos, los órganos competentes en la ordenación y el control de tráfico remitirán un informe fotográfico, relativo al estado de la cisterna, a la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas. Asimismo, el órgano competente en materia de industria podrá requerir al propietario de la cisterna un informe de un organismo de control legalmente establecido.
3. La empresa remitirá el informe sobre sucesos notificables, que figura en el ADR, cuando concurren las circunstancias enumeradas en el mismo, en un plazo no superior a treinta días naturales desde la fecha del suceso, a la Dirección General de Transporte Terrestre y al órgano competente de la Comunidad Autónoma o de las Ciudades de Ceuta y Melilla en cuyo territorio hubiera tenido lugar el suceso. Todo ello sin perjuicio de una posterior ampliación de este informe.

El informe anteriormente mencionado es el siguiente:



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Transportista/Empresa ferroviaria:

.....

.

Dirección:

.....

Nombre de la persona de

contacto:.....Teléfono:.....Fax:.....

(La autoridad competente retirará esta página de portada antes de remitir el informe)



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

6. Mercancías peligrosas implicadas						
Número UN ⁽¹⁾	Clase	Grupo de embalaje	Cantidad estimada de producto derramado (kg. o litros) ⁽²⁾	Tipo del continente ⁽³⁾	Material del continente	Tipo de fallo del continente ⁽⁴⁾
⁽¹⁾ Para mercancías peligrosas asignadas a entradas colectivas en las que sea de aplicación la disposición especial 274, también se indicará el nombre técnico.				⁽²⁾ Para clase 7, indicar los valores según los criterios del 1.8.5.3.		
⁽³⁾ Indicar el número apropiado 1 Embalaje 2 GRG (IBC) 3 Gran embalaje 4 Pequeño contenedor 5 Vagón 6 Vehículo 7 Vagón-cisterna 8 Vehículo-cisterna 9 Vagón-batería 10 Vehículo-batería 11 Vagón con cisternas portátiles 12 Cisterna desmontable 13 Gran contenedor 14 Contenedor-cisterna 15 CGEM 16 Cisterna portátil				⁽⁴⁾ Indicar el número apropiado 1 Derrame o pérdida 2 Incendio 3 Explosión 4 Fallo estructural		
7. Causa del suceso						
<input type="checkbox"/> Fallo técnico <input type="checkbox"/> Estiba inadecuada <input type="checkbox"/> Causa operacional (ferrocarril) <input type="checkbox"/> Otras:						
8. Consecuencias del suceso						
<u>Daños personales ligados a las mercancías peligrosas:</u> <input type="checkbox"/> Muertos (número:) <input type="checkbox"/> Heridos (número:) <u>Pérdida de producto:</u> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Riesgo inminente de pérdida de producto <u>Daños materiales o al medio ambiente:</u> <input type="checkbox"/> Importe estimado del daño ≤ 50,000 Euros <input type="checkbox"/> Importe estimado del daño > 50,000 Euros <u>Intervención de las autoridades:</u> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Evacuación de personas durante al menos tres horas motivada por la presencia de mercancías peligrosas <input type="checkbox"/> Corte de carreteras o vías durante al menos tres horas debido a la presencia de mercancías peligrosas <input type="checkbox"/> No						



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

1.6.2.- Seguridad de la tripulación. Equipamiento de seguridad. EPIS.

Se entenderá por equipo de protección individual (EPI) cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Para el transporte de propano, el equipo de seguridad para la tripulación será:

- Un chaleco o ropa fluorescente.
Normalizado según UNE-EN 471, norma que detalla los aspectos fundamentales para la efectividad de los chalecos. Como por ejemplo: la superficie mínima que deben cubrir los materiales de alta visibilidad es de 0,50 m² en el material de fondo y de 0,13 m² en el material retrorreflectante. Los chalecos deben tener dos bandas de material retrorreflectante separadas 50 mm como mínimo, que rodeen el torso con una inclinación máxima de $\pm 20^\circ$ respecto de la horizontal. La parte baja de la banda inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior del chaleco. Hay definidos tres rangos de color de material de fondo (amarillo, rojo o anaranjado fluorescente) y de material combinado para la ropa; los tres confieren, durante el día, visibilidad sobre la mayor parte de los entornos rurales y urbanos. De todas formas, los usuarios deberían tener en cuenta el fondo ambiental predominante en el que se requiere la protección y seleccionar así el color que proporcione el mejor contraste.
- Aparato de iluminación portátil;
Siguiendo la norma: UNE-EN 60598-2-4, “luminarias, requisitos particulares, luminarias portátiles de uso general”
- Un par de guantes protectores;
Según la normativa EN 374-1:2003 la cual establece todos los criterios que han de cumplir dichos guantes para manipular productos químicos.
- Un equipo de protección ocular (por ejemplo gafas protectoras).
La norma que rige todos los equipos de protección ocular es UNE-EN 166, la cual especifica los requisitos funcionales que ha de tener la protección ocular.
- Una pala;
- Un obturador de entrada al alcantarillado;
- Un recipiente colector.

Toda unidad de transporte, debe llevar a bordo el equipamiento siguiente:

- Un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas para la masa máxima del vehículo y el diámetro de las ruedas;
- Dos señales de advertencia autoportantes;
- Líquido para el lavado de los ojos;

Equipamiento adicional para transporte de mercancías de la clase 2:

- Una pala;
- Un obturador de entrada al alcantarillado;
- Un recipiente colector.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

1.6.3.- Prevención de riesgos de incendios. Cabina. Depósitos de carburantes. Motor. Equipos de extinción de incendios.

Prevención de riesgos de incendios.

El vehículo del proyecto es del tipo FL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	VEHÍCULOS					OBSERVACIONES
	EX/II	EX/III	AT	FL	OX	
PREVENCIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO						
Cabina					X	
Depósitos de carburante	X	X		X	X	
Motor	X	X		X	X	
Dispositivo de escape	X	X		X		
Freno de resistencia del vehículo		X	X	X	X	
Calefacción a combustión						
	X ^d	^d 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.				
				X ^d		^d 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.
	X	X				

Depósitos de carburante

Los depósitos de carburante para la alimentación del motor del vehículo deberán responder a las disposiciones siguientes:

- 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;
- 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.

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.

Dispositivo de escape



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.

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.

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/CE4, modificada de acuerdo con las fechas de aplicación que se especifican.

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 y los dispositivos de escape de los vehículos.

Se deberá asegurar el corte de las calefacciones a combustión al menos por los métodos siguientes:

- a) corte manual a voluntad desde la cabina del conductor;
- b) parada del motor del vehículo; en este caso, el aparato de calefacción se podrá volver a poner en marcha manualmente por el conductor;
- c) 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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

La calefacción a combustión se deberá poner en marcha manualmente. Se prohíbe el uso de dispositivos de programación.

Equipos de extinción de incendios.

El cuadro siguiente indica las disposiciones mínimas para los extintores de incendio portátiles adaptados a las clases de inflamabilidad A, B y C, aplicables a las unidades de transporte que transporten mercancías peligrosas:

(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:
> 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)				

En este caso, el propano pertenece a la clase de inflamabilidad C “Combustibles gaseosos (propano, butano, gas natural...)”. Como por norma la capacidad mínima total por unidad de transporte es de 12 kg, dispondremos de un extintor de 2 kg en la cabina y de dos extintores de 6 kg en el remolque, de tal manera que tendremos una capacidad de 14 kg, cumpliendo con la norma.

Los extintores deberán estar adaptados para la utilización en un vehículo y cumplir las disposiciones pertinentes de la norma EN 3 Extintores de incendio portátiles, Parte 7 (EN 3-7:2004 + A1: 2007). Si el vehículo está equipado, para luchar contra el incendio del motor, con un dispositivo fijo, automático o fácil de poner en marcha, no será necesario que el extintor portátil esté adaptado a la lucha contra un incendio del motor. Los agentes extintores contenidos en los extintores con que va provista la unidad de transporte deberán ser tales, que ni puedan desprender gases tóxicos en la cabina de conducción, ni tampoco al verse influidos por el calor de un incendio.

Los extintores de incendio portátiles deberán ir provistos de un precinto que permita comprobar que no han sido utilizados. Además, 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 deberán ser objeto periódicamente de una inspección, de acuerdo con las normas nacionales, con el fin de garantizar su funcionamiento con total seguridad.

Los extintores de incendios deberán estar instalados a bordo de la unidad de transporte de manera que sean fácilmente accesibles para la tripulación. Su instalación deberá protegerlos de los efectos climáticos de modo que sus capacidades operacionales no se vean afectadas.

1.6.4.- Placas y señalización.

Señalización del vehículo placa-etiqueta.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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.



Gases inflamables para la clase 2.



Materias peligrosas para el medio ambiente.

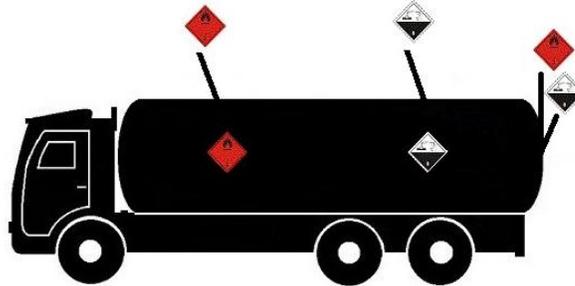
Lugar de colocación:

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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Señalización del vehículo 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



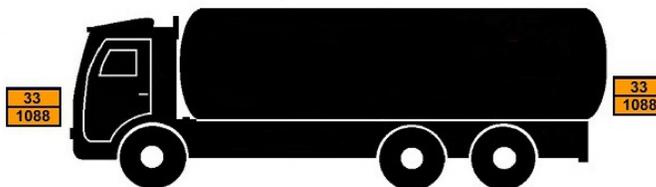
Lugar de colocación:

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.



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.



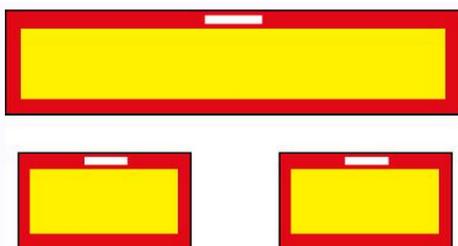
(Los números no corresponden con la materia a transportar en este proyecto)

Placas indicadoras de 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.



1.6.5.- Dispositivos. Limitadores de velocidad.

El vehículo del proyecto es del tipo FL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	VEHÍCULOS					OBSERVACIONES
	EX/II	EX/III	AT	FL	OX	
DISPOSITIVO DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	X ^c	^c 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.				



1.- MEMORIA

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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° 895, 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.

1.6.6.- Conexiones mecánicas/eléctricas. Enganche de remolque. Dispositivos de fijación. (ADR 6.8.2.1). Puesta a tierra. Dispositivos de protección posterior del vehículo. (Reglamento 58) (ADR 9.7.6).

Enganche de remolque.

El vehículo del proyecto es del tipo FL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	VEHÍCULOS					OBSERVACIONES
	EX/II	EX/III	AT	FL	OX	
DISPOSITIVO DE ENGANCHE DEL REMOLQUE	X	X				

Por lo que no dispone de enganche de remolque

Dispositivos de fijación.

Los medios de fijación se deberán concebir para resistir las solicitaciones estáticas y dinámicas en condiciones normales de transporte, así como las tensiones mínimas. En este proyecto, los dispositivos de fijación se han elaborado cumpliendo la Norma EN 12252:201.

Puesta a tierra.

Las cisternas metálicas, en este caso acero inoxidable P335N, y los elementos de los vehículos batería deberán estar unidos al chasis del vehículo, al menos, por una buena conexión eléctrica. Se deberá evitar cualquier contacto metálico que pudiera originar una corrosión electroquímica.

Dispositivos de protección posterior del vehículo.

La parte posterior del vehículo deberá estar 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 o a los accesorios salientes en contacto con la materia transportada). Las cisternas de residuos que operan al vacío con depósito basculante y de descarga por detrás, no deberán estar provistos de parachoques, si los equipamientos posteriores de los depósitos disponen de un medio de protección que proteja los depósitos del mismo modo que un parachoques.



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

2.-CÁLCULOS



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

NORMA UNE-EN 12493:2009+A1

D.1 Tensión de diseño.

f es el menor de $Reh/1,5$ y $Rm/2,4$

Reh/1,5	Rm/2,4
236,666667	204,1666667

Reh(N/mm ²)	Rm(N/mm ²)
355	490

Valor de f	204,1666667
------------	-------------

D.2 Presión de diseño

D.2.1 Generalidades

D.2.2 Depósitos cisterna rígidos independientes y semirremolques

Pd (Mpa)	P=(Pd/1,2)	P(Mpa)
2,1		1,75

D.2.3 Combinaciones de depósitos cisternas y remolques de dos ejes.

D.3 Ecuaciones de diseño.

D.3.1 Cálculo de la envolvente cilíndrica

El espesor mínimo requerido es el mayor de:

E _{min}	E _{min}	E (mm)	E (mm)
10,625889	6,48	10,62588905	12

Do (mm)	Di(mm)
2490	2466

D.3.2 Fondos abombados

D.3.2.1 Espesor mínimo

$D \geq 1,5m$ espesor del fondo = 7mm

D.3.2.2 Cálculo de fondos toroidales

R (mm)	r (mm)	D _{int} (mm)
1600	200	3200

$r \geq 0,06 Di$	CUMPLE
$r > 3e$	CUMPLE
$e \leq 0,08 Di$	CUMPLE
$R \leq Do$	CUMPLE

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

Cálculo de

β

$Y = \min(e/R \text{ ó } 0,04)$	0,0075	0,04
---------------------------------	--------	------



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

Y	Z	X	N	β 0,06	β 0,1	β
0,0075	2,124938737	0,0625	0,849935184	1,181788624	0,863750567	1,161911245

e_s (mm)	e_v (mm)	e_b (mm)
6,85714286	18,32500021	15,33100533

E (mm)	E (mm)	β
18,32500021	20	1,161911245

D.4 Refuerzos de boquillas

D.4.1

envolventes cilíndricas:

$$d_i/D_i \leq 1$$

fondos abombados:

$$d_i/2rim \leq 0,6$$

5 Refuerzos de boquillas mediante ramificaciones

5.1

VÁLVULA DE FONDO 3" MARCA FISHER

BRIDA ASME B16.21 CLASE 300#3"

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

$$d_i/D_i \leq 1$$

CUMPLE

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	149	89	20	30	172,4412944

A_p (mm ²)	A_{fm} (mm ²)	A_{fp} (mm ²)
152239,308	2069,29553	600

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

CUMPLE

BOCA DE HOMBRE

Brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Type 12

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

$$d_i/D_i \leq 1$$

CUMPLE

Rim (mm)	em (mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1600	20	840	616,5	54	175,55	253,7715508

A_p (mm ²)	A_{fm} (mm ²)	A_{fp} (mm ²)
539017,2406	5075,431016	9479,7



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

VÁLVULA DE SEGURIDAD 2"

BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# 2 "

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

$d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	111	60	22	25,5	172,4412944

Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)
140525,808	2069,295532	561

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

MANÓMETRO

BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1/2 " NPT

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

$d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	111	60	22	25,5	172,4412944

Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)
140525,808	2069,295532	561

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

TERMÓMETRO

ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1/2 " NPT.

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

$d_i/D_i \leq 1$ CUMPLE

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	54	21	20	16,5	172,4412944

Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)
106337,058	2069,295532	330



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

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

INDICADOR DE NIVEL

BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1" NPT

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

di/Di ≤ 1 CUMPLE

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	73	25,4	18	23,8	172,4412944

Ap (mm2)	Afm (mm2)	Afp (mm2)
128812,308	2069,295532	428,4

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

CONJUNTO MANÓMETRO, TERMÓMETRO E INDICADOR DE NIVEL

Brida DIN EN 1092-1 PN-40 DN 300 Type 01

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

di/Di ≤ 1 CUMPLE

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	515	300	46	107,5	172,4412944

Ap (mm2)	Afm (mm2)	Afp (mm2)
265058,808	2069,295532	4945

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

VÁLVULA DE DESCARGA DE VAPOR 1-1/4 "

BRIDA ASME B16.21 CLASE 300# con rosca 1-1/4 " NPT.

Refuerzos por anillos en envolventes cilíndricas

di/Di ≤ 1 CUMPLE



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

Rim (mm)	em(mm)	do (mm)	di (mm)	ep (mm)	lp (mm)	lm (mm)
1233	12	83	42	20	20,5	172,4412944

Ap (mm ²)	Afm (mm ²)	Afp (mm ²)
131894,808	2069,295532	410

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

ANEXO F

Tolerancias admisibles

F.1 Depósitos

$$(2*(D_{max}-D_{min}))/ (D_{max}+D_{min}) \leq 1,5 \quad \text{CUMPLE}$$

F.1.2 Falta de redondez

Dmax (mm)	Dmin (mm)
2499,35	2480,65

Omax (mm)	Omax/2 (mm)
18,7	9,35

Característica	Tolerancia
D=1600mm	± 4,8 mm
O	16 mm
H	24 mm

F.2 Tolerancia de los fondos abombados

Tabla F.1 - Tolerancias de los fondos abombados

Característica	Tolerancia	Observaciones
C	D = 1 000 mm	Condiciones especiales de fabricación pueden requerir tolerancias inferiores
	D > 1 000 mm	
O	1% de D	Condiciones especiales de fabricación pueden requerir tolerancias inferiores
H	El mayor de + 0,015 D o 10 mm	Las tolerancias no deben ser negativas
e = 10 mm	- 0,3 mm	El espesor real de pared debe ser superior o igual al valor mínimo calculado en el anexo D
e > 10 mm	- 0,5 mm	
α	2°	Para fondos abombados cuyo ángulo del lado exterior está influido por un recalado debido al proceso de conformado, la desviación de la parte recta a partir de la forma cilíndrica debe medirse únicamente en el interior del fondo abombado.
α ₀	5°	



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

F.3 Tolerancias de ensamblaje

F.3.1 Alineación de paredes

$e < 10$

F.3.1.1

e (mm)
12

$e > 10$

CUMPLE

Tolerancia (mm)
1,2

F.3.1.2

e (mm)
20

$e > 10$

CUMPLE

Tolerancia (mm)
3

F.3.2 Alineación de superficie

a)

e (mm)
12

$e \leq 12$

CUMPLE

Tolerancia (mm)
3

b)

e (mm)
20

$e \leq 20$

CUMPLE

Tolerancia (mm)
5

NORMA 12252

Anexo 2

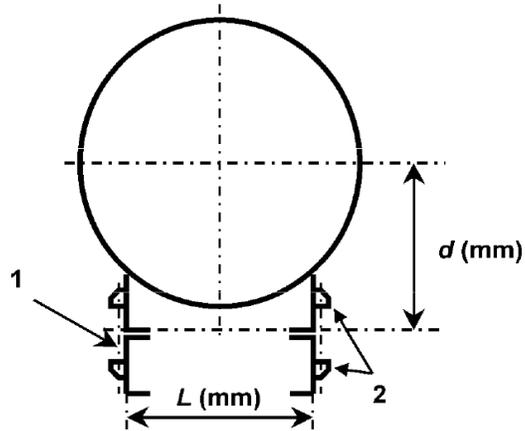
85 % Volumen del depósito (m3)	45
Volumen total (m3)	53

g (m/s ²)	9,81
Longitud (mm)	10500



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.



Leyenda

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

Para $P=1,75$ bar	
kg/m ³	565,8

L1 (mm)	d (mm)
1660	1452,5

Dimensiones tirantes	
base (mm)	110
altura (mm)	500

Tara P1 (kg)	16000
Carga máxima P2 (kg)	19169,1
Masa total P3 (kg)	35169,1

F1 (N)	690017,742
F2 (N)	345008,871
F3 (N)	345008,871

L2 (mm)	415
---------	-----

S1 (mm ²)	55000
S2 (mm ²)	706,5
S3 (mm ²)	547800



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

N1	N2
7	4

Momento producido por F2 (N/mm²)

M2 (N/mm ²)	501125385,1
-------------------------	-------------

Reacción a M2 producida por el tirante de fijación (N)

f2 (N)	301882,7621
--------	-------------

B.3 Cálculo de los tirantes de fijación

B.3.1

σ (N/mm ²)	245	$\sigma_1 < \sigma$
σ_1 (n/mm ²)	1,792253875	CUMPLE

B.3.2

σ (N/mm ²)	245	$\sigma_2 < \sigma$
σ_2 (n/mm ²)	1,568222141	CUMPLE

B.3.3

σ (N/mm ²)	245	$\sigma_3 < \sigma$
σ_3 (n/mm ²)	0,896126938	CUMPLE

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

B.4.1

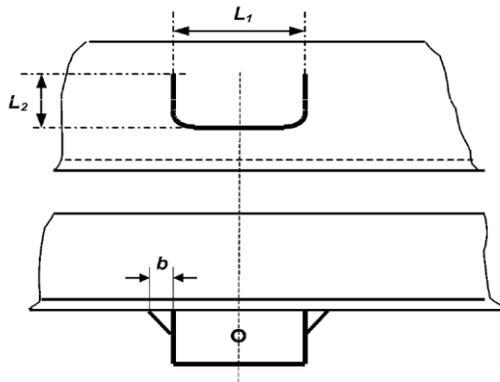


Figura B.3 – Soldadura en los soportes de fijación



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD (MARCADO CE) DE UNA CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO SEGÚN ADR 2014.

L1 (mm)	300
L2 (mm)	150
b (mm)	7

B.4.2

σ (N/mm ²)	245
σ_4 (n/mm ²)	6,343240871

$\sigma_4 < \sigma$
CUMPLE

B.4.3

σ (N/mm ²)	245
σ_5 (n/mm ²)	5,550335763

$\sigma_5 < \sigma$
CUMPLE

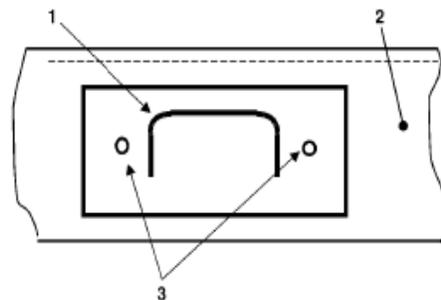
B.4.4

σ (N/mm ²)	245
σ_6 (n/mm ²)	3,171620436

$\sigma_6 < \sigma$
CUMPLE

B.5 Cálculo de los pernos de fijación

B.5.1



Leyenda

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

Figura B.4 – Pernos de fijación

B.5.2

f7 (N)	98573,96314
σ (N/mm ²)	245
σ_7 (n/mm ²)	34,88109099

CUMPLE



2.CÁLCULOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

B.5.3

f8 (N)	86252,21775
σ (N/mm ²)	245
σ_8 (n/mm ²)	30,52095462

CUMPLE

B.5.4

f9 (N)	49286,98157
σ (N/mm ²)	245
σ_9 (n/mm ²)	17,4405455

CUMPLE



3.- PLANOS

DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
(MARCADO CE) DE UNA CISTERNA
DESTINADA AL TRANSPORTE PROPANO
SEGÚN ADR 2014.

3.- PLANOS